

GUÍA AMBIENTAL

para la Agroindustria
de la Palma de Aceite en Colombia

Publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma, cofinanciada por el Fondo de Fomento Palmero

Nicolás Pérez Marulanda

Presidente Ejecutivo

Andrés Felipe García Azuero

Director de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible

Juan Carlos Espinosa Camacho

Líder Ambiental

Julián David Cifuentes Sánchez

Especialista Ambiental

Gustavo Adolfo Gómez Zuluaga*

Especialista Ambiental

Nelson Londoño Gutiérrez**

Especialista Ambiental

* Hasta agosto de 2021

** Desde octubre de 2021

Autores

Juan Carlos Espinosa
Julián David Cifuentes
Gustavo Adolfo Gómez
Orlando Quintero
Catalina Gómez
Jonathan Ruiz-Delgado

Colaboradores

Carlos Andrés Rincón
Diego Fernando Muñoz
Anderson Guerrero
Carolina Obando
Nolver Arias
Nidia Ramírez
Edwin Girón
Luis Enrique Castro
Martha Arango
Giovanni Cortés

Citación:

Espinosa, J. C., Cifuentes, J. D., Gómez, G. A., Quintero, O., Gómez, C. y Ruiz-Delgado, J. (2021). Guía ambiental para la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. Bogotá, Colombia: Fedepalma.

Coordinación Editorial

Yolanda Moreno Muñoz

Diseño, diagramación e ilustración

.Puntoaparte Editores

Corrección de estilo

Liliana Córdoba

ISBN digital: 978-958-5492-24-0

Fedepalma

Calle 98 # 70-91 Piso 14

PBX: (57 + 601) 313 8600

www.fedepalma.org

Bogotá, Colombia

Diciembre de 2021

Tabla de contenido

Índice de tablas	5	Introducción	10
Índice de figuras	6	Agradecimientos	11
Presentación	9	Siglas, acrónimos y abreviaturas	12

PARTE I

Capítulo 1. Marco orientador de la gestión ambiental en el sector palmero colombiano	18	Capítulo 2. Contexto sobre la agroindustria de la palma de aceite y su potencial ambiental	58
1.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible	21	2.1 La palma de aceite	60
1.2 Agenda ambiental global	24	2.2 Breve historia del cultivo de la palma de aceite	62
1.2.1 Deforestación	24	2.3 Principales productos y usos de la palma de aceite	63
1.2.2 Biodiversidad	26	2.4 El aceite de palma en el mundo	66
1.2.3 Mitigación y adaptación al cambio climático	30	2.5 La agroindustria del aceite de palma en Colombia	69
1.3 Política ambiental nacional	32	2.6 Potencialidades ambientales de la palma de aceite	73
1.3.1 Crecimiento verde	32	2.6.1 Productividad y uso del suelo	74
1.3.2 Ordenamiento Ambiental del Territorio	34	2.6.2 Aprovechamiento de subproductos y economía circular	75
1.4 Exigencias del mercado y estándares de sostenibilidad	38	2.6.3 Bioeconomía baja en carbono a partir de derivados del aceite de palma	77
1.4.1 Estándares internacionales	38	2.6.4 Captura de carbono y contribución a la reducción global de emisiones de GEI	77
1.4.2 Principios del aceite de palma sostenible de Colombia	41	2.6.5 Consumo de agua y huella hídrica	77
1.5 Estrategias y herramientas de gestión ambiental empresarial	45	2.7 Atributos ambientales específicos del sector palmero en Colombia	79
1.5.1 Ecoeficiencia	45	2.7.1 Bajo impacto en deforestación	79
1.5.2 Ecología industrial y economía circular	47	2.7.2 Potencial de desarrollo sin afectar bosques naturales ni áreas protegidas	81
1.5.3 Huella ecológica	48	2.7.3 Favorabilidad con la biodiversidad local	81
1.5.4 Gestión ambiental enfocada a la generación de valor	54	2.7.4 Contribución a las metas nacionales de reducción de emisiones de GEI	82

PARTE II

Capítulo 3. Descripción del proceso productivo y análisis de aspectos e impactos ambientales	84	Capítulo 4. Lineamientos para un Plan de Manejo Ambiental enfocado al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad	216
3.1 Fases y actividades principales del cultivo de palma de aceite y su beneficio	86	4.1 Cumplimiento legal ambiental	218
3.2 Conceptos y herramientas de análisis ambiental	90	4.2 Cero deforestación y no transformación de áreas con AVC	229
3.2.1 Ecobalances	90	4.2.1 Prevenir deforestación o transformación de AVC por cambios de uso del suelo	229
3.2.2 Acciones operativas, tácticas y estratégicas de manejo ambiental	92	4.2.2 Producir aceite de palma libre de deforestación	235
3.3 Descripción y análisis ambiental del cultivo de palma de aceite	94	4.3 Palmicultura armónica con su entorno natural y la biodiversidad	238
3.3.1 Fase de planificación	95	4.4 Uso adecuado y eficiente de agua, suelo y energía	253
3.3.2 Fase de diseño y establecimiento	98	4.4.1 Agua	253
3.3.3 Fase de operación y manejo	116	4.4.2 Suelo	259
3.4 Descripción y análisis ambiental del proceso de extracción de aceite de palma	151	4.4.3 Energía	264
3.4.1 Fase de planificación	152	4.5 Prevención y mitigación de la contaminación	265
3.4.2 Fase de diseño y construcción	155	4.5.1 Vertimientos	265
3.4.3 Fase de operación y manejo	168	4.5.2 Emisiones atmosféricas	269
3.5 Síntesis de aspectos ambientales	208	4.5.3 Emisiones de gases efecto invernadero	273
3.5.1 Cultivo	208	4.5.4 Residuos	276
3.5.2 Beneficio	210	4.6 Generación de valor a partir de la biomasa	280
3.6 Síntesis de potenciales riesgos e impactos ambientales	212		
3.6.1 Cultivo	212		
3.6.2 Beneficio	214		

Anexo 1 – Matriz de requerimientos legales ambientales aplicables al sector palmero en Colombia	287
Anexo 2 – Batería de indicadores de seguimiento, monitoreo y reporte de principios de sostenibilidad ambiental	294
Referencias	299

Índice de tablas

Tabla 1. Principales requerimientos ambientales del estándar RSPO por fase del proyecto productivo	40	Tabla 11. Categorías y tipos de áreas protegidas y de especial importancia ecológica	232
Tabla 2. Conjunto básico de indicadores de ecoeficiencia para una actividad productiva	46	Tabla 12. Ejemplos y fuentes de información para identificar otras áreas con potencial AVC	233
Tabla 3. Características del enfoque reactivo de gestión ambiental en una empresa palmera	56	Tabla 13. Determinantes ambientales del medio natural	240
Tabla 4. Características del enfoque proactivo de gestión ambiental en una empresa palmera	56	Tabla 14. Posible ubicación de proyectos palmeros en las categorías de ordenación de los POMCA	240
Tabla 5. Características del enfoque estratégico de gestión ambiental en una empresa palmera	57	Tabla 15. Batería básica de indicadores para el plan de manejo de biodiversidad	252
Tabla 6. Características de las variedades <i>E. guineensis</i> e híbrido OxG	60	Tabla 16. Ejemplos de sistemas de riego y cálculo de su eficiencia total	256
Tabla 7. Descripción de acciones operativas, tácticas y estratégicas de manejo ambiental	93	Tabla 17. Criterios y variables de suelo para el cultivo de palma de aceite	259
Tabla 8. Requerimientos legales aplicables en las fases de planificación y diseño de cultivos y plantas de beneficio	221	Tabla 18. Requerimientos de clima para el cultivo de palma de aceite	259
Tabla 9. Penas correspondientes a delitos ambientales	224	Tabla 19. Principales características de los efluentes generados en cultivo y planta de beneficio	266
Tabla 10. Criterios para evaluar y verificar el cumplimiento de requerimientos legales ambientales	227		

Índice de figuras

Figura 1. Principios y conceptos orientadores de la gestión ambiental del sector palmero colombiano	20	Figura 17. Áreas con bosques naturales en 2010, excluidas de la Frontera Agrícola Nacional	36
Figura 2. Principios básicos de sostenibilidad para sectores y actividades productivas	21	Figura 18. Ubicación de las áreas de exclusión ambiental y por patrimonio arqueológico	36
Figura 3. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible	22	Figura 19. Categorías y tipos de áreas con condicionantes legales ambientales para proyectos agropecuarios	37
Figura 4. ODS y metas a las que puede contribuir el sector palmero con su gestión ambiental	23	Figura 20. Objetivos de impacto y estructura del estándar RSPO	39
Figura 5. Deforestación estimada por tipo de bosque y periodo de tiempo	24	Figura 21. Cinco aspectos prioritarios de la política de NDPE	40
Figura 6. Principales motores de la deforestación tropical desde 2005	25	Figura 22. Pilares y líneas de acción de la estrategia de sostenibilidad del sector palmero	42
Figura 7. Porcentaje de expansión de la palma de aceite en áreas de bosque 1972-2015	26	Figura 23. Decálogo de Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia	43
Figura 8. Coincidencia entre países megadiversos y países palmeros	27	Figura 24. Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia relacionados con la dimensión ambiental	44
Figura 9. Tres momentos clave para incorporar consideraciones ambientales en los proyectos palmeros	29	Figura 25. Descripción del concepto de ecoeficiencia	45
Figura 10. Contribución de los sectores productivos a las emisiones de GEI en Colombia 1990-2014	30	Figura 26. Mejoras en la ecoeficiencia del uso de agua en el proceso de beneficio de café en Colombia	46
Figura 11. Escenarios de cambio en precipitación a 2040 en algunos departamentos palmeros	31	Figura 27. Comparación entre los ciclos circulares y lineales de materia y energía	47
Figura 12. Políticas ambientales relevantes para el sector palmero	32	Figura 28. Concepto de huella ecológica	49
Figura 13. Definición de crecimiento verde en el marco del CONPES 3934 de 2018	33	Figura 29. Huella ecológica mundial 1961-2014	50
Figura 14. Ejes estructurales de la Política de Crecimiento Verde	33	Figura 30. Componentes de la huella hídrica	51
Figura 15. Líneas específicas de la Política de Crecimiento Verde relacionadas con el sector palmero	34	Figura 31. Componentes de la huella de carbono	52
Figura 16. Delimitación de la Frontera Agrícola Nacional	35	Figura 32. Principales fuentes de emisión y captura de GEI en el sector agrícola	53

Figura 33. Especies de palmas de aceite y sus diferencias morfológicas	61	Figura 52. Huella hídrica de diferentes cultivos utilizados como materia prima para biodiésel	78
Figura 34. Proveniencia de los aceites de palma y de palmiste	63	Figura 53. Análisis comparativo de deforestación en países palmeros	79
Figura 35. Etapas y productos de la cadena productiva de la palma de aceite	65	Figura 54. Resultados de la línea base de deforestación asociada al sector palmero en Colombia, 2011-2017	80
Figura 36. Participación del aceite de palma en el mercado mundial de aceites y grasas vegetales, 1990-2019	66	Figura 55. Alcance y resultados de las tres fases de desarrollo de proyectos palmeros	87
Figura 37. Producción de aceite vs. área en producción de los cuatro principales cultivos oleaginosos en 2019	67	Figura 56. Actividades asociadas a las tres fases de desarrollo de un cultivo de palma de aceite	88
Figura 38. Participación de países productores de aceite de palma en el mercado mundial, 2019	67	Figura 57. Actividades asociadas a las tres fases de desarrollo de una planta de beneficio de aceite de palma	89
Figura 39. Ubicación de los países productores de aceite de palma	68	Figura 58. Principales elementos de un ecobalance	90
Figura 40. Participación de los países productores de aceite de palma en Latinoamérica en 2019	68	Figura 59. Factores internos y externos que influyen en los impactos ambientales de un proceso productivo	91
Figura 41. Evolución del área sembrada con palma de aceite en Colombia 2000-2020	69	Figura 60. Pasos para realizar el análisis de viabilidad y factibilidad	95
Figura 42. Ubicación de zonas palmeras y cultivos de palma de aceite en Colombia	70	Figura 61. Estudios previos al diseño detallado del predio palmero	98
Figura 43. Distribución de los cultivos de palma de aceite por zona palmera y por departamento en 2020	70	Figura 62. Pasos y elementos para el análisis de viabilidad y factibilidad de una nueva planta de beneficio	152
Figura 44. El núcleo palmero	71	Figura 63. Esquema de funcionamiento de los módulos y actividades de una planta de beneficio	168
Figura 45. Producción de aceite de palma crudo en Colombia, 2000-2020	71	Figura 64. Síntesis y clasificación de aspectos ambientales en cultivos de palma de aceite	209
Figura 46. Destinos del APC producido en Colombia, 2000-2020	72	Figura 65. Síntesis y clasificación de aspectos ambientales en plantas de beneficio	211
Figura 47. Creencias y realidades sobre la palma de aceite	73	Figura 66. Evaluación de potenciales riesgos e impactos ambientales en el cultivo	213
Figura 48. Área adicional de cultivos oleaginosos para suplir la demanda creciente de aceite en 2040	74	Figura 67. Evaluación de potenciales riesgos e impactos ambientales del beneficio de fruto de palma de aceite	215
Figura 49. Ejemplos de valorización material y energética de la biomasa en la agroindustria del aceite de palma	75	Figura 68. Aspectos clave para elaborar e implementar un Plan de Cumplimiento Legal Ambiental	218
Figura 50. Alternativas de aprovechamiento material y energético de subproductos en el sector palmero	76	Figura 69. Clasificación de los principales requerimientos legales ambientales aplicables al sector	219
Figura 51. Comparativo de la huella hídrica de diversos productos agrícolas	78	Figura 70. Tipos de acciones necesarias para el cumplimiento de requerimientos legales ambientales	222

Figura 71. Esquema de mejora continua para el cumplimiento legal ambiental	226	Figura 90. Enfoques de gestión de la contaminación por emisiones atmosféricas	270
Figura 72. Representación gráfica de tres indicadores de reporte de cumplimiento legal ambiental	228	Figura 91. Variables de control de la combustión	272
Figura 73. Frontera Agrícola Nacional 2019 y bosques naturales 2010 excluidos de la FAN	230	Figura 92. Listado de BPO con enfoque preventivo para reducir la generación de emisiones atmosféricas	272
Figura 74. Logo del Acuerdo de Cero Deforestación de la cadena de valor del aceite de palma	235	Figura 93. Balance de emisiones de GEI en 28 plantas de beneficio del sector palmero en 2017	274
Figura 75. Alternativas <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de compensación por deforestación en proyectos palmeros	237	Figura 94. Clasificación general de los residuos generados por la agroindustria palmera	276
Figura 76. Lineamientos para una palmicultura armónica con la biodiversidad y su entorno natural	238	Figura 95. Estrategia de las 4R para prevenir la generación de residuos	278
Figura 77. Definición y categorías de AVC	242	Figura 96. Principales usos de la tusa, fibra, cuesco y ceniza en plantas de beneficio en 2013	281
Figura 78. Servicios ecosistémicos que la biodiversidad le presta a los cultivos de palma de aceite	245	Figura 97. Consideraciones para la práctica de fertirriego	282
Figura 79. Portafolio de HMP específico para el sector palmero	246	Figura 98. Rutas de aprovechamiento de la biomasa de palma de aceite	284
Figura 80. Diseño de predio palmero considerando elementos favorables a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos	247	Figura 99. Precios de venta de productos derivados de la biomasa	285
Figura 81. Especies nativas de las zonas palmeras Norte y Oriental, y su relación con las HMP	248	Figura 100. Potencial de energía eléctrica a partir de clústeres energéticos en zonas palmeras de Colombia	286
Figura 82. Detalle de las guías de bolsillo de especies nativas para implementar HMP – zonas Norte y Oriental	250		
Figura 83. Guías de bolsillo de plantas nectaríferas y de enemigos naturales de <i>Loxotoma elegans</i>	250		
Figura 84. Cartilla de viveros nativos forestales	251		
Figura 85. Factores que determinan la eficiencia de un sistema de riego	255		
Figura 86. Acciones y responsabilidades para una mejor gobernanza del agua	258		
Figura 87. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	261		
Figura 88. Biología del suelo	263		
Figura 89. Composición de una cama biológica	267		

Presentación

Han pasado 20 años desde que Fedepalma, la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) y el entonces Ministerio del Medio Ambiente publicaron la primera Guía Ambiental para el Subsector de la Agroindustria de la Palma de Aceite. En 1997 el Ministerio había promulgado la Política de Producción Más Limpia y la guía fue producto del Convenio de Producción Más Limpia firmado en 1999 con el sector palmero en cabeza de la Federación.

En ese entonces, los principales referentes de nuestra gestión ambiental eran el marco normativo derivado del Código de Recursos Naturales de 1974 y de la Ley 99 de 1993, y los principios de producción más limpia y ecoeficiencia. Mucho ha cambiado en estas dos décadas. La legislación ambiental del país ha evolucionado, incorporando nuevas temáticas y exigencias para dar respuesta a retos crecientes de la agenda ambiental nacional e internacional. Igualmente, nuestros clientes y grupos de interés tienen más conocimiento y conciencia ambiental, por lo que exigen que nuestro aceite sea producido con una menor huella ecológica y que contribuya a preservar nuestra riqueza natural.

El surgimiento de estándares internacionales de sostenibilidad para el aceite de palma, sin duda elevó el reto en el quehacer ambiental de nuestras empresas y palmicultores. En Colombia se certificó la primera empresa palmera de América Latina bajo el estándar de la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO por su sigla en inglés) en 2010, y para finales de 2020 más del 27 % de nuestra producción estaba certificada como sostenible bajo algún esquema internacional.

Estos nuevos referentes han nutrido y ampliado el alcance del Área Ambiental de Fedepalma y de los programas de investigación y extensión en Cenipalma. Fueron también insumo en la construcción de nuestra Estrategia de Sostenibilidad Sectorial, con la que buscamos *contribuir al bienestar, prosperidad y resiliencia de los entornos palmeros y al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, mediante una producción de aceite de palma sostenible de Colombia, consolidada y reconocida a nivel nacional e internacional.*

Esta nueva versión de la **Guía Ambiental para la Agroindustria de la Palma de Aceite en Colombia** es un producto fundamental de dicha estrategia. Su marco orientador tiene valiosos referentes y conceptos para una gestión ambiental estratégica que genere valor a la agroindustria palmera y al ambiente.

La Guía hace especial énfasis en la importancia de incorporar consideraciones e información ambiental en dos momentos clave del desarrollo de los proyectos palmeros: por un lado, en las decisiones de ubicación y extensión de los nuevos cultivos y plantas de beneficio; y por otro, en la forma como se diseñan los predios productivos. Estos dos momentos son determinantes para planificar y diseñar cultivos de palma de aceite libres de deforestación y en armonía con la biodiversidad y el entorno natural, y para incorporar desde el inicio procesos, tecnologías e infraestructura para prevenir al máximo la contaminación y utilizar de forma adecuada

y eficiente los recursos agua, suelo y energía en cultivos y plantas de beneficio.

Hasta ahora hemos enfocado nuestros esfuerzos en orientar y acompañar a los palmicultores ya establecidos para mejorar su gestión ambiental, con innumerables logros y casos exitosos en las cuatro zonas palmeras del país. Nuestro principal reto en el corto y mediano plazo será diseñar e implementar mejores canales de comunicación, capacitación y extensión para llegar también a quienes se encuentran en estas fases iniciales de sus iniciativas palmeras y consolidar una gestión ambiental más integral. Así, seguiremos construyendo una palmicultura única, diferenciada y sostenible en Colombia.

NICOLÁS PÉREZ MARULANDA
Presidente Ejecutivo de Fedepalma

Introducción

La Guía Ambiental para la Agroindustria de la Palma de Aceite en Colombia tiene el **propósito orientar a los palmicultores y empresas palmeras para consolidar una gestión que contribuya a la productividad, competitividad y sostenibilidad ambiental del sector y de las regiones palmeras del país.**

Su principal público objetivo son los equipos técnicos responsables de temas ambientales y de sostenibilidad en las empresas con cultivos de palma de aceite o con plantas de beneficio. Sin embargo, incluye algunas recomendaciones específicas para el personal operativo y el directivo, que también tienen responsabilidad en su gestión ambiental.

El lenguaje con el que se abordan las diversas temáticas es de cierto nivel técnico. Por ello, se sugiere que las recomendaciones y acciones de mejora propuestas se transfieran a los pequeños cultivadores de palma de aceite (de menos de 50 hectáreas), a través de los esquemas de asistencia técnica de las empresas palmeras o de los programas de extensión de Cenipalma.

Su enfoque conceptual, visión estratégica de sostenibilidad y contenido específico son también de relevancia para un público más amplio, que incluye autoridades ambientales, universidades y centros de investigación, estudiantes de pregrado, maestría y doctorado, ONG ambientales, periodistas, investigadores y demás interesados en la agroindustria de la palma de aceite y su dimensión ambiental.

La guía se divide en dos partes: una con una orientación conceptual y de contexto, y otra con un contenido más práctico.

La primera abarca dos capítulos. **El primero presenta un marco orientador para una gestión ambiental en el sector palmero colombiano** que genere valor a la agroindustria, que responda a las directrices de la agenda global, nacional y sectorial, y que contribuya a mantener y mejorar las condiciones

ambientales en los predios y regiones palmeras del país. Está **compuesto por cinco principios, conceptos, temáticas y herramientas, que son la base conceptual de la guía:** los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la agenda ambiental global, la política ambiental nacional, las exigencias ambientales del mercado y estándares de sostenibilidad, y algunas estrategias y herramientas de gestión ambiental empresarial.

El Capítulo 2 presenta un contexto sobre la agroindustria de la palma de aceite y su potencial ambiental. Expone algunos elementos para conocer más de cerca esta actividad productiva; su relevancia como materia prima e insumo en diversos renglones de la economía; y la contribución positiva que puede tener con un adecuado manejo ambiental. Por otra parte, muestra algunas potencialidades ambientales de la palma de aceite en comparación con otros cultivos de oleaginosas, y profundiza sobre algunas de sus particularidades en Colombia, que pueden amplificar aún más dicho potencial.

La Parte II abarca dos capítulos. **El tercero, que describe y analiza las tres fases de desarrollo de los proyectos palmeros (planificación, diseño y establecimiento, y operación y manejo), desde una óptica ambiental.** Teniendo en cuenta que el aceite de palma se puede utilizar como materia prima o insumo en múltiples industrias y sectores, el alcance de esta guía se limita únicamente a los cultivos de palma de aceite y a las plantas de beneficio, es decir hasta la extracción del aceite de palma crudo y del aceite de palmiste. **Usando la herramienta de ecobalance, se identificaron los principales aspectos y potenciales impactos ambientales de las actividades más relevantes en cada una de las fases** arriba mencionadas. Para abordar estos aspectos e impactos, **se propusieron algunas acciones de manejo en los frentes operativo, táctico y estratégico.** Al final del capítulo, se incluyeron dos matrices resumen que ayudan a priorizar los aspectos e impactos ambientales de mayor relevancia, según la fase y actividades del proceso productivo.

El Capítulo 4 presenta lineamientos para formular un Plan de Manejo Ambiental orientado al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad en cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio. Tales objetivos se asocian con los siguientes Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia:

- Comportamiento ético, legal y transparente.
- Cero deforestación y no transformación de áreas con Alto Valor de Conservación (AVC).
- Palmicultura armónica con su entorno natural y la biodiversidad.
- Uso adecuado y eficiente del agua, suelo y energía.
- Prevención y mitigación de la contaminación.
- Generación de valor a partir de la biomasa.

Sus seis secciones incluyen: una descripción del significado, relevancia y objetivos específicos de estos principios en el contexto del sector palmero colombiano; lineamientos y acciones específicas para lograrlos; y una propuesta de variables o indicadores para medir y monitorear su avance y cumplimiento.

Estos principios, objetivos específicos, lineamientos, acciones de mejora e indicadores se pueden utilizar también como base para la elaboración de informes o reportes de sostenibilidad ambiental periódicos, dirigidos a la alta dirección de las empresas palmeras, sus clientes, grupos de interés y el público en general.

A lo largo de la guía se referencian múltiples documentos que desarrollan en mayor profundidad los temas, conceptos, lineamientos o acciones de mejora descritas, igualmente relevantes para fortalecer y mejorar la gestión ambiental del sector.

Agradecimientos

Esta guía es el resultado de más de dos años de trabajo, que resumen en un documento las principales orientaciones y herramientas que en el Área Ambiental de Fedepalma hemos desarrollado y promovido desde 2011. Son muchas las personas que han contribuido a este esfuerzo; para ellas, un sincero agradecimiento.

En primer lugar, a Jens Mesa Dishington, Presidente Ejecutivo de Fedepalma desde 1989 hasta mediados de 2021. Bajo su orientación se elaboró la primera Guía Ambiental en 2002, y fue él quien más impulsó esta nueva versión. Su visión de una palmicultura colombiana ejemplo de sostenibilidad ambiental para el mundo está plasmada en este documento. También a Nicolás Pérez Marulanda, quien recientemente asumió la Presidencia de Fedepalma y continúa guiando al sector con ese mismo norte.

A Andrés Felipe García, Director de la Unidad de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma (UPSDS), por su confianza y apoyo incondicional al Área Ambiental y por su liderazgo y convicción para construir un gran equipo UPSDS. Sus revisiones y retroalimentación fueron vitales para darle forma y concretar el contenido de esta guía.

Diego Muñoz y Carlos Andrés Rincón, extensionistas ambientales, Anderson Guerrero y Sonia Sierra, extensionistas de plantas de benefi-

cio, y Carolina Obando, Responsable de mejores prácticas de sostenibilidad de Cenipalma, nos ayudaron a construir los ecobalances y las propuestas de acciones de manejo para las actividades específicas de cultivo y beneficio que se presentan en el capítulo 3. Con ellos tuvimos innumerables reuniones para pensar, discutir y revisar ese contenido a partir de su conocimiento y experiencia con los palmicultores de las cuatro zonas palmeras del país.

Por su parte, Nolver Arias, Coordinador del programa de agronomía de Cenipalma, revisó y complementó la sección de uso adecuado y eficiente de agua del capítulo 4. Y Nidia Ramírez, Investigadora Asociada del Programa de Procesamiento de Cenipalma, retroalimentó en detalle la sección de generación de valor a partir de la biomasa.

Varios profesionales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible también revisaron el documento y sugirieron valiosos cambios que fortalecieron técnica y jurídicamente la guía. Especial agradecimiento a Andrés Pinilla por coordinar ese esfuerzo.

La guía retoma orientaciones y aprendizajes fruto de iniciativas promovidas por el Área Ambiental de Fedepalma y desarrolladas en conjunto con múltiples entidades y profesionales. Queremos destacar a todo el equipo técnico, los consultores y a WWF, el Instituto Humboldt y Cenipal-

ma como entidades socias del proyecto GEF Paisaje Palmero Biodiverso – PPB (2012-2018); a ECS Consultores, con quienes adelantamos el programa de Gerencia del Valor Ambiental (2012-2017); y a CAIA Ingeniería, con quienes elaboramos lineamientos para prevenir la generación de material particulado en las plantas de beneficio (2011-2014).

A Diana Parra, Rocío Sarmiento y Diana Marcela Torres, por el apoyo invaluable que le han dado al Área Ambiental, y a nuestros demás compañeros de la Unidad en las áreas Social, de Economía, del Programa de Aceite de Palma Sostenible de Colombia, de Inversión Sectorial, del Sistema de Información Estadística del Sector Palmero (Sispa) y del Centro de Información y Documentación (CID Palmero). Este es un logro de equipo y por eso es suyo también.

Agradecemos también a Liliana Córdoba por la corrección de estilo, a Punto Aparte por la maravillosa diagramación, y a Yolanda Moreno por su impecable revisión editorial.

Por último, queremos agradecer a los palmicultores y a los gerentes, directivos y equipos ambientales de las empresas palmeras que creen en la sostenibilidad como un principio y una filosofía de hacer bien las cosas, y que todos los días buscan mejores formas de ponerla en práctica. Esta guía es por y para ustedes.

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ACOLGEN Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica

ACPM Aceite combustible para motores

AEIE Áreas de Especial Importancia Ecológica

AFOLU *Agriculture, Forestry and Other Land Use* • Agricultura, Silvicultura y otros Usos del Suelo

AICA Área de Importancia para la Conservación de Aves

AMEM Área de Manejo Especial de La Macarena

AP-AEIE Áreas protegidas y de especial importancia ecológica

APC Aceite de palma crudo

APC-Colombia Agencia Presidencial de Cooperación Internacional

APL Aceite de palmiste

ARC Altas reservas de carbono

ARD Aguas residuales domésticas

ARI Aguas residuales industriales

ARnD Aguas residuales no domésticas

AVC Alto Valor de Conservación

BAU *Business as Usual* • Escenario tendencial

Becolsub Beneficio ecológico del café y aprovechamiento de subproductos

BID Banco Interamericano de Desarrollo

BPO Buenas Prácticas Operacionales

CAR Corporación Autónoma Regional

CDB Convenio sobre la Diversidad Biológica

Cenipalma Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite

CH₄ Gas metano

CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical

CID Palmero Centro de Información y Documentación Palmero

CIRAD *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement*
Instituto Francés de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo

Cl- Ión cloruro

cm Centímetros

CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CO₂ Dióxido de carbono

CO₂eq Dióxido de carbono equivalente

CONPES Consejo Nacional de Política Económica y Social

COP Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

CUS Cambio de uso del suelo

DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DAP Diámetro a la altura del pecho

DCS	Distrito de Conservación de Suelos
DGA	Departamento de Gestión Ambiental
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia
DMI	Distrito de Manejo Integrado
DNMI	Distrito Nacional de Manejo Integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DQO	Demanda química de oxígeno
DRMI	Distrito Regional de Manejo Integrado
EEP	Estructura Ecológica Principal
Ef_a	Eficiencia de aplicación
Ef_c	Eficiencia de conducción
Ef_d	Eficiencia de distribución
Ef_r	Eficiencia total del sistema de riego
EIS	Evaluación de Impactos Sociales
EOT	Esquema de Ordenamiento Territorial
EPP	Elementos de protección personal
EU RED	<i>EU Renewable Energy Directive</i> • Directiva Europea de Energías Renovables
FAN	Frontera Agrícola Nacional
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> • Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación

Fedepalma	Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i> • Consejo de Administración Forestal
GEE	Generación de energía eléctrica
GEF	<i>Global Environmental Fund</i> • Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEI	Gases de efecto invernadero
GGGI	<i>Global Green Growth Institute</i> • Instituto de Crecimiento Verde Mundial
GJ	Gigajulio
GTC 24	Guía Técnica Colombiana 24
GTT	Grupo técnico de trabajo
GVA	Generación de vapor de agua
ha	Hectárea
hag	Hectárea global
HCSA	<i>High Carbon Stock Approach</i> • Enfoque de altas reservas de carbono
HCVRN	<i>High Conservation Value Resource Network</i> • Red de Recursos de Alto Valor de Conservación
HMP	Herramientas de manejo del paisaje
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IDEA	Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IEA	<i>International Energy Agency</i> • Agencia Internacional de Energía
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IN	Interpretación nacional
INS	Instituto Nacional de Salud
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés
ISCC	<i>International Sustainability and Carbon Certification</i> • Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i> • Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
KCl	Cloruro de potasio
kg	Kilogramos
km²	Kilómetros cuadrados
LUCA	<i>Land Use Change Analysis</i> • Análisis de cambio de uso del suelo
m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
MINCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

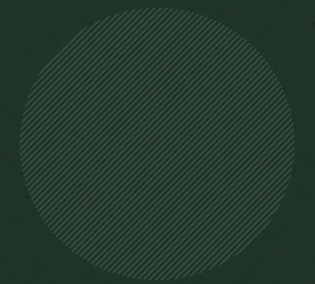
MIPAA	Manejo Integrado de Pérdidas de Aceite y Almendra
MIPE	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades
MJ	Megajulio
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MP	Material particulado
MW	Megawatt
N₂O	Óxido nitroso
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i> • Contribución Nacionalmente Determinada
NDPE	<i>No Deforestation, No Peat, No Exploitation</i> • No Deforestación, No Turba, No Explotación
NO_x	Óxidos de nitrógeno
NREL	<i>National Renewable Energy Laboratory</i> • Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos
NTC	Norma técnica colombiana
OAT	Ordenamiento Ambiental del Territorio
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OT	Ordenamiento territorial
OxG	Híbrido <i>Elaeis oleifera</i> x <i>Elaeis guineensis</i>

P&C	Principios y Criterios
PAB	Plan de Acción de Biodiversidad
PAS	Plan de Acción Sectorial
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
PC	Pudrición del cogollo
PCLA	Plan de Cumplimiento Legal Ambiental
PGIR	Plan de Gestión Integral de Residuos
PGIRSP	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos
PIB	Producto Interno Bruto
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNGIBSE	Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos
PNN	Parque Nacional Natural
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POF	Plan de Ordenación Forestal
POMCA	Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
POMIUC	Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera
POT	Plan de Ordenamiento Territorial

PPB	Paisaje Palmero Biodiverso
PRIO	Plan para la Reducción el Impacto por Olores Ofensivos
PSA	Pago por servicios ambientales
PTA	Planta de tratamiento de agua
PUEAA	Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua
RAC	<i>Rainforest Alliance Certified</i>
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
RAP	Recuperación de almendra de palma
RAP	Raras, amenazadas o en peligro
RAPC	Recuperación de aceite de palma crudo
REAA	Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales
RESPEL	Residuos peligrosos
RFF	Racimo de fruta fresca
RNP	Registro Nacional de Palmicultores
RNSC	Reserva Natural de la Sociedad Civil
RRNN	Recursos naturales
RSPO	<i>Roundtable on Sustainable Palm Oil</i> • Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible
RUA	Registro Único Ambiental

RUNAP	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas	TUA	Tasa por Utilización de Aguas
SE	Servicios ecosistémicos	UAATAS	Unidades de Asistencia y Auditoría Técnica, Ambiental y Social
SEMARNANT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México	UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia	UMA	Unidad de Manejo Agronómico
SIB	Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad	UNEP	<i>United Nations Environment Program</i> • Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SIEL	Sistema de Información Eléctrico Colombiano	UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
SIMAP	Sistema Municipal de Áreas Protegidas	UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
SINA	Sistema Nacional Ambiental	USD	<i>United States Dollar</i> • Dólar de los Estados Unidos
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas	VPN	Valor presente neto
SIRAP	Sistema Regional de Áreas Protegidas	WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i> • Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible
Sispa	Sistema de Información Estadística del Sector Palmero	WRI	<i>World Resources Institute</i> • Instituto de Recursos Mundiales
SMBYC	Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono	WSU	<i>Washington State University</i> • Universidad Estatal de Washington
SMMLV	Salario mínimo mensual legal vigente	WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i> • Fondo Mundial para la Naturaleza
SO_x	Óxidos de azufre		
SPNN	Sistema de Parques Nacionales Naturales		
STAR	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales		
STARI	Sistema de Tratamiento para Aguas Residuales Industriales		
t	Tonelada		
TNC	<i>The Nature Conservancy</i>		

PARTE I





1

Marco orientador de la gestión ambiental en el sector palmero colombiano

Este primer capítulo presenta un marco orientador para direccionar y fortalecer la gestión ambiental en el sector palmero colombiano, compuesto por cinco elementos que son la base conceptual de esta guía, y que responden a las directrices de la agenda ambiental global, nacional y sectorial (Figura 1).

El primero de ellos es el concepto de desarrollo sostenible, principal referente internacional en materia de sostenibilidad. La sección 1.1 introduce sus orígenes y la forma como se ha abordado para el sector empresarial, y presenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la más reciente apuesta global hacia la sostenibilidad, enfatizando en los objetivos y metas específicas a los que puede aportar directamente el sector palmero con una adecuada gestión ambiental.

La sección 1.2 aborda tres importantes temáticas en la agenda ambiental global, de gran significancia para el sector palmero colombiano: la deforestación, la conservación de la biodiversidad, y la mitigación y adaptación al cambio climático.

La sección 1.3 se refiere a dos pilares de la política ambiental nacional: por un lado, la Política de Crecimiento Verde, que define una hoja de ruta para encaminar al país hacia un desarrollo económico más competitivo, inclusivo y sostenible a 2030. Y, por otro lado, el Ordenamiento Ambiental del Territorio, principio rector para realizar cualquier actividad productiva en un lugar determinado, y de gran relevancia para guiar la gestión ambiental de un subsector agrícola como el de la palma de aceite.

En la sección 1.4 se hace referencia a las crecientes exigencias del mercado en materia de sostenibilidad y se describen las temáticas ambientales de mayor relevancia en los esquemas internacionales de certificación para el aceite de palma. También se presenta la Estrategia de Sostenibilidad del Sector Palmero Colombiano, que constituye un marco orientador específico para la gestión ambiental de esta agroindustria, y los 10 Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia, haciendo énfasis en los seis que tienen mayor relación con la dimensión ambiental de la sostenibilidad. Estos principios se utilizan para estructurar las líneas estratégicas del Plan de Manejo Ambiental que se describen en el Capítulo 4.

La sección 1.5 introduce los conceptos de ecoeficiencia, ecología industrial, economía circular y huella ecológica, relevantes en el desarrollo de la gestión ambiental empresarial, en especial porque consideran que el mejoramiento ambiental genera valor a las actividades productivas, y brindan herramientas específicas para identificar, cuantificar e incrementar dicho valor. Por último, muestra la evolución de la gestión ambiental en los sectores productivos, desde un enfoque reactivo hacia enfoques más proactivos y estratégicos que generan mayor valor.





Figura 1. Principios y conceptos orientadores de la gestión ambiental del sector palmero colombiano



Fuente: elaboración propia

1.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sostenible ha sido por más de 30 años uno de los más importantes referentes en el mundo para orientar a la sociedad, sus instituciones y sus actividades productivas de forma ambiental y socialmente adecuada y responsable hacia el futuro. Por ello, es el primero y más relevante principio orientador de la gestión ambiental en el sector palmero colombiano.

Se habló por primera vez de desarrollo sostenible en el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo titulado *Nuestro futuro común*, presentado ante la Asamblea General de las Naciones Unidas el 4 de agosto de 1987. Se definió entonces como “el modelo de desarrollo que garantiza la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987).

El concepto surgió como respuesta a la necesidad de conciliar el crecimiento económico con la problemática social y ambiental mundial (contaminación del aire y del agua, agotamiento de recursos naturales, deforestación, extinción de especies y calentamiento global). Para ello, se consideró necesario modificar el modelo imperante de desarrollo, por uno que tuviera en cuenta los límites naturales de un planeta con recursos finitos (Meadows *et al.*, 1972).

Poco después, Daly (1990) propuso tres principios que debería cumplir un sector o una actividad productiva para poner en práctica la sostenibilidad (Figura 2).



Figura 2. Principios básicos de sostenibilidad para sectores y actividades productivas

1

La tasa a la que se consumen los recursos renovables no debe ser mayor a su tasa de renovación



Con ello se garantiza que dichos recursos sigan siendo renovables en el futuro.

2

La tasa de generación de contaminantes (al aire, agua y suelo) no debe superar la capacidad de los ecosistemas para degradarlos, absorberlos o asimilarlos.



De esta forma se reduce o evita el deterioro permanente del medio natural a causa de la contaminación o su acumulación en el tiempo.

Se requiere también una adecuada gestión de residuos para evitar y prevenir al máximo posible la generación de contaminantes, y controlar sus efectos en el medio.

3

Los recursos no renovables deben ser utilizados a una velocidad tal que permita sustituirlos con la creación de un recurso renovable equivalente, a partir de los ingresos generados por el uso de tales recursos no renovables.



Este principio busca que los sectores que hoy dependen de recursos no renovables inviertan en encontrar sustitutos que garanticen la sostenibilidad futura de su actividad.

Fuente: elaboración propia a partir de Daly (1990)

Estos tres principios sirvieron de base para desarrollar conceptos como el de producción más limpia y ecoeficiencia, que hoy siguen siendo aplicables y relevantes para mejorar el desempeño ambiental de las actividades productivas.

En Colombia, el desarrollo sostenible es de gran relevancia, en tanto está consagrado en nuestra Constitución y en la ley marco ambiental (Ley 99 de 1993). La Constitución Nacional de 1991 en su Artículo 80, establece que: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”. En el Artículo 3 de la Ley 99 de 1993, se adopta el concepto de desarrollo sostenible como “Aquel que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades”.

Como se describirá en la sección 1.4.2, **el sector palmero colombiano ha definido que la sostenibilidad de esta agroindustria es una prioridad para garantizar su competitividad y su viabilidad en el tiempo, contribuyendo al bienestar, prosperidad y resiliencia de los entornos palmeros.**

Los cultivos de palma de aceite dependen directamente de la disponibilidad y calidad de recursos naturales (agua, suelo, nutrientes) para su sanidad y productividad. Un factor esencial para una palmicultura exitosa es brindar condiciones adecuadas a los trabajadores y tener una apropiada relación con las comunidades en las regiones palmeras. De esta forma, **la acertada administración y manejo de los cultivos de palma de aceite y de las plantas de beneficio, se fundamenta en las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social y económica).**

En el ámbito internacional, la discusión sobre cómo avanzar de forma más concreta y medible hacia un desarrollo sostenible llevó recientemente a la formulación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Colombia jugó un papel fundamental en este debate, impulsando desde 2011 la definición de objetivos innovadores y transformadores con impacto global, que promovieran la unión de las naciones en torno al propósito común de lograr un desarrollo sostenible a nivel internacional (APC-Colombia, 2020). Fue así como en septiembre de 2015, los estados miembros de las Naciones Unidas adoptaron una nueva agenda denominada *Transformando nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*¹.

Los ODS constituyen el plan maestro para avanzar a un futuro sostenible para todos hacia 2030, dando respuesta a la necesidad de cambiar los patrones de producción y consumo a una escala global, nacional, regional y local. Son 17 e incluyen 169 metas en las dimensiones económica, social y ambiental, que giran en torno a un principio fundamental de igualdad y dignidad de las personas, y que buscan nuevas formas de concebir el desarrollo, basadas en el respeto al medioambiente (Figura 3).

Los 17 ODS están interrelacionados, lo que implica que el éxito de uno afecta el de otros. Su cumplimiento requiere del compromiso y participación de los gobiernos, la sociedad civil, la academia y los sectores productivos, estableciendo y priorizando aquellos objetivos y metas a los que cada uno puede aportar, de acuerdo con la naturaleza de su actividad.

El sector agrícola en Colombia, y en particular el palmero, tiene un gran potencial de contribuir al cumplimiento de varios ODS, por su aporte a la economía rural y al mejoramiento de la calidad de vida de las comuni-



Figura 3. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible

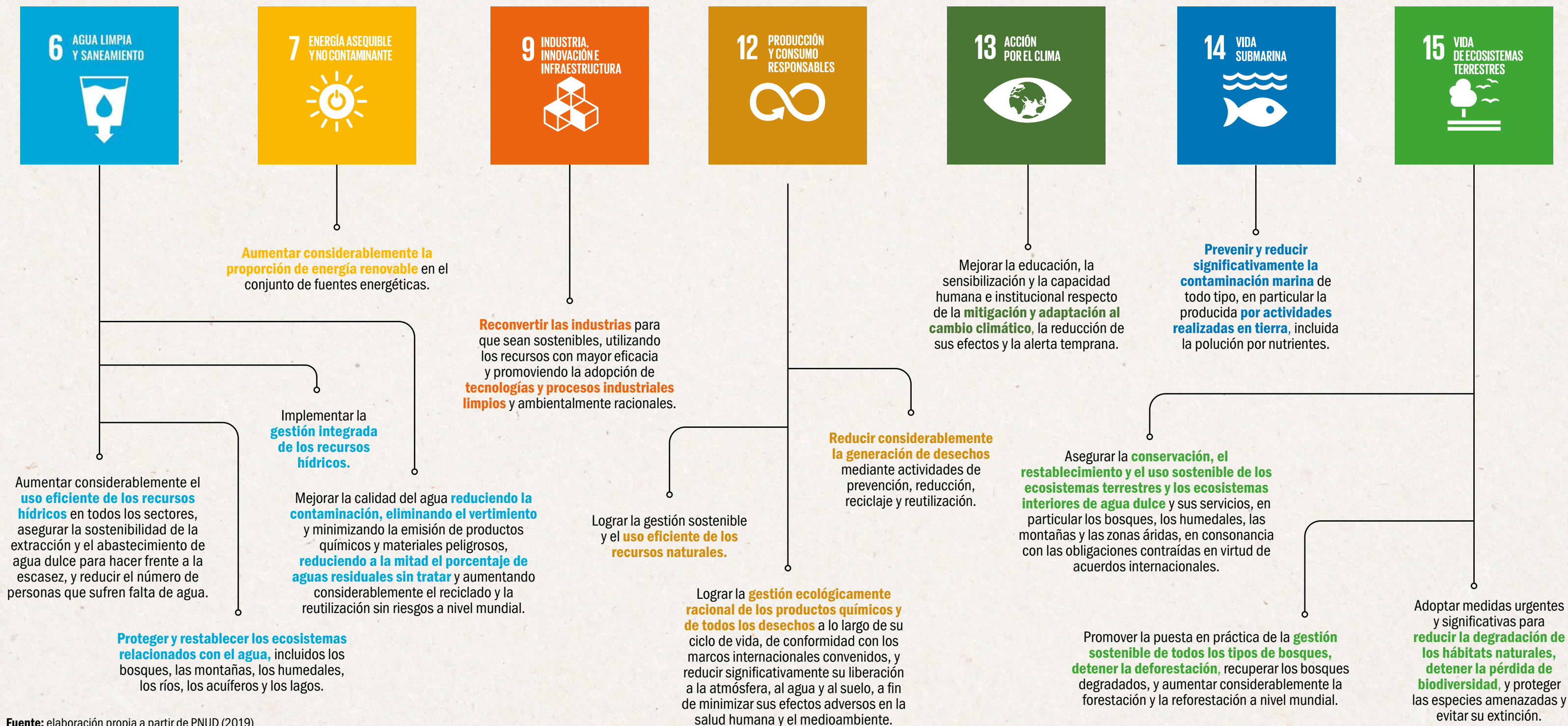


Fuente: PNUD (2019)

dades campesinas. **Por medio de una adecuada gestión ambiental, la palmicultura colombiana puede aportar a siete de los ODS y a 14 de sus metas específicas** (Figura 4).

¹. Además de promover la formulación y adopción de los ODS y la Agenda 2030, Colombia fue la primera nación en plantear un Plan Nacional de Desarrollo (PND) con enfoque en los ODS (PND 2014-2018: Todos por un Nuevo País). También fue pionero en establecer una estructura institucional para la efectiva implementación de los ODS en el territorio; mediante el Decreto 0280 del 18 de febrero de 2015, se creó la Comisión Interinstitucional de Alto Nivel para el Alistamiento y Efectiva Implementación de la Agenda de Desarrollo y sus ODS, espacio formal de seguimiento y toma de decisiones (APC-Colombia, 2020).

Figura 4. ODS y metas a las que puede contribuir el sector palmero con su gestión ambiental



Fuente: elaboración propia a partir de PNUD (2019)

1.2 Agenda ambiental global

En 2022 se cumplen 50 años de la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Humano de 1972, primera cumbre mundial ambiental. Veinte años después, en la Conferencia de Río 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo, se siguió consolidando una agenda ambiental global, que ha llamado la atención de los líderes de las naciones, el empresariado, los consumidores y el público en general sobre problemáticas ambientales como la deforestación, pérdida de biodiversidad, cambio climático, destrucción de la capa de ozono, contaminantes orgánicos persistentes y desertificación, entre otros.

Tres temas de la agenda ambiental global son de especial relevancia para la agroindustria de la palma de aceite en Colombia: deforestación, biodiversidad y mitigación y adaptación al cambio climático.

1.2.1 Deforestación

Antes del siglo XX, la deforestación en el mundo sucedió principalmente en bosques templados en Europa, Norteamérica y Asia. Sin embargo, **a partir de 1920 la deforestación se ha concentrado en países tropicales** (FAO, 2012), como se muestra en la Figura 5.

Entre 70 y 80 % de la deforestación en países tropicales es generada por la conversión de tierras hacia actividades agrícolas, ganaderas o forestales, principalmente ganadería (41 %), cultivos oleaginosos (18,4 %) y plantaciones forestales para pulpa y papel (13 %). Los dos cultivos oleaginosos con mayor aporte a la deforestación son la palma de aceite (principalmente en el Sudeste Asiático) y la soya (más que todo en Suramérica) (FAO & UNEP, 2020) (Figura 6).

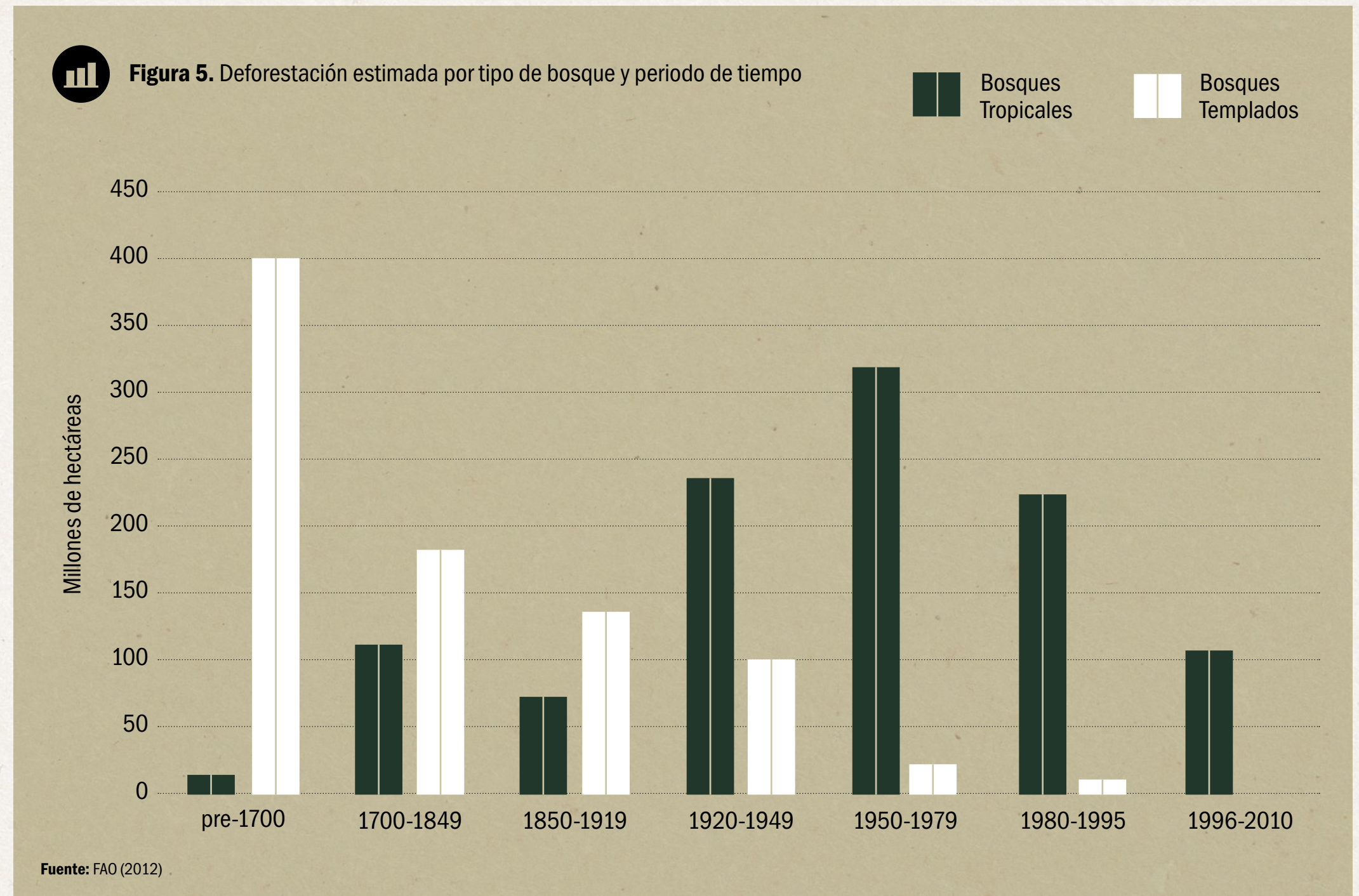
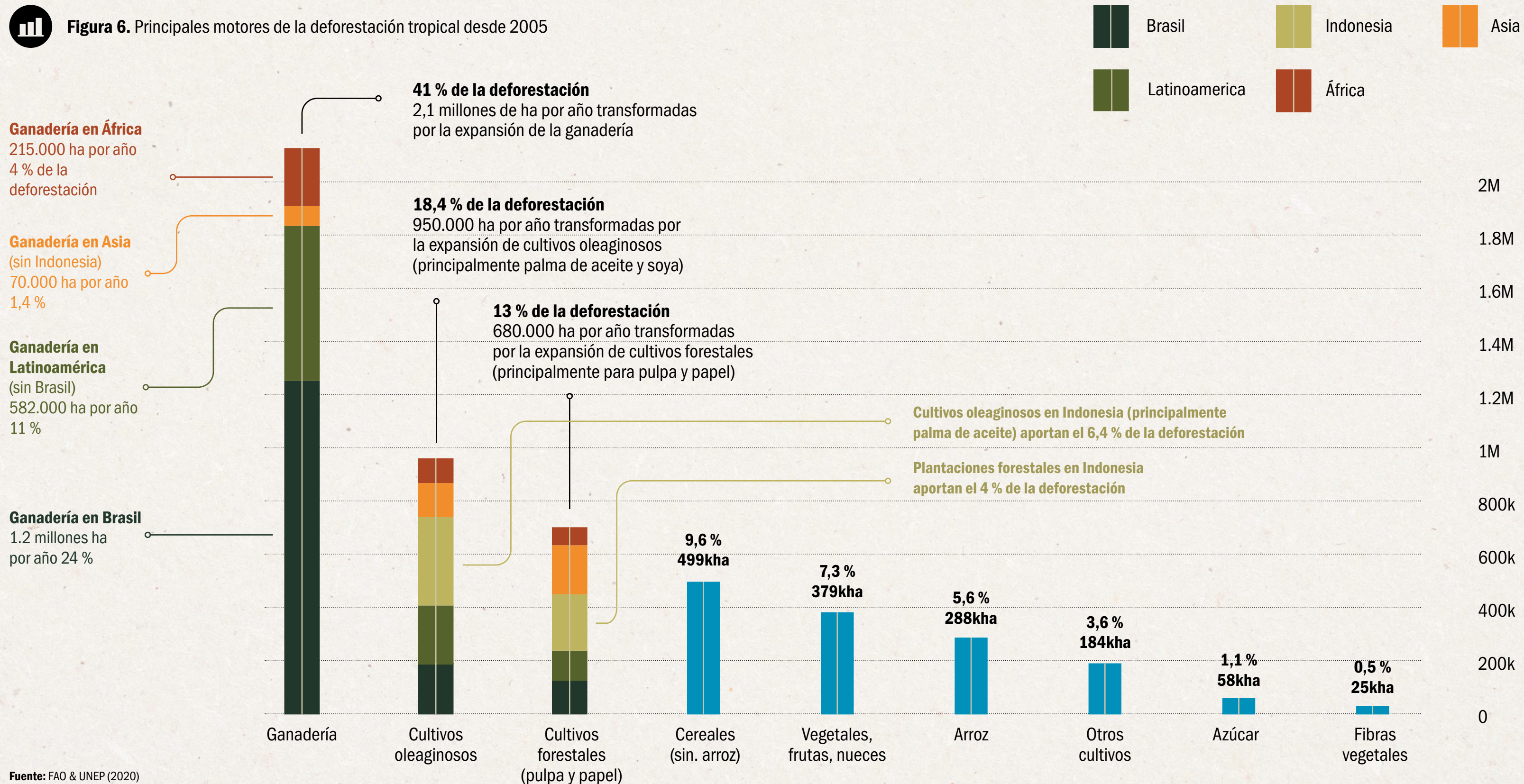




Figura 6. Principales motores de la deforestación tropical desde 2005



Fuente: FAO & UNEP (2020)

Un estudio de la UICN estimó que alrededor de **la mitad de la palma de aceite sembrada en el mundo entre 1972 y 2015 lo hizo a expensas de bosques—por ello la gran preocupación ambiental a nivel mundial por el desarrollo de la agroindustria palmera desde finales de los noventa.**

Sin embargo, esto varía desde 68 % en Malasia, 44 % en la Amazonía peruana y 40 % en Indonesia, a 5-6 % en promedio en América del Sur (excepto Perú), América Central y África (Meijaard *et al.*, 2018) (Figura 7). En otras palabras, **la palma de aceite no ha sido causa significativa de deforestación en todos los países palmeros.**

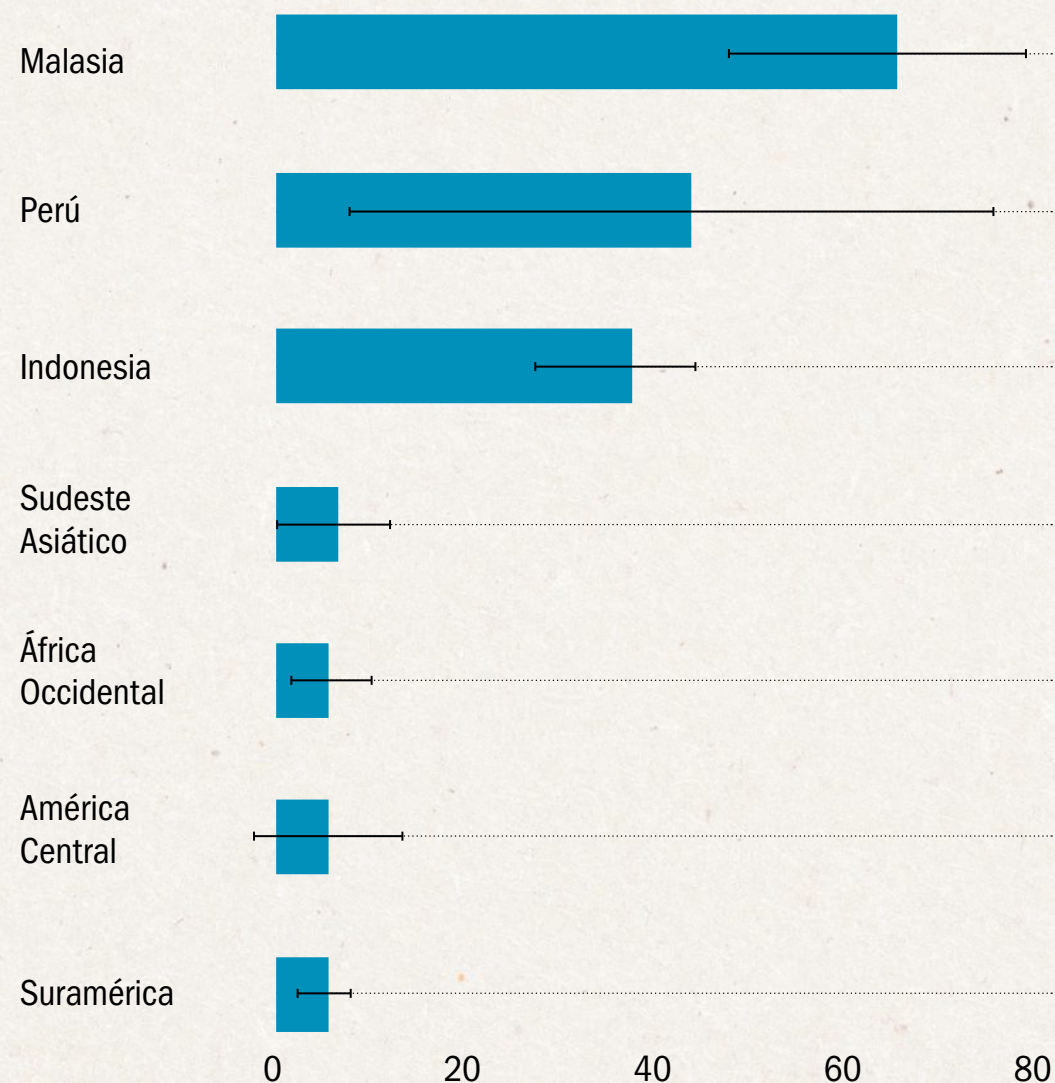
En Colombia, la gran mayoría de los cultivos de palma de aceite no han reemplazado bosques naturales; han sido establecidos en zonas previamente destinadas a otras actividades agropecuarias (principalmente áreas ganaderas y de cultivos de algodón, arroz y banano, entre otros), como se evidencia en la sección 2.7.1.

No obstante, la tasa de deforestación en nuestro país ha sido elevada en los últimos años, con un promedio que supera las 150.000 ha/año entre 2010 y 2020.

Varios focos de deforestación en el país colindan con áreas de desarrollo palmero (suroccidente del Meta, norte de Guaviare, sur de Bolívar y Catatumbo), en las que es prioritario prevenir cualquier transformación o degradación de bosques por la actividad palmera.



Figura 7. Porcentaje de expansión de la palma de aceite en áreas de bosque 1972-2015



Fuente: Meijaard *et al.* (2018)

1.2.2 Biodiversidad

Colombia es uno de los territorios más biodiversos² del mundo. A pesar de ocupar tan solo el 0,7 % de la superficie terrestre, es el país con mayor número de especies registradas de aves y orquídeas; el segundo en plantas, anfibios, mariposas y peces dulceacuícolas; el tercero en palmas y reptiles; y el cuarto en mamíferos. Además, ha sido considerado como el más biodiverso del mundo por metro cuadrado (WWF Colombia, 2018).

En el mundo, únicamente 17 países son considerados megadiversos, incluido Colombia. La mayor parte de ellos (13) se encuentran dentro de la franja tropical. Esta es compartida por los países productores de aceite de palma, en tanto que es un cultivo tropical, como se muestra en la Figura 8.

Es así como 12 de los 17 países megadiversos son también países palmeros. Por ello, un reto importante para el sector a nivel mundial es desarrollar una agroindustria competitiva en armonía con la biodiversidad.

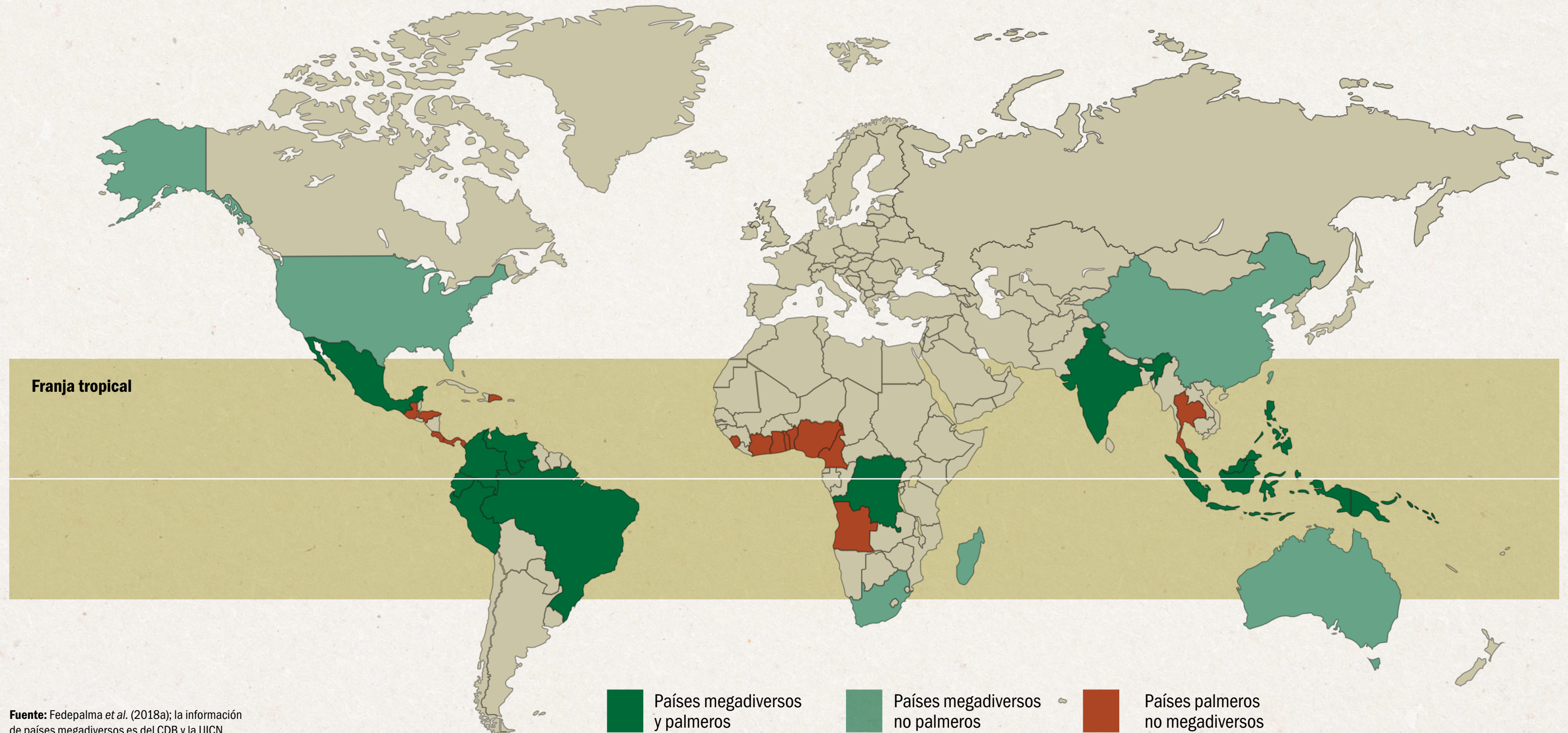
2. Se entiende por biodiversidad o diversidad biológica “la amplia variedad de seres vivos sobre la tierra y los patrones naturales que conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano” (WWF Colombia, 2018).

La biodiversidad no solo se refiere a especies; también comprende “la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie (diversidad genética) que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el mundo” (WWF Colombia, 2018).

En otras palabras, la biodiversidad es un indicador de la variedad de vida en la Tierra, en tres ámbitos específicos: genes, especies y ecosistemas.



Figura 8. Coincidencia entre países megadiversos y países palmeros



Fuente: Fedepalma et al. (2018a); la información de países megadiversos es del CDB y la UICN

A nivel mundial, el principal acuerdo para la protección de la biodiversidad es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), adoptado por Colombia mediante la Ley 165 de 1994. En 1996 fue promulgada la Política Nacional de Biodiversidad, posteriormente actualizada en 2012 con la **Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), que establece que nuestra biodiversidad no solo se conserva en parques nacionales y otras áreas protegidas, sino que requiere de la participación del sector agropecuario para conservarla también en los paisajes productivos.**

En este sentido, el Instituto Alexander von Humboldt, IAvH,³ viene promoviendo hace varios años una estrategia denominada Herramientas de Manejo del Paisaje, enfocada en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en paisajes rurales productivos (Lozano, 2009).

Por su parte, **el sector palmero colombiano ha sido consciente de la importancia de desarrollar la agroindustria de forma armónica con la conservación de la biodiversidad** y no cometer los mismos errores de otros países productores, en donde se han perdido millones de hectáreas de bosque tropical y otros ecosistemas de alto valor ecológico, con la consecuente merma de hábitat para un sinnúmero de especies como el orangután, el tigre de Sumatra y el elefante pigmeo.

Con este antecedente, a finales de 2006 Fedepalma firmó un convenio con el IAvH y WWF para desarrollar acciones conjuntas encaminadas a la conservación de la biodiversidad en las regiones palmeras, que derivó en la formulación del **proyecto Paisaje Palmero Biodiverso (PPB)⁴, principal iniciativa de biodiversidad del sector.**

Su punto de partida fue reconocer que, si bien muchos palmicultores han emprendido acciones de mejoramiento ambiental en los cultivos y plantas de beneficio ya establecidas, los principales impactos ambientales de las actividades agropecuarias (deforestación, transformación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos), se asocian con el cambio de uso del suelo y con la forma como los predios productivos se diseñan y manejan en relación con su entorno natural (Fedepalma *et al.*, 2018b).

Teniendo esto en cuenta, **se identificaron tres momentos clave en la planificación y desarrollo de los proyectos palmeros, en los que es relevante utilizar información y lineamientos ambientales, para prevenir y mitigar impactos sobre el medioambiente, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos** (Fedepalma *et al.*, 2018b), como se presenta en la Figura 9.

Estos tres momentos son elementos orientadores fundamentales para la gestión ambiental en el sector palmero, y serán explicados en mayor detalle y referenciados en diversos capítulos y secciones de esta guía.

3. El Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt es uno de los cinco institutos de investigación ambiental vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Fue creado en 1993 para ser el brazo investigativo en biodiversidad del Sistema Nacional Ambiental (SINA), y se encarga de realizar la investigación científica sobre biodiversidad en el territorio continental del país, coordinar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SIB Colombia), y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad.

4. El proyecto PPB tuvo como objetivo "Contribuir a la conservación de la biodiversidad y a un manejo sostenible de los sistemas palmeros, mediante una mejor planificación y la adopción de prácticas agroecológicas en zonas palmeras". Fue ejecutado entre 2012 y 2018 por Fedepalma, Cenipalma, el IAvH y WWF. Contó con una financiación de 4.25 millones de dólares del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por su sigla en inglés), y la agencia implementadora fue el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El proyecto PPB fue promovido y avalado por el MADS, punto focal del GEF en Colombia, y contó con la participación de la Unidad de Parques Nacionales, Cormacarena, Corporinoquia y Corpamag.

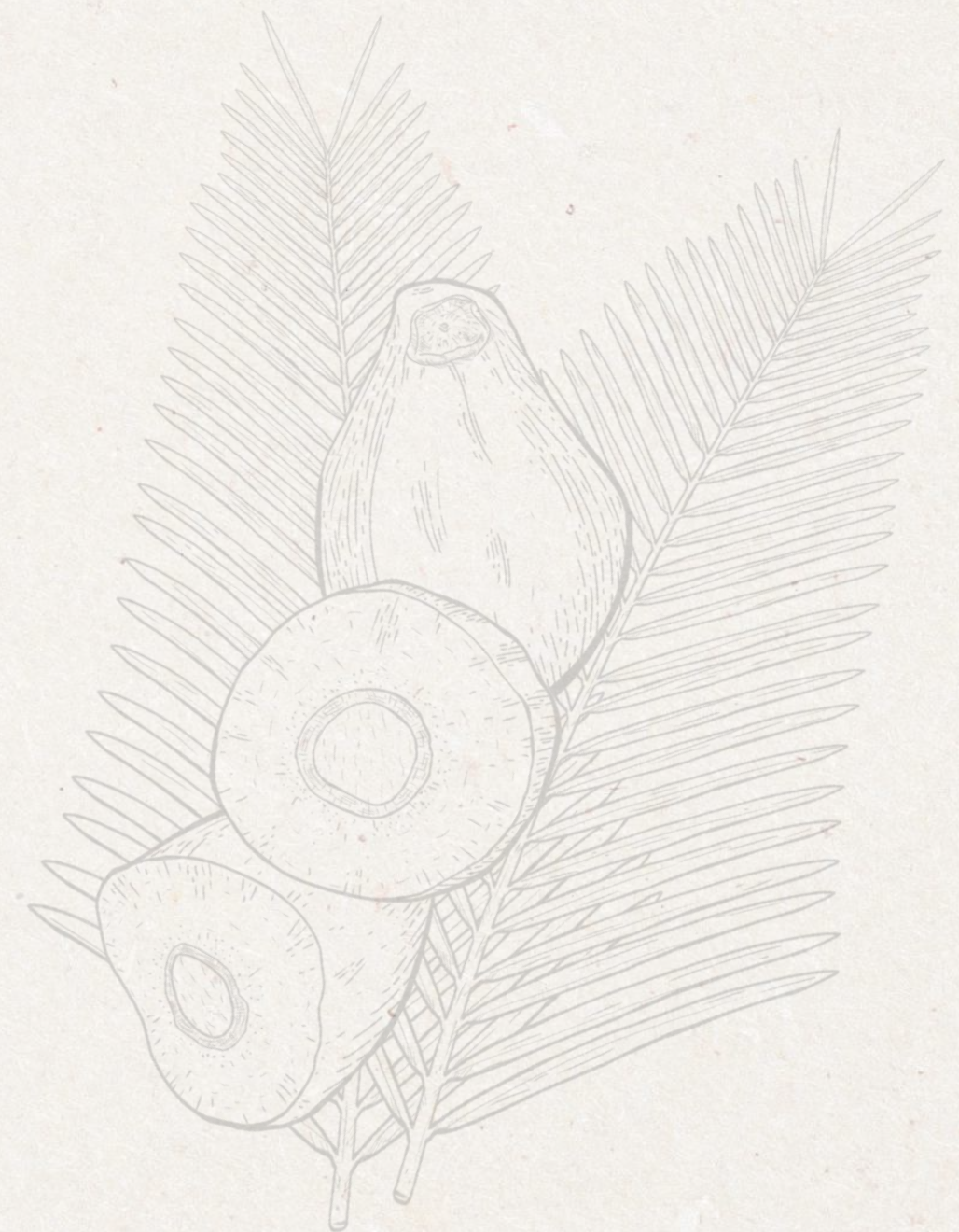
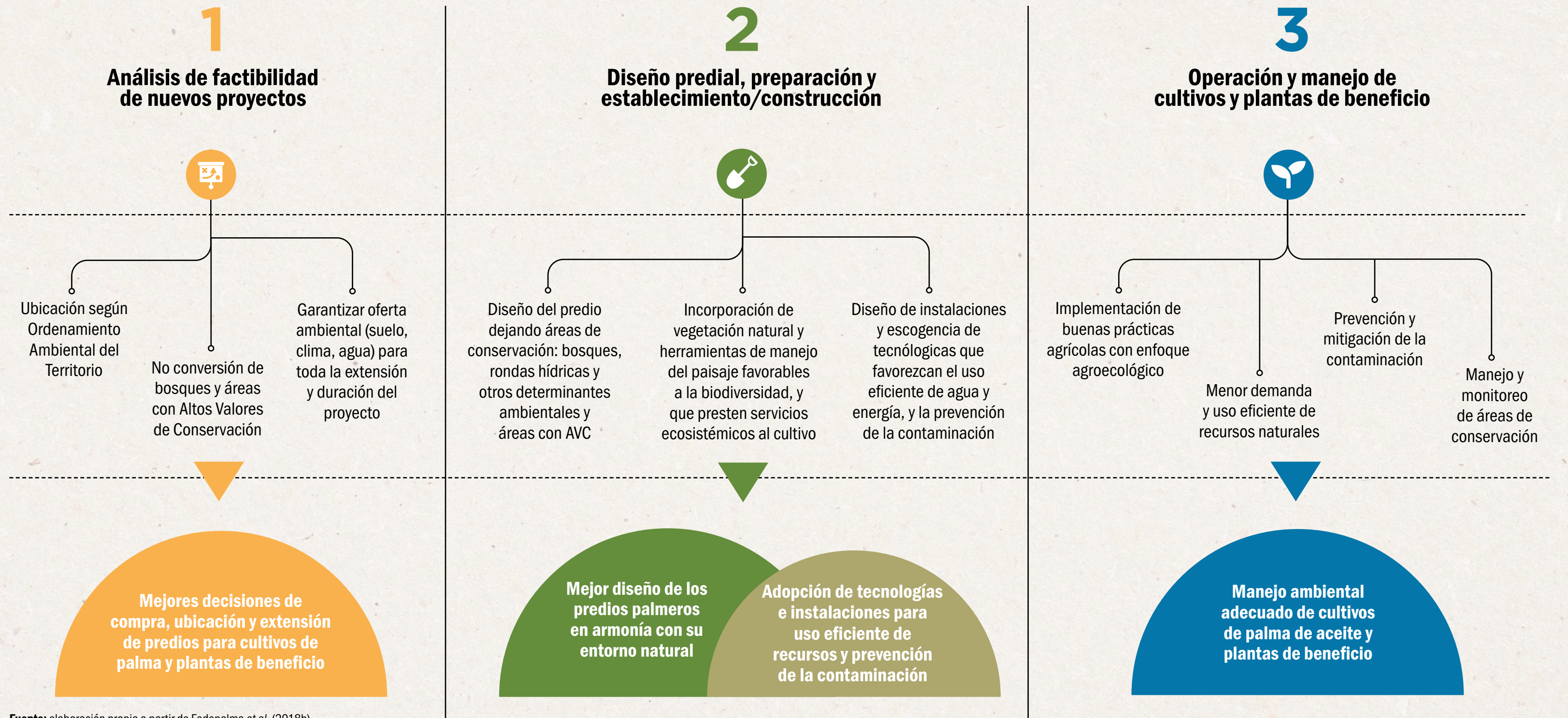


Figura 9. Tres momentos clave para incorporar consideraciones ambientales en los proyectos palmeros



Fuente: elaboración propia a partir de Fedepalma et al. (2018b)

1.2.3 Mitigación y adaptación al cambio climático

La Organización de las Naciones Unidas ha identificado el cambio climático como el mayor desafío que enfrenta la humanidad actualmente, resaltando la urgencia de tomar medidas para mitigar las emisiones de GEI y adaptarse a sus consecuencias (ONU, 2019).

En diciembre de 2015, la 21ª Conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) aprobó el Acuerdo de París, en el que todas las partes se comprometieron a establecer metas concretas para reducir sus emisiones de GEI a través de su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por su sigla en inglés).

Colombia fijó inicialmente una meta de reducción del 20 % para 2030, frente al escenario tendencial (MADS, 2017b). A finales de 2020, se actualizó la NDC ante la CMNUCC y la meta de reducción de emisiones de GEI aumentó a 51 % a 2030, cifra que requiere de acciones concretas en todos los sectores de la economía. Además, la actualización de la NDC incorporó los componentes de adaptación al cambio climático y los medios de implementación como componente instrumental de las políticas y acciones encaminadas a lograr un desarrollo bajo en carbono, adaptado y resiliente al clima.

El renglón de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (AFOLU, por su sigla en inglés) fue responsable de 65 % de las emisiones nacionales de GEI en el periodo 1990-2014 (IDEAM *et al.*, 2018), como se muestra en la Figura 10. Dentro del sector AFOLU, la deforestación fue la principal fuente de emisiones de GEI en dicho periodo, con un 26 % del total nacional.

El reemplazo de bosques u otras coberturas con altas reservas de carbono (humedales, turberas, entre otros) para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias, resulta en una emisión neta de GEI, sin importar qué tanto carbono se pueda capturar en los cultivos o durante el proceso productivo.

En este sentido, las grandes plantaciones de palma de aceite que se sembraron en el Sudeste Asiático a expensas de bosques naturales no solo han causado la pérdida de ecosistemas de alta importancia ecológica; también generaron una huella de carbono de gran magnitud a escala global.

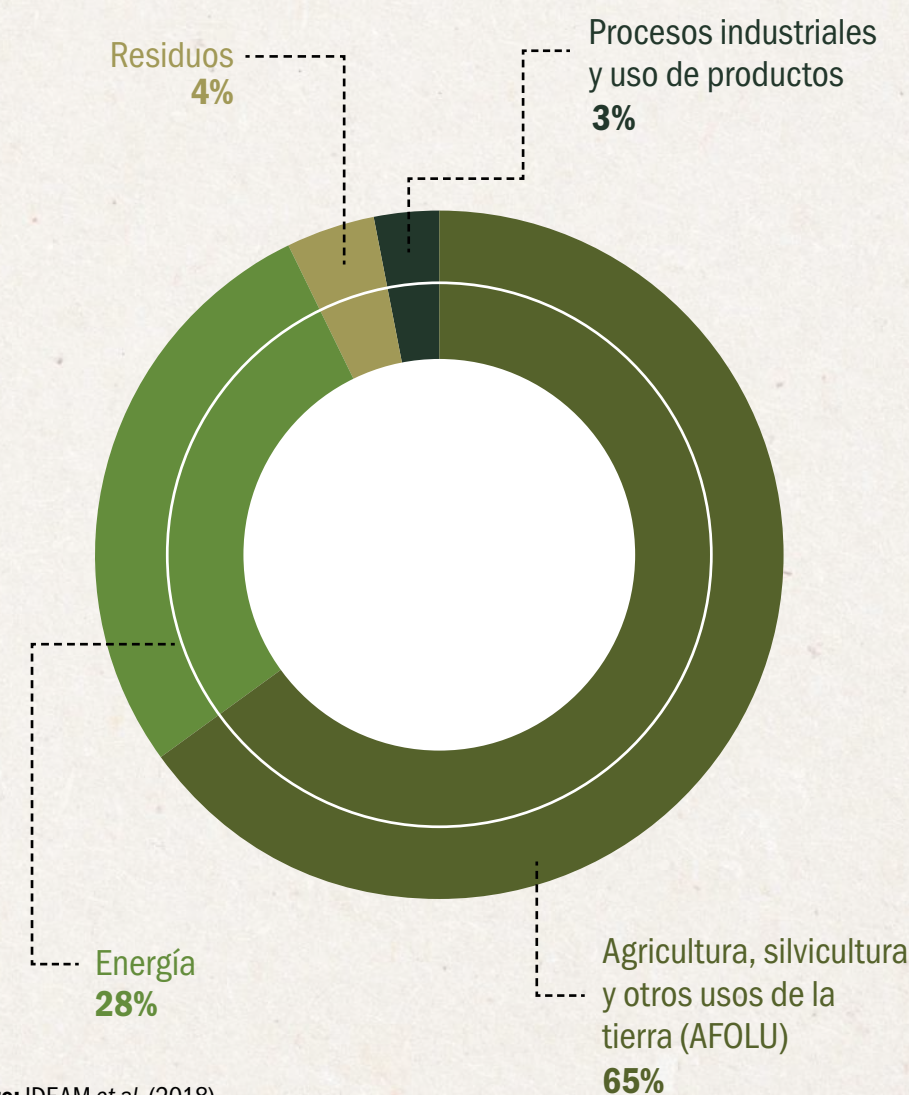
En Colombia, el sector palmero no ha contribuido significativamente a las emisiones de GEI por deforestación y cambio de uso del suelo, como se explica en detalle en la sección 2.7.1. Por el contrario, tiene el potencial de capturar carbono a lo largo de todo su ciclo productivo (ver sección 2.6.4). Además, puede contribuir a la meta nacional de reducción de emisiones de GEI desde otros frentes, como se describe en esa misma sección.

El cambio climático también es relevante para la agroindustria palmera por el riesgo que representa esta problemática para nuestro país, y en especial para el sector agrícola. En la Tercera Comunicación Nacional ante la CMNUCC, se presentan los escenarios proyectados de cambio en la temperatura y en la precipitación a 2011 y 2100 a nivel nacional y regional.

Entre los departamentos que tendrán un mayor incremento de temperatura y una disminución en las precipitaciones a 2040 (horizonte de



Figura 10. Contribución de los sectores productivos a las emisiones de GEI en Colombia 1990-2014



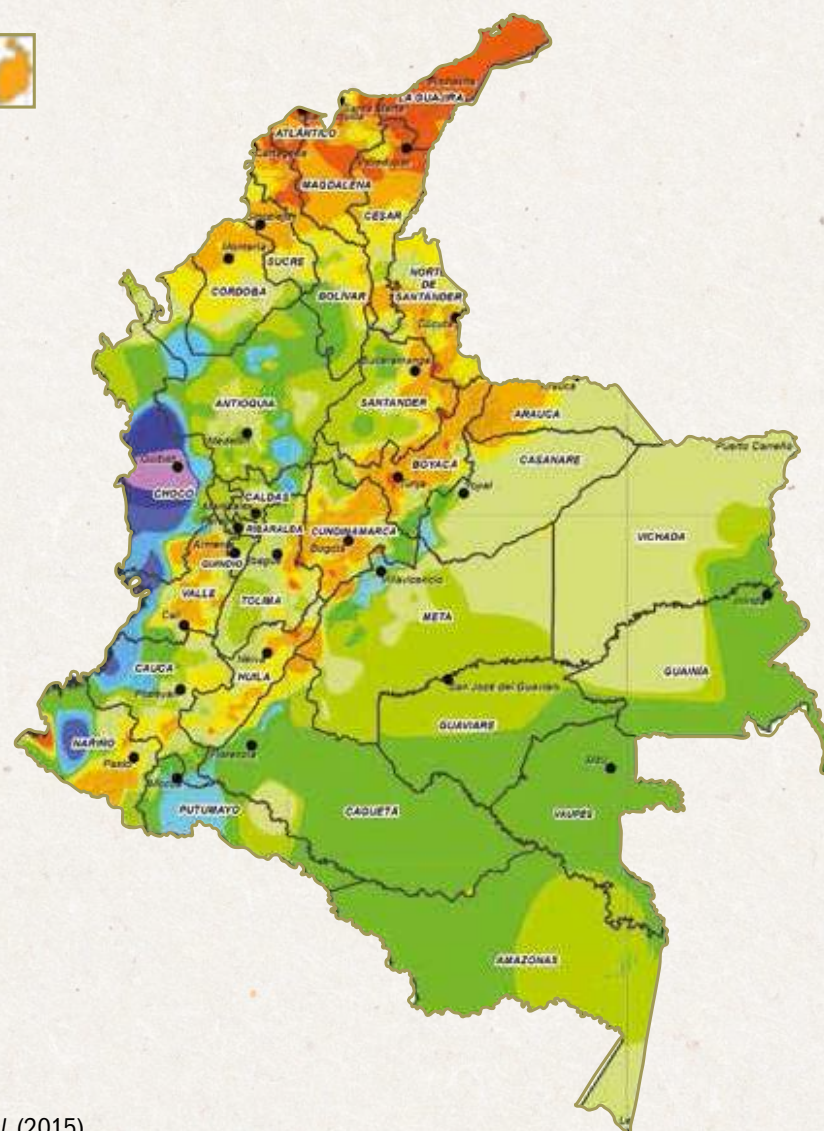
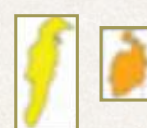
Fuente: IDEAM *et al.* (2018)

tiempo que ya está dentro de un ciclo productivo de la palma de aceite), se encuentran Cesar (+1,08 °C y -15,32 % precipitación), Magdalena (+0,95 °C y -18,65 % precipitación) y Bolívar (+0,91 °C y -15,09 % precipitación) (IDEAM *et al.*, 2015), que en 2019 concentraron el 89,5 % del área sembrada en la Zona Norte palmera del país (Figura 11).

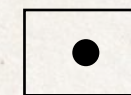
Algunas zonas palmeras del país ya presentan escasez hídrica durante varios meses del año. Esta problemática ha venido agudizándose en los últimos tiempos, por la disminución del caudal de los ríos y por el incremento en la demanda de agua a lo largo de las cuencas y microcuencas.

Si a esto se le suma que a futuro se experimentará una mayor temperatura y menores precipitaciones, **cada vez será prioritario adoptar prácticas de adaptación al cambio climático en la planificación, diseño y manejo de los cultivos de palma de aceite.** A lo largo de esta guía se dará especial énfasis a este tipo de recomendaciones.

Figura 11. Escenarios de cambio en precipitación a 2040 en algunos departamentos palmeros



Cambio en porcentaje de la precipitación (%) periodo 2011-2040 con respecto a 1976-2005



Capitales



Límite departamental

DIFERENCIA DE PRECIPITACIÓN (%)



Menor a 40 %



-40 % a -30 %



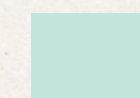
-30 % a -20 %



-20 % a -10 %



-10 % a 10 %



10 % a 20 %



20 % a 30 %



30 % a 40 %



Mayor a 40 %


Fuente: IDEAM *et al.* (2015)

1.3 Política ambiental nacional

El marco nacional de políticas y reglamentaciones ambientales es un referente central para la gestión ambiental de los sectores productivos en el país.

Las políticas ambientales nacionales más relevantes para el sector palmero se muestran en la Figura 12:

A lo largo de la guía se referenciarán en mayor detalle estas políticas y su implementación en las actividades propias de la agroindustria palmera. En esta sección se profundiza en la Política de Crecimiento Verde, cuyo enfoque es transversal y envolvente a las demás políticas ambientales, y en el Ordenamiento Ambiental del Territorio, de especial relevancia para el sector rural en el país.

 **Figura 12.** Políticas ambientales relevantes para el sector palmero



Fuente: elaboración propia

1.3.1 Crecimiento verde

La Política de Crecimiento Verde (CONPES 3934 de 2018) busca integrar y balancear el crecimiento económico del país con la sostenibilidad ambiental.

El crecimiento verde busca un “desarrollo sostenible que garantice el bienestar económico y social de la población en el largo plazo, asegurando que la base de los recursos mantenga la capacidad de proveer los bienes y servicios ambientales que soportan la base económica del país y puedan continuar siendo fuente de crecimiento y bienestar hacia el futuro” (DNP, 2018a).

En el marco de esta política, el crecimiento verde hace referencia a *aquellas trayectorias de crecimiento que garantizan el bienestar económico y social de la población en el largo plazo, asegurando la conservación del capital natural y la seguridad climática* (DNP, 2018a) (Figura 13).

Esta política es resultado de la Misión de Crecimiento Verde, iniciativa liderada por el DNP entre 2015 y 2018. **Su objetivo es impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima.** La política tiene cinco ejes estructurales, que se ilustran en la Figura 14. Las líneas específicas a las que puede aportar el sector palmero se muestran en la Figura 15.



Figura 13. Definición de crecimiento verde en el marco del CONPES 3934 de 2018

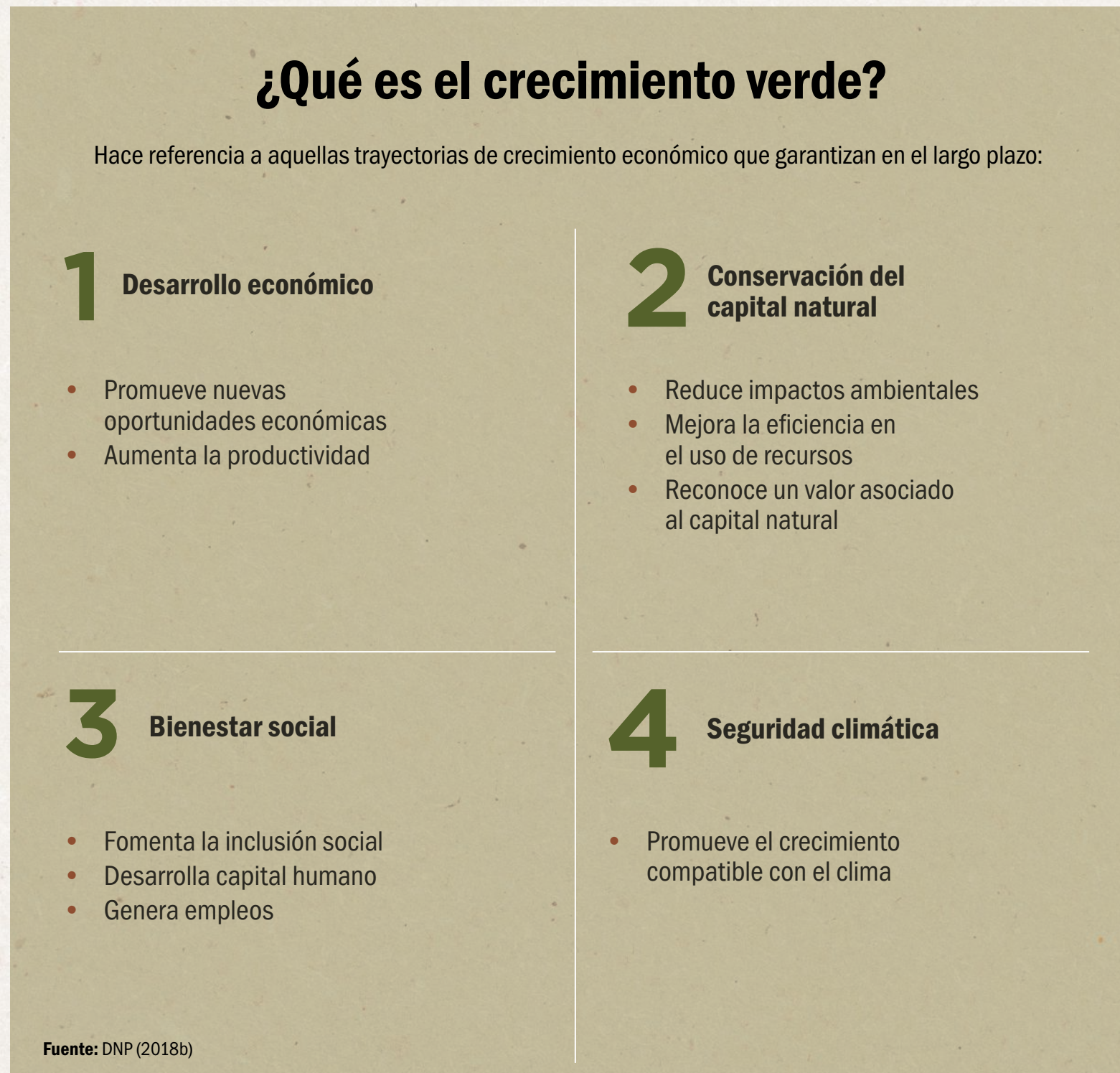
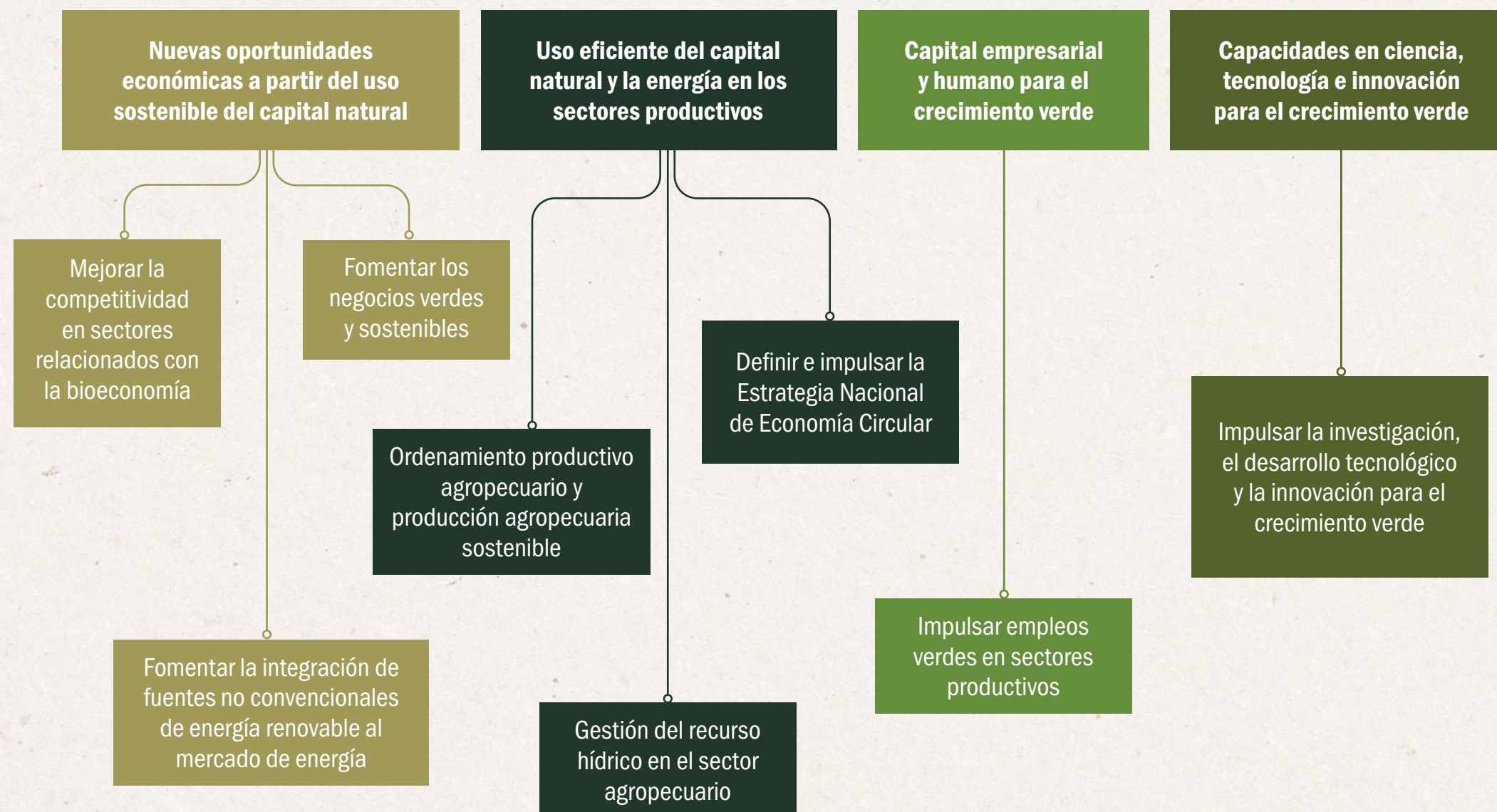


Figura 14. Ejes estructurales de la Política de Crecimiento Verde





Figura 15. Líneas específicas de la Política de Crecimiento Verde relacionadas con el sector palmero



Fuente: elaboración propia a partir de DNP (2019)

1.3.2 Ordenamiento Ambiental del Territorio

Uno de los principios orientadores más relevantes para la gestión ambiental de un sector productivo, es el Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT).

El OAT fue definido en el Artículo 70 de la Ley 99 de 1993 así: se entiende por Ordenamiento Ambiental del Territorio, la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la nación, a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible.

En otras palabras, **el OAT se puede considerar un proceso, un instrumento y una herramienta para evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en un territorio, considerando su equilibrio ecológico y protegiendo el medioambiente y la calidad de vida de la sociedad** (Cayssials, 2005).

En el OAT se tienen en cuenta las potencialidades de aprovechamiento, las fragilidades y vulnerabilidades de los suelos y los ecosistemas, los sitios con valores territoriales o culturales, las capacidades de uso y las presiones antrópicas capaces de ser soportadas por los recursos naturales involucrados (Cayssials, 2005).

La Frontera Agrícola Nacional

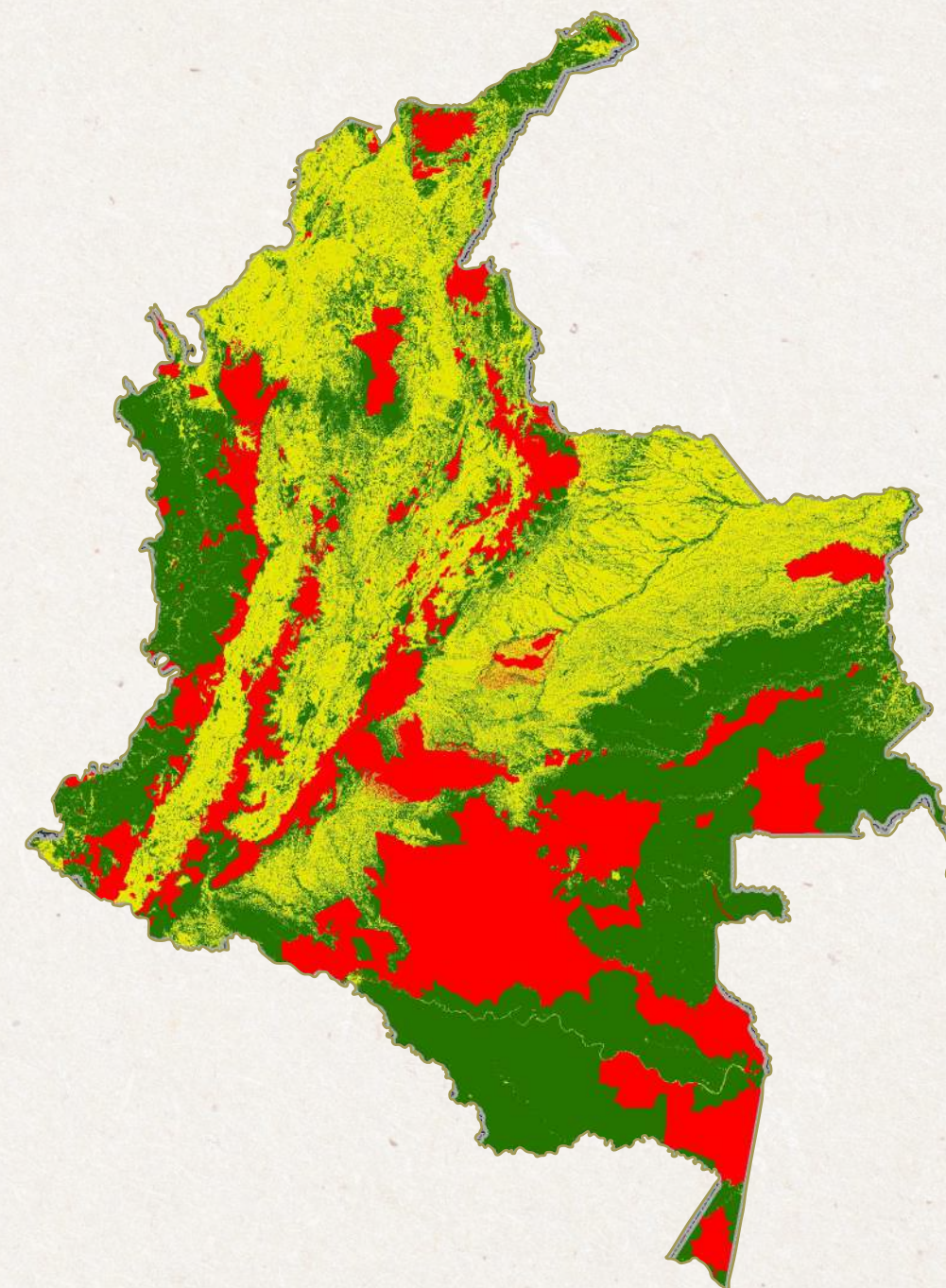
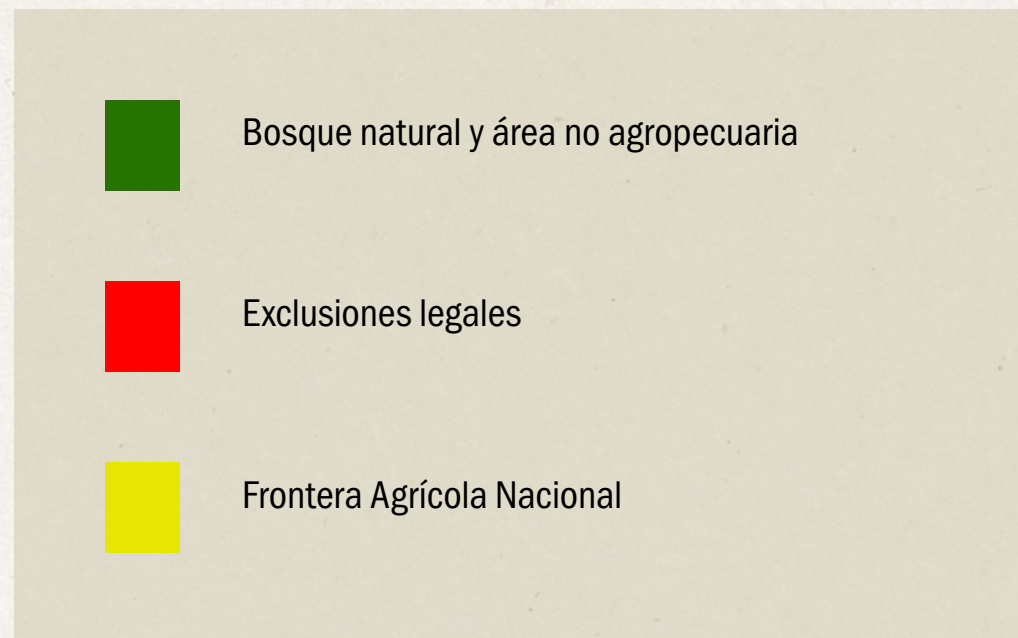
Como punto de partida, es necesario considerar que la Frontera Agrícola Nacional (FAN) fue definida y delimitada en la Resolución 261 de 2018 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, con el concurso del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS. **Comprende todas aquellas zonas en las que se pueden desarrollar actividades agrícolas, pecuarias o pesqueras en el país,** y excluye las áreas protegidas en las que no está permitido realizar estas actividades y también las de bosque natural (MADR, 2018; UPRA, 2018).

De los 114 millones de hectáreas de nuestro territorio continental, la Frontera Agrícola Nacional comprende 39,2 millones de ha (cerca del 35 % de nuestro territorio continental), como se muestra en la Figura 16.

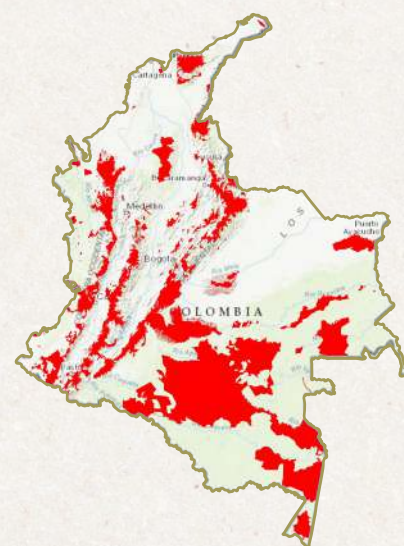
En las siguientes secciones se explica en mayor detalle las áreas con exclusión o con condicionantes legales para el desarrollo de actividades agropecuarias en el país, según la resolución de Frontera Agrícola Nacional.



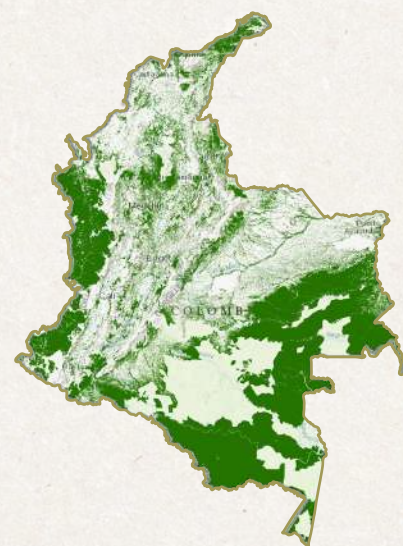
Figura 16. Delimitación de la Frontera Agrícola Nacional



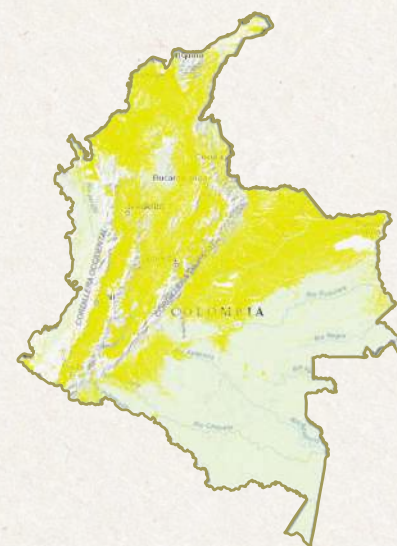
Superficie terrestre
114 millones de hectáreas



Áreas de exclusión ambiental y por patrimonio arqueológico
26,4 millones de hectáreas



Otros bosques naturales (2010) y áreas no agropecuarias
48,4 millones de hectáreas



Frontera Agrícola Nacional:
39,2 millones de hectáreas

Fuente: elaboración propia con base en UPRA (2020; 2021b)

Áreas con exclusión legal para actividades agropecuarias

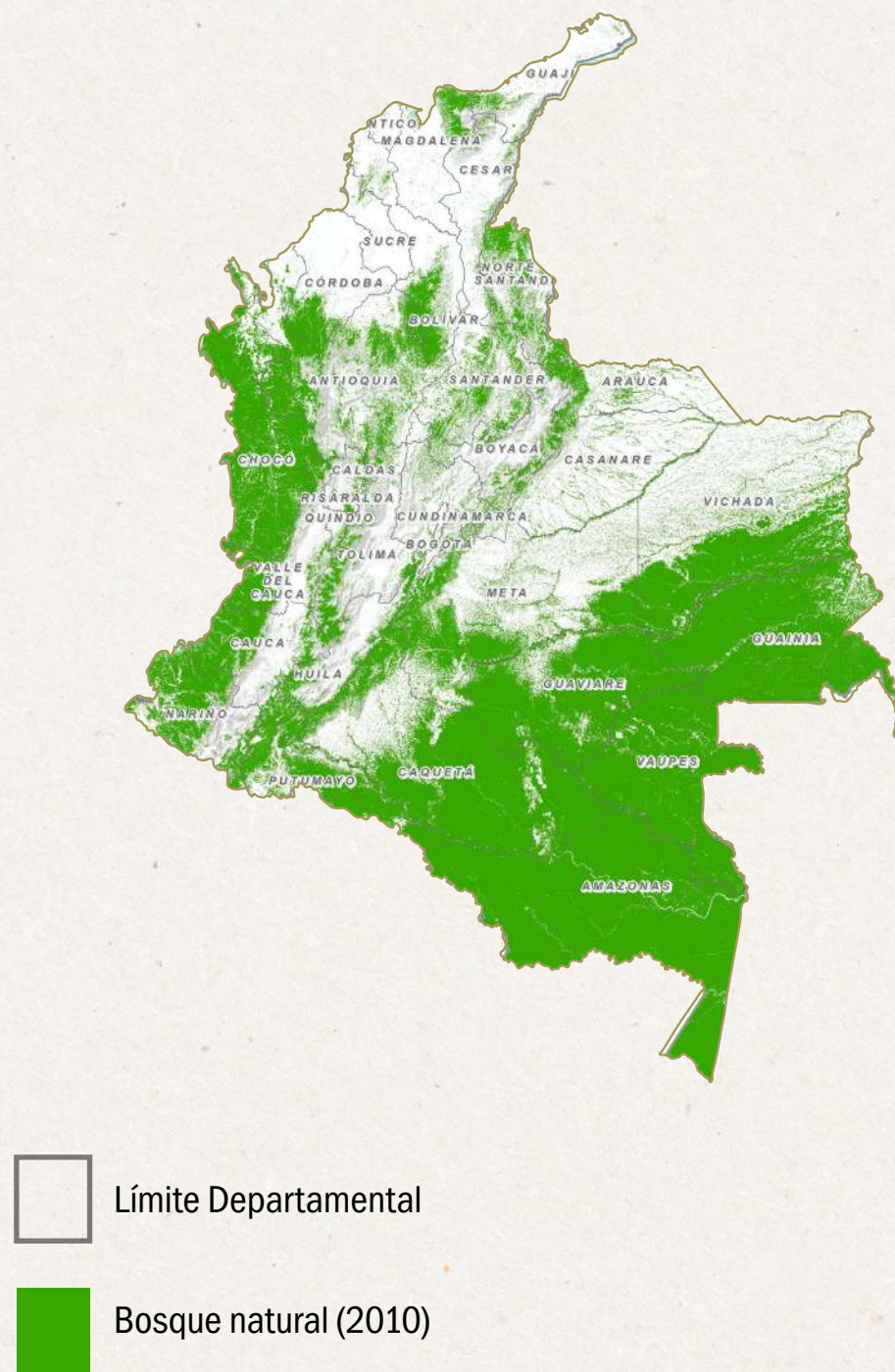
La Resolución 261 de 2018 del MADR definió tres tipos de áreas con exclusión legal para actividades agropecuarias (UPRA, 2018):

1. Bosques naturales
2. Áreas de exclusión ambiental
3. Áreas de exclusión por patrimonio arqueológico

Todas las áreas que tenían cobertura de bosque natural en 2010 fueron excluidas de la Frontera Agrícola Nacional. Aquellas que hayan sido deforestadas con posterioridad a esa fecha deberán ser restauradas, y en ellas no se podrán desarrollar proyectos agropecuarios. Para ese año, Colombia contaba con casi 60,5 millones de hectáreas de bosques naturales, correspondientes al 53 % de su superficie terrestre (Figura 17).

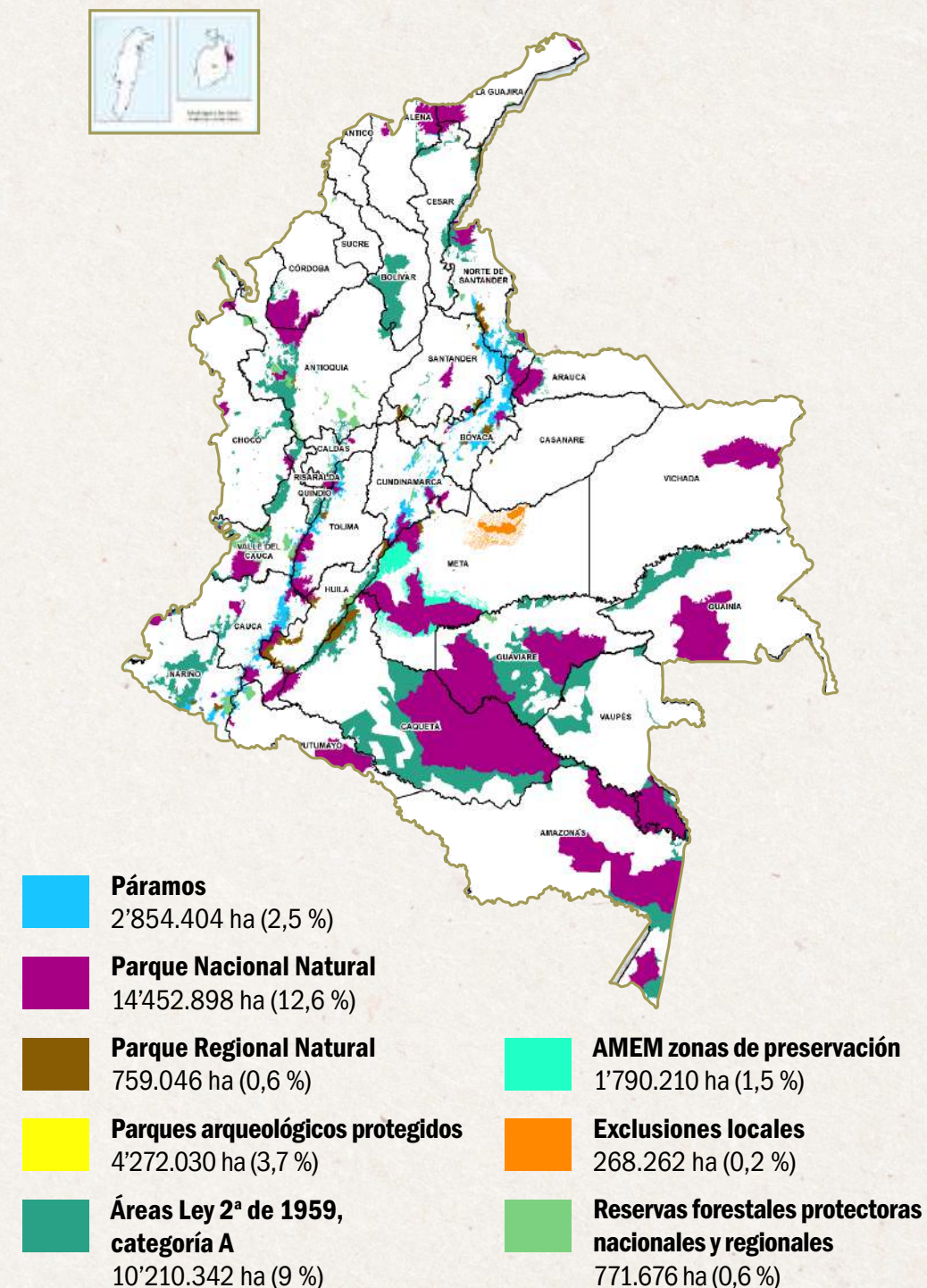
Las áreas de exclusión ambiental contemplan tres categorías y seis tipos de áreas protegidas y de especial importancia ecológica (AP-AEIE), como se muestra en la Figura 18.

Figura 17. Áreas con bosques naturales en 2010, excluidas de la Frontera Agrícola Nacional



Fuente: elaboración propia a partir de SIAC (2020)

Figura 18. Ubicación de las áreas de exclusión ambiental y por patrimonio arqueológico



Fuente: UPRA (2020)


Áreas con condicionantes legales ambientales para actividades agropecuarias

La resolución de Frontera Agrícola Nacional también establece que **algunas áreas del país tienen condicionantes legales ambientales para el desarrollo de actividades agropecuarias.**

La Figura 19 presenta las categorías de áreas protegidas o de especial importancia ecológica, que pueden condicionar el tipo de actividades agropecuarias permitidas, **según lo establecido en su zonificación ambiental o en su plan de manejo** (UPRA, 2018).

Otros determinantes ambientales

Además de los ya mencionados en las secciones anteriores, **en la legislación nacional se han definido otros determinantes ambientales que deben considerarse como áreas de conservación en la planificación y desarrollo de proyectos palmeros:**

 **Figura 19.** Categorías y tipos de áreas con condicionantes legales ambientales para proyectos agropecuarios

Distrito Nacional de Manejo Integrado (DNMI)	Distrito de Conservación de Suelos (DSC)	Zonas de prospección para la declaratoria de nuevas áreas protegidas
Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC)	Manglares	Áreas de recreación
Humedales Ramsar	Reservas Forestales de Ley 2ª 1959 (Categorías B, C y sin categoría)	Reservas de la Biósfera
Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI)	Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA)	

- Nacimientos de agua
- Zonas de recarga de acuíferos
- Rondas hídricas
- Humedales
- Pantanos, lagos, lagunas
- Ciénagas
- Bosque seco tropical

Por otra parte, **también se debe tener en cuenta lo establecido en la zonificación ambiental en los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas (POMCA), ya que ellos constituyen norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los POT⁵.** Para proyectos palmeros ubicados en cercanía de zonas costeras, se debe tener en cuenta lo establecido en los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera (POMIUC), que también constituye determinante ambiental.

Fuente: elaboración propia a partir de UPRA (2018)

5. Ver Decreto 1076 de 2015 del MADS, Título 3, Capítulo 1, que derogó el Decreto 1640 de 2012.

1.4 Exigencias del mercado y estándares de sostenibilidad

Los clientes, consumidores y otros grupos de interés de la agroindustria de la palma de aceite son cada vez más conscientes y exigentes en materia ambiental y de sostenibilidad. Estas exigencias y estándares son otro elemento orientador de su gestión ambiental.

En la sección 1.4.1 se referencian los principales estándares internacionales de sostenibilidad aplicables al aceite de palma, y en la sección 1.4.2 se describen los Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia, con los que se busca posicionar al país como origen sostenible en los mercados nacional e internacional.

1.4.1 Estándares internacionales

Desde hace varios años, la agroindustria de la palma de aceite ha sido fuertemente cuestionada por algunas ONG ambientales y sociales y otros grupos de interés, debido al impacto que ha tenido en la deforestación y pérdida de biodiversidad, el desplazamiento de comunidades, inadecuadas condiciones laborales y acaparamiento de tierras, especialmente en el Sudeste Asiático. Unas compañías han adoptado políticas de no utilización de aceite de palma, e inclusive han puesto etiquetas de “libre de aceite de palma” en sus productos.

Otras ONG y compañías han asumido una posición más proactiva, reconociendo las bondades del aceite de palma como materia prima para la fabricación de sus productos, y su importancia como motor de desarrollo rural en países del trópico. Por ello, **han promovido la implementación de prácticas de sostenibilidad en estos cultivos y plantas de**

beneficio, su verificación por terceras partes y su reconocimiento en el mercado.

Fue así como en 2001, WWF lideró una primera iniciativa de trabajo conjunto entre diferentes actores involucrados en la cadena de valor del aceite de palma, para promover un desarrollo más sostenible de esta agroindustria. La primera reunión de la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO, por su sigla en inglés), se llevó a cabo en 2003 y su formalización al año siguiente. La RSPO fue creada con el propósito de desarrollar una definición aceptable de “producción de aceite de palma sostenible”, y fomentar la implementación de prácticas acordes con esa definición (RSPO, 2003).

El estándar RSPO de Principios y Criterios (P&C) para la Producción de Aceite de Palma Sostenible, es actualmente el más conocido y utilizado en el mundo para su certificación. La más reciente versión está basada en una hoja de ruta que se espera mejore la calidad de vida de los cultivadores, contribuya a una agroindustria más próspera, y permita conservar mejor nuestro planeta y sus recursos (RSPO, 2018). Los tres objetivos de impacto, en los que se enmarcan los siete principios del estándar, son: Prosperidad, Personas y Planeta (Figura 20).

El Principio 7 Protección, conservación y mejora de los ecosistemas y el medioambiente, tiene 12 criterios y 53 indicadores. Como se ilustra en la Tabla 1, algunos de los principales lineamientos ambientales del estándar RSPO se asocian con la ubicación del nuevo proyecto palmero y los impactos derivados del cambio de uso del suelo; otros son aplicables en el momento de

su diseño y establecimiento; y otros se relacionan con buenas prácticas de operación y manejo de cultivos y plantas de beneficio en funcionamiento.

De otro lado, **las empresas que quieran vender aceite de palma (o biomasa) para el mercado europeo de biocombustibles, deben cumplir con lo establecido en la Directiva Europea de Energías Renovables (EU RED, por su sigla en inglés).** La Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono (ISCC, por su sigla en inglés), cuyos requerimientos están principalmente asociados con reducir la huella de carbono de tales materias primas, fue desarrollada precisamente para dar cumplimiento a dicha directiva.

En este sentido, la principal exigencia para certificar aceite de palma ISCC, es que los cultivos no hayan reemplazado bosques naturales ni otras coberturas con altas reservas de carbono, lo que resultaría en una emisión neta de GEI por el cambio de uso del suelo. Este requerimiento está ligado con la fase o momento de planificación/ubicación de los nuevos proyectos palmeros, lo que resalta la importancia de esta fase.

Algunas empresas han optado por adherirse a políticas de sostenibilidad que les dan mayor relevancia a aspectos de particular interés para sus compradores o partes interesadas. Un ejemplo de ello es la de No Deforestación, No Turba y No Explotación (**No Deforestation, No Peat, No Exploitation – NDPE**), que se enfoca en cinco aspectos específicos de sostenibilidad (Figura 21), y que ha sido adoptada por varias empresas productoras de aceite de palma y compradores a lo largo de su cadena de valor desde 2013.



Figura 20. Objetivos de impacto y estructura del estándar RSPO

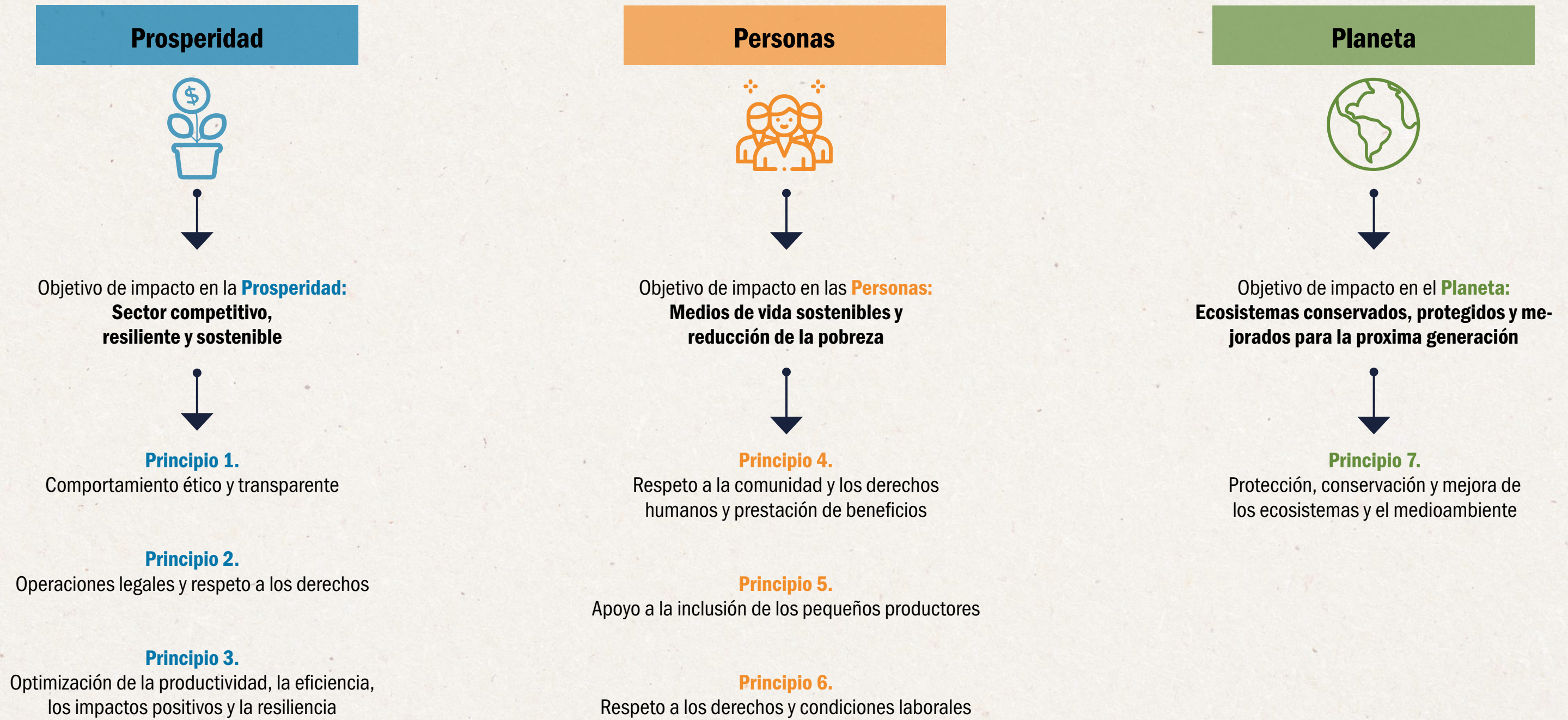


Tabla 1. Principales requerimientos ambientales del estándar RSPO por fase del proyecto productivo

Fase / Momento	Principales lineamientos ambientales del estándar RSPO
Planificación / ubicación de nuevos proyectos	<ul style="list-style-type: none"> No deforestación. No reemplazo ni afectación de áreas con Alto Valor de Conservación (AVC) ni con altas reservas de carbono (ARC). A partir de noviembre de 2018, no nuevas siembras en suelos de turba.
Diseño y establecimiento	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar en el diseño detallado del predio productivo los resultados de los siguientes estudios, en especial las áreas que deben mantenerse en conservación: <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de impactos ambientales y sociales. Estudio de identificación de áreas con AVC y ARC. Análisis detallado de suelos, identificando los frágiles, marginales y con pendientes excesivas. Estimación de las reservas actuales de carbono en el predio y de la huella de carbono del proyecto. Identificar y proteger las fuentes de agua y los humedales. Diseñar los sistemas de riego y drenaje, vías e infraestructura de apoyo, con base en la información topográfica y de suelos levantada. Evitar hacer quemas para la preparación de terrenos.
Operación y manejo	<ul style="list-style-type: none"> Implementar un plan de gestión del agua que promueva su uso eficiente y sostenible. Establecer buenas prácticas agrícolas que mantengan la fertilidad, y minimicen y controlen la erosión y degradación del suelo. Preservar y mejorar las áreas con AVC identificadas, así como las especies raras, amenazadas o en peligro. Utilizar técnicas apropiadas y responsables con el ambiente para el manejo de plagas y enfermedades. Usar los plaguicidas de forma responsable, sin poner en riesgo la salud humana y el medioambiente. Identificar y minimizar las fuentes de contaminación al aire y al agua, y hacer un manejo ambiental y socialmente adecuado de los residuos. Identificar y monitorear las emisiones de GEI, e implementar planes para reducirlas o mitigarlas.

Fuente: elaboración propia a partir de GTT de la IN colombiana (2020)

Figura 21. Cinco aspectos prioritarios de la política de NDPE



Fuente: elaboración propia con base en Environmental Investigation Agency (2019)

Estas políticas son voluntarias, así como los esquemas de certificación de la RSPO e ISCC. Sin embargo, han tomado fuerza en los últimos años debido a que abarcan menos temáticas y requerimientos que una certificación, haciendo que su implementación sea menos compleja.

Si bien estos requisitos del mercado siguen teniendo un carácter voluntario, para las empresas palmeras en Colombia cobran cada vez más relevancia en tanto varios clientes los exigen, no solo en el mercado internacional sino también en el nacional.

Algunas multinacionales que utilizan aceite de palma en sus productos se han comprometido a comprar únicamente aceite de palma certificado o que cumpla ciertos requerimientos específicos como estar libres de deforestación.

Si bien esta guía no se orienta hacia el cumplimiento de requerimientos de ninguno de los estándares o políticas de sostenibilidad, sí brinda elementos clave para que cultivos y plantas de beneficio estén mejor preparados para iniciar cualquier proceso de certificación.

1.4.2 Principios del aceite de palma sostenible de Colombia

Así como en la sección anterior se habló de referentes y requerimientos internacionales de sostenibilidad, en esta se aborda la **Estrategia de Sostenibilidad de la Agroindustria de la Palma de Aceite en Colombia**. Esta enmarca los esfuerzos, la apuesta y los frentes de acción del sector en materia de sostenibilidad para los próximos años, por lo que constituye un elemento orientador primordial para la gestión ambiental de las empresas palmeras.

Lanzada en septiembre de 2019 en la XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, de Cenipalma, su propósito superior es: “Contribuir al bienestar, prosperidad y resiliencia de los entornos palmeros, y al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, mediante una producción de aceite de palma sostenible de Colombia, consolidada y reconocida a nivel nacional e internacional”.

La estrategia reconoce que la agroindustria palmera colombiana ha tenido un desarrollo muy diferente al de otros países palmeros. Por ello, su primer pilar busca consolidar a Colombia como origen sostenible de aceite de palma, mediante dos líneas de acción: una

enfocada a fortalecer las condiciones de sostenibilidad de los núcleos palmeros, y otra con un alcance más amplio en un ámbito regional.

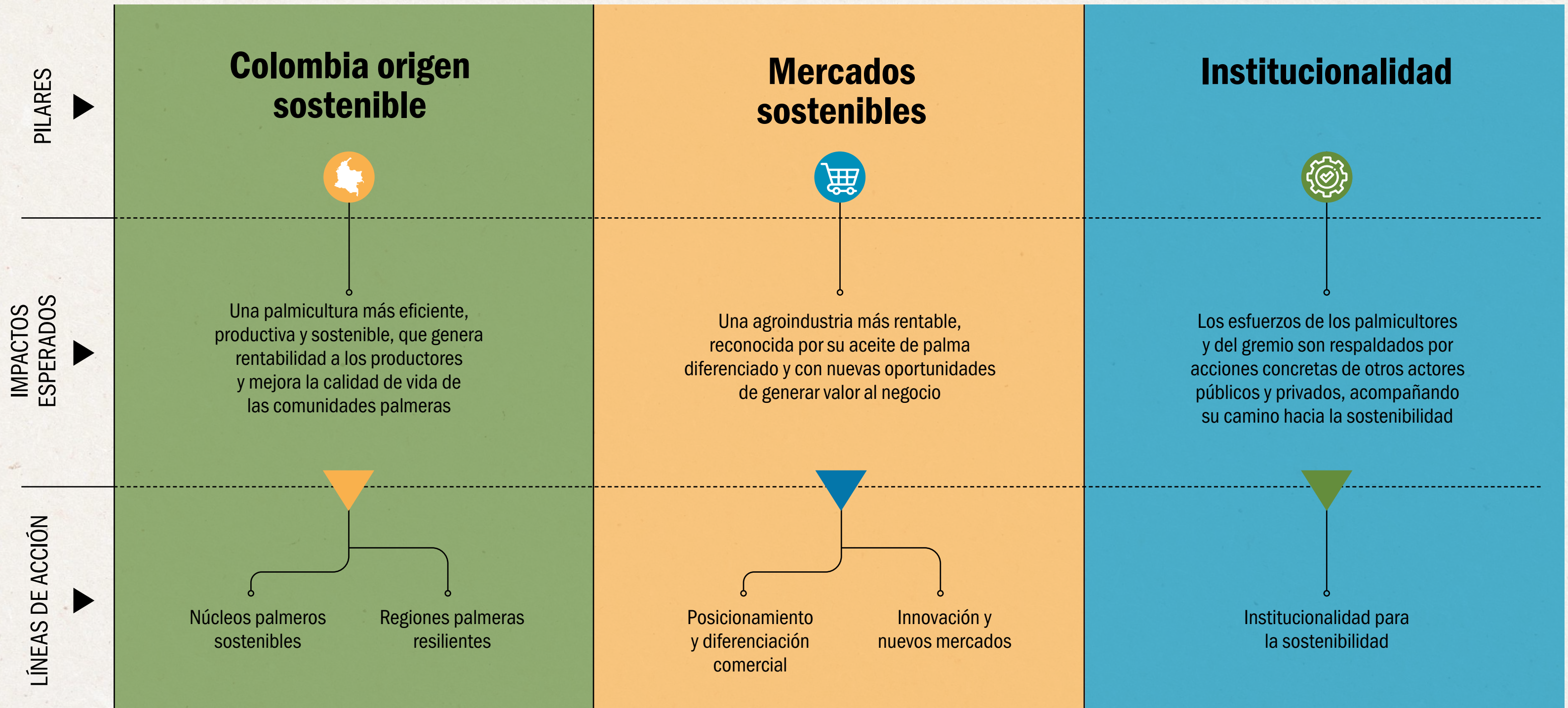
El segundo pilar pretende posicionar y diferenciar comercialmente el aceite de palma sostenible de Colombia en el mercado nacional e internacional. El tercero se encamina a propiciar, con otros actores y partes interesadas, un marco institucional que promueva, incentive y favorezca la producción y comercialización de aceite de palma sostenible (Figura 22).

Para consolidar y posicionar al país como origen sostenible de aceite de palma, se definió un decálogo de Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia (Figura 23).

De estos 10 principios, seis tienen relación con la dimensión ambiental. En la Figura 24 se describen en mayor detalle, así como su relación con algunas de las temáticas que se han abordado en las secciones anteriores.

En los capítulos siguientes, **la guía tendrá en cuenta estos seis principios como un marco de referencia general para orientar la gestión ambiental de la palmicultura en Colombia.**

Figura 22. Pilares y líneas de acción de la estrategia de sostenibilidad del sector palmero




 **Figura 23.** Decálogo de Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia



Figura 24. Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia relacionados con la dimensión ambiental



Fuente: elaboración propia

1.5 Estrategias y herramientas de gestión ambiental empresarial

1.5.1 Ecoeficiencia

El concepto de ecoeficiencia⁶ es uno de los más reconocidos y relevantes en el ámbito de la gestión ambiental empresarial. Por ello lo hemos considerado como un elemento orientador para el sector palmero colombiano.

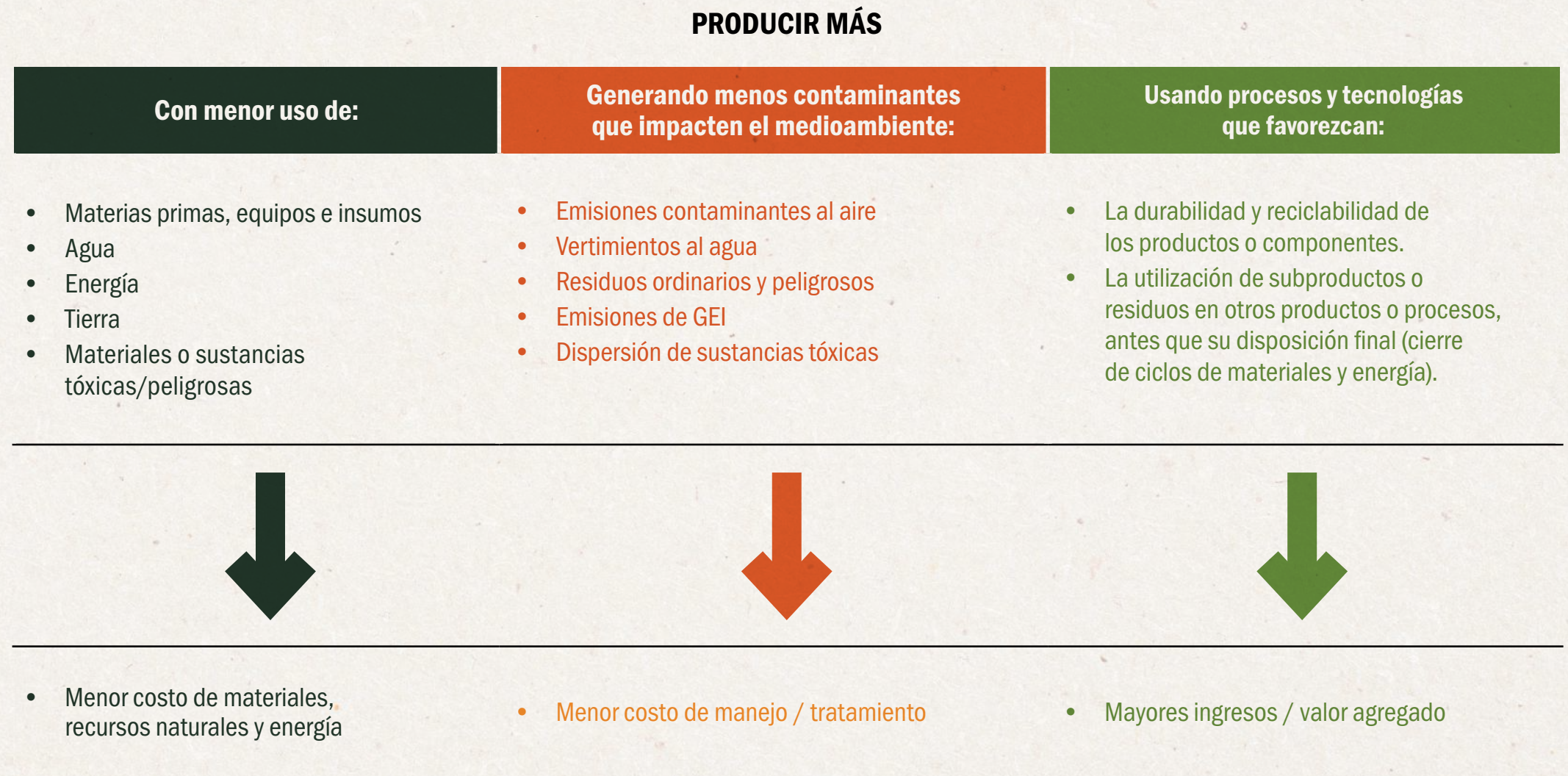
Según el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por su sigla en inglés), la ecoeficiencia es una filosofía de administración, que promueve la búsqueda de mejoramientos ambientales que generen al mismo tiempo beneficios económicos a las empresas. “Se materializa mediante: la entrega de bienes y servicios con precios competitivos que satisfacen las necesidades humanas y traen mayor calidad de vida, con una reducción progresiva de los impactos ambientales de los productos y de la intensidad en el uso de recursos a lo largo de todo el ciclo de vida como mínimo hasta un nivel acorde con la capacidad estimada que el planeta puede soportar” (WBCSD, 2000).

En otras palabras, ecoeficiencia significa producir más utilizando menos recursos y generando mínimos impactos ambientales. Su premisa fundamental es que el uso excesivo de recursos y la generación de contaminación, son señales de ineficiencia que se traducen en pérdidas de productividad (Figura 25).

6. Este término fue acuñado formalmente por Stephen Schmidheiny y el WBCSD en su libro *Cambiando el Curso* (Ehrenfeld, 2005; Schmidheiny, 1992). El libro fue presentado por el sector empresarial ante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 (más conocida como la Cumbre de Río), buscando cambiar la percepción existente de la industria como causante del problema de degradación ambiental, por una en la que era parte de la solución hacia el desarrollo sostenible.



Figura 25. Descripción del concepto de ecoeficiencia



Fuente: elaboración propia con base en WBCSD (2000)

Una forma de aterrizar este concepto en una actividad productiva es mediante la medición, monitoreo y mejoramiento de un conjunto de indicadores de ecoeficiencia. En general, estos miden la cantidad de recursos que se requieren (agua, energía, tierra, materias primas, insumos), o la cantidad de contaminantes que se generan (emisiones, vertimientos, residuos), para un volumen determinado de producto (o servicio) (Tabla 2).

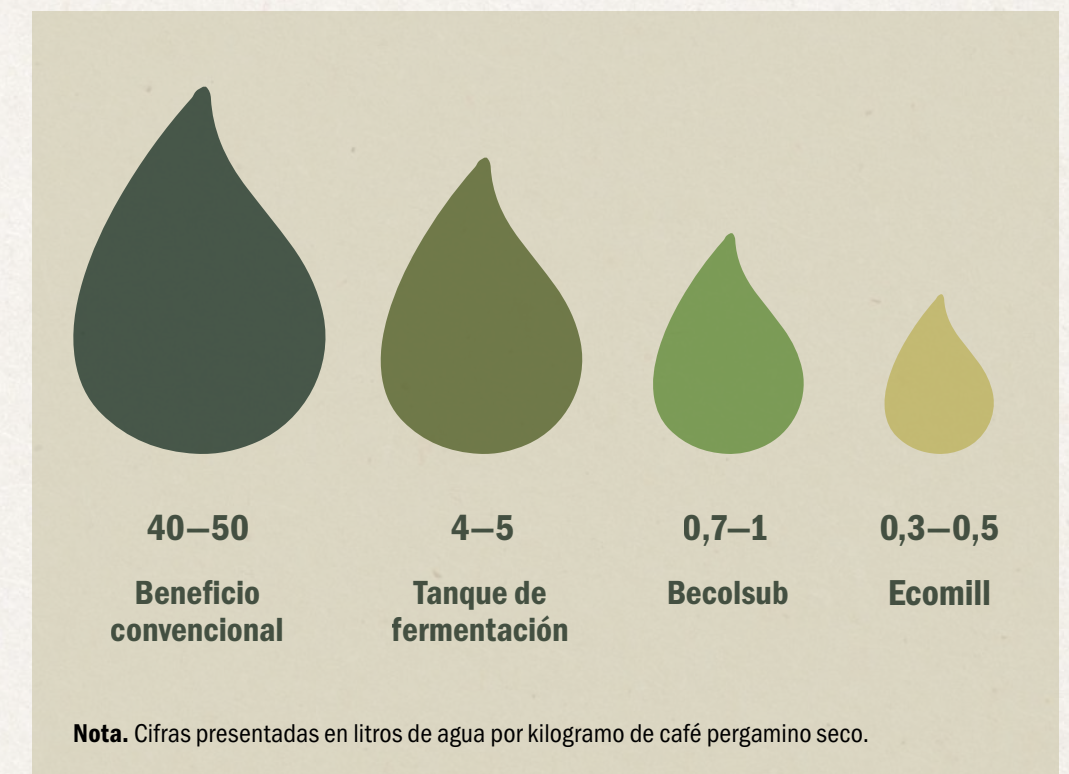
En el sector agrícola colombiano, uno de los mejores ejemplos de mejora en la ecoeficiencia se presenta en el cafetero. Cenicafé ha liderado diversos proyectos para desarrollar tecnologías que permitan reducir el consumo de agua de 50 litros por kilogramo de café pergamino seco, en el proceso de beneficio del café convencional. Fue así como surgió Becolsub (beneficio ecológico del café y aprovechamiento de subpro-

ductos), que redujo más de 90 % el consumo de agua frente al beneficio tradicional. Más recientemente, Cenicafé desarrolló Ecomill, con la que se alcanza una disminución de 50 % adicional (Rodríguez *et al.*, 2015), como se muestra en la Figura 26.

Tabla 2. Conjunto básico de indicadores de ecoeficiencia para una actividad productiva

Uso de recursos				
Materias primas	Agua	Energía	Tierra	Sustancias tóxicas
$\frac{t \text{ materia prima}}{t \text{ producto}}$	$\frac{m^3 \text{ agua}}{t \text{ producto}}$	$\frac{MJ \text{ energía}}{t \text{ producto}}$	$\frac{ha \text{ tierra}}{t \text{ producto} - \text{año}}$	$\frac{kg \text{ sustancias tóxicas}}{t \text{ producto}}$
Generación de contaminantes				
Vertimientos	Residuos ordinarios	RESPEL	Emisiones GEI	
$\frac{m^3 \text{ vertimiento}}{t \text{ producto}}$	$\frac{t \text{ residuos}}{t \text{ producto}}$	$\frac{t \text{ RESPEL}}{t \text{ producto}}$	$\frac{t \text{ CO}_2eq \text{ emisiones GEI}}{t \text{ producto}}$	

Figura 26. Mejoras en la ecoeficiencia del uso de agua en el proceso de beneficio de café en Colombia



Fuente: Adaptación de Rodríguez *et al.* (2015)

1.5.2 Ecología industrial y economía circular

Las oportunidades de mejora derivadas de los principios de la ecoeficiencia pueden potencializarse cuando se buscan encadenamientos con otras actividades productivas, para fomentar el trabajo conjunto y la interacción de las empresas ubicadas en una misma región, construyendo sinergias para mejorar su desempeño ambiental y económico.

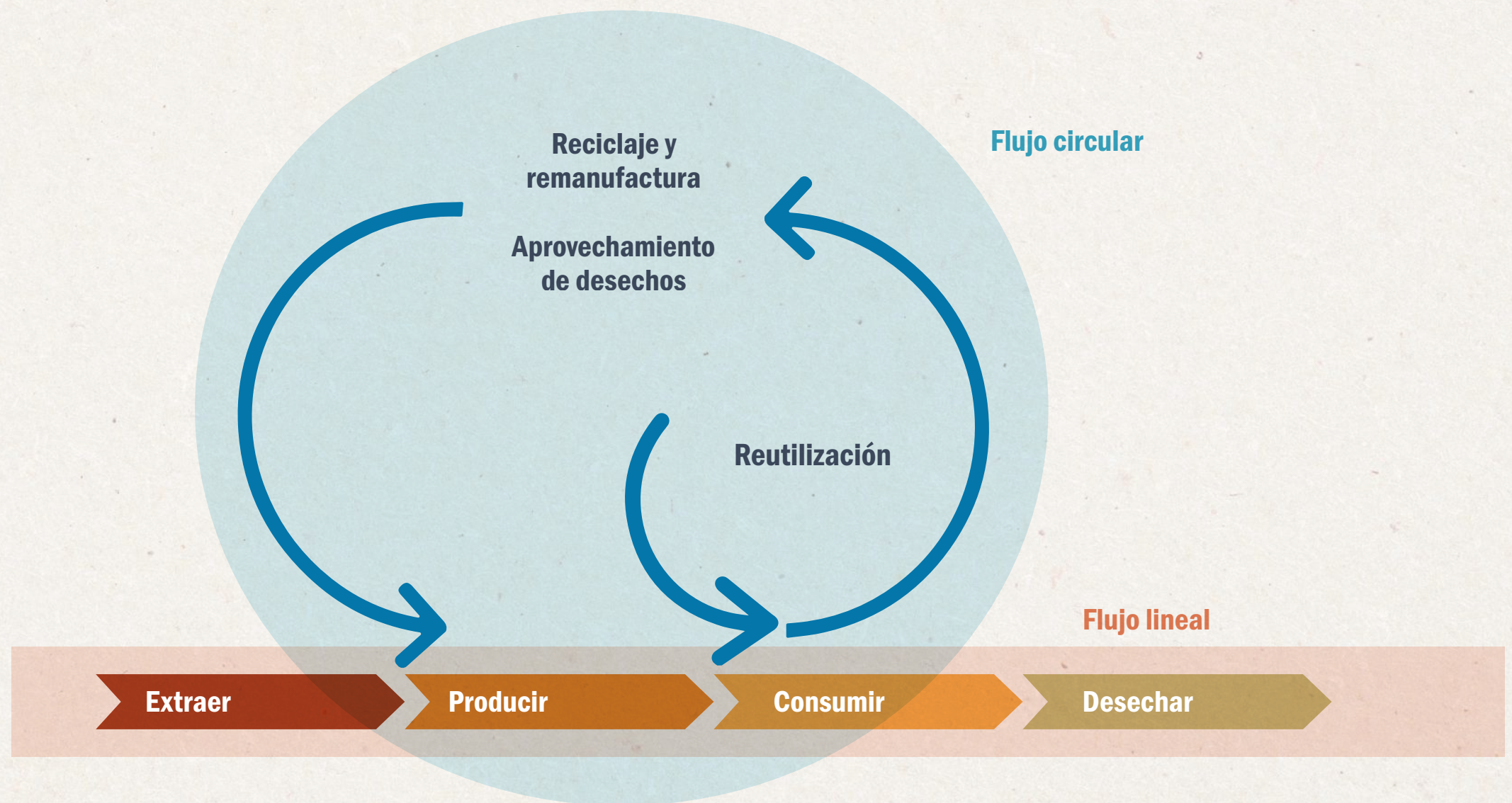
El concepto de ecología industrial se basa en una analogía entre los sistemas industriales y los sistemas ecológicos presentes en la naturaleza. A finales de los ochenta, se propuso que el modelo industrial tradicional debería modificarse por un sistema más integrado, en el que se optimizara el consumo de materiales y energía, se minimizara la generación de residuos, y en el que los residuos de un proceso pudieran servir de materia prima para otros (Frosch & Gallopoulos, 1989). De esta forma, funcionarían de manera similar a un ecosistema natural, en el que los ciclos de materia y energía son circulares (cerrados) y no lineales (abiertos) (Ehrenfeld, 1997), como se observa en la Figura 27.

La insostenibilidad del modelo de producción lineal predominante en la actualidad (extraer, producir, usar, desechar), determina la necesidad urgente de avanzar hacia un modelo que se asimile al flujo circular natural de materiales y energía (Ellen Macarthur Foundation, 2013). Esta es la principal característica del concepto de economía circular.

Geissdoerfer et al. (2017) la definieron como un sistema regenerativo en el que se minimiza el uso de recursos y la generación de residuos,



Figura 27. Comparación entre los ciclos circulares y lineales de materia y energía



Fuente: Elaboración propia

emisiones y pérdidas de energía, al frenar, estrechar y cerrar los ciclos de materia y energía.

Varios países han acogido el concepto de economía circular incorporándolo en sus políticas nacionales, planes de gobierno y reglamentación. Entre los pioneros figuran Alemania (1996), Japón (2002) y China (2009), y más recientemente la Unión Europea (2015) (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

Los sistemas productivos agrícolas tienen un alto potencial de aplicación de ecología industrial y economía circular, a través de:

- Recirculación de la materia orgánica (biomasa).
- Reducción, recirculación y reúso de agua en los sistemas riego.
- Generación de energías renovables a partir de biomasa (y la consecuente reducción de emisiones de gei).
- Mantenimiento y recuperación de suelos, reduciendo el consumo de fertilizantes de síntesis química.

Colombia cuenta con una Estrategia Nacional de Economía Circular, desarrollada en 2018 en el marco de la Política de Crecimiento Verde y actualizada en 2019. En ella se define la economía circular así: “sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas

y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible” (MADS & MINCIT, 2019).

Su objetivo es “promover la transformación productiva para maximizar el valor agregado de los sistemas industriales y agropecuarios y las ciudades sostenibles en términos económicos, ambientales y sociales, a partir de la circularidad, innovación tecnológica, colaboración en nuevos modelos de negocio”.

Para ello, **priorizó seis flujos para el país: (i) agua, (ii) energía, (iii) biomasa, (iv) materiales industriales y productos de consumo masivo, (v) materiales de envases y empaques, y (vi) materiales de construcción.** Los tres primeros son de especial interés para la agroindustria de la palma de aceite, por la contribución que puede hacer a su cumplimiento y por los beneficios que obtiene de su implementación.

A lo largo de esta guía se hará especial énfasis en las oportunidades de economía circular en la agroindustria de la palma de aceite en Colombia.

1.5.3 Huella ecológica


Otro concepto que se utiliza en la actualidad para cuantificar la sostenibilidad de una actividad productiva, de una región, de un país e inclusive de nuestra sociedad a escala global, es el de huella ecológica. Desarrollado a principios de la década de los noventa (Rees, 1992; Wackernagel, 1994; Wackernagel & Rees, 1996), la

huella ecológica mide la demanda que la humanidad impone sobre la naturaleza, y la compara con la capacidad que tienen los ecosistemas naturales para suplirla.

En primer lugar, cuantifica el área de territorio ecológicamente productivo necesaria para producir los recursos que la sociedad consume (agua, energía, alimentos agrícolas y pecuarios, pesqueros, fibras, madera, papel y otros recursos forestales, asentamientos humanos e infraestructura, entre otros) y para asimilar los desechos que genera (residuos sólidos, vertimientos líquidos, emisiones atmosféricas y de GEI).

En segundo lugar, mide la biocapacidad o capacidad regenerativa de una región para suplir esa demanda, en términos de la productividad de su área agrícola y pecuaria, de sus pesquerías, de sus bosques y cultivos forestales, y de su área construida e infraestructura (Figura 28). Ambas variables se miden en hectáreas globales (hag)–hectáreas biológicamente productivas según la productividad media de una región, país o a escala global.

Según el Informe Planeta Vivo (WWF, 2018), **la huella ecológica mundial superó la biocapacidad de nuestro planeta desde principios de la década de los setenta y sigue en aumento**, especialmente por las emisiones de GEI. Si bien los desarrollos tecnológicos y los cambios en el uso de la tierra han permitido un incremento del 27 % en esta biocapacidad en los últimos 50 años, la huella ecológica ha aumentado a un ritmo mucho mayor (190 % en el mismo periodo). **Actualmente, se requiere el equivalente de 1,75 planetas Tierra para suministrarle a la humanidad todos los recursos que demanda, y para absorber los residuos que genera** (Figura 29).

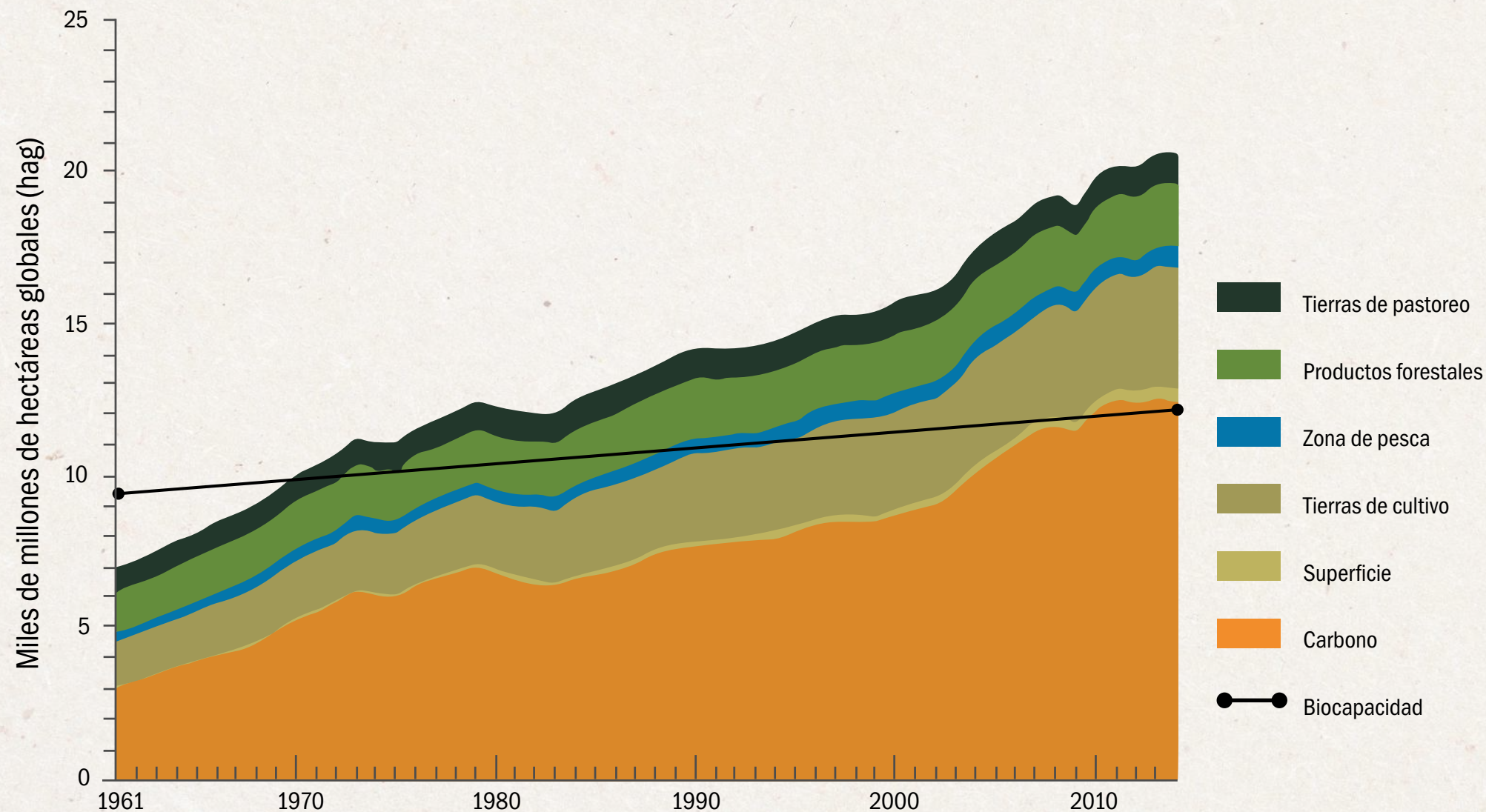
 **Figura 28.** Concepto de huella ecológica



Fuente: elaboración propia con base en Global Footprint Network (2020)



Figura 29. Huella ecológica mundial 1961-2014



Fuente: WWF (2018)

Para efectos de esta guía, profundizaremos en dos componentes de la huella ecológica de especial relevancia para el sector palmero: la hídrica y la de carbono.


Huella hídrica

La huella hídrica de un producto es un indicador de la cantidad de agua utilizada, directa e indirectamente para su producción, sumando los consumos en todas las etapas de la cadena. Se mide a través de tres componentes (Figura 30).

El sector agrícola es el principal usuario de agua en Colombia, demandando un 43,1 % del total consumido en el país (IDEAM, 2019). Sin embargo, la gran mayoría de su huella hídrica corresponde a la verde (88 %), en comparación con la azul (7 %) y la gris (5 %), según el Estudio Nacional de Huella Hídrica de Colombia Sector Agrícola (Arévalo *et al.*, 2011). En otras palabras, casi el 90 % de la huella hídrica de la actividad agrícola es suplida por las lluvias.

En el mencionado estudio, se encontró que la del cultivo de palma de aceite corresponde al 8 % del total agrícola nacional, siendo el sexto cultivo después del café (23 %), maíz (14 %), arroz (12 %), plátano (11 %) y caña de azúcar (11 %). Sin embargo, **la palma de aceite fue el segundo cultivo a nivel nacional en huella hídrica azul (agua consumida en riego)** con el 12 %, después del arroz (41 %).

Esto resalta la **importancia de ubicar los proyectos palmeros en zonas que permitan suplir en mayor medida la demanda hídrica con agua lluvia, y la utilización de sistemas eficientes de riego** con el fin de reducir al máximo su huella hídrica azul.

 **Figura 30.** Componentes de la huella hídrica



Fuente: elaboración propia con base en WWF Colombia (2021)

Huella de carbono

Es un indicador que mide las emisiones totales de GEI generadas directa e indirectamente por un producto, servicio u organización, a lo largo de su ciclo de vida.

Para calcularla se deben tener en cuenta todas las fuentes de emisión de GEI⁷, las cuales usualmente se clasifican del siguiente modo (Figura 31):

- 1. Emisiones directas:** resultantes de las actividades propias del proceso de elaboración de un bien o servicio. Por ejemplo, las generadas por la maquinaria utilizada en el cultivo (tractores, motobombas).
- 2. Emisiones indirectas:** originadas por fuentes asociadas a etapas previas o posteriores en la cadena de valor del producto. Incluye aquellas relacionadas con la producción de los insumos empleados en el proceso (fertilizantes, plaguicidas, etc.), la generación de energía por fuentes externas (energía eléctrica comprada a la red), el transporte de materias primas o productos finales, y la gestión externa de residuos, entre otros.

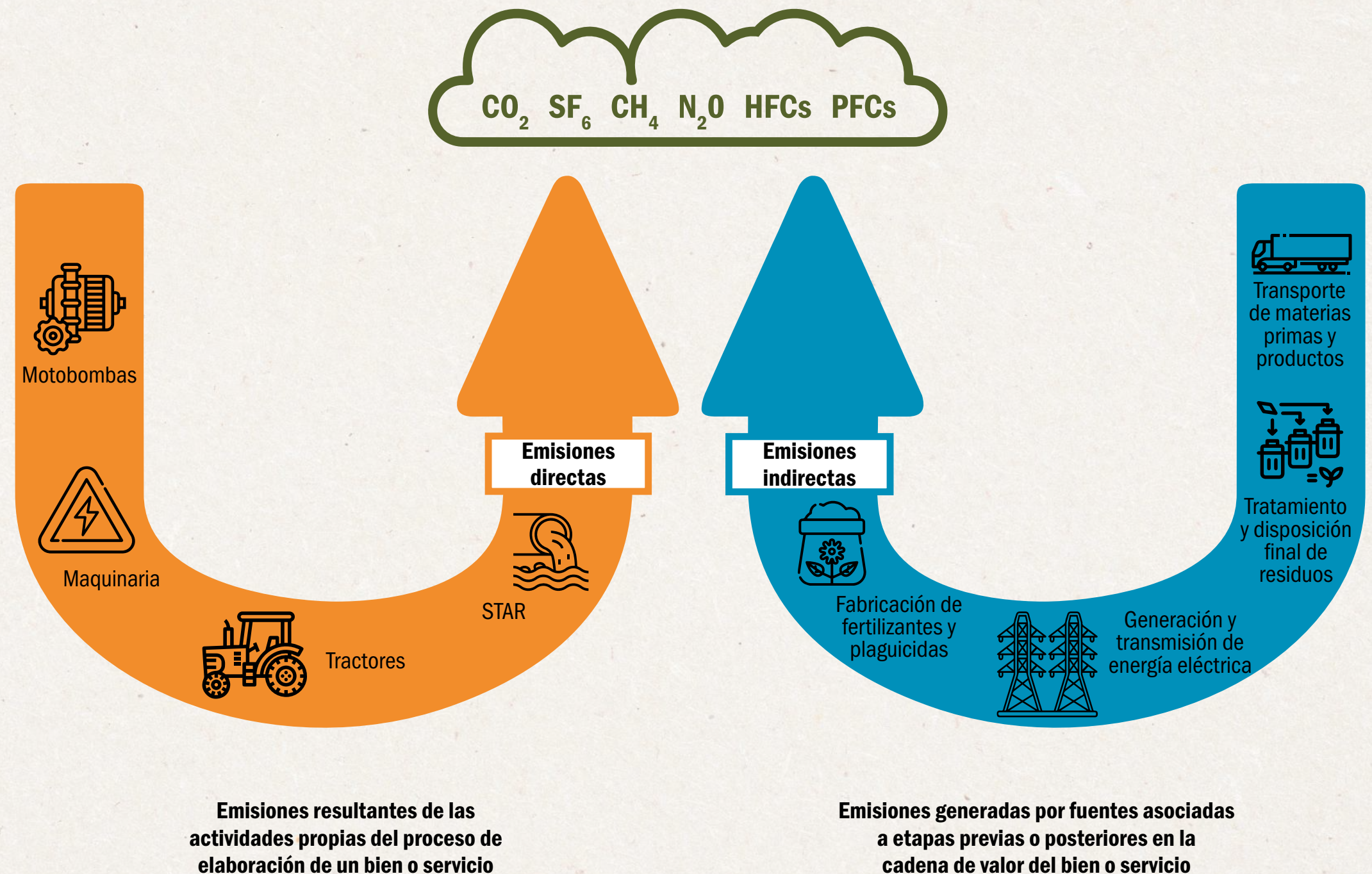
Las principales fuentes de emisión o captura de GEI que inciden en la huella de carbono total del sector agrícola, se exponen en la Figura 32.

Dado que el sector agrícola es uno de los principales emisores de GEI en Colombia y a nivel mundial, medir, monitorear y reducir la huella de carbono del sector palmero debe ser un aspecto fundamental en su gestión ambiental.

7. La cantidad de emisiones de GEI se mide en una unidad denominada dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Esta medida se utiliza para comparar las emisiones de diversos gases de efecto invernadero a partir de su potencial de calentamiento global, convirtiendo la cantidad emitida de dichos gases por la cantidad equivalente de dióxido de carbono con ese mismo potencial.



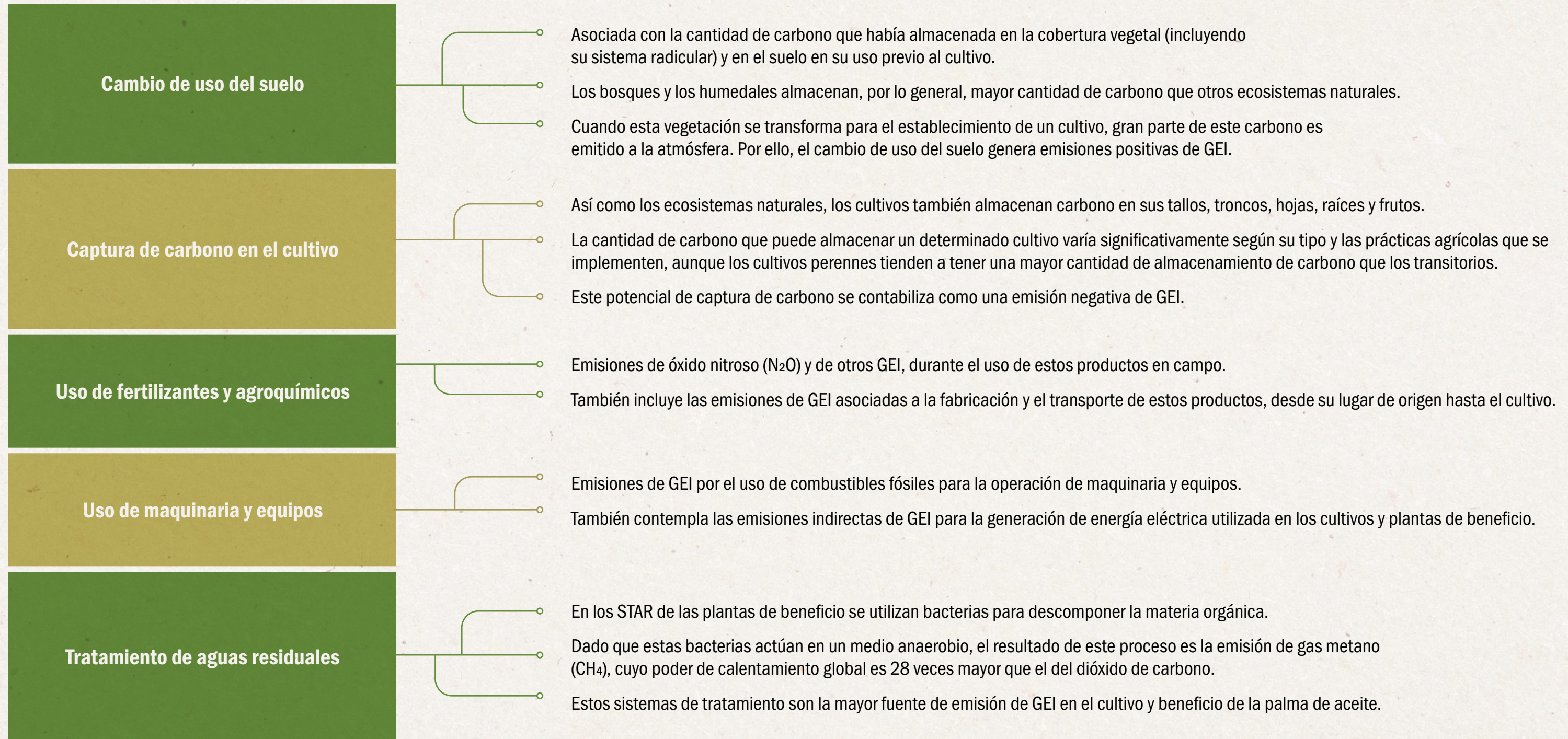
Figura 31. Componentes de la huella de carbono



Fuente: elaboración propia a partir de WBCSD et al. (2005)



Figura 32. Principales fuentes de emisión y captura de GEI en el sector agrícola



1.5.4 Gestión ambiental enfocada a la generación de valor

En el sector productivo, el enfoque predominante de su gestión ambiental ha venido cambiando gradualmente de uno reactivo a otro más proactivo, y recientemente a uno estratégico.

Un factor determinante para adoptar alguno de estos enfoques, es el valor que se percibe por la implementación de prácticas ambientales. Este puede estar representado en la disminución del riesgo por incumplimiento legal, la optimización de procesos y reducción de costos de producción, la generación de nuevas fuentes de ingreso o el acceso a nichos especializados de mercado.

El cambio de un enfoque de gestión ambiental a otro generalmente se da de forma progresiva, con una trayectoria ascendente determinada por el tipo y la cantidad de valor que se genera para la empresa palmera. Entre más avanzado sea más valor producirá, y requerirá que la empresa cuente con un mayor grado de estructura e integralidad en sus prácticas ambientales (ECS Consultores, 2017a; van Hoof et al., 2018).

Enfoque reactivo

En la mayoría de los sectores productivos, la gestión ambiental surgió como respuesta a los requerimientos impuestos por las autoridades. Desde las regulaciones para controlar las sustancias tóxicas y contaminación atmosférica de los setenta y los ochenta, hasta las más recientes relacionadas con el Ordenamiento Ambiental del Territorio, los desarrollos normativos han impulsado a las empresas a conformar equipos ambientales para garantizar el cumplimiento legal y mantener la legitimidad de sus operaciones.

Aquellas empresas u operaciones que se concentran principalmente en acatar los requerimientos legales ambientales se caracterizan por un enfoque reactivo. Por lo general, sus acciones ambientales son percibidas como un gasto y un desgaste administrativo, debido al manejo que requieren las relaciones y trámites con la autoridad ambiental.

A nivel organizacional, algunas de esas compañías no cuentan con una persona encargada de estos temas, o su responsabilidad se limita a tramitar los permisos y requerimientos de la autoridad ambiental y coordinar algunas acciones de cumplimiento normativo. Y en cuanto al manejo de información, existe poca sistematización más allá del expediente de documentación legal y correspondencia con la autoridad ambiental.

El enfoque reactivo, si bien denota un avance incipiente en la gestión ambiental, puede generar un importante valor para la empresa, en tanto minimiza los riesgos por incumplimiento legal.

Abordar la gestión ambiental con un enfoque reactivo implica una menor relación costo-beneficio, toda vez que enfocarse en mitigar los impactos ambientales al momento en que se presentan, no permite obtener los beneficios asociados con el mejoramiento de la eficiencia o el aumento de la productividad del proceso.

La Tabla 3 sintetiza las principales características de un enfoque reactivo.

Enfoque proactivo

En los años ochenta y principios de los noventa, varias empresas líderes en el mundo adoptaron un enfoque más proactivo en su gestión

ambiental, que impactó positivamente la productividad y rentabilidad del negocio. La noción predominante en esa época (que el sector empresarial era el principal causante de la contaminación) llevó a proponer el concepto de ecoeficiencia como estrategia para mejorar el desempeño ambiental de los procesos productivos, y al mismo tiempo su eficiencia y productividad, como se explicó en la sección 1.5.1.

El enfoque proactivo de la gestión ambiental se basa en la adopción de prácticas ecoeficientes encaminadas a: (i) utilizar más eficientemente las materias primas, los recursos naturales, los equipos y otros insumos del proceso productivo; (ii) reducir la contaminación que se ocasiona al aire, agua y suelo; y (iii) minimizar al máximo la cantidad de residuos generados, mediante estrategias de reciclaje o reúso de productos, subproductos, componentes o materiales. De esta manera, **genera valor al disminuir los costos de producción y de control de la contaminación, aumentar la productividad, o generar ingresos adicionales por la venta o aprovechamiento interno de subproductos.**

Bajo este enfoque, las empresas también priorizan prevenir la contaminación y los otros impactos ambientales, en vez de implementar soluciones para su mitigación. Buscan identificar las causas para implementar soluciones tecnológicas y cambios en los procesos, que permitan evitarlos o reducirlos al máximo. Así mismo, establecen **indicadores para monitorear y optimizar el desempeño ambiental de la operación, con una filosofía de mejoramiento continuo.**

Las responsabilidades del coordinador o encargado ambiental van más allá del cumplimiento legal, y se centran en mejorar el desempeño am-

biental de la operación. Para ello, los equipos técnicos de la empresa se involucran activamente, ya que son quienes mejor conocen los procesos y podrán identificar e implementar las acciones de mejora. **Los directivos también tienen un rol activo, asignando los recursos humanos, técnicos y financieros para la implementación de las acciones.**

El enfoque proactivo permite obtener una mejor relación costo-beneficio frente al reactivo, toda vez que en este caso la gestión ambiental no es un gasto, sino que puede ser una inversión recuperable gracias a los ahorros obtenidos al mejorar la eficiencia del proceso productivo y los ingresos adicionales derivados del aumento de la productividad.

La Tabla 4 sintetiza las principales características de un enfoque proactivo.

Enfoque estratégico

Más recientemente, el mercado cambió sus patrones de consumo incorporando criterios ambientales y sociales en sus decisiones de compra. Así mismo, diversos grupos de interés han manifestado de forma más abierta su deseo por conocer las políticas, prácticas y desempeño ambiental de las empresas.

Las certificaciones ambientales y de sostenibilidad son una herramienta voluntaria útil para evaluar los procesos productivos frente a estándares y construir confianza con los clientes, consumidores, gobiernos, ONG y comunidades, como se describió en la sección 1.4.1.

Una gestión ambiental con enfoque estratégico busca alinearse con los nuevos requerimientos del mercado y de la sociedad, para

posicionar a la empresa con sus diferentes grupos de interés. Conocer a mayor profundidad dichos grupos, sus expectativas, necesidades o los posibles impactos de la operación sobre ellos, permite identificar objetivos de mejoramiento ambiental alineados con esas expectativas o necesidades, y construir metas y planes de acción cuyo cumplimiento se traducirá en beneficios tangibles e intangibles para la organización.

Así, **la gestión ambiental se entiende no solo como un aspecto de la dimensión operativa del proceso productivo, sino como un elemento clave en la estrategia misma del negocio.**

Su punto de partida es una política y un compromiso explícito en el más alto nivel de dirección en la empresa, sumado a un modelo organizacional que promueve y facilita la incorporación de consideraciones ambientales en las decisiones y actividades de las áreas técnicas, operativas y administrativas.

La responsabilidad por los asuntos ambientales es asumida en todas las áreas de la empresa, y las acciones se enmarcan en un sistema integral de gestión alineado con su política ambiental.

Además de incorporar un adecuado seguimiento al cumplimiento normativo, la adopción de prácticas ecoeficientes y la medición, monitoreo y mejoramiento de indicadores, los programas ambientales bajo un enfoque estratégico incluyen acciones orientadas a:

- Diferenciar y posicionar a la empresa en el mercado por su compromiso y desempeño ambiental.

- Satisfacer las expectativas y necesidades en sostenibilidad ambiental de sus clientes, comunidades vecinas y otros grupos de interés.
- Generar un impacto positivo en el entorno natural del proyecto.

Este enfoque permite lograr una mejor relación costo-beneficio. Además de obtener réditos derivados de la reducción de los costos de producción al mejorar la eficiencia y aumentar la productividad, **impacta positivamente el posicionamiento y reconocimiento de la empresa, facilitando su acceso a mercados más exigentes y aumentando la valoración del producto por parte de los consumidores.**

La Tabla 5 resume las principales características de un enfoque estratégico.

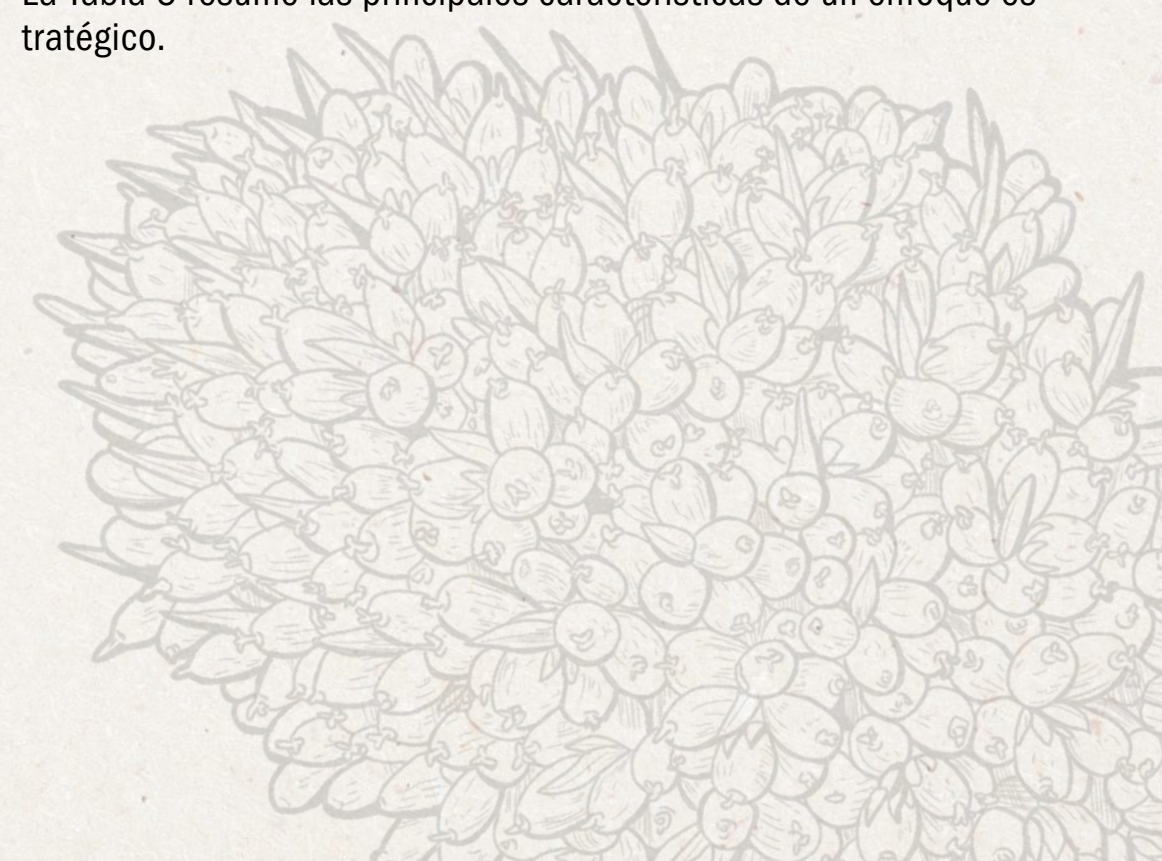











Tabla 3. Características del enfoque reactivo de gestión ambiental en una empresa palmera












¿Quiénes se encargan/involucran en la gestión ambiental?	¿Qué acciones ambientales implementan?	¿Qué valor generan sus acciones?
<ul style="list-style-type: none">  Una persona (en ocasiones con dedicación parcial).  Responsabilidad limitada a trámites y permisos con la autoridad ambiental y acciones de cumplimiento normativo. 	<ul style="list-style-type: none">  Cumplimiento de regulaciones ambientales.  Adopción de tecnologías de control de la contaminación.  Atención prioritaria a contingencias ambientales.  Poca sistematización de la información ambiental; énfasis en expediente de cumplimiento legal. 	<ul style="list-style-type: none">  Menor riesgo por incumplimiento legal.  Ahorro de posibles multas, sanciones o cierres temporales o definitivos.  Posicionamiento ante la autoridad ambiental, comunidad vecina y clientes, por adecuado cumplimiento legal.

EJEMPLOS

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Trámite de permisos ambientales (concesión de aguas superficiales o subterráneas, permiso de emisiones y de vertimientos). • Respeto y mantenimiento de nacimientos de agua y rondas hídricas. | <ul style="list-style-type: none"> • Manejo seguro de agroquímicos. • Formulación e implementación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos. • Instalación de sistemas de control de emisiones y de STAR en plantas de beneficio. |
|---|---|

Fuente: elaboración propia a partir de ECS Colsultores (2017b)


Tabla 4. Características del enfoque proactivo de gestión ambiental en una empresa palmera












¿Quiénes se encargan/involucran en la gestión ambiental?	¿Qué acciones ambientales implementan?	¿Qué valor generan sus acciones?
<ul style="list-style-type: none">  Una persona o un equipo responsable de la gestión ambiental.  Involucramiento de los equipos técnicos del cultivo y planta de beneficio en iniciativas de ecoeficiencia y mejoramiento ambiental.  Involucramiento de directivos en asignación de recursos humanos, técnicos y financieros. 	<ul style="list-style-type: none">  Estrategias y adopción de tecnologías de prevención de la contaminación.  Programas de ahorro y uso eficiente de recursos naturales.  Medición, monitoreo y mejoramiento de indicadores de ecoeficiencia y desempeño ambiental, bajo filosofía de mejoramiento continuo.  Análisis costo-beneficio de alternativas de mejoramiento ambiental. 	<ul style="list-style-type: none">  Ahorro en costos de producción por uso eficiente de materias primas, recursos naturales e insumos.  Ingresos adicionales por venta o aprovechamiento de biomasa o residuos.  Posicionamiento ante autoridades, comunidades vecinas, ONG, clientes y público en general, por un adecuado desempeño ambiental.  Mejora de la productividad en cultivos y plantas de beneficio.

EJEMPLOS

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Programas de ahorro y uso eficiente de agua y energía. • Iniciativas de cero vertimientos o reúso de aguas residuales tratadas en plantas de beneficio. • Proyectos de aprovechamiento de biomasa (fabricación de compost o empleo de efluentes para fertirrigación) como sustituto de fertilizantes químicos. | <ul style="list-style-type: none"> • Estrategias de control biológico de plagas y enfermedades para reducir la utilización de pesticidas. • Programas de eficiencia energética y cogeneración en plantas de beneficio. • Control de procesos y optimización de la combustión en las calderas, reducción de emisiones de material particulado. |
|--|--|

Fuente: elaboración propia a partir de ECS Colsultores (2017b)

 **Tabla 5.** Características del enfoque estratégico de gestión ambiental en una empresa palmera

¿Quiénes se encargan/involucran en la gestión ambiental?	¿Qué acciones ambientales implementan?	¿Qué valor generan sus acciones?
<p> Además del equipo responsable de la gestión ambiental, participan las áreas técnicas, de adquisiciones, financiera, mercadeo y ventas, y los directivos de la empresa.</p> <p> El alcance de la gestión ambiental abarca el cumplimiento legal, mejorar el desempeño ambiental y conocer y satisfacer las necesidades de los grupos de interés en sostenibilidad ambiental.</p>	<p> Sistemas integrales de gestión en sostenibilidad, con involucramiento de cargos directivos, gerenciales técnicos y administrativos.</p> <p> Planes de mejoramiento ambiental para responder a las necesidades y expectativas de los diferentes grupos de interés.</p> <p> Cumplimiento de estándares internacionales ambientales o de sostenibilidad.</p> <p> Estrategias de sostenibilidad compartidas con proveedores y clientes a lo largo de la cadena de valor.</p> <p> Reporte periódico de su política, estrategia, objetivos, metas, resultados y avances de sostenibilidad ambiental a sus partes interesadas (por ejemplo, informes de sostenibilidad).</p>	<p> Visibilidad, posicionamiento y mejor relacionamiento con clientes, autoridades, comunidades vecinas y otros grupos de interés, por sus logros en sostenibilidad ambiental.</p> <p> Resultados financieros y positivos basados en prácticas y programas de sostenibilidad.</p> <p> Diferenciación en el mercado por su estrategia ambiental y acceso a nichos especializados.</p> <p> Redefinición y expansión de mercados a partir de estrategias innovadoras en sostenibilidad.</p>

EJEMPLOS

- Equipo ambiental conformado por un grupo de trabajo multidisciplinario, orientado al cumplimiento de una política estratégica.
- Identificación de potenciales riesgos e impactos ambientales con la participación de comunidades vecinas y otros grupos de interés; construcción de planes de mejoramiento para prevenirlos o mitigarlos, con objetos y metas concretas y sistema de seguimiento y monitoreo para verificar su eficacia.
- Cumplimiento de requerimientos de sostenibilidad ambiental de estándares como RSPO, ISCC o Rainforest Alliance, o de políticas empresariales de sostenibilidad como la de NDPE.
- Identificación, manejo y monitoreo de áreas de conservación dentro del predio.
- Incorporación de vegetación natural en el sistema productivo, que sea favorable a la biodiversidad y provea servicios ecosistémicos al cultivo.
- Proyectos orientados a la reducción de la huella de carbono o a la huella hídrica de la operación.
- Programa de compras responsables, que considera aspectos ambientales de los proveedores de bienes y servicios.
- Estrategia de mercadeo y ventas sustentada en la política, compromisos y resultados ambientales de la empresa.

2

Contexto sobre la agroindustria de la palma de aceite y su potencial ambiental

Este capítulo presenta algunos elementos de contexto sobre la agroindustria de la palma de aceite, relevantes para entender su importancia como alternativa de desarrollo rural en países tropicales, y su rol primordial para alimentar a la creciente población mundial. Muestra también el potencial ambiental de la palma de aceite frente a otros cultivos oleaginosos, y explica en mayor detalle algunas características del sector palmero colombiano que elevan aún más su perfil.

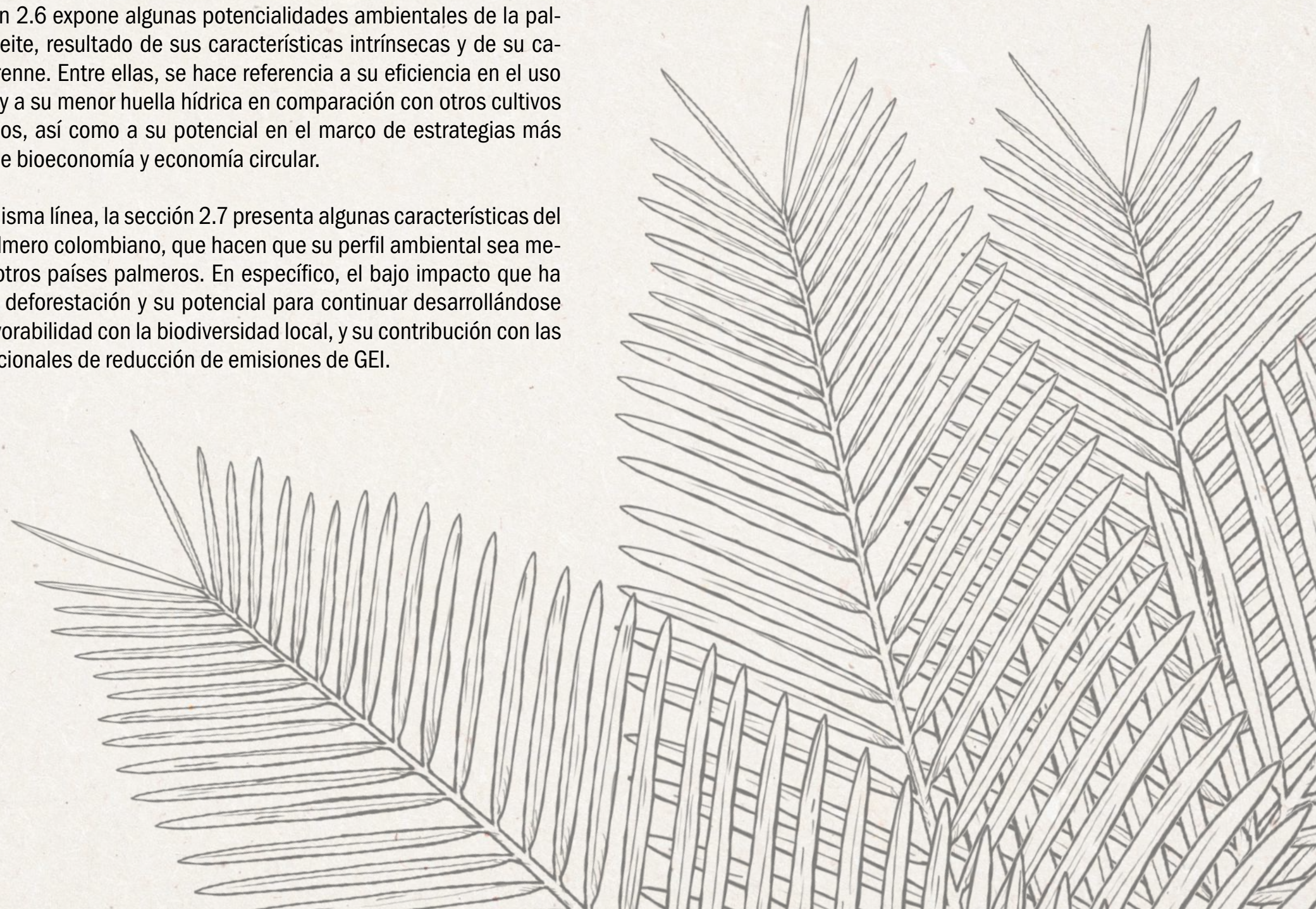
La sección 2.1 introduce la palma de aceite describiendo sus características botánicas, sus variedades de cultivo comercial y los principales productos obtenidos. En la sección 2.2 se presenta brevemente la historia del cultivo en el mundo y en Colombia. La sección 2.3 expone la diversidad de productos y usos que tiene, así como sus beneficios para la salud y la nutrición humana.

La sección 2.4 muestra algunas cifras relevantes sobre el aceite de palma. Describe su importancia creciente en el mercado mundial, así como el rol preponderante que Indonesia y Malasia han tenido en su producción global, y el efecto que esto ha tenido al asociar de forma generalizada el cultivo con impactos ambientales y sociales.

En la sección 2.5 se da una mirada más específica a la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. Se describen las cuatro zonas palmeras del país, la evolución de su área sembrada y producción en las últimas dos décadas, y también se analizan los principales destinos y usos del aceite de palma colombiano, cuya tendencia reciente ha sido el incremento de sus exportaciones principalmente al mercado europeo, el más exigente en requerimientos de sostenibilidad.

La sección 2.6 expone algunas potencialidades ambientales de la palma de aceite, resultado de sus características intrínsecas y de su carácter perenne. Entre ellas, se hace referencia a su eficiencia en el uso del suelo y a su menor huella hídrica en comparación con otros cultivos oleaginosos, así como a su potencial en el marco de estrategias más amplias de bioeconomía y economía circular.

En esta misma línea, la sección 2.7 presenta algunas características del sector palmero colombiano, que hacen que su perfil ambiental sea mejor al de otros países palmeros. En específico, el bajo impacto que ha tenido en deforestación y su potencial para continuar desarrollándose así, su favorabilidad con la biodiversidad local, y su contribución con las metas nacionales de reducción de emisiones de GEI.



2.1 La palma de aceite

La palma de aceite se conoce botánicamente con el nombre de *Elaeis guineensis*, dado en 1763 por el biólogo neerlandés Nikolaus Joseph Edlen von Jacquin, a partir de las palabras griegas *elaoin*, que significa aceite, y *guineensis* que hace honor a la región de las costas del golfo de Guinea en África Occidental, de donde se considera originaria (Corley & Tinker, 2009).

Es una planta tropical propia de climas cálidos, angiosperma, monocotiledónea, perteneciente a la familia Arecaceae. Crece en tierras por debajo de los 500 m s.n.m. con una temperatura media máxima de 30 a 32° C; requiere altas precipitaciones, humedad y radiación solar adecuada (16-17 GJ/m² por día) para maximizar la capacidad fotosintética (Meijaard *et al.*, 2018).

Una de sus principales características es su carácter perenne (permanente), con un ciclo productivo promedio de 25-30 años, produciendo frutos durante todo el año (Barcelos *et al.*, 2015). La palma de aceite es la oleaginosa más productiva del planeta: una hectárea produce entre seis y 10 veces más aceite en comparación con otros cultivos como la soya, el girasol y la colza (Barcelos *et al.*, 2015; Rival & Levang, 2014).

De su fruto se extraen dos tipos de aceite vegetal: el de palma crudo (APC) y el de palmiste (o aceite de almendra de palma). Estos tienen diferentes perfiles de ácidos grasos, lo que aumenta su versatilidad en varias aplicaciones industriales (Barcelos *et al.*, 2015), como se explicará en mayor detalle en la sección 2.3.

La **variedad híbrida OxG** inició sus desarrollos a principios de la década de los sesenta, cuando el Instituto Francés de Cooperación Internacional

en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD, por su sigla en francés) realizó algunos cruzamientos, usando como parentales femeninos unas palmas de *Elaeis oleifera* de la región del Sinú en Colombia, y como fuente de polen a la población *Elaeis guineensis* (Genty & Ujueta, 2013). Este ensayo científico surgió con el fin de encontrar un material resistente a la enfermedad denominada Pudrición del cogollo (PC).

Además de ser más resistente a la PC y a otras plagas y enfermedades, el híbrido OxG presenta una menor tasa de crecimiento del tallo o estípote, lo que facilita la recolección de racimos y aumenta la vida útil del cultivo. A esto se suma que su morfofisiología se adapta mejor al con-

tinente americano. Sus hojas son más largas, lo que lleva a una menor densidad de siembra, y más del 70 % de sus frutos carecen de semillas (son partenocárpicas) por lo que tienen hasta el 98 % de pulpa. Su aceite tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente ácido oleico, lo que le confiere propiedades cardioprotectoras (Mondragón & Pinilla, 2015).

En la Figura 33 se observan algunas diferencias morfológicas entre las especies *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* y el híbrido OxG. En la Tabla 6 se resumen las principales características de la palma de aceite y la híbrida, que son las que se cultivan comercialmente en Colombia.

Tabla 6. Características de las variedades *Elaeis guineensis* e híbrido OxG

Características	<i>Elaeis guineensis</i>	<i>E. oleifera</i> x <i>E. guineensis</i>
Clima	Tropical (< 500 m s.n.m.)	
Tipo de cultivo	Perenne	
Tiempo de producción	25-30 años	35-40 años
Tiempo de desarrollo	36 meses	30-36 meses
Crecimiento del tronco o estípote (altura)	35-75 cm/año	17-22 cm/año
Densidad de siembra (palmas/ha)	143	126
Contenido de ácido oleico (%)	36-44	50-57
Polinización	Natural	Asistida

Fuente: elaboración propia a partir de varias publicaciones de Fedepalma y otros autores



Figura 33. Especies de palmas de aceite y sus diferencias morfológicas



2.2 Breve historia del cultivo de la palma de aceite

La palma de aceite ha sido utilizada ampliamente como cultivo alimenticio por más de cinco mil años. Su comercialización en el mercado internacional creció de manera importante durante la revolución industrial y la expansión del comercio bajo el imperio británico (mediados del siglo XVIII e inicios del XIX), dado su uso como materia prima para la producción de velas y lubricantes para ferrocarriles. A principios del siglo XX aumentó la demanda de aceite de palma para la fabricación de jabones y grasas comestibles, lo que hizo necesario que se mejoraran las condiciones de aprovechamiento de las palmas silvestres y se incorporaran los medios necesarios para procesar su fruto (Corley & Tinker, 2009).

El cultivo se llevó a Asia en 1848, específicamente a la isla de Java en Indonesia. Luego, esto condujo al sistema de plantaciones, particularmente en Indonesia y Malasia, donde se establecieron en 1917 (Corley & Tinker, 2016). Creció de manera significativa a partir de la década de los sesenta, convirtiéndose en la actividad principal en los planes de desarrollo de países africanos como Camerún, Costa de Marfil y Benín. Entre 1961 y 1977, Malasia sembró más de 700 mil hectáreas, llegando a ser el principal exportador del mundo en 1966.

En las décadas de los ochenta y noventa se dio un crecimiento aún más acelerado, con más de cinco millones de hectáreas de palma de aceite sembradas en el Sudeste Asiático, principalmente en Indonesia (que pasó de menos de 300 mil hectáreas en 1980 a más de cuatro millones en el 2000) y Malasia (que de cerca de un millón de hectáreas en 1980 aumentó a más de tres millones en el 2000). Desde ese momento, dichos países dominan el mercado global, con una participación superior al 80 % de la producción mundial.

A Colombia, el cultivo llegó en 1932 inicialmente con fines ornamentales. En 1945, la United Fruit Company se interesó en la siembra, producción y comercialización de la palma de aceite, desarrollando su actividad inicialmente en la zona bananera del Departamento del Magdalena. **En 1958, el Instituto de Fomento Algodonero empezó un proyecto de diversificación de cultivos de algodón con palma de aceite,** identificando terrenos aptos para este cultivo en el Departamento de Santander, principalmente en el municipio de Puerto Wilches, donde se establecieron las primeras empresas: Agropecuaria Monterrey, Oleaginosas Las Brisas y Palmas Oleaginosas Bucarelia (Mujica, 2010).

Con el fin de organizar la representación y la interlocución de las primeras plantaciones, y con la visión de que los productores fuesen los protagonistas del desarrollo del sector, **en 1962 se constituyó la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma.** Casi treinta años después, **en 1991, inició sus actividades la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma,** cuyo objetivo inicial fue encontrar el agente causal de la PC, y que posteriormente se ha dedicado al desarrollo de investigaciones orientadas a mejorar la productividad y la sostenibilidad de la agroindustria en Colombia (Ospina & Ochoa, 1998).

La palmicultura ha seguido desarrollándose en nuestro país, llegando a ser el primer productor del continente americano y el cuarto mundial después de Indonesia, Malasia y Tailandia, y el cuarto mayor exportador luego de Indonesia, Malasia y Guatemala (Mielke & Mielke, 2020). En la sección 2.5 se presentan con mayor detalle algunas cifras y estadísticas relevantes de la agroindustria en Colombia.



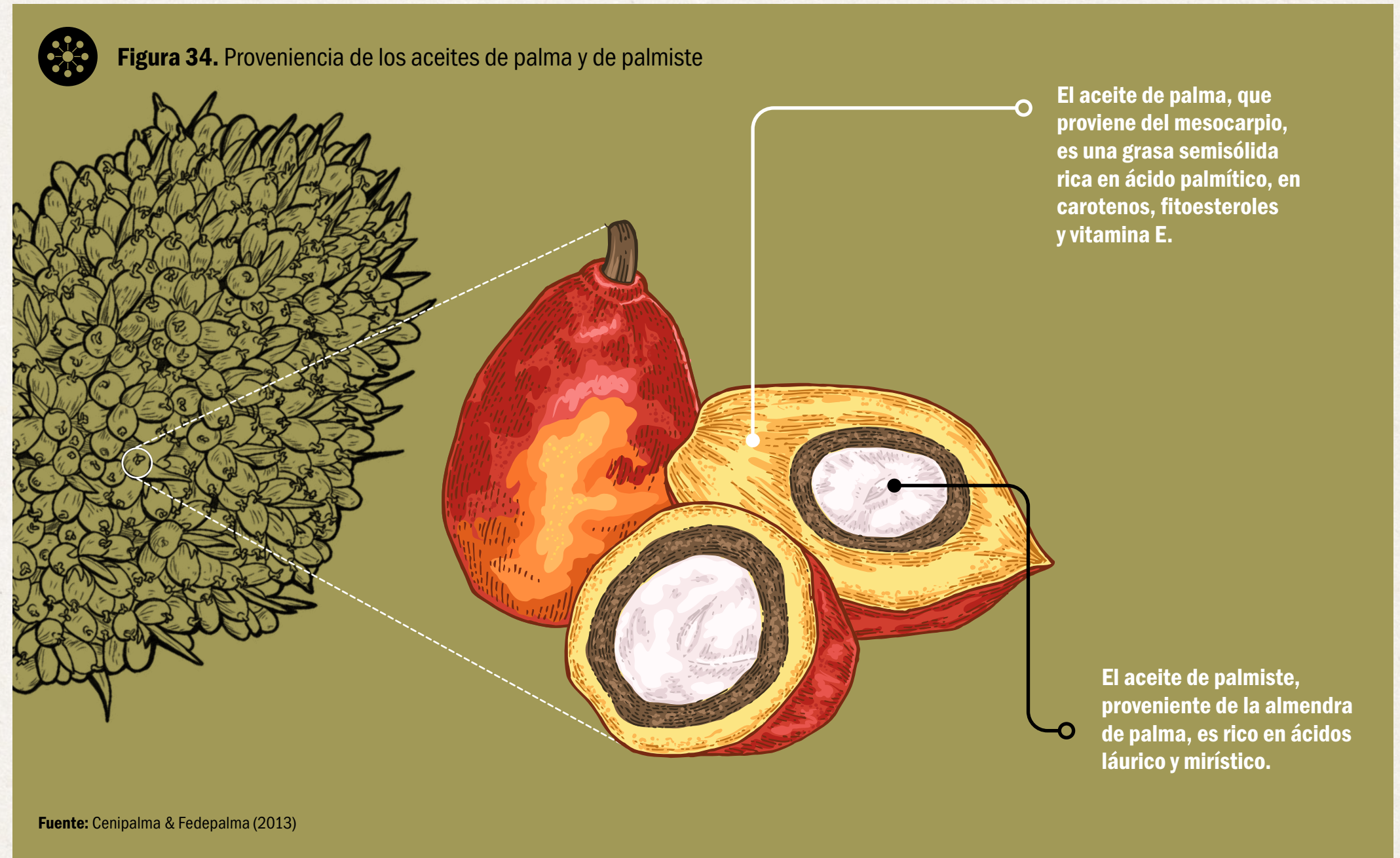
2.3 Principales productos y usos de la palma de aceite

Los aceites de palma y de palmiste están presentes en una gran variedad de productos que usamos en nuestra vida diaria, desde aceites y grasas vegetales comestibles, frituras, pastelería, confitería, chocolatería y helados, hasta jabones y detergentes, cosméticos, pinturas, velas, grasas, lubricantes industriales y biocombustibles, entre otros. Se estima que uno de cada dos productos que se encuentran en un supermercado contienen aceite de palma o de palmiste, o alguno de sus derivados o fracciones (Cenipalma, 2019).

En esta sección se describen las principales características de los aceites de palma y de palmiste, que los hacen tan versátiles y usados en Colombia y el mundo, así como sus propiedades nutricionales (Figura 34).

El **aceite de palma crudo (APC)**, que se extrae de la parte carnosa (mesocarpio) del fruto de la palma de aceite, es rico en ácido graso palmítico. Casi el 75 % de su producción mundial se destina a productos alimenticios, particularmente aceite de cocina y aceites y grasas procesadas como la margarina. Se divide en dos fracciones: líquida (oleína) y sólida (estearina), lo que permite que sea naturalmente libre de grasas trans⁸ en los usos sólidos de este producto. Así, puede sustituir los aceites parcialmente hidrogenados en la industria, siendo ideal para panadería y alimentos procesados (Cenipalma, 2019).

8. Las grasas trans se generan durante el proceso de hidrogenación, utilizado para convertir el aceite líquido en semisólido debido a su utilidad en el sector alimentario. Si bien todos los aceites se pueden hidrogenar e interesterificar para hacer una grasa a la medida de la necesidad, la estearina de palma tiene naturalmente propiedades de grasa semisólida haciendo innecesaria la hidrogenación. Por ello, los productos alimenticios que la contienen como ingrediente único o principal son esencialmente libres de grasas trans (Cenipalma & Fedepalma, 2013).



El APC también presenta alta estabilidad y resistencia a la rancidez oxidativa⁹, por lo que soporta temperaturas elevadas y es ideal para procesos de frituras tanto en el hogar como en restaurantes e industrias. Contiene 44 % de ácido palmítico y 40 % de oleico, gran cantidad de vitamina E (antioxidante) y una importante proporción de ácidos grasos saturados, especialmente palmíticos y esteáricos (Cenipalma, 2019).

El **aceite de palmiste**, que se extrae de la almendra del fruto de la palma de aceite, se mantiene en estado semisólido en climas templados y puede separarse en una fracción sólida (estearina de palmiste) y una líquida (oleína de palmiste). Es rico en ácidos grasos láuricos y se usa principalmente en jabones y para fines industriales, así como para alimentos procesados (Meijaard *et al.*, 2018).

El aceite de palmiste y sus fracciones se utilizan solos o en mezclas con otros aceites, en la fabricación de sustitutos de manteca de cacao y grasas para confitería, masas para galletas y cremas para rellenos, glaseado para tortas, helados, imitación de crema batida, margarinas de fusión rápida y de mesa, y muchos otros productos alimenticios (Pantzaris & Jaaffar, 2002; Cenipalma, 2019).

Adicionalmente, como resultado del prensado mecánico de la almendra de palma (palmiste) se obtiene la **torta de palmiste**, que se utiliza en la producción de alimentos concentrados para animales por ser una fuente importante de energía y proteínas.

En la Figura 35 se presentan las principales etapas y productos intermedios y finales de la cadena productiva de la agroindustria del aceite de palma.

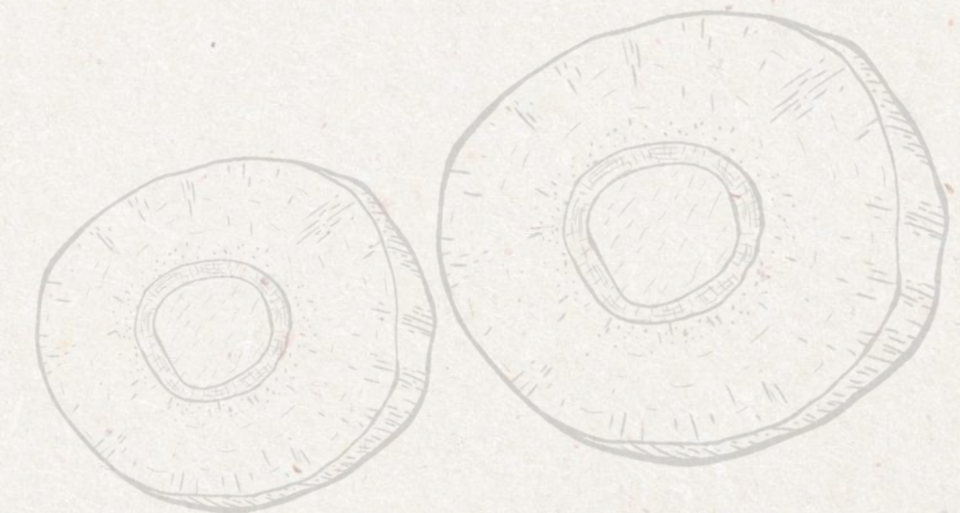
La amplia variedad de usos del aceite de palma se debe principalmente a su gran versatilidad y a las ventajas que ofrece especialmente para la industria alimenticia, dentro de las que se destacan:

- **Es naturalmente libre de colesterol y de grasas trans**, por lo que no afecta la salud cardiovascular (Odia *et al.*, 2015).
- **Es una de las principales fuentes de tocotrienoles** (un tipo de vitamina E), caracterizados por su alto poder antioxidante, por ser antiinflamatorios, cardioprotectores y neuroprotectores (Chandan *et al.*, 2007).
- Contiene 15 veces más **carotenoides** que la zanahoria (100 gramos de aceite de palma tienen entre 50 y 70 mg de carotenos), que actúan como provitamina A. Tras ser consumidos se convierten en esta vitamina, indispensable en todas las edades por sus beneficios para la salud visual, el sistema inmune y la piel (Andreu-Sevilla *et al.*, 2009).

Por su parte, **el aceite de palma alto oleico obtenido del híbrido OxG, se ha convertido en los últimos años en una alternativa para una alimentación saludable**, gracias a sus efectos positivos sobre la salud humana por su alto contenido de ácido oleico, tocotrienoles y fitonutrientes. También se ha postulado como cardioprotector

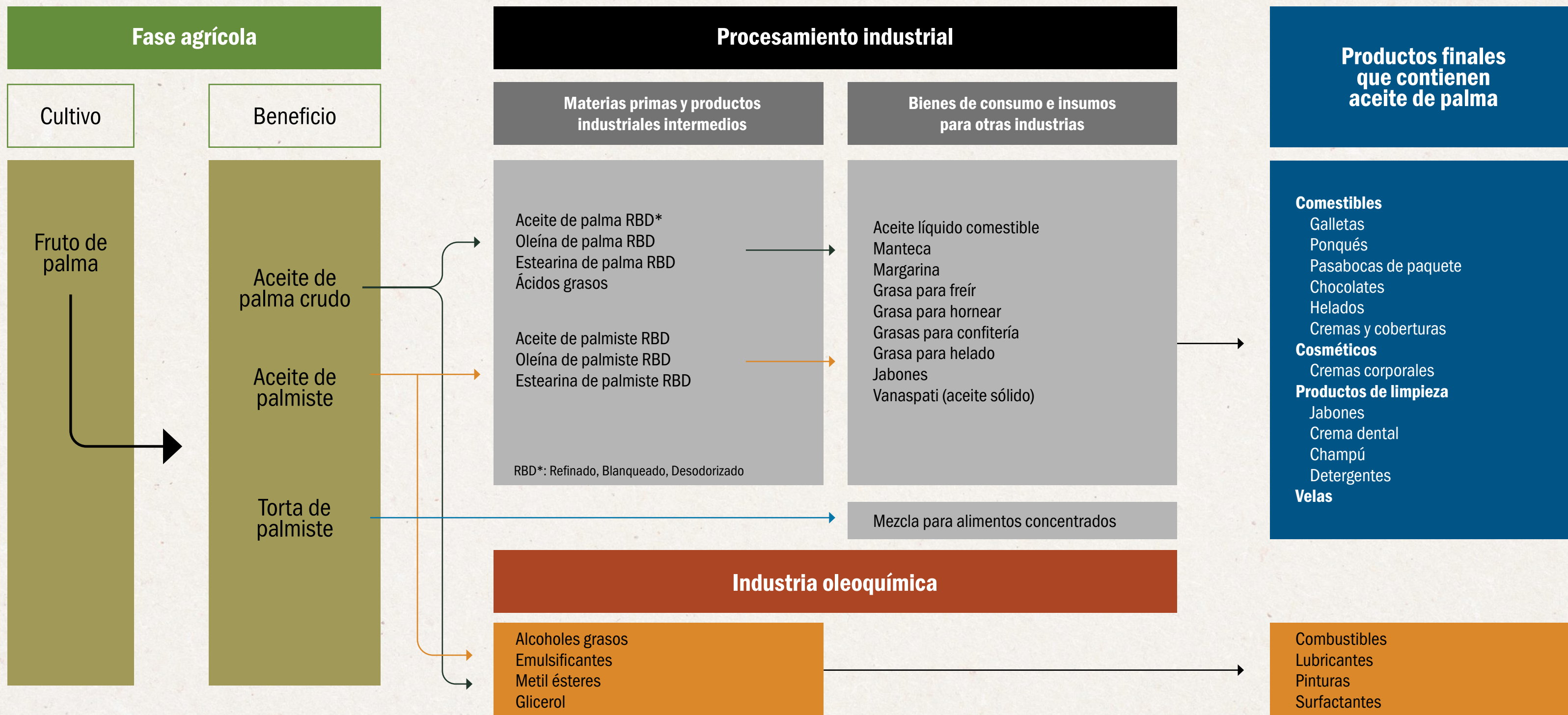
debido a sus efectos sobre el perfil lipídico, antioxidante y antiinflamatorio. Se caracteriza por una alta resistencia a los procesos oxidativos, convirtiéndose en una opción ideal para el uso diario en la alimentación (Mondragón & Pinilla, 2015).

Entre las principales diferencias frente al APC tradicional, el alto oleico presenta 67 % de ácidos grasos insaturados y 33 % de saturados, y mayor cantidad de carotenos y tocotrienoles (Cenipalma & Fedepalma, 2013).



⁹ La rancidez de una grasa, aceite o alimento se define como la alteración de las características sensoriales cuando los ácidos grasos se oxidan por acción de factores externos. Los factores que la favorecen son, entre otros: presencia de oxígeno atmosférico o metales como cobre y hierro, grado de insaturación de los ácidos grasos, luz, temperatura mayor a 70 °C, o ausencia de antioxidantes (Delgado, 2004).

Figura 35. Etapas y productos de la cadena productiva de la palma de aceite



Fuente: elaboración propia a partir de Cenipalma y Fedepalma (2013), Cenipalma (2019) y otras publicaciones

2.4 El aceite de palma en el mundo

El aceite de palma es el aceite vegetal de mayor consumo y el más transado en el mercado global. Debido a su versatilidad y menor costo, su participación en el mercado mundial de aceites y grasas ha crecido significativamente en las últimas tres décadas, pasando de 15 % en 1990 a 36 % en 2019 (Figura 36).

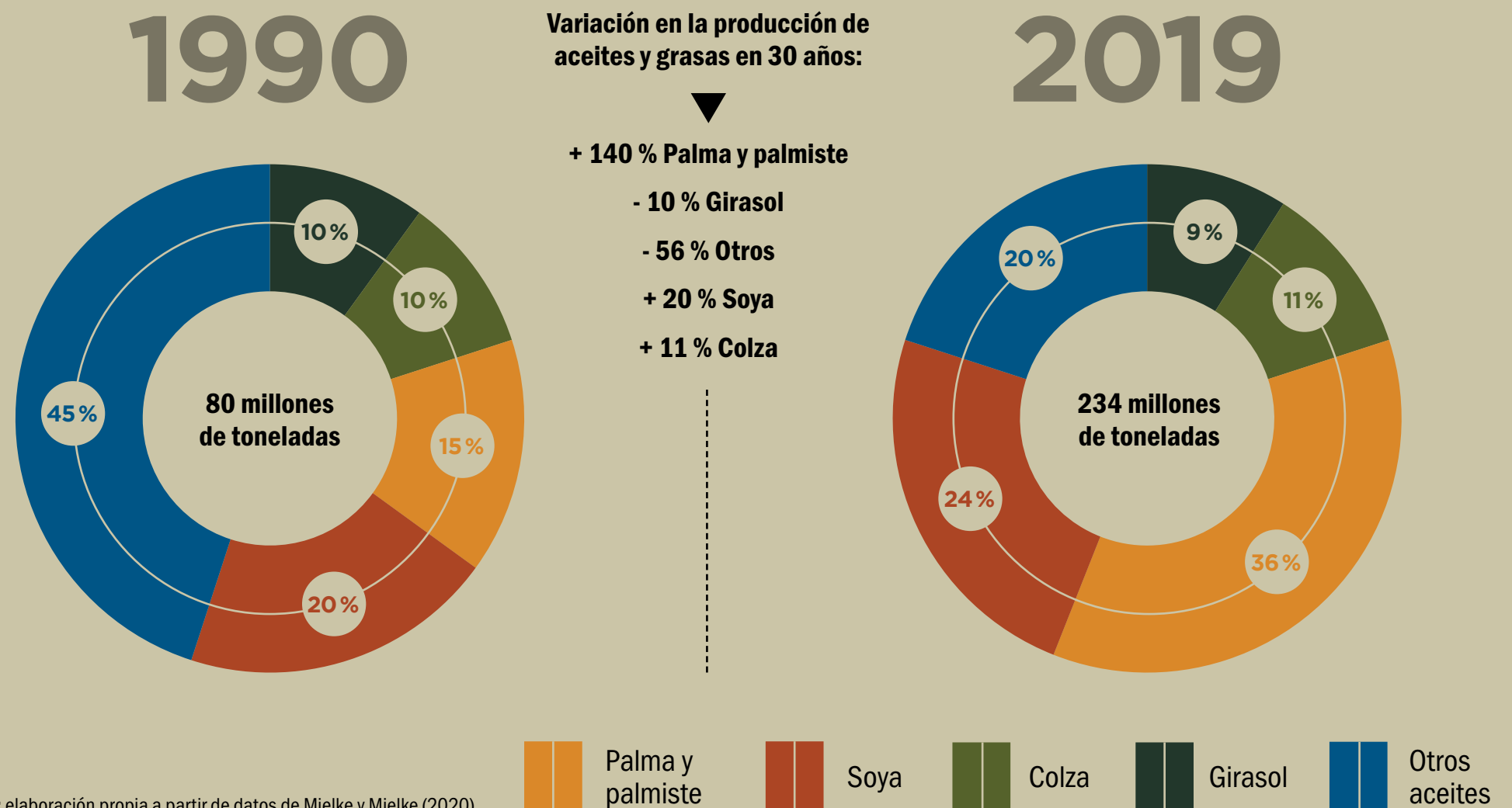
Por otra parte, **la palma de aceite es el cultivo oleaginoso más productivo**, ya que al año se pueden obtener 3,7 toneladas de aceite de palma y de palmiste en una hectárea sembrada, en tanto que los rendimientos de la colza y la soya son apenas de 0,7 y 0,5 toneladas por ha/año. Es así como en 2019 la palma de aceite aportó a nivel mundial el 36 % del volumen de aceites vegetales en 8 % del área en producción, mientras que la soya aportó el 24% del volumen en 43 % del área, la colza el 11 % del volumen en 12% del área y los cultivos de girasol el 9 % del volumen en 9 % del área¹⁰ (Figura 37).

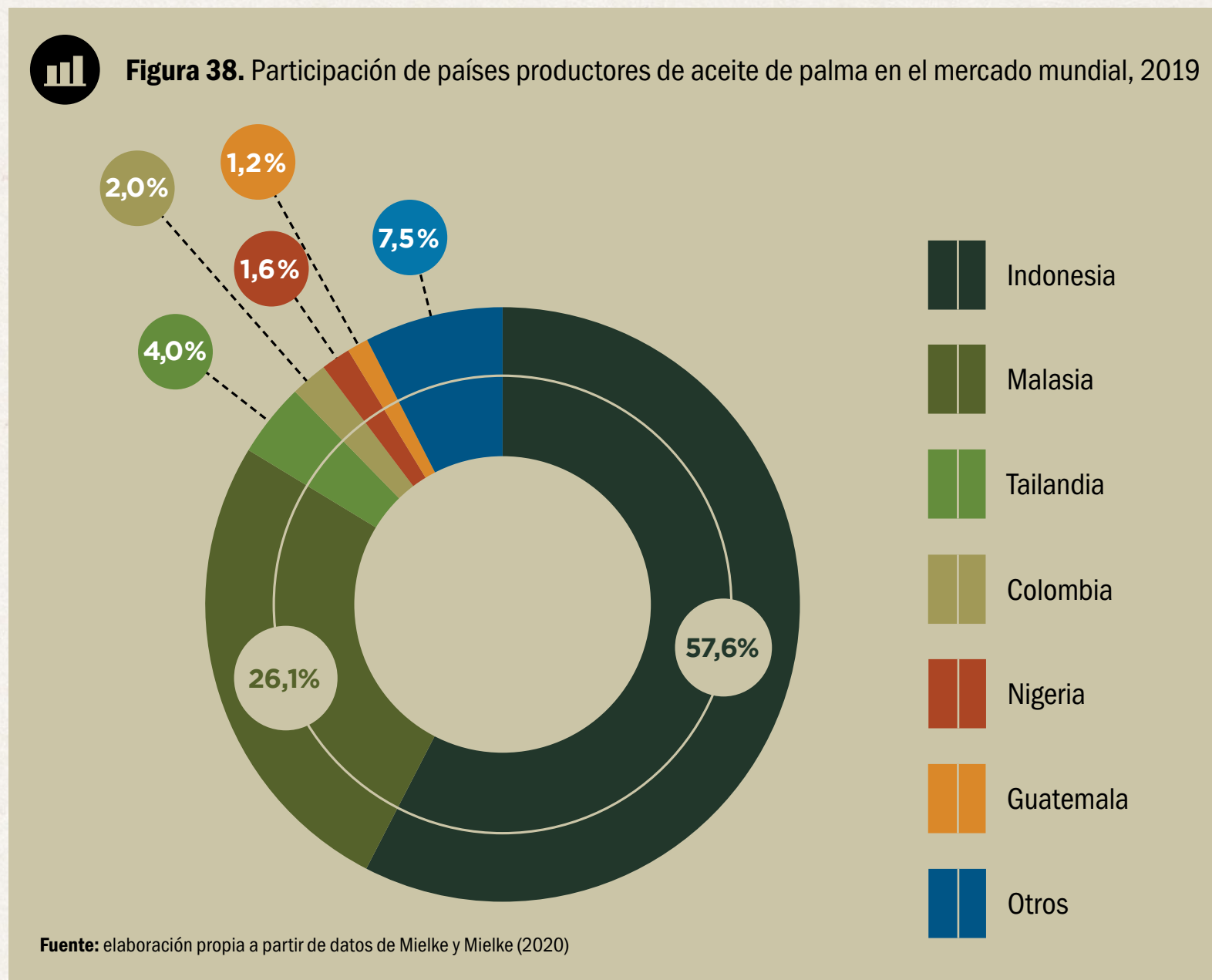
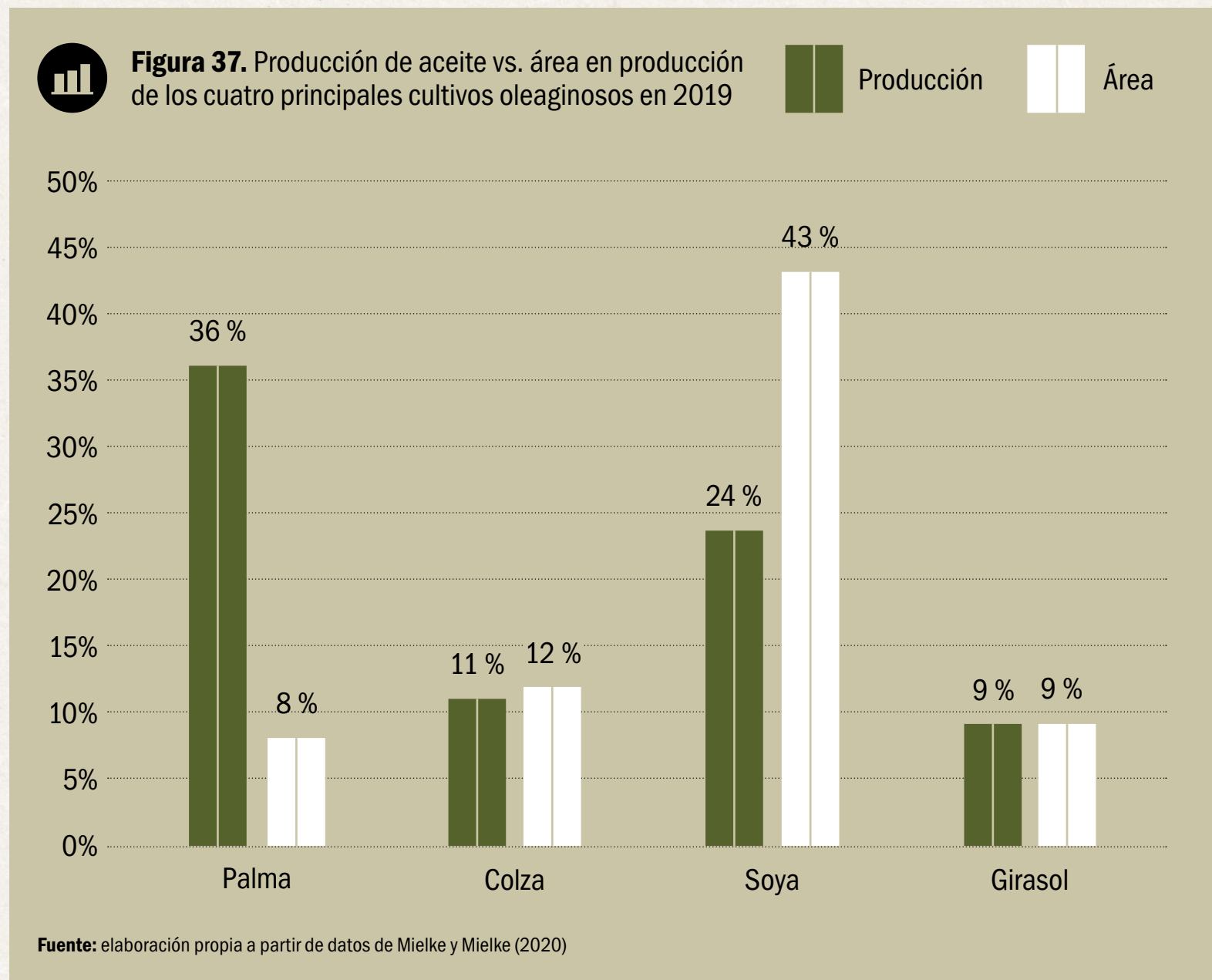
El mercado mundial de aceite de palma está dominado por Indonesia y Malasia, que concentran casi el 84 % de la producción global (Figura 38). Por el tamaño y la escala de sus operaciones de cultivo y transformación primaria, **son los principales referentes de esta agroindustria a nivel internacional en términos de investigación y tecnología.** Sin embargo, **también han sido el foco de**

10. En 2019, había 126 millones de hectáreas productivas de soya, 33,6 millones de hectáreas de colza en el mundo, y únicamente 22,8 millones de hectáreas con palma de aceite en producción (Mielke & Mielke, 2020).



Figura 36. Participación del aceite de palma en el mercado mundial de aceites y grasas vegetales, 1990-2019





atención mundial por los impactos ambientales y sociales que resultaron del rápido crecimiento del cultivo en esos dos países.

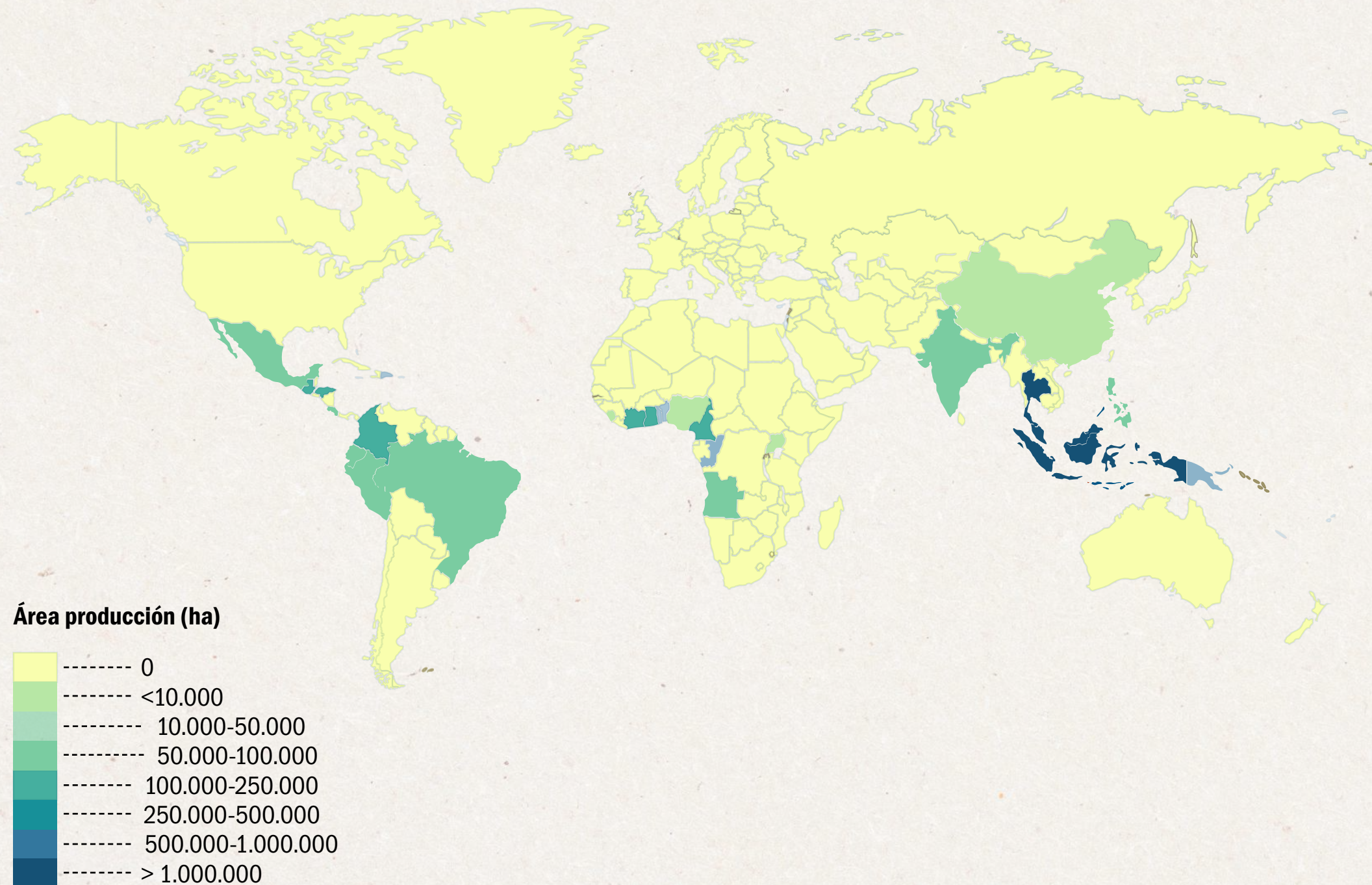
Si bien gran parte de la producción se concentra en Indonesia y Malasia, **en el mundo hay más de 20 países productores ubicados en la franja tropical a lo largo de tres continentes** (Asia, África y América), como se observa en la Figura 39.

En el contexto latinoamericano, Colombia es el principal productor con un 31,6 % de la producción total del continente, seguido por Guatemala, Ecuador y Honduras (Figura 40).

Por otra parte, **Colombia es un referente para la región** no solo por ser el principal productor, sino por tener la institucionalidad palmera más consolidada del continente: un gremio con más de

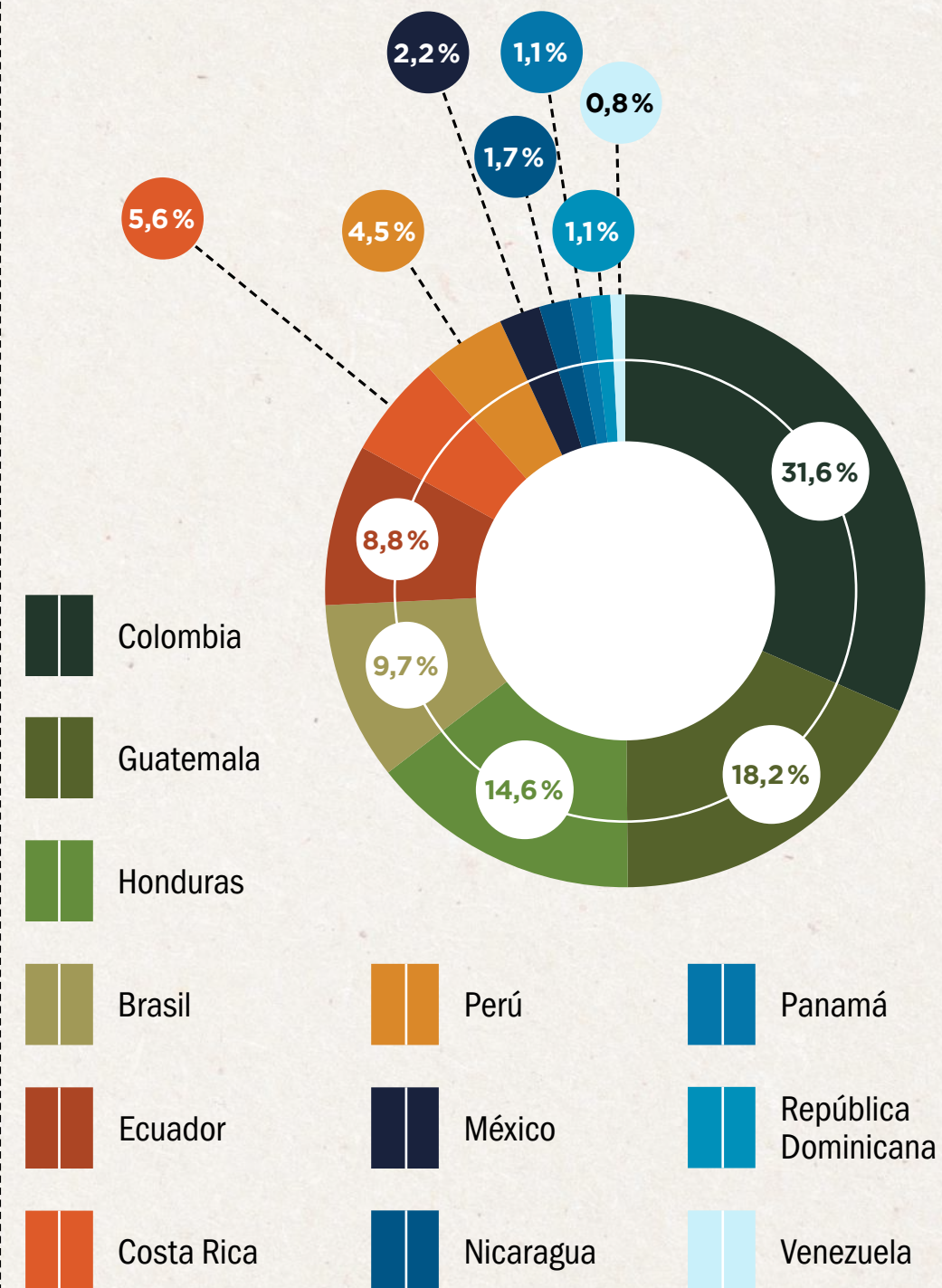
55 años de labores (Fedepalma), un importante centro de investigación en palma de aceite (Cenipalma) con cuatro campos experimentales, y el más completo centro de información y documentación (CID Palmero) sobre esta actividad en América. Por otra parte, Fedepalma realiza cada tres años la conferencia académica y técnica más relevante del hemisferio, con más de 1.500 participantes en promedio.

Figura 39. Ubicación de los países productores de aceite de palma



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Mielke y Mielke (2020)

Figura 40. Participación de los países productores de aceite de palma en Latinoamérica en 2019



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Mielke y Mielke (2020)

2.5 La agroindustria del aceite de palma en Colombia

La agroindustria del aceite de palma en Colombia es un sector dinámico, cuyo valor estimado de la producción en 2019 fue de 3,2 billones de pesos, alcanzando una participación de 8,1 % en el PIB agrícola nacional. Además, **contribuye al desarrollo regional en el campo con la generación de más de 175.000 puestos de trabajo** entre directos e indirectos, que benefician a miles de familias en el país (Fedepalma, 2019a).

Para finales de 2020, Colombia contaba con **590.189 ha sembradas con palma de aceite**, de las cuales 478.045 ha (81,0 %) se encontraban en producción y 112.144 ha (19,0 %) en desarrollo (Fedepalma, 2021), como se presenta en la Figura 41. El área sembrada tuvo un aumento moderado y relativamente estable hasta el 2000, cuando se alcanzaron 158.020 ha. En el periodo 2001-2011 se presentó la mayor tasa de crecimiento, con un promedio de 9 % anual; entre 2012 y 2019 fue menor, con un 4,1 % anual.

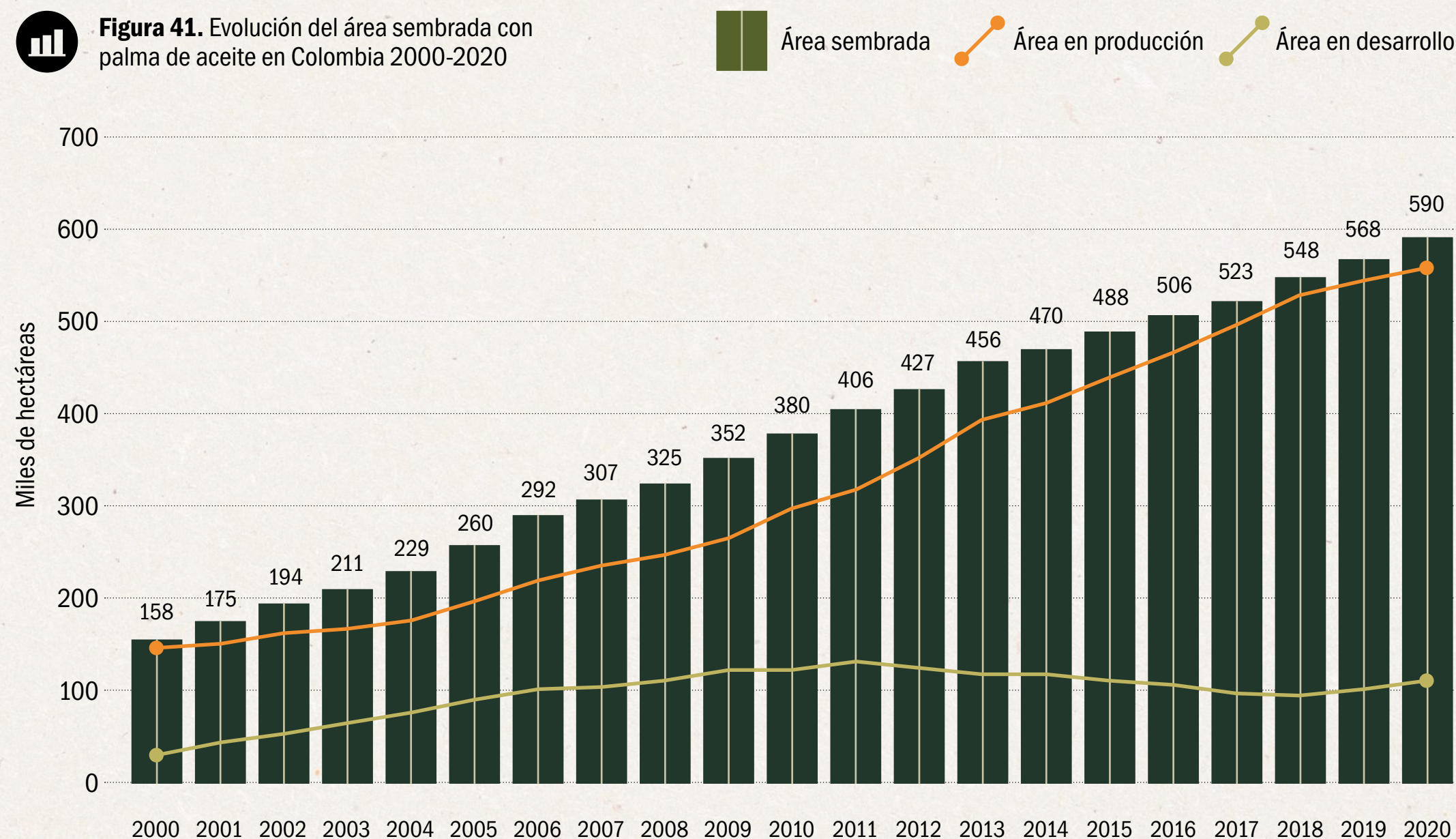
Los cultivos de palma de aceite en Colombia **se distribuyen en cuatro zonas palmeras**, que han sido delimitadas por Fedepalma (Figura 42).

La mayor área sembrada se encuentra en la **Zona Oriental** con 274.596 ha (equivalente al 46,5 % del total nacional a finales de 2020), seguida por la Central con 180.928 ha (30,7 %), la Norte con 111.781 ha (18,9 %) y la Suroccidental con 22.883 ha (3,9 %) (Fedepalma, 2021). **En ocho departamentos se concentra el 95 % del área sembrada** con palma de aceite en el país: Meta, Santander, Cesar, Casanare, Magdalena, Bolívar, Norte de Santander y Nariño (Figura 43).

Colombia cuenta con **alrededor de 6.000 palmicultores**, de los cuales el 85 % se consideran de pequeña escala (con un área sembrada entre

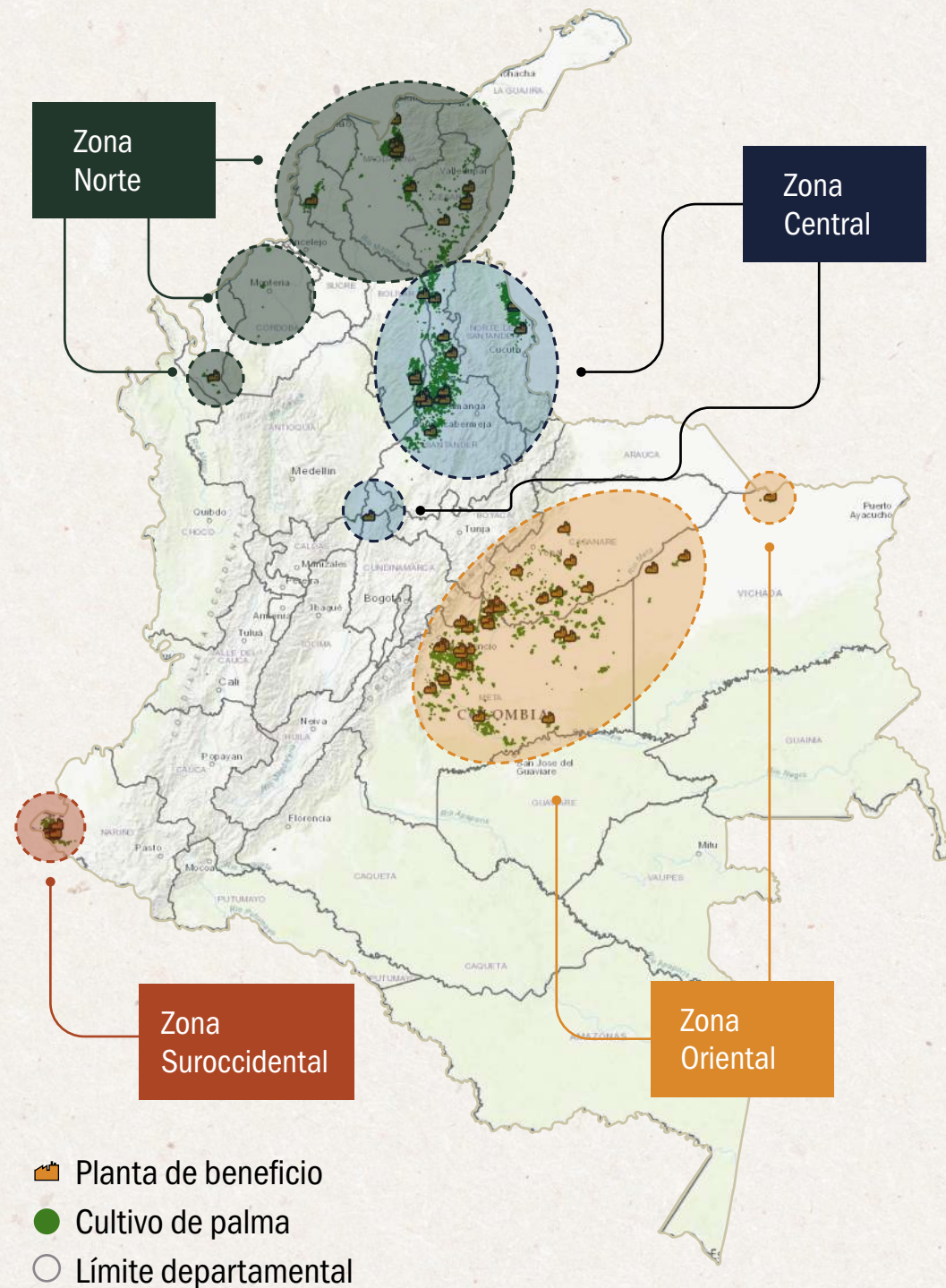


Figura 41. Evolución del área sembrada con palma de aceite en Colombia 2000-2020



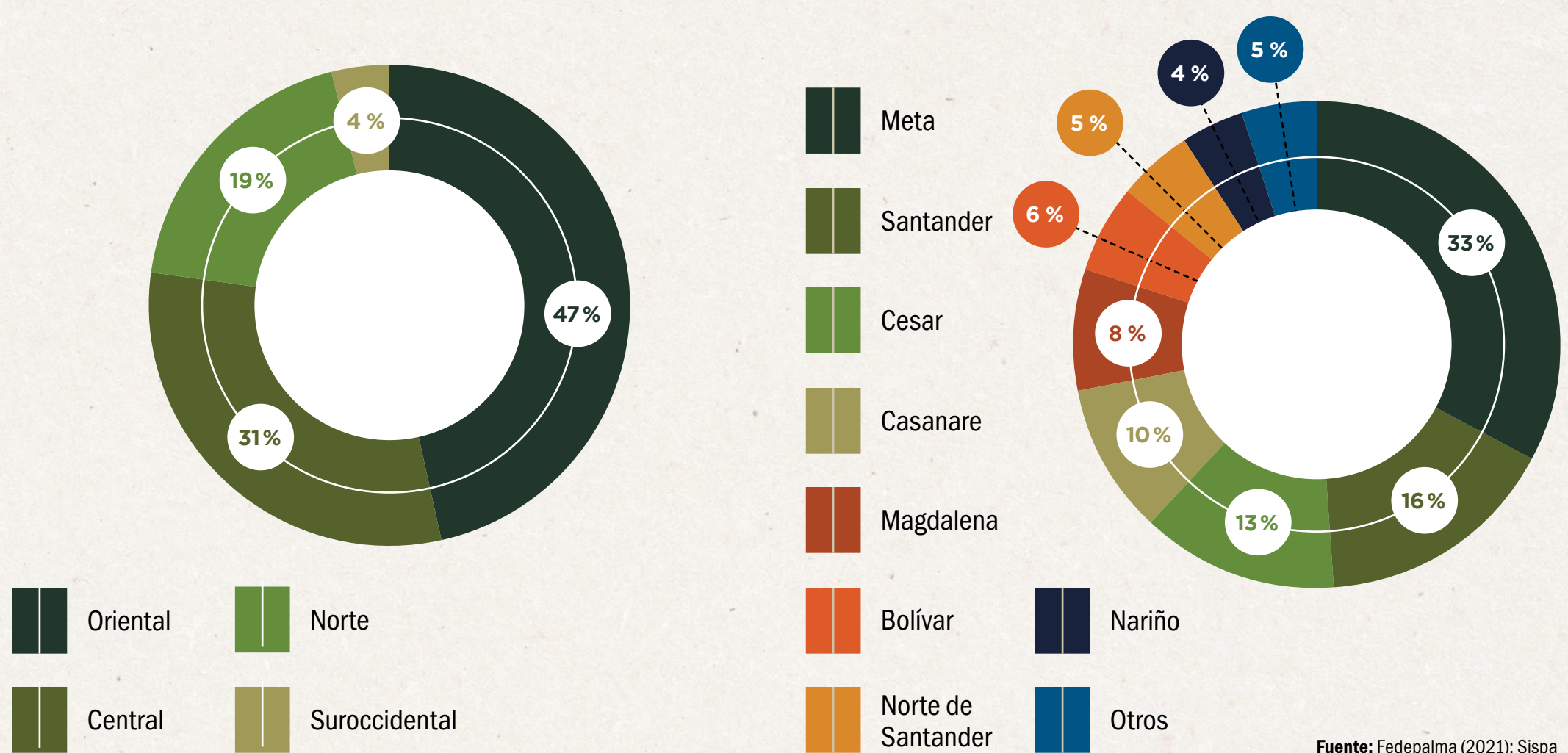
Fuente: Fedepalma (2021); Sispa

Figura 42. Ubicación de zonas palmeras y cultivos de palma de aceite en Colombia



Fuente: elaboración propia a partir de Sispa

Figura 43. Distribución de los cultivos de palma de aceite por zona palmera y por departamento en 2020



Fuente: Fedepalma (2021); Sispa

1 y 50 ha), 12 % son medianos productores (entre 50 y 500 ha) y 3 % son grandes (con más de 500 ha). Más del 70 % del área sembrada corresponde a los pequeños y medianos palmicultores, y un 85 % de ellos hacen parte de esquemas asociativos de producción o de negocios inclusivos con las plantas de beneficio a las que le proveen fruto (Fedepalma, 2019b).

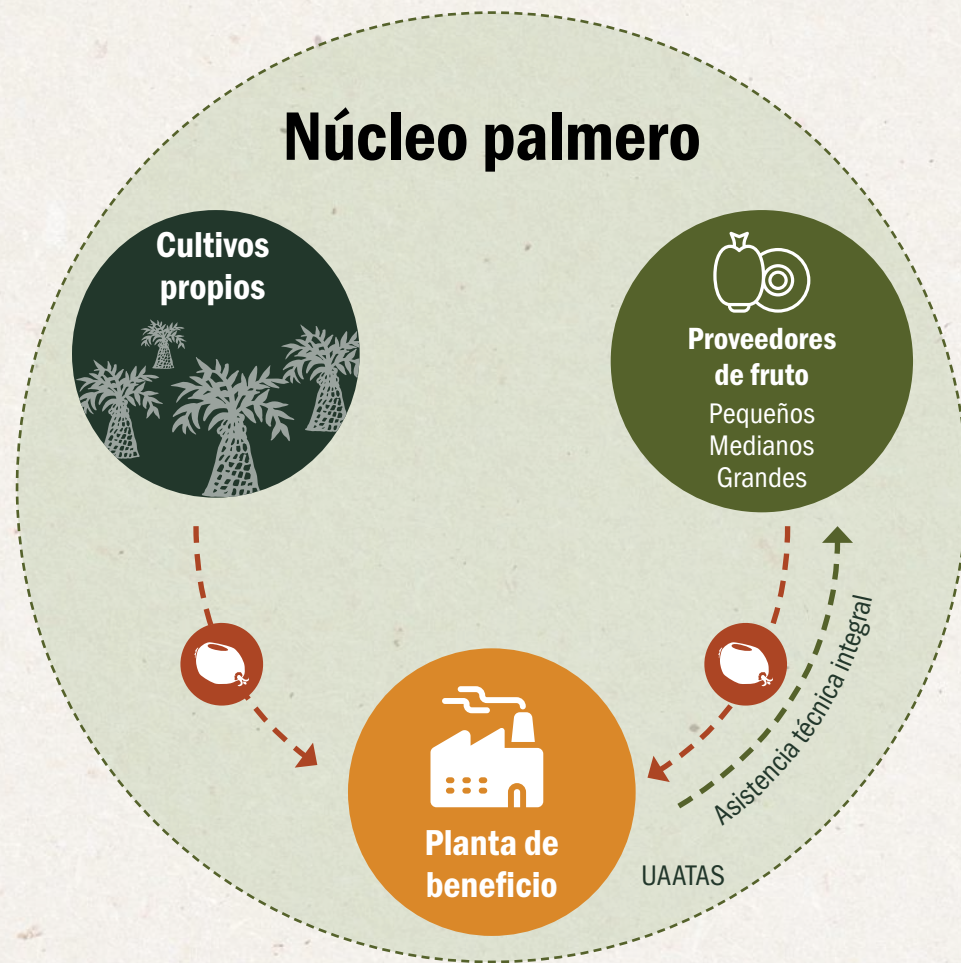
Por otra parte, **para finales de 2020 estaban en funcionamiento 70 plantas de beneficio primario**, distribuidas en las cuatro zonas palme-

ras así: 32 en la Zona Oriental (46 %), 19 en la Central (27 %), 14 en la Norte (20 %) y cinco en la Suroccidental (7 %) (Fedepalma, 2021).

La planta de beneficio, sus cultivos propios y su base de proveedores de fruto conforman un núcleo palmero. Este concepto ha sido promovido por Fedepalma y Cenipalma para fomentar una mayor interrelación entre la planta y sus proveedores de fruto, de forma que por un lado se logre una mayor fidelidad comercial de estos hacia la planta, y por otro, que la planta conforme una Unidad de Asistencia



Figura 44. El núcleo palmero



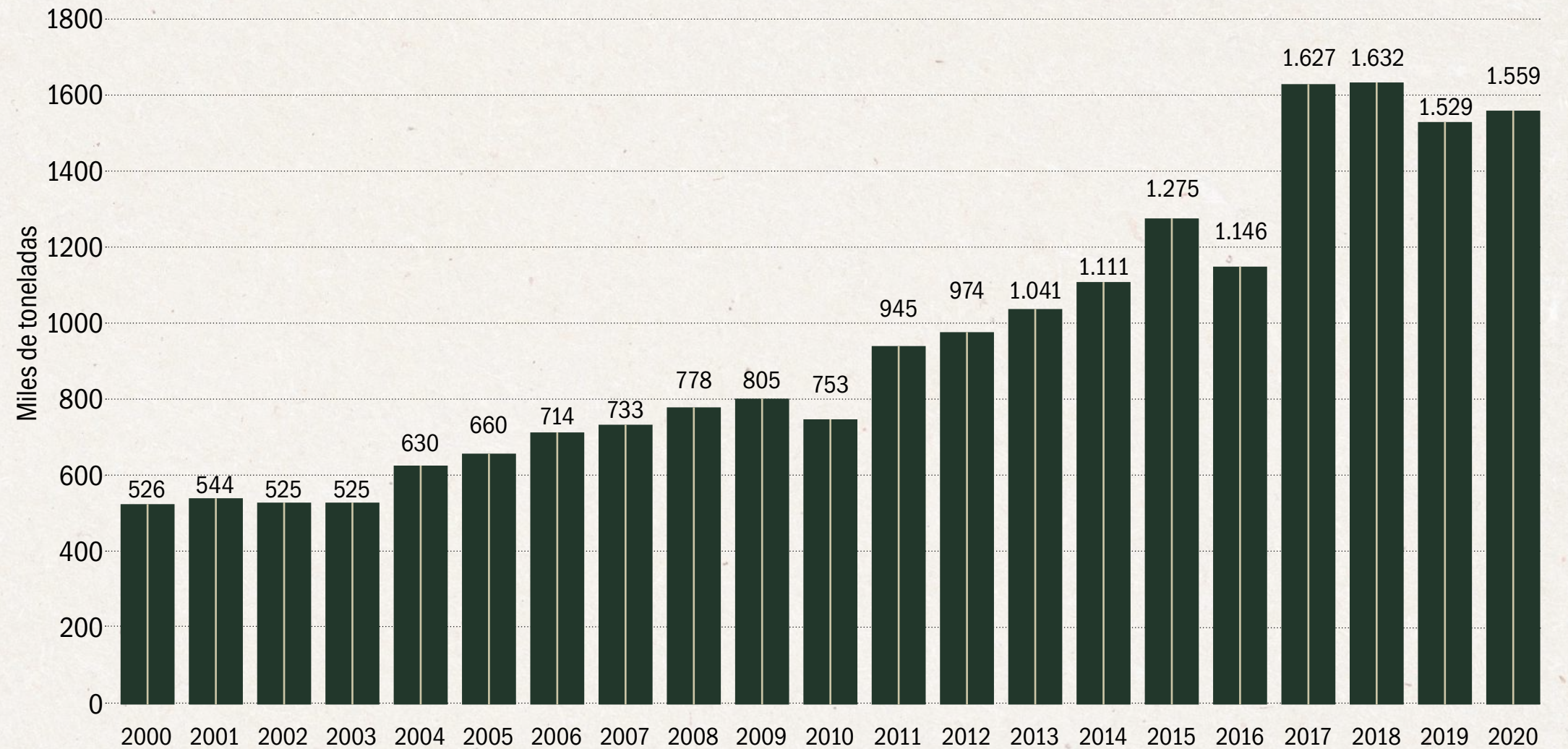
Fuente: elaboración propia a partir de Fedepalma (2010)

y Auditoría Técnica, Ambiental y Social (UAATAS), brindando servicios de asistencia técnica integral a sus proveedores y contribuyendo a que adopten mejores prácticas de sostenibilidad (Figura 44).

En cuanto a la producción de aceite, Colombia alcanzó 1,56 millones de toneladas de APC en 2020, ligeramente mayor al año anterior. La producción ha crecido de manera significativa en los últi-



Figura 45. Producción de aceite de palma crudo en Colombia, 2000-2020



Fuente: Fedepalma (2021); Sispa

mos 20 años: en el 2000 se superó por primera vez un volumen de 500.000 toneladas de APC, y en 2013 rebasó el millón de toneladas (Figura 45).

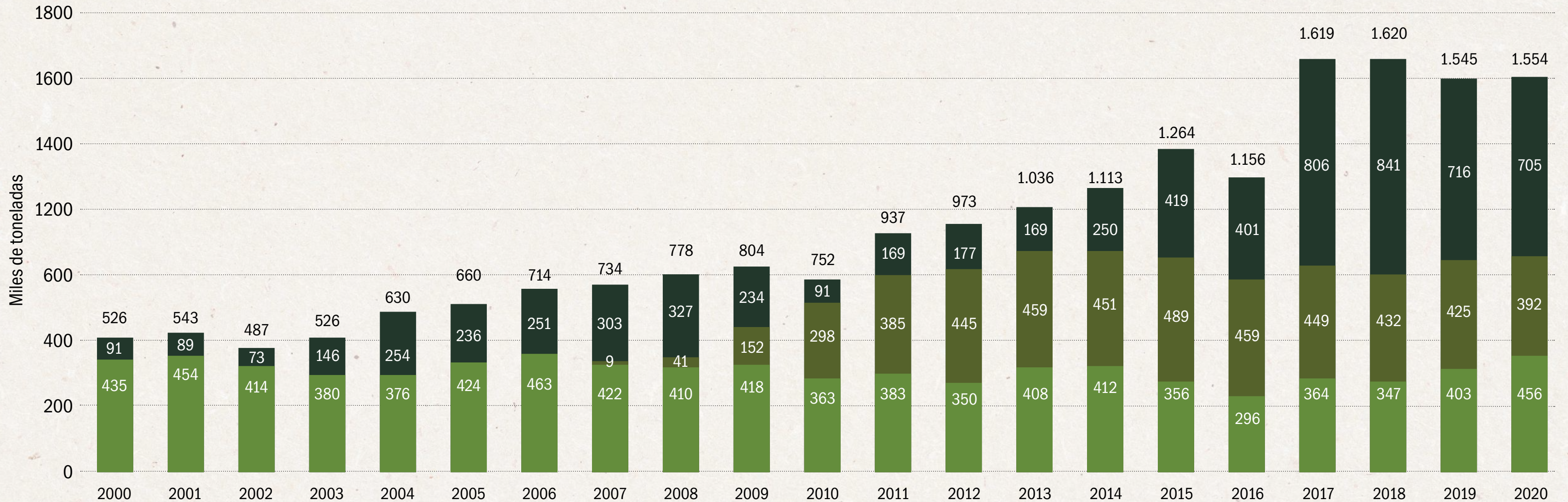
Hasta 2007, los dos principales destinos del APC eran el mercado nacional tradicional (alimentos, productos de aseo, cosméticos, etc.) y el de exportación. Sin embargo, con la expedición de la Ley 939 de 2004

que promovió la producción de biodiésel en el país, se abrió un nuevo mercado para el sector palmero colombiano.

Como se evidencia en la Figura 46, el mercado nacional del biodiésel progresivamente sustituyó excedentes de exportación entre 2008 y 2013, cuando se alcanzó la producción suficiente para la mezcla obligatoria del 10 % de biodiésel en Colombia. A partir de ese momento,



Figura 46. Destinos del APC producido en Colombia, 2000-2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Sispa

han aumentado nuevamente los excedentes de exportación, en tanto el mercado nacional tradicional y el de biodiésel están siendo satisfechos con la producción nacional de APC.

Este panorama muestra la necesidad de disputar el mercado internacional dominado por Indonesia y Malasia, y cuyos altos volúmenes de producción y economías de escala resultan en bajos costos de producción,

lo que les permite competir por precio. Dado que extraer una tonelada de aceite de palma en Colombia cuesta el doble con respecto a Indonesia o Malasia (Mosquera & López, 2017; Mosquera *et al.*, 2017), competir por precio no es una opción. Esto hace **necesario que el sector se diferencie, cumpliendo altos estándares de sostenibilidad** para acceder a mercados cada vez más exigentes (como el europeo) y que están dispuestos a pagar una prima por dichos estándares.

2.6 Potencialidades ambientales de la palma de aceite

El cultivo de la palma de aceite ha estado en el centro de la controversia ambiental global, debido principalmente a los efectos negativos de su expansión en el Sudeste Asiático, y más que todo en Indonesia y Malasia.

El amplio cubrimiento mediático sobre la deforestación y otras problemáticas ambientales y sociales asociadas a la siembra en algunas regiones ha llevado a una **creencia generalizada de que estos cultivos**

son nocivos para el medioambiente y para la sociedad en general, sin un fundamento adecuado (Figura 47).

Muchos de los impactos ambientales que se atribuyen a la palma de aceite, son consecuencia de una mala escogencia del lugar donde se ha sembrado o de inadecuadas prácticas productivas. En la Parte II de esta guía se profundiza en herramientas y orientaciones para prevenir y evitar

estos impactos, mediante una mejor planificación, diseño y manejo de proyectos palmeros.

Por otra parte, **la palma de aceite tiene un potencial ambiental significativo, derivado de sus propiedades intrínsecas**. En las secciones 2.6.1 a 2.6.5 se describen cinco aspectos ambientales del cultivo, que lo destacan en comparación con otros sistemas productivos en materia ambiental.



Figura 47. Creencias y realidades sobre la palma de aceite



La palma de aceite es una planta



Como tal, no es buena ni mala; es simplemente un cultivo



Como cualquier cultivo, puede traer desarrollo rural, bienestar y calidad de vida para las poblaciones rurales...



O puede resultar en efectos negativos para el medioambiente y las personas



Todo depende de **DÓNDE** y **CÓMO** se cultive

2.6.1 Productividad y uso del suelo

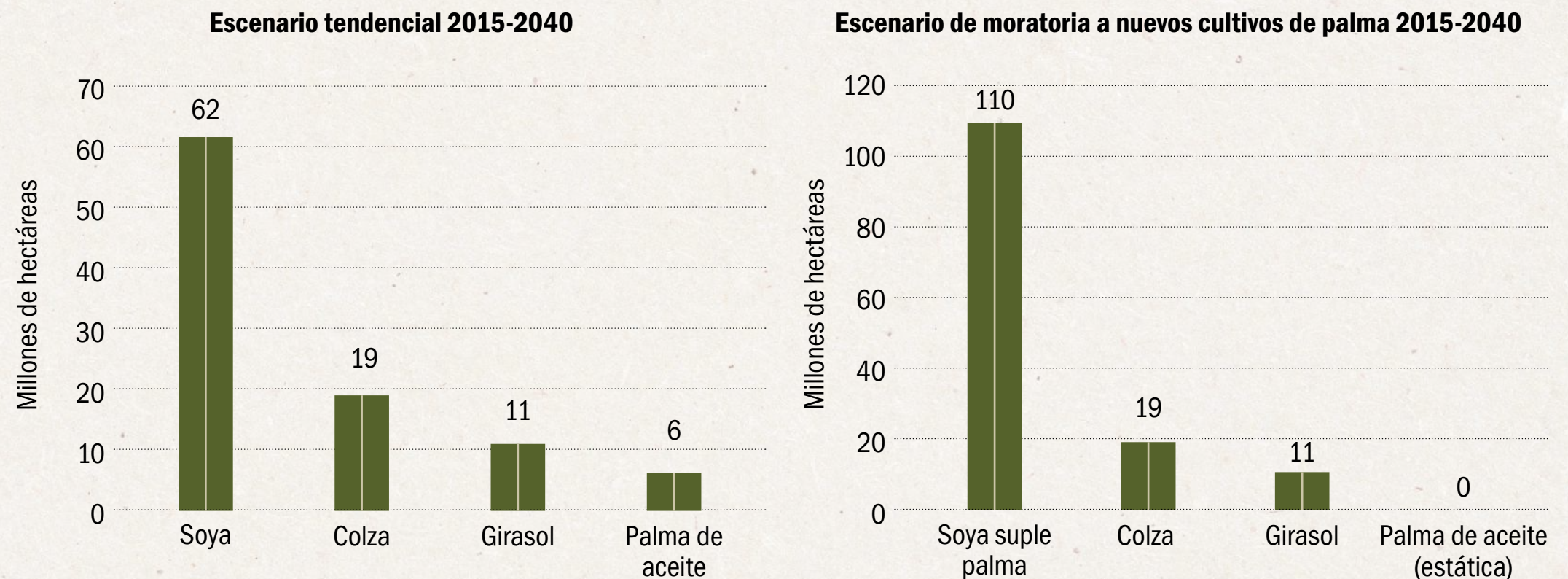
Como se indicó anteriormente, **la palma de aceite es el cultivo oleaginoso más productivo, ya que requiere menos área cultivada para producir una tonelada de aceite.** En los próximos años, se prevé que la población mundial continuará creciendo, y así lo hará también su demanda de aceites y grasas vegetales para alimentación y otros usos. Para satisfacerla se requerirá una mayor producción de aceite de los cultivos oleaginosos, lo que seguramente implicará destinar un área mayor a estos. En escenarios futuros, **el cultivo de palma de aceite precisará menor área sembrada para producir el volumen adicional de aceite que necesitará la población mundial.**

En la Figura 48 se exponen los resultados de un análisis realizado por LMC International¹¹ (Fry, 2019) para el periodo 2015-2040. Si se mantuvieran las tendencias de demanda, los rendimientos y la participación de los diferentes cultivos oleaginosos en el mercado mundial de aceites y grasas, se requerirían 62 millones de hectáreas adicionales de cultivos de soya, 19 millones de colza, 11 millones de girasol y 6 millones de palma de aceite, para suplir la demanda en 2040.

Si se hubiese declarado una moratoria mundial a los nuevos cultivos de palma de aceite en 2015 (como ha sido sugerido en múltiples ocasiones), el estudio de LMC International argumentó que ese volumen de aceite seguramente habría sido suplido por nuevos cultivos de soya, ya que los de colza y de girasol se cultivan de forma rotacional, con una cosecha cada cuatro años. Bajo ese escenario, se necesitarían 110 millones de hectáreas adicionales de soya en 2040, lo que probablemente implicaría un im-



Figura 48. Área adicional de cultivos oleaginosos para suplir la demanda creciente de aceite en 2040



Fuente: elaboración propia a partir de Fry (2019)

pacto ambiental mucho mayor que el que podrían generar los 6 millones de hectáreas adicionales que se requerirían de palma de aceite.

Este tipo de análisis evidencia el significativo potencial ambiental del cultivo de palma de aceite en relación con su eficiencia en el uso del suelo, y el **beneficio ambiental global que tiene una pro-**

ducción sostenible de aceite de palma en relación con la de otros aceites vegetales.

¹¹ LMC International Ltd. es una firma de consultoría económica dedicada al sector agrícola y agroindustrial.

2.6.2 Aprovechamiento de subproductos y economía circular

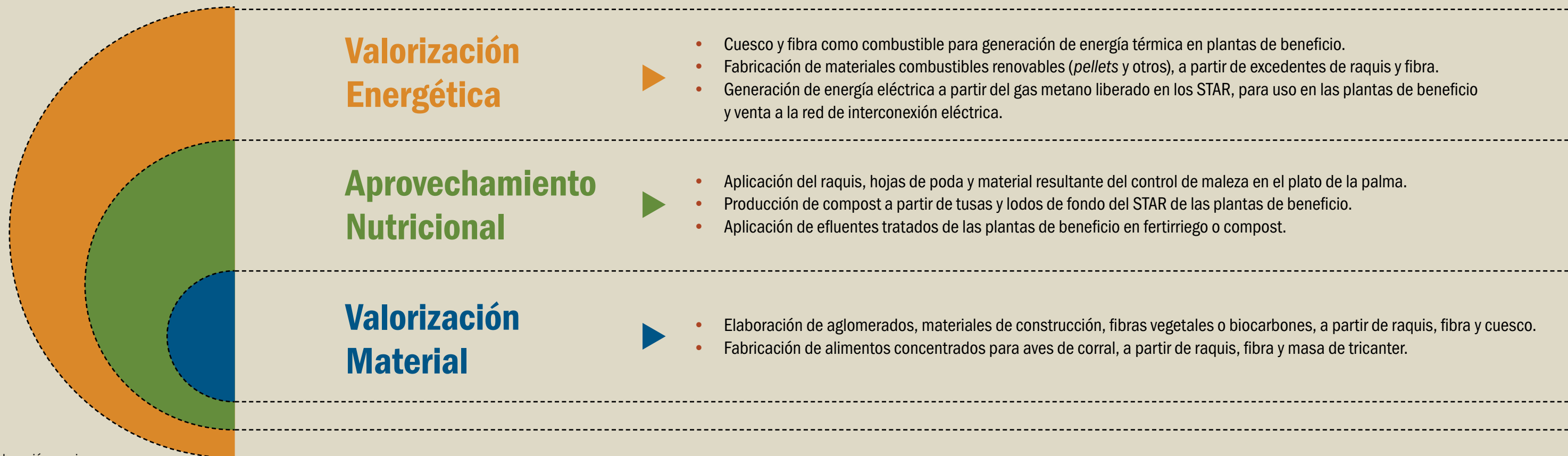
La agroindustria de la palma de aceite también tiene un alto potencial de aplicación de los principios de la economía circular, descritos en el capítulo anterior. Es posible cerrar todos los ciclos de materia entre el cultivo

y las plantas de beneficio, sacando el máximo provecho (material y energético) a la biomasa residual en las diferentes etapas del proceso productivo.

En la Figura 49 se presentan algunos ejemplos de valorización material (del contenido nutricional o de otras propiedades físicas) y de valorización energética de esta biomasa, y en la Figura 50 el potencial de forma agregada.

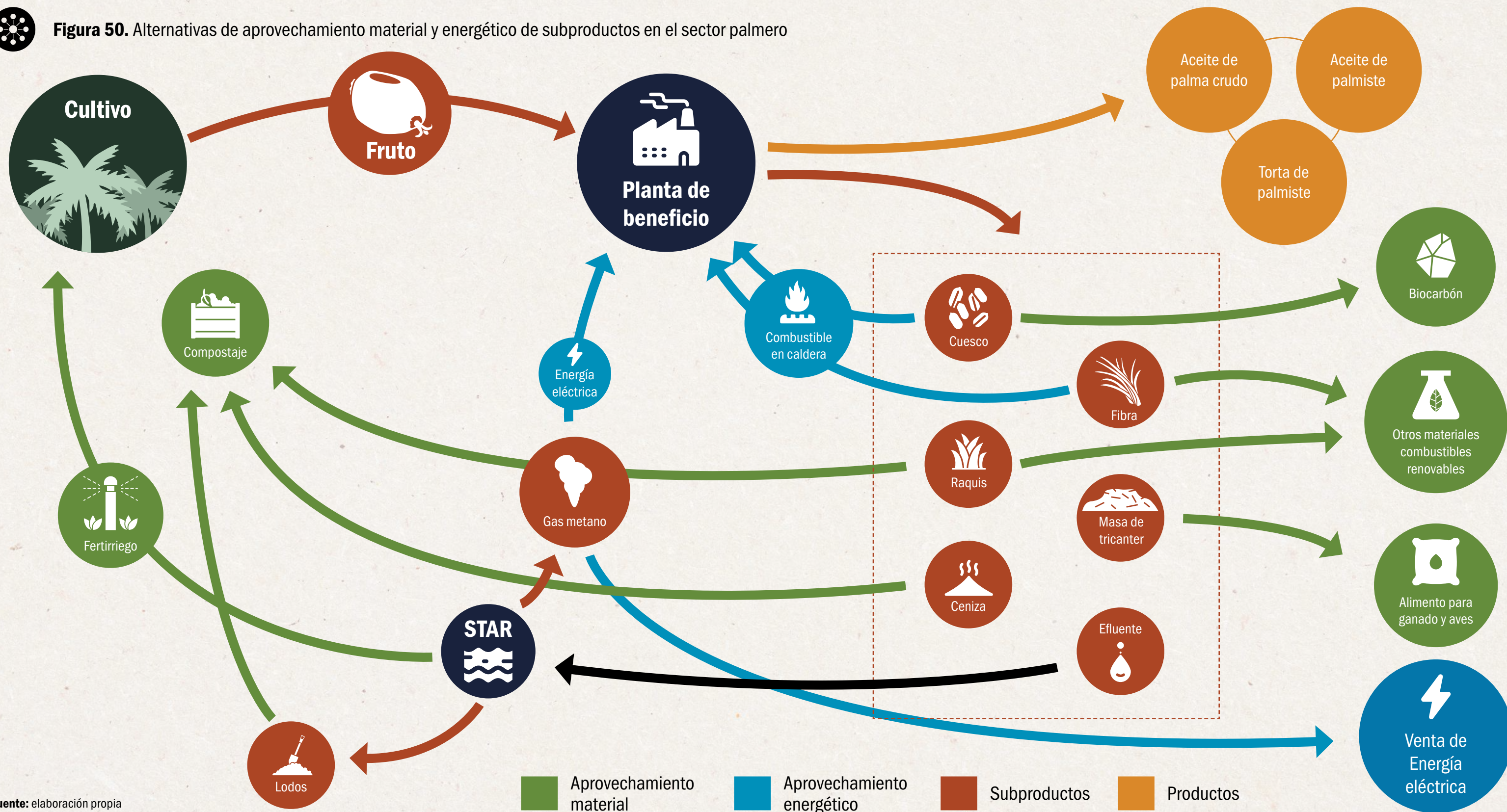


Figura 49. Ejemplos de valorización material y energética de la biomasa en la agroindustria del aceite de palma



Fuente: elaboración propia

Figura 50. Alternativas de aprovechamiento material y energético de subproductos en el sector palmero



Fuente: elaboración propia

2.6.3 Bioeconomía baja en carbono a partir de derivados del aceite de palma

La versatilidad del aceite de palma no solo ha permitido su uso en la fabricación de diversos productos alimenticios, de cuidado personal y de aseo, entre otros, sino que también ofrece un gran **potencial para reemplazar productos de síntesis química o derivados del petróleo**, generando oportunidades de valor agregado y de bioeconomía baja en carbono.

Como ejemplos se puede destacar que el aceite de palma sirve:

- Para producir biodiésel y reemplazar el uso del combustible fósil tradicional.
- Como aditivo para mezclas asfálticas, supliendo el insumo tradicional derivado del petróleo.
- Para crear biofertilizantes, a cambio de fertilizantes de origen químico y aportando a la conservación del suelo.
- Para elaborar bioplásticos, a partir del glicerol resultante de la fabricación de biodiésel de palma.
- Para producir biopolímeros, a partir de hidrolizados de los racimos vacíos.

2.6.4 Captura de carbono y contribución a la reducción global de emisiones de GEI

Los cultivos de palma de aceite, así como las plantaciones forestales, pueden contribuir al balance de carbono en las regiones tropicales. Su estructura arbórea les permite absorber grandes cantidades de dióxido de carbono y fijarlo en forma de biomasa, por lo que se consideran importantes sumideros netos de este compuesto, siempre que no se reemplacen bosques y otras coberturas con mayor *stock* de carbono para el establecimiento del cultivo (Rivera & Romero, 2018).

En cultivos de palma de aceite que no los han sustituido, se ha encontrado que la captura de carbono es mayor que el total de sus emisiones de GEI asociadas al empleo de fertilizantes químicos, combustibles fósiles para el transporte y pesticidas, y al cambio de uso del suelo (Rivera *et al.*, 2017).

Es así como algunos estudios evidencian que su potencial de captura de carbono puede llegar a 120 toneladas de carbono por hectárea/año, cifra similar a la de un bosque tropical maduro (Nakicenovic & Swart, 2000). Este es aún mayor si los cultivos se establecen reemplazando pastizales con bajo contenido de carbono. Un estudio de Germer y Sauerborn (2008) estimó que en ese escenario de cambio de uso del suelo, el potencial de captura neta de un cultivo de palma de aceite puede llegar a 135 toneladas de carbono por hectárea/año.

2.6.5 Consumo de agua y huella hídrica

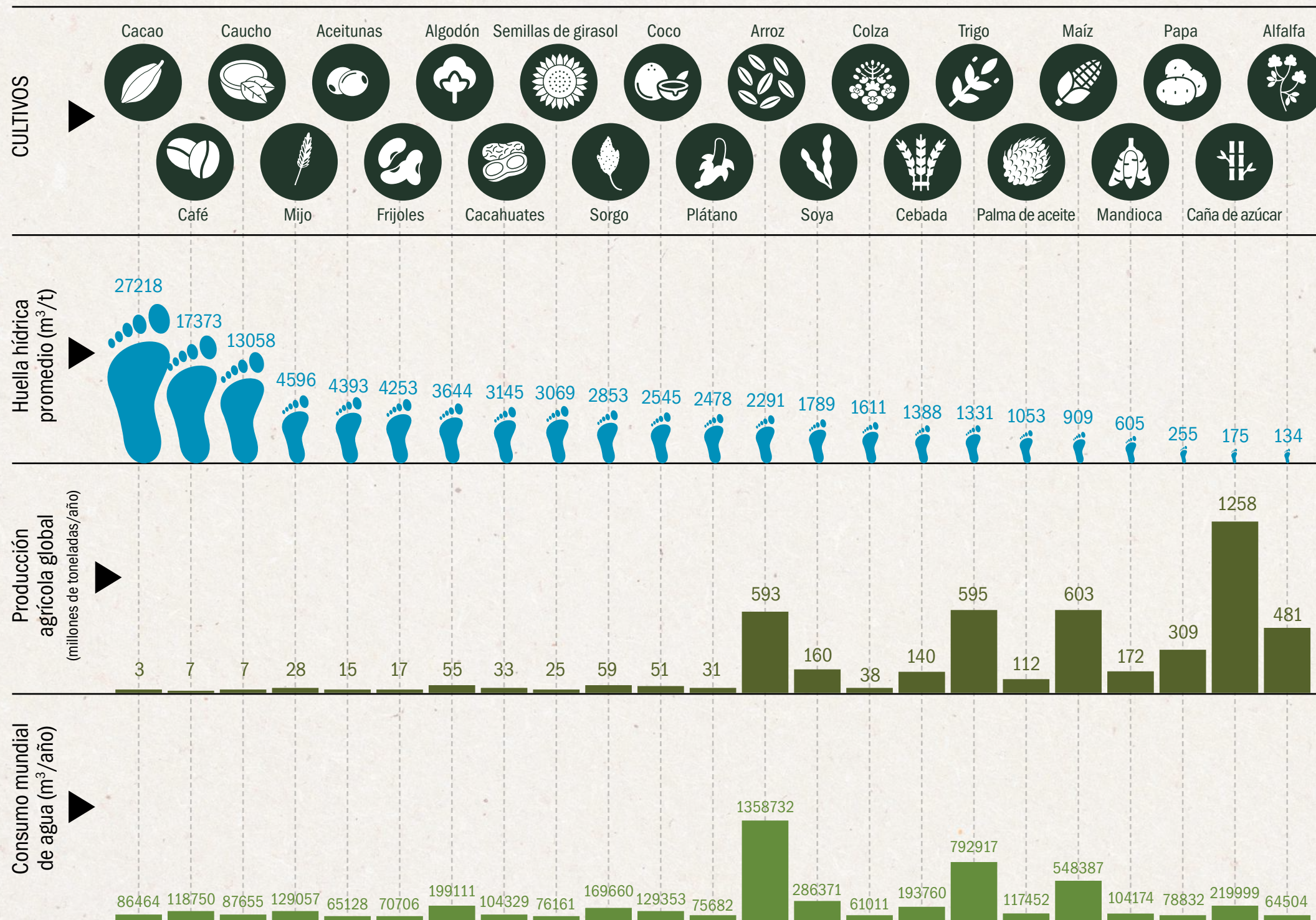
La palma de aceite no solo es más eficiente en el uso del suelo en comparación con otros cultivos oleaginosos, también lo es en el manejo del agua.

Varias investigaciones han demostrado que la huella hídrica del cultivo de palma de aceite es menor que la de otros. Entre ellos se destacan los realizados por el investigador Arjen Hoekstra, promotor del concepto y creador de la Red Internacional de Huella Hídrica (*Water Footprint Network*) (Hoekstra *et al.*, 2009) (Figura 51).

En relación con su uso energético como biocombustible, otros estudios como el de Mekonnen y Hoekstra (2011) han evidenciado que la palma de aceite tiene una menor huella hídrica para producir una unidad de energía, en comparación con otros cultivos utilizados como materia prima para la producción de biodiésel (Figura 52).

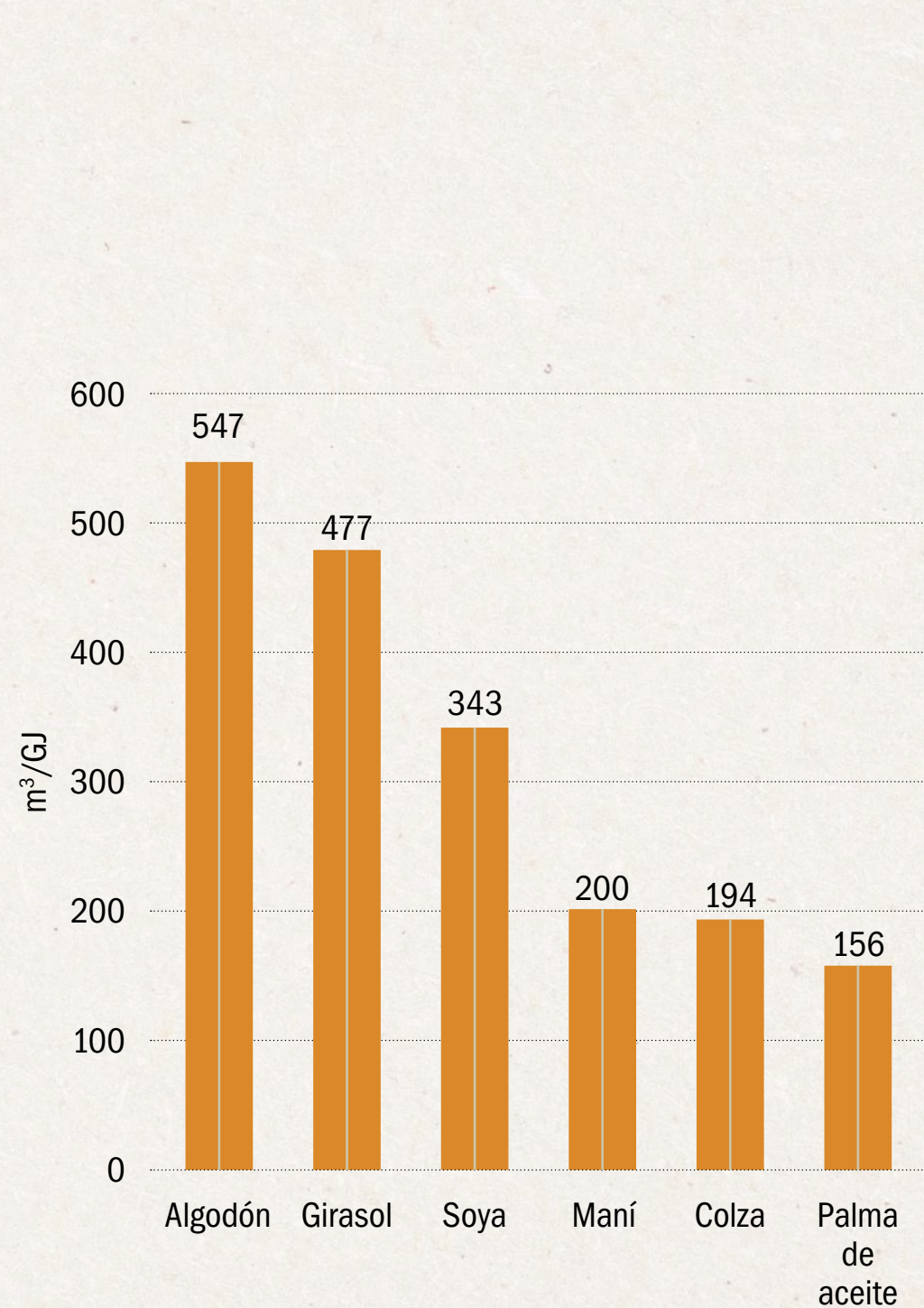
Sin embargo, **es importante anotar que una menor huella hídrica total no necesariamente significa una menor presión sobre el recurso hídrico.** Como se explicó en la sección 1.5.3, la huella hídrica total se divide en azul, verde y gris. Si bien el cultivo de palma de aceite puede tener una huella hídrica total inferior a otros cultivos oleaginosos, garantizar que su impacto sobre el recurso sea bajo dependerá de que se establezca en zonas en las que su requerimiento sea suplido principalmente por las lluvias, y en menor medida por agua superficial o subterránea, y que su uso para riego no afecte a otros usuarios.

Figura 51. Comparativo de la huella hídrica de diversos productos agrícolas



Fuente: Hoekstra y Chapagain (2008)

Figura 52. Huella hídrica de diferentes cultivos utilizados como materia prima para biodiésel



Fuente: elaboración propia a partir de Mekonnen y Hoekstra (2011)

2.7 Atributos ambientales específicos del sector palmero en Colombia

Además de las potencialidades ambientales intrínsecas del cultivo de palma que se describieron en la sección 2.6, **la agroindustria colombiana tiene unas características que hacen que su perfil ambiental pueda ser aún mejor.** En las secciones 2.7.1 a 2.7.4 entraremos en mayor detalle en cuatro de ellas.

2.7.1 Bajo impacto en deforestación

Un aspecto diferenciador del sector palmero colombiano frente a otros países productores, es que su desarrollo no ha sido a costa de la destrucción o transformación de bosques naturales. La gran mayoría de los cultivos de palma de aceite se han establecido en zonas que previamente habían sido intervenidas con pasturas para ganadería o con otros cultivos.

En Colombia no se ha sembrado palma de aceite en los principales territorios de bosque tropical, como en las áreas boscosas de la Amazonía o el Chocó biogeográfico, a excepción de las cerca de 35.000 ha que fueron sembradas en Tumaco hace varias décadas (Ospina & Ochoa, 1998)¹².

Dos investigaciones recientes revelaron que los cultivos de palma que se sembraron en el país en la década de los noventa y la primera del siglo XXI conllevaron un mínimo impacto en deforestación (Figura 53).

¹². Adicionalmente, a finales de los noventa se sembraron ilegalmente alrededor de 4.500 hectáreas de palma de aceite en los municipios de Curvaradó y Jiguamiandó en el Departamento del Chocó. Varias autoridades y entidades, entre ellas Fedepalma, denunciaron a los promotores de esta iniciativa que fueron condenados por el Juzgado Quinto Especializado de Medellín. Este tipo de acciones va en contravía del tipo de desarrollo que Fedepalma y los palmicultores colombianos quieren para la agroindustria.



Figura 53. Análisis comparativo de deforestación en países palmeros

Impactos de la palma de aceite en la reciente deforestación y pérdida de biodiversidad

Vijay et al. (2016)



Fuente: elaboración propia con base en Vijay et al. (2016) y Furumo & Aide (2017)

Caracterización de la expansión de la palma de aceite para uso comercial en América Latina: cambio en el uso del suelo y comercialización (2001-2014)

Furumo & Aide (2017)

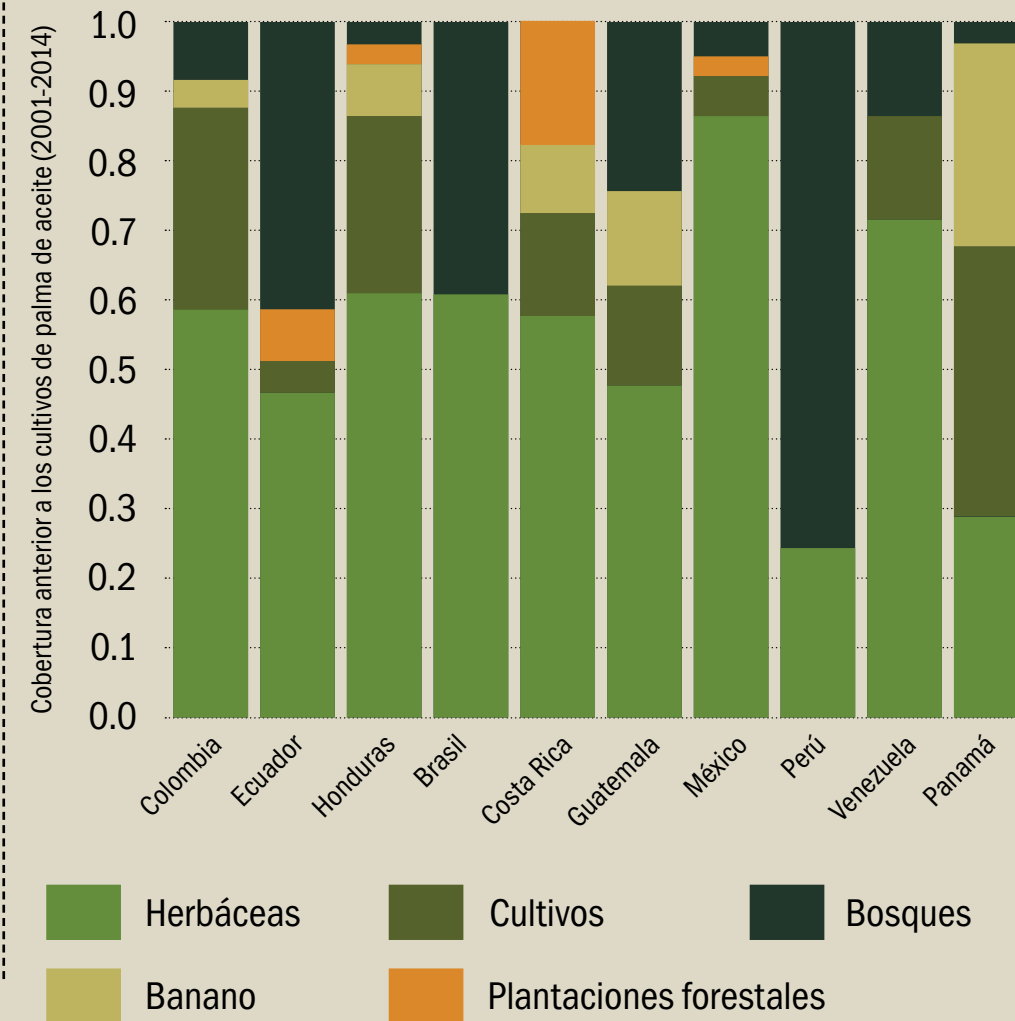




Figura 54. Resultados de la línea base de deforestación asociada al sector palmero en Colombia, 2011-2017

El sector palmicultor NO es un motor de deforestación en Colombia

Línea base de deforestación asociada a palma de aceite 2011-2017

Fuente: Fedepalma (2020c)



- El estudio *The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss* (Impactos de la palma de aceite en la reciente deforestación y pérdida de biodiversidad) de Vijay et al. (2016), concluyó que entre 1989 y 2013 el área cultivada con palma de aceite en Colombia aumentó 69,5 %, mientras que la deforestación asociada fue de menos del 1 %. En contraste, en otros países palmeros más del 40 % del crecimiento en ese mismo periodo conllevó deforestación.
- El estudio *Characterizing commercial oil palm expansion in Latin America: land use change and trade* (Caracterización de la expansión comercial de la palma de aceite en América Latina: cambio en el uso del suelo y comercialización) de Furumo y Aide (2017), mostró que el 91 % de la expansión de cultivos de palma de aceite en Colombia entre 2001 y 2014 no estuvo relacionada con deforestación,

sino que tuvo lugar en tierras que anteriormente habían sido intervenidas por pasturas para ganadería o por otros cultivos.

Por otra parte, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, uno de los cinco institutos de investigación ambiental de Colombia adscritos al MADS, y que tiene a cargo el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) del país, recientemente levantó la **primera línea base oficial de deforestación asociada al sector palmero, en el marco del Acuerdo de Cero Deforestación para la Cadena del Aceite de Palma en Colombia** (IDEAM, 2020).

Como principal resultado de esta línea base, se evidenció que el sector palmero no fue un motor significativo de deforestación en Colombia en el periodo analizado 2011-2017¹³. En ese periodo se

deforestaron en Colombia 1.108.386 ha de las cuales únicamente el 0,4 % (4.455 ha) fueron convertidas a cultivos de palma de aceite (Figura 54). En ese mismo lapso se sembraron 183.282 ha de nuevos cultivos de palma de aceite en el país, y solo 2,43 % de esta expansión conllevó deforestación.

13. El 1º. de enero de 2011 es la fecha de corte establecida por el MADS para los Acuerdos de Cero Deforestación de las cadenas productivas en Colombia. Esta fecha coincide con la que se utilizó para delimitar la Frontera Agrícola Nacional, que excluye todas las áreas que eran bosque natural. Cualquier área que haya sido deforestada a partir de ese momento, debe ser restaurada a su condición anterior de cobertura forestal. Por otro lado, la primera versión de la línea base de deforestación asociada a la palma de aceite abarcó el periodo entre enero 1º. de 2011 y diciembre 31 de 2017. El IDEAM la actualizará de forma periódica, en línea con la actualización de las cifras nacionales de deforestación del SMBYC.

2.7.2 Potencial de desarrollo sin afectar bosques naturales ni áreas protegidas

Además de que su impacto en la deforestación ha sido bajo hasta ahora, **el sector palmero colombiano tiene el potencial para continuar desarrollándose sin afectar bosques naturales ni áreas protegidas.**

Como ya se describió en la sección 1.3.1, la Frontera Agrícola Nacional comprende 39,2 millones de ha. Sin embargo, únicamente 7,6 millones se destinan actualmente para agricultura (UPRA, 2020), equivalentes al 19,4 % del total. Los 31,6 millones restantes, incluyen zonas dedicadas a la ganadería y tierras degradadas o subutilizadas.

Por otra parte, la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) ha identificado dentro de la frontera agrícola, las zonas con mayor aptitud para diferentes cultivos, a partir de un conjunto de criterios edafoclimáticos (de suelo y clima), ambientales y socioeconómicos.

De esta forma, **Colombia tiene un gran potencial de continuar desarrollando su agroindustria palmera en áreas aptas dentro de la frontera agrícola, sin afectar bosques naturales ni áreas protegidas.**

2.7.3 Favorabilidad con la biodiversidad local

Un cultivo de palma de aceite bien manejado puede ser uno de los sistemas productivos agrícolas más favorables para la biodiversidad local. Su estructura perenne con sotobosque incluido permite el establecimiento de interacciones ecológicas en largos periodos de tiempo,

brindando así un potencial de servicios para la diversidad biológica de las zonas palmeras.

En un estudio reciente, Pardo *et al.* (2015) analizaron el impacto del cultivo sobre la biodiversidad en Colombia, señalando que son escasos los ecosistemas naturales que han sido transformados por este sistema productivo, y que su expansión no ha tenido los mismos efectos que en el Sudeste Asiático. A diferencia de estos países, Colombia tiene grandes extensiones de su territorio que fueron transformadas a pastizales u otros tipos de agricultura hace décadas, y que tiempo después se convirtieron a palma. En otra investigación, Prescott *et al.* (2015) encontraron que la palma de aceite era más favorable con las aves, su objeto de estudio, que otros cultivos predominantes en la Orinoquía.

Aunque es claro que ningún sistema productivo agropecuario se podrá equiparar con un ecosistema natural en cuanto a su biodiversidad, sí es posible establecer comparaciones entre diversos cultivos en este aspecto. El Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional, IDEA, realizó en 2003 un estudio denominado Incorporación de consideraciones de biodiversidad en la política sectorial agropecuaria, en el que analizó 25 sistemas productivos agropecuarios en Colombia y sus potenciales impactos positivos y negativos sobre la biodiversidad. Una de sus conclusiones fue que **los cultivos permanentes tienden a ser más favorables con la biodiversidad**¹⁴ (IDEA, 2003).

El mencionado estudio también señaló que **el grado de favorabilidad tiende a ser mayor en los cultivos permanentes con estructura tipo arbórea:** “cultivos permanentes como el café y la palma africana pueden prescribirse como favorables a la biodiversidad en razón de sus

propios arreglos o estructuras que tienden a imitar la arquitectura de los bosques locales o regionales” (IDEA, 2003). El estudio concluyó que en Colombia los cultivos con mayor favorabilidad para la biodiversidad local son el café, el fique, la palma de aceite, los cítricos y la caña panelera (IDEA, 2003).

Teniendo en cuenta esto, Fedepalma, Cenipalma, el IAvH y WWF formularon e implementaron el proyecto Paisaje Palmero Biodiverso – PPB mencionado en la sección 1.2.2. **El proyecto PPB promovió la incorporación de consideraciones e información ambiental en la planificación, diseño y operación de los proyectos palmeros, para prevenir y mitigar impactos sobre la biodiversidad, y contar con predios más armónicos con su entorno natural,** materializando en terreno su favorabilidad con la biodiversidad local (Fedepalma *et al.*, 2018b; Espinosa, 2019).

¹⁴. Al respecto, el estudio menciona: “dado que las condiciones del cultivo permiten el establecimiento de comunidades bióticas estables y relativamente maduras, gracias a la cobertura vegetal que ofrecen. Además, el cambio de un sistema de producción anual o semestral por uno permanente, elimina la necesidad de varias prácticas agresivas con la biodiversidad tales como el uso intensivo y poco apropiado de maquinaria agrícola y de la aplicación constante de herbicidas, fungicidas e insecticidas” (IDEA, 2003).

De esta forma, los sistemas productivos palmeros pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad, y se benefician de los servicios ecosistémicos que ella le presta al cultivo (polinización, control biológico de plagas y enfermedades, protección contra inundaciones y formación de suelos, entre otros), lo que resulta en mejoras en la productividad y/o menores costos de producción. A lo largo de esta guía se referenciarán ampliamente los resultados, orientaciones y publicaciones del proyecto PPB.

2.7.4 Contribución a las metas nacionales de reducción de emisiones de GEI

El sector palmero también puede aportar de forma significativa a las metas voluntarias establecidas por Colombia para dar cumplimiento al Acuerdo de París de la Convención Marco de Cambio Climático.

Como se mencionó en la sección 2.6.4, los cultivos de palma de aceite pueden constituirse en sumideros netos de carbono, siempre y cuando no hayan reemplazado bosques naturales ni otras áreas con alto contenido de carbono. Este es precisamente el caso de Colombia, pues gran parte de estos cultivos se han establecido en zonas que previamente se dedicaban a ganadería o a otras siembras.

Un estudio de Henson *et al.* (2012) encontró que **el balance neto de emisiones de GEI de los cultivos de palma de aceite en Colombia, desde 1959 hasta 2009, ha sido negativo**. En otras palabras, conllevaron una captura neta de carbono de 0,14 t CO₂eq/ha/año

en ese periodo. Este resultado podría generalizarse al menos hasta 2017, ya que otras investigaciones han mostrado que entre 2009 y 2017 no hubo deforestación significativa asociada a nuevos cultivos de palma de aceite en el país (Vijay *et al.*, 2016; Furumo & Aide, 2017; IDEAM, 2020).

En esta misma línea, Rivera & Romero (2018) estimaron que este cultivo en Colombia puede fijar 606 kg CO₂eq por cada tonelada de RFF producida.

Dado el potencial de captura de carbono, el establecimiento de nuevos cultivos de palma de aceite fue priorizado en el Plan de Acción Sectorial (PAS) del sector agropecuario para la NDC que Colombia presentó en la COP de París en 2015. Aunque en la actualización de la NDC de 2020 no se incluyó este ítem debido a ajustes metodológicos, se están desarrollando análisis técnicos para definir una meta relacionada con este cultivo. Sin embargo, dentro de las medidas establecidas en la NDC para lograr la reducción del 51 % de GEI al 2030 se contempla la reducción de la deforestación, relacionando los objetivos del Acuerdo de Cero Deforestación de la Cadena del Aceite de Palma (ver sección 4.2).

Otras formas mediante las cuales la agroindustria puede contribuir al cumplimiento de las metas voluntarias de reducción de emisiones de GEI del país son:

- Generación de energía renovable con el biogás originado en los STAR de las plantas de beneficio, o a partir de los subproductos del proceso de extracción del aceite de palma. Un estudio de

Cenipalma y Fedepalma estimó que el sector tiene un potencial de generar 340 MW por esta vía (Briceño *et al.*, 2015), lo que equivale al 2 % de la capacidad instalada de generación eléctrica del país en 2018¹⁵.

- Aporte de excedentes de energía renovable para ser utilizados en zonas no interconectadas a la red eléctrica nacional, reemplazando de esa forma el uso de combustibles fósiles. En muchos territorios palmeros, que coinciden con dichas zonas, la energía renovable mencionada en el numeral anterior podría utilizarse con este fin.
- Producción de biodiésel de palma, bajo un escenario de incremento de la mezcla que conlleve una reducción en el consumo de combustibles fósiles en los sistemas de transporte (Reyes *et al.*, 2011).

15. La capacidad instalada nacional a diciembre de 2018 ascendía a 17.392 MW (UPME, 2019).

PARTE III



3

Descripción del proceso productivo y análisis de aspectos e impactos ambientales

A continuación, se describen y analizan los procesos productivos del cultivo de palma de aceite y beneficio de su fruto, desde una óptica ambiental. Como resultado, se tendrán los insumos necesarios para formular un Plan de Manejo Ambiental de carácter integral, temática que se aborda en detalle en el Capítulo 4.

En la sección 3.1, se explican y clasifican las principales fases y actividades del cultivo de palma de aceite y del proceso de extracción de aceite de palma y de palmiste.

En la sección 3.2, se introducen dos herramientas que sirven para analizar los aspectos y potenciales impactos ambientales de las actividades del cultivo y del beneficio, así como para identificar y priorizar acciones de manejo ambiental específicas a dichas labores.

En las secciones 3.3 y 3.4, se describen y consideran en detalle las actividades del cultivo de palma de aceite y de una planta de beneficio. Cada una de ellas se muestra en una ficha con el siguiente contenido:

- Descripción de la actividad, incluyendo fotos ilustrativas.
- Matriz de aspectos y potenciales riesgos e impactos ambientales.
- Acciones de manejo ambiental específicas para la actividad.

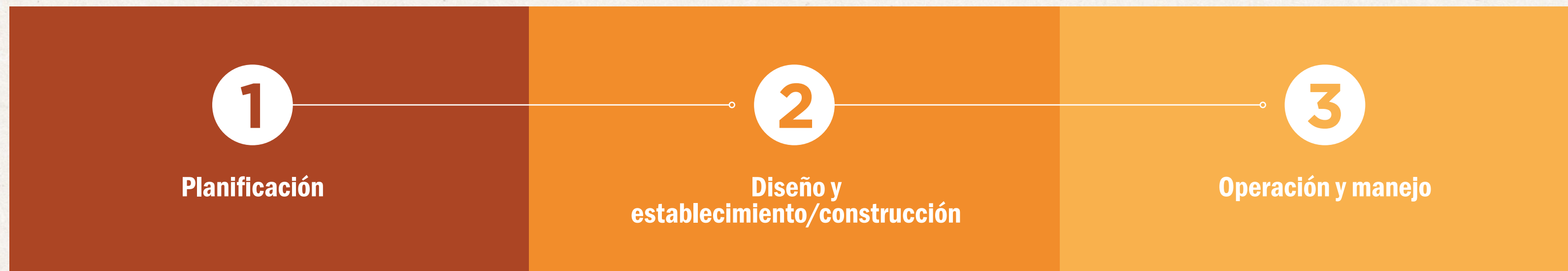
En las secciones 3.5 y 3.6, se presentan y analizan de forma agregada los principales aspectos y potenciales impactos ambientales del cultivo y beneficio.



Foto: Carlos Andrés Martínez Figueroa, Mención de honor categoría ambiental Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en Zonas Palmeras 2018

3.1 Fases y actividades principales del cultivo de palma de aceite y su beneficio

El desarrollo de un proyecto palmero, cultivo de palma de aceite o planta de beneficio, se divide en tres fases principales:



La planificación incluye el análisis de información relevante sobre la viabilidad y factibilidad del proyecto en una ubicación específica (o comparar dos o más alternativas), para tomar decisiones adecuadas sobre la compra y/o destinación de un terreno para el cultivo de palma de aceite. Esto mismo aplica para el caso de una planta de beneficio, aunque se usan variables diferentes en el análisis.

Para el diseño y establecimiento del cultivo, se realizan los estudios necesarios para un diseño detallado del predio, incluyendo las áreas de cultivo, su infraestructura asociada, las zonas de conservación y otros elementos ambientales y sociales a considerar.

Esta fase también comprende la instalación y operación del vivero, la preparación del terreno, el posterior establecimiento del cultivo y la obtención de los permisos necesarios para su operación.

Para una planta de beneficio, se contemplan los estudios previos, el diseño detallado de las instalaciones y de toda la infraestructura asociada, la preparación del terreno, la construcción, su puesta a punto y la consecución de los permisos para su funcionamiento.

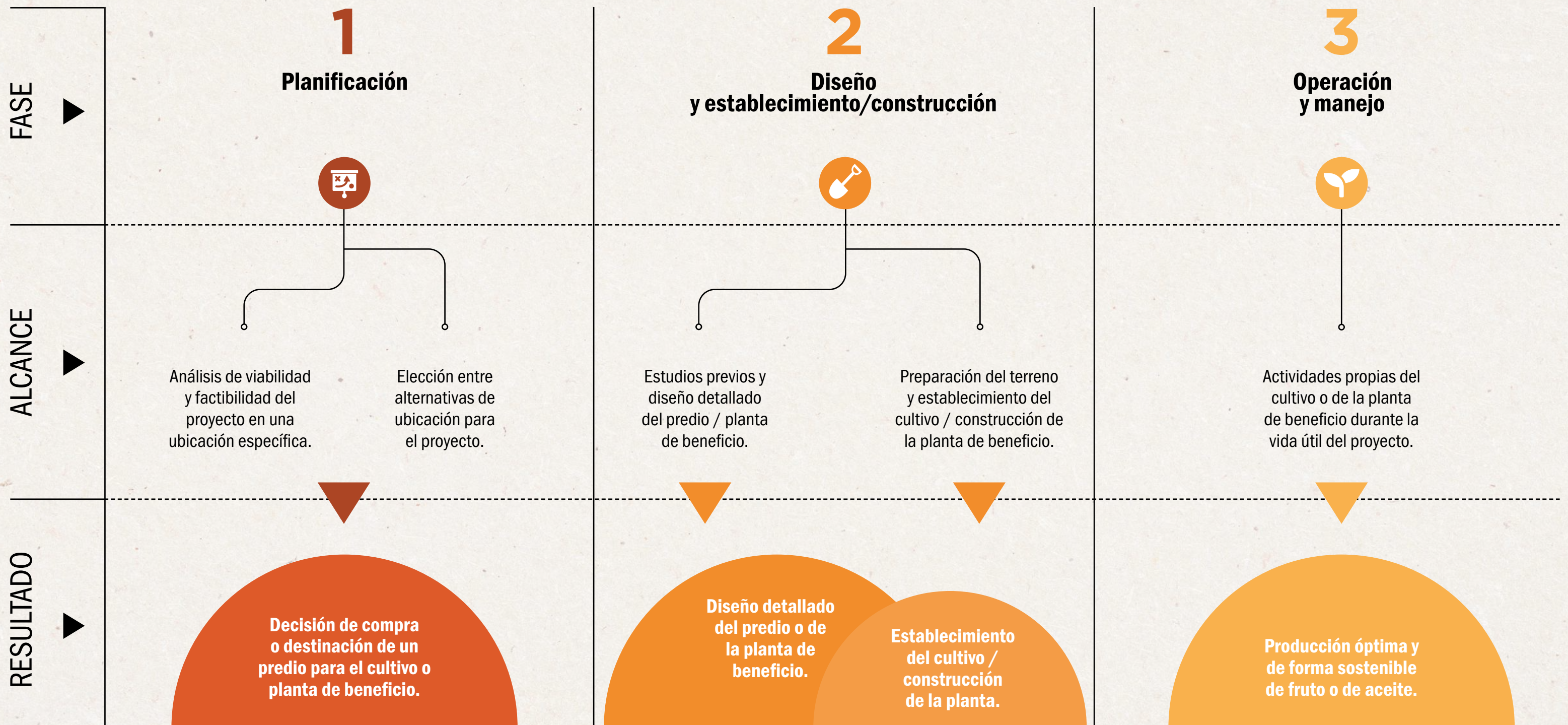
La operación del cultivo o de la planta de beneficio comprende todas las actividades que se realizan durante la vida útil del proyecto, para

mantener una producción óptima, cumpliendo los requerimientos legales aplicables y las políticas y estándares de sostenibilidad de la empresa.

La Figura 55 ilustra el alcance y los principales resultados de las tres fases de desarrollo de cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio.

A su vez, cada una de estas tres fases comprende diversas actividades tanto en los cultivos como en las plantas de beneficio. Para efectos de la presente guía, estas fueron subdivididas como se muestra en las Figuras 56 y 57.

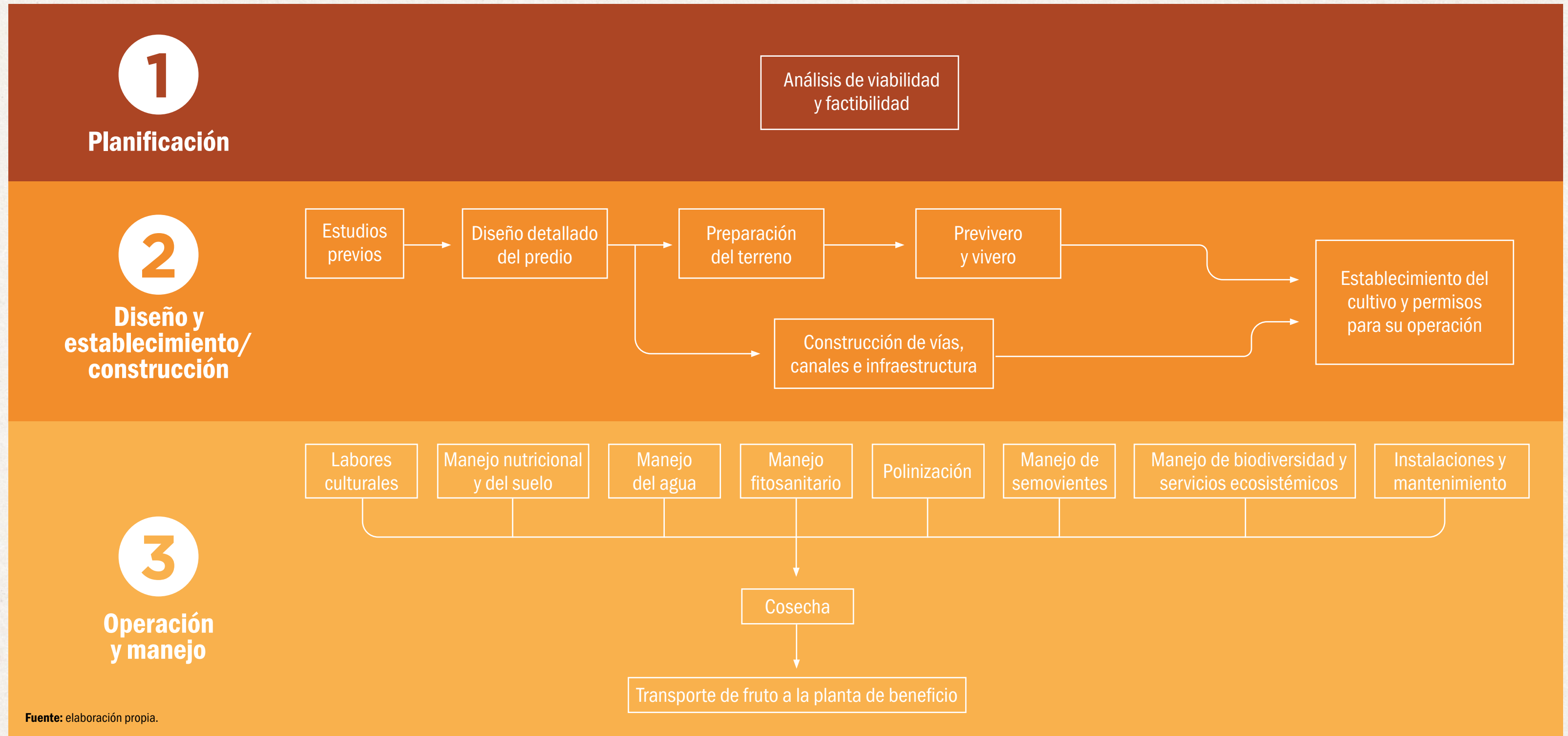
Figura 55. Alcance y resultados de las tres fases de desarrollo de proyectos palmeros



Fuente: elaboración propia

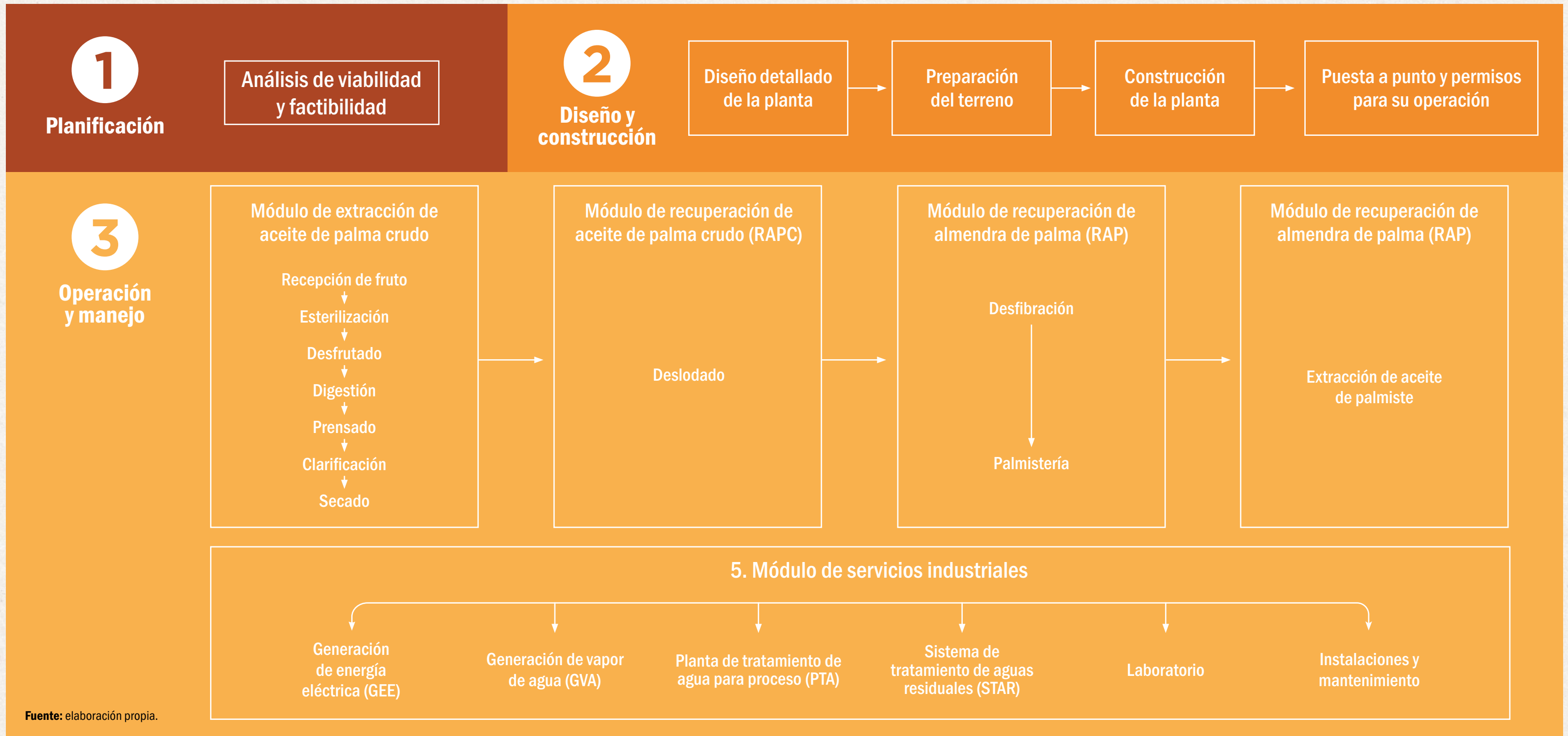


Figura 56. Actividades asociadas a las tres fases de desarrollo de un cultivo de palma de aceite



Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Actividades asociadas a las tres fases de desarrollo de una planta de beneficio de aceite de palma



3.2 Conceptos y herramientas de análisis ambiental

En esta sección se describen algunos conceptos y herramientas, que se usan para analizar las fases y actividades del proceso productivo con un énfasis ambiental.

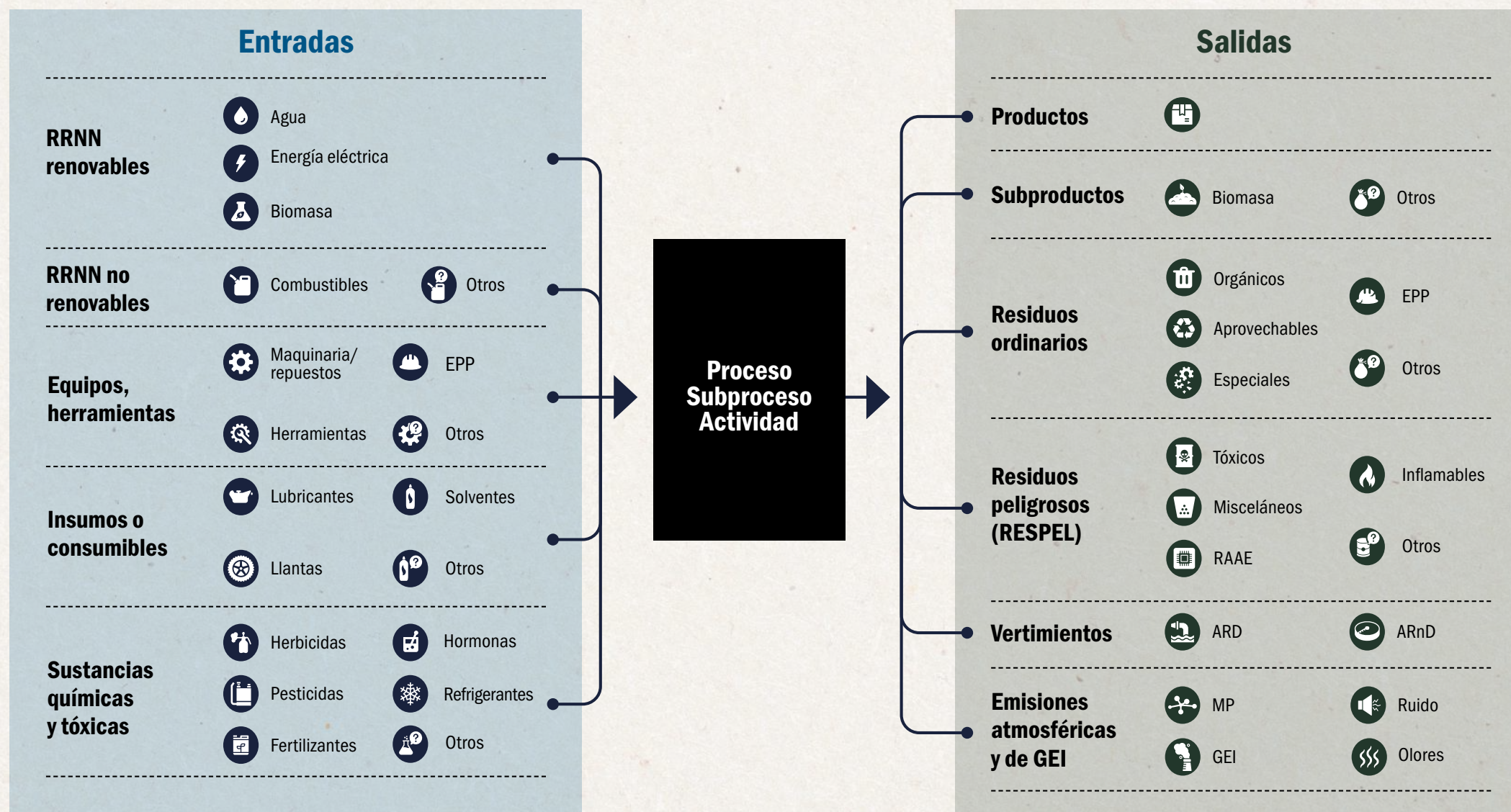
3.2.1. Ecobalances

Los aspectos ambientales, entendidos como aquellos elementos que se derivan de un proceso productivo y que tienen contacto o pueden interactuar con el medioambiente, por lo general se asocian con las materias primas, recursos e insumos utilizados en cada actividad del proceso, y con los productos, subproductos y residuos sólidos, líquidos y gaseosos que estas generan.

Una herramienta comúnmente utilizada para identificar y cuantificar los aspectos ambientales de un proceso es el ecobalance. En este se registran los flujos de materiales y energía que entran y salen de un proceso, subproceso o actividad específica (Figura 58). Cada ecobalance se puede complementar con datos cuantitativos sobre los flujos identificados, o al menos sobre los más significativos.

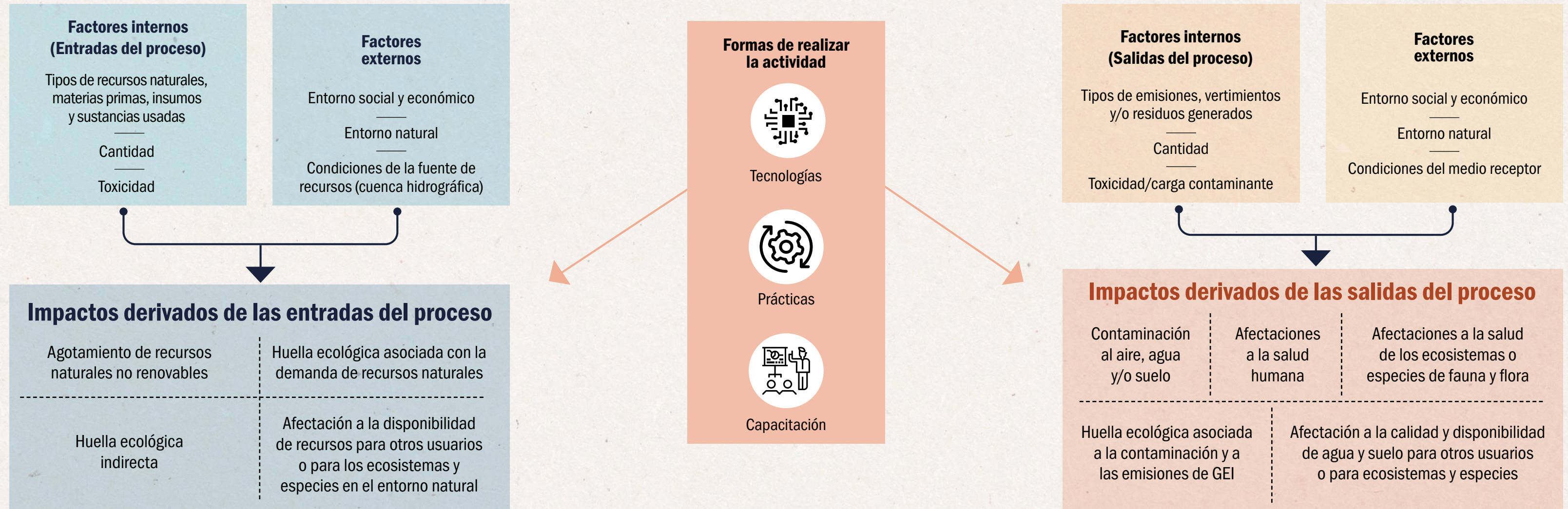
La información recopilada sirve para establecer los potenciales impactos, que también están relacionados con la forma en la que se realiza el proceso o la actividad, como se ilustra en la Figura 59.

Figura 58. Principales elementos de un ecobalance



Fuente: elaboración propia

Figura 59. Factores internos y externos que influyen en los impactos ambientales de un proceso productivo



Fuente: elaboración propia.

Los **principales impactos ambientales derivados de las entradas de un proceso o actividad** incluyen:

- El agotamiento de recursos naturales no renovables.
- La huella ecológica asociada con la demanda de recursos naturales.
- La huella ecológica indirecta, generada en la fabricación y transporte de materias primas e insumos del proceso y en especial de aquellos:

(i) más tóxicos; (ii) que abarcan mayores distancias de transporte; (iii) que se utilizan en altos volúmenes; o (iv) que se adquieren o reemplazan con frecuencia.

- Afectación a la disponibilidad de recursos para otros usuarios o para los ecosistemas y especies en el entorno natural (un claro ejemplo es la afectación que el consumo de agua en un proceso puede generar en la disponibilidad del recurso para otros).

La probabilidad y magnitud de estos impactos está determinada por factores internos y externos al proceso. Los primeros comprenden el tipo de recursos naturales, materias primas, insumos o sustancias requeridas, la cantidad utilizada en un periodo determinado y su grado de toxicidad. Los segundos incluyen las condiciones y características del entorno social, económico y natural del área de influencia del proyecto, así como el estado de la(s) fuente(s) de recursos naturales demandados.

En el caso de un cultivo que requiera agua para riego, el impacto que genera ese consumo sobre la disponibilidad para otros usuarios o para el ecosistema, depende de la cantidad de personas y de actividades productivas que se abastezcan de la misma fuente, del estado de conservación de las rondas hídricas y otros ecosistemas en la cuenca, y de la relación oferta-demanda de la microcuenca abastecedora de agua.

Por otra parte, **los principales impactos ambientales derivados de las salidas de un proceso o actividad** incluyen:

- Contaminación al aire, agua y/o suelo.
- Afectaciones a la salud humana.
- Afectaciones a la salud de los ecosistemas o especies de fauna y flora.
- Huella ecológica asociada a la contaminación y a las emisiones de GEI.
- Afectación a la calidad y disponibilidad de agua y suelo para otros usuarios o para los ecosistemas y organismos en el entorno natural, como resultado de la contaminación.

Su probabilidad y magnitud también está determinada por factores internos y externos. Los primeros comprenden el tipo de emisiones, vertimientos y/o residuos sólidos generados en el proceso, su cantidad en un tiempo determinado y su toxicidad o carga contaminante.

Los segundos abarcan las condiciones y características del entorno social, económico y natural del área de influencia del proyecto, así como las del medio receptor de los residuos y la contaminación generada. En el caso de una planta de beneficio que disponga de aguas residuales tratadas en un cuerpo de agua superficial, su impacto será mucho mayor si aguas abajo

hay un área de importancia ambiental o una comunidad que se abastece de esa misma fuente, o si el cuerpo de agua receptor tiene un caudal muy bajo en época de verano y con poca capacidad de asimilación de la carga contaminante del vertimiento.

Otro aspecto clave es que **la forma como se realiza el proceso o la actividad es determinante en los factores internos arriba mencionados.**

Las tecnologías y prácticas que se utilicen, así como el conocimiento y la capacitación de las personas involucradas, determinan: (i) la clase de materias primas, recursos e insumos requeridos, así como su cantidad y toxicidad; y (ii) el tipo de emisiones, vertimientos y residuos sólidos que se generan, su cantidad y carga contaminante.

Igualmente, la manera como se ejecuta un proceso puede generar impactos ambientales, así ello no implique un cambio en sus entradas o salidas. Por ejemplo, dejar una franja de seguridad para la aplicación de agroquímicos en torno a las rondas hídricas, reduce significativamente la contaminación de los cuerpos de agua y la afectación a especies como anfibios, cuya piel es muy sensible a este tipo de sustancias. Dicha práctica, aunque no implique una disminución significativa en el uso de agroquímicos o en la generación de residuos, sí tiene un efecto positivo en la reducción de un impacto ambiental.

3.2.2 Acciones operativas, tácticas y estratégicas de manejo ambiental

Un paso siguiente a la identificación de los aspectos y potenciales impactos ambientales de cada actividad del proceso (y de los factores inter-


nos y externos que determinan su probabilidad y magnitud), es **identificar acciones de manejo que les den respuesta.**

Es importante resaltar que **la responsabilidad de la formulación, implementación y seguimiento de dichas acciones no recae únicamente en la persona o equipo encargado del tema ambiental** en la empresa palmera. Muchas son puestas en funcionamiento por los equipos operativos de las actividades propias del proceso en los cultivos o en las plantas de beneficio. En otras ocasiones, requieren de un trabajo conjunto con los coordinadores técnicos o con el director del cultivo o de la planta. También hay acciones que deben ser priorizadas o aprobadas por el equipo directivo de la empresa, o que precisan de la asignación de recursos humanos, técnicos o financieros.

De esta manera, **las acciones de manejo ambiental pueden dividirse en operativas, tácticas y estratégicas**, y su éxito depende de un adecuado balance y complemento entre ellas (Tabla 7).

Como se puede ver en la tabla, el manejo ambiental de un cultivo de palma de aceite o de una planta de beneficio se sustenta en un trabajo conjunto entre:

- La persona o equipo encargado de este tema en la empresa.
- Los coordinadores técnicos, supervisores y personal operativo de cada una de las actividades del proceso.
- El equipo directivo en cabeza de su gerente o junta directiva.

 **Tabla 7.** Descripción de acciones operativas, tácticas y estratégicas de manejo ambiental

	Acciones operativas	Acciones tácticas	Acciones estratégicas
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> Supervisores de equipos operativos en cultivo o planta de beneficio 	<ul style="list-style-type: none"> Encargado ambiental (individuo o equipo) 	<ul style="list-style-type: none"> Junta directiva Gerente
¿Quiénes las ejecutan o apoyan?	<ul style="list-style-type: none"> Personal operativo en cultivo o planta de beneficio 	<ul style="list-style-type: none"> Coordinadores técnicos de proceso en cultivo o planta de beneficio. 	<ul style="list-style-type: none"> Personal directivo de la empresa Director de cultivo o de planta de beneficio Director/coordinador de sostenibilidad
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir requerimientos legales en su labor específica. Implementar mejores prácticas ambientales en su actividad. Asistir a capacitaciones. Registrar datos e información básica ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Formular planes de manejo – identificar metas y actividades. Hacer seguimiento a planes de manejo. Recopilar y analizar de información de diagnóstico e indicadores ambientales. Coordinar con equipos técnicos para planear y desarrollar proyectos de mejoramiento ambiental. Gestionar recursos para planes de manejo y proyectos ambientales ante el equipo directivo. Elaborar informes de desempeño ambiental para partes interesadas. Coordinar capacitaciones en temas ambientales. Coordinar el relacionamiento con la autoridad ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Asignar recursos humanos, técnicos y financieros. Aprobar planes de manejo y presupuesto. Aprobar proyectos de mejoramiento ambiental de alta inversión. Asignar prioridad y relevancia a temas ambientales.

3.3. Descripción y análisis ambiental del cultivo de palma de aceite

En esta sección se presenta una ficha con información de cada una de las actividades del proceso productivo del cultivo de palma de aceite, según lo descrito en la sección 3.1.



Cada ficha contiene tres elementos:

1

una breve descripción de la actividad, con fotos o figuras ilustrativas

2

un ecobalance detallado

3

una propuesta de acciones de manejo ambiental de carácter operativo, táctico y estratégico.

La secuencia en la que se presentan las fichas de cada fase se muestra a continuación:

Fase de planificación

A Análisis de viabilidad y factibilidad

Fase de diseño y establecimiento

- A Estudios previos
- B Diseño detallado del predio y de su infraestructura
- C Preparación del terreno
- D Construcción de vías, canales e infraestructura
- E Previvero y vivero
- F Establecimiento del cultivo y trámite de permisos para su operación

Fase de operación y manejo

- A Labores culturales
- B Manejo nutricional y del suelo
- C Manejo del agua
- D Manejo fitosanitario
- E Polinización
- F Manejo de semovientes
- G Manejo de biodiversidad y servicios ecosistémicos
- H Instalaciones y mantenimiento
- I Cosecha
- J Transporte de fruto a la planta de beneficio

Cultivo

3.3.1. Fase de planificación

A Análisis de viabilidad y factibilidad

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

En esta primera actividad, se analiza la información relevante sobre la viabilidad y factibilidad del proyecto palmero en una ubicación específica o predio previamente definido. De esta forma, se pueden tomar decisiones adecuadas sobre la compra y/o destinación de un terreno para el cultivo.

El análisis está compuesto por cuatro pasos principales (Figura 60), que se tratan en mayor detalle en la Guía de Nuevas Plantaciones de Cenipalma y Fedepalma, documento actualmente en edición para su próxima publicación.

- 1. Viabilidad legal.** En este primer paso, se verifica si el área propuesta para el proyecto palmero está localizada en alguna zona con restricciones o limitantes legales para el desarrollo de actividades agrícolas. En Colombia está prohibida la agricultura por fuera de la Frontera Agrícola Nacional, como se explicó en la sección 1.3.2. También se realiza una debida diligencia sobre la propiedad y tradición del predio a adquirir.
- 2. Principios y requerimientos de sostenibilidad.** Algunos principios básicos de sostenibilidad para los nuevos cultivos de palma de aceite son: (i) no deforestación; (ii) no siembras en suelos de turba; y (iii) evitar la transformación o el deterioro de áreas con AVC. En este paso se comprueba, con información secundaria disponible, la presencia de bosques, suelos de turba o potenciales áreas con AVC en la zona propuesta para el nuevo desarrollo palmero, y se analiza la viabilidad del proyecto dejándolas en conservación.

- 3. Aptitud y oferta ambiental para el cultivo.** Como tercer paso, se contrasta la oferta ambiental (condiciones de suelo, clima y de disponibilidad hídrica) del área destinada para el proyecto, con los requerimientos específicos de suelo, agua y clima del cultivo, para determinar su grado de aptitud para la palma de aceite. Esto es determinante en la productividad potencial del cultivo y por ende es un elemento clave para analizar la factibilidad económica del proyecto.

- 4. Otros factores de favorabilidad o riesgo.** En el último paso, se consideran otros factores logísticos, sociales y ambientales que pueden generar mayor favorabilidad o implicar riesgos para el proyecto si se ubica en el predio evaluado, tales como la distancia a vías principales, plantas de beneficio o centros poblados, o la existencia de infraestructura física y social en sus cercanías, entre otros.



Figura 60. Pasos para realizar el análisis de viabilidad y factibilidad

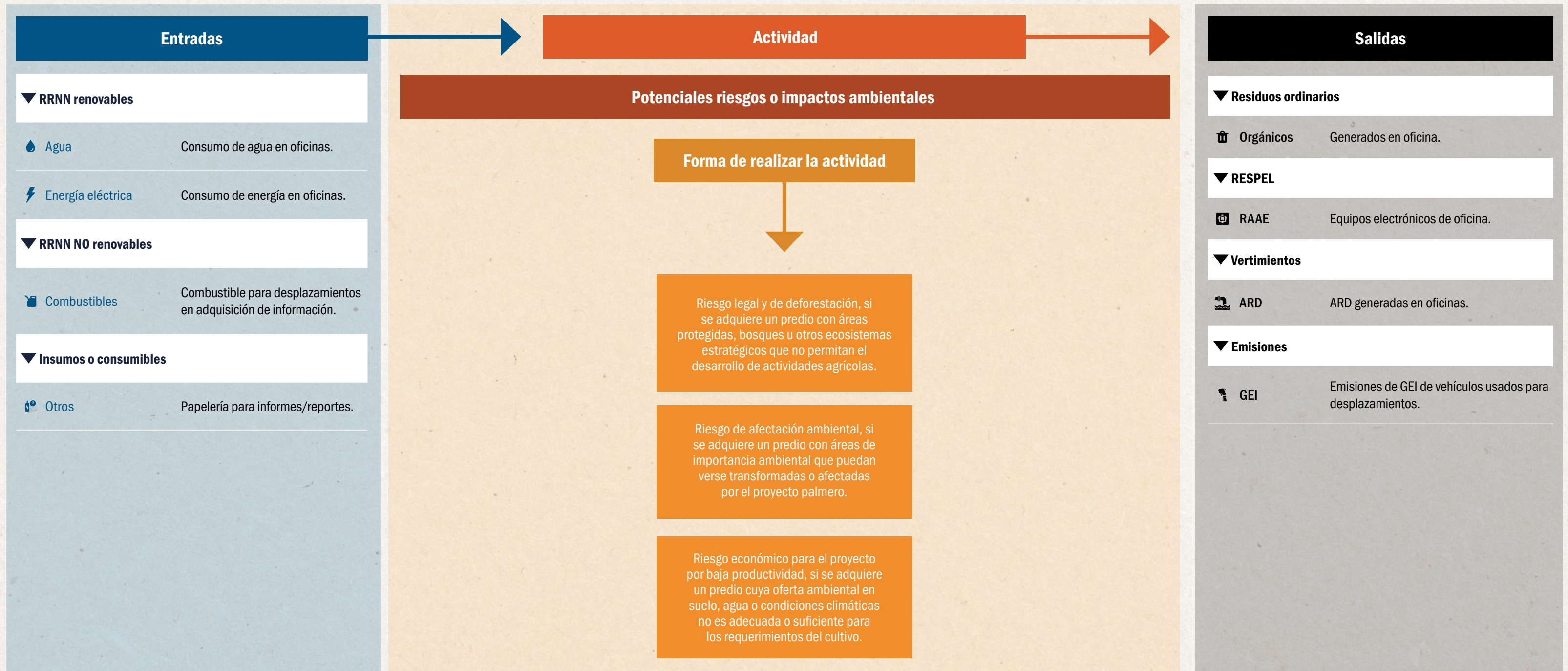


Fuente: elaboración propia

Cultivo **Fase de planificación**

A **Análisis de viabilidad y factibilidad**

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de planificación

A Análisis de viabilidad y factibilidad

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal y de deforestación	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Recopilar y analizar información sobre áreas de exclusión legal ambiental para proyectos agrícolas.</p> <p>Recopilar y analizar información sobre áreas con condicionantes ambientales para proyectos agrícolas.</p> <p>Recopilar y analizar información para determinar si en el predio a adquirir hubo deforestación a partir del 1° de enero de 2011.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>No adquirir predios que estén por fuera de la Frontera Agrícola Nacional o con exclusiones legales para proyectos agrícolas.</p> <p>Darle relevancia y evaluar las limitaciones que puede tener el proyecto palmero si se ubica en áreas con condicionantes legales ambientales, y el impacto de esas limitaciones en su viabilidad financiera o técnica.</p> <p>Evitar adquirir predios que hayan tenido deforestación a partir del 2011.</p> <p>Darle relevancia y evaluar el riesgo de adquirir predios que hayan tenido deforestación reciente. Dichas áreas deben ser restauradas a su condición de bosque, según la normatividad nacional.</p>
	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Recopilar y analizar información secundaria sobre la presencia de áreas de importancia ambiental, en el área de influencia del predio a adquirir.</p> <p>Consultar a la CAR respectiva, así como a ONG ambientales, institutos de investigación ambiental y a instituciones académicas de la zona.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Darle relevancia y evaluar el riesgo ambiental que tendría el proyecto por transformación o afectación de estas áreas, y el efecto reputacional que eso conllevaría para la empresa.</p>
	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Conocer a profundidad los requerimientos ambientales del cultivo (suelo, agua y clima).</p> <p>Recopilar información sobre la oferta ambiental (suelo, agua y clima) del área del predio a adquirir, y analizarla en relación con los requerimientos específicos del cultivo.</p> <p>Recopilar información sobre riesgos futuros que puedan reducir la oferta ambiental en el predio que se piensa adquirir (reducción en el caudal de los ríos, contaminación de cuerpos de agua o disminución en la precipitación por el cambio climático).</p> <p>Recopilar información sobre posibles riesgos climáticos y ambientales que puedan afectar el predio a adquirir (inundaciones, incendios).</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Darle relevancia y evaluar el efecto sobre los costos y la productividad del proyecto, de adquirir un predio con una oferta ambiental distante de los requerimientos del cultivo.</p> <p>Darle relevancia y evaluar el riesgo de una disminución de la oferta ambiental sobre los costos y la productividad del proyecto.</p> <p>Darle relevancia y evaluar el efecto de estos riesgos climáticos y ambientales sobre los costos y la productividad del proyecto.</p>
Riesgo por afectación a áreas de importancia ambiental			
Riesgo económico para el proyecto por baja productividad			

Cultivo

3.3.2. Fase de diseño y establecimiento

A Estudios previos

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

En esta primera actividad se adelantan todos los estudios técnicos y se recopila información sobre el predio que ya se adquirió o que se va a destinar para el proyecto palmero. Esto con el fin de contar con los insumos necesarios para su diseño detallado, incluyendo las áreas de cultivo, la infraestructura de soporte para la actividad productiva, la infraestructura social para el bienestar de los trabajadores, y las áreas de conservación, entre otros. A continuación, y en la Figura 61, se exponen los diversos estudios que se deben adelantar.

- En materia social, se realiza una caracterización de actores y una Evaluación de Impactos Sociales (EIS) del proyecto. Esta última, así como la de impactos ambientales, se llevan a cabo con la participación de las comunidades y partes interesadas en el área de influencia del proyecto.

- En materia agronómica se realizan estudios detallados de suelos, topografía e hidrología, con los que se identifican suelos frágiles y marginales en los que no se deben desarrollar siembras, o que requieren actividades especiales de manejo. Estos análisis ayudan también a identificar Unidades de Manejo Agronómico (UMA) dentro del predio, y diseñar adecuadamente los lotes del cultivo y la infraestructura de riego y drenaje.
- En materia ambiental se contemplan estudios de: (i) coberturas vegetales del predio para identificar áreas de bosque, rondas hídricas, humedales y otros ecosistemas y determinantes ambientales que tienen que ser protegidos por ley; (ii) áreas con AVC que también deben ser protegidas; (iii) cambio de uso del suelo (LUCA, por su sigla en inglés) para determinar la huella de deforestación del predio, y si es necesario realizar una compensación por transformación de áreas naturales en el marco de un esquema de certificación; y (iv) una Evaluación de Impactos Ambientales, insumo clave para la formulación del Plan de Manejo Ambiental (PMA).



Figura 61. Estudios previos al diseño detallado del predio palmero



1 Estudios agronómicos

Estudios detallados de suelos, topografía e hidrología.

Identificación de suelos frágiles y marginales.

Identificación de Unidades de Manejo Agronómico.



2 Estudios ambientales

De coberturas vegetales del predio.

De identificación de áreas con AVC y determinantes ambientales que deben ser protegidos.

De cambio de uso del suelo.

Evaluación de Impactos Ambientales con participación de la comunidad.

Plan de Manejo Ambiental (PMA).



3 Estudios sociales

Caracterización de actores en el área de influencia del proyecto.

Evaluación de Impactos Sociales (EIS) del proyecto con participación de la comunidad.

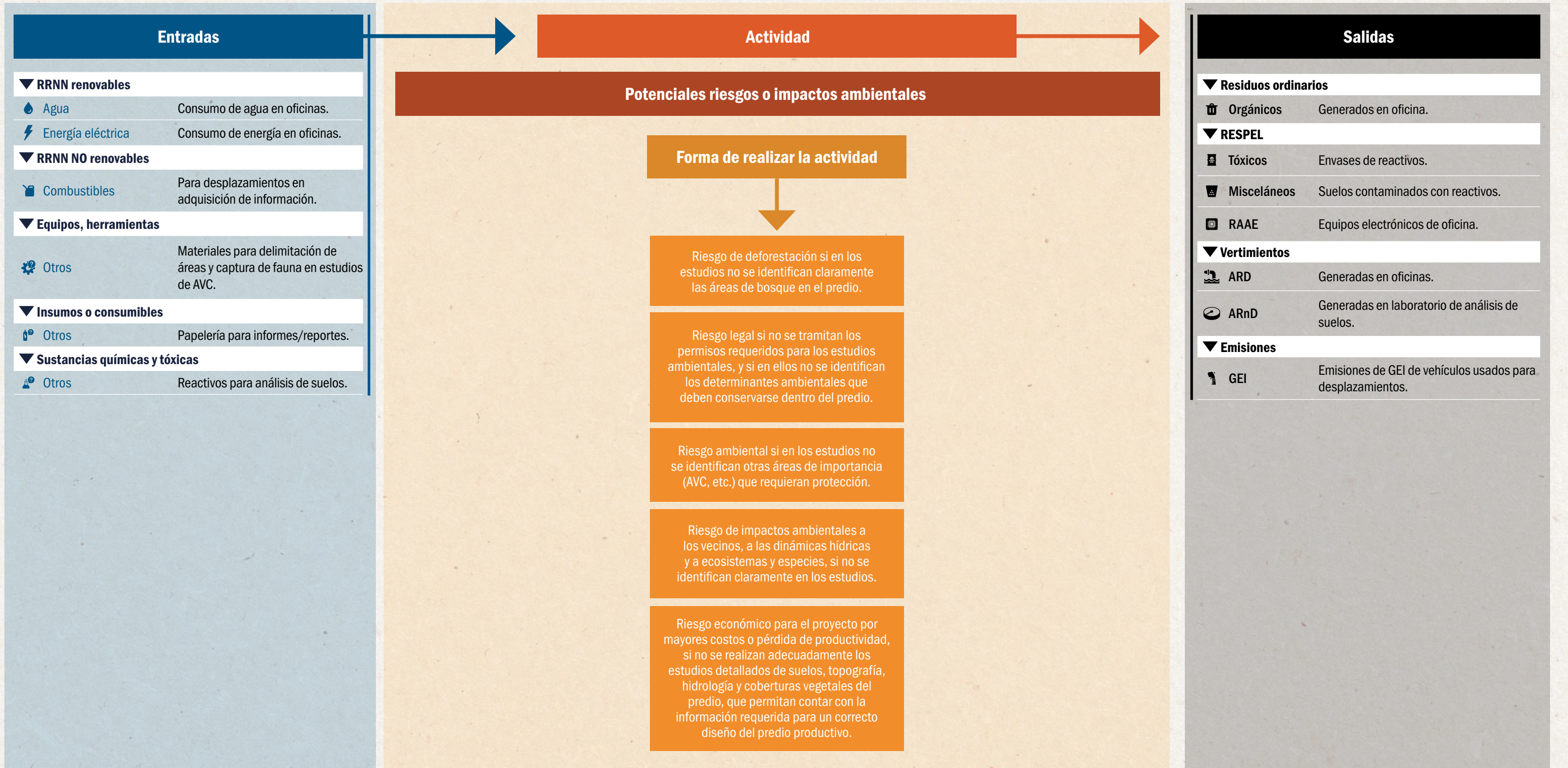
Fuente: elaboración propia

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

A Estudios previos

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

A Estudios previos

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal por deforestación y afectación a determinantes ambientales	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que en los estudios se identifiquen en detalle las coberturas forestales dentro del predio.</p> <p>Garantizar que en los estudios se analicen todos los determinantes ambientales dentro del predio (nacimientos de agua, rondas hídricas y demás definidos por la autoridad ambiental).</p> <p>Garantizar que, de ser requerido para los estudios biológicos, se tramite el permiso de recolecta científica con fines de investigación no comercial (en corresponsabilidad con la persona o entidad que realiza los estudios).</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Darle prioridad a que los estudios incluyan el análisis de estos riesgos y asignar los recursos necesarios para ello.</p> <p>Asignar los recursos para estos permisos.</p>
Riesgo por afectación a áreas de importancia ambiental	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que se realicen estudios detallados para identificar otras áreas de importancia ambiental que deban conservarse dentro del predio.</p> <p>Si en un futuro se piensa certificar la producción de fruto del predio, se debe utilizar una metodología aceptada por el esquema de certificación (análisis de áreas con Alto Valor de Conservación (AVC) en el caso de RSPO o Rainforest Alliance).</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Darle prioridad a la identificación de las áreas que deban ser conservadas en el predio y asignar los recursos necesarios para ello.</p>
Riesgo de impactos ambientales durante el establecimiento y la operación del proyecto	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que se realice una evaluación adecuada y detallada de los potenciales impactos ambientales del proyecto palmero.</p> <p>Para ello, se deben tener en cuenta todas las actividades que se llevarían a cabo durante la operación del cultivo, su infraestructura asociada, su área de influencia directa, y prestar especial atención a la afectación que podría generar sobre los recursos naturales, comunidades vecinas, ecosistemas y especies.</p> <p>Establecer la línea base de las características físico-químicas y biológicas del suelo antes de iniciar procesos de limpieza de los lotes. Esta servirá como punto de control para el manejo del suelo durante el establecimiento y mantenimiento de la plantación.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Darle importancia a la prevención de potenciales impactos ambientales, mediante una adecuada evaluación en esta fase del proyecto y asignar los recursos necesarios para ello.</p>
Riesgo económico para el proyecto por insuficiente información técnica para el diseño detallado del predio	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que se realicen apropiadamente estudios detallados de suelos, topografía, hidrología y coberturas vegetales, y que sus resultados sean suficientes para un adecuado diseño detallado del cultivo y de su infraestructura asociada (vías internas y canales de riego y drenaje, de ser requeridos).</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Darle prioridad a los estudios de detalle requeridos para contar con la información técnica suficiente y pertinente para un adecuado diseño del predio productivo. Asignar los recursos necesarios para ello.</p>
Oportunidad de incorporar elementos de paisaje favorables a la biodiversidad, y a la prestación de servicios ecosistémicos en el cultivo	Recomendación - Aprovechar oportunidades	<p>Recomendación - Aprovechar oportunidades</p> <p>Promover la realización de un estudio específico sobre las HMP que se podrían incorporar en el diseño del predio, para favorecer la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos para el cultivo. Para ello, es recomendable contar con un mapa detallado de coberturas del predio y con los resultados de la identificación de áreas y especies de relevancia ecológica en el predio y en su área de influencia directa.</p>	<p>Recomendación - Aprovechar oportunidades</p> <p>Darle importancia a los beneficios legales, económicos y ambientales que la incorporación de HMP puede traer al proyecto, y asignar recursos para su análisis específico según las condiciones del predio.</p>

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

B Diseño detallado del predio y de su infraestructura

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El diseño detallado del predio palmero implica definir el tamaño, la ubicación y orientación de los lotes a sembrar, la localización de la infraestructura vial, de manejo del agua y de servicios, las zonas que deberán mantenerse como áreas de conservación y otras que requieran de especial manejo para prevenir y/o mitigar los posibles impactos ambientales.

Las vías son importantes para garantizar el transporte de insumos y subproductos como la tusa o raquis dentro del cultivo, y de racimos cosechados a las plantas de beneficio. Es preciso tener en cuenta las características topográficas para su trazado y construcción, con el objeto de evitar problemas como desestabilización de suelos, erosión, alteración de cauces y acuíferos, entre otros. En caso de presentarse cruces de corrientes de agua, se deben adelantar las obras apropiadas para no afectar su dinámica y calidad.

También se diseña la infraestructura para el manejo del agua en el cultivo (sistema de riego y canales de drenaje), incluyendo la tecnología para un uso adecuado y eficiente de este recurso, de tal forma que se cause la menor afectación posible a cuerpos de agua y/o ecosistemas. En particular, se evita establecer estos canales en zonas de humedales como esteros y morichales, para no desecar estos ecosistemas.

Igualmente, el desarrollo de las actividades cotidianas en el cultivo requiere infraestructura de servicios, incluyendo: oficinas para las labores administrativas, unidad de almacenamiento de insumos agroquímicos y de residuos sólidos y peligrosos, baños, taller de mantenimiento, alojamiento (de ser necesario) y casino. Para su diseño se debe tener en cuenta la topografía del terreno, la disponibilidad de agua y energía eléctrica, el fácil acceso desde cualquier parte del cultivo, y los materiales con los que serán ejecutadas las diferentes obras, disminuyendo su impacto ambiental.

Se busca diseñar el predio (y el cultivo) de forma armónica con su entorno natural, con el fin de proteger los determinantes ambientales (nacimientos de agua, rondas hídricas, entre otros) y las áreas con Alto Valor de Conservación que sean identificadas, para lograr una mayor conectividad entre ellas con cercas vivas y corredores de conservación y

paso de especies. Así mismo, incorporar vegetación natural dentro y en los alrededores del cultivo, que facilite la prestación de servicios ecosistémicos como polinización, control biológico de plagas y enfermedades, formación de suelos y protección contra vientos e inundaciones, entre otros.

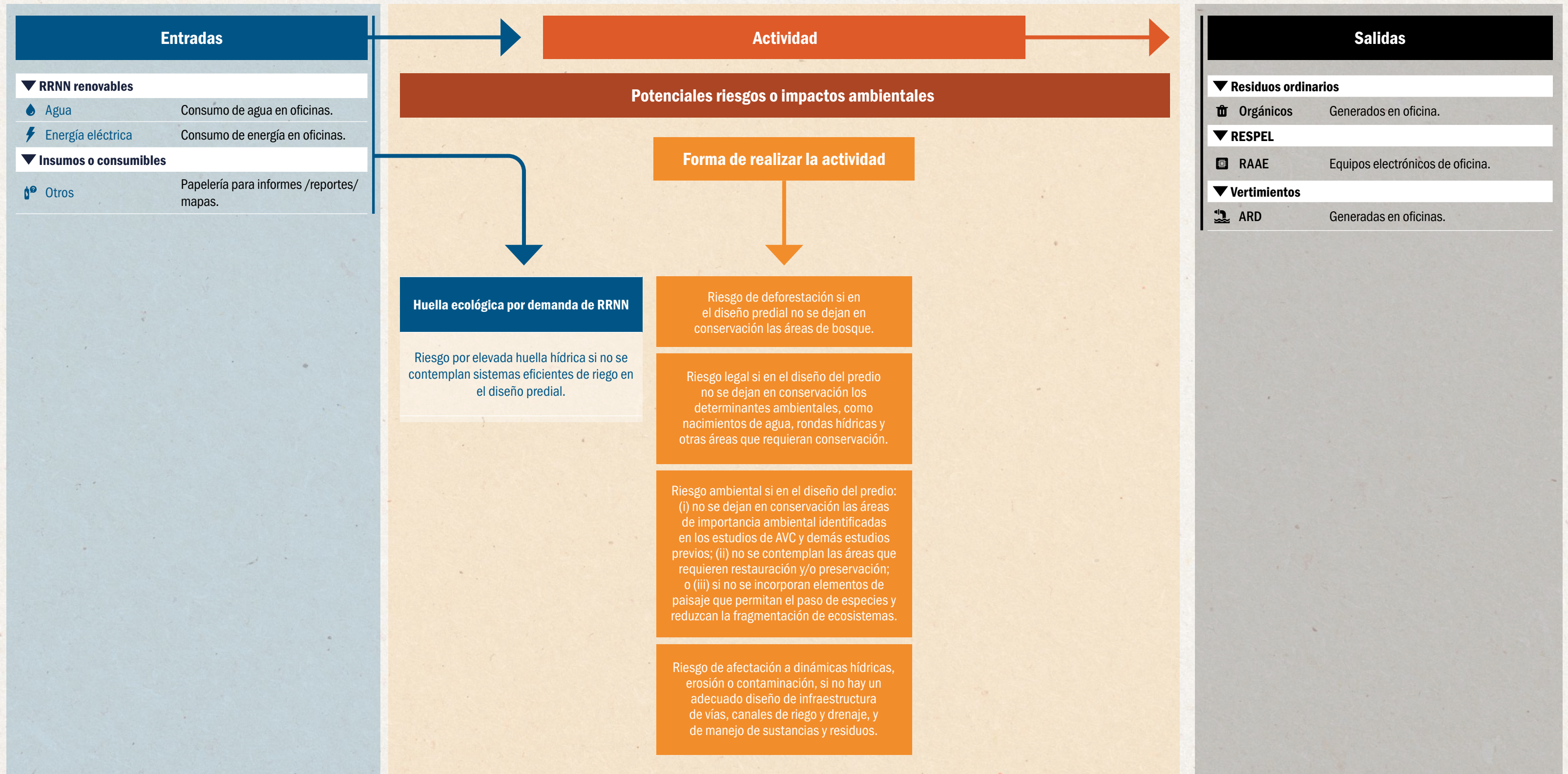


Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

B Diseño detallado del predio y de su infraestructura

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Huella ecológica por demanda de RRNN

Riesgo por elevada huella hídrica si no se contemplan sistemas eficientes de riego en el diseño predial.

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

B Diseño detallado del predio y de su infraestructura

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal por deforestación y afectación a determinantes ambientales	Requerimiento legal	Requerimiento legal Garantizar que en el diseño predial se dejen como áreas de conservación todas las coberturas forestales, incluyendo las que requieran restauración. Garantizar que en el diseño predial se dejen como áreas de conservación todos los determinantes ambientales (nacimientos de agua, rondas hídricas y demás definidos por la autoridad ambiental), incluyendo las que requieran restauración.	Requerimiento legal Definir directrices claras para la conservación de determinantes ambientales y coberturas forestales, y exigir su cumplimiento en el diseño predial.
Riesgo por afectación a áreas de importancia ambiental	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar que en el diseño predial se dejen en conservación las áreas de importancia ambiental (AVC y otras) identificadas en los estudios previos. Incluir también las áreas necesarias para garantizar una adecuada conectividad entre ellas, y con los determinantes ambientales y coberturas forestales arriba mencionadas, así como aquellas que requieran restauración.	Recomendación - Mitigar impactos Definir directrices claras para la conservación de áreas de importancia ambiental y exigir su cumplimiento en el diseño predial.
Riesgo de incumplimiento legal durante la operación del proyecto	Requerimiento legal	Requerimiento legal Garantizar que en el diseño predial se contemple la infraestructura adecuada y acorde con los requerimientos legales para: captación de agua, tratamiento de aguas residuales domésticas y no domésticas, almacenamiento de sustancias peligrosas, separación y almacenamiento de residuos ordinarios y peligrosos, contingencia por derrames de hidrocarburos, etc.	Requerimiento legal Definir directrices claras para la incorporación de infraestructura adecuada para el cumplimiento legal ambiental en el diseño predial.
Riesgo de fragmentación de ecosistemas y alteración de comunidades y poblaciones naturales de fauna y flora	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Promover que en el diseño predial las áreas productivas continuas estén separadas por cercas vivas o bosques riparios, que funcionen como corredores o senderos ecológicos.	Recomendación - Mitigar impactos Definir directrices claras para mantener algún grado de heterogeneidad en el predio productivo y promover su incorporación en el diseño predial.
Riesgo de elevada huella hídrica durante la operación del proyecto	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Promover el análisis de alternativas tecnológicas para la implementación de sistemas eficientes de riego en el diseño del cultivo y de su infraestructura asociada.	Recomendación - Mitigar impactos
Riesgo de impactos ambientales durante la operación del proyecto	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar que en el diseño predial se incorporen los aspectos necesarios para prevenir o mitigar los potenciales impactos ambientales identificados en los estudios previos. Ello incluye, entre otros: • Una adecuada ubicación del (los) punto(s) de captación de agua, de vertimiento de aguas residuales, de almacenamiento de residuos y de sustancias peligrosas. • El trazado de vías internas y canales de riego y drenaje para prevenir la erosión y minimizar su impacto sobre áreas naturales, cuerpos de agua y la hidrología del predio y sus alrededores.	Recomendación - Mitigar impactos Definir directrices claras para incorporar en el diseño predial los aspectos necesarios para prevenir o mitigar potenciales impactos ambientales.
Oportunidad de incorporar elementos de paisaje favorables a la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos en el cultivo	Recomendación - Aprovechar oportunidades	Recomendación - Aprovechar oportunidades Promover la incorporación de vegetación natural y de HMP en el diseño predial, para favorecer la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos para el cultivo.	Recomendación - Aprovechar oportunidades Darle importancia a las HMP como estrategia para favorecer la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para el cultivo, y promover su incorporación en el diseño predial.
Oportunidad de incorporar tecnologías que favorezcan el aprovechamiento integral de biomasa en el diseño predial	Recomendación - Aprovechar oportunidades	Recomendación - Aprovechar oportunidades Promover y facilitar el análisis de alternativas tecnológicas para el aprovechamiento de la biomasa en campo (fertirriego, compostaje, uso de biomasa como acondicionador de suelos, etc.), y su incorporación en el diseño del proyecto productivo.	Recomendación - Aprovechar oportunidades Darle prioridad a la incorporación de estrategias de aprovechamiento de biomasa, en la conceptualización del proyecto productivo.
Oportunidad de utilizar construcciones, equipos e infraestructura con menos huella ecológica	Recomendación - Aprovechar oportunidades	Recomendación - Aprovechar oportunidades Promover el análisis de alternativas para el diseño de construcciones e infraestructura, y la escogencia de equipos y tecnologías a utilizar en el proyecto, teniendo en cuenta criterios de eficiencia energética, menor huella hídrica y uso de materiales de fuentes más sostenibles y menos contaminantes.	Recomendación - Aprovechar oportunidades Darle prioridad a la incorporación de elementos de sostenibilidad ambiental y de ecoeficiencia en el diseño de construcciones, infraestructura y equipos para el proyecto.

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

C Preparación del terreno

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

La adecuación del terreno da paso al desarrollo del vivero y, posteriormente, el establecimiento del cultivo. En este punto de avance del proyecto, se hace la primera intervención directa sobre el terreno. Con base en las características geomorfológicas, los levantamientos topográficos y los planos de diseño detallado, se realiza la limpieza de los lotes (preferiblemente con maquinaria liviana), la mecanización, nivelación, adecuación de canales para el sistema de riego y drenaje, ahoyado, construcción de vías, entre otros.

En ocasiones pueden encontrarse problemas de compactación o sellamiento superficial del suelo, si se parte de un terreno ya trabajado y disturbado. Por esta razón se deben adecuar las características físicas y morfológicas a través de las herramientas necesarias.

En la preparación del terreno, es determinante implementar las mejores prácticas y tecnologías disponibles para lograr cultivos con altos rendimientos, sin afectar las condiciones ambientales y sociales de la zona.

A lo largo de esta actividad, es crucial garantizar la protección de todas las áreas de conservación incluidas en el diseño, y así prevenir impactos ambientales irreversibles por cambio de uso del suelo (deforestación, transformación o deterioro de ecosistemas y hábitats naturales, o afectación a cuerpos de agua). Por ello la importancia de esta actividad desde una óptica ambiental.

Durante esta etapa se pueden mantener árboles dispersos en las áreas que se sembrarán posteriormente con palma de aceite. Estos sirven como refugio y alimento para algunas especies de aves, y proveen sombra y lugar de descanso a los trabajadores durante sus labores.

Previo a la remoción de material vegetal, es necesario tramitar el permiso de aprovechamiento forestal en el caso en que se vayan a remover árboles que superen el diámetro a la altura del pecho (DAP) establecido en la reglamentación.

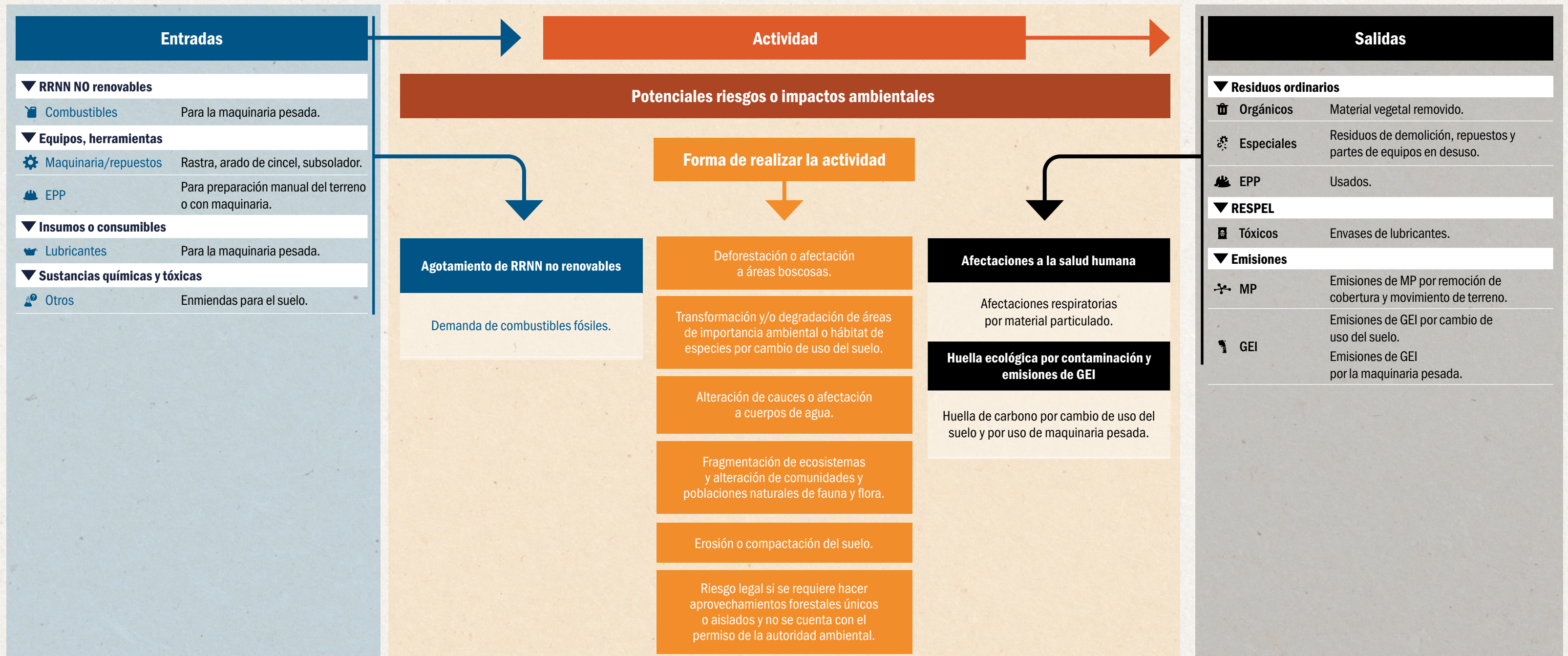


Adecuación del lugar de siembra del cultivo
Foto: Ospitia Producciones, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo **Fase de diseño y establecimiento**

C Preparación del terreno

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

C Preparación del terreno

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Deforestación y afectación a determinantes ambientales	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que las áreas con coberturas forestales que se dejaron para conservación en el diseño predial, incluyendo las que requieren restauración, se respeten durante la preparación del terreno.</p> <p>Garantizar que los determinantes ambientales (nacimientos de agua, rondas hídricas y demás definidos por la autoridad ambiental) que se dejaron para conservación en el diseño predial, incluyendo los que requieren restauración, se respeten durante la preparación del terreno.</p>	Requerimiento legal
Transformación o afectación a áreas de importancia ambiental; fragmentación de ecosistemas y hábitats	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que las áreas de importancia ambiental (AVC y otras) que se dejaron para conservación en el diseño predial, incluyendo las que requieren restauración, se respeten durante la preparación del terreno.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Erosión o compactación del suelo	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Definir los sitios para el apilamiento y las acciones de manejo y disposición de los suelos, con suficiente anticipación a la remoción de los mismos, durante el proceso de construcción de obras civiles.</p> <p>Promover el uso de sistemas de labranza mínima durante las labores de preparación del suelo para el establecimiento del cultivo. El laboreo excesivo causa erosión, compactación, pérdida de humedad del suelo y mala estructura que impiden el desarrollo radicular.</p> <p>Garantizar que se conserve la cobertura vegetal de desmonte para que aporte la materia orgánica a la capa superficial del suelo, y que se incorpore previo tratamiento (picado y compostaje) para evitar focos de plagas y enfermedades.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Contaminación al agua y al suelo por disposición inadecuada de residuos	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que existe y se implementa un Plan de Gestión Integral de Residuos Ordinarios y Peligrosos durante la preparación del terreno, acorde con la normatividad vigente.</p> <p>Garantizar que no se utiliza fuego para la preparación del terreno.</p>	Requerimiento legal
Alteración de cauces o afectación a cuerpos de agua	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que las actividades de preparación del terreno y el uso de la maquinaria requerida, se realiza con una mínima afectación a los cuerpos de agua y cauces de los ríos.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Oportunidad de incorporar elementos de paisaje favorables a la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos en el cultivo	Recomendación - Aprovechar oportunidades	<p>Recomendación - Aprovechar oportunidades</p> <p>Garantizar que las áreas requeridas para incorporar vegetación natural y HMP se respeten durante la preparación del terreno.</p>	Recomendación - Aprovechar oportunidades

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

D Construcción de vías, canales e infraestructura

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Esta actividad incluye la construcción de la red de vías internas del predio productivo, su sistema de riego y canales de drenaje, y toda la infraestructura de servicios previamente diseñada.

Durante el levantamiento de las vías e infraestructura de riego y drenaje, se implementan las acciones para prevenir y mitigar impactos sobre el suelo, cuerpos de agua, ecosistemas y especies.

Para la infraestructura de servicios se utilizan técnicas de construcción de bajo impacto, y se emplean tecnologías que permitan un uso eficiente del agua y de la energía.



Construcción de canales de drenaje
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



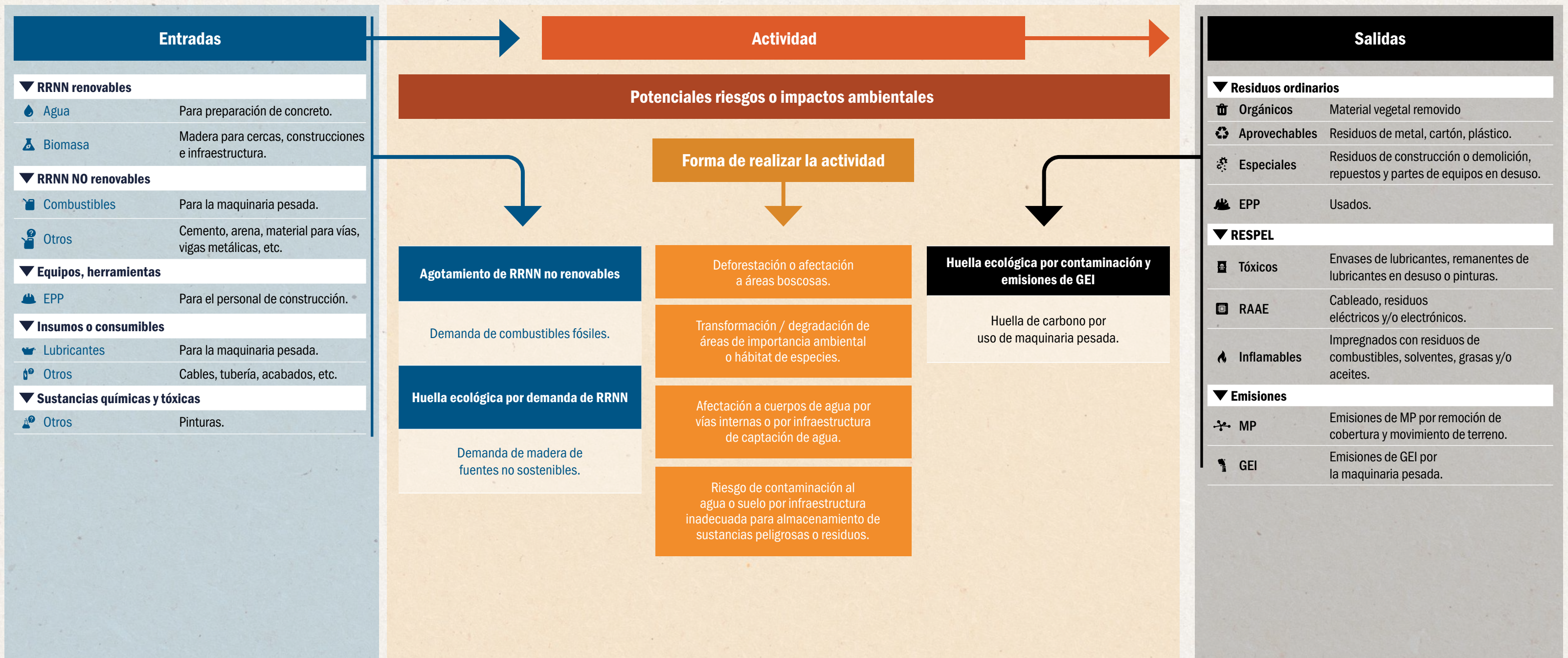
Vías internas en un predio palmero
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

D Construcción de vías, canales e infraestructura

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

D Construcción de vías, canales e infraestructura

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Deforestación y afectación a determinantes ambientales	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que las áreas con coberturas forestales que se dejaron para conservación en el diseño predial, incluyendo las que requieren restauración, se respeten durante la construcción de vías, canales de riego y drenaje e infraestructura.</p> <p>Garantizar que los determinantes ambientales (nacimientos de agua, rondas hídricas y demás definidos por la autoridad ambiental) que se dejaron para conservación en el diseño predial, incluyendo los que requieren restauración, se respeten durante la construcción de vías, canales de riego y drenaje e infraestructura.</p>	Requerimiento legal
Cumplimiento de requerimientos legales ambientales	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Tramitar el permiso de ocupación de cauces previo a la construcción de infraestructura de captación de agua de cuerpos superficiales; o tramitar el permiso de exploración de pozos previo a la construcción de infraestructura de captación de aguas subterráneas.</p> <p>Instalar un medidor de consumo de agua en el o los puntos de captación de aguas superficiales y/o subterráneas.</p>	Requerimiento legal
Transformación o afectación a áreas de importancia ambiental, fragmentación de ecosistemas y hábitats	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que las áreas de importancia ambiental (AVC y otras) que se dejaron para conservación en el diseño predial, incluyendo las que requieren restauración, se respeten durante la construcción de vías, canales de riego y drenaje e infraestructura.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Erosión	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que la construcción de vías internas cumple con las características de ingeniería establecidas en el diseño para prevenir la erosión.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Contaminación al agua y al suelo por disposición inadecuada de residuos o de aguas residuales	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que existe y se implementa un Plan de Gestión Integral de Residuos Ordinarios y Peligrosos durante la construcción de vías, canales de riego y drenaje e infraestructura, acorde con la normatividad vigente.</p> <p>Garantizar que se construya y adecúe toda la infraestructura requerida para una adecuada separación, acopio, manejo y almacenamiento temporal de sustancias peligrosas y de residuos ordinarios y peligrosos previo a su disposición final, acorde con la reglamentación vigente.</p> <p>Garantizar que se adquieran e instalen los equipos, y que se construya y adecúe toda la infraestructura requerida para un adecuado tratamiento de aguas residuales domésticas y no domésticas en el predio palmero, acorde con la reglamentación vigente.</p> <p>Garantizar que se construya y adecúe la infraestructura necesaria para la contención de derrames de hidrocarburos, acorde con la reglamentación vigente.</p>	Requerimiento legal
Alteración de cauces o afectación a cuerpos de agua y dinámicas hídricas	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que la construcción de los canales de riego y drenaje cumpla con las especificaciones técnicas establecidas en el diseño, para no generar afectaciones innecesarias a las dinámicas hídricas por sobredimensionamiento de su profundidad.</p> <p>Garantizar que las actividades de construcción de vías, canales de riego y drenaje e infraestructura, y el uso de la maquinaria requerida se realice con una mínima afectación a los cuerpos de agua y cauces de los ríos.</p> <p>Garantizar que en la construcción de vías internas se incorpore la infraestructura adecuada para permitir el paso de cuerpos de agua.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Oportunidad de incorporar elementos de paisaje favorables a la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos en el cultivo	Recomendación - Aprovechar oportunidades	<p>Recomendación - Aprovechar oportunidades</p> <p>Garantizar que las áreas requeridas para incorporar vegetación natural y HMP se respeten durante la construcción de vías, canales de riego y drenaje e infraestructura.</p>	Recomendación - Aprovechar oportunidades

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

E Previvero y vivero

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

En esta etapa, primero se selecciona y acondiciona el área para el previvero, asegurando que el terreno cuente con buenas condiciones de drenaje, topografía plana, vías de fácil acceso, disponibilidad permanente de agua y ubicación cercana al sitio de siembra. Todo esto con el fin de facilitar técnica y logísticamente las actividades a desarrollar. En plantaciones ya establecidas con riesgo fitosanitario, el previvero se debe situar a una distancia mínima de 250 metros de estas zonas.

En el previvero se realiza un prelistamiento de las plántulas, donde se hace una transición de sombra a exposición solar completa de los ejemplares que serán trasladados al vivero. Al inicio, tiene que estar sombreado en un 60 % como máximo, a fin de mantener las plántulas en buenas condiciones. Este porcentaje se debe ir reduciendo progresivamente, hasta eliminar la sombra una semana antes del trasplante a vivero, generando la adaptación morfofisiológica de las plantas.

Luego de permanecer tres meses aproximadamente en previvero, las plántulas con condiciones morfofisiológicas adecuadas se preparan para ser trasladadas a un espacio más amplio y con exposición solar completa: el vivero. Este es el sitio de alistamiento del material vegetal, antes de ser llevado al sitio definitivo de siembra. Allí permanecen durante otros tres meses, donde se realiza un manejo del agua, fitosanitario y nutricional, e incluso control de arvenses en los casos que sea necesario.

Debido a la prolongada vida útil del cultivo, es preciso elegir material vegetal de óptima calidad, que garantice establecer plantaciones altamente competitivas y productivas. Para esto, es conveniente utilizar semillas provenientes de compañías reconocidas por tener programas serios de selección y mejoramiento genético.

Finalmente, se seleccionan las plántulas en mejores condiciones de desarrollo y se llevan a siembra en los lotes seleccionados y adecuados. Esto se hace por lo general al comenzar el periodo de lluvias, dado que las condiciones ambientales son más favorables. En esta etapa se deben tomar precauciones para el trasplante a los sitios definitivos, evitando causar situaciones de estrés a las plántulas.

El proceso debe complementarse con un manejo nutricional y fitosanitario necesario para el óptimo desarrollo del material vegetal. Por otra parte, es conveniente tener plantas de reserva en los viveros para reemplazar las que por una u otra circunstancia se deben descartar.



Construcción del umbráculo
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



Siembra de semillas en previvero
Foto: Ospitia Producciones, colección fotográfica de Fedepalma



Control de malezas en vivero
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica



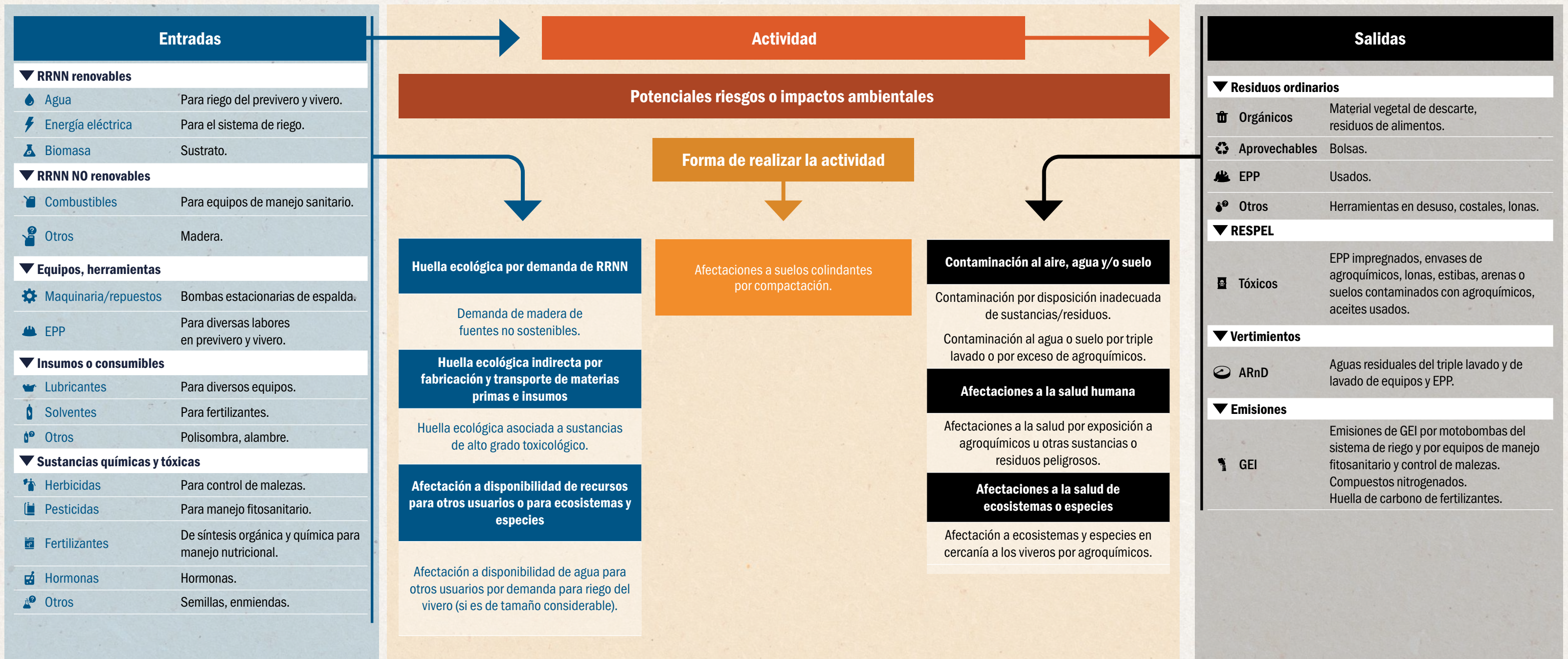
Plantulas de vivero
Foto: Nelson Ortera, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

E Previvero y vivero

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

E Previvero y vivero

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Cumplimiento de requerimientos legales ambientales	Requerimiento legal	Requerimiento legal Garantizar que todos los agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, hormonas, etc.) que se utilicen en el previvero y vivero, están autorizados para su uso en Colombia por parte del ICA. Instalar un medidor de consumo de agua en los puntos de captación de aguas superficiales y/o subterráneas.	Requerimiento legal Darle prioridad y exigir cumplimiento de estos requerimientos legales.
Afectación a áreas de importancia ambiental o a especies por uso de agroquímicos	Requerimiento legal Seguir los protocolos de manejo especial de agroquímicos en zonas del vivero que estén en cercanía de áreas de importancia ambiental o cuerpos de agua.	Requerimiento legal Diseñar protocolos de manejo especial de agroquímicos en zonas del vivero que estén cercanas a áreas de importancia ambiental o cuerpos de agua para evitar su afectación, y supervisar su cumplimiento.	Requerimiento legal Darle prioridad y exigir cumplimiento de estos requerimientos legales.
Riesgo a la salud humana por manipulación de sustancias tóxicas	Recomendación - Mitigar impactos Portar los EPP necesarios para la aplicación de plaguicidas. Velar porque todos los trabajadores que manipulen plaguicidas estén debidamente capacitados y tengan los EPP necesarios. Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de estas sustancias.	Recomendación - Mitigar impactos Sustituir los plaguicidas altamente tóxicos por plaguicidas moderados o ligeramente tóxicos y probablemente sin riesgo (Clase II, III y IV). Garantizar que todos los trabajadores que manipulan estas sustancias estén debidamente capacitados y tengan los EPP necesarios. Socializar con los operarios que manipulan sustancias tóxicas, las recomendaciones de las fichas de seguridad de cada una.	Recomendación - Mitigar impactos Darle alta prioridad y definir directrices claras para prevenir riesgos a la salud humana por la manipulación de sustancias tóxicas, incluyendo la dotación de EPP y la debida capacitación a quienes las utilizan.
Contaminación al agua y al suelo por disposición inadecuada de residuos o de aguas residuales	Requerimiento legal Separar adecuadamente los residuos y llevarlos a los puntos ecológicos o sitios de acopio. Utilizar adecuadamente y mantener en orden el área de almacenamiento para productos y la unidad para almacenamiento temporal de residuos peligrosos (envases de productos, etc.). Realizar el triple lavado a los envases de agroquímicos.	Requerimiento legal Garantizar que exista y se implemente el Plan de Gestión Integral de Residuos Ordinarios y Peligrosos (para aquellos generados en el previvero y vivero) acorde con la normatividad vigente. Garantizar que exista y se utilice adecuadamente la infraestructura requerida para una adecuada separación, acopio, manejo y almacenamiento temporal de sustancias peligrosas y de residuos ordinarios y peligrosos previo a su disposición final, acorde con la reglamentación vigente. Garantizar que existan y se utilicen adecuadamente los equipos e infraestructura para un adecuado tratamiento de aguas residuales del triple lavado, acorde con la reglamentación vigente.	Requerimiento legal Definir directrices claras y asignar los recursos necesarios para la prevención y mitigación de estos impactos, y cumplir con la reglamentación vigente.
Huella hídrica	Registros - Mejor desempeño ambiental Llevar un registro detallado del uso de agroquímicos. Recomendación - Mitigar impactos Operar el sistema de riego acorde con las especificaciones y teniendo en cuenta la información de requerimiento hídrico de las plántulas. Registros - Mejor desempeño ambiental Llevar un registro del consumo de agua en el vivero.	Registros - Mejor desempeño ambiental Supervisar el diligenciamiento de un registro detallado del uso de agroquímicos en el vivero, que incluya las cantidades utilizadas de cada producto, sus ingredientes activos y grado toxicológico, así como una justificación para su uso. Recomendación - Mitigar impactos Supervisar que la operación del sistema de riego se realice de forma eficiente y según el requerimiento hídrico de las plántulas. Registros - Mejor desempeño ambiental Promover el registro de consumo de agua en el vivero Analizar la información de consumo de agua en el vivero y, si es necesario con base en esa información, proponer acciones de mejoramiento para reducir su consumo o mejorar su eficiencia.	Registros - Mejor desempeño ambiental Darle prioridad y definir directrices claras para el uso adecuado y justificado de agroquímicos, y exigir su cumplimiento. Recomendación - Mitigar impactos Registros - Mejor desempeño ambiental Darle prioridad y asignar recursos para mejorar la eficiencia en el uso del agua en el vivero, en caso de ser necesaria.
Oportunidad de utilizar productos con menos impacto ambiental	Recomendación - Aprovechar oportunidades	Recomendación - Aprovechar oportunidades Buscar y promover alternativas para el uso de fertilizantes de síntesis orgánica y controladores biológicos de plagas y enfermedades.	Recomendación - Aprovechar oportunidades
Oportunidad de incorporar elementos de paisaje favorables a la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos en el cultivo	Recomendación - Aprovechar oportunidades	Recomendación - Aprovechar oportunidades Promover el montaje de un vivero de especies nativas para su propagación e incorporación en el predio productivo, para favorecer la biodiversidad y la prestación de servicios ambientales al cultivo.	Recomendación - Aprovechar oportunidades

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

F Establecimiento del cultivo y trámite de permisos para su operación

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Una vez preparado el terreno, es necesario tener óptimas condiciones para el riego y el drenaje, manejo fitosanitario y nutrición del cultivo, con el objetivo de garantizar la viabilidad de las plantas en su ubicación definitiva.

El terreno donde se va a realizar la siembra debe contar previamente con coberturas vegetales, que normalmente son leguminosas. Estas tienen atributos especiales, ya que crecen manteniendo el suelo cubierto, protegiéndolo de la erosión, aportando materia orgánica, y evitando la pérdida de nutrientes por lavado y escorrentía (Ernst, 2004).

Como las características físicas y químicas de los suelos influyen en el desarrollo de las palmas, es importante que estos sean profundos, sueltos y con buen drenaje. Es necesario tener presente que los drenajes van paralelos a los caminos principales y secundarios, y los lotes no deben ser más anchos de 300 a 350 m, para facilitar el transporte de los racimos a los sitios de recolección. La siembra se realiza en triángulo bolillo,

con distancia 9 x 9 m, de manera que la densidad sea de 143 plantas por hectárea (para el híbrido OxG la distancia será mayor). Adicionalmente, y dado que esta es la última actividad antes de la operación del cultivo, es necesario completar los trámites para la obtención de los permisos ambientales básicos requeridos, según aplique: concesión de aguas superficiales y/o subterráneas para riego, permiso de ocupación de cauce para la captación de aguas superficiales y permiso de vertimientos de aguas residuales domésticas.

Adicionalmente, y dado que esta es la última actividad antes de la operación del cultivo, es necesario completar los trámites para la obtención de los permisos ambientales básicos requeridos, según aplique: concesión de aguas superficiales y/o subterráneas para riego, permiso de ocupación de cauce para la captación de aguas superficiales y permiso de vertimientos de aguas residuales domésticas.



Ahoyado
Foto: Gerardo Martínez, colección fotográfica de Fedepalma



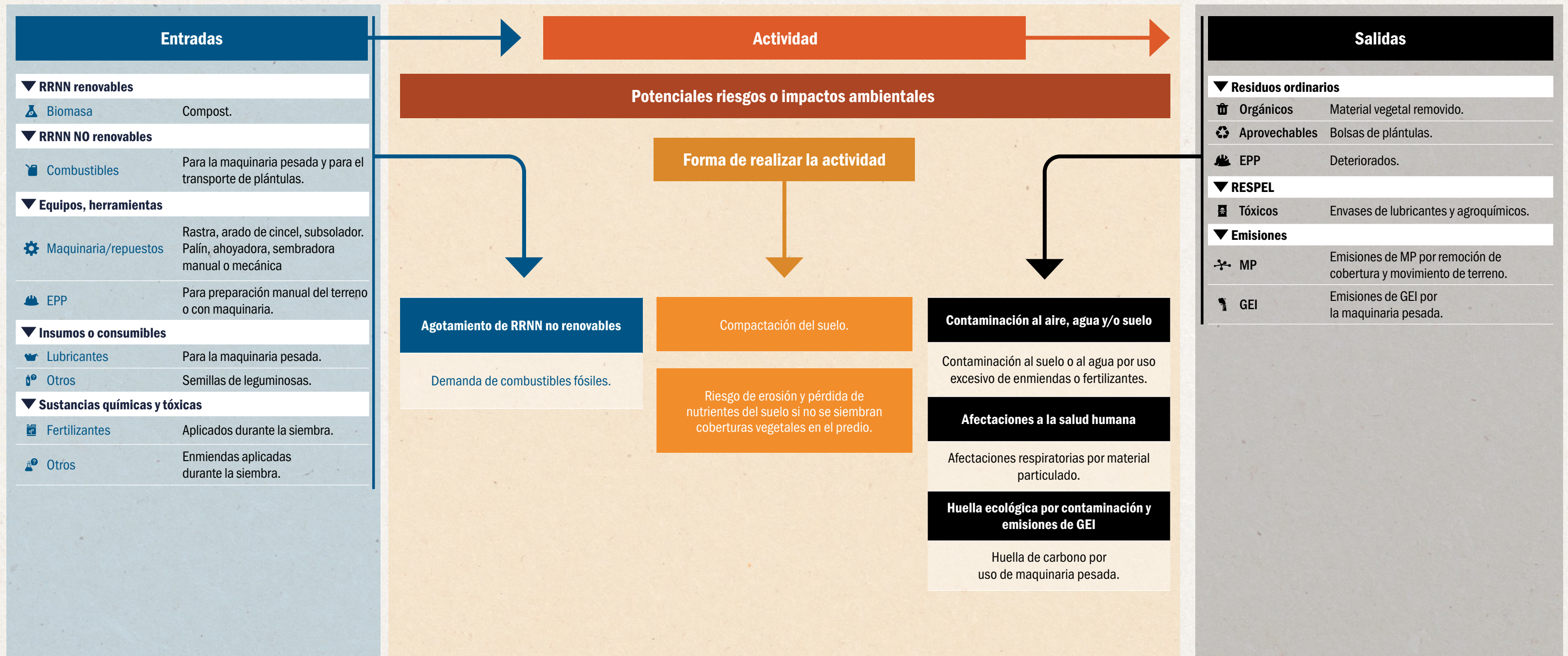
Siembra de palmas jóvenes
Foto: Ospitia Producciones, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

F Establecimiento del cultivo y trámite de permisos para su operación

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de diseño y establecimiento

F Establecimiento del cultivo y trámite de permisos para su operación

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo a la salud humana por manipulación de sustancias tóxicas	<p>Requerimiento legal</p> <p>Portar los EPP necesarios para la aplicación de enmiendas al suelo.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que todos los trabajadores que manipulan las enmiendas están debidamente capacitados y tienen los EPP necesarios.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Darle prioridad y asignar recursos para la dotación de EPP, y la capacitación del personal que manipule sustancias tóxicas.</p>
Contaminación al suelo	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Aplicar las enmiendas en las cantidades establecidas por la Dirección Agronómica del cultivo.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Apoyar al Director Agronómico en la formulación del plan de enmiendas acorde con la información recolectada de características físicas y químicas del suelo, propendiendo por su uso justificado y racional, y prevenir la contaminación o potencial afectación a la biota del suelo.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p>
Erosión y pérdida de capa vegetal	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Apoyar al Director Agronómico en la formulación del plan de siembra de coberturas en el cultivo para evitar la erosión. Se recomienda el establecimiento de especies leguminosas que contribuyan a la fijación de nitrógeno para el cultivo.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Darle prioridad, directrices claras y asignación de recursos a la siembra de coberturas en el cultivo.</p>
Contaminación por disposición inadecuada de residuos	<p>Requerimiento legal</p> <p>Separar adecuadamente los residuos y llevarlos a los puntos ecológicos o sitios de acopio.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que exista y se implemente el Plan de Gestión Integral de Residuos Ordinarios y Peligrosos (para aquellos generados durante el establecimiento del cultivo), acorde con la normatividad vigente.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Definir directrices claras y asignar los recursos necesarios para la prevención y mitigación de estos impactos, y cumplir con la reglamentación vigente.</p>
Incorporación de vegetación natural que preste servicios ambientales al cultivo	<p>Recomendación - Aprovechar oportunidades</p>	<p>Recomendación - Aprovechar oportunidades</p> <p>Promover y supervisar la siembra de plantas nectaríferas que favorezcan la presencia de fauna benéfica para el control de plagas y enfermedades.</p> <p>Promover y supervisar la siembra de cercas vivas a lo largo de vías internas y separaciones entre lotes en el cultivo, con especies nativas que sirvan de hábitat, alimento o descanso para especies que habitan o transitan por el predio.</p> <p>Promover y supervisar la siembra de especies nativas y de HMP, para la recuperación de rondas hídricas, la conectividad entre áreas naturales, o para la restauración o manejo de áreas con AVC u otras áreas naturales en el predio.</p> <p>Buscar el acompañamiento o la asesoría de expertos para la selección de las especies nativas a sembrar, según las características ecosistémicas del predio y sus alrededores, la presencia de especies de fauna, las necesidades de restauración o conectividad y los servicios ecosistémicos que se quieren favorecer en el cultivo. Esta asesoría también incluye orientación sobre las épocas y condiciones de siembra para tales especies.</p>	<p>Recomendación - Aprovechar oportunidades</p> <p>Darle importancia y asignar recursos para la incorporación de HMP, como parte integral del establecimiento del cultivo.</p>

Cultivo

3.3.3. Fase de operación y manejo

A Labores culturales

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Estas labores agrupan aquellas actividades de mantenimiento orientadas a conservar el cultivo de palma en las mejores condiciones. Comprenden, entre otras:

- Corte de arvenses.
- Limpieza de platos para facilitar la recolección de los frutos caídos.
- Despeje de interlíneas para facilitar el desplazamiento del personal.
- Poda.
- Disposición de hojas podadas para su aprovechamiento nutricional en el cultivo.
- Mantenimiento de caños y drenajes antes del inicio de las lluvias y de riego antes de comenzar el verano.
- Sostenimiento de la infraestructura.

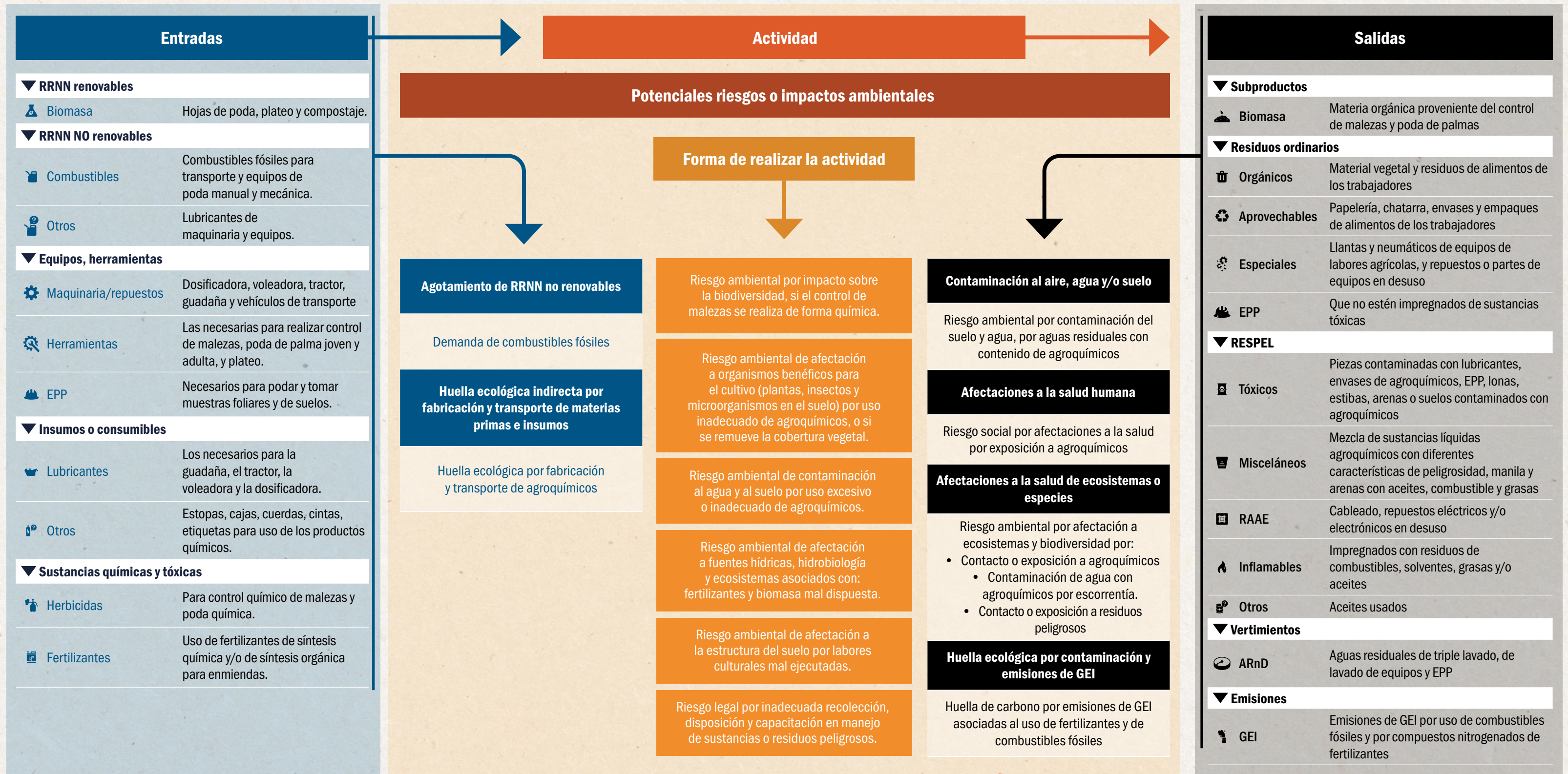


Cultivo

Fase de operación y manejo

A Labores culturales

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

A Labores culturales

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo social por afectación a la salud de los trabajadores por manipulación de productos de síntesis química y biológica, y/o por la realización de labores culturales	Requerimiento legal Vigilar que todos los trabajadores que manipulan estas sustancias estén debidamente capacitados y tengan los EPP necesarios.	Requerimiento legal Garantizar una capacitación a todas las personas que manipulan sustancias químicas o biológicas, cumpliendo normatividad (# horas), así como el suministro de los EPP necesarios. Garantizar la existencia de duchas de seguridad y lavaojos.	Requerimiento legal Darle prioridad y asignar los recursos para la provisión de EPP, y la debida capacitación a los trabajadores que manipulen estos productos.
	Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de estas sustancias.	Evitar el uso de sustancias químicas y biológicas con grado toxicológico 1A y 1B, excepto en circunstancias excepcionales. Garantizar la existencia de fichas de seguridad de las sustancias químicas, que dichas sustancias estén ubicadas en los lugares apropiados y que haya adecuada señalización.	Definir una política clara para evitar el uso de sustancias químicas y biológicas con grado toxicológico 1A y 1B, y exigir su cumplimiento. Darle prioridad a este requerimiento y exigir su cumplimiento.
	Recomendación - Mitigar impactos Llenar control de inventarios (cantidad usada de cada sustancia y envases).	Recomendación - Mitigar impactos Realizar seguimiento a control de inventarios de las sustancias y envases.	Recomendación - Mitigar impactos Promover la reducción de uso de sustancias con grado toxicológico 1A y 1B.
	Requerimiento legal Aprovechar el agua del triple lavado de los recipientes de herbicidas, vertiéndola con la mezcla antes de su aplicación (no verterla al suelo).	Requerimiento legal Contar con un equipo de derrames de sustancias de síntesis química y biológica en el lugar de preparación de las mezclas. Construir diques de contención y canales perimetrales en lugares de mezcla de sustancias y almacenamiento de combustibles.	Requerimiento legal Asignar los recursos para la adquisición y reemplazo de este equipo.
Riesgo ambiental por contaminación de suelo y aguas superficiales y subterráneas con aguas contaminadas o excesos de herbicidas u otras sustancias - impacto sobre fauna y flora en suelo y ecosistemas asociados al recurso hídrico	Usar la cama biológica No hacer aplicación de herbicidas en cercanía a rondas hídricas, nacimientos de agua, ecosistemas o áreas naturales, dentro o alrededor de los cultivos (respetar las franjas de seguridad mínimas, de 10 metros para aplicación terrestre y de 100 metros para aplicación aérea, distantes de los cuerpos o cursos de agua, carreteras, troncales, núcleos de población humana y animal, cultivos susceptibles de daño por contaminación o cualquier otra área que requiera protección).	Montaje de la cama biológica según recomendaciones. Brindar capacitación / sensibilización para disminuir contaminación por uso excesivo o aplicación inadecuada.	Dar la relevancia y brindar los elementos necesarios para adquirir estos insumos, equipos y formación.
	Recomendación - Mitigar impactos No aplicar herbicidas en época de lluvia, para evitar que se pierdan los ingredientes activos por escorrentía.	Recomendación - Mitigar impactos Protocolo de manejo de rondas y otras áreas sensibles - mapeo, distancias, etc.	Recomendación - Mitigar impactos Compromiso de la gerencia con protocolo de aplicación de productos en rondas hídricas.
	Usar la dosificación adecuada de cada sustancia según las recomendaciones de la casa comercial y no exceder la dosis letal.	Construir un plan/protocolo de manejo (cronograma) de sustancias según la estacionalidad, con base en información climática.	

Cultivo

Fase de operación y manejo

A Labores culturales

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/
Oportunidad

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Riesgo legal por generación de RESPEL	<p>Requerimiento legal</p> <p>Realizar triple lavado de los envases y EPP contaminados en un lugar adecuado (cama biológica), e inutilizar (perforar) los envases de herbicidas.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar un lugar adecuado para almacenamiento temporal de RESPEL - explicar mejor sus características.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Darle prioridad y asignar los recursos para la disposición de RESPEL y la debida capacitación a los trabajadores que manipulen estos productos.</p>
	<p>Llevar los RESPEL al sitio de almacenamiento temporal para RESPEL y ubicarlos según matriz de compatibilidad.</p>	<p>Señalización adecuada - RESPEL.</p> <p>Garantizar logística de transporte/entrega/disposición final adecuada de RESPEL - licencias, etc.</p>	
Riesgo ambiental por afectación a fauna, flora y ecosistemas por el tipo de "limpieza" utilizado (impacto) / Mantenimiento de flora y fauna benéfica para el cultivo y biodiversidad (oportunidad)	<p>Requerimiento legal</p> <p>Llenar registro detallado de entrega de RESPEL (peso y tipo de producto).</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Llevar a cabo un inventario detallado de RESPEL.</p> <p>Mantener actualizado el sistema de control documental.</p> <p>Registrarse como generador de RESPEL ante la CAR (si aplica).</p> <p>Realizar procesos de capacitación / sensibilización en RESPEL con el personal responsable..</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Asignar los recursos necesarios para entrega y disposición de RESPEL.</p>
	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Controlar únicamente arvenses agresivas, que son hospederas de plagas y enfermedades o que dificulten las labores de los trabajadores; permitir el crecimiento de coberturas de leguminosas, nectaríferas y otras especies de interés para el cultivo.</p> <p>Informar de manera oportuna y aplicar el protocolo de ahuyentamiento de fauna.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Implementar los lineamientos estratégicos de manejo de arvenses, coberturas y áreas naturales.</p> <p>Capacitación y sensibilización sobre manejo de arvenses, coberturas y áreas naturales.</p> <p>Construir y socializar protocolo de ahuyentamiento / traslado de fauna y flora antes y durante las aplicaciones.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Brindar lineamientos estratégicos en torno a manejo de arvenses, coberturas y áreas naturales circundantes del cultivo.</p>
Uso de combustibles fósiles y huella de carbono	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Informar de manera oportuna el desajuste y/o necesidad de mantenimiento o reemplazo de vehículos o equipos, con el fin de aplicar medidas correctivas oportunas para mejorar su eficiencia y funcionamiento.</p> <p>Velar porque el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y vehículos se ejecute de manera oportuna.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Registro de uso de combustibles fósiles.</p> <p>Identificar de manera preventiva los motores de baja eficiencia, y programar el mantenimiento periódico y seguimiento permanente.</p> <p>Diseñar un protocolo de manejo y seguridad de combustibles.</p> <p>Diseñar diques de contención y canales perimetrales, en lugares de mezcla de sustancias y almacenamiento de combustibles.</p> <p>Reemplazar (gradualmente) los motores de las guadañas por unos más eficientes, con menor consumo de combustible y aceite.</p> <p>Contar con protocolos de mantenimiento preventivo.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Proporcionar los recursos necesarios para mejorar la eficiencia de los sistemas de combustión de baja eficiencia.</p>

Cultivo

Fase de operación y manejo

B Manejo nutricional y del suelo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El aspecto nutricional es uno de los componentes de mayor importancia en el cultivo, ya que afecta directamente la productividad y representa más del 30 % del total de los costos. Para un adecuado manejo, se requieren estudios especializados como la caracterización de suelos y análisis foliares, con los cuales es posible conocer el estado nutricional del cultivo, y realizar aplicación de los nutrientes y dosis que demanda para corregir oportunamente sus deficiencias.

Mediante una adecuada fertilización se aseguran las necesidades nutricionales de la palma de aceite, garantizando su adecuado crecimiento, desarrollo y fructificación. La frecuencia de aplicación varía con la edad. Para las palmas jóvenes es mayor que para las adultas, y está definida por el tipo de material sembrado, el suelo, el tipo de cobertura y los factores ambientales.

La viabilidad y productividad de las palmas están íntimamente relacionadas con un apropiado manejo del suelo, que requiere de unas condiciones físicas, químicas y biológicas básicas.

En el sector palmero se promueve el uso de fertilizantes orgánicos como alternativa de reducción de contaminantes, en la búsqueda de mejorar las condiciones de productividad y sostenibilidad. Resulta importante reducir el empleo de fertilizantes inorgánicos o productos de síntesis química, con el objetivo de disminuir los impactos asociados a este tipo de productos.



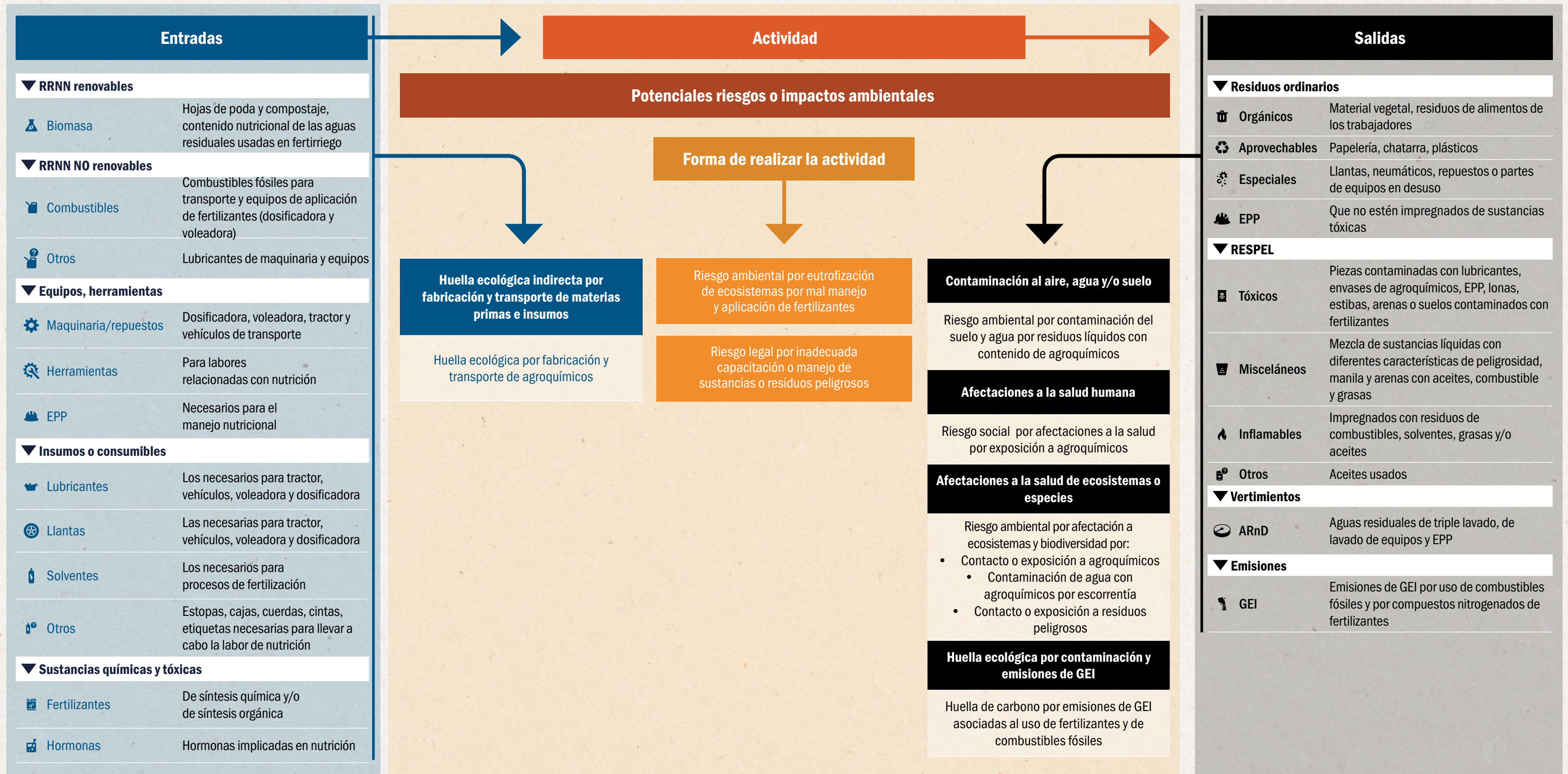
Fertilización del cultivo
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo

Fase de operación y manejo

B Manejo nutricional y del suelo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

B Manejo nutricional y del suelo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Aprovechamiento de materia orgánica	Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Registrar el material vegetal a aplicar y verificar que sea la cantidad suficiente para cada lote. Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de estas sustancias. Seguir los pasos y las recomendaciones de la publicación referenciada.	Reglamentación del ICA para disposición de material vegetal en campo (tusa). Cumplir con los requerimientos para aplicación de tusa en campo. Verificar que el material vegetal sea almacenado temporalmente en el lugar dispuesto para este fin, y que cumpla las recomendaciones de cubrimiento y señalización. Vigilar que todos los trabajadores que manipulan la materia orgánica están debidamente capacitados, y se suministren los EPP necesarios. Seguir recomendaciones de la <i>Guía de ambiental para la aplicación de tusa fresca en campo</i> (convenio Fedepalma, Cormacarena, Manuelita). Aplicar el Boletín Técnico No. 30 de Cenipalma <i>Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite</i> .	Garantizar los recursos humanos y económicos suficientes, para ejecutar las actividades de manera adecuada y responsable. Garantizar los recursos humanos y económicos suficientes, para ejecutar las actividades de manera adecuada y responsable.
Riesgo ambiental por contaminación de agua, suelo y biodiversidad	Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Usar la cama biológica para el lavado de envases de agroquímicos y EPP. No hacer aplicación de fertilizantes en cercanía a rondas hídricas, nacimientos de agua, ecosistemas o áreas naturales, dentro o alrededor de los cultivos (respetar las franjas de seguridad mínimas de 10 metros para aplicación terrestre, y de 100 metros para aplicación aérea distantes de los cuerpos o cursos de agua, carreteras, troncales, núcleos de población humana y animal, cultivos susceptibles de daño por contaminación, o cualquier otra área que requiera protección). Mantener en orden el área de almacenamiento para fertilizantes y la unidad para almacenamiento temporal de residuos peligrosos: envases de fertilizantes.	Garantizar el cumplimiento de las disposiciones de la Resolución ICA 150 de 2003 Atender las recomendaciones de la casa comercial y la ficha técnica de los fertilizantes. Disponer de un lugar para el almacenamiento de fertilizantes y contar con un equipo para derrames de sustancias (Capítulo V del Decreto 1609/02). Disponer de un lugar para el almacenamiento temporal de RESPEL, como los envases de agroquímicos, que debe estar debidamente señalado y contar con un equipo para derrames de sustancias.	Compromiso de Gerencia / Administración con el protocolo de aplicación diferenciada de fertilizantes en rondas hídricas y zonas de interés ambiental.
Riesgo a la salud humana, bienestar animal y vegetal por sustancias tóxicas	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Aprovechar el agua del triple lavado de los recipientes de fertilizantes, aplicándola con la mezcla antes de disposición en cama biológica (no verterla al suelo). Seguir las recomendaciones de la Guía para manejo adecuado de residuos sólidos y peligrosos generados en cultivo. Usar la dosificación adecuada de cada sustancia según las recomendaciones de la casa comercial, y no exceder la dosis letal.	Garantizar la gestión adecuada de RESPEL frente a los envases de fertilizantes. Vigilar el cumplimiento del plan de manejo nutricional, asegurando que la aplicación de fertilizantes se haga en la transición de la época seca-lluviosa, para evitar la escorrentía y, en consecuencia, contaminación a cuerpos de agua. Garantizar la no eutrofización de cuerpos de agua lénticos al interior de la plantación, mediante dosificación adecuada de fertilizantes y su aplicación diferenciada.	Brindar los recursos necesarios para llevar a cabo esta actividad. Garantizar un plan/protocolo de manejo (cronograma) y aplicación de sustancias según la estacionalidad, con base en información climática y requerimientos nutricionales.
Huella de carbono por emisiones de GEI	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Acatar las recomendaciones de las casas comerciales y fichas de seguridad para manipulación de fertilizantes. Utilizar los EPP definidos para la actividad de fertilización.	Socializar con los operarios que manipulan fertilizantes y sustancias tóxicas, las recomendaciones de las fichas de seguridad de cada sustancia. Garantizar la dotación de EPP para el personal que manipula sustancias tóxicas.	Verificar la calidad del fertilizante a utilizar. Garantizar que todos los trabajadores que manipulan estas sustancias, estén debidamente capacitados y tengan los EPP necesarios.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Garantizar la aplicación de la dosificación suficiente indicada. Llevar registro de la cantidad empleada de fertilizantes utilizados.	Contar con un plan para reducción de emisiones GEI. Propender por el uso de fertilizantes de síntesis orgánica.	

Cultivo

Fase de operación y manejo

C Manejo del agua

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El agua se utiliza en diversas actividades en el cultivo de la palma de aceite. Aunque el mayor consumo se da en el riego, también se requiere en la preparación y aplicación de insumos, lavado de equipos e higiene del personal.

Teniendo en cuenta que el agua es un elemento fundamental para el crecimiento, desarrollo y producción de la palma de aceite, y que su uso es compartido con los habitantes de las regiones palmeras y con otras actividades productivas, su adecuado manejo y uso eficiente constituyen un compromiso ineludible.

Sin embargo, el sistema de riego más común en los cultivos de palma de aceite (y en general en el país) es el de inundación, que resulta ser el más ineficiente. La Federación promueve el uso de sistemas más eficientes como goteo de alto caudal y aspersión, y algunos de eficiencia media como surcos anchos o melgas.

Para realizar un óptimo manejo del agua con énfasis en la eficiencia, es importante contar con información confiable, conocer y valorar la disponibilidad de agua durante todo el año, el tipo de fuentes aprovechables, el módulo de consumo de la actividad, las descargas recibidas tanto dentro del predio como fuera de él, y hacer balances hídricos empleando siempre las alternativas más apropiadas para su disponibilidad, uso y regulación. Esto con el fin de evitar pérdidas, lixiviación y encharcamientos por empleo excesivo, e incluso minimizar la incidencia de problemas fitosanitarios.



Canal de riego
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



Sistema de riego por inundación
Foto: Juan Carlos Espinosa



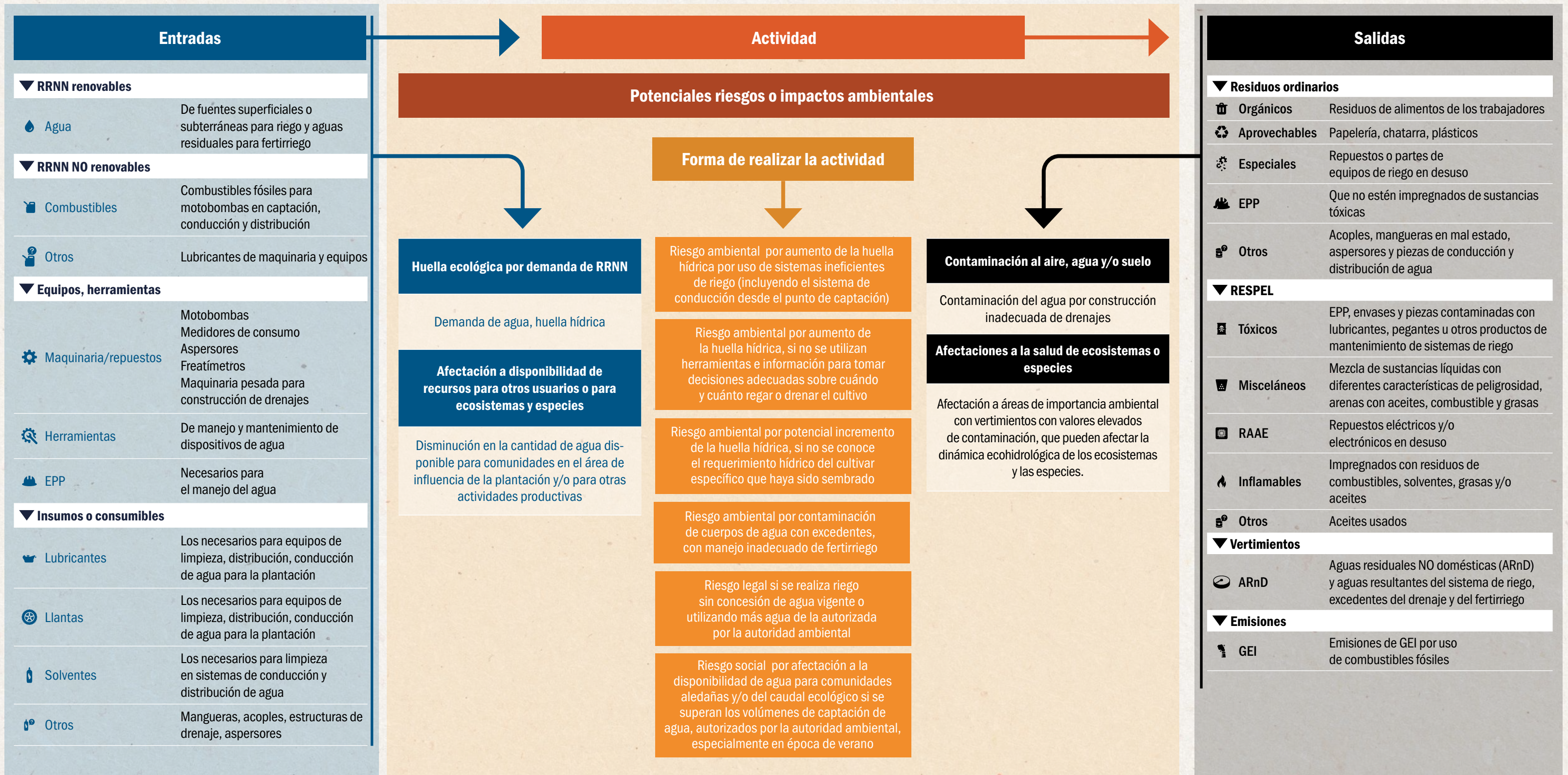
Riego por aspersión
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo

Fase de operación y manejo

C Manejo del agua

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

C Manejo del agua

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

**Impacto/Riesgo/
Oportunidad**

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Requerimiento legal

Requerimiento legal

Requerimiento legal

Llevar registros de la cantidad de agua captada cada día (L/hr o m³/día).

Diseñar, implementar y hacer seguimiento al PUEAA

Disponer de los recursos necesarios para implementar el PUEAA.

Establecer obras para ocupación de cauce, únicamente en los puntos indicados por el profesional ambiental.

Garantizar las ocupaciones de cauces legales con permiso otorgado por la autoridad ambiental correspondiente.

Disponer de los documentos y recursos necesarios para el trámite ante la autoridad ambiental.

Abrir compuertas y activar equipos para captación de agua, únicamente en los periodos indicados por el profesional ambiental.

Garantizar el cumplimiento de los acuerdos de gobernanza del agua establecidos (pico y placa de agua).

Establecer compromisos de gobernanza del agua y vigilar su cumplimiento.

Marcar con elementos diferenciadores las rondas hídricas aledañas a la plantación.

Garantizar el respeto de las rondas hídricas aledañas a la plantación.

Recomendación - Mitigar impactos

Recomendación - Mitigar impactos

Recomendación - Mitigar impactos

Riesgo ambiental por disminución en la cantidad de agua disponible para comunidades en el área de influencia de la plantación, y/o para otras actividades productivas

Seguimiento periódico a la disponibilidad y calidad del recurso hídrico .

Disponer los recursos necesarios para realizar estudios o acceder a la información necesaria.

Llevar registros diarios de las lecturas de los equipos de medición para toma de decisiones en riego.

Propender por una reconversión tecnológica hacia sistemas de riego eficientes y aplicables en la plantación.

Promover la instalación o transición hacia sistemas de riego eficientes como aspersión o goteo.

Garantizar el cumplimiento del protocolo para riego con base en información edafoclimática.

Disponer de un protocolo para riego con base en información edafoclimática.

Establecer equipos de medición para toma de decisiones en riego como pluviómetros, freatómetros, evaporímetros. Calcular el balance agroclimático a escala decadal, estimando la precipitación efectiva mediante los métodos recomendados por FAO y el USC-USDA.

Garantizar los recursos para la instalación de equipos para medición.

Realizar monitoreo periódico de los sistemas de conducción del agua, y hacer mantenimiento preventivo y correctivo para evitar fugas y pérdidas.

Realizar informes de seguimiento a los sistemas de conducción del agua para reducción de pérdidas.

Promover la participación en espacios clave para el ordenamiento de cuencas hidrográficas como los POMCA y PORH.

Participar en los espacios para el ordenamiento de cuencas hidrográficas, como los consejos de cuenca, con el fin de lograr una representación directa para el sector en el área de jurisdicción del POMCA.

Identificar actores clave para la gobernanza del agua en su área de influencia.

Cultivo

Fase de operación y manejo

C Manejo del agua

Descripción > Ecobalance > **Acciones de manejo**

Impacto/Riesgo/Oportunidad

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Riesgo ambiental por desecación de ecosistemas estratégicos como humedales, sabanas inundables, morichales, etc.

Requerimiento legal
Verificar en campo situaciones y/o comportamientos que puedan afectar ecosistemas hídricos estratégicos.

Recomendación - Mitigar impactos
Monitorear el estado general de los ecosistemas hídricos estratégicos, e informar de manera oportuna las novedades que se presenten.

Requerimiento legal
Garantizar la preservación de determinantes ambientales definidos por la autoridad ambiental.
Respeto de las rondas hídricas de cuerpos de agua lénticos y lóticos.

Recomendación - Mitigar impactos
Identificar los ecosistemas estratégicos como humedales, morichales, sabanas inundables, entre otros.
Evitar la construcción de canales de drenaje mayores a 3 metros.

Requerimiento legal
Brindar los elementos administrativos y los recursos necesarios para garantizar el cumplimiento de estas actividades.

Recomendación - Mitigar impactos
Destinar para conservación las áreas identificadas como estratégicas.

Riesgo ambiental por contaminación de cuerpos de agua o el suelo con ARD y ARnD

Requerimiento legal
Atender los lineamientos operativos de los permisos de vertimientos.
Hacer seguimiento y mantenimiento de los sistemas para tratamiento de ARD y ARnD.
Hacer el lavado de EPP y maquinaria o equipos impregnados de hidrocarburos o aceites fuera de uso en camas biológicas.

Recomendación - Mitigar impactos
Hacer mantenimiento y limpieza de equipos en seco.

Requerimiento legal
Contar con permiso de vertimientos para ARD y/o ARnD.
Garantizar el cumplimiento de las obligaciones de los permisos de vertimientos.
Contar con trampas de grasas y sistemas sépticos para el tratamiento de ARD.
Contar con camas biológicas como sistema de control de las ARnD resultantes del lavado de EPP, y mantenimiento de maquinaria.
Promover prácticas de limpieza de equipos o máquinas en seco.
Señalizar los puntos de vertimientos de ARD y la ubicación de las camas biológicas.

Requerimiento legal
Disponer de los documentos y recursos necesarios para el trámite ante la autoridad ambiental.
Garantizar los recursos para la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas para tratamiento de ARD y ARnD.
Garantizar los recursos para la instalación, operación y mantenimiento de las camas biológicas.
Garantizar los recursos para la señalización de los puntos de vertimientos.

Riesgo ambiental por contaminación del suelo y agua, y afectación a la biodiversidad por: mala disposición de residuos ordinarios y derrames de hidrocarburos y de aceites usados.

Requerimiento legal
Realizar mantenimiento de equipos y maquinaria en las zonas asignadas para este fin.
Utilizar los EPP definidos para mantenimiento de equipos y maquinaria.
Disponer los elementos impregnados en la unidad para almacenamiento de RESPEL.

Recomendación - Mitigar impactos

Requerimiento legal
Contar con un plan de contingencia para el derrame de hidrocarburos.
Socializar el plan de contingencia con los operadores de mantenimiento.
Garantizar que los elementos impregnados sean llevados a la unidad de almacenamiento temporal de RESPEL.

Recomendación - Mitigar impactos
Contar con un equipo para el control de derrame de aceites e hidrocarburos.

Requerimiento legal
Garantizar los recursos para el diseño e implementación del plan de contingencia para el derrame de hidrocarburos.

Recomendación - Mitigar impactos

Cultivo

Fase de operación y manejo

D Manejo fitosanitario

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El manejo fitosanitario consiste en la implementación de medidas de monitoreo, prevención y control de las plagas y enfermedades, que afectan el buen desarrollo y la sostenibilidad del cultivo de la palma de aceite, procurando minimizar su impacto económico o la pérdida total.

El control de plagas y enfermedades se establece desde las primeras fases de desarrollo, y para su manejo generalmente se utilizan sistemas de tratamientos físicos, mecánicos, químicos o biológicos.

En un principio, los tratamientos químicos eran los más comunes, pero los organismos que se atacaban fueron adquiriendo resistencia. Fue entonces preciso incrementar las dosis de los productos y la frecuencia de aplicación, con serias repercusiones en costos, contaminación de suelos y agua, y en pérdida de la biodiversidad en las zonas cultivadas.

Los métodos de control biológico han adquirido gran importancia y aplicación, con efectos económicos positivos al reducir costos en los tratamientos, y beneficios ambientales al promover la recuperación de poblaciones naturales, principalmente de insectos que controlan agentes causantes de enfermedades.

Actualmente se fomenta desde la Federación la implementación de herramientas de manejo del paisaje (HMP), con las cuales se pueden favorecer procesos de restauración, conservación y preservación de la biodiversidad, que le presta servicios ecosistémicos de control de plagas y enfermedades al cultivo.



Control de plagas y enfermedades
Fotos: Ospitia Producciones, colección fotográfica de Fedepalma



Control de plagas y enfermedades
Fotos: Ospitia Producciones, colección fotográfica de Fedepalma



Control químico de plagas y enfermedades
Fotos: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

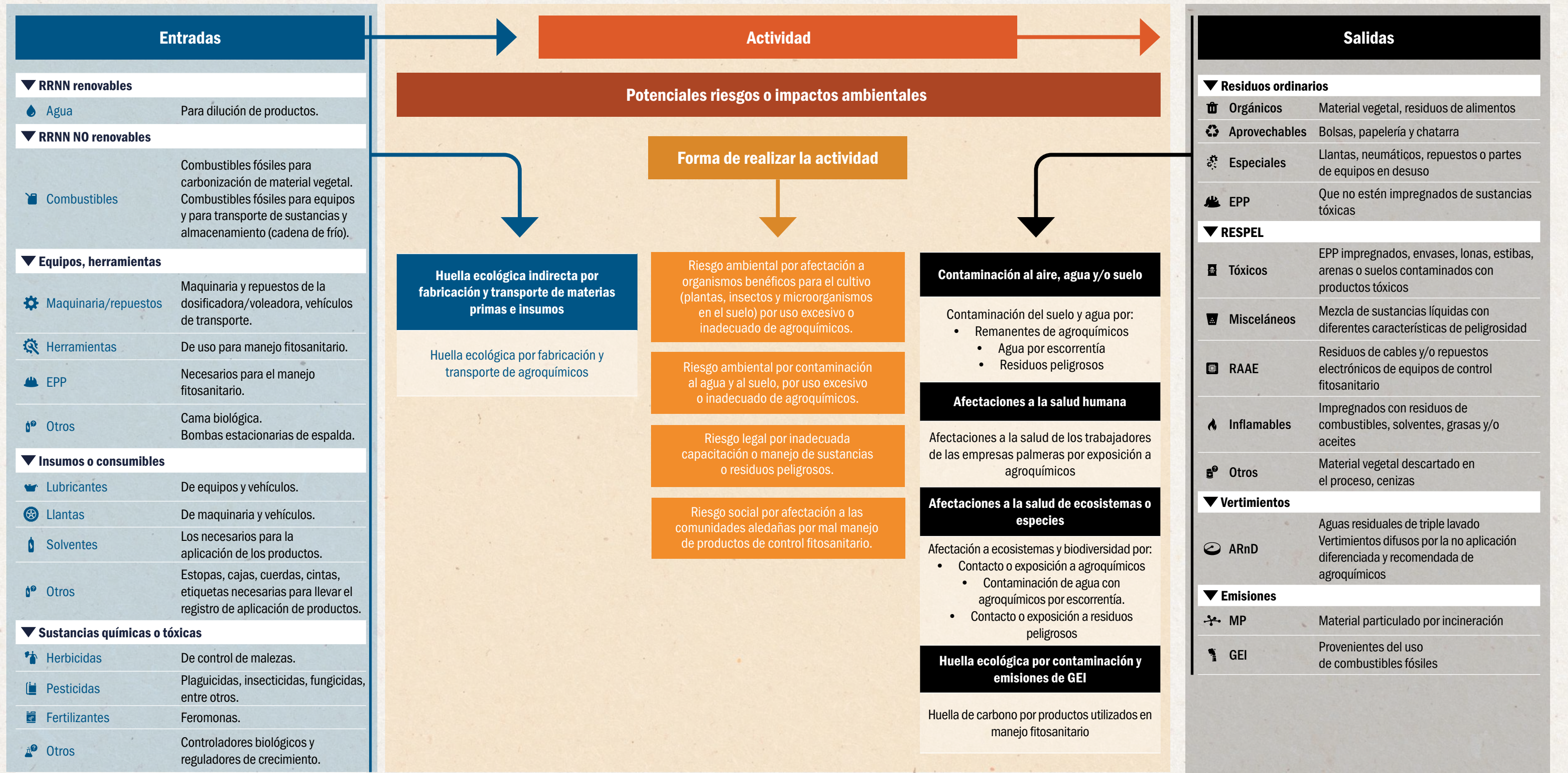


Control biológico de plagas y enfermedades
Foto: Juan Carlos Espinosa

Cultivo Fase de operación y manejo

D Manejo fitosanitario

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

D Manejo fitosanitario

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo ambiental por contaminación del agua y suelo	<p>Requerimiento legal</p> <p>Llevar los RESPEL al sitio de almacenamiento temporal y ubicarlos según matriz de compatibilidad</p> <p>No hacer aplicación de productos en cercanía a rondas hídricas, nacimientos de agua, ecosistemas o áreas naturales, dentro o alrededor de los cultivos (respetar las franjas de seguridad mínimas de 10 metros para aplicación terrestre, y de 100 metros para aplicación aérea distantes de los cuerpos o cursos de agua, carreteras, troncales, núcleos de población humana y animal, cultivos susceptibles de daño por contaminación, o cualquier otra área que requiera protección)</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar el cumplimiento de las disposiciones de la Resolución ICA 150 de 2003: Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia</p> <p>Atender las recomendaciones de la casa comercial y la ficha técnica de los productos</p> <p>Disponer de un lugar para el almacenamiento de productos y contar con un equipo para derrames de sustancias. Capítulo V del Decreto 1609/02.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Compromiso de Gerencia / Administración con el protocolo de aplicación diferenciada de productos en rondas hídricas y zonas de interés ambiental</p> <p>Garantizar un plan/protocolo de manejo (cronograma) y aplicación de sustancias según la estacionalidad, con base en información climática</p>
	<p>Mantener en orden el área de almacenamiento para productos y la unidad para almacenamiento temporal de residuos peligrosos: envases de productos</p>	<p>Disponer de un lugar para el almacenamiento temporal de RESPEL, como los envases de agroquímicos, que debe estar debidamente señalizado y contar con un equipo para derrames de sustancias</p> <p>De acuerdo con la cantidad de producto almacenado se debe tener control para los derrames</p>	<p>Proveer los recursos necesarios para el cumplimiento legal en términos de almacenamiento, transporte y disposición de RESPEL</p>
	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Aprovechar el agua del triple lavado de los recipientes de productos, aplicándola con la mezcla antes de disposición en cama biológica (no verterla al suelo)</p> <p>Usar la dosificación adecuada de cada sustancia de acuerdo con las recomendaciones de la casa comercial y no exceder la dosis letal</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Realizar auditorías a las empresas encargadas de transporte y disposición de RESPEL</p> <p>Vigilar el cumplimiento del plan de manejo fitosanitario, asegurando que la aplicación de productos se haga en la transición de la época seca-lluviosa, para evitar la escorrentía y, en consecuencia, contaminación a cuerpos de agua</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Compromiso de disminución de plaguicidas altamente tóxicos</p>
	<p>Requerimiento legal</p> <p>Portar los EPP necesarios para la aplicación de plaguicidas</p> <p>Velar porque todos los trabajadores que manipulan plaguicidas, estén debidamente capacitados y tengan los EPP necesarios</p> <p>Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de estas sustancias</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Sustituir los plaguicidas altamente tóxicos por plaguicidas moderados o ligeramente tóxicos y probablemente sin riesgo (Clase II, III y IV)</p> <p>Garantizar que todos los trabajadores que manipulan estas sustancias, estén debidamente capacitados y tengan los EPP necesarios</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Compromiso de disminución de plaguicidas altamente tóxicos</p>
Riesgo a la salud humana, bienestar animal y vegetal por sustancias tóxicas	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Supervisar las recomendaciones de las casas comerciales y fichas de seguridad para manipulación de productos</p> <p>Supervisar que las recomendaciones de las casas comerciales y fichas de seguridad para manipulación y uso de productos sean atendidas</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Verificar la calidad del producto a utilizar</p> <p>Socializar con los operarios que manipulan sustancias tóxicas, las recomendaciones de las fichas de seguridad de cada sustancia</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p>

Cultivo

Fase de operación y manejo

D Manejo fitosanitario

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Aumento en la concentración de GEI	Requerimiento legal Garantizar que al incinerar el material vegetal, sea la cantidad estrictamente necesaria	Requerimiento legal Realizar el proceso de incineración de material vegetal de acuerdo con lo establecido por el ICA	Requerimiento legal
	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar la aplicación de la dosificación recomendada Llevar registro de la cantidad de productos utilizados	Recomendación - Mitigar impactos Contar con un plan para reducción de emisiones GEI Propender por el uso de productos de síntesis orgánica Evaluar alternativas de productos teniendo en cuenta su huella de carbono por transporte	Recomendación - Mitigar impactos
	Requerimiento legal	Requerimiento legal Desarrollar el MIPE en línea con la reglamentación del ICA en todo lo que se refiere la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF), y conforme a lo establecido en las normas internacionales de protección fitosanitaria	Requerimiento legal Brindar el respaldo administrativo y financiero para el cumplimiento de las disposiciones legales
Mejorar las condiciones del cultivo para prevenir y reducir la incidencia de plagas	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar que las recomendaciones e instrucciones del personal táctico sean atendidas	Recomendación - Mitigar impactos Socializar el plan de manejo integral de control de plagas y enfermedades con el personal operativo Desarrollar un plan de monitoreo y seguimiento al estado fitosanitario del cultivo	Recomendación - Mitigar impactos
	Aplicar y supervisar el plan de monitoreo y seguimiento fitosanitario	Socializar con el personal operativo la importancia de implementar medidas adecuadas de control natural de plagas y enfermedades, y facilitar que esta labor sea desarrollada en campo Desarrollar y socializar un plan de capacitación sobre las plagas y enfermedades más frecuentes en el cultivo de palma de aceite en Colombia, y los riesgos asociados para el cultivo, la biodiversidad y ecosistemas Conocer los niveles de la población de organismos bien sea benéficos y/o patógenos	
	Aplicar y supervisar las labores de inspección de acuerdo con los lineamientos del personal táctico	Definir los criterios de inspección para las principales plagas y enfermedades, y establecer los niveles económicos de daño con un criterio de manejo integrado Programar el control de plagas y enfermedades de acuerdo con la matriz de incidencia del cultivo	
	Desarrollar el programa de control y seguimiento de plagas y enfermedades de acuerdo con las disposiciones del personal táctico, y minimizando los impactos ambientales potenciales asociados a esta actividad	Alinear la estrategia de control de plagas y enfermedades con el control, con la prevención y mitigación de impactos ambientales asociados a esta, con el fin de identificar riesgos para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados a esta práctica Seleccionar los ecosistemas que mayores garantías le prestan al mantenimiento y establecimiento de diversas poblaciones de organismos benéficos	
	Supervisar que el plan de manejo nutricional se esté aplicando en campo según la matriz de incidencia de plagas y enfermedades	Diseñar un plan de manejo nutricional ajustado en los lotes afectados para reducir la incidencia de plagas y enfermedades	Garantizar el cumplimiento del plan de nutrición y manejo integral de control de plagas y enfermedades
	Sugerir al personal táctico las condiciones y lugares apropiados para realizar el establecimiento de HMP y el uso de controladores biológicos, con el fin de reducir el uso de productos de síntesis química	Ayudar a mejorar la resiliencia del cultivo con la incorporación de HMP dentro y alrededor de los lotes En los casos que sea posible, fomentar el uso de controladores biológicos, con el objetivo de reducir la afectación a biodiversidad y ecosistemas con productos de síntesis química	
	Establecer barreras en los platos con residuos de biomasa		
	Contribuir con el control de arvenses agresivas, y permitir el crecimiento y propagación de arvenses nobles que contribuyen de manera natural al control de plagas y enfermedades		
	Registrar el material vegetal a aplicar y verificar que sea la cantidad y concentración suficiente para cada lote	Construir un protocolo para el manejo de la vegetación y sus residuos asociados al Plan de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, sumado a la incorporación de un plan de capacitación en el manejo de estas sustancias y sus riesgos asociados	
	Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de estas sustancias		
Verificar que el material vegetal sea almacenado temporalmente en el lugar dispuesto para este fin, y que cumpla las recomendaciones de cubrimiento y señalización			

Cultivo

Fase de operación y manejo

E Polinización

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

La polinización de la palma de aceite es de suma importancia, ya que del número de flores polinizadas que se obtenga, dependerá la extracción de aceite de los racimos, con el consecuente beneficio para la agroindustria.

La polinización asistida se realiza principalmente para los híbridos OxG. Este material tiene una baja cantidad de polen y de flores masculinas, reducida pobla-

ción de insectos polinizadores por hectárea, y por ende una baja conformación de racimos. La polinización asistida consiste en hacer una aplicación manual de polen sobre las inflorescencias femeninas en anthesis (proceso mediante el cual las flores entran en estado de expansión hasta que completan su desarrollo y se encuentran en etapa funcional para la polinización) en material híbrido, o donde existe una baja eficiencia en la polinización natural en *Elaeis guineensis*.

La presencia de polinizadores naturales depende de ciertas condiciones del entorno. El uso indiscriminado de agroquímicos puede afectar este tipo de organismos, y por ello es importante garantizar que las prácticas de manejo fitosanitario no los impacten.



Polinización asistida
Fotos: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

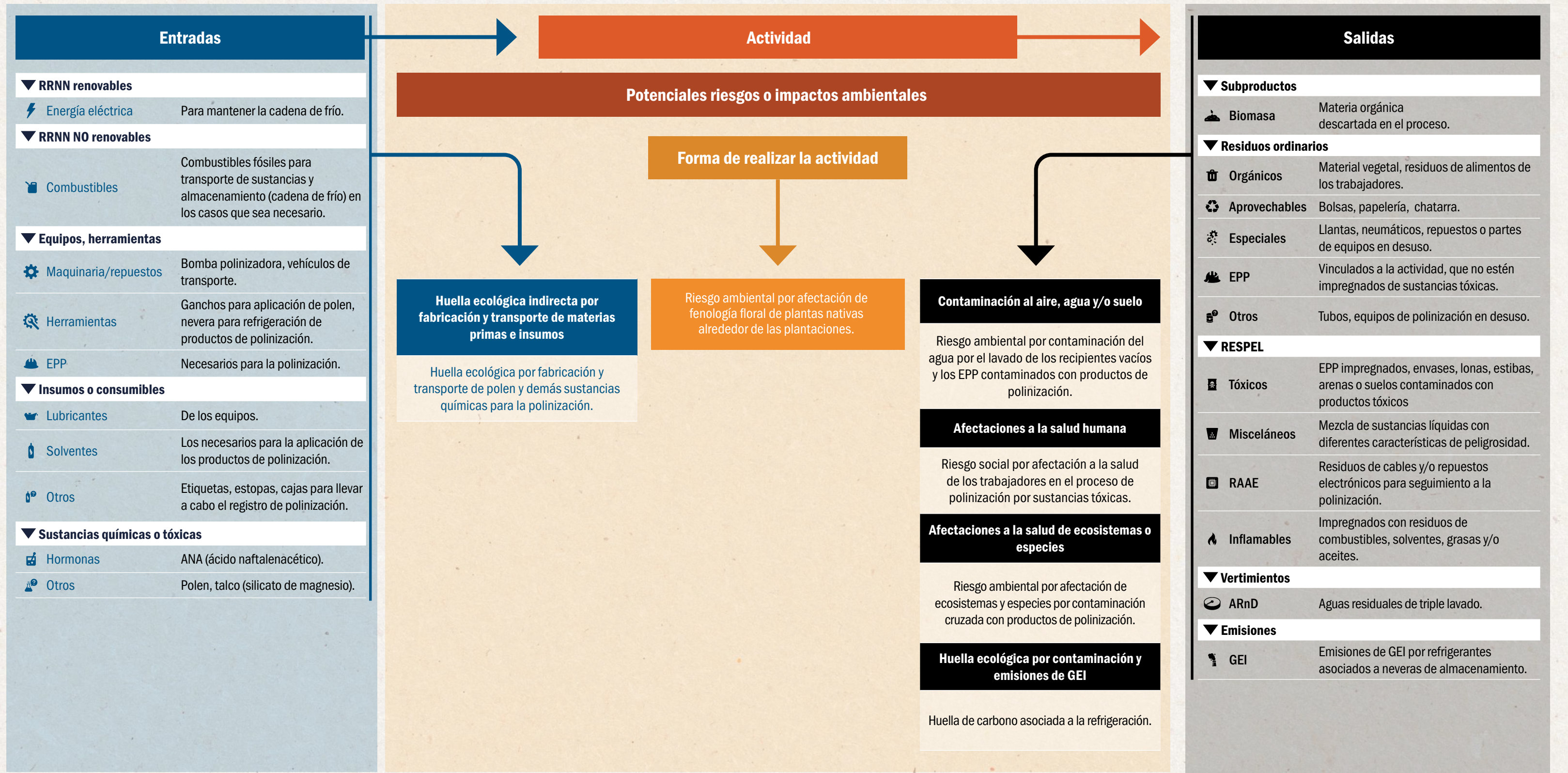


Polinización asistida
Fotos: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo Fase de operación y manejo

E Polinización

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Entradas	
▼ RRNN renovables	
⚡ Energía eléctrica	Para mantener la cadena de frío.
▼ RRNN NO renovables	
🛢️ Combustibles	Combustibles fósiles para transporte de sustancias y almacenamiento (cadena de frío) en los casos que sea necesario.
▼ Equipos, herramientas	
⚙️ Maquinaria/repuestos	Bomba polinizadora, vehículos de transporte.
🔧 Herramientas	Ganchos para aplicación de polen, nevera para refrigeración de productos de polinización.
🧢 EPP	Necesarios para la polinización.
▼ Insumos o consumibles	
🛢️ Lubricantes	De los equipos.
🧴 Solventes	Los necesarios para la aplicación de los productos de polinización.
📄 Otros	Etiquetas, estopas, cajas para llevar a cabo el registro de polinización.
▼ Sustancias químicas o tóxicas	
🧪 Hormonas	ANA (ácido naftalenacético).
🧴 Otros	Polen, talco (silicato de magnesio).

Actividad

Potenciales riesgos o impactos ambientales

Forma de realizar la actividad

Huella ecológica indirecta por fabricación y transporte de materias primas e insumos
 Huella ecológica por fabricación y transporte de polen y demás sustancias químicas para la polinización.

Riesgo ambiental por afectación de fenología floral de plantas nativas alrededor de las plantaciones.

Contaminación al aire, agua y/o suelo
 Riesgo ambiental por contaminación del agua por el lavado de los recipientes vacíos y los EPP contaminados con productos de polinización.

Afectaciones a la salud humana
 Riesgo social por afectación a la salud de los trabajadores en el proceso de polinización por sustancias tóxicas.

Afectaciones a la salud de ecosistemas o especies
 Riesgo ambiental por afectación de ecosistemas y especies por contaminación cruzada con productos de polinización.

Huella ecológica por contaminación y emisiones de GEI
 Huella de carbono asociada a la refrigeración.

Salidas	
▼ Subproductos	
🌱 Biomasa	Materia orgánica descartada en el proceso.
▼ Residuos ordinarios	
🗑️ Orgánicos	Material vegetal, residuos de alimentos de los trabajadores.
♻️ Aprovechables	Bolsas, papelería, chatarra.
⚙️ Especiales	Llantas, neumáticos, repuestos o partes de equipos en desuso.
🧢 EPP	Vinculados a la actividad, que no estén impregnados de sustancias tóxicas.
📄 Otros	Tubos, equipos de polinización en desuso.
▼ RESPEL	
☠️ Tóxicos	EPP impregnados, envases, lonas, estibas, arenas o suelos contaminados con productos tóxicos
🗑️ Misceláneos	Mezcla de sustancias líquidas con diferentes características de peligrosidad.
📄 RAAE	Residuos de cables y/o repuestos electrónicos para seguimiento a la polinización.
🔥 Inflamables	Impregnados con residuos de combustibles, solventes, grasas y/o aceites.
▼ Vertimientos	
🚰 ARnD	Aguas residuales de triple lavado.
▼ Emisiones	
🌡️ GEI	Emisiones de GEI por refrigerantes asociados a neveras de almacenamiento.

Cultivo

Fase de operación y manejo

E Polinización

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo ambiental por contaminación del suelo, agua, y afectación a la biodiversidad y ecosistemas	Requerimiento legal Llevar los RESPEL al sitio de almacenamiento temporal y ubicarlos según matriz de compatibilidad No hacer aplicación de productos en cercanía a rondas hídricas, nacimientos de agua, ecosistemas o áreas naturales, dentro o alrededor de los cultivos (respetar las franjas de seguridad mínimas de 10 metros para aplicación terrestre, distantes de los cuerpos o cursos de agua, carreteras, troncales, núcleos de población humana y animal, cultivos susceptibles de daño por contaminación, o cualquier otra área que requiera protección) Mantener en orden el área de almacenamiento para productos y la unidad para almacenamiento temporal de residuos peligrosos: envases de productos	Requerimiento legal Garantizar el cumplimiento de las disposiciones de la Resolución ICA 150 de 2003 Atender las recomendaciones de la casa comercial y la ficha técnica de los productos Disponer de un lugar para el almacenamiento de productos y contar con un equipo para derrames de sustancias. Capítulo V del Decreto 1609/02. Disponer de un lugar para el almacenamiento temporal de RESPEL, como los envases de agroquímicos, que debe estar debidamente señalado y contar con un equipo para derrames de sustancias	Requerimiento legal Compromiso de Gerencia / Administración con el protocolo de aplicación diferenciada de productos en rondas hídricas y zonas de interés ambiental Garantizar un plan/protocolo de manejo (cronograma) y aplicación de sustancias según la estacionalidad, con base en información climática Proveer los recursos necesarios para el cumplimiento legal en términos de almacenamiento, transporte y disposición de RESPEL
	Recomendación - Mitigar impactos Aprovechar el agua del triple lavado de los recipientes de productos, aplicándola con la mezcla antes de disposición en cama biológica (no verterla al suelo) Usar la dosificación adecuada de cada sustancia de acuerdo con las recomendaciones de la casa comercial, y no exceder la dosis letal	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar la gestión adecuada de RESPEL frente a los envases de productos Vigilar el cumplimiento del plan de manejo de polinización, asegurando que la aplicación de productos se haga en la transición de la época seca-lluviosa, para evitar la escorrentía y, en consecuencia, contaminación a cuerpos de agua	Recomendación - Mitigar impactos
	Requerimiento legal Velar porque todos los trabajadores que manipulen estos productos estén debidamente capacitados y tengan los EPP necesarios Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de estas sustancias	Requerimiento legal Sustituir los productos altamente tóxicos por productos moderados o ligeramente tóxicos y probablemente sin riesgo (Clase II, III y IV)	Requerimiento legal Garantizar los recursos humanos y económicos suficientes para ejecutar las actividades de manera adecuada y responsable
	Recomendación - Mitigar impactos Acatar las recomendaciones de las casas comerciales y fichas de seguridad para manipulación de productos Utilizar los EPP definidos para la actividad	Recomendación - Mitigar impactos Verificar la calidad del producto a utilizar Orientar al personal operativo sobre los riesgos asociados a esta actividad Diseñar un protocolo de manejo de productos de polinización con los pasos y EPP que deben ser usados para dicho fin	Recomendación - Mitigar impactos
	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar la aplicación de la dosificación indicada Llevar registro de la cantidad de productos utilizados	Recomendación - Mitigar impactos Contar con un plan para reducción de emisiones GEI Propender por el uso de productos de síntesis orgánica	Recomendación - Mitigar impactos
Riesgo por aplicación inadecuada de los productos de polinización	Registrar el polen a aplicar y verificar que sea la cantidad suficiente para cada lote Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de estas sustancias Verificar que el polen sea almacenado temporalmente en el lugar dispuesto para este fin, que sea aplicado de acuerdo con las disposiciones del personal táctico, y que cumpla las recomendaciones de cubrimiento y señalización	Construir un plan de polinización, donde se tenga en cuenta el desarrollo de la actividad y los riesgos asociados a esta Desarrollar y socializar un plan de capacitación, donde se involucre la prevención y mitigación de impactos ambientales asociados a esta actividad	Garantizar los recursos humanos y económicos suficientes para ejecutar las actividades de manera adecuada y responsable

Cultivo

Fase de operación y manejo

F Manejo de semovientes

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

En el cultivo de palma de aceite se hace uso de semovientes, sobre todo equinos y bovinos, para el transporte de racimos en cosecha y de insumos para la fertilización.

Debido a que estos hacen parte de la fauna no nativa que presta servicios al cultivo, su manejo se contempla en esta guía. Todos los animales que sean usados para dichos fines deben ser sujeto de aplicación de la Ley 1774 de 2016 sobre la protección y el bienestar animal, en la que se mencionan aspectos relacionadas con: salud, bienestar, condiciones generales, control operacional con registro de horas de trabajo, alimentación y descanso, ya que ellos son seres sujetos de derecho¹⁷.

Dado que los equinos y bovinos utilizados en el cultivo de palma pueden pesar entre 400 y 900 kg, su traslado se tiene que hacer por lugares que soporten el pisoteo para prevenir la compactación del suelo.

Es necesario controlar el ingreso de los semovientes a cuerpos de agua naturales o ecosistemas asociados al recurso hídrico, para evitar su deterioro, sedimentación o contaminación. También a áreas de bosque y otras zonas en conservación, debido a que su efecto en ecosistemas naturales es negativo sin un control adecuado.

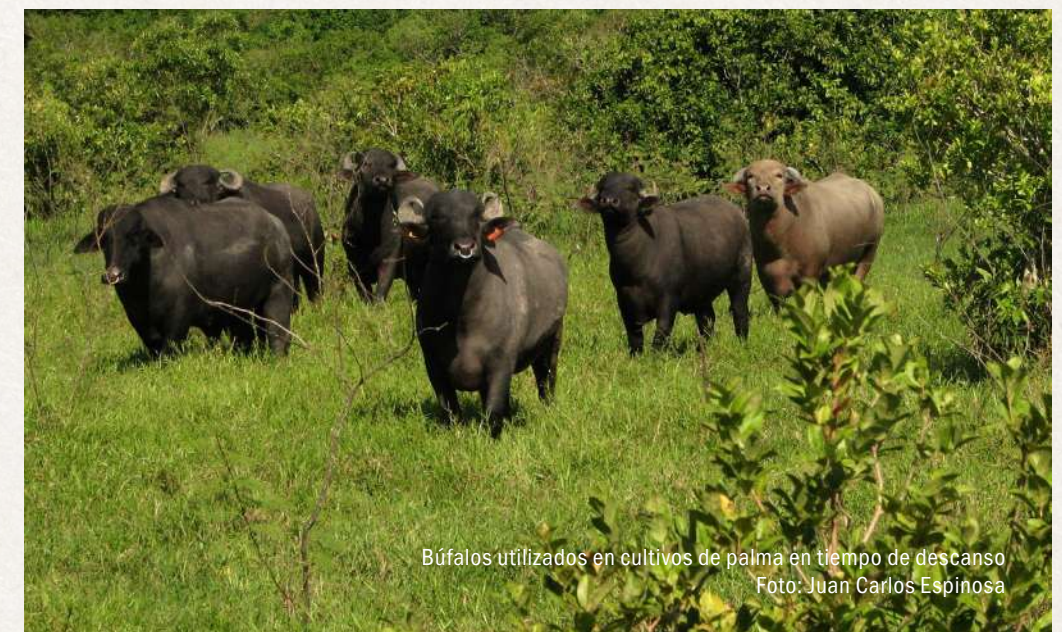
¹⁷. Esta ley establece que los actos dañinos y de crueldad contra los animales que no causen la muerte o lesiones que afecten de manera grave su salud o integridad física, serán sancionados con multas de 5 a 50 SMMLV. En caso de que se cometan delitos contra la vida e integridad física y emocional de los animales, sean de compañía, silvestres, vertebrados o exóticos, entre otros, y que se les cause la muerte o lesiones graves de salud, la pena será de prisión entre 12 a 36 meses, inhabilidad especial de uno a tres años para poder ejercer la profesión, oficio, comercio o tenencia que tenga relación con los animales, y multas de 5 a 60 SMMLV.



Transporte de fruto con búfalos
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



Transporte de fruto con búfalos
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



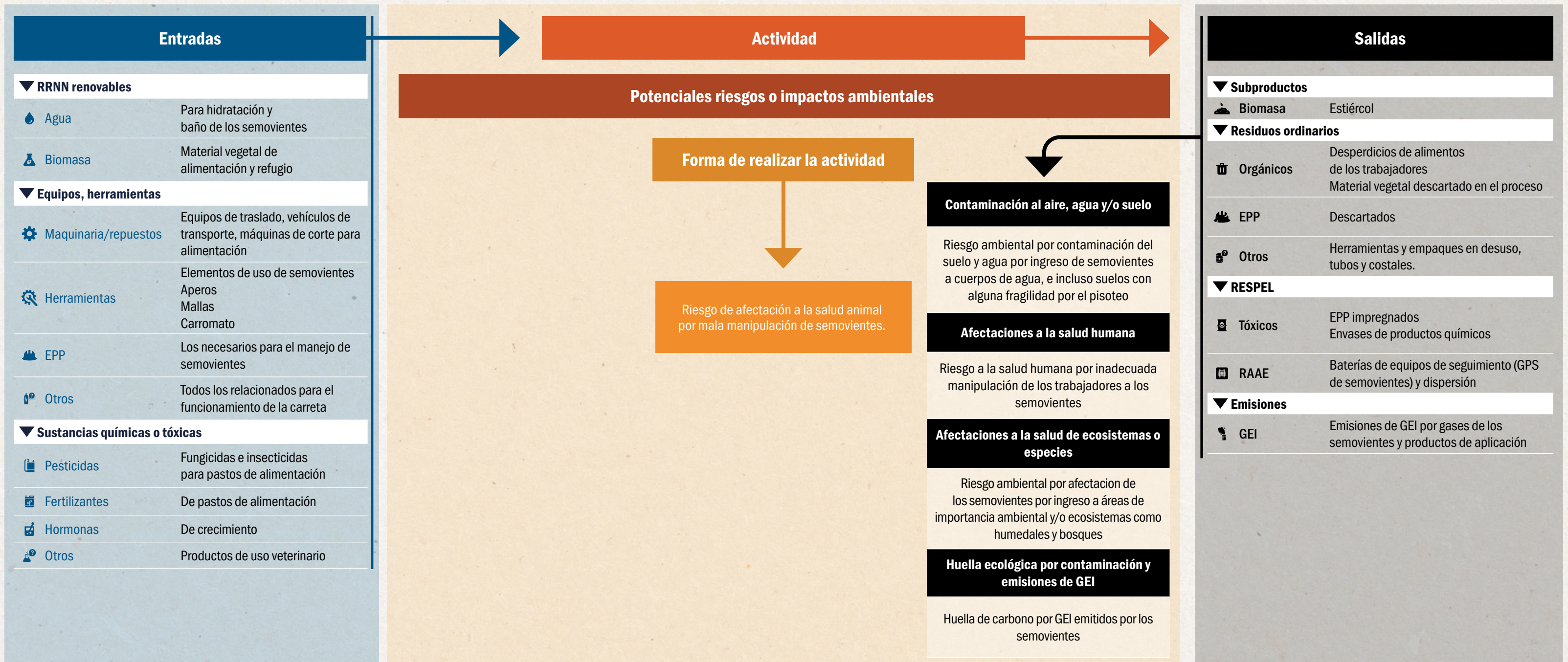
Búfalos utilizados en cultivos de palma en tiempo de descanso
Foto: Juan Carlos Espinosa

Cultivo

Fase de operación y manejo

F Manejo de semovientes

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

F Manejo de semovientes

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
Aplicar los lineamientos establecidos en la política de bienestar animal en la operación de los semovientes	Construir una política corporativa de bienestar animal (PCBA).	Brindar los elementos administrativos, técnicos y recursos, para dar cumplimiento a los lineamientos de la Ley 1774 de 2016
Atender las recomendaciones de la PCBA respecto a: alimentación, hidratación, descanso, salud, tiempo y manipulación de semovientes	Brindar formación al personal encargado de los semovientes sobre bienestar animal	
Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
Identificar los semovientes y vigilar que se cumpla el plan de alimentación	Poseer documento de identificación del semoviente	Velar por el cumplimiento de los principios de protección animal
	Construir un plan de alimentación con base en: especie, sexo, edad, ubicación y labor	Informar a las autoridades competentes si algún colaborador no cumple con las disposiciones en lo que respecta a protección animal
Supervisar condiciones generales del animal y que éstas sean las óptimas para realizar una labor	Diseñar un plan de revisión médico-veterinaria y de vacunación	Brindar los recursos necesarios para dar cumplimiento a las políticas de bienestar animal
No exceder la capacidad máxima de carga del semoviente de acuerdo con la especie	Brindar los elementos logísticos y técnicos para que los semovientes tengan un lugar de descanso apropiado y adecuado, de acuerdo con su especie	
Usar los elementos de protección animal apropiados en relación con la labor		
Supervisar y evaluar el formato con registro de horas de trabajo y el responsable	Capacitación al personal responsable de semovientes en todo lo relacionado con el cumplimiento legal de la Ley 1774	
Realizar el trato y manejo adecuado a los semovientes		
Control de acceso de semovientes a áreas naturales	Diseñar rutas de acceso de semovientes	
Cumplir con las disposiciones de la guía sanitaria de traslado de semovientes	En caso de traslado, tener presente el uso de la guía sanitaria de movilización interna ICA	

Riesgo de afectación a la salud animal por mala manipulación de semovientes

Cultivo

Fase de operación y manejo

G Manejo de biodiversidad y servicios ecosistémicos

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Esta actividad consiste en manejar y monitorear las áreas con Alto Valor de Conservación (AVC), así como los determinantes ambientales y otras zonas de importancia que fueron identificadas en los estudios previos, y que se dejaron en conservación durante el diseño y establecimiento del cultivo y de sus áreas circundantes. En la sección 4.3 se explican de manera más detallada los seis tipos de AVC.

El manejo adecuado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos contempla incorporar vegetación natural en el predio palmero, a través de la implementación de herramientas de manejo del paisaje (HMP). Estas son estrategias que aportan a la conservación y al sustento de la fauna y flora en un sistema productivo, mediante la recuperación de espacios de interacción de los organismos nativos con el cultivo, favoreciendo la prestación de servicios ecosistémicos como el control de plagas y enfermedades, la polinización, la formación de suelos y el control de la erosión y las inundaciones.



Corocoras alimentándose en un cultivo
Foto: Pablo Colmenares Pazos, mención ambiental, Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en Zonas Palmeras 2016



Tigrillo en cultivo de palma
Foto: Joseph Janner López Marín, primer puesto categoría ambiental, Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en Zonas Palmeras 2019



Plantas nectaríferas en un cultivo
Foto: Juan Carlos Espinosa



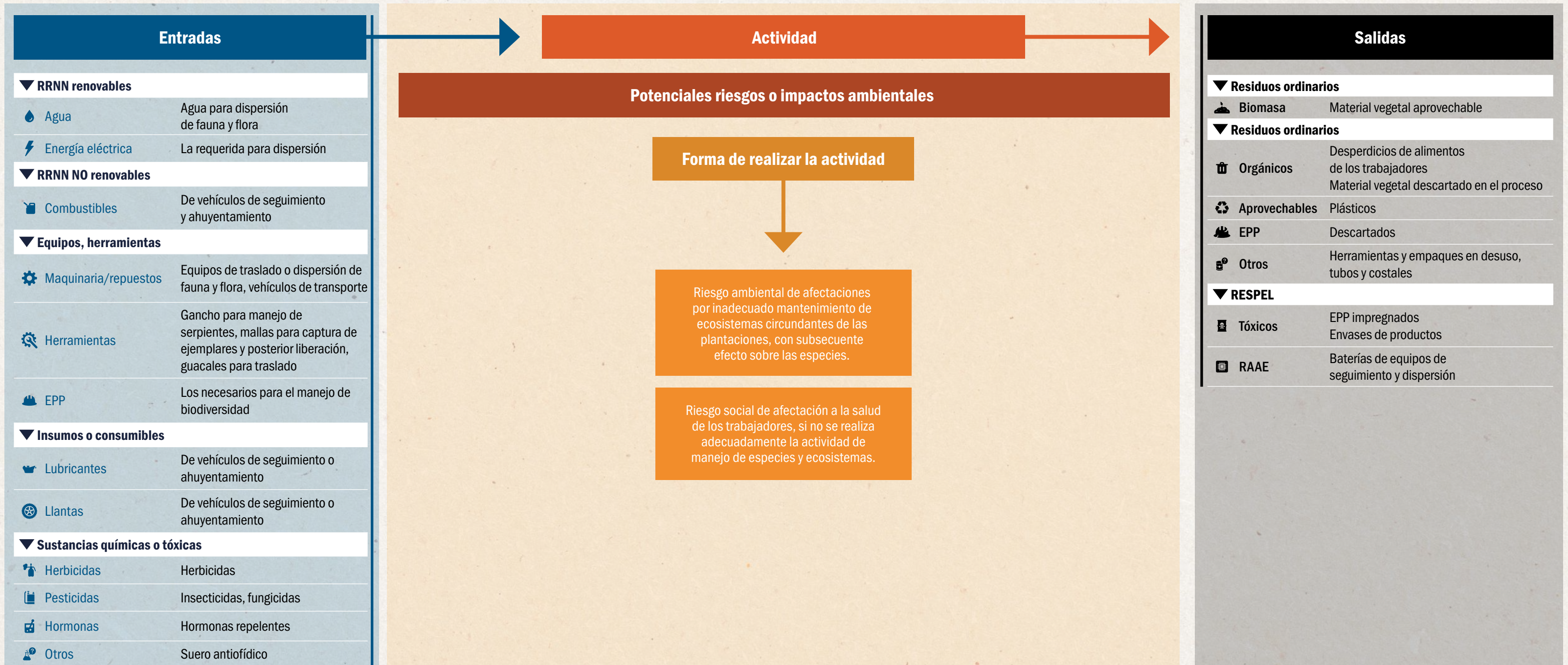
Delimitación de ronda hídrica cercana a lotes de palma de aceite
Foto: Yeisson Enrique Gómez Alonso, mención de honor categoría ambiental, Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en Zonas Palmeras 2018

Cultivo

Fase de operación y manejo

G Manejo de biodiversidad y servicios ecosistémicos

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

G Manejo de biodiversidad y servicios ecosistémicos

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo a la salud humana, bienestar animal, vegetal y ecosistemas por sustancias tóxicas	Requerimiento legal Llevar los RESPEL al sitio de almacenamiento temporal y ubicarlos según matriz de compatibilidad	Requerimiento legal Garantizar el cumplimiento de las disposiciones de la Resolución ICA 150 de 2003	Requerimiento legal Compromiso de Gerencia / Administración con el protocolo de aplicación diferenciada de productos en rondas hídricas y zonas de interés ambiental
	No aplicar productos cerca de rondas hídricas, nacimientos de agua, ecosistemas o áreas naturales, dentro o alrededor de los cultivos (respetar las franjas de seguridad mínimas de 10 m para aplicación terrestre, y de 100 m para aplicación aérea distantes de los cuerpos o cursos de agua, carreteras, troncales, núcleos de población humana y animal, cultivos susceptibles de daño por contaminación, o cualquier otra área que requiera protección).	Atender las recomendaciones de la casa comercial y la ficha técnica de los productos	Garantizar un plan/protocolo de manejo (cronograma) y aplicación de sustancias según la estacionalidad, con base en información climática
	Mantener en orden el área de almacenamiento para productos y la unidad para almacenamiento temporal de residuos peligrosos: envases de productos	Disponer de un lugar para el almacenamiento de productos y contar con un equipo para derrames de sustancias Disponer de un lugar para el almacenamiento temporal de RESPEL, como los envases de productos, que debe estar debidamente señalado y contar con un equipo para derrames de sustancias	Proveer los recursos necesarios para el cumplimiento legal en términos de almacenamiento, transporte y disposición de RESPEL
	Recomendación - Mitigar impactos Aprovechar el agua del triple lavado de los recipientes de productos, aplicándola con la mezcla antes de disposición en cama biológica (no verterla al suelo).	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar la gestión adecuada de RESPEL frente a los envases de productos	Recomendación - Mitigar impactos
	Usar la dosificación adecuada de cada sustancia de acuerdo con las recomendaciones de la casa comercial, y no exceder la dosis letal.	Vigilar el cumplimiento del plan de manejo nutricional, asegurando que la aplicación de productos se haga en la transición de la época seca-lluviosa, para evitar la escorrentía y, en consecuencia, contaminación a cuerpos de agua	
	Requerimiento legal Garantizar que el aprovechamiento forestal se realice conforme con las disposiciones establecidas en el Decreto 1791 de 1996	Requerimiento legal Garantizar el cumplimiento del Decreto 1076 de 2015 Aprovechamiento Forestal	Requerimiento legal Brindar los recursos necesarios para dar cumplimiento a las políticas de protección de ecosistemas estratégicos y sensibles
Proteger ecosistemas estratégicos y sensibles	Supervisar la aplicación de productos conforme con el procedimiento establecido por el ICA y autoridades ambientales, de acuerdo con el tipo de producto y el ecosistema circundante	Garantizar la preservación de especies y ecosistemas estratégicos, amenazados o en riesgo, según la Ley 165 de 1994.	Recomendación - Mitigar impactos Incorporar dentro de las políticas empresariales la protección de ecosistemas estratégicos y sensibles
	Recomendación - Mitigar impactos Supervisar la labor de delimitación de las áreas boscosas, ecosistemas estratégicos y rondas hídricas	Recomendación - Mitigar impactos Identificar y delimitar las áreas boscosas, ecosistemas estratégicos y rondas hídricas	
	Implementar acciones para la protección y manejo de áreas boscosas y ecosistemas estratégicos y rondas hídricas	Garantizar acciones para la protección y manejo de áreas boscosas, ecosistemas estratégicos y rondas hídricas	
	Supervisar que el proceso de restauración se realice acorde a las instrucciones del personal táctico	Establecer las medidas necesarias para iniciar el proceso de restauración en los casos que sea necesario, de acuerdo con la naturaleza del ecosistema identificado	
	Supervisar que en campo se cumpla la política de no caza y no tala	Desarrollar la política de No Caza y No Tala dentro de las áreas boscosas, ecosistemas estratégicos y rondas hídricas	Brindar los recursos necesarios para dar cumplimiento a las políticas de protección de ecosistemas estratégicos y sensibles
	Desarrollar las actividades para protección de áreas boscosas y ecosistemas estratégicos	Capacitar al personal en lo que respecta a protección y manejo de áreas boscosas, ecosistemas estratégicos y rondas hídricas	
	Supervisar que se cumplan las distancias reglamentarias para las rondas hídricas, nacimientos de agua, humedales permanentes y flujos estacionales	Garantizar el respeto de las distancias reglamentarias para las rondas hídricas, nacimientos de agua, humedales permanentes y flujos estacionales	
	Delimitar franjas de protección de bosque, cuerpos de agua Realizar aplicaciones diferenciadas de agroquímicos	Identificar y demarcar franjas de protección de bosques, cuerpos de agua y realizar aplicaciones diferenciadas de agroquímicos	
Diseño y manejo de la plantación para la protección de AVC	Requerimiento legal Supervisar y denunciar actividades de caza y pesca dentro o en los alrededores del predio productivo	Requerimiento legal Revisar y aplicar el Decreto 1608 de 1976 Caza y Pesca Garantizar la preservación de especies y ecosistemas estratégicos, amenazados o en riesgo, según la Ley 165 de 1994.	Requerimiento legal Brindar los recursos necesarios para dar cumplimiento a las políticas de protección de AVC
	Recomendación - Mitigar impactos Supervisar la labor de delimitación de las áreas identificadas como AVC - ARC	Recomendación - Mitigar impactos Identificar y delimitar AVC - ARC	Recomendación - Mitigar impactos
	Implementar acciones para la protección y manejo de áreas de AVC y ARC	Garantizar acciones para la protección y manejo de AVC - ARC	Construir una política corporativa de NO intervención de biodiversidad y servicios ecosistémicos
	Desarrollar las actividades para la preservación de AVC - ARC	Capacitar al personal en lo que respecta a protección y manejo de AVC - ARC	

Cultivo

Fase de operación y manejo

G Manejo de biodiversidad y servicios ecosistémicos

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Diseño y manejo de la plantación para la protección de AVC	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Supervisar que se cumplan las actividades referentes a manejo de AVC		Construir una política corporativa de NO intervención de biodiversidad y servicios ecosistémicos
	Delimitar franjas de protección de AVC	Capacitar al personal en lo relacionado a protección y manejo de AVC - ARC	
	Realizar aplicaciones diferenciadas de agroquímicos con el objetivo de no afectar AVC		Desarrollar un plan de educación ambiental transversal a todos los niveles de la organización
	Informar al personal técnico sobre avistamientos de fauna con: lugar, hora, especie, registro fotográfico	En la medida de las posibilidades, implementar un programa de monitoreo de especies y ecosistemas RAP	
	Velar por la no afectación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en las labores del cultivo	Construir un protocolo de registro de fauna	
	Revisar que el protocolo de registro de fauna sea diligenciado de manera oportuna y correcta	Construir un protocolo de ahuyentamiento de fauna	Garantizar los recursos humanos y económicos suficientes para ejecutar las actividades de manera adecuada y responsable
	Implementar los pasos del protocolo de ahuyentamiento de fauna	Brindar información técnica sobre los riesgos que representa la manipulación, ahuyentamiento y monitoreo de especies, y dotar al personal de los EPP necesarios para llevar a cabo esta actividad	
	Cumplir con las disposiciones de manipulación (en los casos que sea necesario), ahuyentamiento y monitoreo de especies incluido el uso adecuado de EPP	Construir la Política Empresarial de No Manipular Especies ni intervenir Ecosistemas - No Talar - No Cazar - No Pescar	
	Supervisar el seguimiento y cumplimiento de la política de No Caza y No Tala en campo	Identificar especies faunísticas y florísticas con efecto potencial sobre salud humana	Garantizar la adquisición de suero antiofídico polivalente y/o ubicar el centro de salud más cercano, de acuerdo con los protocolos del INS
Diseño y manejo de la plantación para la adopción de herramientas de manejo del paisaje (HMP)	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Aplicar y supervisar la correcta implementación de HMP y su adecuado mantenimiento en relación con los lineamientos técnicos	Garantizar la implementación de HMP en el sistema productivo Capacitar al personal en lo referente a HMP como: identificación, propagación y control Establecer un programa de enriquecimiento del sistema productivo con la implementación de HMP	
	Proponer lugares adecuados para el establecimiento de HMP con base en el conocimiento del terreno	Velar porque el desarrollo e implementación de HMP permita conectividad de acuerdo con la caracterización de ecosistemas asociados al sistema productivo Rediseñar la configuración del lote en caso de renovación, con el fin de permitir franjas de vegetación natural dentro o alrededor de los lotes	
	Hacer seguimiento al estado particular de los ecosistemas dentro y alrededor del predio	Enriquecer los ecosistemas que se encuentran en el predio a través de la implementación del Portafolio de HMP	
	Implementar el conocimiento tradicional de las zonas para identificar, recolectar y sembrar especies vegetales	Implementar un vivero de especies nativas con el fin de propagar el material vegetal en el predio	
	Supervisar el estado general de las coberturas productivas y naturales, y notificar oportunamente la propagación masiva de una especie introducida que ponga en riesgo el sistema productivo y las áreas naturales	En los casos que sea necesario, implementar un programa de control de especies introducidas con potencial invasor	Garantizar los recursos humanos y económicos suficientes para ejecutar las actividades de manera adecuada y responsable
	Supervisar que en el ejercicio de estas labores no se involucren comportamientos que atenten contra la biodiversidad y los servicios ecosistémicos	Programar de manera anticipada las labores involucradas en preparación de terreno para renovación y/o siembra	
	Supervisar que no se use fuego para ninguna actividad dentro del sistema productivo, salvo ciertas excepciones fitosanitarias reglamentadas por el ICA	Garantizar la preparación mecánica de terreno y prohibir el uso de fuego para el mismo fin, salvo ciertas excepciones fitosanitarias reglamentadas por el ICA	
	Supervisar e informar los cambios en los pulsos de inundación de cuerpos de agua lóticos y lénticos	Respetar las distancias reglamentarias para las rondas hídricas, nacimientos de agua, humedales permanentes y flujos estacionales	
	Supervisar que se cumplan todas las disposiciones en campo en lo que respecta a la política de protección de ecosistemas	Construir política de protección de ecosistemas, y garantizar la protección y manejo de áreas boscosas y ecosistemas estratégicos Desarrollar acciones para restaurar o compensar en caso de haber realizado aprovechamiento forestal No afectar las coberturas vegetales y en los casos que sea necesario, identificar las áreas naturales a intervenir Identificar áreas a intervenir con procesos de preservación, conservación y/o restauración en los casos a que haya lugar	

Cultivo

Fase de operación y manejo

H Infraestructura y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Comprende el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y los equipos utilizados en las actividades propias del cultivo, así como la operación y el mantenimiento de toda la infraestructura de servicios, necesaria para el manejo y funcionamiento de la plantación. La infraestructura de servicios para el cultivo incluye:

- Oficinas donde se realizan las labores administrativas
- Alojamiento

- Casino
- Baños
- Unidad de almacenamiento de insumos agroquímicos
- Unidad de almacenamiento temporal de residuos sólidos y peligrosos
- Talleres de aseo y mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipos
- Bodegas

El uso y mantenimiento de esta infraestructura requiere de agua, energía y otros insumos. Su operación también puede generar residuos sólidos, líquidos (que deben disponerse en sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas y no domésticas a que haya lugar) y emisiones a la atmósfera, por lo que se considera como objeto de manejo ambiental en esta guía.



Alojamientos en un predio palmero
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



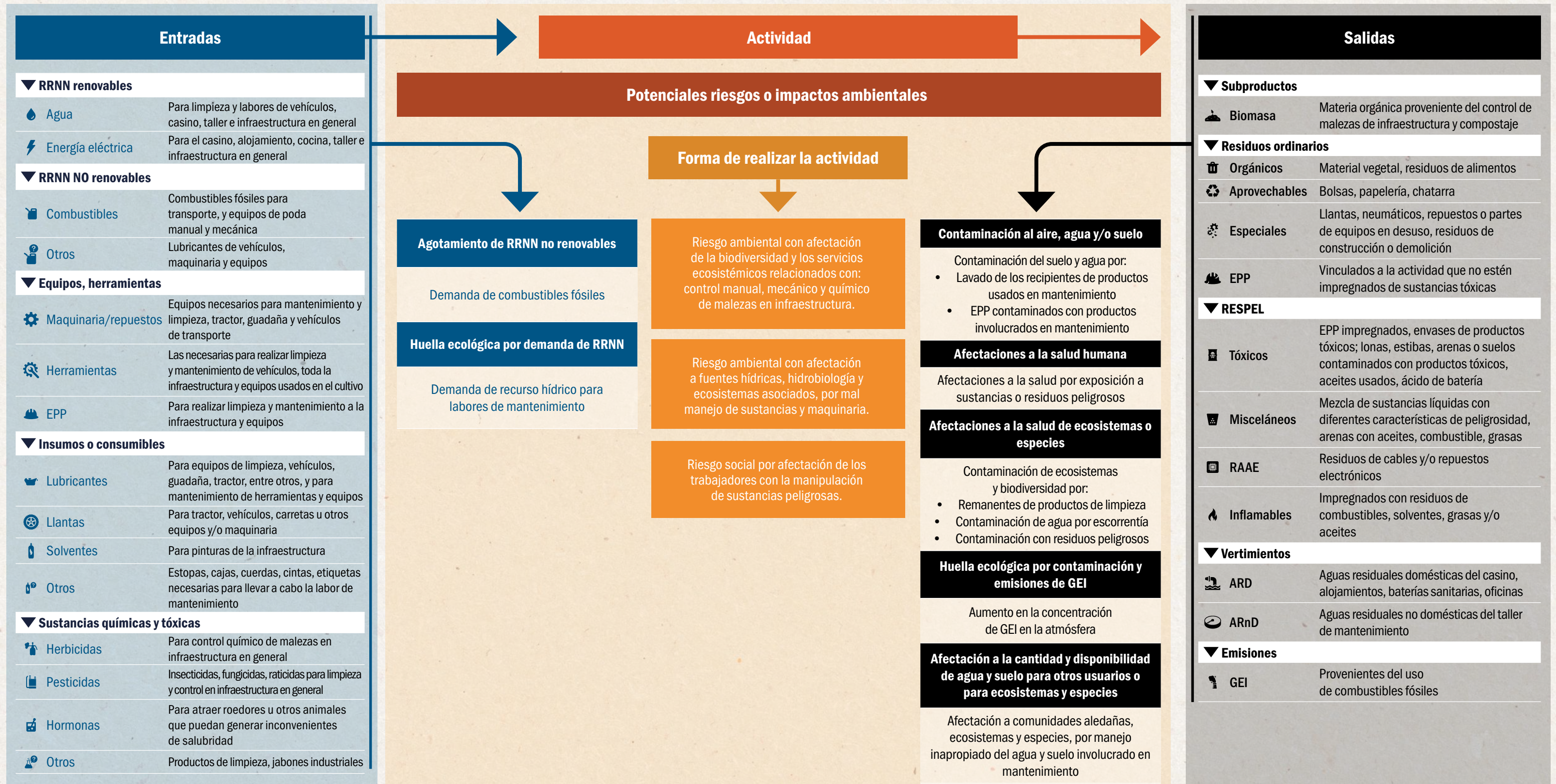
Taller y bodega en un predio palmero
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo

Fase de operación y manejo

H Infraestructura y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

H Infraestructura y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo ambiental por contaminación del suelo y agua	Requerimiento legal Etiquetar los recipientes para almacenamiento de RESPEL con la simbología de peligrosidad correspondiente Disponer los RESPEL únicamente en los recipientes etiquetados, correspondiente a su característica de peligrosidad Disponer los residuos sólidos en los ecopuntos definidos y diferenciados entre aprovechables y no aprovechables.	Requerimiento legal Establecer ecopuntos para almacenamiento diferenciado de residuos ordinarios y peligrosos Capacitar a los operarios sobre la gestión de residuos peligrosos generados en el área de mantenimiento Gestionar los RESPEL únicamente con empresas licenciadas para este fin y contar con los correspondientes registros de disposición final Garantizar que los operarios de mantenimiento cuenten con los EPP y materiales necesarios para el desarrollo de sus actividades, incluido el manejo y disposición de residuos. Garantizar la existencia de fichas de seguridad y procedimientos para la manipulación de sustancias químicas y que hay adecuada señalización. Garantizar que todo el personal de mantenimiento esté entrenado en la manipulación segura y almacenamiento de RESPEL.	Requerimiento legal Evaluar los riesgos del incumplimiento ambiental, y exigir que se implementen y acaten las directrices del PGIRSP
	Recomendación - Mitigar impactos Evitar el contacto de residuos ordinarios y peligrosos	Recomendación - Mitigar impactos Velar porque se compren y utilicen las sustancias necesarias en el mantenimiento, que sean menos nocivas para el ambiente, y que en los casos en que aplique se reutilicen los materiales.	Recomendación - Mitigar impactos
	Afectación a la biodiversidad por residuos orgánicos y agua por escorrentía	Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de sustancias químicas Emplear las herramientas y equipos más adecuados para cada trabajo, lo cual disminuirá la generación de residuos Utilizar las sustancias en las cantidades y en la dosificación recomendadas para reducir la peligrosidad y cantidad de los residuos Disponer los residuos del mantenimiento en los sitios indicados, respetando la compatibilidad de acuerdo con su naturaleza (inflamable, reactivo, corrosivo, etc.) Llevar registro de RESPEL generados	Definir recipientes debidamente etiquetados para el almacenamiento de remanentes de residuos peligrosos líquidos (misceláneos) como solventes, lubricantes, aceites. No realizar el vertimiento en las redes sanitarias domésticas, ni en el suelo. Establecer recipientes debidamente etiquetados para el almacenamiento de RESPEL generados en mantenimiento. Llevar registro de la generación de residuos sólidos y peligrosos
Afectación a la salud humana, bienestar animal y vegetal por sustancias tóxicas	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
Afectaciones a la salud por exposición a sustancias o residuos peligrosos	Portar debidamente los EPP indicados para el manejo de herramientas con alto nivel de riesgo, sustancias químicas, combustibles, etc.	Identificar personal con posibles reacciones alérgicas a las sustancias utilizadas en la actividad Garantizar que los operarios cuenten con los EPP requeridos para la actividad	Exigir el cumplimiento de los protocolos de seguridad y salud en el trabajo

Cultivo

Fase de operación y manejo

H Infraestructura y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Informar si se presenta algún derrame y/o vertimiento de sustancias tóxicas, y si estos pueden afectar especies o ecosistemas</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Promover el cumplimiento de todas las medidas establecidas en el PGIRSP</p> <p>Asegurar que las zonas para manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, residuos ordinarios y peligrosos, se hagan lejos de áreas de importancia ambiental</p> <p>Garantizar que las ARD sean conducidas al sistema de tratamiento adecuado</p> <p>No ubicar puntos de descarga de vertimientos en áreas de importancia ambiental</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Evaluar los riesgos legales y reputacionales por afectación de ecosistemas y especies. Dar relevancia a las medidas para protección de los mismos.</p>
<p>Contaminación de cuerpos de agua o del suelo con aguas residuales domésticas y no domésticas</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Informar si se presenta algún derrame y/o vertimiento de sustancias tóxicas, y si estos pueden afectar especies o ecosistemas</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Contar con permiso de vertimientos para ARD otorgado por la autoridad ambiental</p> <p>Garantizar el cumplimiento de las obligaciones implícitas en el permiso de vertimientos</p> <p>Contar con unidades sépticas para aguas residuales domésticas</p> <p>Garantizar la división de las redes para aguas domésticas y no domésticas</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Evaluar los riesgos del incumplimiento ambiental y exigir que se obtenga el permiso ambiental aplicable</p> <p>Priorizar los recursos para establecer un STAR adecuado y suficiente, para cumplir con los límites establecidos en la norma.</p>
	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Hacer uso eficiente del agua durante el lavado de instrumentos y menaje del casino, aseo de baños e instalaciones</p> <p>Realizar lavado de instrumentos, maquinaria, repuestos y equipos, únicamente en la zona de mantenimiento</p> <p>Realizar mantenimiento a las unidades sépticas y llevar registro</p> <p>Utilizar en todo momento los EPP necesarios</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Realizar campañas de sensibilización sobre el uso adecuado y eficiente del agua</p> <p>Programar periódicamente el mantenimiento de las unidades sépticas y llevar registro</p> <p>Procurar el uso de detergentes amigables con el ambiente</p> <p>Minimizar el consumo de alimentos en envases plásticos</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Dar relevancia a los procedimientos para prevenir y mitigar la contaminación asociada a los efluentes, y priorizar los recursos necesarios para esto.</p>

Cultivo

Fase de operación y manejo

I Cosecha

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

La cosecha se realiza a lo largo de la vida productiva de la palma de aceite y depende de los criterios de madurez del fruto, fundamentales para la obtención y calidad del aceite. Esta actividad comprende: el censo de racimos, la definición de criterios y ciclos de cosecha, el corte de los racimos de fruta en su estado óptimo de maduración, recolección y acopio de los frutos.

Siendo esta la labor final del proceso productivo, en ella se debe asegurar que todos los esfuerzos y cuidados invertidos en las fases anteriores se conviertan en ingresos que garanticen la continuidad y sostenimiento del negocio. De ahí la importancia de conocer el punto óptimo de cosecha de cada cultivar y seguir los procedimientos operativos estándar para que se realice en ese momento.

El punto óptimo de cosecha de *E. guineensis* es el desprendimiento espontáneo de entre cuatro y 10 frutos, y que tengan color anaranjado o rojo intenso, en un ciclo de cosecha de 10 días. Para materiales híbridos OxG, es el desprendimiento de más de cuatro frutos, y cuarteamiento (fisuras) o color naranja cobrizo brillante. La diversidad de cultivares obliga a que el criterio responda a todas estas características.



Cosecha de racimos.
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

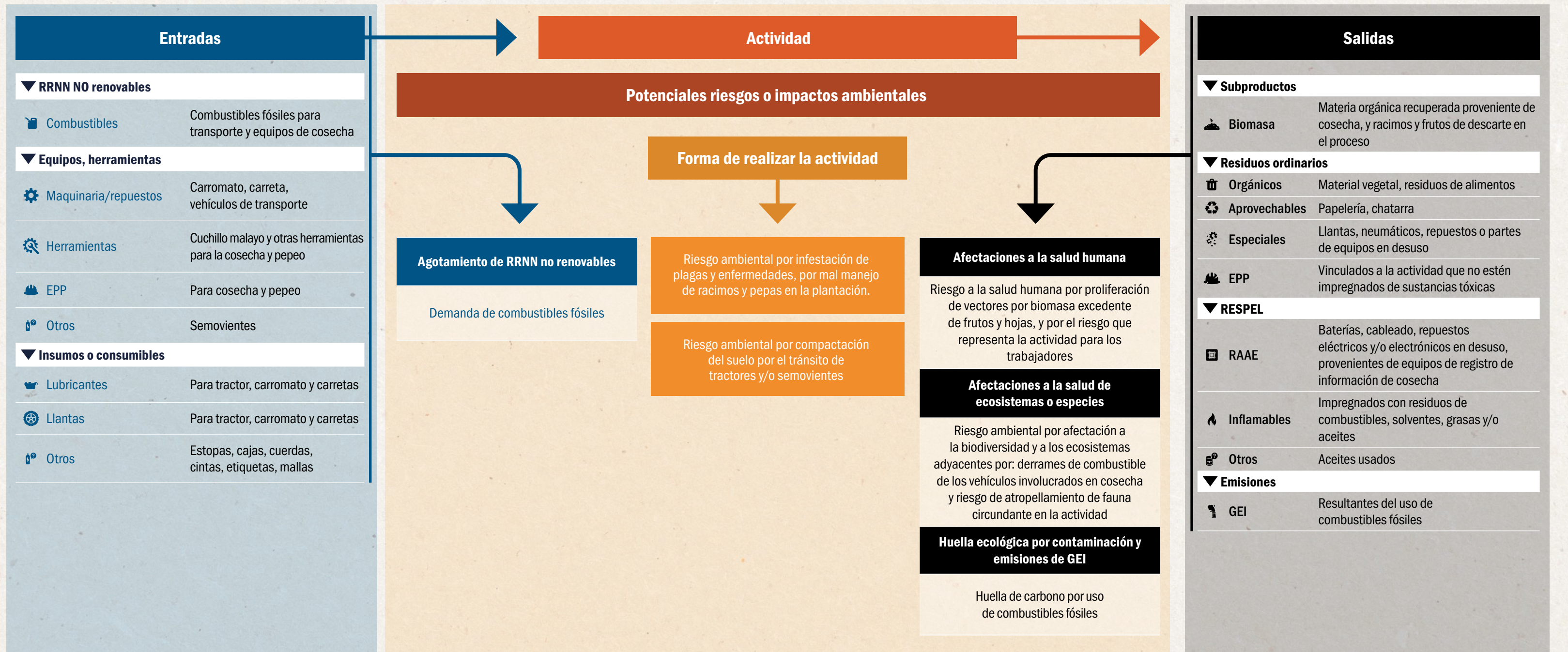


Cosecha de racimos.
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo **Fase de operación y manejo**

I Cosecha

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

I Cosecha

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo ambiental por compactación del suelo por el tránsito de tractores y/o semovientes	Recomendación - Mitigar impactos No sobrecargar los vehículos de transporte de cosecha.	Recomendación - Mitigar impactos Promover la implementación de equipos livianos para el transporte de RFF. Seleccionar el tipo de transporte de acuerdo con las condiciones del terreno y disponibilidad de semovientes en la región.	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar los recursos para elegir el tipo de transporte adecuado a las condiciones del terreno y evitar compactación.
	Requerimiento legal Llevar los neumáticos a zonas adecuadas para su almacenamiento, evitando la presencia de humedad.	Requerimiento legal Garantizar la recolección, almacenamiento y disposición de neumáticos como residuo especial.	Requerimiento legal Garantizar los recursos para adecuar áreas para almacenamiento de residuos especiales como neumáticos.
Riesgo ambiental y a la salud humana por proliferación de vectores	No acumular desperdicios de alimentos en áreas específicas.	Garantizar puntos para recolección de residuos producto de desperdicios de alimentos.	Garantizar los recursos para establecer puntos de recolección de residuos orgánicos.
	Recomendación - Mitigar impactos Llevar los residuos orgánicos a sistemas de compostaje.	Recomendación - Mitigar impactos Establecer acuerdos con recuperadores o gestores de residuos especiales. Promover la reutilización de las llantas usadas. Promover sistemas de compostaje para aprovechamiento de los residuos orgánicos, como desperdicios de comida.	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar los recursos para establecer composteras.
Riesgo ambiental por contaminación del suelo, agua y biodiversidad	Requerimiento legal Realizar mantenimiento de equipos y maquinaria en las zonas adecuadas para este fin. Utilizar los EPP definidos para mantenimiento de equipos y maquinaria.	Requerimiento legal Contar con un plan de contingencia para el derrame de hidrocarburos. Socializar el plan de contingencia con los operadores de mantenimiento.	Requerimiento legal Garantizar los recursos para el diseño e implementación del plan de contingencia para el derrame de hidrocarburos.
	Recomendación - Mitigar impactos Disponer los elementos impregnados en la unidad para almacenamiento de RESPEL.	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar que los elementos impregnados sean llevados a la unidad de almacenamiento temporal de RESPEL.	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar los recursos para el diseño e implementación del plan de contingencia para el derrame de hidrocarburos.
Aumento en la concentración de GEI	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Contar con un equipos para el control de derrame de aceites e hidrocarburos.	Recomendación - Mitigar impactos
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Contar con un plan para reducción de emisiones GEI. Revisar las recomendaciones de la <i>Guía de mejores prácticas bajas en carbono asociadas a la producción de aceite de palma sostenible de Colombia</i> (Chaparro et al., 2020).	Recomendación - Mitigar impactos

Cultivo

Fase de operación y manejo

J Transporte de fruto a la planta de beneficio

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El transporte de fruto desde los diferentes lotes del cultivo hasta el punto de acopio de la plantación normalmente se hace con semovientes, canastillas, carretas y/o con tractores adecuados para tal fin. En algunos casos, se usan sistemas por cable (cablevía) que pueden reducir los costos ambientales y económicos.

Del punto de acopio a la planta de beneficio generalmente se utilizan volquetas o camiones.



Cargado de fruto en carretilla
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



Transporte de fruto por cablevía
Foto: Ospitia Producciones, colección fotográfica de Fedepalma



Cargado de fruto en remolque
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



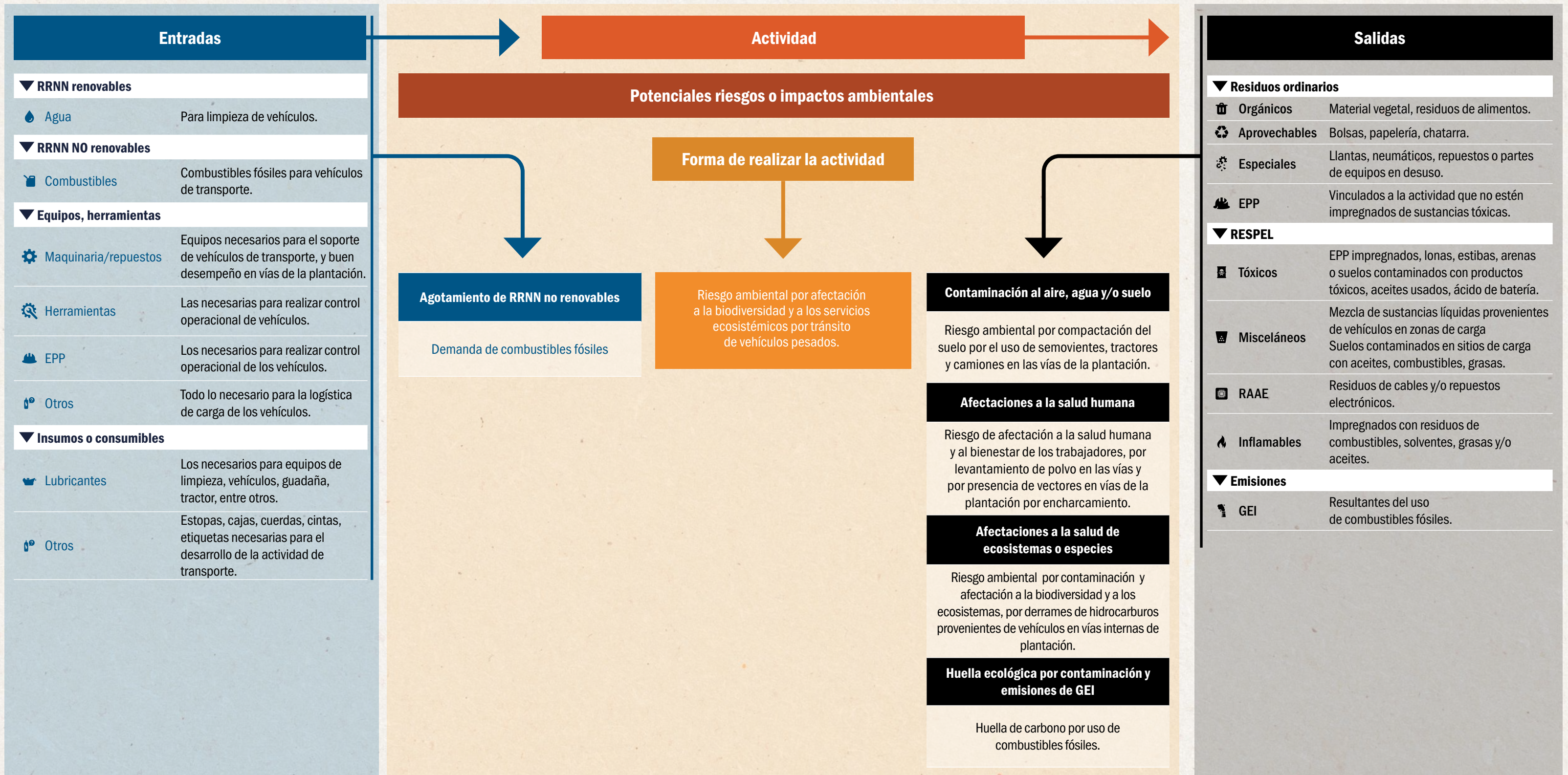
Transporte de fruto en remolque y tractor
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Cultivo

Fase de operación y manejo

J Transporte de fruto a la planta de beneficio

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Cultivo

Fase de operación y manejo

J Transporte de fruto a la planta de beneficio

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo ambiental por compactación del suelo por el tránsito de vehículos pesados	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	No sobrecargar los vehículos de transporte de cosecha.	Promover la implementación de un sistema de mantenimiento periódico preventivo, con el fin de reducir inconvenientes mecánicos y consumo de combustible.	Garantizar los recursos para elegir el tipo de transporte adecuado a las condiciones del terreno y evitar compactación.
	Inspeccionar periódicamente el estado mecánico de los vehículos e informar oportunamente cualquier anomalía.		
Riesgo ambiental y de afectación a la salud humana por proliferación de vectores	Seleccionar el tipo de transporte de acuerdo con las condiciones del terreno y la disponibilidad de semovientes en la región.		
	Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
	Llevar los neumáticos a zonas adecuadas para su almacenamiento, evitando presencia de humedad.	Garantizar la recolección, almacenamiento y disposición de neumáticos como residuo especial.	Garantizar los recursos para adecuar áreas para almacenamiento de residuos especiales como neumáticos.
Riesgo ambiental por contaminación del suelo, agua y biodiversidad	No acumular desperdicios de alimentos en áreas específicas.	Garantizar puntos para recolección de desperdicios de alimentos.	Garantizar los recursos para establecer puntos de recolección de residuos orgánicos.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Establecer acuerdos con recuperadores o gestores de residuos especiales.		
Aumento en la concentración de GEI	Promover la reutilización de las llantas usadas.		
	Llevar los residuos orgánicos a sistemas de compostaje.	Promover sistemas de compostaje para aprovechamiento de los residuos orgánicos, como desperdicios de comida.	Garantizar los recursos para establecer composteras.
	Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
Riesgo ambiental por contaminación del suelo, agua y biodiversidad	Realizar mantenimiento de equipos y maquinaria en las zonas adecuadas para este fin.	Contar con un plan de contingencia para el derrame de hidrocarburos.	Garantizar los recursos para el diseño e implementación del plan de contingencia para el derrame de hidrocarburos.
	Utilizar los EPP definidos para mantenimiento de equipos y maquinaria.	Socializar el plan de contingencia con los operadores de mantenimiento.	
	Disponer los elementos impregnados en la unidad para almacenamiento de RESPEL.	Garantizar que los elementos impregnados sean llevados a la unidad de almacenamiento temporal de RESPEL.	
Aumento en la concentración de GEI	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
		Contar con un equipo para el control de derrame de aceites e hidrocarburos.	
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
Aumento en la concentración de GEI		Contar con un plan para reducción de emisiones GEI.	
		Revisar las recomendaciones de la <i>Guía de mejores prácticas bajas en carbono asociadas a la producción de aceite de palma sostenible de Colombia</i> (Chaparro et al., 2020).	

3.4. Descripción y análisis ambiental del proceso de extracción de aceite de palma

En esta sección se presenta una ficha con información de cada una de las actividades del proceso de beneficio primario del fruto de la palma de aceite, según lo descrito en la sección 3.1.



Cada ficha contiene tres elementos:

1

una breve descripción de la actividad, con fotos o figuras ilustrativas

2

un ecobalance detallado

3

una propuesta de acciones de manejo ambiental de carácter operativo, táctico y estratégico

La secuencia en la que se presentan las fichas de cada fase se muestra a continuación:

Fase de planificación

A Análisis de viabilidad y factibilidad

Fase de diseño y construcción

- A Diseño detallado
- B Preparación del terreno
- C Construcción de la planta de beneficio e infraestructura de servicios
- D Puesta a punto

Fase de operación y manejo

- A Módulo de extracción de aceite de palma crudo
- B Módulo de recuperación de aceite de palma crudo (RAPC)
- C Módulo de recuperación de almendra de palma (RAP)
- D Módulo de extracción de aceite de palmiste (APL)
- E Módulo de servicios industriales
- E1 Generación de energía eléctrica (GEE)
- E2 Generación de vapor de agua (GVA)
- E3 Planta de tratamiento de agua para proceso (PTA)
- E4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR)
- E5 Laboratorio
- E6 Instalaciones y mantenimiento

Planta de beneficio

3.4.1. Fase de planificación

A Análisis de viabilidad y factibilidad

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Este es el punto de partida para la concepción y materialización de una planta de beneficio, en el que se orienta la toma de decisiones frente a la viabilidad y factibilidad de establecer el complejo industrial en un predio previamente identificado, mediante el análisis de información relevante y disponible.

De forma similar al análisis para un nuevo proyecto de siembra de un cultivo de palma de aceite (ver sección 3.3.1), es importante considerar los siguientes cuatro pasos para el estudio correspondiente a una nueva planta de beneficio (Figura 62)

1. Viabilidad legal. En este primer paso, se verifica si el área propuesta está ubicada en alguna zona con restricciones o limitantes legales para el desarrollo de actividades agroindustriales. Para ello es necesario verificar la compatibilidad de uso del suelo para este fin en los instrumentos de ordenamiento territorial municipal (POT, PBOT o EOT según aplique). Adicionalmente, se realiza la debida diligencia sobre la propiedad y tradición del predio a adquirir.
2. Principios y requerimientos de sostenibilidad. Así como en el estudio para un nuevo cultivo, es indispensable asegurarse que al adquirir o destinar un predio para una nueva planta de beneficio, no se incumplen los principios básicos de sostenibilidad de: (i) no deforestación, y (ii) evitar la transformación o el deterioro de áreas con AVC.
3. Oferta ambiental para la planta de beneficio. Como tercer paso, se revisa si el predio cuenta con la oferta ambiental necesaria para desarrollar la actividad de extracción del aceite de palma. Las dos variables principales para evaluar son: (i) disponibilidad y calidad de agua para el proceso durante todo el año, y (ii) cercanía a un cuer-

po de agua con la capacidad necesaria para asimilar el volumen de aguas residuales generado en el proceso, inclusive en época de verano y en un año atípicamente seco.

4. Otros factores de favorabilidad o riesgo. En el último paso, se consideran otros factores logísticos, sociales y ambientales que pueden incidir en el correcto funcionamiento de la planta de beneficio, su operación técnica, financiera y ambientalmente sostenible en el tiempo. Algunos son:
 - Localización de la planta de beneficio respecto a los cultivos de palma dentro de su área de influencia.

- Oferta de fruto por procesar y tipo de cultivar predominante.
- Área disponible y suficiente para la proyección de capacidad instalada y servicios industriales (en especial para la eventual ampliación del STAR).
- Disponibilidad para conexión a la red de energía eléctrica.
- Topografía del terreno.
- Condiciones del suelo.
- Vías de acceso.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Cercanía a zonas para vivienda de los operarios.



Figura 62. Pasos y elementos para el análisis de viabilidad y factibilidad de una nueva planta de beneficio

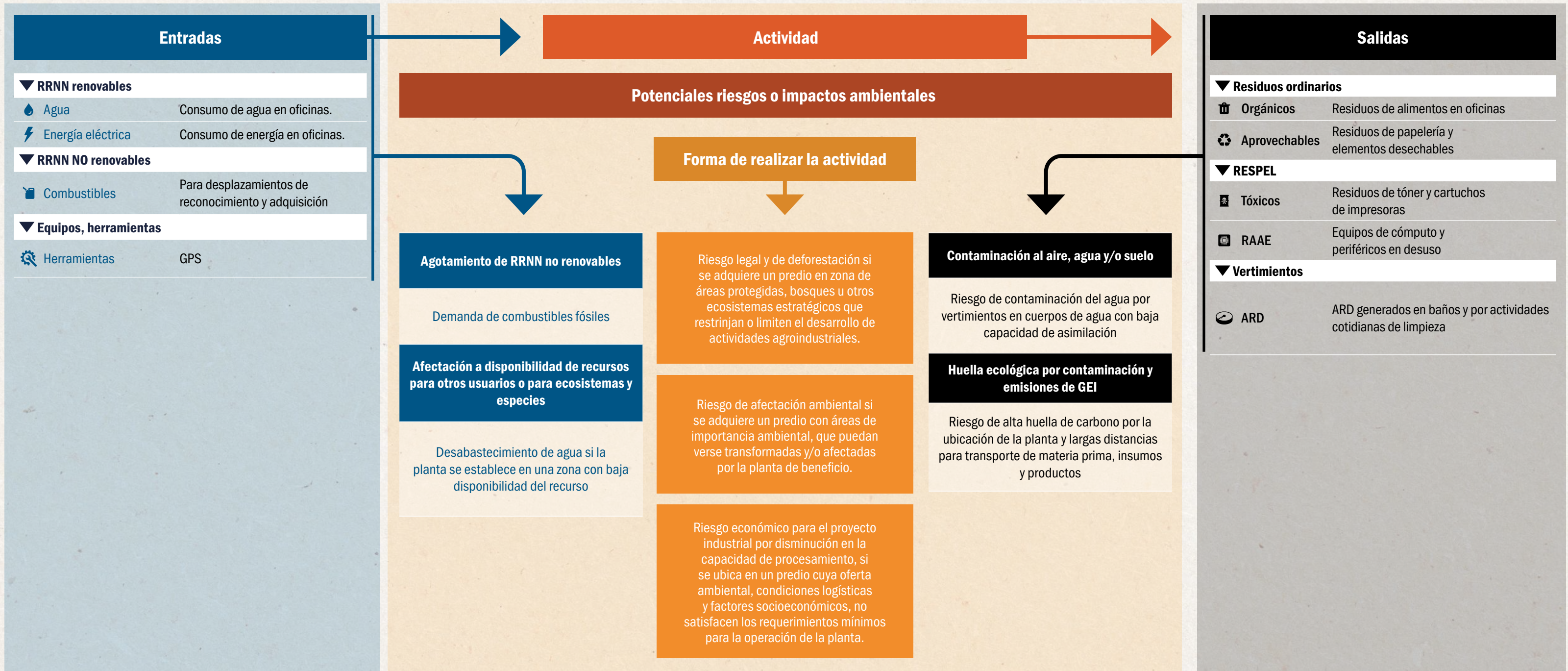


Fuente: elaboración propia

Planta de beneficio **Fase de planificación**

A Análisis de factibilidad y viabilidad

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de planificación

A Análisis de viabilidad y factibilidad

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal y de deforestación, si se adquiere un predio en zona de áreas protegidas, bosques u otros ecosistemas estratégicos que restrinjan o limiten el desarrollo de actividades agroindustriales.	Requerimiento legal	Requerimiento legal Analizar información sobre áreas de exclusión legal ambiental para proyectos agrícolas. Recopilar y analizar información sobre áreas con condicionantes ambientales para proyectos industriales. Recopilar y analizar información para determinar si en el predio a adquirir hubo deforestación a partir del 1° de enero de 2011. Verificar que la zona o predio donde se establecerá el proyecto industrial, sea compatible con el uso del suelo definido por el POT/PBOT/EOT del municipio.	Requerimiento legal No adquirir predios donde sus potenciales proveedores de fruto estén ubicados fuera de la Frontera Agrícola Nacional. Darle relevancia y evaluar las limitaciones que pueda tener el proyecto industrial si se ubica en áreas con condicionantes ambientales, y el impacto de esas limitaciones en su viabilidad financiera y técnica. Evitar adquirir predios que hayan tenido deforestación a partir de 2011. Darle relevancia y evaluar el riesgo de adquirir predios que hayan tenido deforestación reciente. Estas áreas deben ser restauradas a su condición de bosque según la normatividad nacional. No adquirir predios sin compatibilidad entre la actividad industrial y el uso del suelo definido por el POT/PBOT/EOT del municipio.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Recopilar y analizar información sobre la presencia de áreas de importancia ambiental en el predio de interés para la planta de beneficio. Como fuentes de información se puede acudir a la CAR correspondiente, institutos de investigación del SINA, academia y las ONG pertinentes. Evaluar la incidencia del tipo de potenciales afectaciones ambientales, en los procesos de certificación en estándares de sostenibilidad.	Recomendación - Mitigar impactos Darle relevancia y evaluar tanto el riesgo ambiental que tendría el proyecto industrial por transformación y/o afectación de estas áreas, como el efecto reputacional que significaría para la empresa.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Conocer las proyecciones de oferta de RFF para procesar. Recopilar información del predio sobre la oferta de los principales recursos naturales demandados por la planta (RFF, agua y energía), e identificar si dicha oferta satisface las necesidades de procesamiento, sin afectar la disponibilidad de recursos naturales.	Recomendación - Mitigar impactos Incluir en la toma de decisiones, el riesgo ambiental y económico del proyecto por la oferta ambiental del área de influencia. Darle relevancia y evaluar el efecto sobre los costos de producción, por adquirir un predio con una oferta ambiental insuficiente a los requerimientos de la planta.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Proyectar las características fisicoquímicas de los efluentes líquidos con base en la capacidad instalada de la planta, e identificar los posibles destinos de los vertimientos, con el fin de asegurar que el cuerpo receptor de estos cuenta con la capacidad de asimilación suficiente, asegurar que se podrá cumplir con la norma ambiental aplicable, y que no se generarán impactos ambientales negativos.	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia a la capacidad de asimilación de las fuentes receptoras de vertimientos, e incluir en la toma de decisiones los criterios técnicos y ambientales que permitan hacer una adecuada gestión de efluentes líquidos, y cumplir con la normatividad ambiental aplicable.
Desabastecimiento de agua si la planta se establece en una zona con baja disponibilidad del recurso	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Recopilar información del predio sobre la oferta y disponibilidad de agua en temporadas de extrema sequía, y relacionarla con la demanda esperada en los picos máximos de producción.	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia a la oferta de agua en la toma de decisiones, incorporando el riesgo ambiental y económico del proyecto por la oferta de agua en área de influencia.
Riesgo de alta huella de carbono por la ubicación de la planta y largas distancias para transporte de materia prima, insumos y productos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Identificar las zonas de proveedores de RFF y de aprovisionamiento de insumos y materias primas, con el fin de elegir un predio cercano a dichas fuentes y que no acarree el transporte en largas distancias. Esto disminuirá la huella de carbono asociada durante la vida útil del proyecto.	Recomendación - Mitigar impactos Incorporar en la decisión de adquisición del predio las variables de disponibilidad de recursos, insumos y materias primas, para favorecer la compra de estos en la zona de influencia directa y reducir la huella de carbono. Tener presente este indicador como de alto impacto reputacional para la planta.
Agotamiento de recursos no renovables por alta demanda de combustibles fósiles	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Identificar la oferta de energía eléctrica en la zona, priorizando el abastecimiento de la red de interconexión o la autogeneración, para no incurrir en el uso de plantas de generación de electricidad a partir combustibles fósiles.	Recomendación - Mitigar impactos Adquirir el predio en zonas donde exista disponibilidad de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y/o proyectar la autogeneración de energía, con el fin de evitar el uso de plantas eléctricas de combustibles fósiles.

Comprende el diseño detallado del área donde se establecerá el proyecto industrial de extracción de aceite de palma. Incluye definir el espacio para la planta de beneficio y para toda su infraestructura complementaria, como:

- Obras para captación y conducción de agua para proceso y evacuación de efluentes.
- Líneas para conducción de energía.
- Zona de acceso vehicular y vías internas.
- Básculas de entrada y salida.
- Módulos de aceite de palma crudo, recuperación de almendra de palma, aceite de palmiste y servicios industriales.

Estos últimos abarcan las obras diseñadas para la prevención y mitigación de la contaminación ambiental, asociada a la operación.

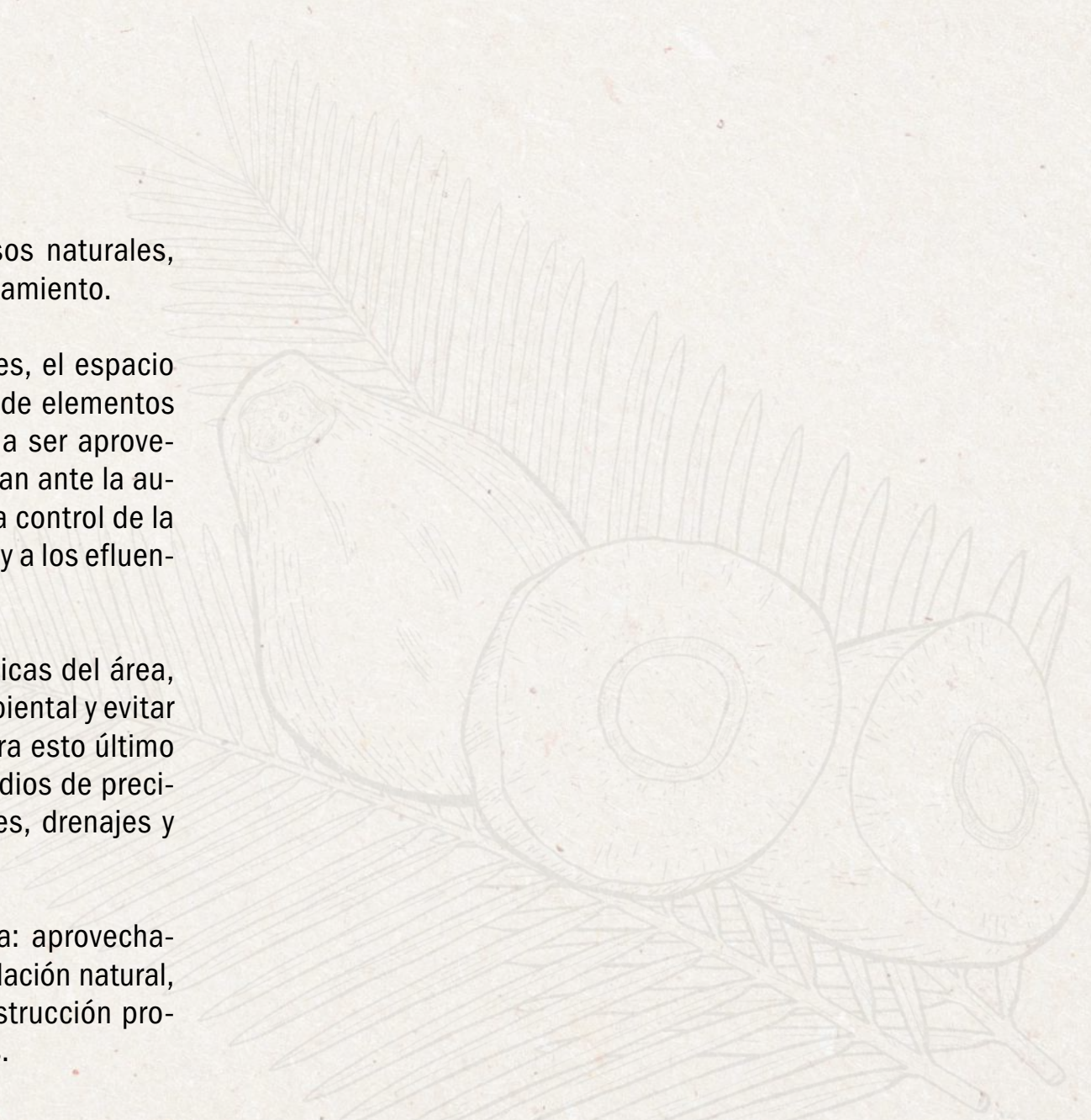
Para el diseño detallado del proyecto industrial, es necesario especificar el tamaño o capacidad instalada de la planta de beneficio y sus proyecciones de crecimiento, con base en el área sembrada con palma de aceite en la zona de influencia del proyecto, los estimativos de siembras para los próximos años, y las hectáreas de productores independientes que serían potenciales proveedores. También

se debe tener en cuenta la disponibilidad de recursos naturales, económicos y humanos, para hacer posible su funcionamiento.

Lo anterior determina la dimensión de las obras civiles, el espacio requerido para cada unidad de proceso, la demanda de elementos y materiales de construcción, los recursos naturales a ser aprovechados, los requerimientos ambientales que se tramitan ante la autoridad ambiental, y la capacidad de los sistemas para control de la contaminación asociada a las emisiones atmosféricas y a los efluentes líquidos.

En el diseño igualmente se consideran las características del área, para prevenir la afectación a zonas de importancia ambiental y evitar establecerse en lugares con riesgo de inundación. Para esto último se identifican las pendientes del terreno y valores medios de precipitación anual multianual, con el fin de definir canales, drenajes y lagunas del STAR.

Por último, se contemplan elementos de bioclimática: aprovechamiento de aguas lluvias, maximizar el uso de luz y ventilación natural, eficiencia energética, y empleo de materiales de construcción provenientes de fuentes legales y sostenibles, entre otros.

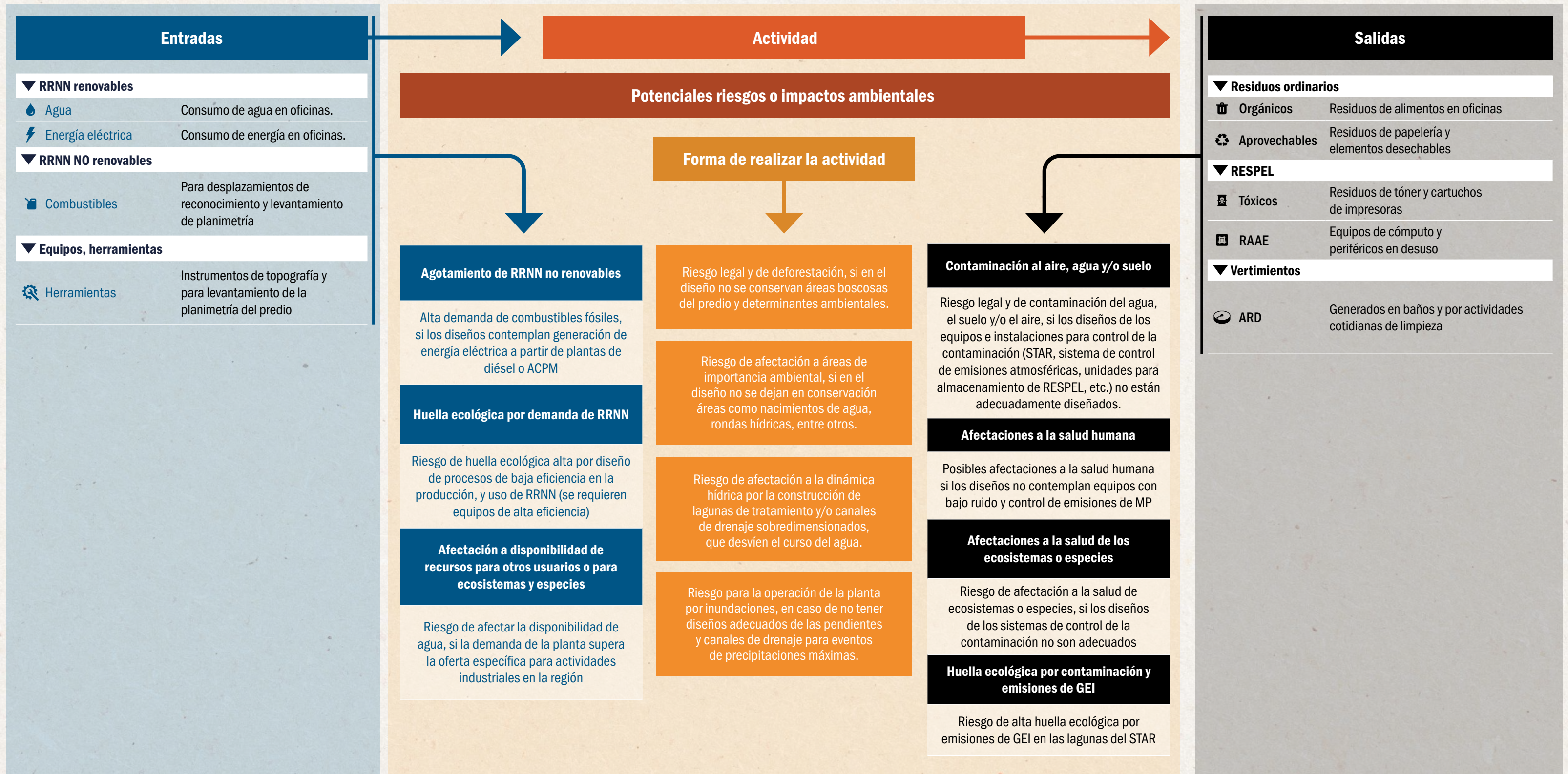


Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

A Diseño detallado

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

A Diseño detallado

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal y de deforestación si en el diseño no se conservan áreas boscosas del predio y determinantes ambientales	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Garantizar que en el diseño predial donde se establecerá el proyecto industrial, se delimiten como áreas en conservación todas las coberturas forestales</p> <p>Garantizar que en el diseño predial donde se establecerá el proyecto industrial, se delimiten como áreas en conservación todos los determinantes ambientales (nacimientos de agua, rondas hídricas y demás definidos por la autoridad ambiental), incluyendo los que requieran restauración</p>	Requerimiento legal
	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Garantizar que en el diseño predial se definan como zonas de conservación, las áreas de importancia ambiental identificadas durante la fase de factibilidad y viabilidad, incluyendo las áreas necesarias para garantizar una adecuada conectividad entre ecosistemas</p> <p>Incorporar en el diseño metodologías de señalización claras, para garantizar la conservación de las áreas de importancia ambiental durante las fases de preparación del terreno y establecimiento</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Riesgo de afectación a áreas de importancia ambiental			Definir directrices concretas en materia de conservación de coberturas forestales y determinantes ambientales, y asegurar su cumplimiento en el diseño predial
Riesgo de afectación a la dinámica hídrica por la construcción de lagunas de tratamiento y/o canales de drenaje sobredimensionados, que desvíen el curso del agua	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Diseñar las lagunas de tratamiento y canales de drenaje sin afectar el curso natural del agua. Para esto se debe identificar la profundidad del nivel freático, las pendientes de escorrentía y flujo natural del agua garantizando que estas obras civiles no afectan el curso del agua ni se dessequen fuentes de agua.</p> <p>Evitar establecer lagunas de tratamiento y canales de drenaje que corten canales de escorrentía natural (caños) o que impidan el flujo natural del agua.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Riesgos por inundaciones, en caso de no tener diseños adecuados de las pendientes y canales de drenaje para eventos de precipitaciones máximas	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Realizar un análisis de precipitación anual multianual con un periodo de retorno no menor a 50 años, con el objetivo de identificar periodos de máximas precipitaciones y diseñar los canales de drenaje para evitar inundaciones en épocas lluviosas.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>El diseño de los procesos de la planta de beneficio debe incorporar tecnologías de alta eficiencia en extracción de APC y en el uso de recursos naturales. Para esto se deben identificar equipos de bajo consumo de agua y energía.</p> <p>Diseñar los procesos de la planta con enfoque de aprovechamiento circular de subproductos, incluyendo el diseño de la infraestructura necesaria para almacenamiento y aprovechamiento de estos.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Riesgo de huella ecológica alta por diseño de procesos de baja eficiencia en la producción y uso de RRNN			Facilitar los recursos para el análisis de precipitaciones, identificación de posibles periodos de inundación y diseño de los canales de drenaje.
Riesgo de afectar la disponibilidad de agua si la demanda de la planta supera la oferta específica para actividades industriales en la región	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Estimar la oferta de agua de la microcuenca donde se establecerá la planta y contrastarla con la demanda (enfaticando en picos máximos de producción). Así podrá definir diseños de procesos y tecnologías de alta eficiencia en el consumo de agua, para que la demanda de la planta no supere la oferta de la microcuenca.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Agotamiento de recursos no renovables por alta demanda de combustibles fósiles	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Incorporar en los diseños de las unidades de proceso, tecnologías que no funcionen a partir de combustibles fósiles.</p> <p>Identificar alternativas de procesos que funcionen a partir de energía eléctrica, reemplazando aquellos que dependen de combustibles fósiles.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
			Definir directrices concretas en materia de conservación de coberturas forestales y determinantes ambientales, y asegurar su cumplimiento en el diseño predial
			Definir directrices concretas en materia de conservación de coberturas forestales y determinantes ambientales, y asegurar su cumplimiento en el diseño predial
			Evaluar los riesgos ambientales, legales y de productividad, asociados a la afectación de la dinámica hídrica por obras civiles del proyecto industrial, considerando que esto puede traer desde sanciones administrativas, hasta causar desecación de fuentes hídricas y reducción de la oferta ambiental que da viabilidad al proyecto.
			Dar relevancia a incorporar diseños que reduzcan la huella ecológica y el riesgo reputacional asociado. Exigir la inclusión de tecnologías limpias y eficientes en el uso de recursos naturales.
			Dar relevancia al riesgo de afectar la disponibilidad de agua a nivel de microcuenca, evaluando los riesgos reputacionales y productivos que acarrearía.
			Evaluar los riesgos económicos, ambientales y productivos, de tener procesos dependientes de combustibles fósiles que se agotarán en el tiempo.

Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

A Diseño detallado

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo de alta huella hídrica y condicionamiento de la operación por desabastecimiento de agua	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Identificar la fuente abastecedora de agua para la planta de beneficio, teniendo en cuenta que su capacidad de oferta no afecte la disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo. Estimar la huella hídrica de la planta incluyendo las proyecciones de crecimiento futuras y compararlo con datos de otras industrias similares para establecer referentes y metas de reducción.	Recomendación - Mitigar impactos Darle relevancia al indicador de huella hídrica y exigir que los diseños del proceso productivo se enfoquen en tecnologías de alta eficiencia en el uso de agua.
	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades Orientar el diseño de la planta de beneficio hacia la implementación de tecnologías y procesos eficientes en el consumo del agua y la energía. Incorporar en el diseño de la planta, un sistema de monitoreo de consumo de agua y energía por unidad de proceso, lo que permitirá tener control durante la operación y generar indicadores de ecoeficiencia.	Aprovechar oportunidades Priorizar recursos para el diseño e implementación de tecnologías y procesos eficientes en el consumo de agua.
Potencial riesgo de afectación a la salud de ecosistemas o especies si los diseños de los sistemas de control de la contaminación no son adecuados	Requerimiento legal	Requerimiento legal Garantizar que el diseño del STAR y del sistema de control de emisiones, permita cumplir con los límites máximos permisibles y con los requisitos para la obtención del permiso de emisiones y de vertimientos, en caso de requerirlo. Diseñar la planta de beneficio y sus servicios industriales, incorporando la separación de ARD, ARnD y aguas lluvias. Incorporar en el diseño del sistema de generación de vapor, los instrumentos de medición de variables de control de la combustión como oxígeno, presión, temperatura, detección de fugas. Incluir instrumentos para implementar buenas prácticas operacionales en la caldera, como parrilla rotatoria para homogenizar la distribución de biomasa en ella, inyector de oxígeno para mejorar la combustión, etc.	Requerimiento legal Dar relevancia a los riesgos legales asociados a la contaminación. Exigir diseños de sistemas de control que permitan cumplir con la normatividad ambiental aplicable y garantizar la disponibilidad de recursos para implementar los sistemas de control de la contaminación necesarios. Definir directrices para incorporar en el diseño la prevención y mitigación de la contaminación asociada a los efluentes de la planta de beneficio.
			Requerimiento legal Dar relevancia a la implementación de buenas prácticas en la generación de vapor para reducir la emisión de contaminantes atmosféricos como MP, desde la prevención. Exigir que los diseños incluyan instrumentos para control de la operación.
			Requerimiento legal Priorizar recursos para adquirir el sistema de control adecuado y exigir que los diseños permitan cumplir con la norma ambiental aplicable.
			Requerimiento legal Evaluar los riesgos por hacer captaciones de agua ilegales, y exigir que los diseños incluyan toda la infraestructura necesaria para captar el agua de forma legal y aprovecharla eficientemente.
Riesgo legal en caso de que el diseño no contemple las obras de captación de agua necesarias para la operación de la planta de beneficio.	Requerimiento legal	Requerimiento legal Definir los diseños de las obras e instrumentos que deberán establecerse para cumplir con los requisitos para la captación legal de agua como: la ocupación de cauce (si aplica), medidores de consumo, tuberías de conducción y distribución, medidores de presión para detectar pérdidas.	Requerimiento legal Evaluar los riesgos por hacer captaciones de agua ilegales o por tener alta huella hídrica.
	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades Incorporar en los diseños las redes de conducción y distribución de agua, mediante tuberías para reducir las pérdidas, elementos e instrumentos que permitan monitorear el consumo.	Aprovechar oportunidades
Riesgo de alta huella ecológica por emisiones de GEI en las lagunas del STAR	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Incorporar en los diseños el carpado de lagunas del STAR para capturar los GEI generados y aprovecharlos para la generación de energía, o quemarlos para reducir el potencial de efecto invernadero.	Recomendación - Mitigar impactos Dar prioridad a los diseños que reduzcan la huella ecológica y el riesgo reputacional asociado. Exigir la inclusión de tecnologías limpias y eficientes en el uso de recursos naturales.
	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades Diseñar el sistema de carpado de lagunas y transformación de biogás en energía eléctrica, haciendo un análisis costo-beneficio que permita a la Gerencia tomar las decisiones correctas.	Aprovechar oportunidades Dar prioridad a los diseños que reduzcan la huella ecológica y el riesgo reputacional asociado. Evaluar el costo-beneficio de la captura de metano y producción de energía a partir de biogás, como una fuente de energía renovable y con valor agregado para la empresa.
Posibles afectaciones a la salud humana si los diseños no contemplan equipos con bajo ruido y control de emisiones de MP	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Incorporar en el diseño de las unidades de proceso donde hay mayor generación de ruido y MP intramural, equipos para la mitigación efectiva de estos aspectos.	Recomendación - Mitigar impactos Dar prioridad a los diseños que permitan la protección, salud y seguridad de los operarios en la planta de beneficio. Evaluar los riesgos legales y económicos asociados a las enfermedades laborales de los colaboradores.

Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

B Preparación del terreno

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

La adecuación del terreno para establecer la planta de beneficio y toda su infraestructura, se realiza de acuerdo con los diseños de detalle previamente definidos.

Como guías principales para la intervención del terreno, se utilizan los resultados de los levantamientos topográficos, los estudios de suelo para el establecimiento de estructuras y fundición de placas, los planos detallados de diseño y la delimitación de zonas para canales y drenajes.

Las labores que contempla son: limpieza del terreno, descapote, nivelación, adecuación de las zonas duras para las vías internas, adecuación de canales de drenaje y de conducción de efluentes líquidos, y excavaciones para el establecimiento de las lagunas del STAR.

En esta actividad se da cumplimiento a los primeros requerimientos ambientales del proyecto agroindustrial, entre los que destacan el permiso de aprovechamiento forestal si se van a remover árboles dispersos de cierto tamaño y el plan para el manejo integral de los residuos generados.



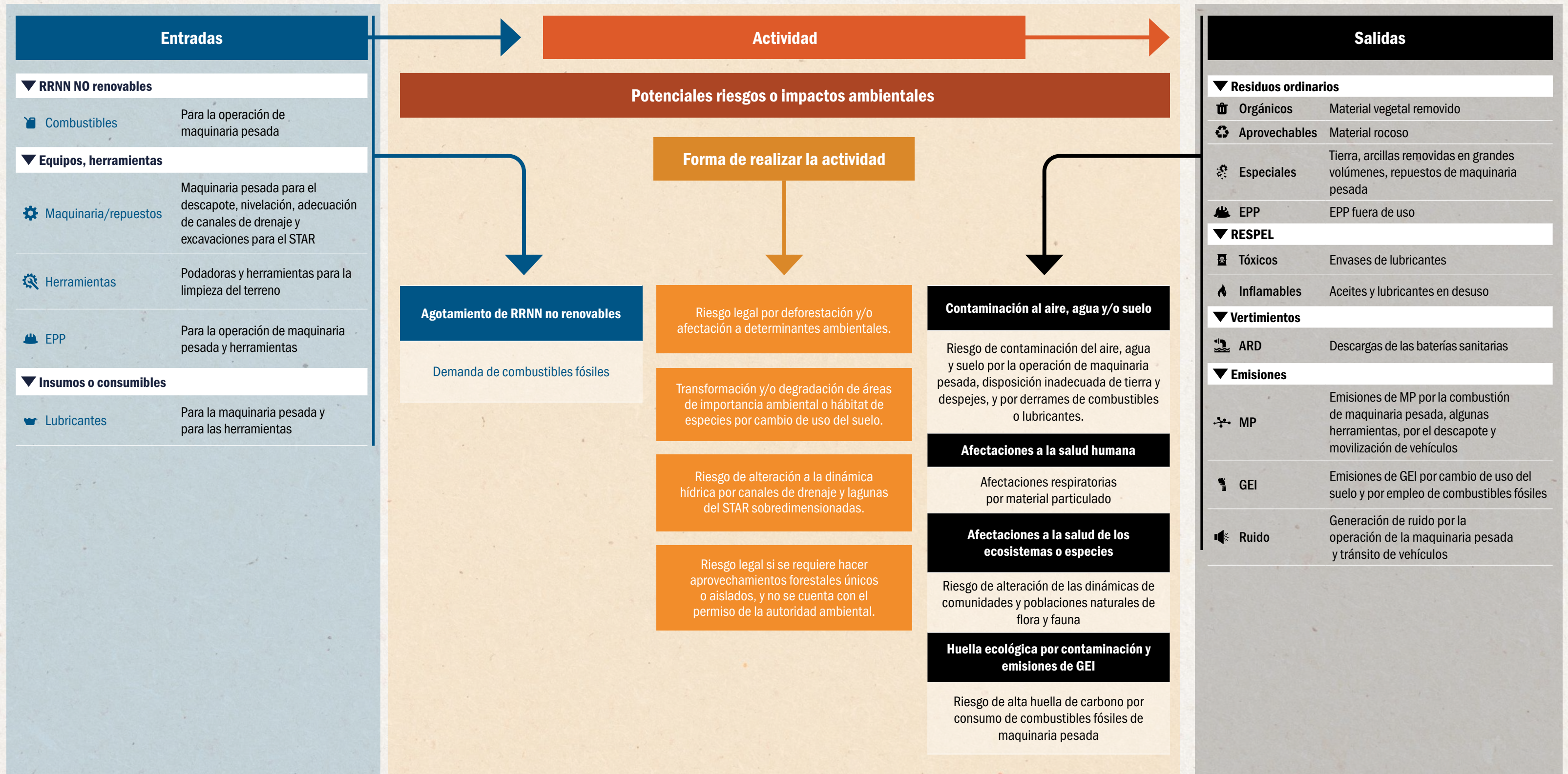
Terreno plano para la construcción y operación de una planta de beneficio
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

B Preparación del terreno

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

B Preparación del terreno

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal por deforestación y/o afectación a determinantes ambientales	Requerimiento legal	Requerimiento legal Garantizar que las áreas con coberturas forestales que se dejaron para conservación en el diseño predial, se respeten durante la preparación del terreno. Garantizar que los determinantes ambientales (nacimientos de agua, rondas hídricas y demás definidos por la autoridad ambiental) que se dejaron para conservación en el diseño predial, se respeten durante la preparación del terreno.	Requerimiento legal Definir directrices claras para la conservación de coberturas forestales y determinantes ambientales, y exigir su cumplimiento durante la preparación del terreno.
Transformación y/o degradación de áreas de importancia ambiental o hábitat de especies por cambio de uso del suelo	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar que las áreas de importancia ambiental que se dejaron para conservación en el diseño predial, se respeten durante la preparación del terreno.	Recomendación - Mitigar impactos Definir directrices claras para la conservación de áreas de importancia ambiental y exigir su cumplimiento durante la preparación del terreno.
Riesgo de alteración a la dinámica hídrica por canales de drenaje y lagunas del STAR sobredimensionadas	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar que durante las excavaciones para canales de drenaje y lagunas de tratamiento, se respeten los diseños con consideraciones ambientales, para evitar afectar el flujo natural del agua y su escorrentía hacia cuerpos de agua afluentes.	Recomendación - Mitigar impactos Exigir el cumplimiento de los diseños de las lagunas de tratamiento y canales de drenaje, para evitar la afectación de la dinámica hídrica.
Riesgo legal por no contar con permiso de aprovechamiento forestal único o aislado, otorgado por la autoridad ambiental	Requerimiento legal Realizar limpieza y despeje del terreno de acuerdo con los diseños, y en caso de requerir remoción de especies arbóreas, hacerlo únicamente para las autorizadas por la autoridad ambiental.	Requerimiento legal Tramitar y obtener el permiso de aprovechamiento forestal único o aislado, en caso de requerirlo para la preparación del terreno. Cumplir con todas las obligaciones definidas por el permiso de aprovechamiento forestal.	Requerimiento legal Definir directrices de cumplimiento legal ambiental, y garantizar los recursos para el trámite y obtención de los permisos necesarios.
Riesgo de contaminación del aire, agua y suelo, por la operación de maquinaria pesada, disposición inadecuada de tierra y despejes, y por derrames de combustibles o lubricantes	Requerimiento legal Ubicar los residuos sólidos y peligrosos únicamente en las zonas definidas para este fin.	Requerimiento legal Gestionar y disponer adecuadamente los residuos sólidos y peligrosos generados durante la preparación del terreno. Contar con registros de disposición final de los residuos generados.	Requerimiento legal Evaluar los riesgos por contaminación e incumplimiento de la normatividad ambiental, y priorizar los recursos para la implementación de medidas para la gestión adecuada de residuos sólidos y peligrosos.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Definir, socializar y vigilar el cumplimiento de un plan de manejo para los residuos que se generen durante el despeje, excavaciones y nivelación del terreno. Establecer zonas para el almacenamiento temporal de residuos durante la preparación del terreno. Capacitar a los operarios sobre el manejo adecuado de residuos sólidos y peligrosos. Verificar el estado de mantenimiento de la maquinaria pesada, especialmente enfocado en garantizar que no existan fallas de motor que generen combustión incompleta de combustibles o fugas de combustibles y lubricantes.	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia a las medidas para la mitigación de la contaminación durante la preparación del terreno y exigir su cumplimiento.
Riesgo de alteración de las dinámicas de comunidades y poblaciones naturales de flora y fauna	Recomendación - Mitigar impactos Alertar sobre la presencia de especies de flora y fauna antes de intervenir el terreno.	Recomendación - Mitigar impactos Identificar la presencia de comunidades y poblaciones naturales de flora y fauna, y promover su reubicación.	Recomendación - Mitigar impactos Definir directrices para el cuidado y conservación de la flora y fauna presente en el área de influencia.

Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

C Construcción de la planta de beneficio e infraestructura de servicios

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Consiste en el levantamiento de las obras civiles requeridas para instalar los módulos, equipos, infraestructura, vías y demás elementos que componen en su totalidad la planta de beneficio:

- Bases y estación de la báscula
- Entradas para el acceso vehicular
- Zonas de estacionamiento
- Vías internas
- Oficinas administrativas
- Laboratorio
- Redes eléctricas
- Redes de captación y conducción de agua
- Módulos de aceite de palma crudo, recuperación de almendra de palma, aceite de palmiste y servicios industriales
- Tanques de almacenamiento
- Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Durante la construcción del complejo industrial, se define e implementa un programa para prevenir y mitigar los impactos ambientales de la obra: generación de residuos sólidos, especiales y peligrosos; emisiones atmosféricas y derrames de hidrocarburos asociados al uso de maquinaria pesada; contaminación al agua; y afectación a la flora y fauna en la zona de influencia directa del proyecto, entre otros.

Adicionalmente, se debe contar con todos los permisos ambientales requeridos por la autoridad ambiental para el establecimiento de la planta de beneficio e iniciar los trámites de aquellos relacionados con su operación, tales como: concesión de aguas superficiales y/o subterráneas, ocupación de cauce (si aplica), emisiones atmosféricas y vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas.

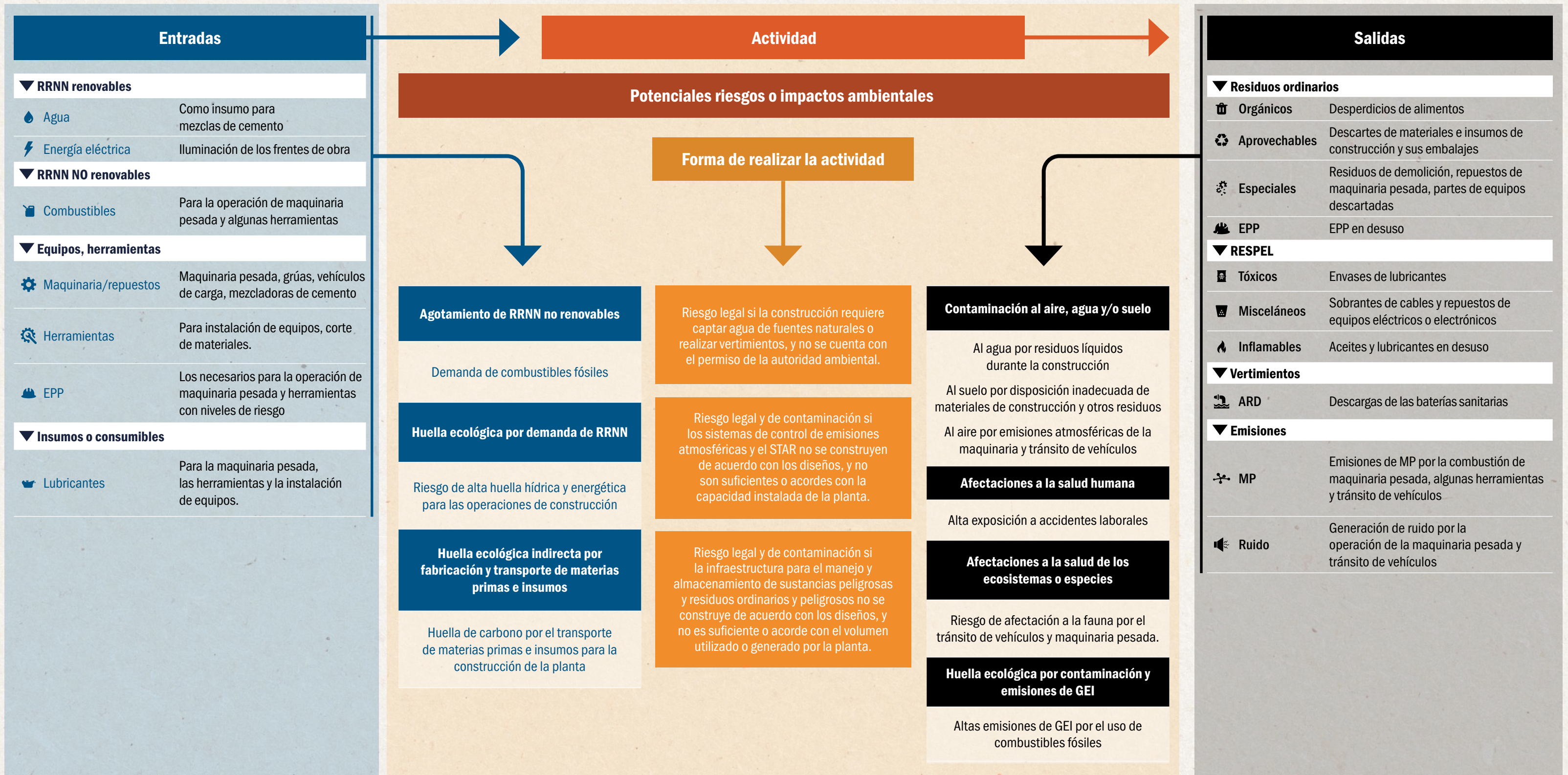


Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

C Construcción de la planta de beneficio e infraestructura de servicios

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

C Construcción de la planta de beneficio e infraestructura de servicios

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal y de contaminación en caso de que los sistemas para control de emisiones atmosféricas y del STAR no sean construidos de acuerdo con los diseños, y no sean suficientes o acordes con la capacidad instalada de la planta	Requerimiento legal	Requerimiento legal Tramitar y obtener el permiso de ocupación de cauce para construir las obras civiles necesarias para la captación legal de aguas superficiales. Iniciar el trámite para obtener la concesión de aguas, el permiso de vertimientos a cuerpos de agua superficiales o al suelo (según aplique) y el permiso de emisiones atmosféricas por cada chimenea.	Requerimiento legal Dar relevancia a la obtención de permisos ambientales necesarios para la construcción de la planta e iniciar los trámites para contar con aquellas autorizaciones necesarias antes de empezar la operación. Priorizar los recursos para la tramitación de permisos ambientales.
	Recomendación - Mitigar impactos Construir los sistemas para control de la contaminación, siguiendo a cabalidad los diseños previamente definidos.	Recomendación - Mitigar impactos Verificar que la construcción e instalación del STAR y el sistema para control de emisiones atmosféricas, esté acorde con los diseños definidos previamente (dimensiones, estructura, instrumentos, equipos y tecnologías). Garantizar que las obras civiles para la ocupación de cauce sean tal y como se definieron en los diseños. Verificar que la construcción de las unidades para almacenamiento temporal de residuos y de sustancias químicas, esté acorde con los diseños previamente definidos.	Recomendación - Mitigar impactos Exigir el cumplimiento de los diseños para los sistemas de control y mitigación de la contaminación, y definir directrices para las condiciones contractuales, en caso de que se presenten irregularidades durante la construcción.
Riesgo de contaminación al suelo y al agua por mala disposición de residuos sólidos y líquidos	Requerimiento legal Ubicar los residuos sólidos y peligrosos únicamente en las zonas definidas para este fin.	Requerimiento legal Gestionar y disponer adecuadamente los residuos sólidos, peligrosos y especiales, generados durante la construcción de la planta. Contar con registros de disposición final de los residuos generados.	Requerimiento legal Exigir el cumplimiento de medidas para el manejo adecuado de residuos, y priorizar los recursos para la implementación de medidas para la gestión integral de residuos sólidos y peligrosos.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Implementar un plan de manejo para los residuos sólidos y peligrosos generados durante la construcción de la planta, incluyendo los residuos especiales (aquellos que por su peso, dimensiones o características físicas, no se pueden gestionar como residuos ordinarios). Supervisar que la construcción de las unidades para el almacenamiento temporal de residuos sólidos y peligrosos esté acorde con los diseños previamente definidos.	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia y exigir el cumplimiento del plan de manejo para los residuos generados durante la construcción de la planta.
Riesgo de alta huella hídrica y energética para las operaciones de construcción	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Supervisar el gasto de agua y energía durante la construcción de la planta, en lo posible monitorear cada una de las demandas y garantizar que se haga un uso adecuado y eficiente de estas.	Recomendación - Mitigar impactos Evaluar el riesgo reputacional por alta huella hídrica o energética, y exigir el ahorro en el uso de agua y energía durante la construcción.
Riesgo de alta huella ecológica por demanda de combustibles fósiles	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Monitorear la demanda de combustibles fósiles durante la construcción e identificar equipos de mayor consumo para recomendar su reemplazo por algunos más eficientes.	Recomendación - Mitigar impactos Evaluar el riesgo reputacional por alta huella ecológica y propender por el uso de maquinaria eficiente en la combustión.
Riesgo de afectaciones a la salud humana por alta exposición a accidentes laborales	Requerimiento legal	Requerimiento legal Implementar el sistema de seguridad y salud en el trabajo, vigilando el estricto uso de los elementos de protección personal en toda la obra. Identificar las obras de mayor riesgo y extremar vigilancia del cumplimiento de protocolos de seguridad en ellas.	Requerimiento legal Exigir el cumplimiento de los protocolos de salud y seguridad en el trabajo.
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Definir un punto para ubicar los insumos, herramientas, equipos y materiales de construcción en el frente de obras civiles, con el fin de evitar largos desplazamientos en el transporte de estos. Promover el uso de maquinaria moderna con combustión altamente eficiente.	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia y exigir el uso de maquinaria eficiente en la combustión.
Altas emisiones de GEI por el uso de combustibles fósiles	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos Identificar zonas de tránsito de fauna y establecer señalización que indique tener precaución para salvaguardarla. Capacitar a los operarios sobre las especies de fauna que habitan en la zona. Establecer mecanismos para impedir el ingreso de fauna en los frentes de obra.	Recomendación - Mitigar impactos Definir directrices para el cuidado de la fauna silvestre y garantizar los recursos para implementar mecanismos de protección.

Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

D Puesta a punto

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Como parte final del proceso de establecimiento de la planta de beneficio, y antes de dar inicio oficial a su operación, se hace la puesta a punto, que consiste en verificar que todas las unidades del proceso estén funcionando en condiciones óptimas y eficientes. Para esto, se pone en marcha la operación de la planta bajo una estricta vigilancia de los equipos, fuentes de energía, agua, vapor y sus redes de distribución.

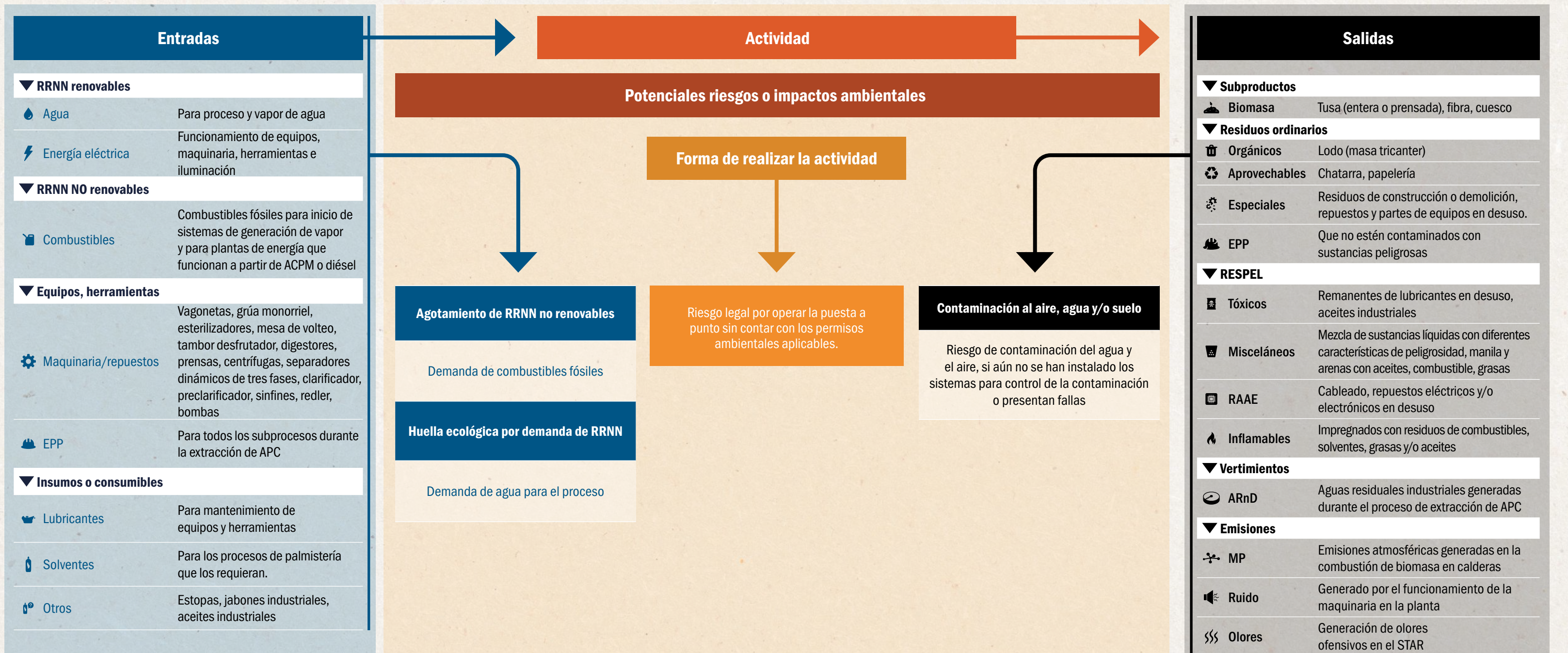
Para el inicio de esta etapa se debe contar con todos los permisos y requerimientos ambientales necesarios y aprobados por la autoridad ambiental.

Por otra parte, se puede empezar a medir la línea base, que servirá luego para calcular y monitorear indicadores de desempeño ambiental como la huella hídrica o ecológica; el consumo de recursos naturales y de materias primas; la generación de vertimientos, emisiones y residuos; y potencialidades para aprovechamiento de subproductos.

Planta de beneficio **Fase de diseño y construcción**

D Puesta a punto

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de diseño y construcción

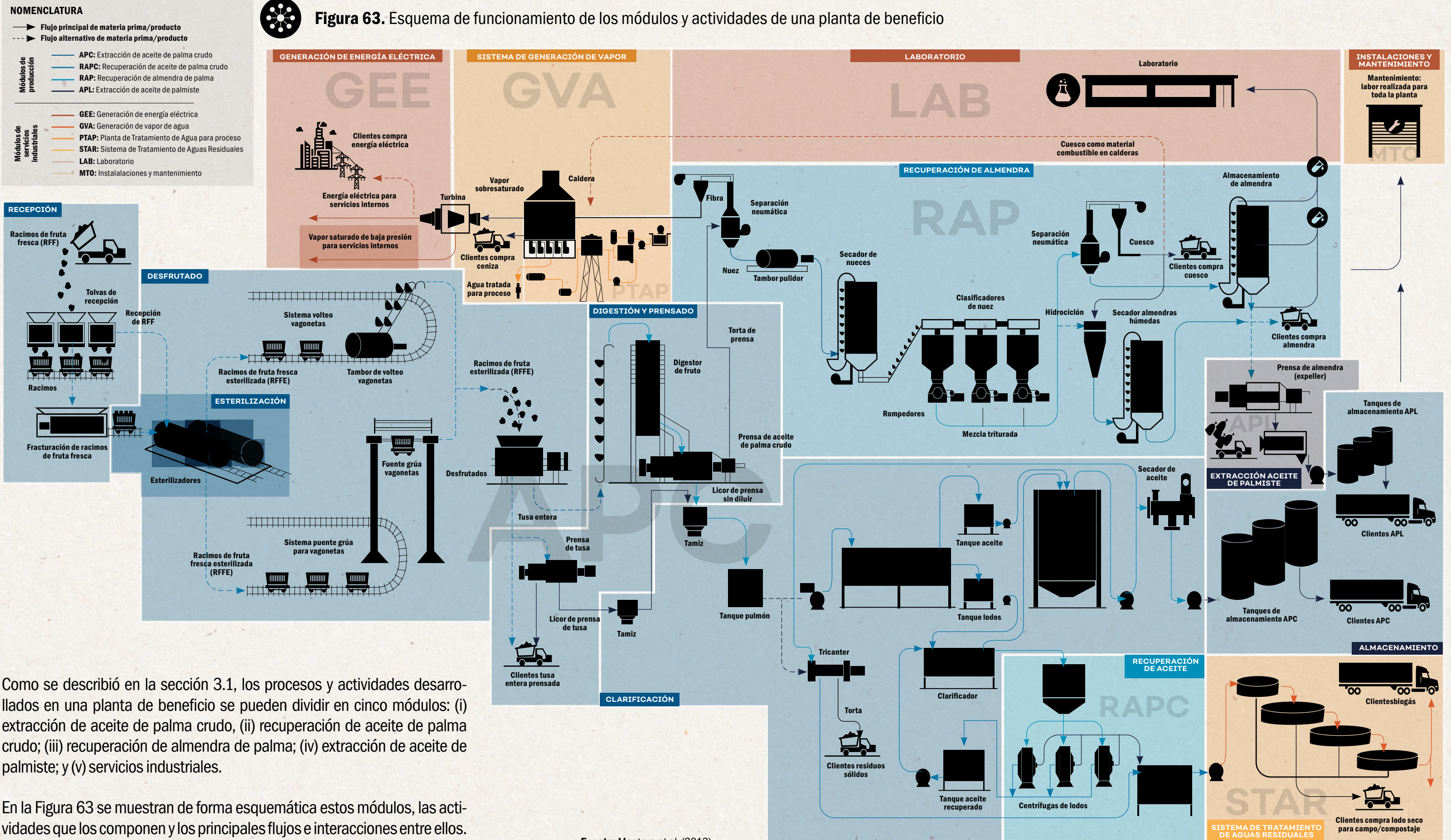
D Puesta a punto

Descripción > Ecobalance > **Acciones de manejo**

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo legal por operar la puesta a punto sin contar con los permisos ambientales aplicables	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Tramitar y obtener todas las concesiones, permisos y autorizaciones ambientales, requeridas para la operación de la planta de beneficio y sus servicios industriales: compatibilidad con el uso del suelo, concesión de aguas superficiales y/o subterráneas, permiso de vertimientos de ARnD y ARD (al suelo o a cuerpos de agua) y de emisiones atmosféricas por cada chimenea operativa.</p> <p>Cumplir con todas las obligaciones estipuladas por los permisos ambientales otorgados.</p> <p>Supervisar que las obras para captación de agua cuenten con los permisos ambientales y requisitos, como la instalación de medidores de consumo.</p>	Requerimiento legal
	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Hacer seguimiento a la vigencia y exigencias de cada permiso ambiental aplicable.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
Potencial riesgo de aumentar la huella hídrica y energética si no se monitorean indicadores de eficiencia	Aprovechar oportunidades	<p>Aprovechar oportunidades</p> <p>Monitorear el consumo de agua y energía, e identificar los procesos de mayor demanda, de baja eficiencia en el uso de estos recursos y exigir los ajustes necesarios.</p> <p>Comparar los registros de demanda de agua y energía con los de la zona palmera a la que pertenece y/o con los de otras plantas de dimensiones similares.</p>	Aprovechar oportunidades
	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Atender las emergencias de acuerdo con el plan de contingencia definido</p>	Requerimiento legal
Riesgo de contaminación durante la operación por fallas en los equipos de control	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Supervisar detalladamente la operación y funcionamiento de los equipos para el control de la contaminación.</p> <p>Exigir garantía de la instalación y operación de los sistemas para el control de la contaminación, en caso de evidenciar que estos no cumplen con la remoción de contaminantes prometida.</p> <p>Reportar inconsistencias o fallas observadas durante la puesta a punto y exigir la garantía correspondiente.</p>	Recomendación - Mitigar impactos
	Requerimiento legal	<p>Requerimiento legal</p> <p>Contar con un plan de contingencia en caso de que alguno de los equipos de control de la contaminación falle.</p>	Requerimiento legal

Planta de beneficio

3.4.3. Fase de operación y manejo



Como se describió en la sección 3.1, los procesos y actividades desarrollados en una planta de beneficio se pueden dividir en cinco módulos: (i) extracción de aceite de palma crudo, (ii) recuperación de aceite de palma crudo; (iii) recuperación de almendra de palma; (iv) extracción de aceite de palmiste; y (v) servicios industriales.

En la Figura 63 se muestran de forma esquemática estos módulos, las actividades que los componen y los principales flujos e interacciones entre ellos.

Fuente: Montero et al. (2013)

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

A Módulo de extracción de aceite de palma crudo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El módulo de extracción de aceite de palma crudo inicia en el área de recepción de racimos de fruta fresca (RFF) en la tolva, y abarca diversas actividades hasta la clarificación del licor de prensa, la llegada de la torta a la columna de separación neumática y la entrada de tusa para prensado (Montero *et al.*, 2013).

Recepción de fruto

Los RFF que llegan a las instalaciones de la planta de beneficio son pesados en básculas camioneras. Esto permite tener un control diario de la materia prima disponible para procesar y las cantidades de RFF ingresadas por cada proveedor.

Los racimos son descargados en tolvas de almacenamiento, donde se realiza un control de calidad de la materia prima según los criterios establecidos por la empresa. Una vez están llenas, los RFF se trasladan en vagonetas o redler¹⁸ a la zona de esterilización.

Durante esta actividad es importante hacer un control de eliminación de las impurezas presentes en los racimos (arena, piedras, material de cosecha), puesto que causan desgaste y daños en los equipos de extracción del aceite.

¹⁸ El redler es un tipo de transportador sinfín que se utiliza en las plantas de beneficio para la alimentación de esterilizadores verticales, así como para el transporte de los frutos esterilizados a la zona de desfrutado y digestión.



Tolvas de recepción de fruto con descarga a vagonetas
Foto: Juan Carlos Espinosa

Esterilización

La esterilización es la primera etapa del proceso de extracción que se realiza en las plantas de beneficio. Consiste en someter los racimos a un proceso de cocción por medio de vapor de agua saturado a presiones controladas (según el ciclo de esterilización establecido), en equipos llamados autoclaves o esterilizadores, con el fin de ablandar el fruto para hacer más fácil la separación del corozo y el raquis, y mejorar la extracción durante el presado.

Dicho objetivo se logra gracias a que en el proceso se inactiva la lipasa, se ablandan los tejidos de la pulpa, se coagulan las proteínas,

se hidroliza y descompone el material mucilaginoso, y se deshidratan parcialmente las almendras contenidas en las nueces para su posterior recuperación (García *et al.*, 2010).

Durante el proceso, una parte del vapor que ingresa se condensa, generando los primeros efluentes de la planta de beneficio. Su composición, principalmente, son trazas de aceite y materia orgánica.

Los tipos de esterilización más comunes en las plantas de beneficio del país, son horizontal y vertical. Para este último, la alimentación de los RFF se hace desde la parte superior a través del redler.



Entrada de fruto a esterilizadores horizontales
Foto: Nelson Ortega, colección fotográfica de Fedepalma

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

A Módulo de extracción de aceite de palma crudo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Esterilizador vertical de flujo continuo
Foto: Juan Carlos Espinosa

Desfrutado

Una vez esterilizados, los racimos son trasladados por medio de un transportador del tipo de cadena o redler a un tambor rotatorio o desfrutador, donde se separan los frutos del raquis o tusa mediante un proceso mecánico. El fruto es enviado a los digestores por sinfines y elevadores.

Los racimos de fruto vacíos o raquis son conducidos por medio de bandas transportadoras, y en algunas plantas son prensados o pica-

dos para obtener fibras, que luego se utilizan en el cultivo como fertilizantes y elementos retenedores de humedad, o para ser secadas y usadas como combustible en las calderas. Su aplicación en campo se realiza bajo condiciones adecuadas para iniciar su biodegradación e incorporación al suelo, y así ser absorbidos como nutrientes por las palmas.



Banda transportadora (redler) alimentando el desfrutador
Foto: Juan Carlos Espinosa



Desfrutador
Foto: Juan Carlos Espinosa

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

A Módulo de extracción de aceite de palma crudo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Digestión

Después de que los racimos han sido desfrutados, los frutos separados se depositan en recipientes verticales con chaqueta de vapor o en cilindros digestores. En estos digestores, son macerados mecánicamente con paletas giratorias y con la aplicación de vapor que, en conjunto, producen el rompimiento de las paredes de las celdas que contienen el aceite en el fruto para su fácil extracción por prensado.

La calidad de este proceso determina la eficiencia del prensado.

Prensado

En el proceso de prensado se separan la torta (compuesta por fibra, cuesco y nueces) del aceite de palma crudo, mediante una prensa con sistema de tornillos. Esta actividad da como resultado un compuesto aceitoso conocido como licor de prensa, que pasa a un proceso de clarificación.

La torta o parte sólida es transportada a un sistema de separación neumática para recuperar las nueces y separar las fibras. Las nueces obtenidas son transportadas a palmistería. Las fibras y el cuesco son biomasa que se usa como combustible en la generación del vapor de agua (calderas) que requiere la planta.



Interior de un digestor de fruto
Foto: Juan Carlos Espinosa



Línea de prensas
Foto: Juan Carlos Espinosa



Equipo de prensa evacuando fibra y nueces
Foto: Julián Cifuentes

A Módulo de extracción de aceite de palma crudo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Clarificación

Es una de las etapas más importantes del proceso de extracción de aceite de palma crudo. En esta se separa el aceite puro de las aguas lodosas, tierras y cualquier otro material vegetal que haya entrado al proceso.

La clarificación se puede realizar mediante dos métodos diferentes: estática o dinámica. La primera se logra por decantación, aprovechando la diferencia de densidades entre los componentes principales de la mezcla a separar (aceite - agua - lodos livianos y lodos pesados), en condiciones de temperatura entre 90 y 95 °C. Algunas plantas de beneficio cuentan con equipos conocidos como preclarificadores, dentro de los cuales se logra recuperar hasta el 80 % del aceite en un tiempo aproximado de 45 a 60 minutos. La segunda usa equipos como los separadores dinámicos de tres fases, los cuales ejercen una fuerza mecánica (centrífuga), logrando la separación de forma más rápida y eficiente que usando la sedimentación por gravedad.



Montaje de clarificación estática
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma



Clarificador dinámico de tres fases
Foto: Juan Carlos Espinosa

Secado

El aceite separado del lodo sale con un porcentaje de humedad e impurezas residuales, que deben ser reducidas o eliminadas en lo posible. Para lograrlo, se somete a una última etapa de secado en la cual se retira gran parte de la humedad que contiene, con el objetivo de mantener la calidad durante el almacenamiento y cumplir los requerimientos de los clientes.

El secado del aceite se puede realizar bien sea por calentamiento de un tanque hasta lograr temperaturas de ebullición del agua (secado atmosférico), o por sistema de secamiento al vacío. En este, el aceite se inyecta a presión en una cámara (compartimiento) en donde dicha presión baja bruscamente, provocando que el agua contenida se evapore a una menor temperatura (aproximadamente 55 °C).



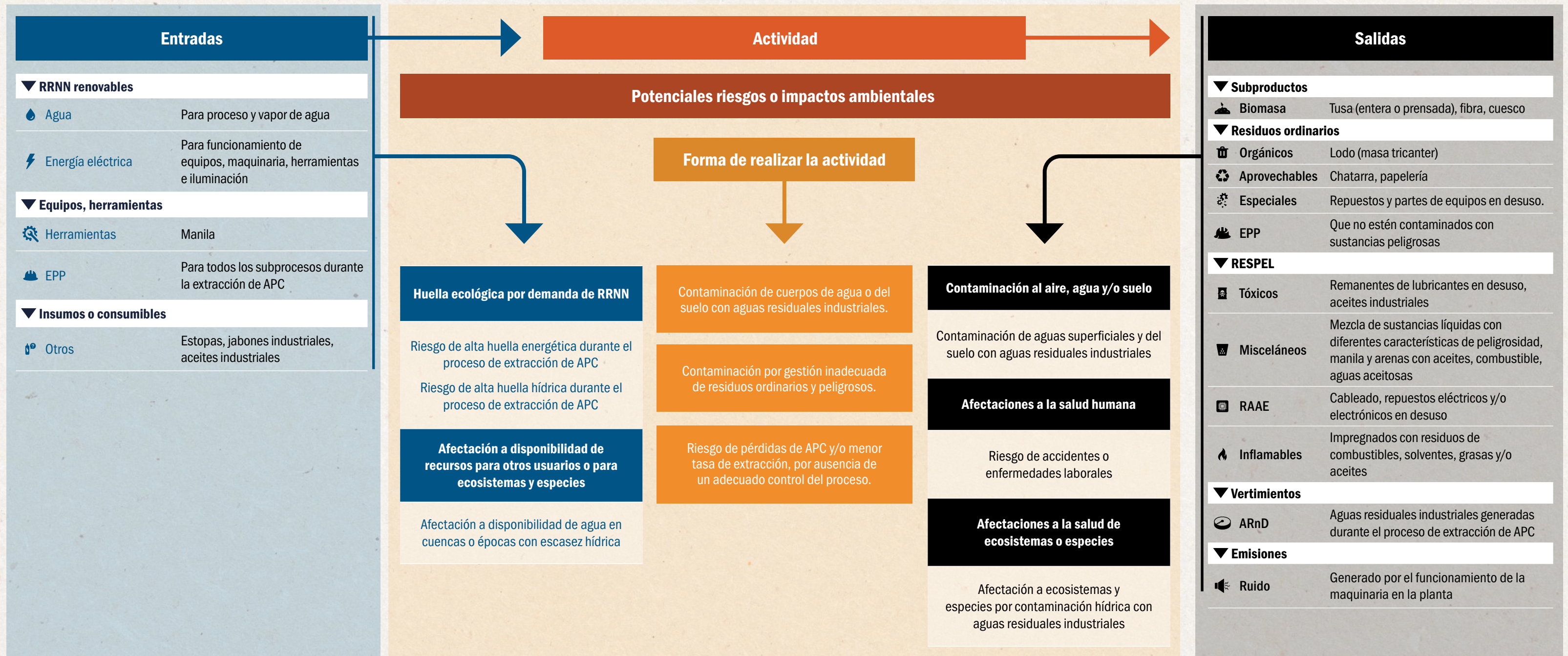
Sistema de secado
Foto: Juan Carlos Espinosa

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

A Módulo de extracción de aceite de palma crudo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

A Módulo de extracción de aceite de palma crudo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
	Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
		Contar con licencia ambiental en caso de tener una planta de compostaje con capacidad igual o mayor a 20.000 t/año.	Dar relevancia a los riesgos asociados al incumplimiento de un requerimiento ambiental como una licencia ambiental.
	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades
Aprovechamiento de subproductos	Separar y almacenar el cuesco, el raquis y la fibra para facilitar su aprovechamiento	Garantizar la disponibilidad de áreas adecuadas y suficientes para el almacenamiento del cuesco, la fibra y la tusa, y sistemas apropiados para su transporte interno, desde los puntos de generación hasta los de almacenamiento y aprovechamiento.	Evaluar el potencial de aprovechamiento de subproductos y del valor agregado para la planta. Garantizar los recursos humanos y económicos necesarios para llevar a cabo estas actividades de forma adecuada.
	Registrar la cantidad generada y aprovechada de cuesco, raquis y fibra		
	Registrar la cantidad de cuesco, raquis y fibra aprovechada energéticamente	Velar porque se haga el aprovechamiento energético del cuesco y fibra, y que sus excedentes junto con el raquis, sean aprovechados materialmente (compostaje) como fuente de nutrientes en los cultivos de palma.	
	Registrar la cantidad de cuesco, raquis y fibra aprovechada materialmente (compostaje, adecuación de vías, etc.)		
	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades
Mejorar la eficiencia del proceso de extracción: aumentar la efectividad en el prensado (obtener la mayor cantidad de licor con la dilución adecuada y minimizar el aceite residual en las tusas y fibras)	Reducir la presión en el prensado manteniendo las pérdidas de aceite en fibras.	Evaluar la implementación del prensado de la tusa, con lo cual se puede recuperar entre el 43 % y el 61 % del aceite en la tusa entera.	Garantizar que se tiene y aplica un programa para el manejo integrado de pérdidas de aceite y almendra (MIPAA).
	Evitar el paso de lodos livianos en la salida de aceite.	Instalar tanques preclarificadores que disminuyan el tiempo de recuperación del aceite, mejora su calidad por la reducción de ácidos grasos y reduce el contenido de aceite de los lodos.	Garantizar que se cuenta con las tecnologías adecuadas para el desarrollo del proceso, incluyendo su automatización.
	Tamizar y centrifugar los lodos para recuperar el aceite de las aguas residuales antes del STAR.		En los casos que sea posible, evaluar la implementación del proceso de clarificación dinámica, el cual tiene un alto rendimiento (aceite con pureza mayor al 99,5 %).
	Temperatura del agua de alimentación entre 95 y 100 °C.		
	Porcentaje de rotura de nueces entre el 30 y 35 %.		
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Reportar equipos o unidades de proceso con fallas técnicas y/o altos consumos de energía.	Implementar y hacer seguimiento a las metas del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Energía para la fase de extracción de APC.	Aprobar y garantizar la implementación del programa para uso eficiente de energía.
	Llevar reporte del consumo de energía por unidad de proceso.	Monitorear continuamente el consumo de energía por cada proceso y por unidad de producto.	Promover la reducción de la huella energética como acción en pro de la sostenibilidad y mejor impacto reputacional de la planta.
Riesgo de alta huella energética durante el proceso de extracción de APC		Estimar el indicador de huella energética.	Dar prioridad a la transición hacia tecnologías más eficientes en consumo de energía.
		Realizar control y seguimiento a los procesos donde se evidencie mayor consumo de energía y/o indicadores de fallas en la eficiencia del proceso.	
		Comparar el promedio de consumo de energía con el de otras plantas de condiciones similares.	
		Identificar alternativas tecnológicas más eficientes en el consumo de energía.	
		Implementar prácticas de bajo consumo energético.	

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

A Módulo de extracción de aceite de palma crudo

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo de alta huella hídrica durante el proceso de extracción de APC	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Reportar equipos o unidades de proceso con fallas técnicas y/o altos consumos de agua.	Implementar las acciones específicas del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para la fase de extracción de APC.	Aprobar y garantizar la implementación del programa para uso eficiente de agua.
	Llevar reporte del consumo de agua por unidad de proceso.	Monitorear continuamente el consumo de agua por cada proceso y por unidad de producto.	Promover la reducción de la huella hídrica como acción en pro de la sostenibilidad y mejor impacto reputacional de la planta.
		Estimar el indicador de huella hídrica.	Dar prioridad a la transición hacia tecnologías más eficientes en consumo de agua.
		Realizar control y seguimiento a los procesos donde se evidencie mayor consumo de agua y/o indicadores de fugas.	
		Comparar el promedio de consumo de agua con el de otras plantas de condiciones similares.	
		Identificar alternativas tecnológicas más eficientes en el consumo de agua.	
		Implementar prácticas de ahorro de agua.	
Contaminación de cuerpos de agua o del suelo con aguas residuales industriales	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Revisar que los efluentes se conduzcan de manera adecuada al STAR.	Definir lineamientos para prevenir la contaminación de los efluentes con sustancias ajenas a la extracción, como hidrocarburos y metales pesados. Asegurar que los efluentes sean conducidos de forma adecuada hasta el STAR.	Priorizar la prevención de la contaminación del agua o el suelo con ARnD, exigir las medidas de mitigación necesarias y garantizar los recursos necesarios para este fin.
Contaminación por gestión inadecuada de residuos ordinarios y peligrosos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Disponer los residuos únicamente en los ecopuntos establecidos.	Caracterizar la generación de residuos sólidos y peligrosos, identificando los puntos de generación.	Exigir el cumplimiento de las medidas consignadas en el PGIRSP, y garantizar los recursos humanos y económicos necesarios para llevar a cabo estas actividades de forma adecuada.
	Almacenar los residuos sólidos y peligrosos en la unidad de almacenamiento temporal y verificando que estén separados de acuerdo a sus características.	Establecer ecopuntos para almacenamiento segregado de residuos, de acuerdo con sus características. Socializar las orientaciones del PGIRSP con el personal de la planta.	

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

B Módulo de recuperación de aceite de palma crudo (RAPC)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Este módulo comprende la recuperación de aceite de palma crudo a partir de los lodos, usando diversos tipos de equipos como el decanter, tricanter, centrífugas o prensado de tusas (Fedepalma *et al.*, 2008).

Inicia en el área de clarificación desde el tanque pulmón de lodos (para el caso del prensado de tusa desde la tolva de la prensa), y termina en el STAR donde se hace recuperación de aceite superficial en los lodos. En el prensado de tusa, el aceite recuperado va hasta el clarificador y la tusa prensada se lleva al sitio de acopio.

Desludado

Las aguas aceitosas resultantes de las actividades anteriores son bombeadas a ciclones desarenadores que retiran las partículas sólidas pesadas. Luego pasan por centrífugas deslodadoras que operan a altas velocidades, donde se obtiene un lodo con mayor concentración de aceite. Este es conducido a los tanques de clarificación para la recuperación final y almacenamiento.

De las centrífugas deslodadoras también se obtiene una descarga de lodos (efluentes) que ya no tienen ningún contenido de aceite recuperable y, por tanto, va hacia las piscinas de desaceitado para continuar al STAR.



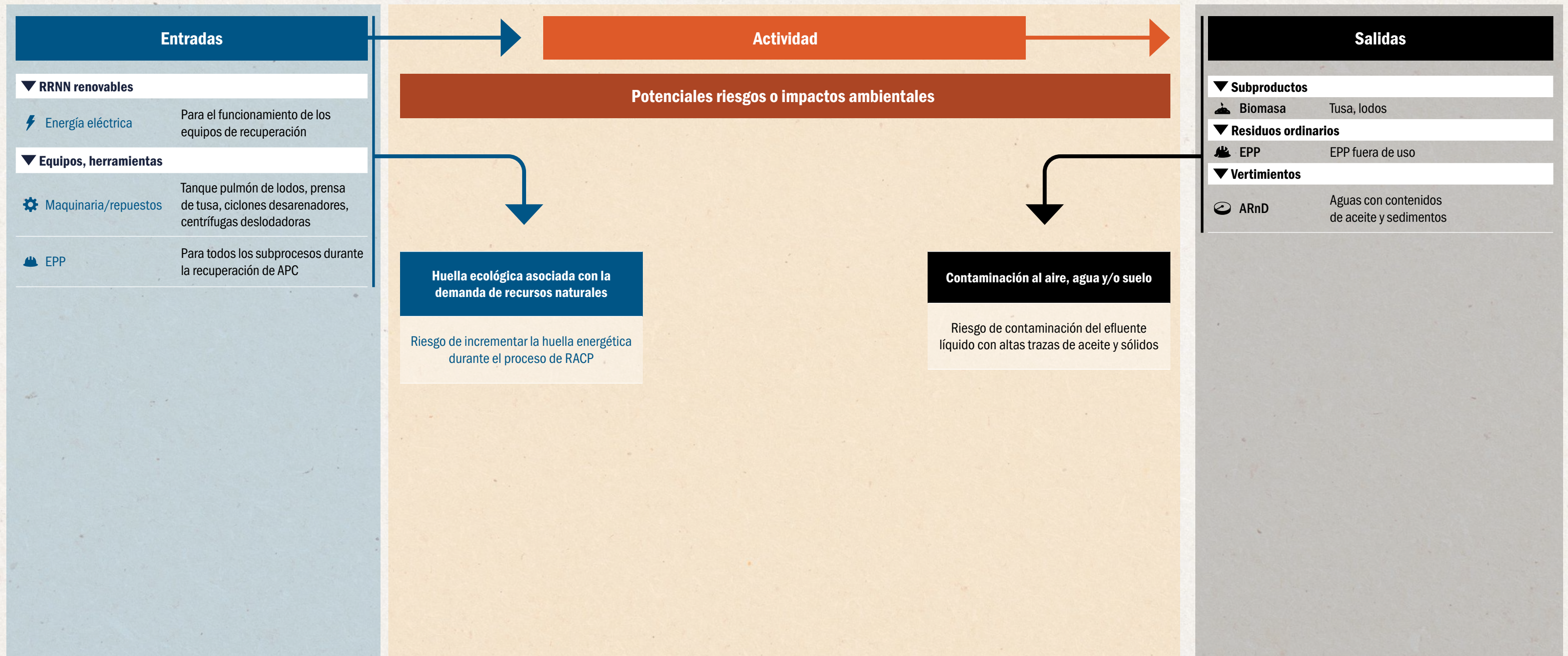
Centrífuga deslodadora
Foto: Paola Pabón, Palmas y
Extractora Monterrey S.A.S.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

B Módulo de recuperación de aceite de palma crudo (RAPC)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

B Módulo de recuperación de aceite de palma crudo (RAPC)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
<p>Riesgo de contaminación del efluente líquido con altas trazas de aceite y sólidos</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Acatar las acciones definidas por el plan de contingencias.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Promover la implementación de equipos eficientes en la recuperación de aceite y separación de sólidos.</p> <p>Activar planes de contingencia en caso de que los equipos desladores o centrífugas fallen.</p> <p>Evitar la contaminación del efluente líquido con sustancias atípicas como lubricantes.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Exigir el mantenimiento y operación eficiente de los equipos desladores. Garantizar los recursos para mantenerlos en estado óptimo.</p>
	<p>Aprovechar oportunidades</p>	<p>Aprovechar oportunidades</p> <p>Identificar y generar informe de viabilidad técnica y económica de implementar sistemas de compostaje con subproductos.</p> <p>Aprovechar los lodos recuperados en sistemas de compostaje.</p>	<p>Aprovechar oportunidades</p> <p>Evaluar el costo-beneficio de implementar sistemas de compostaje, como una unidad de negocio alterna a la extracción de aceite de palma.</p> <p>Priorizar el beneficio ambiental y dar viabilidad a la implementación de compostaje.</p>
<p>Riesgo de incrementar la huella energética durante el proceso de RAPC</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Monitorear el consumo de energía del proceso de RAPC. Registrar y analizar la información a través del tiempo para identificar equipos ineficientes o posibles fallas, que incrementen la demanda de energía.</p> <p>Identificar equipos ineficientes o de alto consumo energético y promover una transición gradual a tecnologías más eficientes.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Dar relevancia al impacto ambiental y reputacional por alta huella energética y promover transición a la implementación de equipos de alta eficiencia energética.</p>

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

C Módulo de recuperación de almendra de palma (RAP)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Este módulo comprende la recuperación de la almendra contenida en la torta después del prensado. Inicia en la columna de separación neumática fibra-nuez y culmina con la llegada de la almendra limpia y seca a los silos de almacenamiento, y la de la fibra a la caldera o a su lugar de acopio.

Desfibración

La torta generada en la extracción por prensado es conducida hasta la etapa de separación neumática. Allí se utiliza una columna vertical con un flujo de aire ascendente a una velocidad controlada. Gracias a este flujo, las fibras se separan de las nueces y al quedar más livianas se elevan, mientras que las nueces limpias caen al fondo de la columna de separación.

Las nueces son enviadas a un tambor pulidor, en el que se eliminan todas las impurezas que puedan contener, como fibras aún adheridas, piedras o metales que causen daños a los equipos, mediante un proceso de rotación y fricción.

Después de esto, las nueces pasan a un silo donde son secadas con aire caliente para facilitar el rompimiento y recuperación de las almendras contenidas en ellas.



Equipo de desfibración
Foto: Francisco Toro, colección fotográfica de Fedepalma

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

© Módulo de recuperación de almendra de palma (RAP)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Palmistería

Durante esta actividad las nueces pasan por los molinos rompedores (*ripple mill*), que son máquinas rotatorias que rompen el cuesco y liberan la almendra. El producto final es una mezcla de almendras, cuesco y finos (mezcla triturada). Esta es transportada hacia el sistema de separación neumática, en el que se separa el polvillo de las cáscaras, las almendras partidas y las nueces no trituradas. Dicha separación se da gracias al flujo de aire que eleva los elementos livianos (el polvillo de las cáscaras y las almendras partidas) a la parte superior de la columna, dejando caer los más pesados (almendras y nueces no trituradas) al fondo de la columna.

En algunas plantas de beneficio existen equipos de recuperación de almendra llamados hidrociclones, los cuales separan las almendras de las cáscaras por medio de un proceso de centrifugación en una corriente de agua, gracias a la diferencia de gravedad específica.

El cuesco y polvillo resultantes se utilizan como combustible para la generación de vapor (calderas), pero también se pueden almacenar y comercializar para otros usos.

Las almendras deben acondicionarse para retirar la humedad, que es un requerimiento indispensable para su comercialización o para procesarlas en la planta de beneficio de aceite de palmiste. Este proceso se realiza en el silo con aire caliente. Una vez están secas se pueden acopiar, empacar o enviar a la planta.



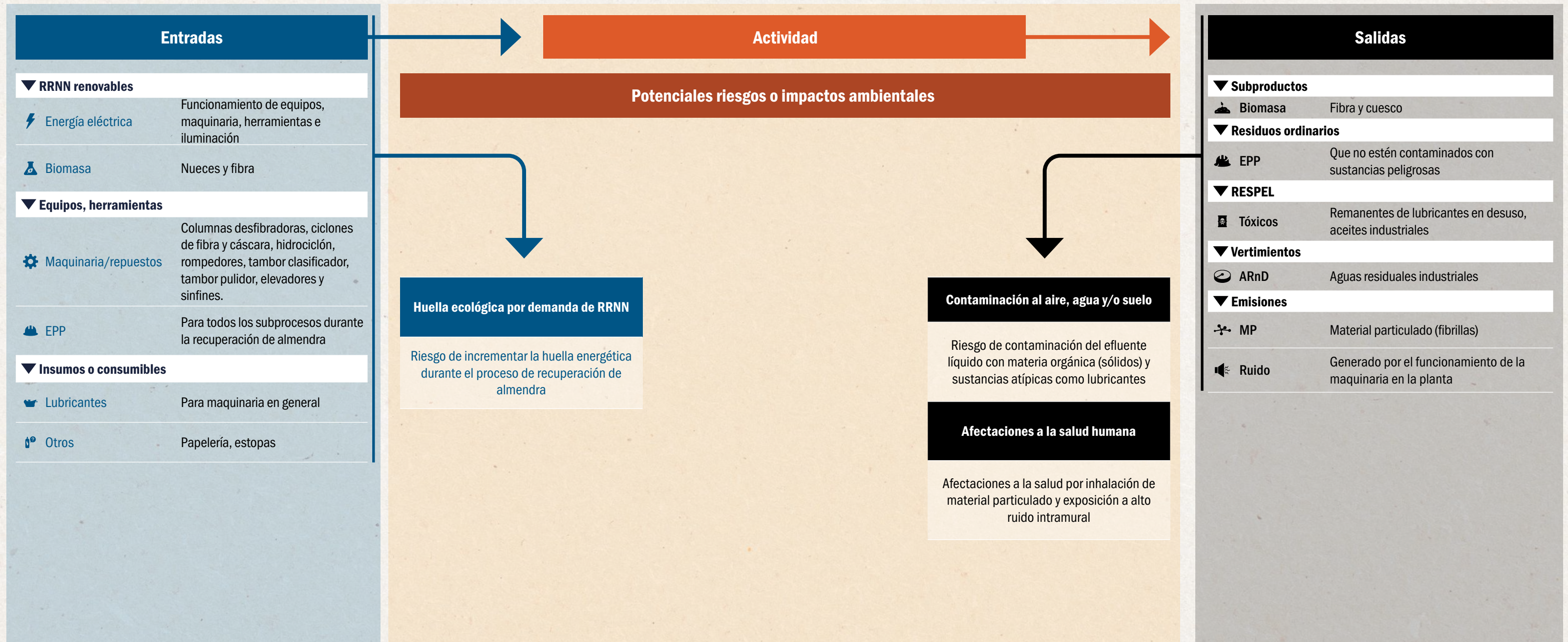
Planta de palmistería. A la izquierda los rompedores de nuez, a la derecha los silos de secado
Foto: Juan Carlos Espinosa

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

Módulo de recuperación de almendra de palma (RAP)

Descripción > **Ecobalance** > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

Módulo de recuperación de almendra de palma (RAP)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Aprovechamiento de materia orgánica - Cierre del ciclo de la materia orgánica	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades
	Separar y almacenar el cuesco para facilitar su aprovechamiento energético.	Definir áreas para el correcto almacenamiento temporal de cuesco, fibra y tusas, protegiendo el suelo y evitando acumulaciones expuestas al sol que puedan generar ignición.	Exigir la implementación de áreas adecuadas y suficientes para el almacenamiento del cuesco y la fibra, así como sistemas apropiados para su transporte interno, desde los puntos de generación hasta el sitio de almacenamiento y la caldera.
	Registrar la cantidad generada y aprovechada de cuesco y fibra.	Caracterizar la cantidad de subproductos almacenados y su destino de aprovechamiento.	
	Velar porque se haga el aprovechamiento energético del cuesco y fibra, y que sus excedentes en caso de presentarse, sean aprovechados en los cultivos de palma.		
Riesgo de incrementar la huella energética durante el proceso de recuperación de almendra	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Llevar registros de los consumos energéticos del proceso.	Monitorear el consumo de energía del proceso de RAP, registrar y analizar la información a través del tiempo, para identificar equipos ineficientes o posibles fallas que incrementen la demanda de energía. Identificar equipos ineficientes o de alto consumo energético, y promover una transición gradual a tecnologías más eficientes.	Dar relevancia al impacto ambiental y reputacional por alta huella energética, y promover la transición a implementación de equipos de alta eficiencia energética.
Afectación a la salud humana por material particulado intramural durante la recuperación de almendra	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Utilizar en todo momento los EPP y especialmente los filtros respiradores.	Identificar sistemas para reducir los niveles de material particulado al interior de la planta para recuperación de almendra. Socializar y capacitar a los operarios en el uso de EPP. Vigilar y garantizar el uso de los EPP de todos los operarios.	Garantizar la disponibilidad de EPP, y facilitar los recursos humanos y económicos necesarios para reducir la concentración de material particulado al interior de la planta.
Riesgo de contaminación del efluente líquido con materia orgánica (sólidos) y sustancias atípicas como lubricantes	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Revisar que los efluentes se conduzcan de manera adecuada al STAR	Definir lineamientos para prevenir la contaminación de los efluentes con sustancias ajenas a la extracción, como lubricantes. Implementar procesos en seco para la RAP.	Garantizar los recursos humanos y económicos necesarios para llevar a cabo estas actividades de forma adecuada.
		Asegurar que los efluentes sean conducidos de forma adecuada hasta el STAR.	

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

D Módulo de extracción de aceite de palmiste (APL)

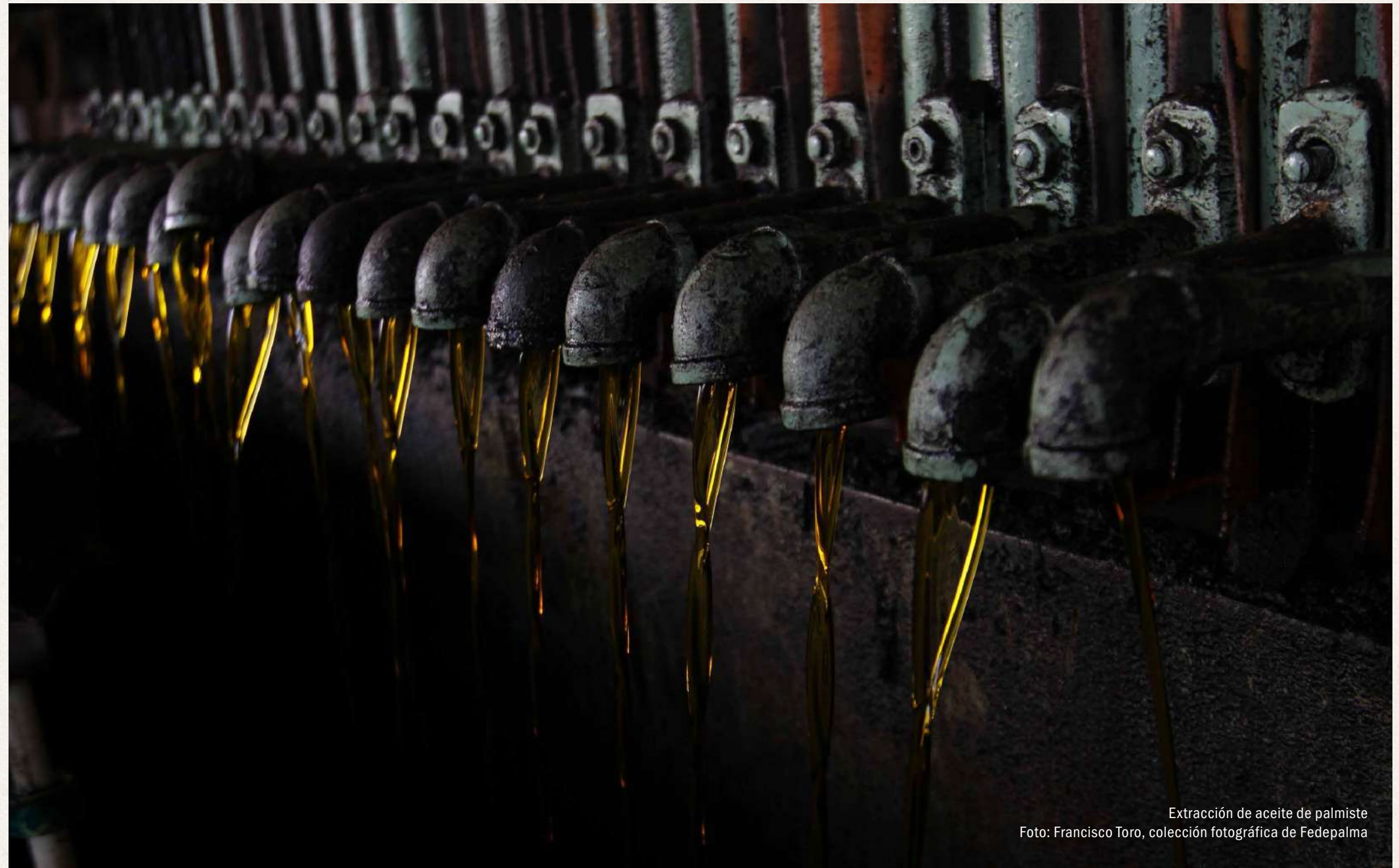
Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Comprende la extracción de aceite de palmiste, para la que existen dos tipos de sistemas utilizados en Colombia: el prensado de paso y el de extracción por solvente.

Esta actividad inicia con la entrada de la almendra a la tolva del expeller¹⁹ o al sistema de extracción por solvente, y culmina con el filtrado del aceite de palmiste y con la llegada de la torta de palmiste al acopio.

En los sistemas de prensado de uno o dos pasos, las almendras secas obtenidas en los procesos anteriores son llevadas a una tolva y a la prensa tipo expeller, donde se extrae el aceite de palmiste. Este pasa por un filtro prensa o niágara donde se eliminan las impurezas presentes, y posteriormente es almacenado. La torta de palmiste resultante del proceso se empaqueta en sacos para su posterior comercialización.

En el sistema de extracción por solvente, la almendra limpia y seca pasa por un laminador y posteriormente ingresa a un tanque extractor con solvente donde se realiza la extracción del aceite de palmiste. Este proceso tiene una mayor eficiencia, pero presenta mayores riesgos por el uso de solventes con potencial de ocasionar impactos ambientales, y es más costoso.



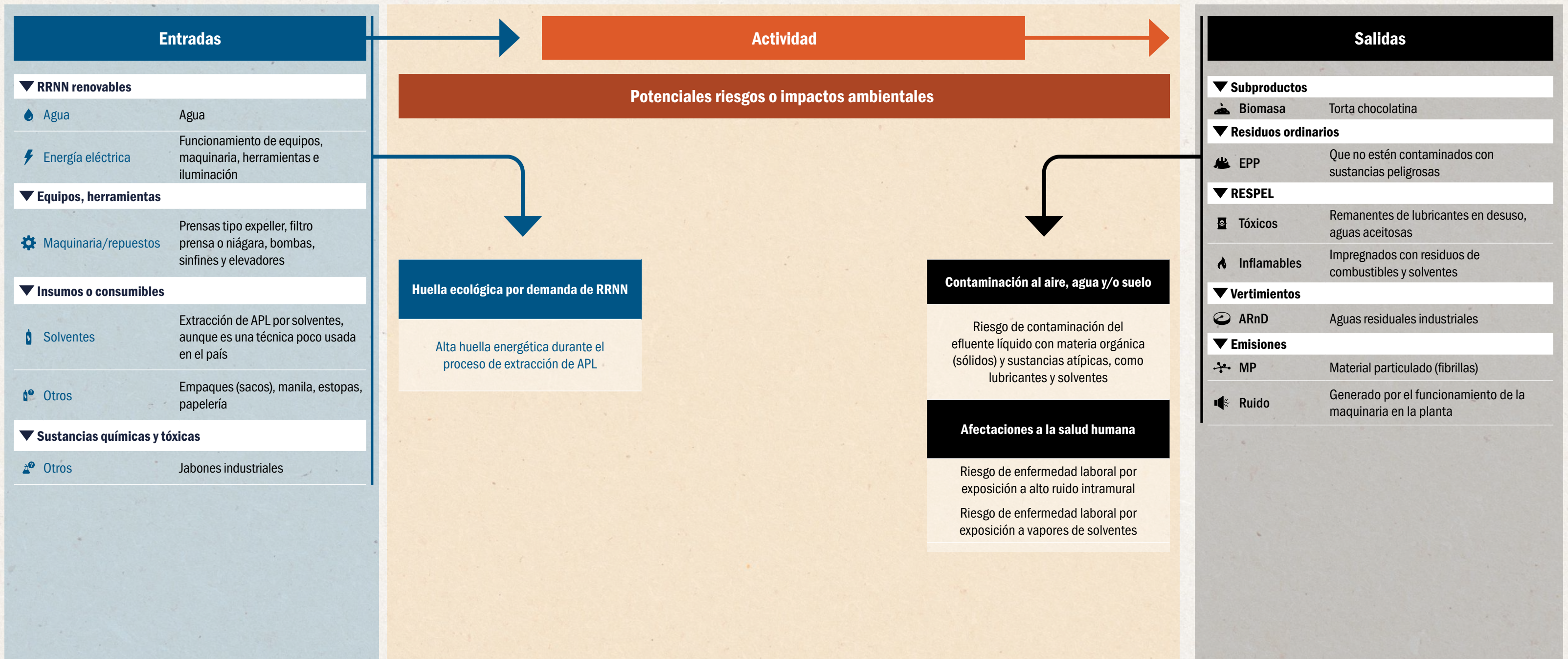
19. El expeller es el equipo tipo prensa que se utiliza para triturar la almendra y realizar la extracción de aceite de palmiste.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

D Módulo de extracción de aceite de palmiste (APL)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

D Módulo de extracción de aceite de palmiste (APL)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Riesgo de potencial huella energética durante el proceso de extracción de APL	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Validar que los equipos estén en adecuadas condiciones de operación y mantenimiento.	<p>Monitorear el consumo de energía del proceso de extracción de APL. Registrar y analizar la información a través del tiempo, para identificar equipos ineficientes o posibles fallas que incrementen la demanda de energía.</p> <p>Identificar equipos ineficientes o de alto consumo energético, y promover una transición gradual a tecnologías más eficientes.</p>	Dar relevancia al impacto ambiental y reputacional por alta huella energética, y promover la transición a la implementación de equipos de alta eficiencia energética.
Riesgo de enfermedad laboral por exposición a vapores de solventes y a alto ruido intramural	Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Utilizar en todo momento los EPP y especialmente los filtros respiradores.	<p>Asegurar que no se superen los niveles de ruido ocupacional y llevar registros de las mediciones.</p> <p>Identificar sistemas para reducir los niveles de material particulado o evacuar su concentración al interior de la planta.</p> <p>Socializar y capacitar a los operarios en el uso de EPP.</p> <p>Vigilar y garantizar el uso de los EPP de todos los operarios.</p>	Evaluar los riesgos derivados por enfermedades laborales, y exigir la implementación de los protocolos de salud y seguridad en el trabajo.
Riesgo de contaminación del efluente líquido con materia orgánica y sustancias atípicas como lubricantes y solventes	Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
	Revisar que los efluentes se conduzcan de manera adecuada al STAR	Garantizar que existe división de redes sanitarias para evacuación de ARD y ARnD.	
	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Revisar que los efluentes se conduzcan de manera adecuada al STAR.	<p>Definir lineamientos para prevenir la contaminación de los efluentes con sustancias ajenas a la extracción, como hidrocarburos y metales pesados.</p> <p>Asegurar que los efluentes de ARD y de ARnD sean conducidos hasta el sistema de tratamiento adecuado.</p>	Dar relevancia a la prevención de la contaminación de los efluentes líquidos desde las fases del proceso.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E Módulo de servicios industriales >

E1 Generación de energía eléctrica (GEE)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Comprende las áreas de generación de energía eléctrica (GEE) y de vapor de agua (GVA), planta para tratamiento de agua para proceso (PTA) y al STAR. En estas se desarrollan los servicios industriales necesarios para el óptimo funcionamiento de la planta de beneficio, destacando como entradas al proceso las tres primeras. Por su parte, el STAR cumple la función de mitigar la contaminación de los efluentes líquidos, resultantes de la extracción del aceite de palma.

En este módulo se incluyen también el laboratorio, el taller, las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos, y la operación y mantenimiento de las demás instalaciones de la planta (oficinas, casino, baños, entre otras).

En el área de generación de energía eléctrica se desarrollan todas las actividades y procesos necesarios para controlar, distribuir y/o generar la provisión de energía eléctrica para el funcionamiento de la planta de beneficio.

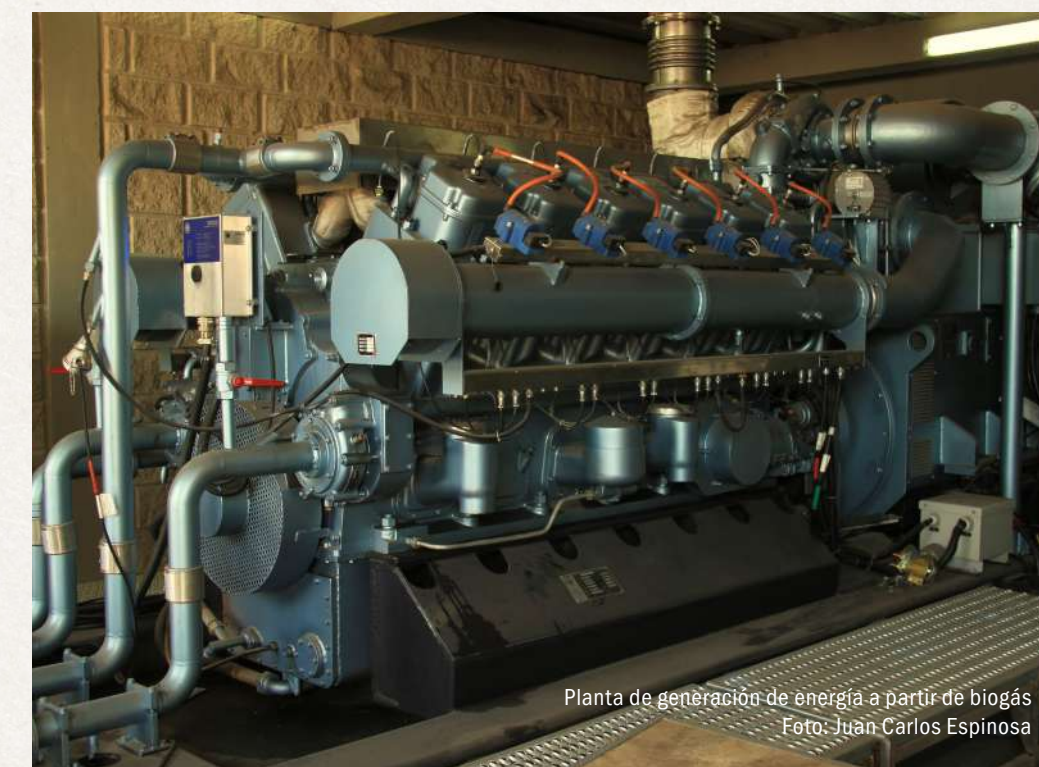
Las actividades en esta área pueden variar de acuerdo con las fuentes de energía utilizadas, como:

- La proveniente de la red de interconexión eléctrica.
- La generada en plantas eléctricas que funcionan a partir de combustibles fósiles.

- La de génesis térmica que se genera a partir del vapor saturado, que tiene el potencial de producir energía por medio de intercambiadores de calor y transformadores eléctricos. Este tipo de generación es más conocido como cogeneración.
- La producida a partir del biogás originado en los biodigestores para el tratamiento de aguas residuales, que es conducido a un sistema de turbinas y transformadores eléctricos con la capacidad de generar energía suficiente para el funcionamiento de la planta, y para la venta de excedentes a la red de interconexión. Este tipo de generación es más conocido en el sector palmero como autogeneración de energía.



Laguna carpada para captura y almacenamiento de biogás
Foto: Juan Carlos Espinosa



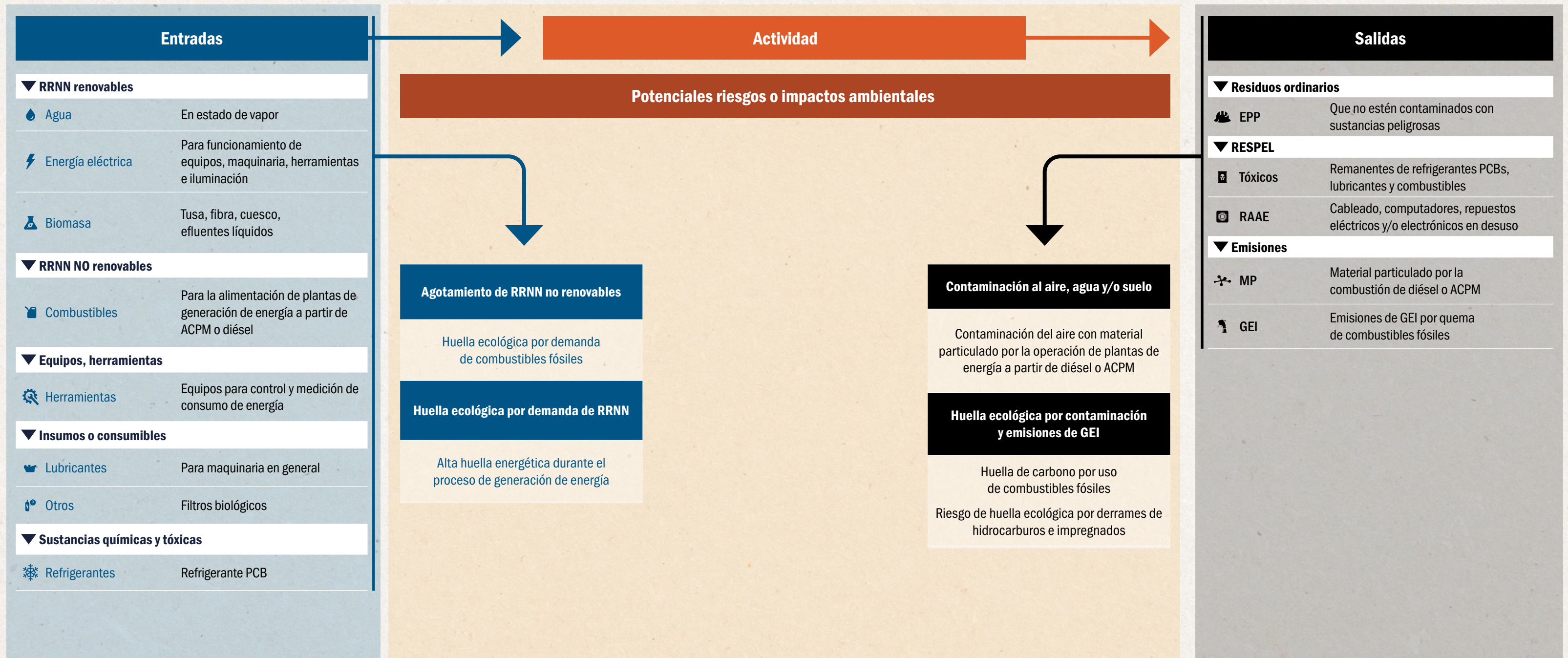
Planta de generación de energía a partir de biogás
Foto: Juan Carlos Espinosa

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E1 Generación de energía eléctrica (GEE)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



EI Generación de energía eléctrica (GEE)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Captura de metano para reducción de emisiones de GEI y generación de energía eléctrica a partir del biogás producido en el STAR	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades
	Vigilar el estado de las geomembranas de las lagunas carpadas.	Realizar un análisis costo-beneficio del carpado de lagunas para la captura de metano y generación de energía eléctrica a partir de biogás.	Evaluar el proyecto de aprovechamiento energético, analizar el modelo de negocio y sus beneficios económicos, ambientales y reputacionales.
	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a las lagunas carpadas para evitar fugas de gas.	Estimar el potencial de reducción de emisiones de GEI con la captura de metano.	Dar relevancia a la reducción de emisiones de GEI y su positivo impacto estratégico para acceder a certificaciones en sostenibilidad.
	Monitorear las variables de control de las lagunas carpadas.	Proyectar la producción de biogás y su equivalencia para generación de energía eléctrica.	Dar viabilidad financiera a la implementación del proyecto.
	Llevar registro de los volúmenes de biogás capturados.	Implementar el carpado de lagunas para la captura de metano (CH ₄).	
		Viabilizar el aprovechamiento energético del biogás o quemarlo para convertirlo en dióxido de carbono (CO ₂). Esto reduce hasta 28 veces el potencial de calentamiento global.	
Cogeneración de energía eléctrica a partir de los sistemas de generación de vapor (energía térmica)	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades
	Llevar registro del consumo de energía por unidad de proceso y según el tipo de fuente de energía.	Realizar un análisis costo-beneficio de la cogeneración de energía térmica a partir de los sistemas de generación de vapor.	Evaluar el proyecto de cogeneración energética, analizar el modelo de negocio y sus beneficios económicos, ambientales y reputacionales.
		Estimar el potencial de cogeneración energética.	Dar relevancia a la reducción de emisiones de GEI y su positivo impacto estratégico para acceder a certificaciones en sostenibilidad.
		Implementar un plan de uso eficiente de energía y transición gradual hacia la autosuficiencia energética.	Dar viabilidad financiera a la implementación del proyecto.
		Reducir las pérdidas de vapor.	
Huella ecológica por demanda de combustibles fósiles	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Verificar que el equipo se encuentre en óptimas condiciones de operación y mantenimiento.	Priorizar el uso de energía proveniente de fuentes renovables, bien sea a través de autogeneración o proveniente de la red.	Hacer una comparación del modelo de negocio con energía eléctrica a partir de combustibles fósiles vs. fuentes renovables o con autogeneración.
		En caso de generar energía eléctrica mediante plantas de diésel, garantizar que sean de la mayor eficiencia en cuanto a la producción energética y al consumo de combustible fósil.	Dar relevancia al impacto ambiental y reputacional por alta huella ecológica, y promover una transición al uso de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables o hacia la autogeneración.
		Monitorear y registrar la demanda de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.	
Huella de carbono por uso de combustibles fósiles	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Verificar que el equipo se encuentre en óptimas condiciones de operación y mantenimiento.	Estimar el consumo mensual de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.	
	Llevar registros de consumo de combustibles fósiles para generación de energía eléctrica.	Identificar las unidades de mayor consumo de combustibles fósiles.	Dar relevancia al impacto ambiental y reputacional por alta huella ecológica, y promover una transición al uso de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables o hacia la autogeneración.
		Identificar tecnologías de mayor eficiencia y proponer una transición gradual para su implementación.	
		Monitorear la opacidad de los gases de combustión emitidos, y en caso de encontrar altos niveles de opacidad, solicitar una revisión y mantenimiento de la planta.	
Riesgo de contaminación del aire con material particulado generado por la combustión de ACPM o diésel	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Realizar mantenimiento programado de las plantas de diésel o ACPM.	Utilizar plantas de energía eléctricas, con motores de alta eficiencia en la combustión.	
	Verificar el estado de operación y mantenimiento de la planta de energía eléctrica.	Implementar un programa de mantenimiento y operación eficiente de las plantas de diésel o ACPM.	Dar relevancia a la implementación de equipos de alta eficiencia en la combustión, y exigir que se realicen adecuadamente los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos.
		Monitorear el grado de opacidad de los gases emitidos por la planta de energía eléctrica y alertar al área de mantenimiento si se evidencian niveles de alta opacidad. Esto puede estar relacionado con daños en el motor y combustión incompleta.	
Riesgo de huella ecológica por derrames de hidrocarburos e impregnados	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Disponer los residuos únicamente en los ecopuntos establecidos.	Socializar y velar por el cumplimiento de un plan para prevenir el derrame de hidrocarburos, y para el manejo de contingencias en caso de presentarse.	
	Almacenar los residuos sólidos y peligrosos en la unidad de almacenamiento temporal, verificando que estén separados de acuerdo con sus características.	Definir metas de reducción en el uso de hidrocarburos y establecer áreas específicas para su uso con los elementos de protección necesarios.	Dar relevancia al impacto ambiental y reputacional por alta huella ecológica, y evaluar el riesgo legal por derrames de hidrocarburos.
	Llevar registro de la cantidad de residuos generados en la operación.	Monitorear y registrar los consumos de hidrocarburos y generación de impregnados.	
	Evitar la mezcla de residuos sólidos y peligrosos.		

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E2 Generación de vapor de agua (GVA)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El vapor saturado es un servicio necesario en el proceso de extracción, puesto que se utiliza para la esterilización de los RFF y para suplir el requerimiento de energía térmica en cada etapa del proceso.

La generación de vapor en las plantas de beneficio de Colombia se realiza en calderas pirotubulares o acuatubulares²⁰, que emplean como combustible la biomasa resultante del proceso de extracción (fibra, cuesco y raquis).

Se puede decir que en esta actividad se genera la mayor demanda de agua en la planta de beneficio (Fedepalma *et al.*, 2008).



Caldera alimentada con biomasa sólida
Foto: Juan Carlos Espinosa



Distribuidor de vapor
Foto: Juan Carlos Espinosa

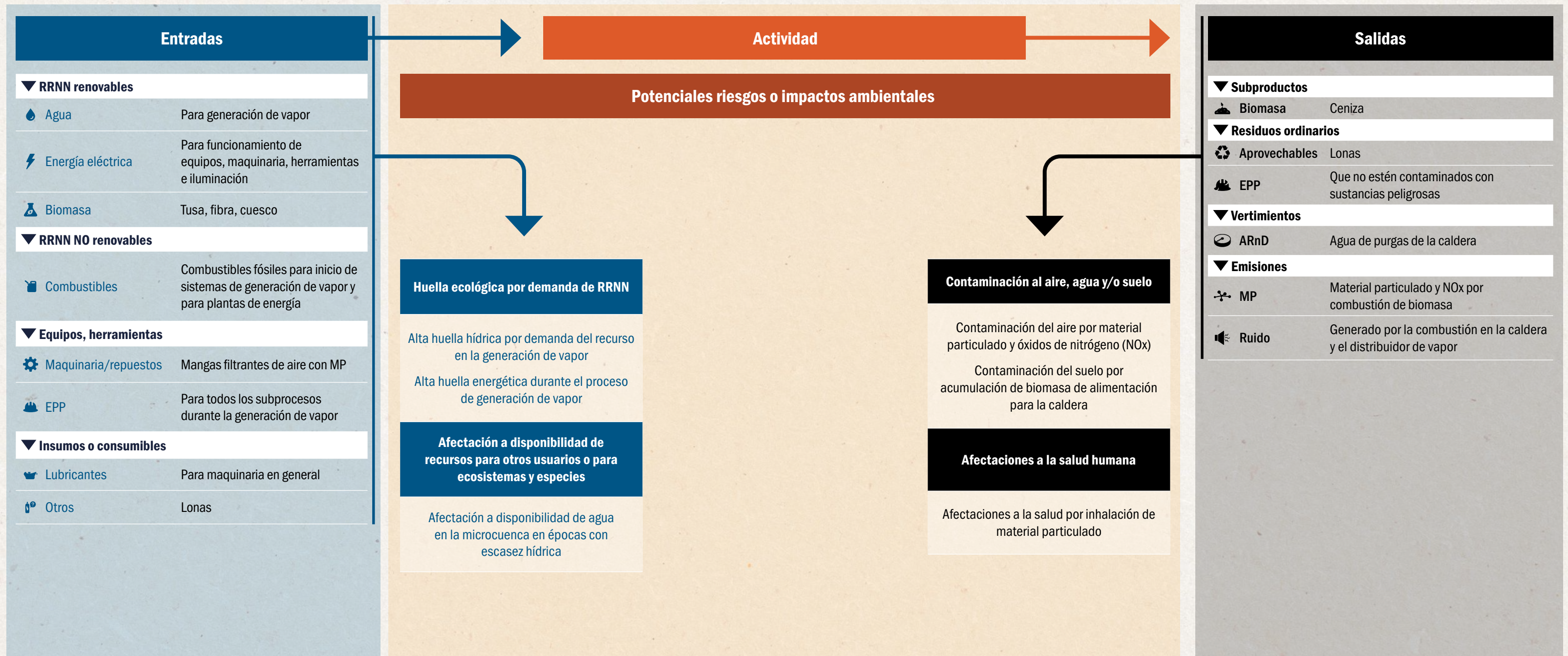
20. En las calderas pirotubulares, los gases de combustión son conducidos por tubos sumergidos en agua para generar el vapor, mientras que en las calderas acuatubulares se transporta agua al interior de tubos de intercambio de calor, que son posicionados dentro o alrededor del hogar donde se quema el combustible.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E2 Generación de vapor de agua (GVA)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E2 Generación de vapor de agua (GVA)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Aumento en la eficiencia en los sistemas de generación de vapor (calderas) y reducción de emisiones atmosféricas	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades	Aprovechar oportunidades
	Garantizar una distribución homogénea de la biomasa en la parrilla de la caldera, evitando cúmulos o trozos de biomasa de gran tamaño.	Seguir los lineamientos para la operación eficiente de sistemas de generación de vapor y reducción de emisiones atmosféricas en plantas de beneficio.	Dar prioridad a las acciones para prevenir la generación de emisiones atmosféricas, teniendo en cuenta que ésta es una de las mayores fuentes de contaminación en las plantas de beneficio. La dispersión de la pluma de humo es un aspecto muy visible que puede acarrear impactos reputacionales y sanciones de la autoridad ambiental. Exigir el cumplimiento de los lineamientos para la operación eficiente de sistemas de generación de vapor y reducción de emisiones atmosféricas en plantas de beneficio.
	Verificar que la caldera está en óptimo estado de operación y mantenimiento.	Implementar un portafolio de buenas prácticas en la operación de los sistemas de generación de vapor.	
	Minimizar la apertura de compuertas/pérdidas de calor.	Garantizar que el personal involucrado en la operación de la caldera conoce los protocolos de operación y de mantenimiento, y los aplica adecuadamente.	
		Monitorear los indicadores de calidad de la combustión en los resultados de los monitoreos isocinéticos: MP, CO, variabilidad de CO, O ₂ en caldera y en chimenea, presión absoluta de la chimenea, contenido de humedad de la biomasa, y en los gases de chimenea.	
	Revisar la temperatura del agua de alimentación (a mayor temperatura menos consumo de energía).		
		Revisar la relación aire-combustible en caldera para garantizar un flujo de oxígeno suficiente y lograr mejor combustión. Recomendable entre 9-11 % de O ₂ .	
Alta huella hídrica por demanda del recurso en la generación de vapor	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Registrar el consumo de agua en el proceso.	Monitorear y llevar registros históricos de los consumos de agua para la generación de vapor.	Dar relevancia al indicador de huella hídrica y su impacto reputacional.
	Verificar que no existan fugas de agua.	Identificar picos de demanda de agua y analizar si responde a un pico de producción o a ineficiencia en el proceso.	Exigir que se implementen medidas de ahorro y uso eficiente del agua .
		Definir metas de reducción de consumo de agua en el proceso de generación de vapor.	
		Identificar potenciales mejoras en el proceso para reducir consumo de agua.	
Alta huella energética durante el proceso de generación de vapor	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos
	Reportar caídas de presión en la generación de vapor.	Monitorear el consumo de energía del proceso de generación de vapor. Registrar y analizar la información a través del tiempo, para identificar equipos ineficientes o posibles fallas que incrementen la demanda de energía.	Dar relevancia al impacto ambiental y reputacional por alta huella energética y promover la transición a la implementación de equipos de alta eficiencia.
	Verificar que los equipos se encuentren en óptimo estado de operación y mantenimiento.	Identificar posibles fallas en el proceso que incrementen el consumo energético.	

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E2 Generación de vapor de agua (GVA)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas	
	<p>Requerimiento legal</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Contar con permiso de emisiones atmosféricas para cada chimenea en funcionamiento, otorgado por la autoridad ambiental correspondiente.</p> <p>Contar con sistema para control de las emisiones atmosféricas.</p> <p>Cumplir con los estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa, que utilicen biomasa como combustible.</p> <p>Cumplir con el diámetro y altura de la chimenea exigidos.</p> <p>Programar y realizar monitoreos isocinéticos de la(s) chimenea(s) con laboratorios autorizados por el IDEAM, y poner en conocimiento a la autoridad ambiental.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Evaluar los riesgos por incumplimiento de la reglamentación ambiental y garantizar los recursos necesarios para el trámite de permiso de emisiones atmosféricas ante la autoridad ambiental.</p> <p>Dar prioridad y exigir que los sistemas de control de emisiones sean suficientes para cumplir con los estándares de emisión admisibles, y reducir la contaminación con material particulado y NOx</p>	
Contaminación del aire por material particulado y óxidos de nitrógeno (NOx)	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Realizar mantenimiento programado del o los sistemas de control de emisiones atmosféricas.</p> <p>Realizar buenas prácticas de operación en la caldera para reducción de emisiones.</p> <p>Garantizar una distribución homogénea de la biomasa en la parrilla de la caldera, evitando cúmulos o trozos de biomasa de gran tamaño.</p> <p>Revisar la humedad del cuesco y la fibra (a menor humedad mayor eficiencia de la combustión).</p> <p>Revisar la relación aire-combustible en caldera, para garantizar un flujo de oxígeno suficiente para lograr mejor combustión. Recomendable entre 9-11 % de O₂.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Seguir los lineamientos para la operación eficiente de sistemas de generación de vapor y reducción de emisiones atmosféricas en plantas de beneficio.</p> <p>Elegir e implementar sistemas para el control de emisiones con la eficiencia de filtrado requerida, teniendo en cuenta condiciones de operación y los estándares de emisión admisibles aplicables.</p> <p>Implementar un portafolio de buenas prácticas en la operación de los sistemas de generación de vapor.</p> <p>Garantizar que el personal involucrado en la operación de la caldera conoce los protocolos de operación y de mantenimiento, y los aplica adecuadamente.</p> <p>Asegurar un porcentaje de oxígeno en chimenea de entre 5 % –12 %, para evitar que los resultados de las mediciones se vean afectados por el factor de corrección de oxígeno.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p>	
		<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Definir y delimitar sitios para el correcto almacenamiento temporal de la biomasa para alimentación de la caldera.</p> <p>Cuantificar y registrar la cantidad de biomasa utilizada como combustible de la caldera.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Exigir el cumplimiento de las medidas para almacenamiento temporal de biomasa.</p>	
		<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Reportar perforaciones en el sistema de generación de vapor o en chimenea.</p> <p>Utilizar en todo momento los EPP indicados.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Identificar perforaciones en el hogar de la caldera o en la chimenea y reportarlo para mantenimiento inmediato.</p> <p>Garantizar que los operarios cuenten con los EPP requeridos para la actividad.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Exigir el cumplimiento de los protocolos de salud y seguridad en el trabajo.</p>

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E3 Planta de tratamiento de agua para proceso (PTA)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El agua que se utiliza para el proceso de extracción de aceite de palma es generalmente captada de fuentes de agua superficial o subterránea, y su entrada principal es hacia los sistemas de generación de vapor. Esta agua contiene sales, sólidos y diferentes tipos de contaminantes, que ocasionan dificultades en las calderas para la producción del vapor. Las impurezas son la causa de problemas de diferente índole y gravedad, que traen como resultado frecuente la afectación parcial o total de la caldera.

Dentro de los principales inconvenientes que ocasiona el agua sin tratar están: incrustaciones de sales cristalizadas o de lodos dentro de la caldera y corrosión. Por ello, es necesario controlar variables como alcalinidad, dureza, hierro, oxígeno disuelto, pH, sílice y sólidos, y adicionalmente realizar un proceso de tratamiento para adecuar las características del agua, por debajo de los límites de operación de las calderas.

Entre los tratamientos más utilizados se destaca la ósmosis inversa, floculación-coagulación, sedimentación y filtración (Fedepalma *et al.*, 2008).



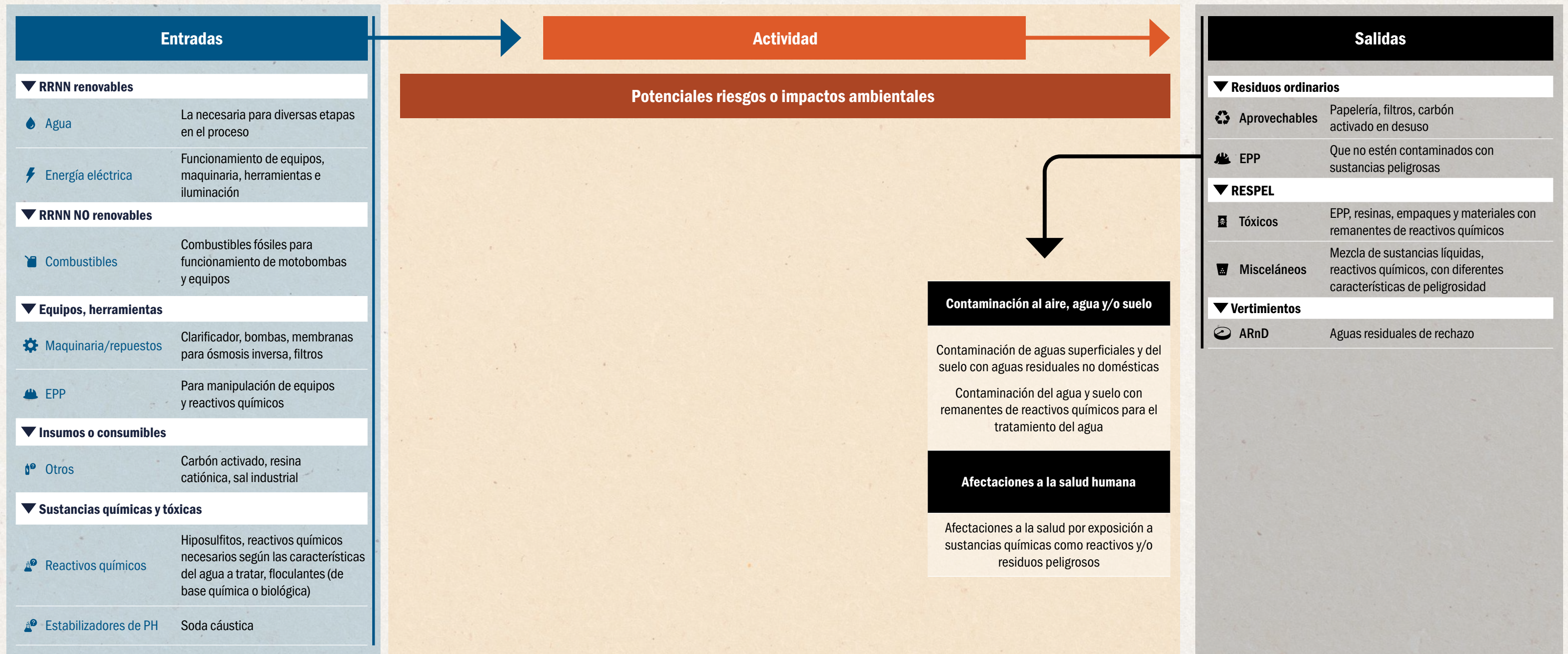
Planta de tratamiento de agua para proceso
Foto: Paola Pabón, Palmas y Extractora Monterrey S.A.S.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E3 Planta de tratamiento de agua para proceso (PTA)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E3 Planta de tratamiento de agua para proceso (PTA)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Contaminación de cuerpos de agua o del suelo con aguas residuales no domésticas	Requerimiento legal	Requerimiento legal Garantizar que existe división entre las redes para evacuación de ARnD con contaminantes atípicos como sustancias químicas (remanentes con reactivos) y para aguas industriales. Contar con un sistema para tratamiento de aguas de rechazo y retrolavado. Contar con permiso de vertimientos otorgado por la autoridad ambiental competente. Garantizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles aplicables, establecidos en la Resolución 631 de 2015. Cumplir con las prohibiciones y actividades no permitidas asociadas a los vertimientos (Decreto 1076 del 2015, Arts. 2.2.3.3.4.3 y 2.2.3.3.4.4)	Requerimiento legal Evaluar los riesgos por incumplimiento de las reglamentaciones ambientales y garantizar los recursos necesarios para el trámite de permiso de vertimientos ante la autoridad ambiental.
	Recomendación - Mitigar impactos Aplicar la dosis de floculantes e insumos químicos indicada en el plan de dosificación y aplicación. Controlar la mezcla y la agitación para favorecer la formación de masas grandes de floculante y facilitar la remoción de partículas de turbiedad. Llevar el registro del consumo de reactivos químicos.	Recomendación - Mitigar impactos Garantizar que se cuente y se socialice con los operarios, un manual de operación del sistema de tratamiento de aguas industriales. Propender por incrementar el uso de floculantes orgánicos y reducir al máximo los de síntesis química. Diseñar y socializar con los operarios, un plan de dosificación eficiente y aplicación de insumos químicos para el tratamiento de aguas industriales. Disponer de un sistema para el tratamiento de las aguas de rechazo y de retrolavado.	Recomendación - Mitigar impactos Dar prioridad y garantizar los recursos humanos y económicos necesarios para establecer y operar un sistema de tratamiento para las aguas de rechazo y retrolavado. Exigir la documentación e implementación de un manual de operación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.
	Requerimiento legal	Requerimiento legal Establecer ecopuntos para disposición diferenciada de residuos ordinarios y peligrosos. Capacitar a los operarios sobre la gestión de residuos generados en esta actividad.	Requerimiento legal
Contaminación del agua y suelo con remanentes de reactivos químicos para el tratamiento del agua	Recomendación - Mitigar impactos Disponer los residuos únicamente en los ecopuntos establecidos.	Recomendación - Mitigar impactos Llevar registro de la generación de residuos sólidos y peligrosos.	Recomendación - Mitigar impactos Evaluar los riesgos por contaminación con remanentes de reactivos químicos y las posibles sanciones que acarrearía.
	Almacenar y etiquetar las resinas como RESPEL.	Garantizar que se cuente con una unidad para almacenamiento temporal de residuos sólidos y peligrosos	Exigir el cumplimiento de los protocolos para manejo de residuos generados en la actividad.
	Llevar los residuos sólidos al lugar de almacenamiento temporal. Llevar los RESPEL a la unidad de almacenamiento temporal, verificando que estén etiquetados y separados de acuerdo con sus características. Llevar registro de la cantidad de residuos generados en esta actividad.	Verificar que los residuos sean almacenados de forma adecuada y en el lugar correspondiente. Generar y hacer seguimiento de indicadores de generación de residuos, y establecer metas de reducción.	
Afectaciones a la salud por exposición a sustancias químicas como reactivos y/o residuos peligrosos	Recomendación - Mitigar impactos Portar debidamente los EPP indicados para el manejo de reactivos químicos.	Recomendación - Mitigar impactos Identificar personal con posibles reacciones alérgicas a las sustancias químicas utilizadas en la actividad. Garantizar que los operarios cuenten con los EPP requeridos para la actividad.	Recomendación - Mitigar impactos Exigir el cumplimiento de los protocolos de salud y seguridad en el trabajo.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Es un conjunto de operaciones unitarias, principalmente de tipo biológico, diseñado para tratar los efluentes líquidos de la planta de beneficio. Estos son conducidos al STAR para remover gran parte de su carga contaminante y mitigar el impacto de los vertimientos a cuerpos de agua o al suelo.

Los STAR convencionales están compuestos por múltiples lagunas de tipo facultativas y anaerobias, que por procesos de digestión microbiana, descomponen la materia orgánica y remueven dichos contaminantes. Este tipo de sistemas se destaca por su capacidad de mineralizar la materia orgánica, reducir la contaminación eficazmente y tratar grandes volúmenes de efluentes, como los generados por las plantas de beneficio.

Su adecuado diseño, operación y mantenimiento, es fundamental para evitar la principal fuente de contaminación asociada al proceso de extracción del aceite de palma.



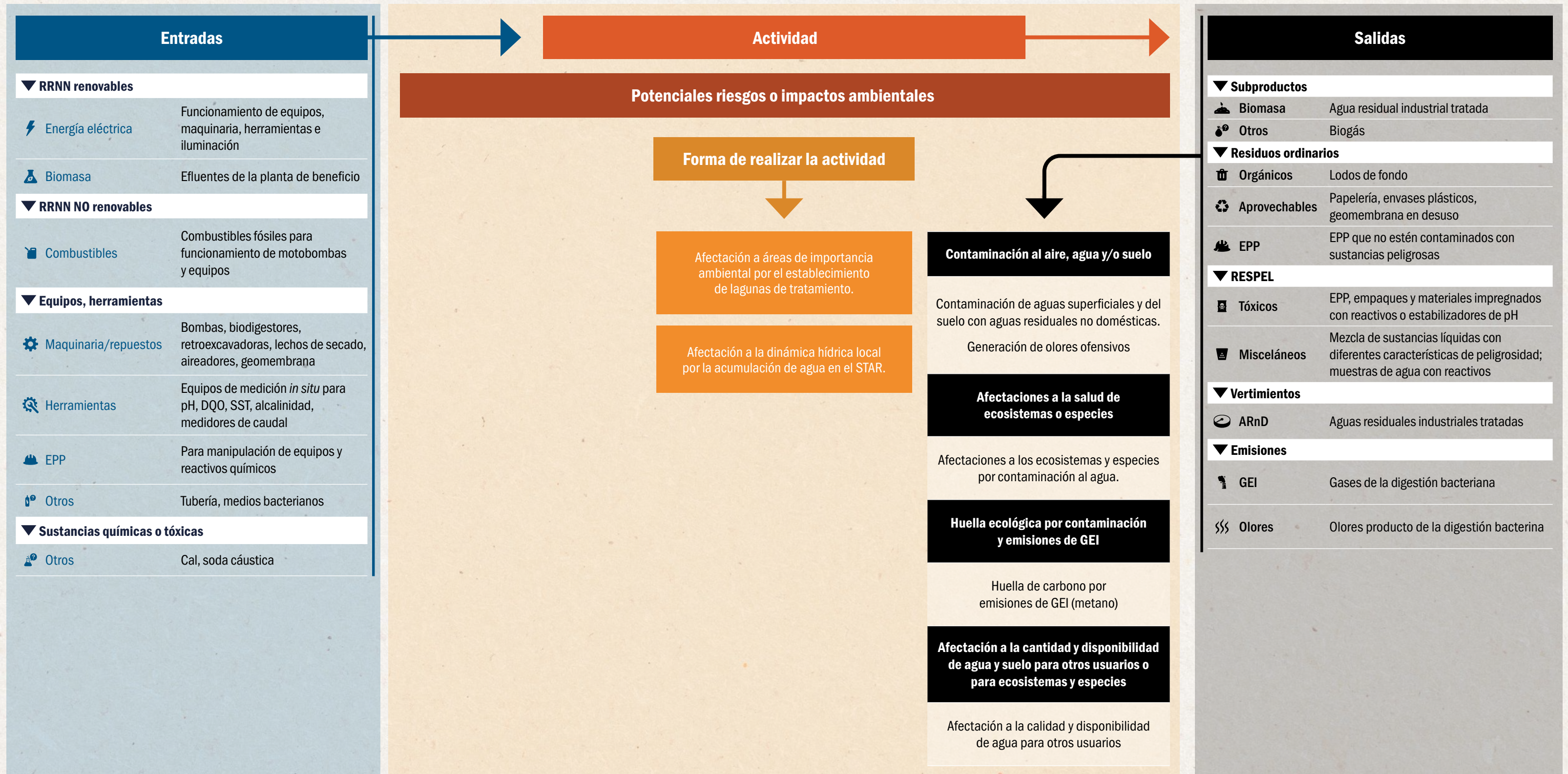
Laguna de tratamiento de aguas residuales industriales
Foto: Julián Cifuentes

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Aprovechamiento del contenido nutricional de los efluentes a través de la aplicación en compostaje o como acondicionador de suelo (fertilirriego)	Aprovechar oportunidades Monitorear las variables de control de las lagunas carpadas.	Aprovechar oportunidades Realizar un análisis costo-beneficio para la implementación de sistemas de fertilirriego y/o de compostaje.	Aprovechar oportunidades Evaluar el establecimiento de sistemas de compostaje y de fertilirriego, como estrategias conjuntas para no realizar vertimientos y aprovechar el contenido nutricional de los efluentes
	Llevar registro de los volúmenes de efluentes aplicados en compostaje y en fertilirriego.	Identificar los principales beneficios ambientales por la implementación de sistemas de fertilirriego y/o compostaje	Analizar el modelo de negocio y sus beneficios económicos, ambientales y reputacionales.
	Mantener en óptimo funcionamiento el sistema de fertilirriego.	Implementar alternativas de aprovechamiento de efluentes como captura de metano, compostaje y/o fertilirriego, puede significar un potencial de calentamiento global hasta 6,2 kg CO ₂ eq t ⁻¹ RFF menor en comparación con un STAR convencional sin carpado de lagunas y sin prácticas de aprovechamiento como compostaje (245 kg CO ₂ eq t ⁻¹ RFF) (Cenipalma, 2020)	Dar viabilidad financiera a la implementación del proyecto
	Mantener en óptimo funcionamiento la planta o sistema de compostaje.	Establecer un manual de procedimientos para la aplicación de efluentes tratados en campo (fertilirriego) y en compostaje	
Contaminación de cuerpos de agua o del suelo con aguas residuales no domésticas	Requerimiento legal Revisar y asegurar la conducción de los efluentes tratados hasta el punto de vertimiento y/o aprovechamiento.	Requerimiento legal Contar con permiso de vertimientos para ARnD y para ARD, otorgados por la autoridad ambiental	Requerimiento legal Evaluar los riesgos del incumplimiento ambiental y exigir que se obtenga el permiso ambiental aplicable
		Garantizar el cumplimiento de las obligaciones implícitas en el permiso de vertimientos	Priorizar los recursos para establecer un STAR adecuado y suficiente para cumplir con los límites definidos en la norma.
		En caso de hacer vertimientos a cuerpos de agua superficiales, cumplir con los límites máximos permisibles definidos por la Resolución 631 de 2015, Art. 9.	
	Recomendación - Mitigar impactos Realizar las acciones indicadas en el manual de procedimientos para el óptimo funcionamiento y mantenimiento del STAR.	Recomendación - Mitigar impactos Identificar alternativas para evitar hacer vertimientos y promover el aprovechamiento de efluentes a través de compostaje y/o fertilirriego.	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia a los procedimientos para prevenir y mitigar la contaminación asociada a los efluentes, y priorizar los recursos necesarios para esto.
Registrar las labores de mantenimiento realizadas al STAR.	Implementar prácticas para prevenir la contaminación de los efluentes con sustancias ajenas a la extracción, como hidrocarburos y metales pesados.		
Medir variables de control del STAR y por cada operación unitaria (laguna), como pH, alcalinidad, capacidad buffer, DQO, SST, tiempo de retención hidráulica, profundidad efectiva de las lagunas.	Asegurar que el STAR cuente con la capacidad para tratar el volumen y características fisicoquímicas de los efluentes provenientes de la planta de beneficio.		
	Identificar tecnologías limpias y técnicas complementarias al STAR, para lograr mayor remoción de contaminantes en los vertimientos.		
	Monitorear variables de control del STAR y por cada operación unitaria (laguna), como pH, alcalinidad, capacidad buffer, DQO, SST, tiempo de retención hidráulica.		
	Llevar registro histórico de las caracterizaciones fisicoquímicas de los vertimientos y analizar sus variaciones a través del tiempo.		
	Implementar manual de procedimientos para el óptimo funcionamiento y mantenimiento del STAR.		
Huella de carbono por emisiones de GEI (metano)	Recomendación - Mitigar impactos Vigilar el estado de las geomembranas de las lagunas carpadas.	Recomendación - Mitigar impactos Estimar las emisiones de GEI con o sin carpado de lagunas.	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia estratégica a la reducción de GEI y la viabilidad de acceder a estándares de certificación.
	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a las lagunas carpadas para evitar fugas de gas.	Carpas las lagunas de tratamiento para captura de metano (CH ₄), y transformarlo para producción de energía o quemarlo para convertirlo en dióxido de carbono (CO ₂). Esto reduce hasta 28 veces el potencial de calentamiento global.	Analizar el costo-beneficio del carpado de lagunas como una estrategia para el aprovechamiento energético del biogás y reducción de emisiones de GEI.
		Implementar alternativas de aprovechamiento de efluentes como compostaje y/o fertilirriego. Estas acciones combinadas pueden reducir considerablemente el potencial de calentamiento global por emisiones GEI.	Dar viabilidad financiera a la implementación del carpado.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E4 Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR)

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Afectación a áreas de importancia ambiental por el establecimiento de lagunas de tratamiento	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>No establecer lagunas de tratamiento en las áreas de importancia ambiental delimitadas en los diseños</p> <p>Evitar las descargas de efluentes en las áreas de importancia ambiental previamente identificadas.</p> <p>Conocer la capacidad de asimilación del cuerpo receptor de efluentes y tratarlos para mitigar la contaminación.</p>	Recomendación - Mitigar impactos Exigir la conservación de las áreas de importancia ambiental y definir directrices claras para este fin.
Afectación a la dinámica hídrica local por tiempos de retención de agua en el STAR	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Calcular los tiempos de retención hidráulica para cada laguna, de forma que sean los estrictamente necesarios y no se retenga el agua por tiempos prolongados</p> <p>Conocer la capacidad de asimilación hidráulica del cauce receptor de vertimientos y evitar verter caudales superiores al asimilable.</p>	Recomendación - Mitigar impactos Dar relevancia a la no afectación de la dinámica hídrica, siendo un riesgo reputacional y de relacionamiento con comunidades vecinas .
Afectación a la calidad y disponibilidad de agua para otros usuarios	Recomendación - Mitigar impactos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Realizar y analizar la evaluación ambiental del vertimiento, y definir los límites máximos de contaminación de acuerdo con la capacidad de asimilación del cuerpo receptor.</p> <p>Monitorear la calidad del cuerpo receptor de vertimientos, aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga, para determinar el grado de afectación al cuerpo receptor.</p> <p>Promover alternativas de aprovechamiento de efluentes y priorizarlas sobre las descargas a cuerpos de agua o al suelo.</p>	Recomendación - Mitigar impactos Evaluar los riesgos de afectación a los cuerpos receptores de vertimientos, siendo una de las principales fuentes de contaminación, y considerar el riesgo reputacional con comunidades vecinas.
Generación de olores ofensivos	<p>Requerimiento legal</p> <p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Establecer y realizar mantenimiento a las cercas vivas.</p> <p>Realizar actividades de mantenimiento al STAR enfocadas en la reducción de olores ofensivos y llevar registro de estas.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Contar con un plan de contingencia para emisiones de olores ofensivos. Este deberá incluir los factores de riesgo de emisión de olores ofensivos, además de los sistemas de control.</p> <p>En caso de ser requerido por la autoridad ambiental, garantizar el cumplimiento de los niveles permisibles de calidad del aire o inmisión de sustancias de olores ofensivos para la actividad "Planta de tratamiento de aguas residuales" Resolución 1541 de 2013.</p> <p>En caso de ser requerido por la autoridad ambiental, realizar la evaluación del cumplimiento de los niveles de calidad del aire o inmisión de sustancias o mezclas de sustancias de olores ofensivos.</p> <p>En caso de ser requerido por la autoridad ambiental, elaborar e implementar el Plan para la reducción del impacto por olores ofensivos (PRIO).</p> <p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Las exigencias en materia de olores ofensivos se generan cuando se reciben quejas por este concepto. Para evitarlo, se deben implementar medidas preventivas para el control de olores ofensivos del STAR.</p> <p>Establecer cercas vivas alrededor del STAR, para reducir la fuga de olores ofensivos.</p> <p>Mantener el STAR en óptimo estado de funcionamiento y mantenimiento, pues reduce considerablemente la generación de olores ofensivos.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>En caso de ser requerido por la autoridad ambiental, exigir la elaboración e implementación del PRIO.</p> <p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Viabilizar la implementación de cercas vivas para evitar propagación de olores ofensivos.</p>

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E5 Laboratorio

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

En una planta de beneficio de aceite de palma se desarrolla un proceso controlado que responde a requerimientos de calidad de sus productos, y también al cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

Es así como el área de laboratorio dispone de la infraestructura, instrumentos, herramientas, reactivos, insumos y equipos necesarios para realizar análisis sobre: madurez del fruto, calidad del agua para proceso, calidad y características del aceite de palma crudo producido, humedad de los subproductos y parámetros de las propiedades fisicoquímicas de las aguas residuales.

Estos análisis, además de ser útiles para el control del proceso y la calidad del producto, sirven para determinar la eficiencia de las diferentes etapas del proceso, identificar posibles fallas, generar información para mantenimiento predictivo y preventivo, y en general proporcionar información clave para la toma de decisiones.

Los métodos para realizar los análisis de laboratorio generalmente requieren de agua y reactivos químicos, que una vez utilizados precisan de un manejo ambiental adecuado, bien sea como remanentes de sustancias y residuos peligrosos, o como aguas residuales domésticas y no domésticas.



Laboratorio
Foto: Jhon Jairo Villalobos, Palmeras de Puerto Wilches.



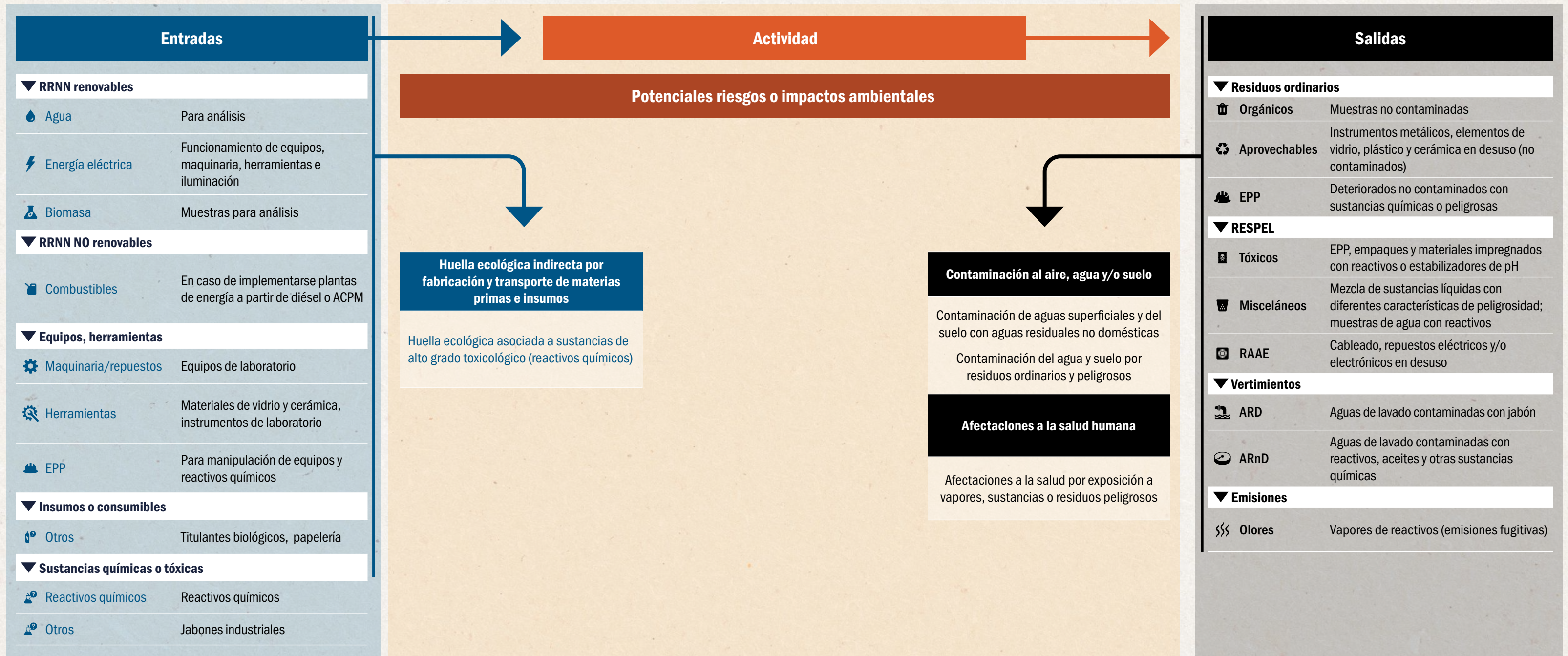
Laboratorio
Foto: Paola Pabón, Palmas y Extractora Monterrey S.A.S.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E5 Laboratorio

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E5 Laboratorio

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas	
Afectaciones a la salud por exposición a vapores, sustancias químicas o residuos peligrosos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	
	Portar debidamente todos los EPP indicados.	Identificar personal con posibles reacciones alérgicas a las sustancias químicas utilizadas en laboratorio.	Exigir el cumplimiento de los protocolos de salud y seguridad en el trabajo.	
	Conocer los procedimientos para manejo de emergencias en laboratorio.	Capacitar al personal en la manipulación de sustancias químicas y reactivos.	Exigir que el laboratorio cuente con los elementos para atención de emergencias	
Contaminación de cuerpos de agua o del suelo con aguas residuales no domésticas	Acatar los procedimientos para manipulación de sustancias químicas y reactivos.	Garantizar que las instalaciones cuenten con extractores de humo y elementos para tratamiento de emergencias.		
	Requerimiento legal	Garantizar que los operarios cuenten con los EPP requeridos para la actividad.		
		Requerimiento legal	Requerimiento legal	Requerimiento legal
		Garantizar la división de las redes de aguas domésticas y aguas con remanentes de reactivos y sustancias del laboratorio.	Garantizar el cumplimiento de las obligaciones implícitas en el permiso de vertimientos.	Disponer de los documentos y recursos necesarios para el trámite de permiso de vertimientos ante la autoridad ambiental
		Contar con un STAR adecuado específicamente para las ARnD del laboratorio.	Garantizar el cumplimiento de las obligaciones implícitas en el permiso de vertimientos.	Garantizar los recursos para la división de redes sanitarias y establecer un STAR con las condiciones suficientes para cumplir con la normatividad aplicable.
		Contar con permiso de vertimientos para ARnD otorgado por la autoridad ambiental.	Cumplir con los límites máximos permisibles aplicables.	
		Garantizar el cumplimiento de las obligaciones implícitas en el permiso de vertimientos.		
Cumplir con los límites máximos permisibles aplicables.				
Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos	Recomendación - Mitigar impactos		
Hacer uso eficiente del agua durante el lavado de instrumentos de laboratorio.	Establecer y socializar con los operarios un manual de procedimientos para manejo de efluentes generados en el laboratorio			
Realizar lavado de instrumentos de laboratorio únicamente en las zonas dispuestas para esto.	Hacer uso eficiente de los reactivos y sustancias de laboratorio			
Conocer el manual de procedimientos para manejo de efluentes generados en el laboratorio.	Minimizar el uso de reactivos o sustancias tóxicas	Garantizar los recursos para la división de redes sanitarias y establecer un STAR con las condiciones suficientes para cumplir con la normatividad aplicable.		
	Hacer uso eficiente del agua para los procesos del laboratorio, reduciendo la generación de efluentes.			
	En caso de que la generación de efluentes con remanentes de reactivos y sustancias tóxicas sea de muy bajo volumen, se pueden recolectar en recipientes seguros y enviarlos a disposición final como RESPEL.			

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E5 Laboratorio

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/
Oportunidad

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Requerimiento legal

Etiquetar los recipientes para almacenamiento de RESPEL con la simbología de peligrosidad correspondiente.

Disponer los RESPEL únicamente en los recipientes etiquetados con su correspondiente característica de peligrosidad.

Disponer los residuos sólidos en los ecopuntos definidos y diferenciados entre aprovechables y no aprovechables.

Requerimiento legal

Establecer ecopuntos para almacenamiento diferenciado de residuos ordinarios y peligrosos.

Capacitar a los operarios sobre la gestión de residuos peligrosos generados en el laboratorio.

Gestionar los RESPEL únicamente con empresas licenciadas para este fin y contar con los correspondientes registros de disposición final

Garantizar que el laboratorio cuente con los equipos y materiales necesarios para el desarrollo de sus actividades, incluido el manejo y disposición de residuos.

Garantizar la existencia de fichas de seguridad y procedimientos para la manipulación de sustancias químicas, y adecuada señalización.

Garantizar que todo el personal de laboratorio esté entrenado, tanto en la manipulación segura y almacenamiento de los reactivos químicos, como en los RESPEL.

Requerimiento legal

Garantizar los recursos para que todos los trabajadores estén debidamente capacitados y cuenten con los EPP necesarios.

Garantizar los recursos para que el laboratorio tenga los equipos y materiales necesarios para el desarrollo de sus actividades, incluido el manejo y disposición de residuos.

Contaminación del ambiente por gestión inadecuada de residuos ordinarios y peligrosos

Recomendación - Mitigar impactos

Hacer uso eficiente de los reactivos y sustancias químicas.

Evitar el contacto de residuos ordinarios con residuos peligrosos.

Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de los reactivos de laboratorio.

Conocer el procedimiento de manipulación segura y almacenamiento de los reactivos químicos y de los RESPEL.

Llevar registro de los insumos y reactivos químicos utilizados, y la generación de RESPEL en el laboratorio.

Recomendación - Mitigar impactos

Definir recipientes debidamente etiquetados para el almacenamiento de remanentes de residuos peligrosos líquidos (misceláneos), como solventes y reactivos químicos. No verterlos en las redes sanitarias domésticas.

Establecer recipientes debidamente etiquetados para el almacenamiento de RESPEL generados en el laboratorio.

Llevar registro de la generación de residuos sólidos y peligrosos .

Garantizar que se cuente con una unidad para almacenamiento temporal de residuos sólidos y peligrosos.

Recomendación - Mitigar impactos

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E6 Instalaciones y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

El funcionamiento de la planta de beneficio requiere de infraestructura adicional para el desarrollo de actividades tales como el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de todas las unidades del proceso de extracción, de los servicios industriales y demás equipos y/o herramientas utilizadas.

Gran parte de los repuestos, insumos y herramientas para el mantenimiento se utilizan en este frente de trabajo, que también demanda recursos renovables como agua y energía, y genera residuos sólidos y peligrosos, además de aguas residuales no domésticas con remanentes de otras sustancias como lubricantes y/o combustibles, que deben ser gestionados de manera adecuada.

Adicionalmente, se requiere de infraestructura para el desarrollo de las actividades cotidianas de la planta, como: oficinas de ingeniería y administrativas, casino, cuarto para el almacenamiento de insumos agroquímicos, unidad de almacenamiento temporal de residuos sólidos y peligrosos, baños y alojamiento.



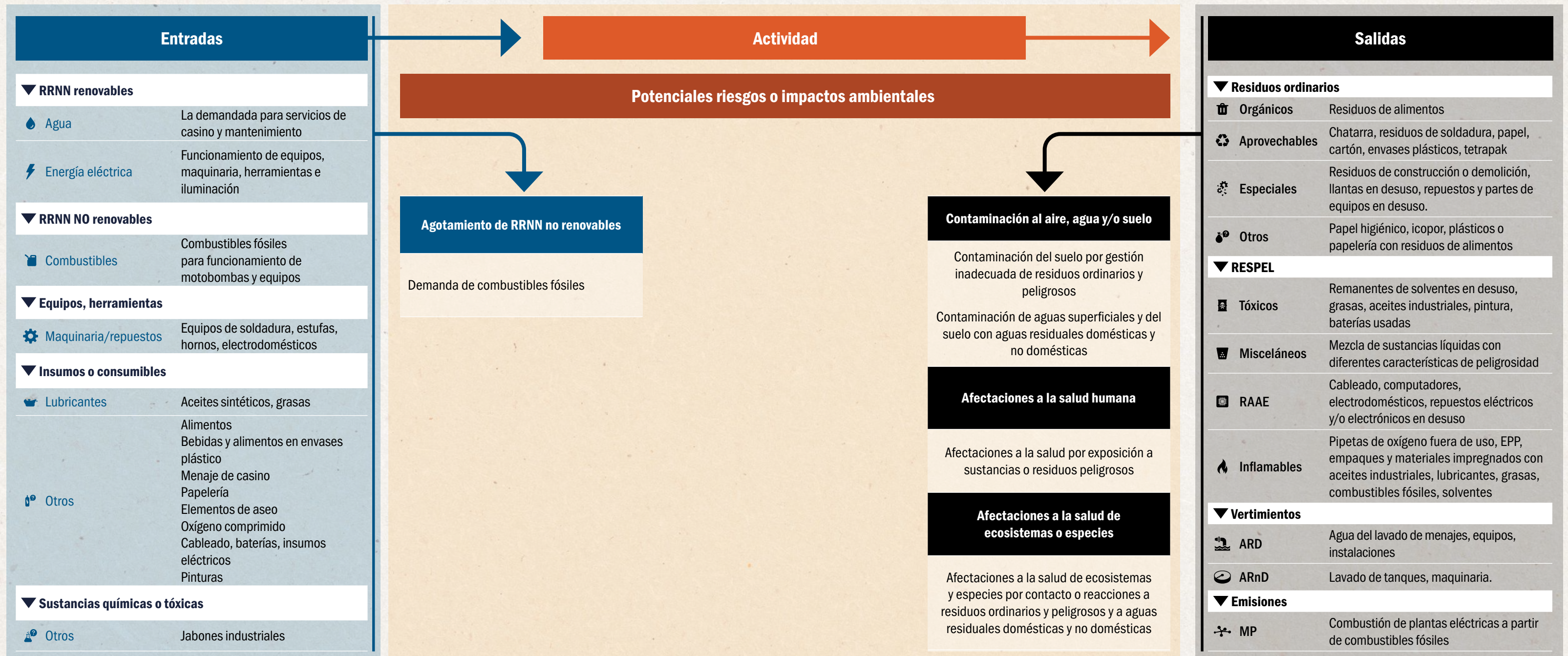
Taller de mantenimiento
Foto: Paola Pabón, Palmas y Extractora Monterrey S.A.S.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E6 Instalaciones y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo



Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E6 Instalaciones y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad

Operativas

Tácticas

Estratégicas

Requerimiento legal

Etiquetar los recipientes para almacenamiento de RESPEL con la simbología de peligrosidad correspondiente.

Disponer los RESPEL únicamente en los recipientes etiquetados con su correspondiente característica de peligrosidad.

Disponer los residuos sólidos en los ecopuntos definidos y diferenciados entre aprovechables y no aprovechables.

Requerimiento legal

Establecer ecopuntos para almacenamiento diferenciado de residuos ordinarios y peligrosos.

Capacitar a los operarios sobre la gestión de residuos peligrosos generados en el área de mantenimiento.

Gestionar los RESPEL únicamente con empresas licenciadas para este fin y contar con los correspondientes registros de disposición final.

Garantizar que los operarios de mantenimiento cuenten con los EPP y materiales necesarios para el desarrollo de sus actividades, incluido el manejo y disposición de residuos.

Garantizar la existencia de fichas de seguridad y procedimientos para la manipulación de sustancias químicas, y adecuada señalización.

Garantizar que todo el personal de mantenimiento esté entrenado en la manipulación segura y almacenamiento de RESPEL.

Requerimiento legal

Evaluar los riesgos del incumplimiento ambiental, y exigir que se implementen y acaten las directrices del PGIRSP.

Contaminación del suelo por gestión inadecuada de residuos ordinarios y peligrosos

Recomendación - Mitigar impactos

Evitar el contacto de residuos ordinarios con residuos peligrosos.

Seguir las recomendaciones de las fichas de seguridad para la manipulación de sustancias químicas.

Emplear las herramientas y equipos más adecuados para cada trabajo, lo cual disminuirá la generación de residuos.

Utilizar las sustancias en las cantidades y dosificación recomendadas, para reducir la peligrosidad y cantidad de los residuos.

Disponer los residuos del mantenimiento en los sitios indicados, respetando la compatibilidad de acuerdo con su naturaleza (inflamable, reactivo, corrosivo, etc.).

Llevar registro de RESPEL generados.

Recomendación - Mitigar impactos

Velar porque se compren y utilicen las sustancias necesarias en el mantenimiento, que sean menos nocivas para el ambiente y que, en los casos en que aplique, se reutilicen los materiales.

Definir recipientes debidamente etiquetados para el almacenamiento de remanentes de residuos peligrosos líquidos (misceláneos) como solventes, lubricantes, aceites. No verterlos en las redes sanitarias domésticas, ni en el suelo.

Establecer recipientes debidamente etiquetados para el almacenamiento de RESPEL generados en mantenimiento.

Llevar registro de la generación de residuos sólidos y peligrosos.

Recomendación - Mitigar impactos

Dar relevancia a los procedimientos para prevenir y mitigar la contaminación al suelo por mala disposición de residuos.

Planta de beneficio

Fase de operación y manejo

E6 Instalaciones y mantenimiento

Descripción > Ecobalance > Acciones de manejo

Impacto/Riesgo/Oportunidad	Operativas	Tácticas	Estratégicas
Afectaciones a la salud por exposición a sustancias o residuos peligrosos	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Portar debidamente los EPP indicados para el manejo de herramientas con alto nivel de riesgo, sustancias químicas, combustibles, etc.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Identificar personal con posibles reacciones alérgicas a las sustancias utilizadas en la actividad.</p> <p>Garantizar que los operarios cuenten con los EPP requeridos para la actividad.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Exigir el cumplimiento de los protocolos de salud y seguridad en el trabajo.</p>
	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Promover el cumplimiento de todas las medidas establecidas en el PGIRSP.</p> <p>Asegurar que las zonas para manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, residuos ordinarios y peligrosos, se hagan lejos de áreas de importancia ambiental.</p> <p>Garantizar que las ARD sean conducidas al sistema de tratamiento adecuado, así mismo como las ARnD deben ser llevadas al STAR específico.</p> <p>No ubicar puntos de descarga de vertimientos en áreas de importancia ambiental.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Evaluar los riesgos legales y reputacionales por afectación de ecosistemas y especies. Dar relevancia a las medidas para protección de los mismos.</p>
Afectaciones a la salud de ecosistemas y especies por contacto o reacciones a residuos ordinarios y peligrosos y a aguas residuales domésticas y no domésticas	<p>Requerimiento legal</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Contar con permiso de vertimientos para ARnD otorgado por la autoridad ambiental.</p> <p>Garantizar el cumplimiento de las obligaciones implícitas en el permiso de vertimientos.</p> <p>Contar con unidades sépticas para aguas residuales domésticas.</p> <p>Garantizar la división de las redes para aguas domésticas y no domésticas.</p>	<p>Requerimiento legal</p> <p>Evaluar los riesgos del incumplimiento ambiental y exigir que se obtenga el permiso ambiental aplicable.</p> <p>Priorizar los recursos para establecer un STAR adecuado y suficiente para cumplir con los límites establecidos en la norma.</p>
	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Hacer uso eficiente del agua durante el lavado de instrumentos y menaje del casino, aseo de baños e instalaciones.</p> <p>Realizar lavado de instrumentos, maquinaria, repuestos y equipos, únicamente en la zona de mantenimiento.</p> <p>Realizar mantenimiento a las unidades sépticas y llevar registro.</p> <p>Utilizar en todo momento los EPP necesarios.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Realizar campañas de sensibilización sobre el uso adecuado y eficiente del agua.</p> <p>Programar periódicamente el mantenimiento de las unidades sépticas y llevar registro.</p> <p>Procurar el uso de detergentes amigables con el ambiente.</p> <p>Minimizar el consumo de alimentos en envases plásticos.</p>	<p>Recomendación - Mitigar impactos</p> <p>Dar relevancia a los procedimientos para prevenir y mitigar la contaminación asociada a los efluentes, y priorizar los recursos necesarios para esto.</p>
Contaminación de cuerpos de agua o del suelo con aguas residuales domésticas y no domésticas			

3.5 Síntesis de aspectos ambientales

En esta sección se exponen los principales aspectos ambientales de las actividades del cultivo de palma de aceite y su beneficio, a partir de la información presentada en los ecobalances de las secciones 3.3 y 3.4

Las entradas y salidas de cada actividad fueron clasificadas en tres categorías de magnitud según su cantidad, peso, volumen o frecuencia. De esta forma, es posible identificar en cuál actividad específica se concentra la mayor demanda de recursos, sustancias químicas, insumos y equipos, y en cuál se genera la mayor huella por residuos sólidos, emisiones o vertimientos.

3.5.1 Cultivo

La Figura 64 muestra las principales entradas y salidas, clasificadas según tres categorías de magnitud

Entradas

En cuanto a la utilización de recursos naturales renovables, el principal aspecto ambiental del cultivo de palma de aceite es el uso de agua para riego. Allí se deben concentrar los esfuerzos para mejorar la eficiencia en el manejo y uso de recursos. La energía se emplea principalmente para la infraestructura de servicios para el cultivo (alojamiento, casino, oficinas, baterías sanitarias, taller de mantenimiento) y para el bombeo de agua. Su consumo no es de alta significancia, aunque sí puede ser objeto de mejoras en la eficiencia y actualización tecnológica.

Como entrada de recursos naturales no renovables, se destacan los combustibles fósiles empleados para la operación de maquinaria pesada en la preparación del terreno, la construcción de infraestructura, vías y canales, y para el transporte interno de personal y de fruto hacia la planta de beneficio.

También se utilizan combustibles fósiles en volúmenes importantes para operar las motobombas de agua y los equipos de aplicación de agroquímicos.

En las labores del cultivo igualmente se emplean sustancias químicas y biológicas para la nutrición de las palmas y el control de malezas, plagas y enfermedades. Su aplicación no es intensiva en la palma de aceite en comparación con otros cultivos, pero en cualquier caso es necesario garantizar su manejo racional y justificado.

El uso de maquinaria se concentra principalmente en la preparación del terreno, construcción de infraestructura, cosecha y transporte de fruto. Su adecuado mantenimiento preventivo y correctivo es necesario para reducir el impacto ambiental de su operación, e inclusive disminuir la demanda de lubricantes, llantas y otros insumos.

Las herramientas y equipos se requieren principalmente para las actividades de mantenimiento. En cuanto a aquellos usados en las labores culturales, manejo fitosanitario, de semovientes, cosecha y polinización, muchos deben reponerse con frecuencia.

Salidas

La mayor cantidad de residuos ordinarios de tipo orgánico, aprovechable o especial se genera en la infraestructura de servicios al cultivo, principalmente en el casino, el alojamiento y el taller de mantenimiento. Para su gestión, y la de los residuos generados en las demás actividades, es preciso establecer diversos puntos de recolección. Durante la preparación del terreno y la construcción de vías, canales e infraestructura, también se producen cantidades importantes de desechos ordinarios, que requieren un adecuado manejo.

Los residuos peligrosos que se generan en el cultivo con mayor frecuencia y cantidad (en número) son los tóxicos, principalmente envases y empaques de agroquímicos y EPP contaminados con dichas sustancias, utilizados en las actividades de manejo fitosanitario y nutricional. Otros son los residuos misceláneos o mezclas de excedentes de agroquímicos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y residuos inflamables provenientes del mantenimiento de equipos y maquinaria.

En el cultivo también se generan aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD). Las ARD se generan principalmente en la infraestructura de servicios (casino, alojamientos, oficinas, baterías sanitarias) y requieren de un tratamiento específico para cumplir con la normatividad vigente y prevenir la contaminación al suelo y a cuerpos de agua. Las ARnD son el resultado del triple lavado de envases de agroquímicos, del lavado de EPP contaminados con sustancias químicas, y del mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipos. Estas precisan un manejo diferente al de las ARD, para prevenir su impacto por contaminación.

Las tres principales fuentes de emisión de GEI en el cultivo de palma de aceite son el cambio de uso del suelo, el empleo de fertilizantes nitrogenados y los combustibles fósiles para transporte (en menor medida para maquinaria y equipos). El reemplazo de coberturas vegetales y suelos con altos contenidos de carbono (principalmente bosques, turberas y humedales) para la siembra de palma de aceite, resulta en la emisión de grandes cantidades de GEI.

Por último, también se generan emisiones de material particulado por el movimiento de vehículos, especialmente para el transporte de fruto, y durante la preparación del terreno y la construcción de vías, canales e infraestructura.

Figura 64. Síntesis y clasificación de aspectos ambientales en cultivos de palma de aceite

Alto Medio Bajo

Fase	Actividad	Entradas													Salidas														
		RRNN renovables	RRNN no renov	Sustancias químicas/ Tóxicas				Insumos / Consumibles		Equipos / Herramientas			Subpr	Residuos ordinarios			RESPEL			Vertimientos		Emisiones							
		Agua	Energía	Biomasa	Comb. fósiles	Herbicidas	Pesticidas	Fertilizantes	Hormonas	Lubricantes	Liantas	Solventes	Maquinaria	Herramientas	EPP	Biomasa	Orgánicos	Aprovechables	Especiales	EPP	Tóxicos	EPP (tóxicos)	Misceláneos	RAEE	Inflamables	ARD	ARnD	MP	GEI
Factibilidad	Análisis viabilidad y factibilidad																												
	Estudios previos																												
	Diseño detallado																												
Diseño y establecimiento	Preparación del terreno																												
	Construcción de vías, canales e infraestructura																												
	Vivero																												
	Establecimiento																												
Operación y manejo	Labores culturales																												
	Manejo nutricional																												
	Manejo del agua																												
	Manejo fitosanitario																												
	Polinización																												
	Manejo de semovientes																												
	Manejo biodiversidad y áreas de conservación																												
	Instalaciones y mantenimiento																												
	Cosecha																												
	Transporte interno y de fruto a la planta																												

Fuente: elaboración propia.

3.5.2 Beneficio

La Figura 65 muestra las principales entradas y salidas de las actividades de beneficio del fruto de la palma de aceite, clasificadas según tres niveles de magnitud.

Entradas

Las principales entradas de recursos naturales al proceso de extracción de aceite de palma son la materia prima (racimos de fruta fresca), la energía y el agua. El agua se utiliza principalmente para la generación de vapor, requerido en varios procesos. También hay consumos significativos en el módulo de extracción de APC, donde la energía eléctrica y el vapor tienen mayor demanda.

El uso de combustibles fósiles es relativamente bajo. Se utiliza para la generación de energía eléctrica en plantas de beneficio no conectadas a la red de interconexión eléctrica o para operar plantas de generación para contingencias.

El proceso de extracción es térmico y mecánico y no requiere de sustancias químicas. Sí se utilizan refrigerantes en plantas que utilizan diésel para generar energía, y reactivos químicos en el laboratorio para el tratamiento del agua de proceso y en los STAR. Algunas utilizan solventes en el proceso de extracción de APL, aunque es un método poco utilizado.

El uso de maquinaria y equipos es significativo en los módulos de producción y de servicios industriales. Por ello es importante un adecuado

control de todos los procesos, y realizar mantenimientos preventivos que aumenten la vida útil de los equipos y mejoren su eficiencia en el uso de agua, energía, vapor y otros insumos y consumibles. Cabe anotar también **el uso de lubricantes, estopas y jabones industriales, como aspectos ambientales para tener en cuenta.**

Salidas

En el beneficio del fruto de la palma de aceite se generan diversos subproductos de biomasa, aprovechables por su contenido nutricional o energético: tusas (racimos de fruto vacíos), fibra, cuesco, condensados de vapor de agua, aguas residuales y lodos de fondo de los STAR.

La mayor cantidad de residuos ordinarios se genera en el casino, las oficinas, las baterías sanitarias y el taller de mantenimiento. En las demás actividades también se generan en menor cantidad, haciendo necesaria la ubicación de diversos puntos para su separación y acopio. En la preparación del terreno y la construcción de la planta también se generan residuos ordinarios y especiales que requieren un adecuado manejo.

En la planta también se generan diversos tipos de residuos peligrosos (tóxicos, misceláneos, RAEE e inflamables) que constituyen un aspecto ambiental relevante. Los RESPEL (residuos impregnados con sustancias inflamables, remanentes de reactivos, solventes y lubricantes, y RAEE tales como cables y periféricos), resultan de las labores de mantenimiento y reparación de maquinaria, equipos e infraestructura, y es en estas que se debe garantizar su correcta separación, acopio y disposición.

En el proceso también se generan aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD). Al igual que en los cultivos, las ARD se generan principalmente en la infraestructura de servicios (casino, alojamientos, oficinas, baterías sanitarias). Las ARnD en el módulo de extracción de APC, aunque luego pasan por un sistema de tratamiento para reducir su carga contaminante y cumplir con los requerimientos normativos. **Las aguas residuales industriales son un aspecto ambiental prioritario en el Plan de Manejo Ambiental de una planta de beneficio.**

En cuanto a las emisiones atmosféricas, **la combustión de biomasa para la obtención de vapor genera emisiones de material particulado y NOx**, que deben cumplir un máximo permisible de concentración. En el laboratorio y en los procesos de extracción de APL que utilicen solventes, es preciso monitorear las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y acatar las exigencias normativas.

En los STAR se generan emisiones significativas de GEI, otro aspecto ambiental significativo del proceso de extracción de aceite de palma. En sus lagunas anaerobias, el proceso de descomposición de la materia orgánica libera metano, gas con un poderoso efecto de invernadero. De ellos también se pueden desprender olores ofensivos que requieren medidas de control para no afectar a la población cercana.

Por último, los módulos de RAP y APL son los mayores generadores de ruido en la planta de beneficio.

3.6 Síntesis de potenciales riesgos e impactos ambientales

En esta sección se muestran de forma agregada los potenciales riesgos e impactos ambientales más significativos que pueden presentarse en el cultivo de palma de aceite y en la planta de beneficio.

3.6.1 Cultivo

La Figura 66 muestra 13 potenciales riesgos o impactos ambientales que pueden generarse en las tres fases y 17 actividades asociadas al cultivo. Se agruparon en tres categorías: (i) por demanda de recursos; (ii) por afectación a ecosistemas, especies y dinámicas ecológicas; y (iii) por contaminación, y según tres niveles: alto, medio o bajo.

Como ya se mencionó en el Capítulo 1, **entre los principales impactos ambientales que puede tener un nuevo proyecto palmero están la deforestación, la transformación o deterioro de otras áreas de importancia ambiental, y la afectación a la dinámica hídrica de la región.**

El riesgo de que estos impactos se presenten aumenta significativamente si no se tienen en cuenta en los análisis de factibilidad para seleccionar y adquirir el predio para el nuevo cultivo, o si no se contemplan las áreas de conservación en el diseño detallado del proyecto productivo. Por lo anterior, su magnitud fue calificada como alta para las primeras tres actividades del desarrollo de proyectos palmeros, como se aprecia en la tabla.

Sin embargo, es durante la preparación del terreno y la construcción de vías, canales de riego y drenaje e infraestructura que se puede presentar el impacto por transformación de bosques u otras áreas de importancia ambiental, o por afectación a la dinámica hídrica. Por ello la importancia de que se considere y se respete fielmente el diseño detallado del

proyecto, en especial la delimitación de sus áreas de conservación por pequeñas que sean.

La operación y manejo del cultivo también pueden generar impactos sobre bosques y otras áreas de importancia ambiental, especialmente por el uso de agroquímicos para el control fitosanitario y en las labores culturales, o como consecuencia del manejo del agua. La conservación de dichas áreas requiere de estrictos protocolos para evitar su afectación por sustancias tóxicas, tener en cuenta sus requerimientos hídricos y prevenir afectaciones por escasez o exceso de agua.

Otro potencial impacto ambiental significativo es su huella hídrica y consecuente afectación a la disponibilidad de agua para la población vecina u otras actividades económicas. Este riesgo se puede prevenir o mitigar con decisiones acertadas sobre la ubicación del proyecto según la oferta y demanda hídrica en la cuenca, y con un adecuado diseño e implementación de infraestructura, tecnologías y prácticas que permitan monitorear y mejorar la eficiencia del uso del agua en el cultivo.

En cuanto a la huella ecológica por demanda de combustibles fósiles, se asocia principalmente con las labores de preparación del terreno y de transporte interno de fruto y hacia la planta de beneficio.

Todas las actividades del cultivo, iniciando por la preparación del terreno en la fase de diseño y establecimiento, hasta el transporte de fruto a la planta de beneficio, tienen algún grado de riesgo laboral. Algunas inclusive, requieren capacitaciones específicas como por ejemplo los trabajos en alturas o la manipulación de agroquímicos, sustancias tóxicas o residuos peligrosos. Y todas precisan el uso de equipos de protección

personal. Por ello, en la Figura 66 se evidencia el potencial impacto sobre la salud humana en estas labores, con mayor énfasis en el manejo fitosanitario y la polinización, por la exposición a sustancias peligrosas.

Durante la preparación del terreno y la construcción de infraestructura, vías y canales de riego y drenaje, se pueden generar impactos significativos por contaminación al agua o al suelo, o por afectación a ecosistemas y especies. Una adecuada planificación permite implementar acciones de manejo que los prevengan o minimicen.

El uso excesivo o inadecuado de agroquímicos y otras sustancias tóxicas, o el mal manejo o disposición de residuos ordinarios y peligrosos, también conlleva un alto riesgo por contaminación al agua y al suelo. Como se muestra en la Figura 66, varias actividades de la operación y manejo del cultivo tienen señalado este potencial efecto, mitigable con una directriz clara, protocolos y prácticas que favorezcan el uso justificado y apropiado de agroquímicos por parte de personal capacitado.

Los mayores impactos por contaminación al aire se relacionan con el material particulado que se genera durante la preparación del terreno, la construcción de infraestructura, vías y canales, y el transporte interno del fruto y hacia la planta de beneficio.

Finalmente, **la mayor contribución a la huella de carbono se puede presentar durante el cambio de uso del suelo, si se reemplazan bosques, humedales, turberas u otras coberturas con alto contenido de carbono.** Si la nueva siembra de palma sustituye cultivos transitorios, pastos u otras coberturas con bajo contenido de carbono, la huella de carbono resultante



Figura 66. Evaluación de potenciales riesgos e impactos ambientales en el cultivo

■ Riesgo/impacto potencial ALTO
 ■ Riesgo/impacto potencial MEDIO
 ■ Riesgo/impacto potencial BAJO

POTENCIALES RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Fase	Actividad	Por demanda de recursos			Por afectación a ecosistemas, especies y dinámicas ecológicas				Por contaminación					
		Huella hídrica	Huella ecológica por demanda de combustibles fósiles	Afectación a disponibilidad de agua para otros usuarios	Deforestación o degradación de bosques	Afectación a áreas de importancia ambiental	Afectación a dinámica hídrica	Afectación a estructura física del suelo	Contaminación al aire	Contaminación al agua	Contaminación al suelo	Afectación a la salud humana	Afectación a salud de ecosistemas y especies	Huella de carbono
Factibilidad	Análisis viabilidad y factibilidad	Medio	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Bajo		Medio			Medio	Alto
	Estudios previos	Medio	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio		Bajo			Bajo	Medio
	Diseño detallado	Medio	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Bajo		Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Diseño y establecimiento	Preparación del terreno	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto
	Construcción infraestructura	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio
	Vivero	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo
	Establecimiento	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio			Medio	Medio	Bajo	Bajo
Operación	Labores culturales	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Medio
	Manejo nutricional	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto
	Manejo del agua	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Bajo
	Manejo fitosanitario	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
	Polinización	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo
	Manejo de semovientes	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio		Alto		Medio	Alto	Bajo
	Manejo de biodiversidad y SE	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo				Medio	Bajo	Bajo
	Instalaciones y mantenimiento	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio
	Cosecha	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto				Medio	Medio	Bajo
	Transporte	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto		Medio	Bajo	Medio	Alto

Fuente: elaboración propia.

será negativa (el balance neto será de captura de carbono en el cultivo durante su ciclo productivo). Aunque **este riesgo es crítico en la fase de planificación del nuevo proyecto en la que se define su ubicación**, el impacto de la huella de carbono por cambio de uso del suelo se materializa durante la preparación del terreno. Es por ello, que estas dos actividades están señaladas en la tabla con alto grado de impacto potencial.

Las otras dos actividades que más contribuyen a la huella de carbono son el manejo nutricional (por el uso de fertilizantes nitrogenados) y el transporte de fruto (por el empleo de combustibles fósiles).

3.6.2 Beneficio

En la Figura 67 se presentan 13 potenciales riesgos o impactos ambientales que pueden generarse en las tres fases y 17 actividades asociadas al beneficio del fruto de la palma de aceite. Se agruparon en tres categorías: (i) por demanda de recursos; (ii) por afectación a ecosistemas, especies y dinámicas ecológicas; y (iii) por contaminación, y según tres niveles: alto, medio o bajo.

La huella hídrica de una planta de beneficio está determinada principalmente por los módulos de generación de vapor y de extracción de APC, que así mismo son los mayores demandantes de energía eléctrica. También es significativo su consumo en los módulos de recuperación de almendra, extracción de aceite de palmiste y generación de energía por cogeneración y con biogás.

A pesar de esto, durante el diseño detallado de la planta de beneficio se pueden evaluar alternativas tecnológicas y de diseño de procesos que

sean intrínsecamente más eficientes en el uso de dichos recursos naturales. Si bien algunas de estas tecnologías pueden requerir una mayor inversión inicial por el costo de los equipos, el menor valor por consumo de agua y de energía puede hacerla económicamente viable.

En una planta de beneficio no se utilizan de forma significativa combustibles fósiles, a menos que esté localizada en un lugar no conectado a la red de interconexión eléctrica, y sea necesario emplear plantas generadoras de energía eléctrica a partir de este combustible. Las decisiones de ubicación y de la tecnología a usar, determinarán en gran medida su huella ecológica por demanda de este tipo de recursos naturales no renovables.

En cuanto a los **riesgos e impactos por contaminación, el de mayor gravedad potencial es la del agua y su efecto negativo sobre ecosistemas y especies**. En todos los módulos de producción y de servicios se generan aguas residuales con carga contaminante, especialmente en el de extracción de APC. Por ello la importancia de contar con un STAR que reduzca esta carga contaminante a niveles aceptables para su vertimiento en los cuerpos de agua. **Si el cuerpo de agua receptor tiene una baja capacidad de asimilación durante todo el año o en época de verano, la severidad del impacto es mucho mayor.** En este sentido, la decisión de localización de la planta puede influir significativamente en la magnitud de este.

Las plantas de beneficio también originan diversidad de residuos ordinarios y peligrosos, cuyo inadecuado manejo y disposición puede resultar en contaminación al suelo y al agua, y afectación a ecosistemas y especies. Cabe resaltar el volumen de desechos que se producen durante su construcción, en las actividades de mantenimiento de maquinaria, equipos e infraestructura, y en las instalaciones de servicios

(casino, alojamientos, oficinas y laboratorio). Por otra parte, la biomasa resultante del proceso (tusas, fibra, cuesco, cenizas, lodos de fondo del STAR), igualmente puede afectar suelos y agua si no se almacena adecuadamente para su posterior aprovechamiento.

La principal fuente de contaminación al aire es el material particulado (MP), derivado de la combustión de biomasa en la caldera. Entre más eficiente sea dicha combustión, menos MP se generará. Por otra parte, la quema de combustibles fósiles, en los casos que ya fueron descritos, también produce emisiones atmosféricas significativas.

Todos los módulos y actividades del proceso conllevan un riesgo para la salud de los trabajadores y requieren del uso de equipos de protección personal. En especial, aquellas en las que se manipulan sustancias o residuos peligrosos, el trabajo en alturas o la exposición a altas temperaturas, como es el caso de los módulos de recuperación de almendra, generación de vapor, laboratorio y mantenimiento.

Por último, la huella de carbono del proceso de extracción de aceite de palma se asocia principalmente con las emisiones de metano (CH₄)²¹, producto de la descomposición de materia orgánica en los STAR, y con la quema de combustibles fósiles, en los casos que sean utilizados. Esta huella se reduce drásticamente si se captura el metano para la autogeneración de energía eléctrica, y aún más si los excedentes de energía reemplazan el uso de combustibles fósiles.

²¹ El potencial de calentamiento global del gas metano es 28 veces mayor que el del dióxido de carbono (CO₂) en un periodo de 100 años.

Figura 67. Evaluación de potenciales riesgos e impactos ambientales del beneficio de fruto de palma de aceite

■ Riesgo/impacto potencial ALTO

■ Riesgo/impacto potencial MEDIO

■ Riesgo/impacto potencial BAJO

POTENCIALES RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Fase	Actividad	Por demanda de recursos				Por afectación a ecosistemas, especies y dinámicas ecológicas			Por contaminación					
		Huella hídrica	Huella de energía	Huella ecológica por demanda de combustibles fósiles	Afectación a disponibilidad de agua para otros usuarios	Deforestación	Afectación áreas de importancia ambiental	Afectación a dinámica hídrica	Contaminación al aire	Contaminación al agua	Contaminación al suelo	Afectación a la salud humana	Afectación a salud de ecosistemas y especies	Huella de carbono
Factibilidad	Análisis viabilidad y factibilidad													
	Diseño detallado													
Diseño y construcción	Preparación del terreno													
	Construcción de la planta e infraestructura													
	Puesta a punto													
	Extracción APC													
Operación	Recuperación de APC													
	Recuperación de almendra													
	Extracción aceite de palmiste													
	Tratamiento agua de proceso													
	GEE Planta diésel													
	GEE Cogeneración													
	GEE Biogás													
	Generación de vapor													
	Laboratorio													
	Infraestructura y mantenimiento													
	STAR													

Fuente: elaboración propia.

4

Lineamientos para un Plan de Manejo Ambiental enfocado al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad

Este capítulo presenta un conjunto de lineamientos para la elaboración, implementación y seguimiento a un Plan de Manejo Ambiental (PMA) enfocado al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad.

Está orientado más específicamente a las personas o equipos responsables de la gestión ambiental en las empresas palmeras.

Anteriormente, los PMA se formulaban siguiendo la misma estructura de la normatividad ambiental, es decir, con capítulos específicos por recurso natural o aspecto ambiental: agua, aire, suelo, biodiversidad, residuos. Esta estructura permitía hacerle un seguimiento más específico al cumplimiento de la reglamentación y se adaptaba bien al alcance de una gestión ambiental con enfoque reactivo. Sin embargo, **no es tan apropiada cuando se concibe para responder a objetivos de una gestión ambiental más proactiva**, tales como reducir la huella ecológica, aumentar la ecoeficiencia o mejorar el desempeño ambiental.

En esta guía, la gestión ambiental en el sector palmero se ha enmarcado en un enfoque estratégico, estructurando el PMA en torno al cumplimiento de los siguientes seis Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia:



Comportamiento ético, legal y transparente



Cero deforestación y no transformación de áreas con AVN



Palmicultura armónica con el entorno natural y la biodiversidad



Uso adecuado y eficiente del agua, suelo y energía



Prevención y mitigación de la contaminación



Generación de valor a partir de la biomasa

En las secciones 4.1 a la 4.6, se explica en mayor detalle qué se entiende por cada uno de estos principios y a qué objetivos específicos le apuntan, y se presentan algunos lineamientos clave para ese propósito.

Igualmente se exponen algunos indicadores que pueden ser de utilidad para hacer seguimiento a estos principios de sostenibilidad y reportar avances y logros a la alta dirección de la empresa palmera, o para la elaboración de informes de sostenibilidad para conocimiento de sus grupos de interés. En el Anexo 2 se incluye una tabla resumen de estos indicadores.

Cabe anotar que la formulación e implementación del PMA se realiza de forma coordinada con el Plan de Manejo Social, en especial la comunicación y relacionamiento con las comunidades vecinas, para tener un monitoreo permanente de sus necesidades y posibles afectaciones del proyecto palmero sobre su entorno natural y medios de vida.

4.1 Cumplimiento legal ambiental

El cumplimiento de la normatividad ambiental es el primer paso hacia la sostenibilidad, y un mínimo no negociable que todo palmicultor y empresa palmera debe acatar y demostrar a través de evidencias.

En la sección 1.5.4 se explicó que los requerimientos legales han sido tradicionalmente el primer motivador para que las empresas y

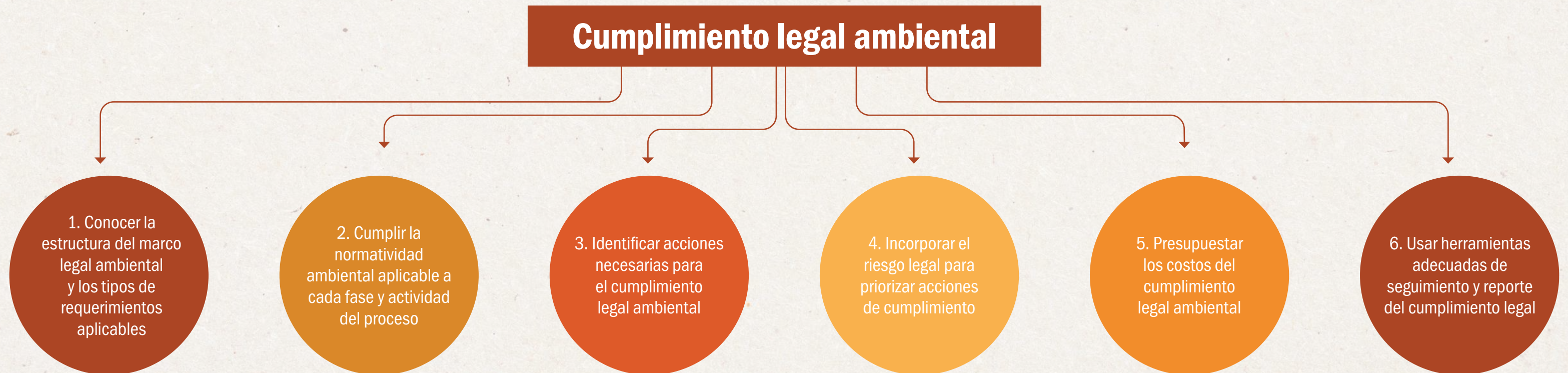
actividades productivas implementen planes y programas de gestión ambiental. Los beneficios de un adecuado cumplimiento legal ambiental incluyen:

- Menor riesgo reputacional por incumplimiento legal y por la generación de impactos ambientales.
- Evitar costos de multas o sanciones ambientales.

- Mejor posicionamiento, reputación y relacionamiento con sus grupos de interés, como las comunidades vecinas, autoridades ambientales y medios de comunicación.

La Figura 68 presenta **seis aspectos que deben considerarse para formular un Plan de Cumplimiento Legal Ambiental en una empresa palmera.**

Figura 68. Aspectos clave para elaborar e implementar un Plan de Cumplimiento Legal Ambiental



Conocer la estructura del marco legal ambiental colombiano y los tipos de requerimientos aplicables

El primer paso para dar cumplimiento a la normatividad ambiental es entender cómo está organizada y clasificada. El marco legal ambiental en Colombia es variado y está en constante cambio. **Gran parte gira en torno a los recursos naturales:** agua, aire, suelo, recursos forestales y biodiversidad. También hay algunas normas que

establecen la necesidad de adelantar registros ambientales, como se muestra en la Figura 69.

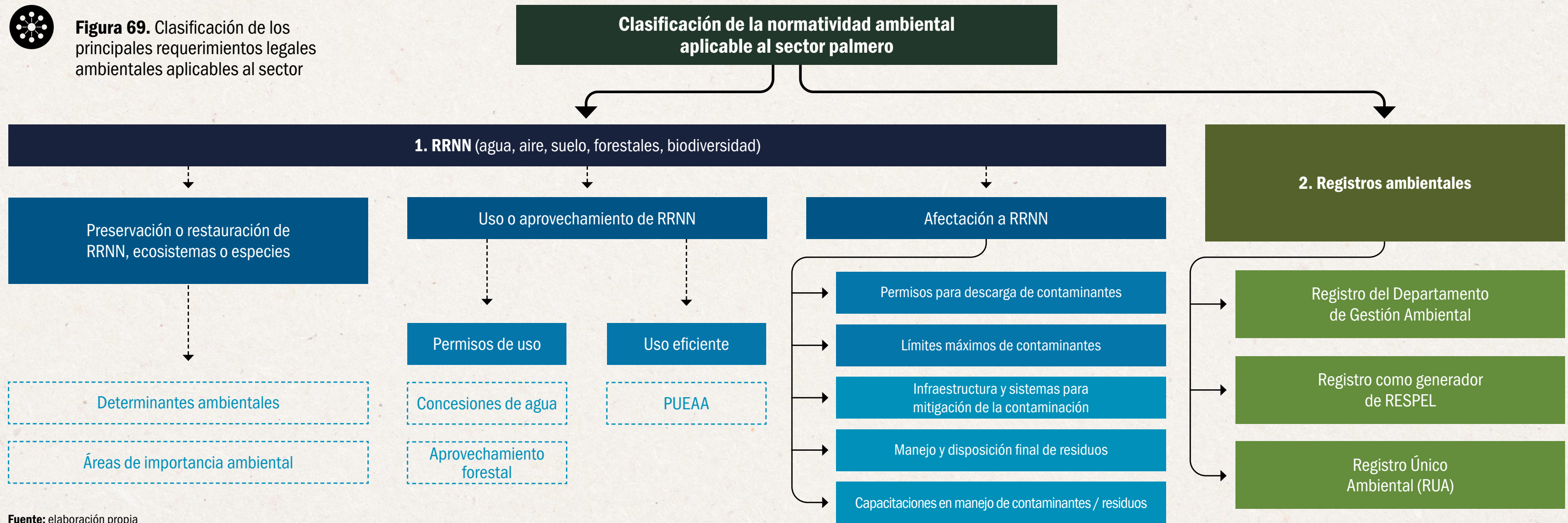
El grueso de la normatividad ambiental, asociada a los recursos naturales (RRNN), tiene a su vez tres grandes tipos de requerimientos:

- a. De preservación o restauración de RRNN, especies o ecosistemas. Nuestro marco legal ambiental contempla la protección, preservación o restauración de algunas áreas, ecosistemas, especies o recursos naturales, como los bosques o páramos, y otros deter-

minantes ambientales como las rondas hídricas y los nacimientos de agua.

- b. De uso o aprovechamiento de RRNN. Para la utilización de algunos recursos naturales es necesario obtener concesiones, permisos o autorizaciones expedidas por la autoridad ambiental competente, como las concesiones de agua superficial o subterránea. Algunos pueden ser otorgados por única vez o renovados periódicamente. Hay requerimientos que buscan mejorar la eficiencia en el uso de dichos recursos naturales, como el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA).

Figura 69. Clasificación de los principales requerimientos legales ambientales aplicables al sector



Fuente: elaboración propia

- c. Por afectación a los RRNN. En muchos casos, es necesario contar con un permiso o autorización de la autoridad ambiental para emitir o hacer descargas de contaminantes con potencial afectación a los RRNN, tales como los permisos de emisiones atmosféricas y de vertimientos a cuerpos de agua. La normatividad exige cumplir con parámetros y límites máximos permisibles de estas descargas. Por otra parte, hay requerimientos que establecen medidas específicas para prevenir o mitigar la contaminación generada por procesos productivos, como la instalación de sistemas de control de emisiones atmosféricas, STAR o sistemas/infraestructura en caso de derrames de hidrocarburos u otras contingencias. También existen regulaciones para la gestión integral y disposición final de residuos sólidos y peligrosos, para los que es obligatorio capacitar al personal en el manejo seguro de los mismos.

En cuanto a los registros ambientales, en ellos se documenta y comparte información con la autoridad sobre la gestión ambiental realizada en torno al uso de materias primas o recursos naturales, y a la generación de residuos. Los de mayor aplicabilidad para la agroindustria de la palma de aceite son:

- Registro del Departamento de Gestión Ambiental (DGA) de la empresa.
- Registro de generador de residuos peligrosos, que aplica para toda actividad que los produzca y que se clasifique como pequeño, mediano o gran generador.
- Registro Único Ambiental (RUA), que aplica para actividades productivas de manufactura, como es el caso de las plantas de beneficio de aceite de palma.

El Plan de Cumplimiento Legal Ambiental (PCLA) puede estar estructurado por recursos naturales, de la misma forma que lo está la reglamentación ambiental en Colombia. En el Anexo 1, se presenta una matriz detallada de requerimientos legales ambientales para el cultivo de palma de aceite y las plantas de beneficio. Aunque su estructura se basa en los RRNN, cada palmicultor o empresa palmera puede adaptarla a la cantidad y al tipo de obligaciones que les sean aplicables.

Cumplir con la normatividad ambiental aplicable en cada fase y actividad del proceso productivo

Un segundo aspecto clave para el Plan de Cumplimiento Legal Ambiental, es tener claridad del momento en que se debe acatar cada requerimiento ambiental, según las fases de desarrollo del proyecto palmero descritas en la sección 3.1.

Como se explicó en la sección 3.6, muchos riesgos y potenciales impactos ambientales de los cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio se pueden prevenir con una adecuada gestión ambiental (incluyendo el cumplimiento de requerimientos legales) durante sus fases de planificación y diseño.

La matriz del Anexo 1 identifica en cuál fase del proyecto palmero se debe cumplir cada requerimiento. La Tabla 8 muestra con mayor detalle los de las fases de planificación y diseño, discriminados por cada una de sus actividades.



Tabla 8. Requerimientos legales aplicables en las fases de planificación y diseño de cultivos y plantas de beneficio

Fase	Cultivos	Plantas de beneficio
Planificación	Análisis de factibilidad y viabilidad	
	Estar ubicado dentro de la Frontera Agrícola Nacional	
	Identificar la viabilidad del uso del suelo para el cultivo y la planta de beneficio	
	(Ley 388/97; Ley 99/93 y Decretos reglamentarios 1076 y 1977 de 2015)	
	No establecerse en áreas con exclusiones legales para proyectos agrícolas o agroindustriales	
	Conservar y proteger los determinantes ambientales y otras áreas de importancia ambiental	
	NO deforestar	
	Conservar y proteger las coberturas forestales	
	Certificado de compatibilidad del uso del suelo con el POT/EOT/PBOT	
	Diseño y establecimiento	Estudios previos
Permiso de estudio con fines de investigación científica no comercial en diversidad biológica		NA
Permiso de recolección de material biológico con fines de investigación no comercial		
Diseño detallado del predio y de su infraestructura		
Garantizar que los diseños conserven y protejan los determinantes ambientales, coberturas boscosas y otras áreas de importancia ambiental		
Preparación del terreno		
Permiso de aprovechamiento forestal		
Gestionar los residuos generados (ordinarios, peligrosos y especiales) de forma ambientalmente segura		
Implementar un plan de manejo para sustancias químicas		
Construcción de vías, canales e infraestructura		
Gestionar los residuos generados (ordinarios, peligrosos y especiales) de forma ambientalmente segura		Construcción de la planta de beneficio e infraestructura de servicios
		Gestionar los residuos generados (ordinarios, peligrosos y especiales) de forma ambientalmente segura
		Implementar un plan de manejo para sustancias químicas
Previvero y vivero		
Concesión de aguas para riego en el vivero		Puesta a punto de la planta de beneficio
Gestionar los residuos generados (ordinarios, peligrosos y especiales) de forma ambientalmente segura	Concesión de aguas	
	Permiso de ocupación de cauce para la captación de agua	
Establecimiento del cultivo y coberturas	Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua	
Concesión de aguas para riego en el cultivo	Permiso de vertimientos de ARnD	
Permiso de ocupación de cauce para la captación de agua	Permiso de vertimientos de ARD	
Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua	Cumplir los límites máximos permisibles para vertimientos de ARD y ARnD	
Permiso de vertimientos de ARD	Permiso de emisiones atmosféricas	
	Cumplir con los límites máximos de emisiones atmosféricas	
	Implementar un plan de gestión integral de los residuos generados (ordinarios, peligrosos y especiales)	
	Manejo adecuado de sustancias químicas	

Fuente: elaboración propia

Identificar las acciones necesarias para el cumplimiento legal ambiental

Un tercer aspecto relevante para el Plan de Cumplimiento Legal Ambiental es identificar todas las acciones que será necesario llevar a cabo para dar cumplimiento a cada requerimiento.

Como se muestra en la Figura 70, el acatamiento de la normatividad ambiental puede requerir una o más de las siguientes acciones: realizar trámites para el otorgamiento de un permiso o autorización; contratar o desarrollar estudios de diagnóstico o monitoreo; elaborar y cumplir planes o programas de manejo o mejoramiento; diligenciar registros; contar con certificados y otras evidencias documentales; pagar tasas por uso o afectación de RRNN; y contar con equipos, tecnología o infraestructura para un adecuado manejo ambiental.

La elaboración del Plan de Cumplimiento Legal Ambiental requiere identificar todas las acciones necesarias para dar cumplimiento a cada requerimiento aplicable al cultivo o planta de beneficio. De esta forma se podrá definir un cronograma, presupuesto y responsables de cada acción.

Considerar el riesgo legal para la priorización de acciones de cumplimiento

Un aspecto muy importante para proyectar un Plan de Cumplimiento Legal Ambiental es considerar el riesgo legal y reputacional asociado al incumplimiento de cada requerimiento aplicable. Si bien todos son de obligatorio cumplimiento, no todos conllevan el mismo riesgo.

Por ello, es necesario identificar el riesgo asociado a cada uno y definir una hoja de ruta que priorice el cumplimiento de los de mayor importancia. De esta forma, también se podrá presentar con mayor efectividad el estado de cumplimiento legal ante la alta dirección, precisar la relevancia de cada tema y dar prioridad en la asignación de recursos por niveles de riesgo.



Figura 70. Tipos de acciones necesarias para el cumplimiento de requerimientos legales ambientales

<p>Cumplimiento de trámites para otorgamiento de permisos, concesiones o autorizaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizan ante la autoridad ambiental y comprenden una serie de actividades. • Antes de iniciar el trámite, se debe contar con los estudios de diagnóstico o línea de base, y con toda la información requerida para la evaluación de la solicitud. • Se debe diligenciar el Formulario Único Nacional de Solicitud para cada tipo de permiso, pagar los servicios de evaluación y atender las visitas de inspección. • El trámite concluye con la obtención del acto administrativo que otorga o niega la solicitud. • Las obligaciones estipuladas en el permiso serán objeto de seguimiento y control por parte de la autoridad ambiental.
<p>Estudios de diagnóstico o monitoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos estudios brindan información sobre la disponibilidad y demanda esperada de un recurso, insumos clave para que la autoridad ambiental determine si es viable otorgar una concesión de agua (ej: Informes de pruebas de bombeo de aguas subterráneas). • Otros como la Evaluación ambiental del vertimiento, le permiten determinar si puede otorgar un permiso acorde con la capacidad de asimilación del cuerpo receptor. • Los estudios de dispersión de contaminantes permiten analizar el potencial impacto de las emisiones sobre la población, antes de otorgar un permiso de emisiones. • Los estudios de monitoreo ayudan a verificar el cumplimiento de parámetros y límites máximos de contaminantes, y la viabilidad de prorrogar permisos de emisiones o vertimientos.
<p>Planes y programas de manejo o mejoramiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La autoridad ambiental puede exigir la presentación de un Plan de Manejo Ambiental para toda la operación, cubriendo los requerimientos legales ambientales aplicables. • Algunos planes y programas son requeridos por normativas específicas, como el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) o el Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR). • En ellos se debe definir cómo se usará eficientemente el agua concesionada o qué medidas se implementarán para dar manejo seguro a los residuos o sustancias contaminantes. • Algunos planes o programas son requisito indispensable para el otorgamiento de permisos y también, pueden ser objeto de seguimiento por parte de la autoridad ambiental.

<p>Diligenciamiento de registros</p>	<ul style="list-style-type: none"> Según su actividad económica o tamaño, algunas empresas o productores están obligados a registrarse en ciertas plataformas de control definidas por la autoridad ambiental. Los tres principales registros aplicables al sector palmero son los del DGA, RUA y como generador de RESPEL. Una vez se ha realizado el registro por primera vez, será necesario diligenciar información específica cada año o con la periodicidad que defina la autoridad ambiental.
<p>Certificados o evidencias documentales</p>	<ul style="list-style-type: none"> El cumplimiento de algunos requerimientos debe soportarse mediante la existencia de certificados u otras evidencias documentales. Un ejemplo son los certificados de disposición final de residuos peligrosos, que deben ser presentados ante la autoridad ambiental cuando sean requeridos.
<p>Pago de tasas por uso o afectación de RRNN</p>	<ul style="list-style-type: none"> La normatividad ambiental colombiana definió el pago de tasas por concepto de uso o afectación de los RRNN. Como ejemplo, los usuarios con concesiones de agua tienen la obligación de pagar la Tasa por Uso del Agua (TUA), y quienes realizan vertimientos a cuerpos de agua deben pagar la Tasa Retributiva. Estas tasas se consideran medidas compensatorias en el marco de la administración de los RRNN como bienes públicos de la nación.
<p>Infraestructura, equipos y tecnologías para el adecuado manejo ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> El uso eficiente de RRNN, la prevención y mitigación de la contaminación ambiental y el adecuado manejo de sustancias peligrosas, requiere contar con infraestructura, equipos o tecnologías apropiadas para ello. Algunos ejemplos incluyen los sistemas de control de emisiones, STAR, bodegas de almacenamiento de residuos ordinarios y peligrosos, las unidades sépticas para aguas residuales domésticas, la infraestructura de captación de agua o los medidores de consumo de agua. Es necesario garantizar el adecuado diseño, operación y mantenimiento de esta infraestructura y equipos, y que estén cumpliendo el propósito para el cual fueron instalados.
<p>Capacitaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> Por su potencial impacto sobre la salud humana, las personas que manipulen sustancias o residuos peligrosos deben tener una capacitación previa. Estas capacitaciones deben ser impartidas por entidades o personas acreditadas para ello y la autoridad ambiental podrá exigir los registros de dichas capacitaciones.

Además del riesgo reputacional, el incumplimiento de la normatividad ambiental acarrea problemas legales que pueden derivarse en infracciones y/o delitos. Si la autoridad ambiental llegase a comprobarlos, tendría la facultad de iniciar un proceso sancionatorio que podría implicar sanciones administrativas e incluso procesos de tipo penal y civil²². Algunas de las consecuencias que se derivan por acciones u omisiones verificadas como infracción, daño o delito ambiental, son las siguientes:

- Sanción administrativa.** Implica multas diarias hasta por 5.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV); el cierre temporal o definitivo del establecimiento, edificación o servicio; la revocatoria o caducidad de licencia ambiental, autorización, concesión, permiso o registro; o el trabajo comunitario según sea establecido por la autoridad ambiental (Decreto 3678/2010, Art. 2)²³.
- Suspensión de la operación.** Medida preventiva que conlleva una amonestación escrita, decomiso y aprehensión y suspensión de obra, proyecto o actividad, por un tiempo determinado (Ley 1333/2009, Art. 36).
- Solicitud de requerimientos de inmediato cumplimiento.** Acciones de ejecución inmediata que tienen carácter preventivo y transitorio, y surten efectos inmediatos. Contra ellas no procede recurso alguno y se aplican sin perjuicio de las sanciones a que hubiere lugar (Ley 1333/2009, Art. 32).

²². La Ley 1333 de 2009 establece el procedimiento sancionatorio ambiental. El Artículo 40, reglamentado por el Decreto 3678 de 2010, define las sanciones que podrá imponer la autoridad ambiental al responsable de la infracción ambiental.

²³. El Decreto 3678 de 2010 establece los criterios para la imposición de las sanciones consagradas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009, y en su Artículo 2 define los tipos de sanciones que podrá imponer la autoridad ambiental.

Los procesos civiles y penales que se enfrentan por daños o delitos ambientales son:

- **Civiles de tipo extracontractual.** Obligación de reparar un daño causado al medioambiente o a un tercero, producido como consecuencia de una conducta negligente o ilícita, o simplemente por la producción del daño. Excepcionalmente se considera también por superación de la capacidad de carga del medioambiente.
- **Civiles de tipo contractual.** Obligación de reparar un perjuicio como consecuencia del daño ambiental producido a un tercero, en virtud de la violación a una cláusula contractual de contenido ambiental.
- **Penales.** Surge por la realización de una conducta definida como hecho punible en el Código Penal (Ley 1453/2011). Las penas relacionadas se describen en la Tabla 9.

Es importante que cada productor o empresa palmera evalúe el riesgo asociado al incumplimiento de cada requerimiento legal ambiental aplicable. **La asignación del nivel de riesgo es subjetiva, en tanto no existe tal concepto en la normatividad ambiental. Esta guía ha identificado los siguientes tres niveles:**

- **Muy alto:** Posible sanción administrativa e investigación penal.
- **Alto:** Posible suspensión temporal de la operación del cultivo o de la planta de beneficio.
- **Moderado:** Posible solicitud de requerimientos de inmediato cumplimiento.

La matriz del Anexo 1 incluye una columna en la que se ha asignado un nivel de riesgo a cada requerimiento legal aplicable a cultivos o plantas de beneficio. Esta información es de carácter orientador, en tanto cada autoridad ambiental puede darle mayor prioridad al cumplimiento de

unos sobre otros, según el estado de los recursos naturales y el tipo de presiones que los estén afectando en su jurisdicción. Así mismo, se deben tener en cuenta las particularidades de la empresa/cultivo/planta de beneficio.

Tabla 9. Penas correspondientes a delitos ambientales

Delito	Pena (meses de prisión)	Multa (SMMLV)
Aprovechamiento ilícito de recursos naturales	60 - 135	43.750
Tráfico de fauna	60 - 135	40.000
Caza ilegal	16 - 54	937
Pesca ilegal	48 - 108	50.000
Manejo ilícito de especies exóticas	48 - 108	18.750
Deforestación	60 - 144	50.000
Promoción y financiación de la deforestación	96 - 180	50.000
Manejo y uso ilícito de organismos genéticamente modificados, microorganismos y sustancias o elementos peligrosos	60 - 108	18.750
Daños a los recursos naturales y ecocidio	60 - 135	18.750
Contaminación ambiental	69 - 140	50.000
Invasión de áreas de especial importancia ecológica	48 - 144	50.000
Financiación de invasión de áreas de especial importancia ecológica	96 - 180	50.000
Apropiación ilegal de baldíos de la nación	60 - 144	50.000
Financiación de la apropiación ilegal de baldíos de la nación	96 - 180	50.000

Fuente: Ley 2111 del 29 de julio de 2021

Presupuestar adecuadamente los costos del cumplimiento legal ambiental

Para definir el Plan de Cumplimiento Legal Ambiental, resulta clave realizar un adecuado presupuesto de los costos e inversiones requeridas para acatar los requerimientos aplicables.

Hay dos tipos de costos asociados:

1. Los de las acciones necesarias para cumplirlos.
2. Los que se evitan por el incumplimiento legal.

Para presupuestar los primeros, es necesario identificar todas las acciones, según se explicó en la sección 4.1.3. Estos costos pueden variar de forma significativa de acuerdo con las condiciones y proyecciones de cada empresa, el tipo y cantidad de RRNN demandados, su ubicación específica y el tamaño de la operación, entre otros.

En cuanto a los segundos, se deben considerar los costos en que se incurriría por una eventual sanción administrativa y/o medida preventiva que ordene el cierre temporal de las operaciones²⁴. Algunos referentes que podrían tenerse en cuenta para este análisis son los valores por:

1. Un día de cierre de la planta de beneficio.²⁵
2. Un día de no poder cosechar racimos de fruto maduros.

3. No poder utilizar agua para riego en el cultivo por suspensión de la concesión.
4. No poder generar vertimientos en la planta de beneficio.

Por lo general, en el presupuesto de cumplimiento legal ambiental únicamente se tienen en cuenta los costos de las acciones necesarias para ello, sin considerar los del incumplimiento, aunque estos pueden ser mucho mayores y tener un impacto significativo sobre la operación. Así, resulta necesario incluir los dos tipos de costos y asociarlos al nivel de riesgo del incumplimiento legal, para dar una información más completa e integral a los tomadores de decisión.

Usar herramientas de seguimiento adecuadas y reporte del cumplimiento legal

El último lineamiento que se presenta en esta sección es una herramienta de seguimiento y reporte basada en el ciclo de mejora continua (Figura 71). Su usuario principal es la persona o el equipo responsable de la gestión ambiental en el cultivo o planta de beneficio, aunque también muestra algunos indicadores para presentar a la alta dirección.

Para identificar la legislación aplicable, se puede hacer uso de la matriz de requerimientos del Anexo 1, adaptándolas a las condiciones específicas del cultivo o planta de beneficio.

La selección de aspectos a evaluar consiste en identificar las evidencias específicas de cumplimiento, de acuerdo con lo establecido en la legislación. En general, será necesario contar con dos tipos de evidencia:

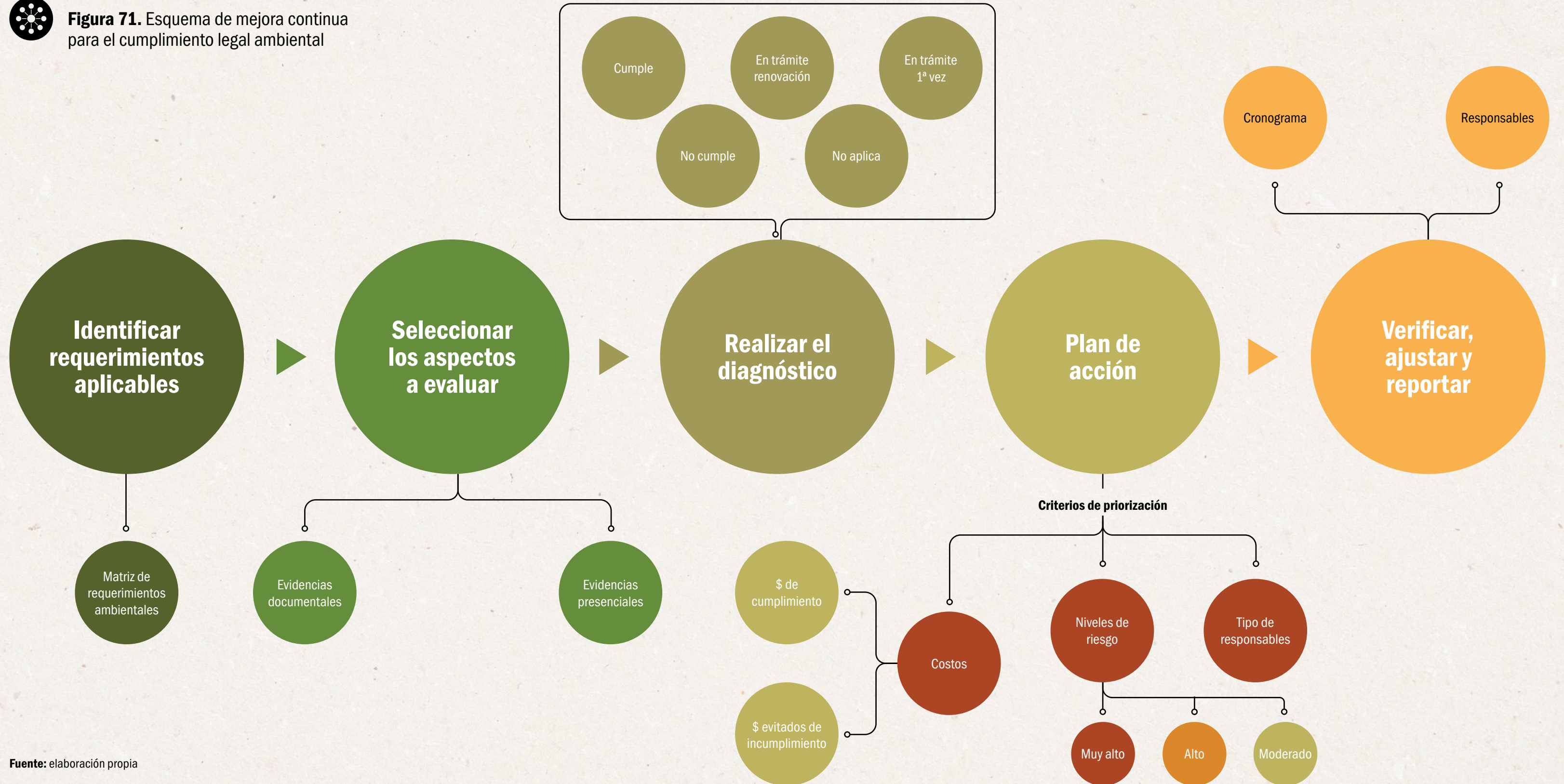
- **Documental.** Documentos que validan el cumplimiento, tales como permisos, concesiones, estudios, monitoreos, registros y radicados ante la autoridad ambiental.
- **Presencial.** Demostración visual o física de que el requerimiento efectivamente se cumple, para lo que podrá ser necesario presentar fotos y videos, o realizar recorridos para verificar la veracidad y las condiciones de la implementación.

El diagnóstico implica evaluar y verificar de forma objetiva cada uno de los requerimientos ambientales aplicables al cultivo y/o planta de beneficio. Para ello, se recomienda tener en cuenta los criterios que aparecen en la Tabla 10.

24. Como ejemplo, en 2011 varias plantas de beneficio de la Zona Oriental se vieron en la obligación de parar completamente su operación durante varios días, por cuenta de una medida preventiva de Cormacarena asociada con una supuesta disposición inadecuada de residuos peligrosos.

25. Cenipalma estimó el costo de tener una planta de beneficio cerrada por incumplimiento legal ambiental en 3,6 USD t⁻¹ APC, que corresponde al valor del procesamiento de RFF en otra planta. Esto también podría implicar otras desventajas, como gastos adicionales por el transporte de RFF y una disminución en el precio de venta del aceite si se afecta su calidad por debajo de las especificaciones (como contenido de ácidos grasos libres, peróxidos y humedad) (Ramírez et al., 2021).

Figura 71. Esquema de mejora continua para el cumplimiento legal ambiental



Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Criterios para evaluar y verificar el cumplimiento de requerimientos legales ambientales

Posibles resultados de la evaluación y verificación de cada requerimiento	Descripción
Cumplido	Existe evidencia documental y/o presencial completa y vigente que lo demuestre.
En trámite por renovación, modificación o aprobación	Se cuenta con evidencia documental del auto de inicio ²⁶ , que demuestra que ya fue reunida toda la información para que la autoridad ambiental evalúe una solicitud de renovación, modificación o aprobación.
En trámite por primera vez	Se cuenta con evidencia del auto de inicio, que comprueba que el requerimiento está en trámite por primera vez ante la autoridad ambiental. Esta situación puede darse cuando el requerimiento no ha sido tramitado anteriormente, o cuando se venció y no fue renovado a tiempo.
No cumplido	No existe suficiente evidencia documental y/o presencial que demuestre el cumplimiento del requerimiento.
No aplica (N/A)	Las características o tamaño de la operación (cultivo o planta de beneficio) no demanda el cumplimiento del requerimiento.

El plan de acción debe contemplar todas las actividades necesarias para cumplir los requerimientos legales ambientales aplicables, incorporando como criterios de priorización los niveles de riesgo según lo expuesto en la sección 4.1.4, los diferentes responsables mencionados en la sección 3.2.2 (operativo, táctico y estratégico) y el presupuesto requerido, incluyendo los dos tipos de costos explicados en la sección 4.1.5.

El monitoreo, verificación y reporte implica definir un cronograma y los responsables de realizar periódicamente auditorías al plan de acción, generar reportes y ejecutar los ajustes necesarios.

Por último, **es importante elaborar y presentar informes periódicos sobre el cumplimiento legal a la alta dirección, para contar con su aval en la identificación de prioridades y asignación de recursos.**

En la Figura 72 se describen tres indicadores que pueden ser útiles en este tipo de reportes.

Fuente: elaboración propia con base en ECS Consultores (2017b)

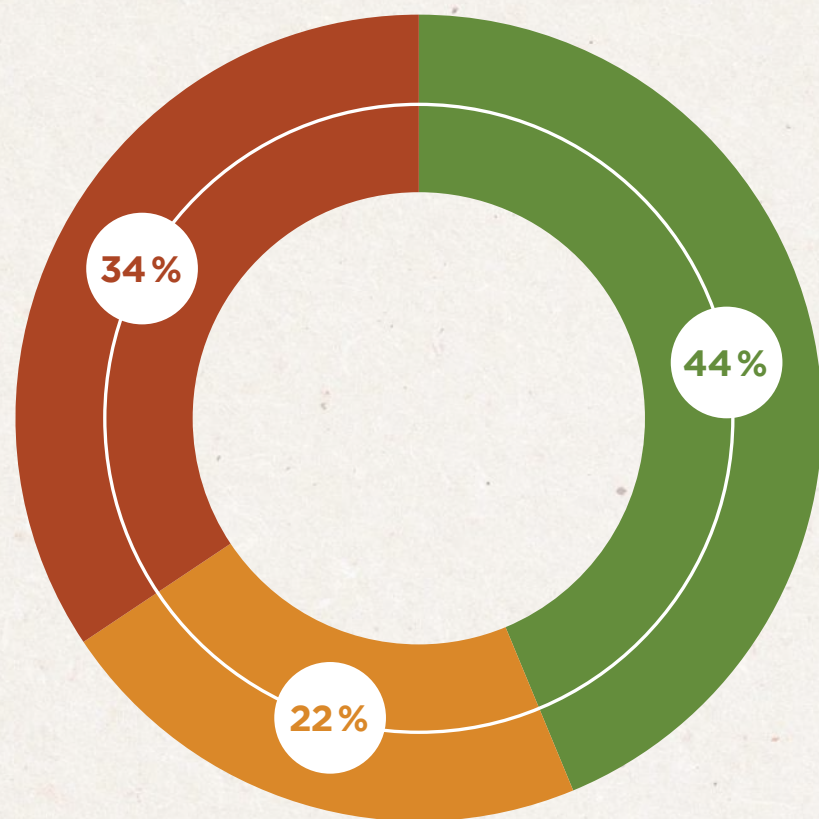
26. Acto administrativo mediante el cual se da inicio al trámite ante la autoridad ambiental y es notificado a la empresa solicitante.



Figura 72. Representación gráfica de tres indicadores de reporte de cumplimiento legal ambiental

■ Requerimientos cumplidos
 ■ Requerimientos en trámite
 ■ Requerimientos no cumplidos

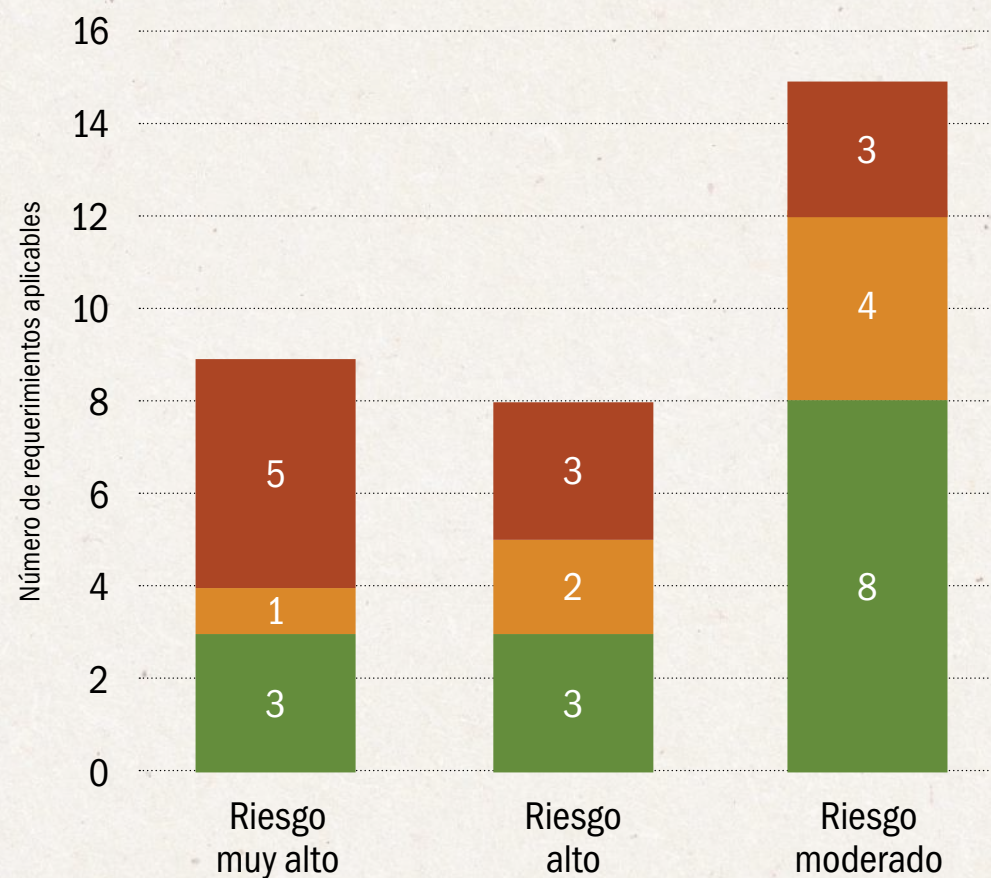
Cumplimiento general de la normatividad ambiental



El primer indicador permite visualizar el estado general de cumplimiento de requerimientos legales ambientales.

En este ejemplo, una tercera parte está en incumplimiento y 22 % aún en trámite.

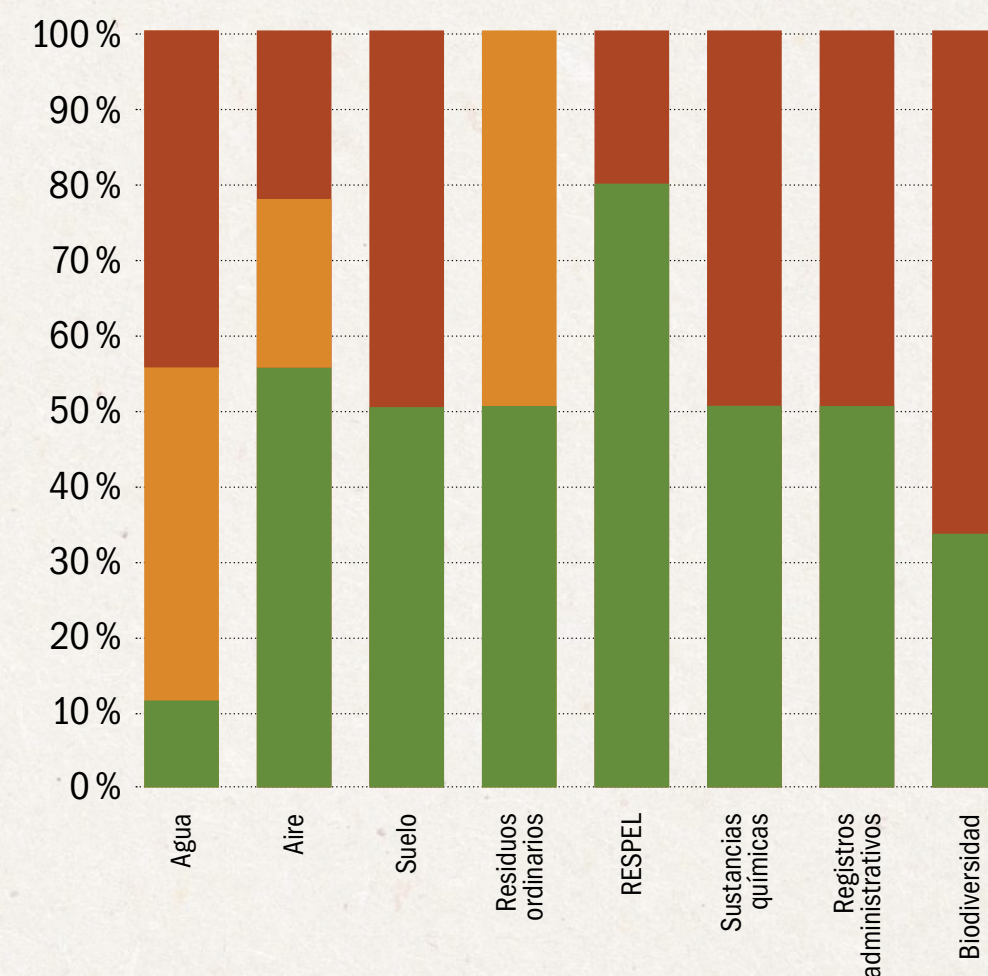
Cumplimiento de la normatividad ambiental por nivel de riesgo



El segundo indicador permite analizar el estado de cumplimiento según el tipo de riesgo.

En este ejemplo se muestra una mayor brecha de cumplimiento frente a requerimientos de riesgo muy alto, evidenciando que la empresa no está priorizando las acciones de cumplimiento por nivel de riesgo.

Cumplimiento de normatividad por tema



El tercer indicador permite visualizar el estado de cumplimiento por temática.

Este ejemplo muestra brechas de cumplimiento iguales o mayores a 50 % en varias temáticas, lo que requiere priorizar acciones de mejora de forma complementaria.

Fuente: elaboración propia a partir de ECS Consultores (2017b)

4.2 Cero deforestación y no transformación de áreas con AVC

Este principio busca evitar que el establecimiento, operación y/o expansión de cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio, conlleven deforestación o transformación de áreas con AVC.

Hasta ahora, este ha sido uno de los principales factores diferenciadores en sostenibilidad del aceite de palma de Colombia.

La **relevancia de este principio** se relaciona con varios aspectos ya mencionados:

- En el ámbito internacional, la agroindustria de la palma de aceite ha sido estigmatizada, entre otros aspectos, por la deforestación y pérdida asociada de biodiversidad que generó la expansión del cultivo en algunos países del Sudeste Asiático.
- Los principales estándares y políticas empresariales de sostenibilidad aplicables al aceite de palma (RSPO, ISCC, RAC y NDPE), tienen principios y requerimientos específicos de no deforestación. Varios de ellos también exigen la no afectación a áreas con AVC.
- En el marco legal colombiano está prohibido desarrollar proyectos agrícolas y pecuarios en áreas de bosque natural, tomando como fecha de corte el 1º de enero de 2011.
- En dicho marco legal, igualmente se contemplan diversas áreas protegidas y otros ecosistemas y determinantes ambientales que deben ser preservados.

El alcance de este principio se refleja en sus **dos objetivos específicos**:

- 1. Prevenir la deforestación o transformación de áreas con AVC por el cambio de uso del suelo** para el establecimiento o expansión de cultivos de palma de aceite o plantas de beneficio.
- 2. Producir aceite de palma libre de deforestación.**

El primero implica desarrollar acciones durante las fases de planificación y diseño de los nuevos proyectos palmeros, mientras que el segundo se implementa principalmente en la de operación y manejo.

4.2.1 Prevenir deforestación o transformación de AVC por cambios de uso del suelo

En las matrices de síntesis de potenciales riesgos e impactos de los cultivos y plantas de beneficio, que se discutieron en la sección 3.6, se mencionó que **en las fases de planificación y diseño de los nuevos proyectos palmeros hay un alto riesgo de generar deforestación o afectación a áreas con AVC**. Para minimizarlo, se recomienda adelantar las siguientes cuatro acciones durante esas etapas:

- Asegurar que el nuevo proyecto esté dentro de la Frontera Agrícola Nacional.
- Evaluar si podría transformar o afectar áreas protegidas del orden nacional, regional o local.



- iii. Analizar si podría llegar a transformar o impactar otras áreas con AVC.
- iv. Identificar a escala detallada las zonas de bosque y aquellas con AVC, incluirlas como áreas de conservación en el diseño detallado del predio y garantizar su protección durante la preparación del terreno.

Asegurar que el nuevo proyecto palmero esté dentro de la Frontera Agrícola Nacional

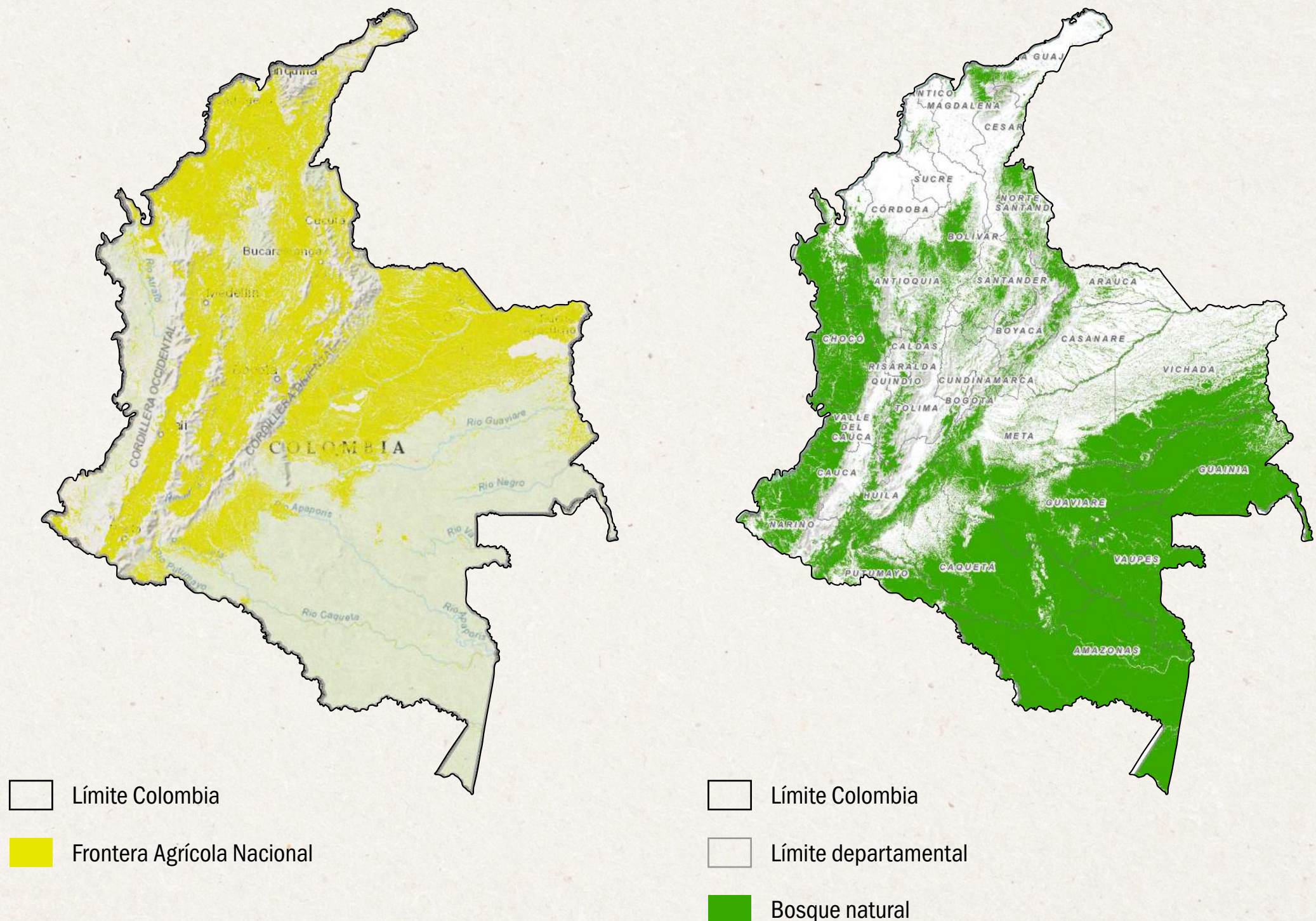
En la sección 1.3 se explicó que la Frontera Agrícola Nacional (FAN) define las áreas en las que está permitido desarrollar proyectos agrícolas, pecuarios y pesqueros en Colombia. Los bosques naturales y las áreas protegidas con exclusión legal para este tipo de actividades no hacen parte de dicha frontera.

Por lo anterior, **la Frontera Agrícola Nacional debería ser el primer insumo de información a consultar en el marco de este principio** (Figura 73).

- El más reciente mapa de la FAN, actualizado por la UPRA a octubre de 2019, se encuentra disponible en: <https://sipra.upra.gov.co/>.
- La FAN excluyó todas las áreas que Colombia tenía en bosque natural a finales de 2010 (ver sección 1.3.2). Si alguna de estas fue transformada a partir de 2011, debe ser restaurada a su condición de bosque. Por ello, es importante consultar también esta información²⁷, disponible en el portal web del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>.



Figura 73. Frontera Agrícola Nacional 2019 y bosques naturales 2010 excluidos de la FAN



²⁷ La capa de bosques naturales del país a 2010 fue elaborada por el IDEAM, entidad encargada del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia (SMBYC).

Fuente: elaboración propia a partir de UPRA (2021a)

Si el predio que se adquiriera para el nuevo proyecto palmero tiene algún área fuera de la FAN, esta no podría destinarse para actividades agropecuarias. Adicionalmente, debe ser restaurada si era bosque natural en 2010, y no puede ser adquirida si está dentro de un área protegida.

Esto debe tenerse en cuenta en el análisis de factibilidad, y seguramente llevará a modificar los límites del nuevo proyecto o a considerar una ubicación diferente.

Evaluar si el nuevo proyecto podría transformar o afectar áreas protegidas del orden nacional, regional o local

La metodología de identificación de áreas con AVC establece que, por lo general, las que han sido declaradas como protegidas seguramente tendrán AVC, puesto que albergan ecosistemas y/o especies que son considerados de importancia en el ámbito nacional, regional o local.

Por ello, **en la planificación de nuevos proyectos palmeros, es importante evaluar si la ubicación propuesta coincide con áreas protegidas que puedan ser afectadas o transformadas.**

Colombia tiene un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), conformado por siete diferentes tipos de áreas. Adicionalmente, reconoce otras Áreas de Especial Importancia Ecológica (AEIE) como los ecosiste-

mas estratégicos y las estrategias complementarias de conservación y desarrollo sostenible. En las secciones 1.3.2.2 y 1.3.2.3, se explicó que en algunas de ellas está prohibido desarrollar proyectos agrícolas (las de exclusión legal), mientras que otras tienen condicionantes para este tipo de actividades.

En la Tabla 11 se muestran las diferentes categorías y tipos de áreas protegidas y AEIE, su grado de exclusión o condicionante para actividades agrícolas, y algunos enlaces para consultar su ubicación (principalmente en el Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, y en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP).

En la evaluación es importante tener en cuenta que:

- La localización del nuevo proyecto no puede coincidir con áreas de exclusión.
- Si alguna zona del proyecto queda dentro de un área con condicionante, es necesario verificar de qué tipo es según la zonificación o Plan de Manejo Ambiental. Es posible que no estén permitidas actividades del cultivo de la palma de aceite, o que haya limitaciones que hagan inviable el proyecto en esa ubicación.
- Si se va a situar en inmediaciones o cercanía de áreas de importancia ambiental, es necesario considerar que el proyecto no afecte la

conectividad entre ellas y que el análisis de factibilidad contemple acciones para prevenir y mitigar posibles afectaciones.

Evaluar si el nuevo proyecto podría transformar o afectar otras áreas con AVC

Colombia, siendo un país megadiverso, tiene muchas áreas que pueden ser consideradas con Alto Valor de Conservación, y que actualmente no se encuentran bajo las categorías de AP-AEIE descritas en la sección anterior.

Por ello, **se recomienda que en el análisis de factibilidad se consulten también otras fuentes de información, que pueden dar cuenta de la ubicación de estas áreas con potenciales AVC** (Tabla 12).

Incluir las áreas boscosas y con AVC en el diseño del predio y garantizar su protección durante la preparación del terreno

Los estudios a escala detallada que se requieren para la identificación de áreas boscosas y con AVC, y determinantes ambientales que deben ser protegidos al interior del predio palmero, se describen detalladamente en la sección 4.3.

También se explica cómo incorporar esas áreas en el diseño del predio, y garantizar su protección durante la preparación del terreno.

Tabla 11. Categorías y tipos de áreas protegidas y de especial importancia ecológica

Categoría de AP-AEIE	Tipo	Exclusión o condicionante para agricultura	Link de descarga de información
Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)	Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN): <ul style="list-style-type: none"> • Parque Nacional • Reserva Natural • Área Natural Única • Santuario de Fauna • Santuario de Flora • Santuario de Fauna y Flora • Vía Parque 		http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas http://sig.anla.gov.co:8083/ https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/5 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/6 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/9 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/2316 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/2317 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/7 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/8
	Parques Naturales Regionales		http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/13
	Reservas Forestales Protectoras <ul style="list-style-type: none"> • Nacionales • Regionales 		https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/10 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/16
	Distritos de Manejo Integrado (DMI): <ul style="list-style-type: none"> • Nacionales (DNMI) • Regionales (DRMI) 		https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/11 https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/17
	Distritos de Conservación de Suelos		https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/15
	Áreas de Recreación		https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/14
	Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC)		https://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/20
Ecosistemas estratégicos	Reservas Forestales Ley 2ª 1959 <ul style="list-style-type: none"> • Categoría A 		
	Reservas forestales Ley 2ª 1959 <ul style="list-style-type: none"> • Categoría B • Categoría C 		
	Páramos		http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas http://sig.anla.gov.co:8083/
	Manglares		
Estrategias complementarias de conservación y desarrollo sostenible	Reservas de la Biósfera		http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas
	Humedales Ramsar		http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas
	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)		http://datazone.birdlife.org/site/mapsearch

Fuente: Elaboración propia a partir de UPRA (2018)

Tabla 12. Ejemplos y fuentes de información para identificar otras áreas con potencial AVC

Descripción y fuente de información	Mapa y link de descarga de información	Descripción y fuente de información	Mapa y link de descarga de información
<p>Nuevos parques nacionales</p> <p>La Unidad de Parques Nacionales tiene un portafolio de nuevas áreas y ampliaciones, que actualiza con cierta periodicidad.</p>  <p>https://www.parquesnacionales.gov.co/porta/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/portafolio-de-nuevas-areas-protegidas-del-sistemas-de-parques-nacionales/</p> <p>Algunos proyectos palmeros podrían coincidir o estar en zonas de transición o influencia de las nuevas áreas de la Serranía de Manacacías en la Zona Oriental y de la Serranía de San Lucas en la Zona Central, o en el área de ampliación del PNN Sierra Nevada de Santa Marta.</p>	<p>Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA)</p> <p>El REAA identifica y prioriza ecosistemas y áreas ambientales, con excepción de las áreas protegidas registradas en el RUNAP, en las que se podrán implementar pagos por servicios ambientales (PSA) y otros incentivos y/o instrumentos orientados a la conservación.</p>  <p>http://www.siac.gov.co/reaa</p>		

Descripción y fuente de información

Portafolios regionales de áreas de conservación

Colombia cuenta con diversos portafolios regionales de áreas prioritarias para la conservación.

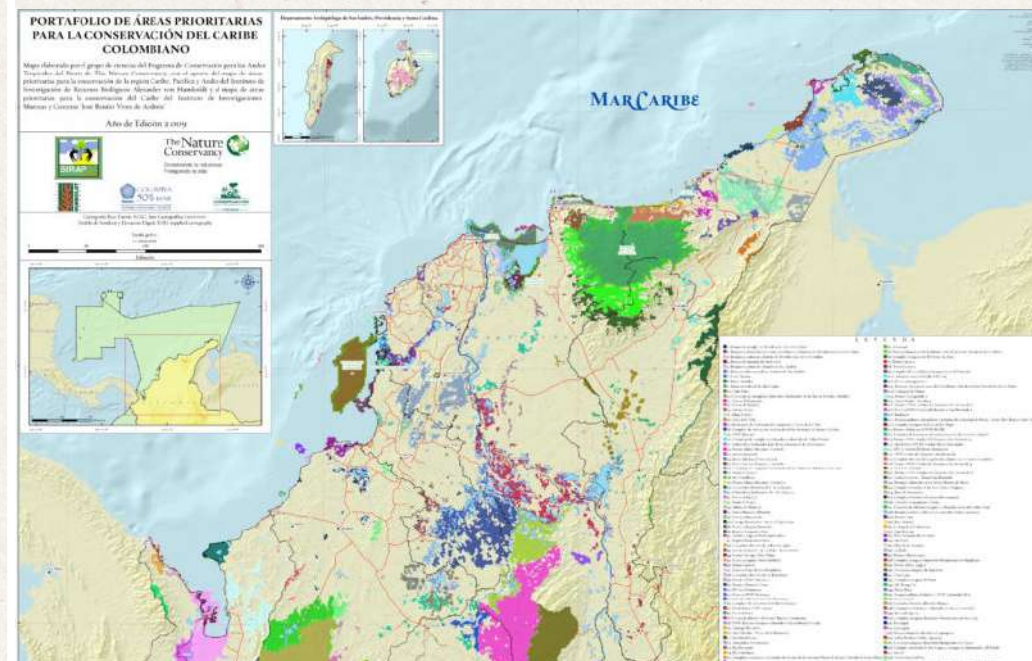
Varios se han elaborado en el marco de los Sistemas Regionales de Áreas Protegidas (SIRAP).

Otros han sido preparados por los institutos de investigación ambiental del SINA (IAvH, Instituto Sinchi, INVEMAR) o por ONG como WWF, TNC o Conservación Internacional, o en colaboración entre varias de estas entidades.

En 2010, el IAvH, WWF, la Fundación Omacha, la Fundación La Salle de Venezuela, la Universidad Nacional y Conservación Internacional, lideraron un estudio académico y científico para identificar áreas prioritarias para la conservación en la cuenca binacional del Orinoco.

Algunas áreas prioritarias identificadas en el estudio coinciden con zonas de potencial expansión palmera. Por su relevancia, este tipo de investigaciones son tenidas en cuenta como información secundaria para identificar áreas potenciales con AVC.

Mapa y link de descarga de información



<https://www.sirapcaribe.org/portafolio>

Este es un ejemplo de los portafolios regionales para el Caribe colombiano.



<http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/374-biodiversidad-de-la-cuenca-del-orinoco-bases-cientificas-para-la-identificacion-de-areas-prioritarias-para-la-conservacion-y-uso-sostenible-de-la-biodiversidad>

Descripción y fuente de información

Corredores de conservación de especies

Algunas especies con AVC requieren amplios territorios para mantener poblaciones viables, y corredores que permitan su movimiento entre las regiones donde pueden habitar.

Este es el caso del jaguar en Centro y Suramérica.

La ONG Panthera identificó las áreas que concentran las poblaciones del jaguar y los corredores que las conectan.

Mapa y link de descarga de información



<https://www.panthera.org/colombia/our-work>

Algunas áreas de alerta del corredor del jaguar en Colombia coinciden con las zonas palmeras Central y Oriental. Dado que este se considera AVC1, su corredor de conservación también podría evaluarse como tal.

4.2.2 Producir aceite de palma libre de deforestación

El segundo objetivo específico asociado con este principio busca consolidar una producción de aceite de palma libre de deforestación en Colombia.

Para ello, se recomienda que cada núcleo palmero adelante las siguientes acciones:

- Contar con el compromiso de la alta dirección y con una política explícita de no deforestación.
- Analizar periódicamente si se ha presentado deforestación en predios de proveedores de fruto de la planta de beneficio.
- Revisar la huella de deforestación de los nuevos proveedores de fruto.
- Implementar un mecanismo de trazabilidad del origen de todo el fruto que ingresa a la planta de beneficio.
- Desarrollar acciones correctivas en áreas que hayan tenido deforestación a partir del 1º de enero de 2011.

Contar con el compromiso de la alta dirección y con una política explícita de no deforestación

Garantizar que la producción de aceite esté libre de deforestación, empieza por un compromiso al más alto nivel en la dirección de la empresa.

Es recomendable que este compromiso se materialice en una política explícita de no deforestación, que sea comunicada a todos los proveedores de la planta de beneficio, sus clientes y otras partes interesadas.

Adicionalmente, las empresas palmeras (como núcleo palmero o de forma individual), se pueden **adherir al Acuerdo de Cero Deforestación para la Cadena de Valor del Aceite de Palma en Colombia**. Liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desde 2017, ya ha sido firmado por Fedepalma y más de 30 empresas palmeras de todo el país, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, el IDEAM, empresas comercializadoras e industriales, cadenas de supermercados y varias ONG ambientales y sociales (Figura 74).

Su objetivo es “trabajar conjuntamente para que las empresas signatarias de este Acuerdo (productoras, transformadoras, comercializadoras y consumidoras de aceite de palma y derivados) puedan demostrar que su cadena de producción y suministro del producto está libre de deforestación de bosques naturales”. Al adherirse al Acuerdo, las empresas palmeras también manifiestan públicamente su compromiso con la producción de aceite de palma libre de deforestación.

Figura 74. Logo del Acuerdo de Cero Deforestación de la cadena de valor del aceite de palma



Analizar periódicamente si se ha presentado deforestación en predios de proveedores de fruto de la planta de beneficio

Un paso fundamental en la producción de aceite de palma libre de deforestación es identificar si en los predios que proveen de fruto a la planta de beneficio ha habido deforestación desde el 1ro. de enero de 2011. Esta fecha de corte fue utilizada para la exclusión de bosques naturales de la Frontera Agrícola Nacional, y es la misma que se definió para los Acuerdos de Cero Deforestación en Colombia.

Para ello, es necesario que la planta realice las siguientes acciones:

- i.** Identificar su base de proveedores de fruto (cultivos propios y de terceros), incluyendo los ocasionales.
- ii.** Ubicar geográficamente los polígonos de los predios de cada uno de sus proveedores de fruto.
- iii.** Analizar si en alguno de estos predios existió deforestación desde el 1º de enero de 2011.

El análisis se puede hacer de diferentes formas:

- a.** Comparando imágenes satelitales de principios de 2011 y de la actualidad, para establecer si algún área de bosque fue deforestada en esos predios.
- b.** Con los estudios de cambio de uso del suelo (LUCA, por su sigla en inglés) requeridos por esquemas de certificación como la RSPO o ISCC.

- c. En el marco del Acuerdo de Cero Deforestación. Las empresas firmantes pueden adelantar su autoanálisis de deforestación, cruzando los polígonos de ubicación de sus proveedores de fruto con la línea base de deforestación asociada a palma que cada año actualiza el IDEAM.
- d. Utilizando plataformas digitales de seguimiento a la deforestación, tales como Global Forest Watch (<https://www.globalforestwatch.org/>).

Como resultado, la planta de beneficio podrá saber si ha habido deforestación desde 2011 en predios de cultivos propios o en los de terceros, y la extensión del área deforestada.

Este análisis debe actualizarse periódicamente (al menos cada dos años) para garantizar que la cadena de suministro de fruto se mantiene libre de deforestación.

Revisar la huella de deforestación de los nuevos proveedores de fruto

Mantener la cadena de suministro de fruto libre de deforestación también implica revisar la huella de deforestación de todo nuevo proveedor, como requisito previo para recibir su primer cargamento de fruto en la planta.

Esta verificación implica, al menos, las siguientes dos actividades:

- i. Ubicar geográficamente el predio del nuevo proveedor de fruto.
- ii. Realizar sobre esos polígonos, el análisis de deforestación descrito en el numeral anterior.

Implementar un mecanismo de trazabilidad del origen de todo el fruto que ingresa a la planta de beneficio

Garantizar que la cadena de suministro de fruto está libre de deforestación implica que la planta de beneficio pueda identificar el origen de todo el fruto que procesa en un determinado periodo de tiempo, para verificar que a sus proveedores se les hayan realizado los análisis de deforestación ya descritos.

Para ello, cada planta puede tener su propio mecanismo de trazabilidad del origen del fruto.

En el marco de la Estrategia de Sostenibilidad Sectorial, Fedepalma está desarrollando un modelo de trazabilidad que abordará el tema de deforestación. Para la fecha de publicación de esta guía, este se encuentra en fase de diseño, y posteriormente se validará mediante un piloto de implementación antes de ser puesto en consideración para su adopción por parte de la agroindustria.

Desarrollar acciones correctivas en áreas que hayan tenido deforestación

Los palmicultores o empresas palmeras que hayan generado deforestación deben adelantar acciones correctivas para remediar o compensar el impacto ambiental generado.

Intervenir positivamente las áreas identificadas con procesos de deforestación requiere compensar el daño y/o devolverle la vida a los ecosistemas degradados, ya sea: (i) reforestando en el mismo sitio (*in situ*) (dependiendo de las posibilidades) o en otro (*ex situ*) con la misma relación de área; o (ii) simplemente dando espacio a la naturaleza para recu-

perarse. En este sentido, la restauración ecológica se concibe como la práctica de restaurar ecosistemas mediante procesos ecológicamente viables y funcionales.

En primera instancia, **las compensaciones deben preferiblemente dirigirse a conservar áreas ecológicamente equivalentes a las afectadas** en lugares que representen la mejor oportunidad de conservación efectiva, es decir, dentro de los portafolios de áreas prioritarias para la conservación generados por el MADS, las CAR u otras entidades del SINA, en los que la biodiversidad es viable en área, condición y contexto paisajístico, y donde se logre generar una nueva categoría de manejo o estrategia de conservación por la vida útil del proyecto.

En lo posible, las áreas ecológicamente equivalentes deben ubicarse dentro de la zona de influencia del proyecto palmero. En su defecto, procurar que queden en su misma subzona hidrográfica o en una circundante, lo más cerca posible al área impactada.

En la Figura 75 se presenta un esquema con diferentes alternativas para adelantar procesos de compensación por deforestación.

A partir de estas alternativas, se relaciona un conjunto de criterios para seleccionar un área ecológicamente equivalente (MADS, 2012b):

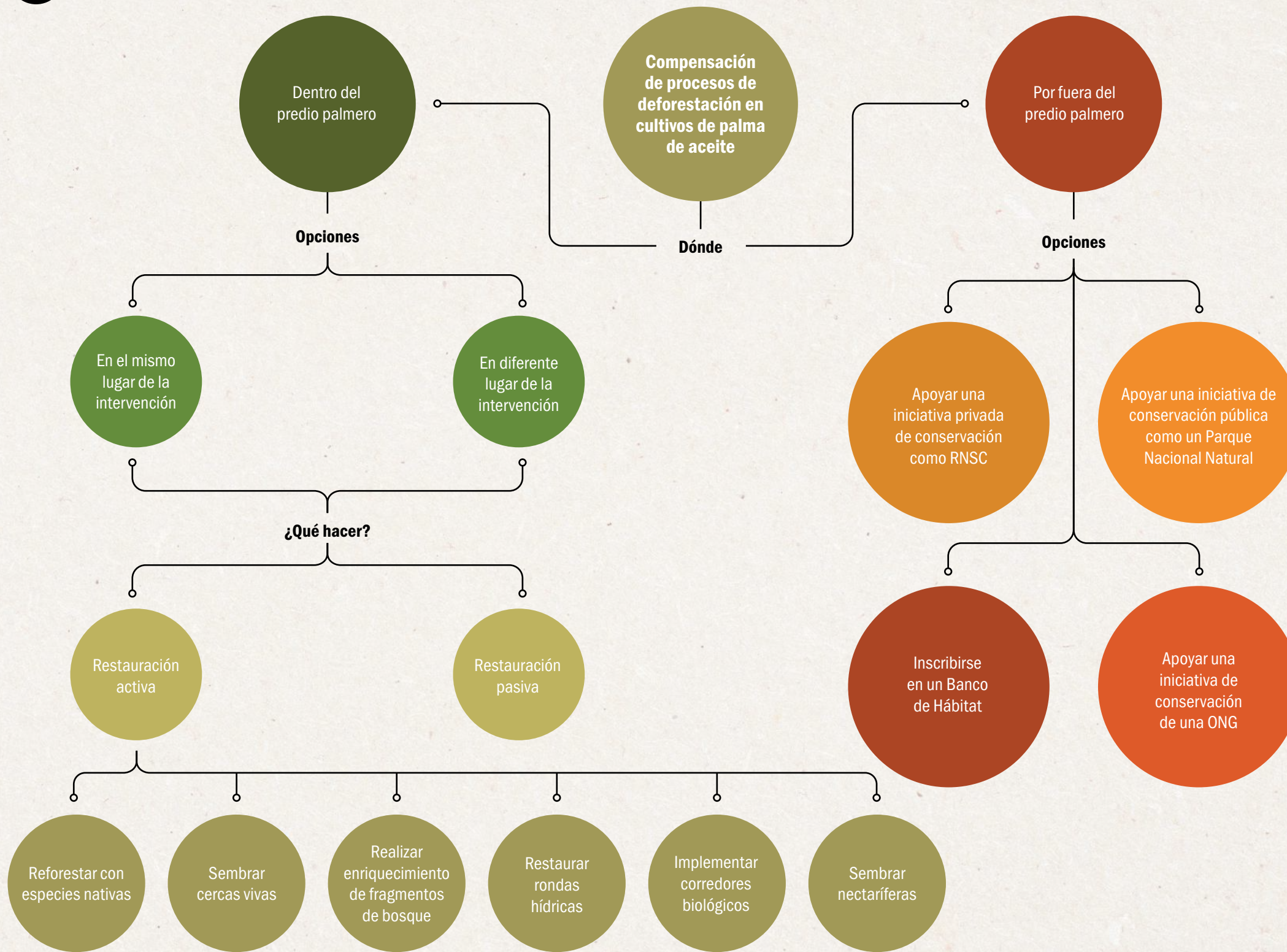
- a. Ser del mismo tipo de ecosistema natural afectado.
- b. Ser equivalente al tamaño o área a compensar del ecosistema impactado.
- c. Tener igual o mayor condición y contexto paisajístico al fragmento del ecosistema impactado.

- d. Tener igual o mayor riqueza de especies al fragmento del ecosistema impactado.
- e. Estar localizada en el área de influencia del proyecto.
- f. De no ser posible lo anterior, ya sea porque no existe el mismo tipo de ecosistema natural afectado o área ecológicamente equivalente, o porque aun existiendo no es posible el acceso o se tienen restricciones para la compensación, se busca que el área a compensar se encuentre dentro de la misma subzona hidrográfica donde se ubica el proyecto, lo más cerca posible al área impactada.
- g. Si no se encuentra el área ecológicamente equivalente en la subzona hidrográfica donde se localiza el proyecto, se acude a las subzonas circundantes próximas al área impactada.
- h. De ser posible, se privilegian áreas ecológicamente equivalentes dentro del municipio donde se ubica el proyecto.
- i. En caso de no encontrarse suficientes áreas ecológicamente equivalentes, deben realizarse actividades de restauración que pueden incluir herramientas de manejo de paisaje, hasta cumplir con el área a compensar.
- j. Las actuales áreas protegidas del SINAP pueden ser objeto de compensación si cumplen los criterios a, b, c y d antes descritos, y si requieren actividades de saneamiento predial o ampliación, siempre y cuando incluyan medidas de restauración ecológica o de prevención de deforestación y degradación.

Se recomienda que la restauración de paisajes intervenidos, tanto naturales como modificados, se desarrolle de forma colaborativa con otros actores, para así adoptar una visión regional del territorio e impactar positivamente el paisaje a una escala amplia, protegiendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.



Figura 75. Alternativas *in situ* y *ex situ* de compensación por deforestación en proyectos palmeros



4.3 Palmicultura armónica con su entorno natural y la biodiversidad

Con este principio se busca que la agroindustria de la palma de aceite se desarrolle en armonía con su entorno, y propenda por la preservación de la biodiversidad y el patrimonio natural de nuestro país megadiverso:

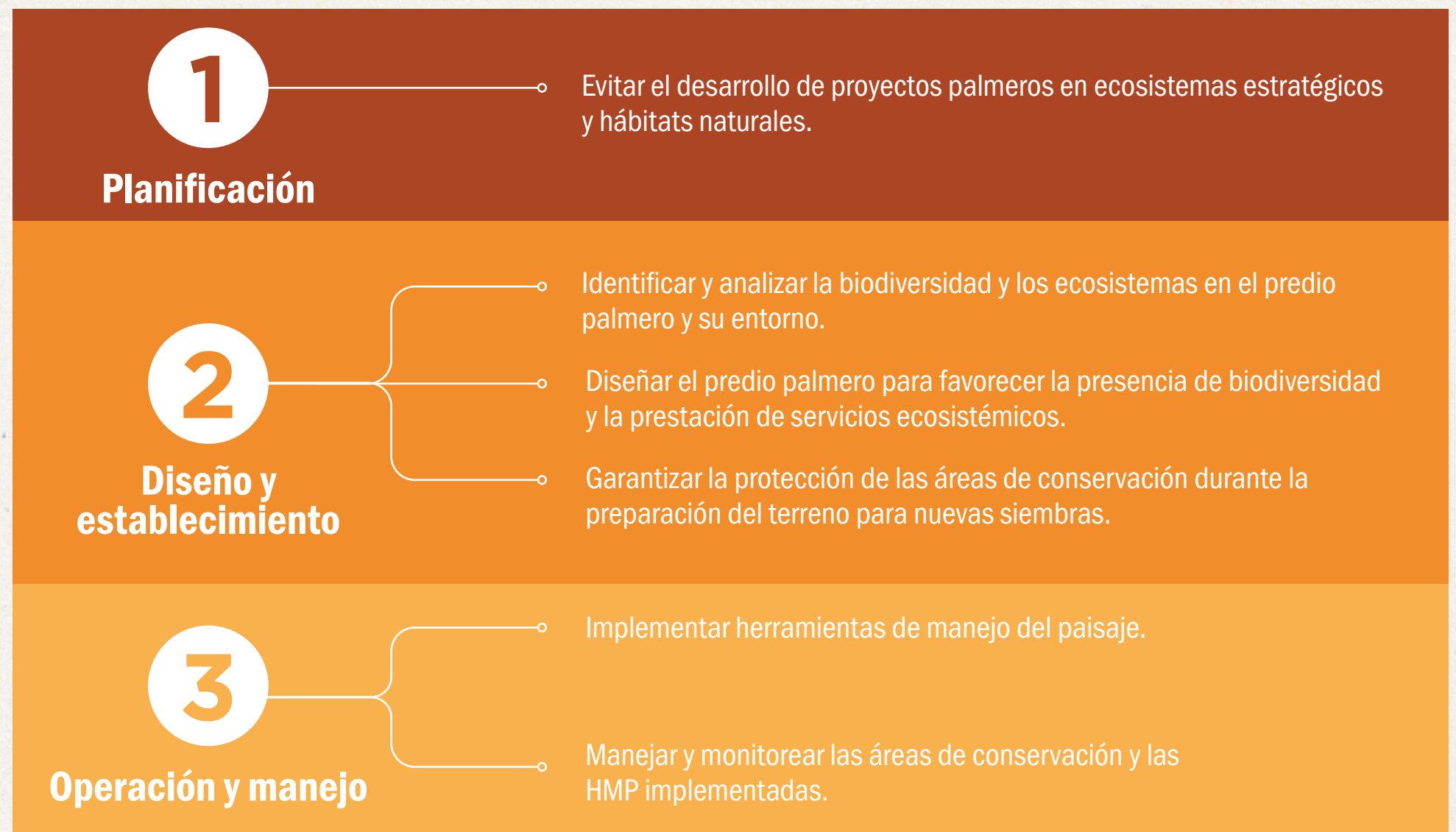
- **Evitando transformar ecosistemas y hábitats naturales** para el establecimiento y desarrollo de cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio.
- **Protegiendo las especies y los ecosistemas** dentro y en los alrededores de los predios palmeros.
- **Previniendo y mitigando impactos** sobre las especies y los ecosistemas, en el área de influencia de los proyectos palmeros.
- **Generando y manteniendo condiciones** que favorezcan funcionalmente la presencia de especies y áreas naturales en los predios palmeros, y que contribuyan a procesos ecológicos en la región (corredores biológicos, oferta de recursos para especies, conectividad de ecosistemas, etc.).
- Implementando **sistemas productivos ecológicamente más diversos**, promoviendo interacciones y sinergias con especies de fauna y flora benéficas para el cultivo.

El logro de estos objetivos requiere adelantar acciones en las tres fases de desarrollo de los proyectos palmeros: planificación, diseño y operación, con especial énfasis en la de diseño y establecimiento.

A continuación, se presentan seis lineamientos para materializar este principio. El primero se debe llevar a cabo en la fase de planificación; los siguientes tres durante el diseño y establecimiento, y los dos últimos en la operación (Figura 76).



Figura 76. Lineamientos para una palmicultura armónica con la biodiversidad y su entorno natural



Fuente: elaboración propia

Evitar el desarrollo de proyectos palmeros en ecosistemas estratégicos y hábitats naturales

El primer lineamiento para lograr una palmicultura armónica con su entorno natural y la biodiversidad, es garantizar que los nuevos proyectos no conlleven la transformación de ecosistemas estratégicos y hábitats naturales.

En el análisis de prefactibilidad para determinar la ubicación y extensión del proyecto, es necesario recopilar y analizar información sobre las áreas que no pueden ser transformadas. En la sección 4.2.1 se describieron las principales referencias y fuentes de información secundaria, que se recomienda consultar para dicho análisis.

Identificar y analizar la biodiversidad y los ecosistemas en el predio palmero y su entorno

El segundo lineamiento, es identificar y analizar todas las áreas y recursos naturales existentes en el predio palmero y en su entorno natural. Estos estudios permiten definir las áreas que deben ser preservadas y las acciones necesarias para su adecuada conservación, teniendo en cuenta las características ambientales de su entorno. Así se contribuye a mantener la biodiversidad y sus procesos ecológicos.

En la sección 3.3 se mostró que en la fase de diseño y establecimiento, el primer paso es realizar una serie de estudios sobre el predio y su entorno natural, para contar con los insumos necesarios para su diseño detallado. Algunos de estos permiten identificar y caracterizar áreas y recursos naturales, como se describe a continuación.

Determinantes ambientales que deben ser preservados

En primer lugar, se deben identificar aquellas áreas que sea obligatorio preservar. La Ley 388 de 1997 define cuatro grupos de determinantes que constituyen normas de superior jerarquía, y que deben ser tenidas en cuenta en los instrumentos de ordenamiento territorial. Uno de ellos hace referencia a “las relacionadas con la conservación y protección del medioambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales” (MADS, 2020).

La Tabla 13 presenta las categorías de determinantes ambientales del medio natural. Algunas (las del SINAP y las estrategias complementarias de conservación) ya fueron abordadas en la sección 4.2.1, donde se explicó que en unas de estas áreas está prohibido desarrollar proyectos agrícolas, y en otras, están condicionadas algunas actividades agropecuarias. Por ello, se entrará en mayor detalle en las señaladas con rojo en la tabla: áreas de especial importancia

ecosistémica y ecosistemas estratégicos, y determinantes ambientales derivados de instrumentos de planificación.

En los predios palmeros es muy posible que existan una o varias de las áreas de especial importancia ecosistémica y ecosistemas estratégicos, tales como: nacimientos de agua, rondas hídricas, humedales, pantanos, relictos de bosques naturales y de bosque seco tropical, lagunas o manglares, entre otros. **Estas áreas deben ser identificadas y delimitadas de forma apropiada.**

También es probable que existan determinantes ambientales derivados del POMCA. En la zonificación ambiental de estos, se definen zonas de uso y manejo que permiten, condicionan o prohíben el establecimiento de proyectos palmeros, como se muestra en la Tabla 14.

En el capítulo de indicadores de sostenibilidad del Anuario Estadístico de Fedepalma, se pueden consultar los POMCA que coinciden con las áreas palmeras. La versión más reciente se encuentra en el siguiente enlace: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/anuario/index>.

Teniendo en cuenta lo anterior, **la identificación de determinantes ambientales en los predios palmeros requerirá del levantamiento de información primaria en terreno, así como la consulta de información secundaria con la autoridad ambiental.**

Tabla 13. Determinantes ambientales del medio natural

DETERMINANTES AMBIENTALES DEL MEDIO AMBIENTAL		
1	SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS - SINAP (Decreto 2372 de 2010, compilado Decrero 1076 de 2015)	Las del sistema de parques nacionales naturales Las reservas forestales protectoras Los parques naturales regionales Los distritos de manejo integrado Los distritos de conservación de suelos Las áreas de recreación Las reservas naturales de la sociedad civil
2	ÁREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA ECOSISTÉMICA Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS (Decreto 3600 de 2007 y Decreto 2372 de 2010, compilados Decretos 1076 y 1077 de 2015)	Páramos Nacimientos de agua Zonas de recarga de acuíferos Rondas hídricas Humedales Pantanos Lagos Lagunas Ciénagas Manglares Bosque seco tropical Bosques naturales
3	ESTRATEGIAS COMPLEMENTARIAS DE CONSERVACIÓN	Reserva forestal de ley 2ª Humedales RAMSAR DMI Macarena norte y sur – Ariari Guayabero
4	DERIVADAS DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN	POMCA POMIUAC POF
5	DERIVADAS DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL - EEP	Áreas núcleo Áreas para la conectividad Áreas para el uso sostenible

Fuente: MADS (2020). Énfasis añadido

Tabla 14. Posible ubicación de proyectos palmeros en las categorías de ordenación de los POMCA

Categoría de ordenación	Zonas de uso y manejo	Posible ubicación de proyectos palmeros
Conservación y protección ambiental	Áreas protegidas	No
	Áreas de protección	
	Áreas de restauración	
Uso múltiple	Áreas de restauración	Condicionada
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	Sí
	Áreas urbanas	No

Fuente: Elaboración propia

Ecosistemas y especies de flora y fauna

Otros elementos a identificar son los ecosistemas y especies de flora y fauna presentes en el predio palmero.

Para ello, se recomienda adelantar los siguientes tres estudios o análisis complementarios:

- **Inventario de fauna y flora.** En los cultivos de palma de aceite, normalmente se analizan diferentes grupos taxonómicos bioindicadores: mamíferos, aves, reptiles, anfibios, insectos y plantas. Los inventarios generalmente los realizan firmas consultoras u ONG que cuentan con un grupo de especialistas, aunque también pueden ser desarrollados por universidades para investigación o tesis. Para hacerlo, se requiere un trabajo de campo en diferentes puntos de interés del predio y muestreos en las épocas de verano e invierno.
- **Mapa de coberturas vegetales.** A partir de fotografías aéreas (ahora se pueden tomar con drones) o imágenes de satélite, se construye un mapa detallado de las coberturas vegetales del terreno. En este se deben diferenciar al menos las coberturas boscosas, las áreas agrícolas, los pastos introducidos, las sabanas, los ríos, las lagunas y otros cuerpos de agua, así como las áreas construidas o con infraestructura. El mapa permite identificar la presencia y extensión de áreas naturales en el predio, y sirve de línea base para determinar los efectos del cambio de uso del suelo para el nuevo proyecto palmero.
- **Inventario de ecosistemas.** A partir de la información obtenida en los inventarios de fauna y flora y en los mapas de coberturas vegetales, el equipo de especialistas define geográficamente los ecosistemas, diferenciando a grandes rasgos: cuerpos de agua lénticos y lóticos, bosques o remanentes u otros que hagan parte de zonas de transición ecológica entre los mismos. La información predial se puede

complementar con la regional, consultando la página del SIAC, subsección ecosistemas: <http://www.siac.gov.co/ecosistemas>.

Estos resultados constituyen una línea base de información biótica y abiótica del área del proyecto, y son un insumo fundamental para diseñar el predio palmero en armonía con los ecosistemas y la biodiversidad allí presentes.

Áreas con Alto Valor de Conservación

En la sección 1.2.2 se mostró que varios de los principales países palmeros son también megadiversos, lo que impone un reto global a la agroindustria para continuar su desarrollo sin afectar esa riqueza natural. Por ello, **varios esquemas de certificación internacional de sostenibilidad aplicables al aceite de palma han adoptado el concepto de Altos Valores de Conservación²⁸ (AVC)**, y han incluido requerimientos específicos para evitar su transformación y procurar que se mantengan en el tiempo en las regiones palmeras.

Las empresas que quieran certificarse en RSPO, ISCC o Rainforest Alliance, deben adelantar un estudio para identificar los AVC presentes en los predios que conforman su base de suministro de fruto. Para ello, es necesario contratar a un asesor licenciado por la Red Internacional de AVC (*High Conservation Value Resource Network - HCVRN*), organización que custodia el concepto y metodologías de AVC, y el esquema de licenciamiento para asesores en AVC.

Un AVC es un valor biológico, ecológico, social o cultural, excepcionalmente significativo o de importancia crítica a nivel mundial, nacional, regional o para una comunidad local. Todos las áreas o paisajes naturales tienen un valor intrínseco por el cual deben ser conservados:

- Por la presencia de ecosistemas, hábitats y/o especies de fauna y flora, y su biodiversidad asociada.

- Porque prestan servicios ecosistémicos a la población y a las actividades productivas.
- Porque tienen lugares de significancia cultural o religiosa.
- Porque generan recursos para satisfacer necesidades básicas de la población.

Las seis formas de identificar si alguno de ellos es un alto valor de conservación, o las **seis categorías de AVC**, se muestran en la Figura 77.

Para mantener los AVC en el tiempo, la metodología contempla tres fases:

- 1. Identificar** los AVC presentes en el área de estudio y las áreas necesarias para su debida preservación.
- 2. Manejar** adecuadamente los que fueron identificados. Para ello, se elabora un plan de manejo con acciones específicas acorde con el tipo de AVC²⁹.
- 3. Monitorear** su estado, para asegurar que el plan de manejo esté siendo efectivo o para incorporar otras acciones necesarias para su preservación a futuro.

²⁸. El concepto de AVC fue originalmente desarrollado por Proforest, en el marco de la certificación forestal FSC. Al inicio buscaba la protección de los bosques con AVC, pero su alcance se fue ampliando y actualmente considera diferentes tipos de áreas con Alto Valor de Conservación.

²⁹. Para el caso de las especies AVC, el plan de manejo se podrá enfocar en mantener o mejorar su hábitat natural. Para ecosistemas con AVC, en algunos serán necesarias acciones de restauración o la implementación de corredores que permitan conectar pequeños relictos de ecosistemas, que de otra forma serían inviábiles ecológicamente. En cuanto a los AVC 5 y 6, algunas medidas de manejo podrán implicar acuerdos con la comunidad para autorizar su acceso a lugares sagrados o balnearios naturales.



Figura 77. Definición y categorías de AVC



Fuente: Elaboración propia a partir de Fedepalma et al. (2018a)

En el marco de los esquemas de certificación, se espera que para la primera auditoría de certificación la empresa palmera y su base de suministro cuenten con un estudio de identificación de AVC y un plan de manejo y monitoreo formulados. En las auditorías de seguimiento se revisa la implementación de dichos planes, y el estado de los AVC identificados inicialmente.

A continuación, se muestran algunos documentos de consulta sobre el concepto de AVC y su metodología:

- Brochure *El ABC de los AVC*, elaborado en el marco del proyecto PPB <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107626>
- Guía genérica para la identificación de Altos Valores de Conservación, de la HCVRN (Brown *et al.*, 2013)
- Guía genérica para el manejo y monitoreo de AVC, de la HCVRN (en inglés) (Brown & Senior 2014)

En el caso de los nuevos proyectos palmeros, los estudios de AVC debe realizarse antes de llevar a cabo cualquier preparación del terreno o remoción de cobertura vegetal para el establecimiento del cultivo. De esta forma, se podrá evitar su transformación o deterioro, garantizando que sean incluidas como áreas de conservación en el diseño detallado del predio palmero.

Estructura ecológica principal o procesos ecológicos en el entorno natural

La interacción entre el predio palmero y su entorno natural va más allá de su delimitación física. La identificación de algunos aspectos de la biodiversidad requiere considerar un área de influencia más amplia, que involucre procesos ecológicos esenciales y la conectividad con otros ecosistemas a nivel regional.

Para efectos de esta guía, haremos especial énfasis en dos aspectos clave: conectividad ecológica y movilidad de especies / tamaño de hábitats naturales. De esa forma, la caracterización del entorno natural o área de influencia del predio debe incluir los siguientes elementos:

- Bosques riparios (en las márgenes de los ríos o quebradas). En los paisajes predominantemente agropecuarios, estos bosques son de gran importancia para mantener la conectividad entre ecosistemas, y para facilitar el paso de especies. Es importante conocer su estado de preservación y/o conservación aguas arriba y aguas abajo de los predios palmeros.
- Áreas naturales o corredores de conectividad que limiten con el predio. También es importante determinar si el terreno limita con un área natural (bosque, sabana, humedal, cuerpo de agua, etc.) o con un corredor de conectividad. Si es así, es necesario saber su extensión, el tipo de ecosistemas presentes y hasta dónde llega dicho corredor.

Diseñar el predio palmero para favorecer la presencia de biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos

En el diseño es preciso incluir de forma explícita y detallada:

- Las áreas que se dejarán para conservación.
- Aquellas en las que se incorporarán elementos favorables a la biodiversidad.
- Los elementos que facilitarán la prestación de servicios ecosistémicos benéficos para el cultivo y el entorno.

Áreas de conservación

Los determinantes ambientales, las áreas de ecosistemas y hábitats naturales, y las áreas con AVC que se identificaron en los estudios, deben ser incorporadas en el diseño detallado del predio.

En algunos casos, es necesario ampliar el área natural para cumplir con requerimientos legales (tamaño de la ronda hídrica o área de protección de un nacimiento o cuerpo de agua), o para mejorar sus condiciones actuales mediante procesos de restauración activa o pasiva (regeneración natural).

También es preciso contemplar zonas amortiguadoras entre estas áreas naturales y el sistema productivo, permitiendo procesos de sucesión ecológica de manera efectiva, y procurando que no exista la posibilidad de un traslape con el cultivo. En este punto se deben considerar requerimientos legales, como la distancia mínima que se tiene que guardar con la ronda hídrica para la aplicación de ciertos agroquímicos.

Mediante la incorporación de estas áreas de conservación en el diseño de los predios palmeros se puede contribuir a la conformación de Sistemas Municipales de Áreas Protegidas (SIMAP), al cumplimiento de metas de conservación y restauración definidas por las CAR, y a estrategias de conectividad socio-ecosistémica en la región.

Herramientas de manejo del paisaje favorables a la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos para el cultivo

Además de las áreas de conservación, en el diseño del predio palmero se pueden incorporar otros elementos favorables a la biodiversidad.

En la sección 1.8 se mencionó que la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (MADS, 2012a), establece que los sectores productivos agropecuarios tienen un rol muy importante en la conservación de la biodiversidad en un país megadiverso como Colombia, y que para ello el IAvH había desarrollado el **concepto de herramientas de manejo del paisaje (HMP)** (Lozano-Zambrano (Ed.), 2009).

Las HMP son estrategias que aportan a la conservación y sustento de la biodiversidad en sistemas productivos, mediante la recuperación y mantenimiento de la vegetación natural que interactúa con ellos. Incluyen diversos instrumentos como corredores de conectividad, cercas vivas, sistemas agroforestales y procesos de restauración ecológica.

Entre sus funciones está mantener la conectividad de poblaciones y hábitats que eran naturalmente continuos, ofreciendo ventajas para la conservación de la diversidad biológica de un ecosistema fragmentado (Noss, 1987; Noss, 1993; McEuen *et al.*, 1993; Renjifo, 2001; Ramírez, 2009; Puyana, 2003).

De manera complementaria, las HMP proporcionan hábitat adicional para muchas de las especies que viven en paisajes modificados. Los corredores y los sistemas agroforestales se pueden convertir en refugios para especies amenazadas, raras y endémicas, sobre todo en paisajes donde la vegetación natural ha sido eliminada casi en su totalidad.

Al incorporar biodiversidad en los sistemas productivos, las HMP también pueden favorecer la prestación de servicios ecosistémicos benéficos para el cultivo. La FAO define los servicios ecosistémicos (SE) como “los beneficios que proporcionan la biodiversidad y los ecosistemas a los seres humanos”.

En su gran mayoría proporcionados por la biodiversidad, los SE sostienen la productividad agrícola y aseguran su resiliencia, en la medida en que los sistemas productivos se intensifican para satisfacer la demanda creciente de alimentos (FAO, 2018). Algunos servicios ecosistémicos

que la biodiversidad le provee a los cultivos de palma de aceite se muestran en la Figura 78.

- **Quizás el servicio ecosistémico más importante para la producción agrícola es la polinización.** Si bien en los cultivos de palma de aceite se han introducido insectos polinizadores para potenciar esta función, la presencia de hábitats naturales incrementa la presencia y variedad de polinizadores naturales.
- **Las áreas naturales también favorecen la presencia de especies de fauna y flora que cumplen una función de control biológico de plagas y enfermedades.** Algunas de estas requieren de hábitats muy específicos, que pueden ser incorporados al cultivo mediante HMP.
- **Las rondas hídricas protegen las riberas de los ríos de la erosión, y a los cultivos de inundaciones por las crecientes de los ríos.** A mayor tamaño y presencia de especies arbóreas con raíces profundas, mejor prestación de este servicio.
- Al interior del cultivo, **las coberturas vegetales protegen el suelo de la erosión y mantienen su humedad, favorecen la biodiversidad del suelo** importante para el ciclaje de nutrientes, y algunas (las leguminosas) contribuyen a la fijación de nitrógeno.
- **Ciertas especies de insectos (en especial los coprófagos), anfibios y reptiles, ayudan a la formación natural de suelos, previniendo procesos de compactación.** Ellos se encuentran en cercanía a áreas naturales, especialmente con coberturas boscosas.



Figura 78. Servicios ecosistémicos que la biodiversidad le presta a los cultivos de palma de aceite



Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta lo anterior, y a partir de los lineamientos del IAvH, en el marco del proyecto PPB se elaboró un portafolio específico para el sector palmero con las seis HMP más comúnmente implementadas en los cultivos de palma de aceite (Figura 79).

No siempre se podrán implementar todas las HMP en los predios palmeros. Ello depende de las condiciones geográficas del mismo y del tipo de áreas naturales, ecosistemas y especies presentes en él y en su entorno. A continuación, algunas recomendaciones sobre el establecimiento de diferentes tipos de HMP en los predios palmeros.

- **Rondas hídricas.** Todos los terrenos que estén bordeados o atravesados por ríos o quebradas deben incluir en su diseño las rondas hídricas para: (i) dar cumplimiento al requerimiento legal; (ii) proteger el cultivo de la creciente de los ríos; (iii) facilitar la conectividad entre ecosistemas y permitir el paso de especies de fauna; y (iv) servir de hábitat a especies RAP, en especial de anfibios y reptiles.

- **Enriquecimiento de fragmentos de bosque.** Los predios palmeros que contienen o están bordeados por relictos de bosque, pueden considerar HMP para aumentar su tamaño, incrementar la densidad de árboles en su interior o mejorar su estado general de conservación. También, incorporar áreas boscosas en medio del sistema palmero, para favorecer la presencia de fauna y flora benéfica para el cultivo, y SE como polinización, formación de suelos y control biológico de plagas y enfermedades.
- **Cercas vivas, nectaríferas y coberturas.** Estas tres HMP se pueden incluir en el diseño de todo predio palmero. Las cercas vivas se siembran a lado y lado de las vías internas, como separación entre lotes, protección contra vientos y para demarcar los límites de la finca. Las nectaríferas, al interior o en los alrededores de los lotes de palma o a lo largo de los canales de riego o drenaje. Las coberturas, como estrategia de manejo y conservación del suelo en toda la plantación.

- **Corredores biológicos.** Es recomendable incluirlos para: (i) conectar áreas naturales y con AVC dentro o alrededor del predio, principalmente fragmentos de bosque; (ii) conectar HMP entre sí, en especial con cuerpos de agua o coberturas boscosas; (iii) facilitar el paso de especies, particularmente las de AVC; y (iv) dar continuidad a áreas naturales o corredores biológicos presentes en la región y que atraviesan el predio.

En predios de gran tamaño, es fundamental el apoyo de un experto en ecología del paisaje, para escoger las HMP adecuadas y hacer un diseño predial que genere la mayor contribución a la biodiversidad presente en su interior y en la región.

La Figura 80 presenta un ejemplo de diseño de un predio palmero, incorporando elementos favorables a la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos.

Figura 79. Portafolio de HMP específico para el sector palmero

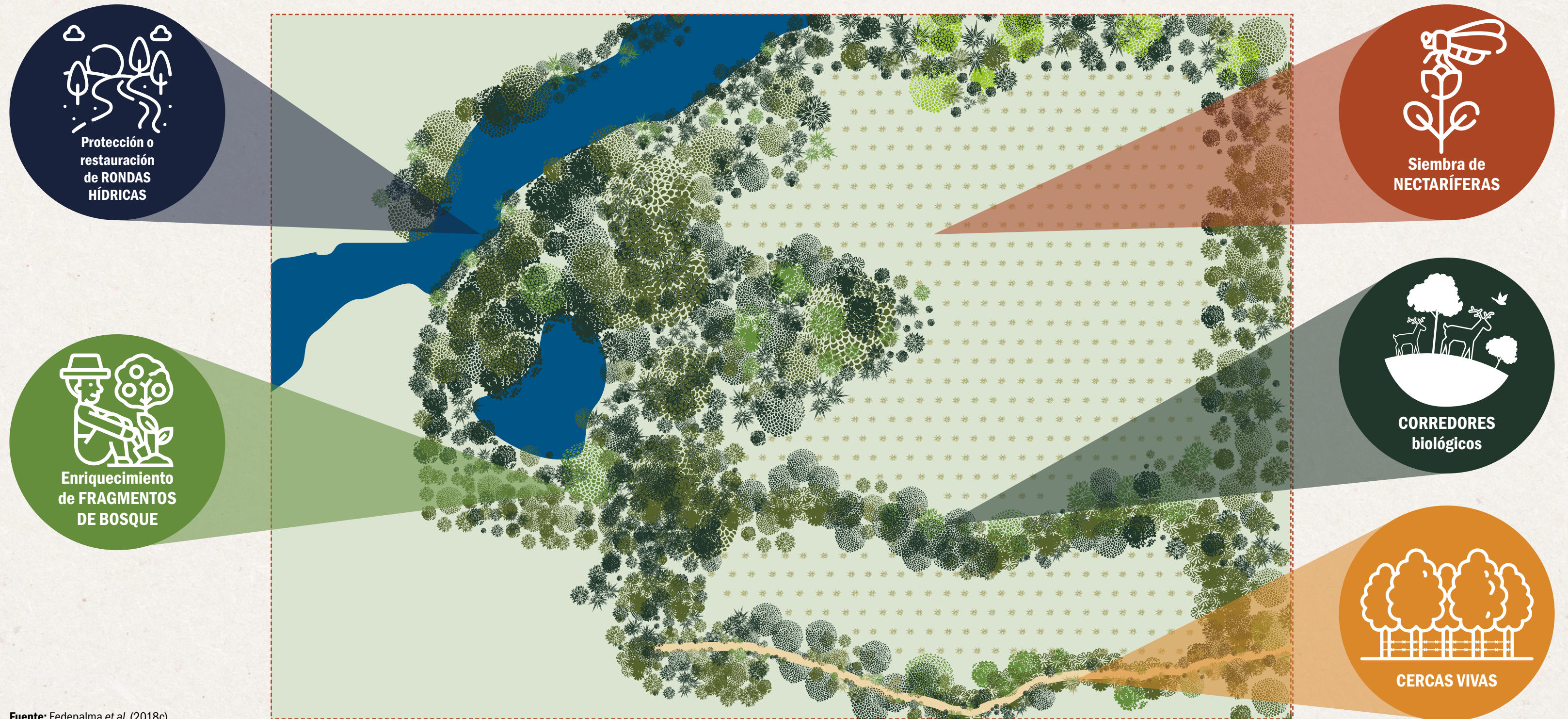
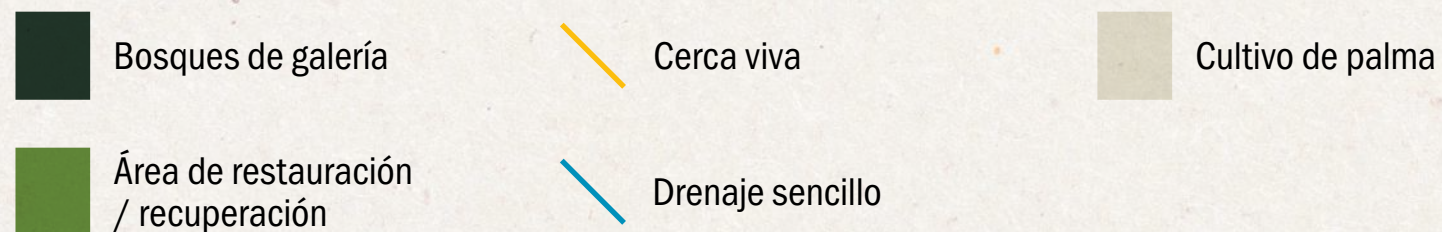




Figura 80. Diseño de predio palmero considerando elementos favorables a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos



Fuente: elaboración propia



Garantizar la protección de las áreas de conservación durante la preparación del terreno para nuevas siembras

Durante la preparación del terreno para las nuevas siembras, se deben respetar todas las áreas de conservación que se hayan definido en el diseño detallado del predio palmero, así como aquellas en las cuales se implementarán las HMP.

Anteriormente se mencionó que es en esta fase cuando se puede presentar la transformación de áreas boscosas, ecosistemas naturales y hábitats de especies, y por ello la importancia de prevenir este impacto.

Es necesario que las personas a cargo de la remoción de cobertura vegetal y preparación del terreno conozcan a profundidad el diseño detallado del predio, y en especial las áreas que se dejarán en conservación. Se recomienda demarcarlas previamente para facilitar su protección durante esta actividad.

Implementar las herramientas de manejo del paisaje

La implementación de las HMP se puede dar de forma simultánea al establecimiento del nuevo cultivo o en cultivos ya sembrados. No es necesario poner en marcha al tiempo todas las que se incluyeron en el diseño predial, pero sí es recomendable definir un plan de ejecución con un cronograma a varios años.

Identificar especies nativas apropiadas para cada HMP y que provean hábitat a especies AVC

Es importante seleccionar especies nativas de la zona geográfica donde está ubicado el predio y apropiadas para cada una de las HMP que se van a implementar, para lo que se recomienda contar con la asesoría de botánicos o expertos en ecología del paisaje.

En el marco del proyecto PPB, se identificó un conjunto de especies nativas para las zonas palmeras Norte y Oriental asociado con las HMP para las que son apropiadas (Figura 81).

En la escogencia de las especies nativas, también resulta fundamental tener en cuenta las que proveen hábitat y alimento a las especies de fauna que se hayan identificado en el predio y sus alrededores, en especial aquellas con AVC.



Figura 81. Especies nativas de las zonas palmeras Norte y Oriental, y su relación con las HMP

ZONA ORIENTAL



Nombre común:
Cajeto
Nombre científico:
Trichanthera gigantea

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Mararay
Nombre científico:
Alphanes horrida

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Jobo
Nombre científico:
Spondias mombin

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Manaca
Nombre científico:
Euterpe precatoria

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Majagüillo
Nombre científico:
Xylopia discreta

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Moriche
Nombre científico:
Mauritia flexuosa

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Cabo de hacha
Nombre científico:
Aspidosperma excelsum

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Cimbra potro
Nombre científico:
Zygia longifolia

Herramientas de manejo del paisaje

ZONA NORTE



Nombre común:
Carreto

Nombre científico:
Aspidosperma polyneuron

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Ceiba Roja

Nombre científico:
Bombacopsis quinata

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Ceiba Bonga

Nombre científico:
Ceiba pentandra

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Cañahuete

Nombre científico:
Handroanthus chrysanthus

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Caracolí

Nombre científico:
Anacardium excelsum

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Camajón

Nombre científico:
Steculia apetala

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Corozo

Nombre científico:
Bactris guineensis

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Roble

Nombre científico:
Tabecula rosea

Herramientas de manejo del paisaje



Cercas vivas



Enriquecimiento de bosque



Ronda hídrica



Nombre común:
Algarrobo

Nombre científico:
Hymenaea coubaril

Herramientas de manejo del paisaje



Nombre común:
Campano

Nombre científico:
Samanea saman

Herramientas de manejo del paisaje



Corredores biológicos

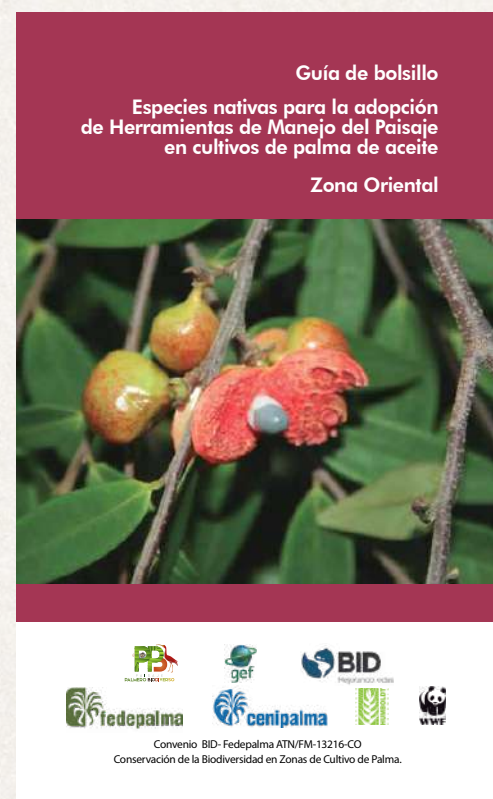
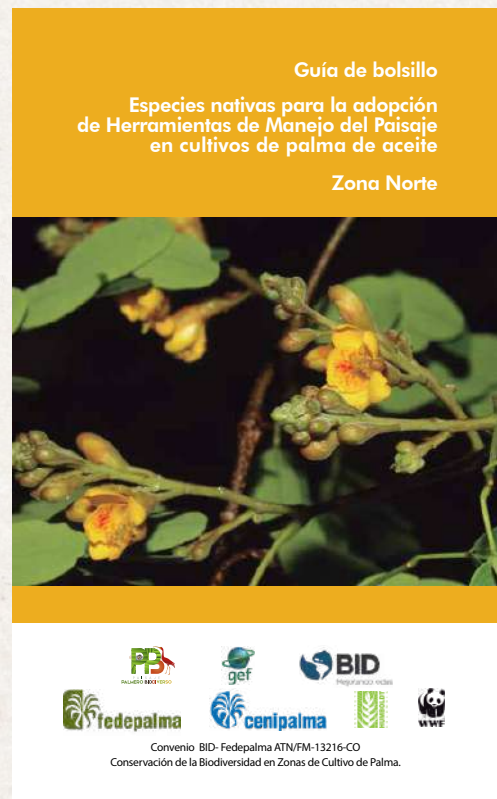


Árboles aislados

En las guías de bolsillo *Especies nativas para la adopción de herramientas de manejo del paisaje en cultivos de palma de aceite* para las zonas Norte (Salamanca et al., 2019) y Oriental (Castro et al., 2019), se presenta información detallada de cada una, incluyendo fotografías de sus hojas, frutos y/o semillas, y datos relevantes sobre su propagación y manejo en vivero (Figura 82).



Figura 82. Guías de bolsillo de especies nativas para implementar HMP – Zona Norte y Oriental



Fuente: Salamanca et al. (2019) y Castro et al. (2019)

Para fortalecer la estrategia de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) utilizando controladores biológicos, es necesario **identificar las especies benéficas que pueden realizar dicho control en el cultivo de palma de aceite, así como las plantas que les proveen sustento.**

En la guía de bolsillo *Plantas nectaríferas asociadas a plantaciones de palma de aceite, que favorecen la fauna benéfica de este ecosistema* desarrollada por el proyecto PPB (Barrios et al., 2018), se describen 15 diferentes tipos de nectaríferas, los insectos benéficos que ellas hospedan, y las plagas y enfermedades que estos últimos ayudan a controlar (Figura 83). **Se recomienda sembrar la mayor variedad posible de nectaríferas, para así atraer diversidad de fauna benéfica para la plantación.**

Por otra parte, la guía *Loxotoma elegans y sus enemigos naturales*, describe en detalle esta plaga que ha afectado a los cultivos de palma de aceite en la Zona Oriental, los varios enemigos naturales que pueden controlarla biológicamente y algunas plantas que sirven de hábitat a esta fauna benéfica (Aldana de la Torre et al., 2018) (Figura 83).

Adquirir o propagar el material vegetal para sembrar

El mejor lugar para conseguir las plántulas de las especies seleccionadas es un vivero. Sin embargo, muchos viveros comerciales tienen plantas de tipo ornamental, pero no muchas especies nativas que puedan usarse para HMP.

Por ello, **es recomendable que las empresas palmeras establezcan su propio vivero con especies nativas, del cual puedan obtener**



Figura 83. Guías de bolsillo de plantas nectaríferas y de enemigos naturales de *Loxotoma elegans*



Fuente: Barrios et al. (2018) y Aldana de la Torre et al. (2018)

ner el material vegetal para sus cultivos y los de sus proveedores de fruto.

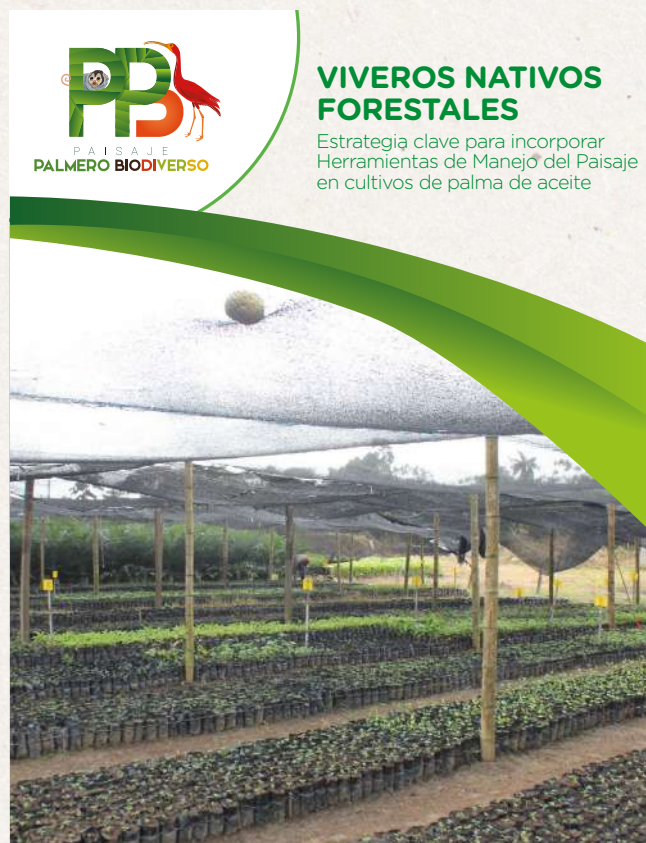
Estos viveros cumplen un papel determinante en la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en las zonas palmeras, al facilitar la propagación de especies vegetales para procesos de restauración o manejo de ecosistemas.

El proyecto PPB desarrolló una exitosa experiencia piloto de establecimiento de viveros de especies nativas, que incluyó una serie de talleres de formación en identificación y recolección de frutos y semillas, montaje, acompañamiento en la germinación de las plántulas, y orientación sobre prácticas adecuadas para su siembra definitiva en el sitio identificado para las HMP.

En la cartilla *Viveros nativos forestales: Estrategia clave para incorporar Herramientas de Manejo del Paisaje en cultivos de palma de aceite* (Fedepalma et al., 2018c), se describen los principales aspectos que se desarrollaron en estos talleres (Figura 84).



Figura 84. Cartilla de viveros nativos forestales



Fuente: Fedepalma et al. (2018c)

Manejar y monitorear las áreas de conservación y las HMP implementadas

Por último, es necesario implementar acciones de manejo y monitoreo de las áreas de conservación y de las HMP que se implementaron en el predio palmero y sus alrededores.

Aunque el contenido específico del Plan de Manejo y Monitoreo de la Biodiversidad dependerá de las condiciones específicas del predio, el tipo de especies y ecosistemas presentes en su interior o alrededores, y el tipo de HMP que se hayan implementado para favorecer la biodiversidad y los SE, a continuación se describen algunas acciones genéricas que se sugieren considerar en la formulación de dicho plan:

- Política y compromiso de la alta dirección. Elaborar una **política empresarial que establezca su compromiso con la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos**, y que incluya aspectos de no caza, no pesca y no tala según el Decreto 1608 de 1976. Esta debe venir de la alta dirección de la empresa y reflejarse en la asignación de recursos humanos, técnicos y económicos para ello.
- Socialización y concientización. La política y compromiso empresarial, así como los determinantes ambientales, especies y áreas con AVC presentes en el predio palmero, y la estrategia de implementación de HMP y de SE, deben socializarse ampliamente a todos los empleados. De esta forma, tendrán mayor conciencia de la existencia de estas especies y ecosistemas, y la forma como pueden contribuir a su conservación por medio de su trabajo. Esto es de especial relevancia para aquellos implicados en labores que conlleven un riesgo para la biodiversidad, tales como el control fitosanitario o el manejo de residuos.
- Monitoreo participativo. Otra forma de involucrar a todos los empleados en la conservación de la biodiversidad es mediante

un programa de monitoreo participativo que permita registrar de forma sencilla los avistamientos de fauna. Varias empresas palmeras del país ya lo han implementado y algunas, incluso, tienen concursos anuales de fotografía para complementar esta iniciativa.

- Reducir presiones sobre ecosistemas y especies. **Muchas de las acciones de manejo de la biodiversidad en predios productivos, se concentran en identificar y reducir las presiones sobre especies y ecosistemas.** La permanencia, e inclusive la restauración pasiva de ecosistemas naturales, se logra disminuyendo al máximo la intervención humana en ellos³⁰, y el control a la caza contribuye significativamente a la permanencia de especies de fauna. Para el plan de manejo, se recomienda identificar las posibles presiones que enfrentan las especies y ecosistemas en el área de influencia del proyecto, y definir acciones para reducirlas. Algunas de ellas requerirán involucrar a la comunidad vecina u otros actores en la región.
- Seguimiento y monitoreo de acciones e impactos. **El plan de manejo debe contemplar la medición y seguimiento de indicadores, que permitan medir el avance en la implementación de acciones de manejo y evaluar el impacto de estas sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.** En la Tabla 15 se muestra una batería básica de indicadores para este fin³¹.

³⁰. En especial, no arrojando o acumulando residuos en estas áreas, evitando su afectación con agroquímicos y manteniendo una distancia mínima para aplicación de pesticidas.

³¹. La medición de áreas se realiza con imágenes de satélite o inclusive con fotografías áreas tomadas con dron. La longitud de rondas hídricas o corredores y la implementación de HMP, pueden ser monitoreadas por personal de la empresa. Para los indicadores de presencia y diversidad de especies de flora y fauna, se recomienda contratar un apoyo externo. Como un siguiente paso, esta batería básica puede complementarse con indicadores más complejos que permitan hacer seguimiento al estado de la biodiversidad (estructura, composición y funcionalidad de ecosistemas, o diversidad de especies en un contexto regional).

Tabla 15. Batería básica de indicadores para el plan de manejo de biodiversidad

Temática	Indicador	Unidad de medida	Frecuencia de medición
Preservación de ecosistemas y hábitats naturales	Extensión y proporción de áreas naturales preservadas en el predio palmero	ha %	Cada tres años
	Extensión y proporción de áreas boscosas en el predio palmero	ha %	Cada tres años
	Extensión y proporción de otros ecosistemas naturales en el predio (uno por cada tipo de ecosistema analizado)	ha %	Cada tres años
	Área preservada de hábitat natural de alguna especie RAP (uno por cada hábitat analizado)	ha	Cada tres años
Determinantes ambientales	Área total de rondas hídricas preservadas o restauradas en el predio	ha	Anual
	Distancia mínima de ronda hídrica mantenida en el predio	metros	Anual
	Proporción de ronda hídrica preservada o restaurada	% (de longitud de la ronda)	Anual
	Distancia mínima de aplicación de agroquímicos a ronda hídrica	metros	Anual
Implementación de HMP	Área sembrada con coberturas de plantas leguminosas	ha %	Anual
	Longitud de corredores de conectividad implementados	metros	Cada tres años
	Longitud de cercas vivas implementadas	metros	Anual
	Lotes de palma con plantas nectaríferas	%	Anual
	Variedad de especies de nectaríferas sembradas en el predio	#	Anual
Servicios ecosistémicos	Presencia y diversidad de fauna benéfica para control biológico de plagas y enfermedades identificadas	# especies	Anual
	Presencia y diversidad de fauna benéfica para formación de suelos (en cercanía de coberturas boscosas)	# especies	Cada tres años
Biodiversidad	Presencia y diversidad de especies de fauna	Taxones (# especies)	Cada tres años
	Presencia y diversidad de especies de flora	Taxones (# especies)	Cada tres años

Fuente: elaboración propia

4.4 Uso adecuado y eficiente de agua, suelo y energía

Este principio hace referencia a los tres recursos naturales esenciales para el desarrollo de la actividad palmera: el agua, el suelo y la energía.

Su **uso adecuado** en los cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio implica los siguientes aspectos:

- Uso **legal**, cumpliendo los permisos, requerimientos y demás exigencias de la reglamentación vigente.
- **Sin deteriorar la calidad** del agua ni las condiciones y propiedades del suelo.
- **Regenerando** las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- **Sin afectar o limitar la disponibilidad** de agua para otros usuarios o para las especies y ecosistemas.
- **Previniendo riesgos al sistema productivo por desabastecimiento** de agua o energía.

Y un **uso eficiente** se refiere a:

- **Minimizar su huella ecológica**, reduciendo al máximo el consumo total de agua y energía por periodo de tiempo, y utilizando, en lo posible, fuentes de energía renovable.
- **Maximizar su ecoeficiencia**, produciendo la mayor cantidad de fruto o de aceite por unidad de agua, suelo o energía utilizada.

En las secciones 4.4.1, 4.4.2 y 4.4.3 se presentan algunas recomendaciones para abordar estos aspectos en torno al manejo del agua, suelo y energía, respectivamente.

4.4.1 Agua

El uso adecuado y eficiente del agua inicia con los análisis de prefactibilidad y factibilidad de un nuevo proyecto palmero, en los que es prioritario ubicarlo en zonas con disponibilidad de agua suficiente para sus necesidades proyectadas en todo su ciclo productivo.

También incluye captar agua de forma legal, tramitando los permisos correspondientes antes de que el cultivo y la planta de beneficio entren en operación, y asegurando que no se utiliza más de la autorizada por la autoridad ambiental.

Por otra parte, hace referencia a medir, monitorear y mejorar de forma adecuada y permanente la eficiencia en el uso de agua, adoptando prácticas y tecnologías que favorezcan su incremento. Y por último, implica contribuir a una mejor gobernanza del recurso hídrico en las cuencas palmeras.

Ubicar los cultivos y plantas de beneficio en lugares con suficiente disponibilidad de agua

Los cultivos de palma de aceite y las plantas de beneficio se establecen para al menos un ciclo productivo de 25 años. Así, en su planificación es relevante buscar una ubicación que tenga la suficiente disponibilidad de agua, que cubra sus necesidades en este tiempo. Para ello se recomienda adelantar las siguientes acciones:

1. **Estimar la demanda total de agua requerida por el proyecto.** Primero se considera el área proyectada total del cultivo y/o la capacidad estimada de procesamiento de la planta de beneficio. La demanda de agua del cultivo depende, entre otras variables, del área sembrada con cada cultivar, pues los requerimientos hídricos cambian según la variedad.
2. **Recopilar información sobre precipitaciones en el área del proyecto.** Se recomienda contar con información histórica y confiable sobre las precipitaciones, ojalá de los últimos 25 años. Es deseable tener registros mensuales y considerar el concepto de precipitación efectiva para totalizar la disponibilidad mensual de este recurso.
3. **Estimar el agua requerida de fuentes superficiales o subterráneas.** Para la planta de beneficio, será igual a la demanda estimada en el numeral 1. Para el cultivo, lo será a la demanda proyectada menos el aporte de aguas lluvias³², y considerando además la eficiencia total del sistema de riego que va a implementar.

³² Aunque es posible que las precipitaciones suplan la demanda durante una buena parte del año, lo más probable es que en los meses de escasas precipitaciones el cultivo experimente déficit hídrico y sea necesaria la aplicación de agua a través de riego. Para estimar el agua requerida, se debe descontar el aporte de aguas lluvias en los meses más secos, a partir de datos históricos de precipitación.

4. Identificar posibles fuentes de agua para el proyecto, e indagar sobre su estado y tendencias. Una vez identificadas las posibles fuentes de agua superficial o subterránea que abastecerían la planta de beneficio y/o el sistema de riego del cultivo, es importante recopilar información disponible sobre su estado (calidad, oferta y demanda) y tendencias recientes. En algunas regiones palmeras, el caudal de los ríos ha disminuido en los últimos años debido a procesos de deterioro y deforestación; mientras tanto la demanda por el recurso ha aumentado, dado el crecimiento poblacional y del área agrícola. En muchas de ellas también se prevé una disminución e incertidumbre en el caudal disponible a futuro, por efecto del cambio y variabilidad climática. Se recomienda consultar los informes del IDEAM sobre proyecciones de precipitación en el área de la cuenca, los Planes Departamentales de Cambio Climático y la información de diagnóstico disponible en las CAR.
5. Consultar a la autoridad ambiental sobre la disponibilidad de agua para concesionar. Es recomendable que antes de adquirir el predio se consulte con la autoridad ambiental si en la fuente de agua identificada habría suficiente disponibilidad de agua para concesionar, que cubra la cantidad máxima proyectada por la planta de beneficio y/o el cultivo.
6. Considerar esta información de forma prioritaria en la decisión de ubicación del nuevo proyecto palmero. La información sobre la necesidad hídrica y la disponibilidad de agua que la autoridad ambiental podría concesionar, deben ser variables críticas en el análisis de factibilidad de una ubicación específica para el proyecto. También, considerar los impactos negativos en los rendimientos de no contar con agua para suplir la demanda del

cultivo en los periodos, y para el adecuado funcionamiento de la planta de beneficio.

Tramitar oportunamente y mantener vigentes los permisos de captación de agua

Las plantas de beneficio y los cultivos de palma de aceite que requieren agua para riego deben contar con una concesión otorgada por la autoridad ambiental competente. El agua es un recurso público, y su uso para actividades productivas debe ser previamente autorizado.

En las secciones 3.3 y 3.4 se mencionó que **el trámite debe iniciarse durante la fase de diseño y establecimiento/construcción del proyecto, para que se encuentren vigentes una vez inicie la operación de la planta o el cultivo.**

Si la captación se realiza en una fuente de agua superficial, se requiere un permiso de ocupación de cauce si se va a instalar alguna maquinaria o infraestructura para facilitar la captación. Si es de aguas subterráneas, es necesario un permiso de exploración de estas.

Adicionalmente, **el cultivo o la planta de beneficio debe estar en capacidad de demostrar que la cantidad de agua utilizada no supera el volumen concesionado.** Para ello es preciso instalar un medidor de caudal en el punto de captación. Los pequeños productores podrán contar con sistemas manuales.

Las concesiones de agua generalmente se otorgan por un periodo de cinco a 10 años. El trámite de renovación se puede iniciar hasta un año antes de la fecha de vencimiento.

Adoptar prácticas y tecnologías para un uso eficiente del agua

Retomando lo expuesto al inicio de esta sección, el uso eficiente de agua le apunta a dos objetivos: reducir la huella hídrica azul y mejorar la ecoeficiencia. El primero, se refiere a disminuir al mínimo posible la demanda de agua de fuentes superficiales y subterráneas requerida por el proceso productivo. El segundo, busca reducir el consumo de agua por unidad de fruto producido en los cultivos o de fruto procesado en las plantas de beneficio.

A continuación se presentan siete recomendaciones, que incluyen medir y monitorear adecuadamente las dos variables expuestas, reducir pérdidas de agua en sistemas de conducción y distribución, y adoptar algunas prácticas y tecnologías para mejorar la eficiencia de su utilización en el proceso.

Para mayor detalle, consultar la guía metodológica de Cenipalma *Evaluación de sistemas de riego utilizados en cultivos de palma de aceite* (Delgado et al., 2021).

Medir y monitorear la huella hídrica azul

La primera acción que se debe implementar para mejorar la eficiencia en el uso de agua es medir y monitorear la huella hídrica azul.

En la sección 1.5.3 se describieron los tres componentes de la huella hídrica, y se explicó que la azul corresponde al agua extraída de fuentes de agua superficiales o subterráneas, en este caso para el riego del cultivo o para el proceso de extracción de aceite de palma. Esta se puede cuantificar instalando

un medidor de caudal o una canaleta tipo Parshall³³, en el punto de captación de agua. **El objetivo es suplir los requerimientos hídricos del cultivo y/o de la planta de beneficio y, a su vez, reducir la huella hídrica azul al mínimo posible**, disminuyendo así el impacto de la operación sobre el recurso hídrico.

Dado que la producción de fruto es variable durante el año, se recomienda medir y monitorear la huella hídrica azul en periodos anuales. **Esta no debe aumentar a una tasa superior a la de producción de fruto en el cultivo o a la de extracción de aceite en la planta de beneficio.**

Si el volumen anual de producción se mantiene relativamente constante, la huella hídrica azul disminuye como resultado de mejoras en la eficiencia del uso del agua. **Producir más cantidad de fruto o extraer más aceite con volúmenes de agua que no cambian o se reducen, es la meta en la producción agrícola.**

En las cuencas cuyo caudal ha bajado en los últimos años (o en las que esto se prevé para un futuro próximo), es muy posible que la autoridad ambiental se vea en la necesidad de reducir progresivamente el volumen de agua concesionado para riego. Medir, monitorear y adelantar acciones para disminuir la huella hídrica azul, permite que los palmeros estén mejor preparados para afrontar estas circunstancias.

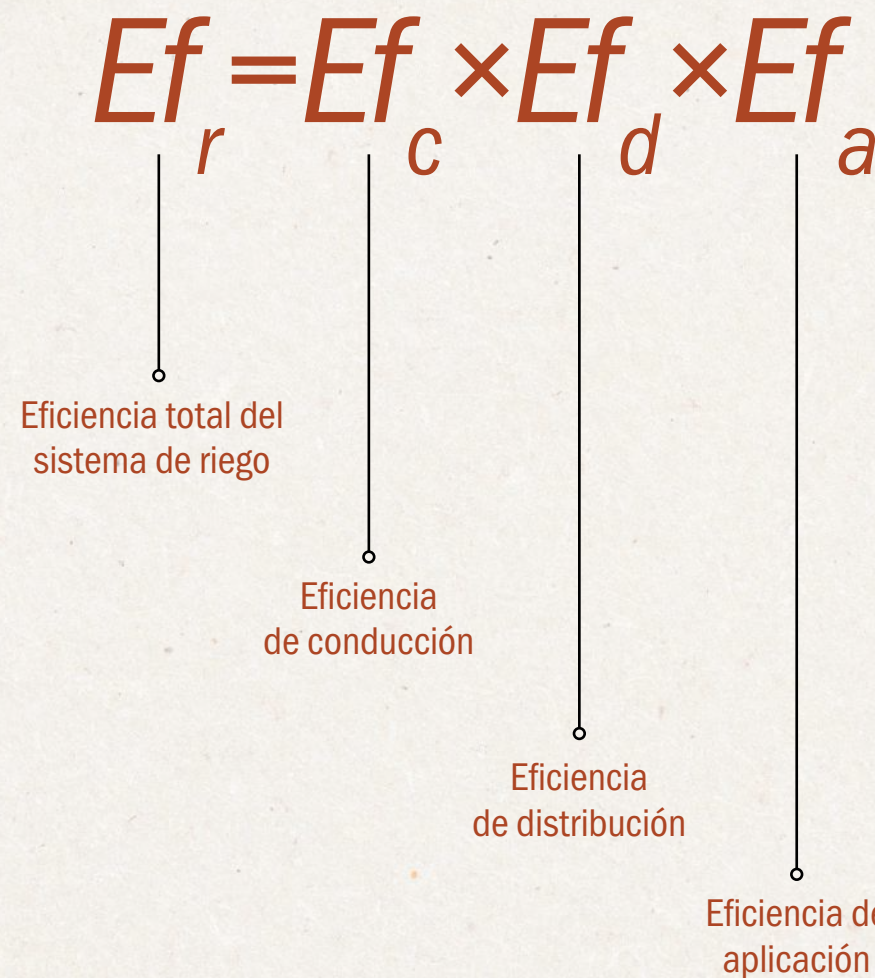
Medir y monitorear adecuadamente la eficiencia de uso de agua

La segunda acción para mejorar la eficiencia en el uso del agua es medirla y monitorearla de forma adecuada.

33. La canaleta tipo Parshall, inventada por Ralph L. Parshall en 1920, es una estructura hidráulica utilizada para cuantificar caudales en canales abiertos. Se usa comúnmente para medir flujos en ríos, canales de irrigación y desagües, distritos de riego y plantas de tratamiento de aguas residuales o de potabilización (Chow et al., 2004).

En los cultivos de palma de aceite, un indicador clave es la eficiencia del sistema de riego, determinada por tres factores (Delgado et al., 2021) (Figura 85):

Figura 85. Factores que determinan la eficiencia de un sistema de riego



Fuente: Delgado et al. (2021)

- **Eficiencia de conducción.** Considera las pérdidas en los canales principales de conducción, comparando el volumen captado de la fuente superficial o subterránea, y el entregado en el punto de inicio del sistema de riego. Dichas pérdidas pueden ser mínimas en un sistema cerrado de tuberías, y llegar a más de 70-80 % en canales sin revestimiento de más de un kilómetro de longitud.
- **Eficiencia de distribución.** Estima las pérdidas de agua en las derivaciones del sistema de riego, comparando el volumen de agua al inicio y el entregado a los lotes del cultivo. Depende de la longitud y complejidad de las derivaciones, de su material o revestimiento y de las condiciones de topografía del terreno.
- **Eficiencia de aplicación.** Mide la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación con el total que se aplicó en una parcela o lote determinado. Varía significativamente según la tecnología del sistema: 10-30 % en riego por superficie, 65-85 % por aspersión y 90-95 % por goteo (Giller et al., 2017).

De estos tres factores, al que mayor atención se le presta por lo general es a la eficiencia de aplicación. Sin embargo, los otros dos pueden ser determinantes en la eficiencia total del sistema como se muestra en la Tabla 16. Por ello la importancia de medirlos y monitorearlos de forma complementaria.

Como se observa en dicha tabla, no solo basta con instalar un sistema de riego de alta eficiencia, si ello no se complementa con acciones que garanticen una buena conducción y distribución. El ejemplo 2 tiene instalada la tecnología con mayor eficiencia de aplicación, pero la total es apenas superior a la del 3 (con riego por superficie), por su baja Ef_c y Ef_d . El 1, cuya eficiencia de aplicación es moderada es el de mayor eficiencia total, ya que tiene controladas las pérdidas en conducción y distribución.

Tabla 16. Ejemplos de sistemas de riego y cálculo de su eficiencia total

Ejemplos de sistemas de riego		Ef _c	Ef _d	Ef _a	Ef _r	Huella hídrica azul vs. requerimiento hídrico del cultivo
1	Riego por aspersión, con canales de conducción con revestimiento y sin mayores fugas en la distribución.	90 %	90 %	75 %	61 %	1,64 veces
2	Riego por goteo, con canales de conducción de 2 kilómetros de longitud sin revestimiento, con fugas en los canales de distribución.	20 %	60 %	95 %	11 %	8,78 veces
3	Riego por superficie, con canales de conducción con revestimiento.	90 %	50 %	20 %	9 %	11,11 veces

Fuente: elaboración propia

Por su parte, **en las plantas de beneficio se utilizan dos indicadores para medir la eficiencia de uso de agua:**

- i. Volumen de agua utilizado por tonelada de fruto procesado.
- ii. Volumen de agua empleado por tonelada de aceite producido.

El valor de referencia comúnmente usado por Cenipalma en plantas de beneficio, es 0,7 m³/t RFF procesada. El objetivo es que la eficiencia medida no supere este referente en más de 15 o 20 %, y que ideal-

mente se mantenga por debajo. El registro de información para este indicador se puede hacer para cada turno de producción, y su agregación y análisis por día, semana, mes o año.

En su cálculo se debe considerar el volumen total de agua utilizado desde el punto de captación, para tener en cuenta las pérdidas por conducción. Así como se explicó para el caso de los cultivos, la eficiencia total en la planta está en función de la eficiencia en el proceso mismo y de la eficiencia de conducción.

Minimizar las pérdidas de agua por conducción y distribución

La tercera acción que se debe implementar es reducir las pérdidas de agua por conducción y distribución.

Este tipo de acciones se consideran “mangos bajitos”, ya que su costo y complejidad son relativamente pequeños, pero pueden mejorar significativamente la eficiencia en un corto plazo. Algunos ejemplos:

- Monitorear periódicamente para identificar puntos críticos y corregir fugas de agua, en los diferentes tramos del sistema de conducción y distribución.
- Revestir los canales de conducción y de distribución del sistema de riego con suelos impermeables, plástico, geomembrana, concreto o con la combinación de estos materiales.
- Mantener adecuadamente la estructura y profundidad de los canales, previniendo también su colmatación y permitiendo así el flujo de agua. Esto comprende el retiro de vegetación y otros elementos que lo obstruyan.

Programar adecuadamente el tiempo requerido para riego

La cuarta acción consiste en programar adecuadamente el riego. Dado que el volumen total de agua utilizada es función del caudal y del tiempo, se puede controlar (y seguramente reducir) su consumo si se ajusta mejor el tiempo de riego.

Las decisiones sobre cuándo empezar a regar y por cuánto tiempo hacerlo deben estar soportadas en información específica sobre los requerimientos de agua del cultivo, así como de la pluviosidad y del nivel freático del suelo. Para su registro, es recomendable que los predios palmeros, sin importar su tamaño, cuenten con pluviómetros y freatómetros.

Otras variables importantes son: la capacidad de reserva y la velocidad de infiltración del agua en el suelo, es decir, la conductividad hidráulica. Con la primera se determina el volumen de agua, y con la segunda, el caudal de aplicación para que el agua efectivamente quede almacenada en el suelo.

Mantener la humedad del suelo

Mantener la humedad del suelo puede reducir el estrés hídrico del cultivo y la necesidad de agua de riego.

Las mejores prácticas agronómicas recomendadas por Cenipalma, incluyen:

- Aprovechar la biomasa del cultivo (hojas de poda y cosecha) alrededor de la palma, de tal forma que sirvan de protección al suelo y estimulen el sistema de raíces al cultivo.
- Aplicar subproductos orgánicos (mulch) alrededor del plato en forma de anillo, especialmente los provenientes de la planta de beneficio de fruto.
- Mantener las coberturas vegetales en el lote, favoreciendo la presencia de leguminosas de hoja ancha y arbustivas, que mejoren la infiltración de agua en el suelo.

- Reducir o evitar la aplicación de herbicidas de manera generalizada, ya que esto incrementa la evapotranspiración y favorece la escorrentía y la lixiviación.

En el libro de *Mejores prácticas agroindustriales del cultivo de la palma de aceite en Colombia* (Cenipalma, 2017), en el *Manual de procedimientos operativos estándar para la implementación de mejores prácticas de sostenibilidad* (Hinestroza et al., 2018), en la *Guía básica de la sostenibilidad en el cultivo de palma de aceite para la implementación de las mejores prácticas para la RSPO, con palmicultores de pequeña y mediana escala* (Hinestroza et al., 2016), y en la guía metodológica *Caracterización y adecuación de suelos para el establecimiento del cultivo de la palma de aceite* (Molina & Torres, 2015) se explican con mayor detalle. Ver también: Ruiz & Molina, 2014; Fontanilla et al., 2015; Arias & Beltrán, 2010; y Arias, 2019.

Mejorar la eficiencia de aplicación en el riego

Para mejorar la eficiencia de aplicación de agua en el riego, es preciso apuntar a entregarle a cada palma la cantidad de agua que necesita, en el momento en que la requiere y en el sitio específico en que mejor la aprovecha. El grado de control que se tiene sobre estas tres variables varía en los diferentes sistemas de riego, y por ello la diferencia en su eficiencia esperada.

En el riego por superficie se tiene un bajo control sobre el sitio específico en que se suministra el agua, pues se distribuye a todo el lote. El sistema con surcos ayuda a direccionarla mejor, y los de riego por goteo y por aspersión permiten controlar aún más la dirección y cantidad de agua que se lleva a cada palma, lo que incrementa significativamente su eficiencia de aplicación.

Aunque los sistemas de riego de alta eficiencia de aplicación (goteo y aspersión) requieren una mayor inversión, su posibilidad de entregar el agua en el momento y lugar adecuado reduce el déficit hídrico que experimenta el cultivo durante los días secos, con un impacto significativo en la productividad, como lo muestra un estudio reciente de Álvarez et al. (2018). De esta forma, el costo adicional se puede recuperar en el corto y mediano plazo.

Para aquellos productores y empresas que no tengan la capacidad inmediata para instalar este tipo de sistemas de riego, se recomienda implementar surcos anchos, además de la aplicación de las prácticas recomendadas para la conservación de la humedad en el suelo.

Mejorar la eficiencia de uso de agua en el proceso de extracción de aceite

Para mejorar la eficiencia en el uso del agua en el proceso de extracción de aceite de palma, se recomienda seguir los siguientes cuatro pasos de un ciclo de mejora continua:

1. **Hacer un diagnóstico detallado** identificando claramente todos los flujos de agua en el proceso y midiendo el consumo en cada uno de los módulos de producción descritos en la sección 3.4. De esta forma, se podrán identificar las actividades y/o procesos que demandan mayor cantidad de agua en la planta.
2. **Establecer oportunidades de mejora en los módulos o procesos priorizados, definir metas y formular un plan de acción.** Algunas de las acciones más sencillas y menos costosas incluyen la verificación y corrección de fugas de agua, y hacer mantenimiento de equipos y tuberías.

Otras alternativas más complejas y costosas implican el reemplazo de maquinaria obsoleta o la instalación de equipos o tecnologías con menor consumo de agua. Las metas y los tiempos de implementación del plan de acción dependen de la complejidad y costo de las oportunidades de mejora identificadas.

3. **Implementar el plan de acción y hacerle seguimiento al cumplimiento de las metas propuestas.** Esto requiere de un trabajo coordinado entre los encargados del Módulo de Servicios Industriales de la planta y los equipos técnicos de los procesos con mayor consumo de agua priorizados para implementar las mejoras.
4. **Evaluar los logros obtenidos y ajustar o complementar el plan de acción,** según sea necesario para alcanzar las metas propuestas.

El Boletín Técnico No. 38 de Cenipalma, titulado *Metodología para la medición, caracterización y diagnóstico del desempeño en el consumo de servicios industriales en plantas de beneficio* (Barrera et al., 2018), presenta un conjunto de recomendaciones para la medición, monitoreo y establecimiento de metas para mejorar el desempeño en el consumo de agua en las plantas de beneficio del sector palmero.

Contribuir a la gobernanza del recurso hídrico en cuencas de regiones palmeras

Al ser un recurso natural de uso común, el agua requiere de acciones colectivas entre sus diferentes usuarios que garanticen su sostenibilidad y disponibilidad para todos en un futuro. Si bien

las CAR son las encargadas de administrarla por jurisdicción, son los usuarios los principales interesados en darle mejor aprovechamiento y conservación.

A diciembre de 2020, existían cultivos de palma de aceite en 62 sub-zonas hidrográficas del país, las cuales se encuentran en ordenamiento mediante 91 POMCA. Tres de estas cuencas abarcaban más de 25.000 ha sembradas; 14, entre 10.000 y 25.000 ha; y 23, entre 5.000 y 10.000 ha. Por otra parte, los cultivos ocupaban más del 25 % del área total de las cuencas de los caños Giramena y Guaroa, directos del río Metica (35,5 %), afluentes directos del río Lebrija medio (29,9 %) y río Pajure (27,6 %) (Fedepalma, 2021). Lo anterior evidencia que **los cultivadores y las empresas palmeras cumplen un papel relevante en la gobernanza del agua.**

Los diferentes actores de las cuencas y usuarios del recurso hídrico deben aceptar y cumplir sus responsabilidades individuales. También resulta necesario acordar reglas de manejo del agua para afrontar épocas de escasez o exceso según sea el caso, que seguramente implican turnos y horarios de captación, reducción temporal en los volúmenes captados, o acciones y obras para favorecer el drenaje de lotes y cultivos, entre otros.

La gobernanza del agua permite construir plataformas de encuentro y diálogo permanente entre actores, usuarios y autoridades de la cuenca, identificar problemáticas y posibles soluciones, y formular y ejecutar proyectos conjuntos en beneficio del agua como recurso de uso común (Figura 86).



Figura 86. Acciones y responsabilidades para una mejor gobernanza del agua

1 Asumir y cumplir responsabilidades individuales

- Captación legal (con concesión y sin desvíos no autorizados)
- Uso acorde al volumen concesionado
- Prácticas y tecnologías de uso eficiente
- Conservación/restauración de rondas hídricas y ecosistemas asociados
- Cumplimiento de reglas acordadas (turnos, volúmenes, etc.)

2 Acordar reglas de manejo del agua y exigir su cumplimiento

- Acuerdos para distribuir el agua en épocas de escasez (turnos, reducción de volúmenes de captación, etc.)
- Mecanismos de verificación del cumplimiento de los acuerdos y sanción para quienes los incumplan

3 Promover acciones conjuntas para la cuenca

- Plataforma de diálogo entre usuarios del agua – identificación de problemáticas y posibles soluciones
- Formulación conjunta de proyectos de mejoramiento de la cuenca
- Consecución y ejecución de recursos para acciones de mejoramiento

Fuente: elaboración propia

4.4.2 Suelo

En el análisis de prefactibilidad y factibilidad de un nuevo proyecto palmero, se debe privilegiar la ubicación de la plantación en áreas con aptitud adecuada para el cultivo de palma de aceite. Esto implica estudiar en detalle los suelos del predio, para identificar las áreas específicas de siembra, así como los suelos frágiles y marginales que deben conservarse o las zonas no aptas que se tienen que destinar a otros usos.

Con un adecuado diseño y establecimiento, se previene la erosión y otros procesos de degradación de los suelos. Adicionalmente, es preciso mantener, mejorar y/o regenerar su fertilidad y propiedades físicas, químicas y biológicas, a lo largo del ciclo productivo del cultivo.

Ubicar los cultivos en zonas con aptitud adecuada para la palma de aceite

De manera similar a lo que se expuso en la sección 4.4.1 en torno al agua, **el primer lineamiento para un uso adecuado y eficiente del suelo es ubicar los cultivos en zonas con aptitud para la palma de aceite.**

Anteriormente se mencionó que es la oleaginosa más eficiente en el uso del suelo, con rendimientos de aceite por hectárea/año de ocho o hasta 10 veces superiores a los de otros cultivos. Sin embargo, esta eficiencia depende de que la siembra se desarrolle en zonas con condiciones adecuadas de suelo y clima.

Para la obtención de altos rendimientos con bajo impacto ambiental, es fundamental tener claro que **la palma de aceite requiere unas caracte-**

ísticas climáticas especiales, que influyen en variables de suelo específicas bajo las cuales se optimizan los rendimientos y se disminuyen los problemas fitosanitarios y nutricionales.

Conocer tales requerimientos es trascendental en los análisis de prefactibilidad y factibilidad, que deben contrastarlos con las condiciones y oferta ambiental de la zona en la que se piensa adquirir el predio.

En el documento de *Mejores prácticas agroindustriales del cultivo de la palma de aceite en Colombia* (Cenipalma, 2017) y en la Guía de Nuevas Plantaciones que actualmente están elaborando Cenipalma y Fedepalma, se especifican los criterios y variables de suelo y clima que se deben considerar en dichos análisis, y que se resumen en las tablas 17 y 18.

Tabla 17. Criterios y variables de suelo para el cultivo de palma de aceite

Componente	Criterio	Variables
Físico	Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva, pedregosidad, textura
	Capacidad de laboreo	Pedregosidad, pendiente, textura
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad, textura
	Conservación de suelos	Susceptibilidad a deslizamientos, erosión actual, pendiente
Químico	Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH), capacidad de intercambio catiónico, carbono orgánico, saturación de bases
	Disponibilidad de oxígeno	Drenaje superficial, susceptibilidad a inundaciones
	Toxicidad de suelos	Salinidad, saturación de aluminio
	Saturación de bases	Ca, Mg, K, Na y Al

Fuente: Cenipalma (2017)

Tabla 18. Requerimientos de clima para el cultivo de palma de aceite

Parámetro	Valor o rango ideal
Precipitación anual	2.000 a 2.500 mm
Precipitación mensual	Mínimo 100 mm
Déficit de agua anual	Menos de 200 mm
Brillo solar	Más de 2.000 horas/año (más de 5,5 horas/día)
Radiación solar	Más de 16 MJ/m ² al día
Temperatura media	28-31 °C
Humedad relativa	75-85 %

Fuente: Cenipalma (2017)

Una primera fuente de información es el mapa de zonificación de aptitud para el cultivo de palma de aceite en Colombia, desarrollado por la UPRA y disponible en <https://sipra.upra.gov.co/>. En su construcción, se tuvieron en cuenta tres componentes de aptitud: edafoclimático (con los requerimientos de suelo y clima aportados por Cenipalma), socioecosistémico (con variables ambientales, principalmente las áreas de exclusión legal y de condicionantes ambientales descritas en la sección 1.3.2) y socioeconómico (variables sociales y económicas que favorecen el desarrollo de la actividad palmera).

Aunque se elaboró a una escala gruesa (1:100.000), que no es la adecuada para tomar decisiones específicas sobre un predio en particular, sí permite identificar de forma general algunas regiones del país que tienen una mayor aptitud para este cultivo.

En cualquier caso, **es necesario tomar muestras de suelo y revisar la información climática disponible de la zona, antes de adquirir o destinar un predio para la siembra de palma de aceite.**

Definir las áreas de siembra a partir de estudios detallados de suelo

Una vez se ha adquirido un predio, se definen las áreas de siembra a partir de estudios detallados de suelo. Estos se desarrollan únicamente en las zonas que no se dejan en conservación, según lo expuesto en las secciones 4.2 y 4.3.

El suelo es un medio muy complejo y heterogéneo, con propiedades físicas, químicas y biológicas que ejercen influencia sobre el creci-

miento de las plantas (Figura 87). Su conocimiento previo es fundamental para un adecuado diseño y establecimiento del cultivo. Se ha demostrado que la siembra de palma de aceite en suelos con baja fertilidad y en zonas con altas limitaciones, afecta la rentabilidad por los altos costos de fertilización, adecuación de tierras y corrección de limitantes biofísicos.

Reducir los costos de inversión y hacer más competitivo el negocio, implica emprender un proceso que facilite la selección de las mejores tierras. En el caso de plantaciones ya establecidas, es preciso identificar los factores que limitan la producción, cuantificarlos y definir los tipos de manejo que se deben introducir para corregirlos, de tal forma que se garantice la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo.

De acuerdo con lo anterior, **se sugiere adelantar estudios detallados de clima y suelo en el predio**, para analizar las variables expuestas en la Tablas 17 y 18. Los protocolos y metodologías para hacerlos se describen en el libro *Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite de Cenipalma* (Arias et al., 2009).

A partir de dichos estudios, **se podrán identificar y diferenciar:**

- Suelos frágiles o marginales³⁴ en los que no se puede sembrar.
- Otros suelos no aptos para el cultivo de palma de aceite, incluyendo mal drenados, lateríticos, pesados, de turba profunda, salinos, con altos contenidos de materia orgánica o con pendientes superiores al 10 %.

- Suelos con diversos grados de aptitud para el cultivo, especificando sus limitaciones y el tipo de enmiendas o adecuaciones que requieren, según el tipo de cultivar a sembrar.

Esta diferenciación es de suma relevancia. La palma de aceite precisa suelos con fertilidad moderada, es decir, que sean capaces de suministrar nutrientes al cultivo. Si bien los suelos se pueden adecuar, la fertilidad natural es irremplazable y sin duda contribuye a disminuir los costos de producción (Arias et al., 2009).

Por otra parte, **sembrar únicamente en terrenos con buena aptitud para el cultivo, evitará desgastar y deteriorar suelos que deben ser conservados o destinados a otros usos en los predios palmeros.**

Diseñar y establecer el cultivo previniendo la erosión y degradación del suelo

En el diseño del cultivo es necesario tener en cuenta los procesos de degradación del suelo, tales como erosión, sellamiento de suelos, contaminación, pérdida de materia orgánica, salinización, compactación y desertificación. Para prevenir la erosión, se deben tener en cuenta el agua y el viento.

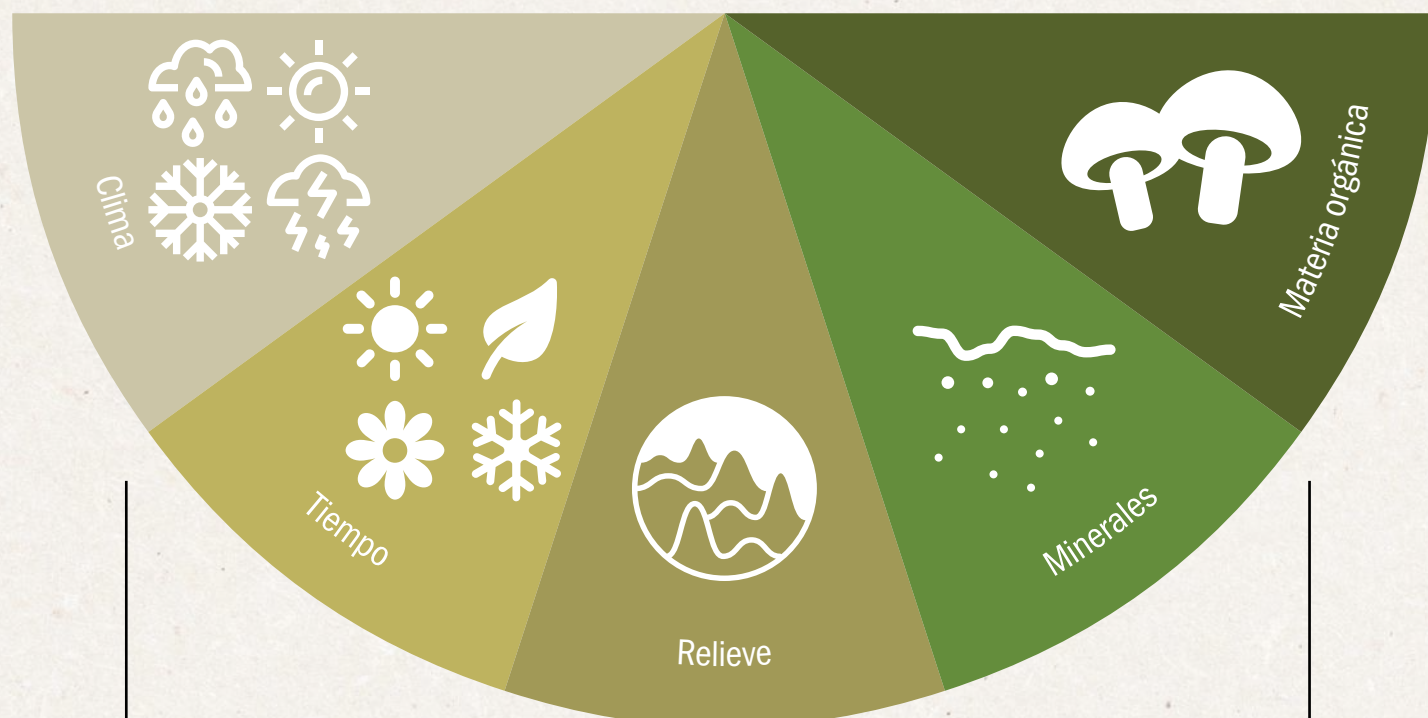
³⁴ Suelos que son susceptibles a la degradación (reducción de la fertilidad) cuando son perturbados. Son particularmente frágiles, si la degradación conduce de manera rápida a un nivel demasiado bajo de fertilidad, o si la degradación es irreversible utilizando insumos de gestión económicamente viables.



Figura 87. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

Propiedades del suelo

El suelo es la porción más superficial de la corteza terrestre, constituida en su mayoría por residuos de roca provenientes de procesos erosivos y otras alteraciones físicas y químicas.



Propiedades físicas

El suelo es un cuerpo poroso que mezcla partículas orgánicas e inorgánicas, en proporciones variables. Estas le dan características de textura, estructura, porosidad, drenaje y profundidad.

Propiedades biológicas

Aquí nos encontramos con las especies de organismos que viven en él, tanto animales, como bacterias, hongos, etc. Los animales también ejercen su función en el suelo, dependiendo de su alimentación, su actividad, su tamaño, etc.

Propiedades químicas

Se trata de la capacidad que tiene el suelo de poder intercambiar arcilla y humus, cediendo nutrientes a las plantas por medio de la captación de partículas minerales.

Propiedades físicas

Densidad aparente

Es la relación existente entre la masa y el volumen del suelo. En este volumen está considerado todo el espacio poroso existente.

Densidad real

Es la relación entre el volumen de las partículas de suelo y el volumen de estas sin considerar el espacio poroso.

Textura

Es la distribución de las partículas del suelo. Expresada en porcentaje.

Color

Es una de las características que guarda relación directa con la temperatura, la dinámica de los elementos y la movilidad del agua en el suelo, el contenido de materia orgánica, la cantidad de organismos, la evolución de los suelos, etc.

Propiedades biológicas

Mineralización

Es la transformación biológica de los compuestos orgánicos a compuestos inorgánicos como NH_4 , NO_2 y NO_3 .

Fijación biológica

El nitrógeno atmosférico es tomado por los microorganismos

e incorporado en sus estructuras, y luego será liberado al suelo y aprovechado por las plantas.

Dentrificación

Es el proceso inverso de la nitrificación, en la cual los nitratos son utilizados por los microorganismos como fuente de oxígeno.

Propiedades químicas

pH

Es una de las propiedades físico-químicas más importantes en los suelos, ya que de él depende la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Nitrógeno

La disponibilidad de este elemento depende de la mineralización de la materia orgánica por parte de los microorganismos.

Capacidad de intercambio catiónico

Un aumento en el pH origina cargas negativas libres y que pueden ser posiciones intercambiables entre los cationes presentes en la solución.

% de saturación de bases

Un incremento en el pH da como resultado mayor solubilidad para los elementos, por lo que puede provocar mayor porcentaje de saturación.



Materia orgánica (hojas)



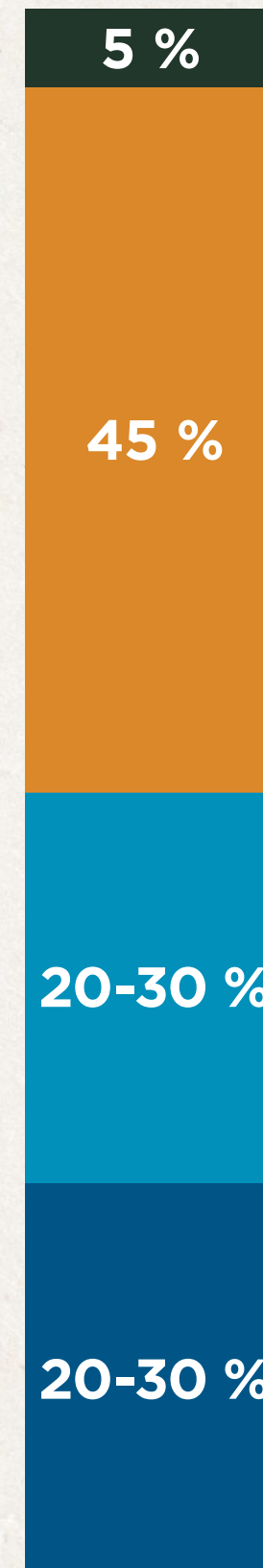
Minerales



Aire



Agua



Fuente: elaboración propia a partir de Calameo (2019)

Estudios topográficos y análisis del movimiento superficial del agua en el predio, permiten diseñar adecuadamente los sistemas de riego y drenaje del cultivo, disminuyendo el riesgo de erosión por escorrentía, fugas de agua o desbordamiento de dichos sistemas.

En el establecimiento, la implementación de coberturas vegetales luego de preparar el terreno y antes de sembrar las palmas reduce el riesgo de erosión por efecto del agua y del viento.

Se recomienda utilizar leguminosas, que también contribuyen a la fertilidad del suelo dada su capacidad para hacer disponible el nitrógeno del aire mediante la interacción con microorganismos del suelo. Diversos estudios han demostrado la conveniencia de usarlas en los cultivos palmeros, entre otras razones porque mejoran la nutrición de las plantas, mantienen la humedad relativa y reducen la incidencia de enfermedades, al tiempo que permiten disminuir los controles de malezas (Rincón *et al.*, 2015).

Adicionalmente, **se pueden prevenir otros impactos al suelo con un adecuado diseño de la infraestructura de soporte al cultivo, evitando su deterioro o contaminación** por entrar en contacto con ciertos materiales, sustancias o residuos. Lo anterior incluye:

- Techar algunos espacios para evitar que materiales corrosivos o con trazas de aceite o lubricantes, generen lixiviados al ser expuestos a la lluvia.
- Contar con obras de contención de derrames de hidrocarburos, lubricantes, agroquímicos y otras sustancias peligrosas.

- Impermeabilizar o revestir el piso de talleres de mantenimiento, áreas de mezcla de agroquímicos y triple lavado, entre otras.

Mantener o mejorar las propiedades y fertilidad del suelo en la operación del cultivo

A lo largo de todo el ciclo productivo del cultivo, se deben monitorear y ajustar las condiciones del suelo para mantener, mejorar o regenerar su fertilidad y propiedades físicas, químicas y biológicas.

Para ello, es clave **realizar de manera periódica análisis de suelos y foliares**, como testigos de las condiciones nutricionales del cultivo, para así proyectar los periodos de fertilización, y en los casos que lo ameriten, proceder con las enmiendas. Los ciclos de fertilización se deben establecer teniendo en cuenta la estacionalidad, fecha de siembra, tipo de suelo y condición fitosanitaria, con el objeto de lograr una adecuada absorción de los nutrientes, y de reducir el impacto ambiental por concentración de los productos aplicados (Arias *et al.*, 2009).

También resulta necesario **mantener y mejorar condiciones favorables a la biodiversidad del suelo**. Como se muestra en la Figura 88, en el suelo hay una diversidad de microorganismos, insectos, vertebrados y sistemas radiculares de las plantas, que le proveen servicios ecosistémicos al cultivo: descomposición de la materia orgánica, aireación del suelo, fijación de nutrientes, e infiltración y almacenamiento de agua, entre otros.

Una transición de uso de productos de síntesis química a biológica contribuye de manera positiva a los organismos que de manera natural componen la ecología del suelo.

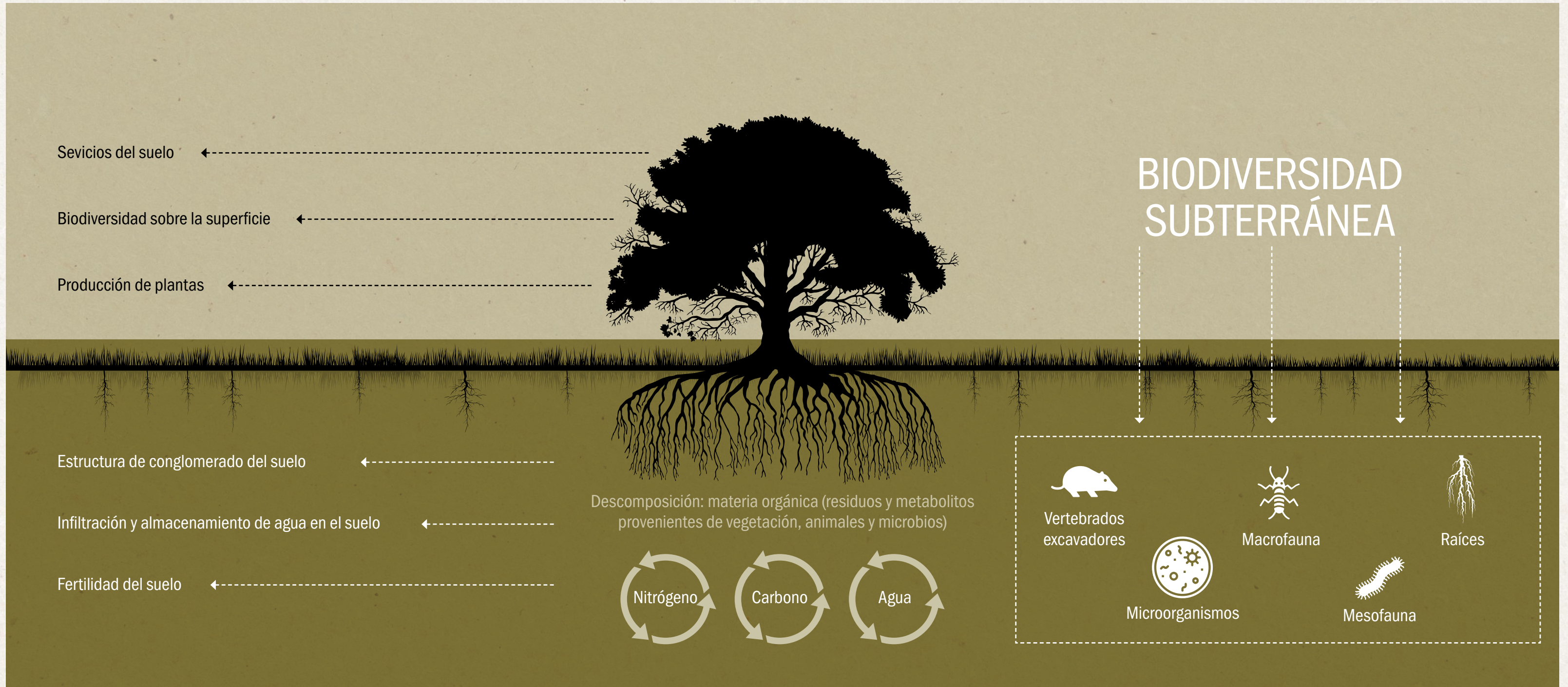
Esta transición, que se puede realizar acorde con las capacidades de cada productor, la disponibilidad de alternativas de síntesis biológica y la situación fitosanitaria del cultivo y de la región, se fundamenta sobre las bases conceptuales de la **agricultura regenerativa, que propone rehabilitar componentes naturales del suelo y mantenerlo productivo el mayor tiempo posible** (Brown, 2019).

Por último, y **teniendo en cuenta que las condiciones del suelo, el clima, el agua y el cultivo no son homogéneas en toda la plantación, Cenipalma ha promovido las Unidades de Manejo Agronómico (UMA) como estrategia de diseño y manejo del cultivo, que reconoce y construye sobre esas condiciones heterogéneas.**

En el libro *Mejores prácticas agroindustriales del cultivo de la palma de aceite en Colombia* de Cenipalma, se definen las UMA como: “Áreas específicas y delimitadas dentro de una misma plantación que pueden estar ubicadas de manera continua o dispersa, pero que tienen características homogéneas en cuanto a clima, suelos, agua, material genético de siembra y edad del cultivo. Esto permite realizar una planeación e implementación de mejores prácticas agrícolas especializadas para dichas áreas, logrando una mayor eficiencia del manejo de las fases agronómicas y productividad del cultivo de la palma de aceite” (Cenipalma, 2017).



Figura 88. Biología del suelo



4.4.3 Energía

El uso adecuado y eficiente de energía se refiere, principalmente, a reducir la huella ecológica por el consumo de combustibles fósiles, a aumentar la utilización de energías renovables, y a adoptar prácticas y tecnologías que permitan un uso más eficiente de la energía eléctrica, térmica y para transporte.

Reducir la huella ecológica por uso de combustibles fósiles

El primer lineamiento es optimizar el uso de combustibles fósiles, dada su huella ecológica por ser una fuente de energía no renovable, y por su contribución a las emisiones de GEI. Para lograrlo se recomiendan las siguientes actividades:

1. Identificar todas las demandas de combustibles fósiles en los cultivos y plantas de beneficio, incluyendo para transporte y para generación de energía eléctrica.
2. Medir y monitorear el uso total (indicador de huella ecológica) de combustibles fósiles para energía y para transporte (incluyendo el tanqueado en estaciones de servicio), así como su consumo por tonelada de fruto producido en cultivo o de fruto procesado en planta de beneficio (indicador de ecoeficiencia).
3. Determinar los procesos o actividades más demandantes de combustibles fósiles y establecer alternativas de optimización de procesos, cambios tecnológicos o mejores prácticas para reducir dicha demanda.
4. Elaborar e implementar un plan de mejora, para disminuir la huella ecológica por uso de combustibles fósiles y/o para mejorar su eficiencia.

Favorecer el uso de energías renovables en cultivos y plantas de beneficio

El segundo lineamiento consiste en aumentar la participación de fuentes de energía renovables en la matriz energética de los cultivos y plantas de beneficio.

Como primer paso, se recomienda medir y monitorear una matriz energética para los tres diferentes tipos de energía utilizados (eléctrica, térmica y para transporte), así:

- i. Calcular el consumo total de cada tipo de energía en un periodo de tiempo determinado (un mes o un año).
- ii. Determinar qué porcentaje de dicho consumo energético fue provisto por fuentes de energía renovables y no renovables.
 - a. **Eléctrica.** La matriz de energía eléctrica en Colombia proviene en un 68 % de fuentes de energía renovables (ACOLGEN, 2021). Es decir, si el cultivo o la planta utilizan energía eléctrica del sistema de interconexión, ese es el valor a emplear. Si usan combustibles fósiles en algunos periodos de tiempo o cuando falla la red, el porcentaje de renovables en la matriz del cultivo o planta disminuye. Si en la planta cogeneran parte de su energía con excedentes de vapor o autogeneran con biogás, el porcentaje de renovables es mayor.
 - b. **Térmica.** Las plantas de beneficio utilizan energía térmica para la generación de vapor de agua para el proceso. El combustible más comúnmente utilizado en las calderas es biomasa (fibra y cuesco), en cuyo caso el porcentaje de renovables en esta matriz es de 100 %.

- c. **Transporte.** En Colombia, la gasolina tiene un 10 % de mezcla de etanol y el diésel un 12 % de biodiésel. Este porcentaje de renovables debe ser considerado en la matriz energética de transporte, según el consumo de cada tipo de combustible. Si por política empresarial se utiliza una mezcla mayor de biocombustibles en los tractores o camiones, el porcentaje de renovables aumenta.

El siguiente paso consiste en identificar alternativas para aumentar la participación de fuentes de energía renovable en cada una de las tres matrices. Además de los ejemplos descritos, la instalación de sistemas de generación de electricidad a partir de energía eólica o solar también incrementa la participación de renovables en dichas matrices.

Adoptar tecnologías y prácticas para un uso más eficiente de la energía

El tercer lineamiento es mejorar la eficiencia en la utilización de energía.

La energía para el transporte se utiliza más eficientemente mediante una optimización de las rutas de recolección de fruto hacia la planta de beneficio. En cuanto a la energía eléctrica y térmica empleada, se recomienda seguir pasos similares a los expuestos en la sección 4.4.1 para el uso eficiente de agua.



El Boletín Técnico No. 38 de Cenipalma (Barrera *et al.*, 2018) también incluye sugerencias para la medición, monitoreo y establecimiento de metas para mejorar el desempeño en el consumo de estos dos tipos de energía en las plantas de beneficio del sector palmero.

4.5 Prevención y mitigación de la contaminación

La contaminación al medioambiente y los recursos naturales es uno de los impactos ambientales más visibles y de mayor riesgo potencial en la agroindustria de la palma de aceite. Su prevención y mitigación constituye un aspecto básico de la sostenibilidad ambiental.

En los cultivos y plantas de beneficio, los aspectos ambientales con mayor potencial de contaminación son los vertimientos de efluentes líquidos, las emisiones atmosféricas y de GEI, y la generación de residuos (ver secciones 3.5 y 3.6). Estos fueron los primeros en ser objeto de regulación ambiental en Colombia, y por ello reducirlos y controlarlos además de ser un principio relevante para la sostenibilidad, es un requisito fundamental para el cumplimiento legal.

El manejo integral de la contaminación requiere involucrar dos estrategias complementarias:

- **Prevención**  Busca prevenir al máximo la contaminación que genera el proceso productivo, reduciendo su huella ecológica y aumentando la ecoeficiencia de los procesos, con la disminución del volumen total de contaminantes generados y también el volumen por unidad de producto. Implica identificar las principales fuentes de contaminación e implementar mejores prácticas, sustituir insumos con alto contenido de sustancias nocivas, reconfigurar procesos o adoptar cambios tecnológicos para reducir dicha contaminación desde la fuente.
- **Mitigación**  Parte del reconocimiento de que en los procesos productivos se puede generar contaminación residual que

no es posible prevenir, haciendo necesario acudir a medidas de manejo, tecnologías y sistemas de tratamiento al final del proceso, para controlarla en un ambiente/espacio aislado, mitigando los potenciales impactos sobre el medioambiente y los recursos naturales.

La prevención de la contaminación es por lo general, más costo-efectiva que la mitigación. Al reducirse la contaminación generada en el proceso, se disminuye igualmente el costo de inversión en técnicas y tecnologías de alta complejidad para mitigarla.

Por ello, en un plan de manejo integral se deben privilegiar las acciones de prevención y luego implementar las de mitigación únicamente sobre la contaminación residual, dando así cumplimiento a los requerimientos legales y evitar potenciales impactos ambientales.

A continuación, se presentan algunos lineamientos para prevenir y mitigar la contaminación asociada al cultivo de palma de aceite y a plantas de beneficio; la sección 4.5.1 hará referencia a los vertimientos, la 4.5.2 a las emisiones atmosféricas, la 4.5.3 a las emisiones de GEI y la 4.5.4 a los residuos.

4.5.1 Vertimientos

Las plantas de beneficio generan la mayor cantidad de vertimientos de aguas industriales y con alta carga contaminante, aunque existen otras fuentes de generación de vertimientos en las actividades agrícolas y domésticas.

El MADS ha clasificado los vertimientos en dos tipos de corrientes (MADS, 2015):

1. **Aguas residuales no domésticas (ARnD).** Proceden de las actividades industriales, comerciales o de servicios, distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas.
2. **Aguas residuales domésticas (ARD).** Proviene de los hogares, así como de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios, y que corresponden a:
 - a. Descargas de los retretes y servicios sanitarios.
 - b. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y limpieza de paredes y pisos.

En los cultivos de palma de aceite y en las plantas de beneficio se generan vertimientos de ARD y ARnD, aunque en diferentes cantidades y características fisicoquímicas, como se muestra en la Tabla 19.

Aunque el mayor volumen de vertimientos se produce en la fase de operación, algunas decisiones clave en la planificación y diseño podrán disminuir dicho volumen o su impacto sobre la salud humana o especies/áreas de importancia ambiental.

A continuación, se presentan lineamientos específicos para la gestión de vertimientos en las tres fases de un proyecto palmero.


Tabla 19. Principales características de los efluentes generados en cultivo y planta de beneficio


Actividad	ARnD		ARD	
	Volumen (cantidad)	Características	Volumen (cantidad)	Características
Cultivo	Bajo	Carga contaminante de origen química por trazas de agroquímicos.	Bajo	Carga contaminante de origen orgánico.
Planta de beneficio	Alto	Alta carga contaminante orgánica y trazas de iones e hidrocarburos.	Medio	Carga contaminante de origen orgánico.

Fuente: elaboración propia

Ubicar la planta de beneficio en lugares con condiciones adecuadas para el tratamiento y asimilación de sus vertimientos

En los análisis de prefactibilidad y factibilidad para la ubicación de una planta de beneficio, se deben considerar dos aspectos clave para prevenir potenciales impactos ambientales asociados a sus vertimientos:

- 1. Garantizar que el predio donde se desarrollará el proyecto tenga cuerpos de agua con potencial capacidad de asimilación de los vertimientos.** Esto reducirá riesgos legales por establecer puntos de descarga sobre cuerpos de agua con objetivos de calidad muy difíciles de cumplir, o que hayan sido vetados por la autoridad ambiental. Así, es recomendable acudir a la autoridad ambiental para conocer variables como el índice de calidad del agua y objetivos de calidad del cuerpo receptor.  **Preención**
- 2. Asegurar que el predio cuente con el área suficiente para establecer el STAR adecuado para el máximo volumen de efluentes proyectado a futuro.** Este aspecto es de gran importancia para evitar el diseño de un STAR subdimensionado por no contar con el espacio suficiente, o evitar el sobre costo de establecer uno más eficiente en un espacio más reducido (estas alternativas requieren

mejores tecnologías, y son más costosas en comparación con los sistemas tradicionales). Es necesario también tener en cuenta las proyecciones de crecimiento de la planta y destinar un área suficiente para ampliar el STAR acorde al incremento de la capacidad instalada.  **Mitigación**



Diseñar el proyecto con tecnologías apropiadas para prevenir y mitigar impactos por vertimientos

Durante la fase de diseño y establecimiento/construcción de los cultivos o plantas de beneficio, es crucial identificar e incorporar tecnologías que contribuyan a reducir la generación de vertimientos en los procesos o a minimizar su impacto, tramitar oportunamente los permisos de vertimientos y diseñar la infraestructura necesaria para un adecuado tratamiento cumpliendo todas las obligaciones legales.

Estudios previos, identificación e incorporación de tecnologías

- Considerar variables ambientales del predio como profundidad del nivel freático, pluviosidad, presencia de acuíferos, capacidad de infiltración del suelo, entre otras, con el objetivo de prevenir que se

construyan sistemas de tratamiento con riesgos de desborde o de infiltración a los acuíferos.  **Preención**

- Identificar procesos o tecnologías en seco, que se puedan implementar en el proceso de extracción de aceite de palma, para hacer un uso más eficiente del agua y reducir el volumen de vertimientos.  **Preención**
- Identificar sistemas alternativos y viables, que permitan aprovechar el contenido nutricional de los efluentes tratados a través de técnicas como el compostaje y fertirriego. Este aprovechamiento permite reducir riesgos legales por incumplimiento de la estricta normatividad en materia de vertimientos, disminuir presión al suelo o cuerpos de agua receptores y reincorporar nutrientes valiosos en el cultivo.  **Preención**

Trámite oportuno de permisos de vertimientos

- Todos los cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio deben contar con permiso de la autoridad ambiental para realizar vertimientos de ARD y de ARnD. Su trámite se debe iniciar con suficiente antelación durante la fase de diseño y establecimiento del proyecto, para que estén vigentes una vez empiece la operación (Anexo 1).

Ubicación de puntos de descargas

- En el diseño se ubican los puntos de descarga de ARD y ARnD, asegurándose de no violar las prohibiciones establecidas en el Artículo 2.2.3.3.4.3 del Decreto 1076 de 2015. Algunas de ellas son enfáticas en la prohibición de realizar descargas en las cabeceras de las fuentes de agua, o en un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable. **Prevenición**

Diseño y construcción de infraestructura para el manejo y tratamiento de vertimientos

- En el diseño de la infraestructura, es preciso incluir redes sanitarias independientes para cada tipo de efluente (ARD, ARnD y aguas lluvia), que los conduzcan a su vez al sistema de tratamiento correcto. **Prevenición**
- Para los vertimientos de ARD se selecciona un sistema de tratamiento adecuado, compuesto principalmente por: un tanque séptico que cumpla con los criterios técnicos definidos por el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Resolución 330 de 2017, y las unidades de tratamiento primario necesarias para cumplir con los límites de vertimiento aplicables (Anexo 1). **Mitigación**
- Se recomienda incorporar en el diseño del cultivo un área específica con una cama o mesa biológica para disponer las ARnD generadas durante el lavado de envases de agroquímicos, herramientas o elementos que hayan estado en contacto con estos. En la Figura 89, se muestra la composición general de una cama biológica para el tratamiento de efluentes con trazas de agroquímicos. **Mitigación**




Figura 89. Composición de una cama biológica



Para la fabricación de una cama biológica se debe tener un recipiente o un hoyo excavado, y seguir los siguientes pasos:

- 1 Se pone la gravilla que retiene los líquidos que logren traspasar la geomembrana y que es el sustento de todas las demás capas
- 2 Luego se ubica la geomembrana que cumple la función de retener los líquidos.
- 3 Posteriormente se agrega la capa de arcilla o carbón y encima de esta, el material orgánico vegetal.
- 4 Por último, se tapa con una capa superficial de césped.




- En las plantas de beneficio se debe diseñar y establecer un Sistema de Tratamiento para Aguas Residuales Industriales (STARI), que cumpla con los siguientes criterios básicos:  **Mitigación**
 - a. Capacidad suficiente para tratar las aguas residuales industriales (ARI) generadas por la planta de beneficio en sus picos de producción máximos y mínimos.
 - b. Estimar la capacidad del STARI de acuerdo con las proyecciones de crecimiento de la planta de beneficio.
 - c. Incorporar el cumplimiento de los límites máximos permisibles aplicables, como criterio de diseño para el STARI.
 - d. Diseñar correctamente las dimensiones y configuraciones de las unidades de tratamiento del sistema, como las lagunas de estabilización, anaerobias, facultativas, entre otras.
 - e. Se recomienda impermeabilizar las lagunas de tratamiento, para evitar infiltración de los efluentes en el suelo o acuíferos.
 - f. Incluir puntos y estructuras que faciliten el monitoreo de los efluentes en todos los puntos de entrada y salida a las unidades del sistema.
 - g. En caso de requerirse, bien sea por cumplir con objetivos de calidad, políticas de sostenibilidad o netamente por acatamiento a la normatividad ambiental, identificar y seleccionar tecnologías eficientes para mitigar la contaminación asociada a los vertimientos. En el módulo 2 del libro *Rutas tecnológicas para el manejo integral de aguas residuales en las plantas de beneficio del sector palmero*, se explican en mayor detalle estas alternativas tecnológicas (Fedepalma & Cenipalma, 2015).


Optimizar sistemas y prácticas para un manejo integral de vertimientos en la operación de cultivos y plantas de beneficio

Durante la operación de los cultivos y las plantas de beneficio, es clave garantizar un adecuado funcionamiento de las tecnologías y sistemas instalados para el manejo de vertimientos. Esto se logra midiendo y monitoreando variables de control y de eficiencia, y adoptando prácticas encaminadas a una mejora continua en la prevención y mitigación de sus impactos.

Cultivo




La mayor cantidad de aguas residuales generadas durante la operación del cultivo son domésticas; algunas, en menor cantidad, son agrícolas. Aunque su volumen y carga contaminante por lo general es bajo, se deben desarrollar las siguientes acciones para prevenir o mitigar su potencial impacto:








- Revisar y verificar que no exista mezcla de diferentes tipos de aguas residuales, y que cada una sea conducida al sistema de tratamiento apropiado.  **Prevención**
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema de tratamiento de ARD, garantizando que sus condiciones de operación son óptimas para cumplir con los límites definidos en la normatividad ambiental.  **Mitigación**
- Establecer un plan de monitoreo y seguimiento al cumplimiento de los parámetros y límites máximos permisibles para vertimientos de ARD.  **Mitigación**

- Toda actividad de triple lavado de envases de agroquímicos y de lavado de elementos que hayan estado en contacto con estos, debe realizarse en camas o mesas biológicas, a las que se tiene que hacer mantenimiento para garantizar su permanente funcionalidad.  **Mitigación**

Plantas de beneficio

Como ya se mencionó, **las ARnD o industriales que se generan en las plantas de beneficio son las de mayor volumen y carga contaminante (principalmente orgánica) y su vertimiento en cuerpos de agua o en el suelo podría ocasionar grandes impactos ambientales y riesgos legales.** Por ello la importancia de implementar las siguientes acciones, para prevenir la generación excesiva o atípica de efluentes en el proceso y darles adecuado tratamiento:

- Implementar buenas prácticas para evitar la llegada de contaminantes atípicos (hidrocarburos, metales, etc.) a los efluentes industriales.  **Prevención**
- Monitorear continuamente la cantidad de efluentes generados por tonelada de RFF y vigilar que no haya tendencia a incrementar su volumen. En caso de identificar un aumento atípico, se deben buscar los puntos del proceso donde se esté consumiendo mayor cantidad de agua o generando un exceso de efluentes, y corregir las fallas o posibles causas.  **Prevención**
- En línea con lo anterior, implementar un plan de monitoreo y seguimiento en los subprocesos de la planta de beneficio donde se produce la mayor cantidad de efluentes.  **Prevención**

- Incorporar en el proceso nuevas tecnologías que contribuyan a reducir la cantidad y carga contaminante de los efluentes generados, como por ejemplo la clarificación dinámica de tres fases. En el módulo 2 del libro *Rutas tecnológicas para el manejo integral de aguas residuales en las plantas de beneficio del sector palmero* (Fedepalma & Cenipalma, 2015) se describen en mayor detalle estas tecnologías.  **Preención**
- Adoptar técnicas y tecnologías que permitan aprovechar el contenido nutricional de los efluentes tratados, tales como compostaje y/o fertirriego. Para más información, se recomienda revisar el módulo 3 del libro *Rutas tecnológicas para el manejo integral de aguas residuales en las plantas de beneficio del sector palmero* (Fedepalma & Cenipalma, 2015).  **Preención**
- Garantizar que la capacidad del STARI es suficiente para tratar el volumen de efluentes generados por la planta de beneficio. En caso contrario se debe ampliar el sistema, para garantizar que tenga buenas condiciones de operación y que logre dar cumplimiento a los límites máximos permisibles aplicables al tipo de vertimiento generado y cuerpo receptor (suelo o aguas superficiales).  **Mitigación**
- Implementar un plan de monitoreo y seguimiento de las principales variables de control del STARI: pH, temperatura, DQO y relación de alcalinidad, también conocida como capacidad buffer. Se llaman de control, por ser indicadores de las condiciones de operación del sistema.  **Mitigación**
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el STARI, garantizando que su funcionamiento es el indicado para cumplir con los límites máximos permisibles aplicables.  **Mitigación**
- Fijar un programa de monitoreo al cumplimiento de los parámetros y límites máximos permisibles aplicables, y en caso de encontrar fallas, realizar un diagnóstico integral de aguas residuales de toda la planta, identificando la proveniencia de agentes contaminantes y posibles razones de su alta concentración en los efluentes. Para mayor orientación sobre este tipo de diagnóstico, se sugiere revisar la publicación de Fedepalma *Recomendaciones para la gestión integral de aguas residuales en plantas de beneficio y el cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 sobre vertimientos* (Cifuentes & Espinosa, 2016).  **Mitigación**
- Realizar vertimientos únicamente en los puntos de descarga que cuentan con permiso otorgado por la autoridad ambiental.
- Las anteriores acciones de prevención y mitigación permiten acatar lo dispuesto en la Resolución 0631 del MADS sobre vertimientos a cuerpos de agua, excepto el de cloruros³⁵. Para su remoción es necesario incorporar unidades de tratamiento complementarias al STAR convencional. Cenipalma identificó la fitorremediación mediante humedales artificiales como una técnica eficiente en la remoción de este contaminante. Consiste en la instalación de canales con desarrollo vegetativo de plantas macrófitas como el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), que por interacción química, física y biológica remueven diversos contaminantes, incluidos los cloruros. Resultados experimentales de Cenipalma muestran que estos humedales artificiales pueden remover alrededor de 43 % de los cloruros presentes en las aguas residuales del proceso de extracción de aceite de palma. Para más información, ver Reyes et al. (2019).  **Mitigación**
- En caso de imprevistos con el STARI, se debe implementar estrictamente el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos, aprobado por la autoridad ambiental competente.

4.5.2 Emisiones atmosféricas

La mayor cantidad de emisiones atmosféricas producidas por el sector palmero tienen origen en las plantas de beneficio, específicamente durante el proceso de generación de vapor que se realiza mediante la combustión de biomasa sólida (fibra y cuesco).

En la práctica, ningún proceso de combustión es completo; existe un porcentaje de ineficiencia que genera la emisión de micropartículas contaminantes al aire, que en el caso de las plantas de beneficio corresponden en su mayoría a **tres tipos de contaminantes: material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxidos de azufre (SO_x)**.

Estas emisiones, si bien no generan un impacto ambiental significativo, dado que las plantas de beneficio están ubicadas lejos de centros poblados y tienen a su favor la dispersión por corrientes de aire, sí conllevan un riesgo legal y pueden afectar negativamente la imagen del sector en general.

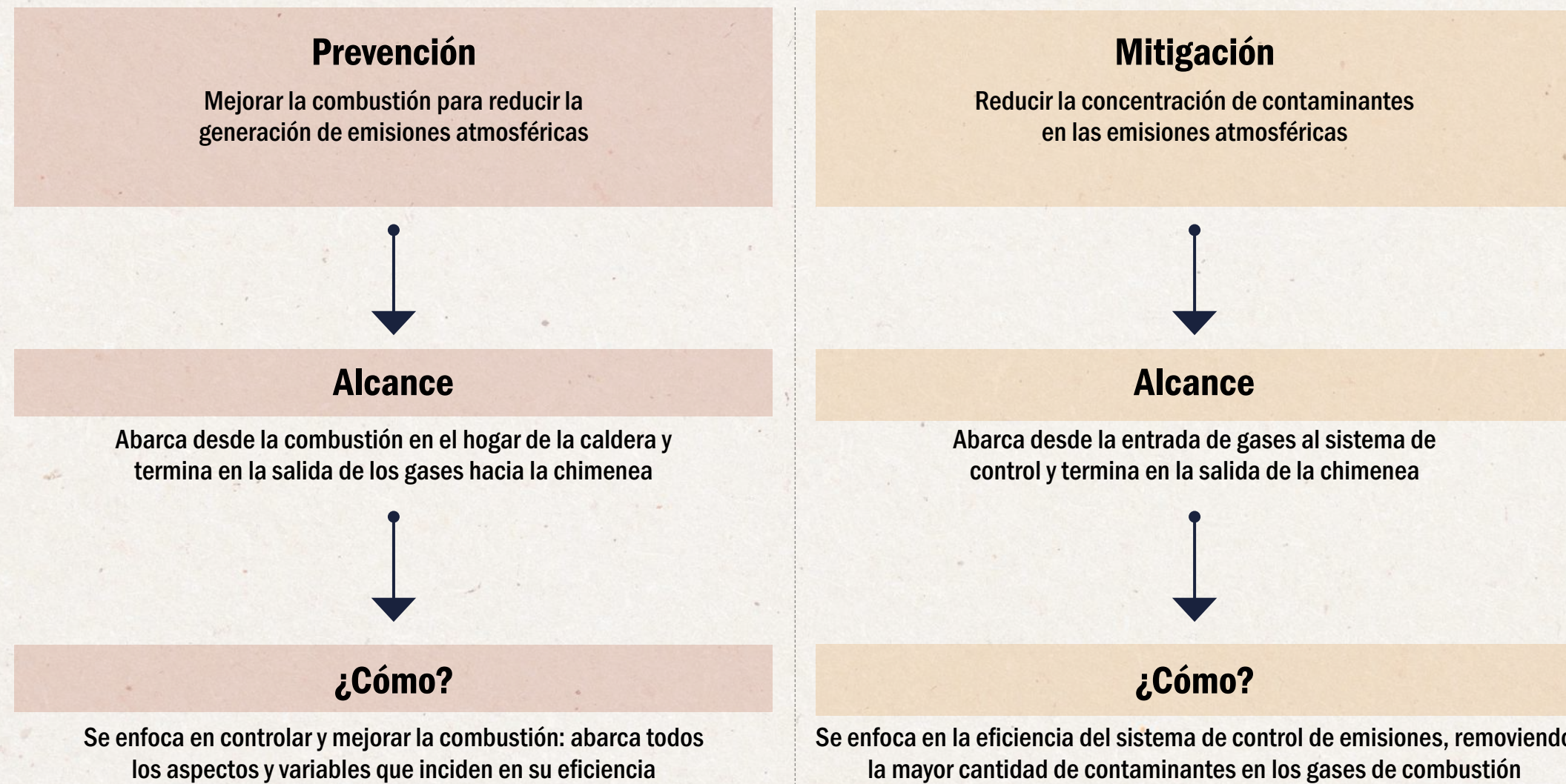
Para hacer frente a la contaminación por emisiones atmosféricas, **se deben adelantar acciones con enfoque preventivo, logrando una combustión lo más completa posible y así reducir la generación de contaminantes**.

También es necesario ejecutar medidas de mitigación para controlar la cantidad de contaminantes que se emiten a la atmósfera y dar cumplimiento a la normatividad, mediante sistemas de control de emisiones adecuados y eficientes (Figura 90).

³⁵. El ion cloruro (Cl-) está presente en las aguas residuales del proceso de extracción por las trazas que vienen en los RFF por efecto de la fertilización con cloruro de potasio (KCl).



Figura 90. Enfoques de gestión de la contaminación por emisiones atmosféricas



En los siguientes numerales, se abordan los principales lineamientos para prevención y mitigación de la contaminación por emisiones atmosféricas durante las etapas de planificación, diseño y operación de una planta de beneficio.

Evitar ubicar la planta de beneficio en cercanía a centros poblados





En los análisis de prefactibilidad y factibilidad para la ubicación de la planta de beneficio, se debe tener en cuenta el riesgo legal y de afectación a la salud humana por emisiones atmosféricas si se instala en cercanía a un centro poblado.

En caso de hacerlo, se debe considerar que pueden existir estándares de emisión admisibles más estrictos que en zonas alejadas. Esto significará la necesidad de implementar sistemas de control más eficientes y costosos.


Incorporar tecnologías de alta eficiencia para la generación de vapor y el control de emisiones en el diseño de la planta

Para asegurar una adecuada gestión de emisiones atmosféricas durante la operación futura de la planta, **es preciso incorporar en su diseño y construcción, sistemas de generación de vapor altamente eficientes en la combustión de biomasa sólida, y sistemas adecuados para controlar las emisiones atmosféricas residuales.**

A continuación, algunas recomendaciones. Para mayor detalle, consultar el documento de Fedepalma *Lineamientos para la operación eficiente de sistemas de generación de vapor y reducción de emisiones atmosféricas en plantas de beneficio del sector palmero* (Valencia et al., 2015).

- El sistema de generación de vapor, y específicamente el hogar de la caldera, debe contar con las siguientes condiciones para lograr una combustión lo más completa posible.  **Preención**
 - a. Generar la cantidad de energía térmica que necesita el proceso.
 - b. Tener el espacio suficiente para la cantidad de biomasa requerida y que quede bien repartida en el hogar.
 - c. Contar con las debidas entradas de oxígeno.
- Incluir en el diseño, medidores para las variables de control de la combustión (temperatura, presión y oxígeno), y un acople para el medidor de concentración de gases a la salida de la caldera.  **Preención**
- Definir un espacio adecuado para almacenar la biomasa que alimenta la caldera, asegurando que no se moje por la lluvia o por actividades de limpieza.  **Preención**
- Tramitar y obtener el permiso de emisiones atmosféricas de cada chimenea operativa, antes de que la planta de beneficio entre en operación.
- Elegir el sistema de control de emisiones correcto y con la eficiencia apropiada, para cumplir con los estándares de emisión admisibles aplicables a las calderas operativas.  **Mitigación**
 - a. Antes de julio de 2008, requerían sistemas con eficiencias de hasta 95 %, como ciclones y multiciclones.
 - b. Después de julio de 2008, sistemas con eficiencia superior al 96 %, como filtros de mangas o precipitadores electrostáticos.
- Diseñar la chimenea asegurando que no existan entradas de aire. Esto evitará que la corrección por niveles de oxígeno que exige la


Resolución 909 de 2008 castigue los valores medidos de concentración de gases a la salida.  **Mitigación**


- Tener en cuenta que la chimenea debe cumplir con la altura mínima de descarga de emisiones, definida por la Resolución 909 de 2008, y contemplar los espacios y acoples necesarios para realizar el estudio isocinético de gases.  **Mitigación**

Implementar buenas prácticas operacionales para prevenir y mitigar emisiones atmosféricas en el proceso

En la planta de beneficio **es necesario operar de forma eficiente el sistema de generación de vapor**, para prevenir la generación innecesaria de emisiones en la combustión de biomasa. Igualmente, **garantizar que el sistema de control de emisiones mitiga la concentración de contaminantes liberados a la atmósfera**, dentro de los límites permisibles por la reglamentación vigente.

Para lograrlo, se recomienda revisar en detalle el documento de Fedepalma *Lineamientos para la operación eficiente de sistemas de generación de vapor y reducción de emisiones atmosféricas en plantas de beneficio del sector palmero* (Valencia et al., 2015), que a continuación se resume:

- La cantidad de material particulado generada en un proceso de combustión depende, en gran medida, de su eficiencia.
- El primer paso para mejorar la eficiencia de la combustión en las calderas es medir, monitorear y mejorar cuatro variables de control (Figura 91).  **Preención**

- El segundo paso es implementar Buenas Prácticas Operacionales (BPO), para prevenir la generación de material particulado en el sistema de generación de vapor, como las que se ilustran en la Figura 92.  **Preención**

Adicionalmente, es necesario adelantar las siguientes acciones para mitigar las emisiones de MP residual, y dar cumplimiento a la normatividad vigente:






- Realizar el estudio isocinético de gases, en la periodicidad exigida en el acto administrativo que otorga el permiso de emisiones atmosféricas.  **Mitigación**
- Monitorear y verificar la eficiencia del equipo de control de emisiones atmosféricas, para dar cumplimiento al requerimiento normativo.  **Mitigación**
- Vigilar y comprobar que no existan entradas de aire parásito en la chimenea.  **Mitigación**
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, tanto para el sistema de control de emisiones atmosféricas como para la chimenea de salida de gases.  **Mitigación**
- Establecer un plan de mejora continua, que a partir de acciones de prevención y mitigación permita cumplir con los estándares de emisión admisibles aplicables (Anexo 1).  **Mitigación**
- En caso de imprevistos con el sistema de control de emisiones, se deberá seguir estrictamente el plan de contingencias de los sistemas de control de emisiones, aprobado por la autoridad ambiental competente.



Figura 91. Variables de control de la combustión

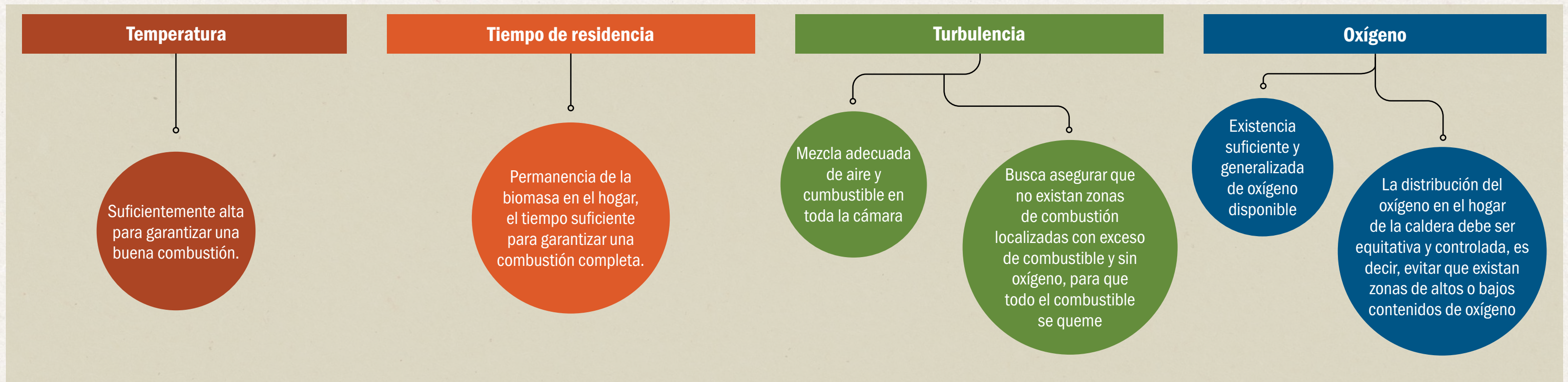


Figura 92. Listado de BPO con enfoque preventivo para reducir la generación de emisiones atmosféricas

A. Combustible	B. Control de la combustión	C. Control de la combustión	D. Ingeniería y mantenimiento
<p>A1. Cálculo y dosificación del combustible necesario</p> <p>A2. Disminuir el tamaño de partícula</p> <p>A3. Disminuir la humedad del combustible</p> <p>A4. Alimentación continua del combustible</p> <p>A5. Mejor distribución de biomasa en el hogar</p> <p>A6. Romper sobredimensiones de combustible</p>	<p>B1. Maximizar la temperatura del hogar</p> <p>B2. Garantizar suficiente exceso de oxígeno de combustión</p> <p>B3. Uso de aire secundario de cortina</p> <p>B4. Mantener la relación aire/combustible</p>	<p>Operarios</p> <p>C1. Instrumentación para el monitoreo y control de la combustión</p> <p>C2. Capacitación adecuada a los operarios</p> <p>C3. Minimizar la apertura de compuertas</p> <p>Operaciones</p> <p>C4. Planeación de la generación de vapor</p> <p>C5. Rediseño de las operaciones</p>	<p>D1. Limpieza y deshollinado periódico</p> <p>D2. Mantenimiento por desempeño</p> <p>D3. Optimización de las redes y consumos de vapor</p> <p>D4. Correcta automatización</p> <p>D5. Contratación por resultados</p>

4.5.3 Emisiones de gases efecto invernadero

En secciones anteriores se presentó la mitigación y adaptación al cambio climático, como uno de los principios orientadores de la gestión ambiental del sector palmero (sección 1.2.3). Igualmente, el potencial que esta agroindustria tiene para contribuir a las metas nacionales de reducción de emisiones de GEI (sección 2.7).

En un estudio reciente de Cenipalma, se analizó la huella de carbono de 28 plantas de beneficio del país, que representan alrededor del 70 % del fruto procesado (Ramírez *et al.*, 2020; Ramírez *et al.*, 2021). Se encontró que **las cuatro fuentes principales de emisión de GEI en la cadena de producción del aceite de palma en Colombia son:**

- El gas metano liberado en los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.
- Las emisiones producto de la fertilización del cultivo.
- Las emisiones producto del cambio de uso del suelo hacia palma.
- El combustible fósil utilizado para la generación de energía eléctrica y el transporte de RFF.

Como se muestra en la Figura 93, las ocho plantas de beneficio analizadas que capturan el gas metano (al lado izquierdo de la gráfica) reducen significativamente sus emisiones de GEI.

Por otra parte, **dado que en Colombia la gran mayoría de cultivos de palma de aceite no han reemplazado bosques ni otras áreas con altas reservas de carbono, el cultivo actúa como un sumidero de carbono** (en verde, en la parte de abajo de la gráfica). De esta forma, se encontró

que la huella de carbono promedio del aceite de palma en Colombia es negativa, equivalente a $-689,8 \text{ kg CO}_2\text{eq} / \text{t APC}$ (Ramírez *et al.*, 2020). (Figura 93).

Para reducir la huella de carbono del sector palmero, **Cenipalma y WWF publicaron recientemente el documento *Guía de mejores prácticas bajas en carbono asociadas a la producción de aceite de palma sostenible de Colombia*** (Chaparro *et al.*, 2020), que propone un conjunto de prácticas bajas en carbono y enmarcadas en el concepto de agricultura climáticamente inteligente.

A continuación, se presentan los principales lineamientos descritos en la mencionada publicación, para prevenir y mitigar emisiones de GEI en las fases de planificación, diseño y operación de cultivos y plantas de beneficio.

No deforestar ni reemplazar áreas con altas reservas de carbono para proyectos palmeros

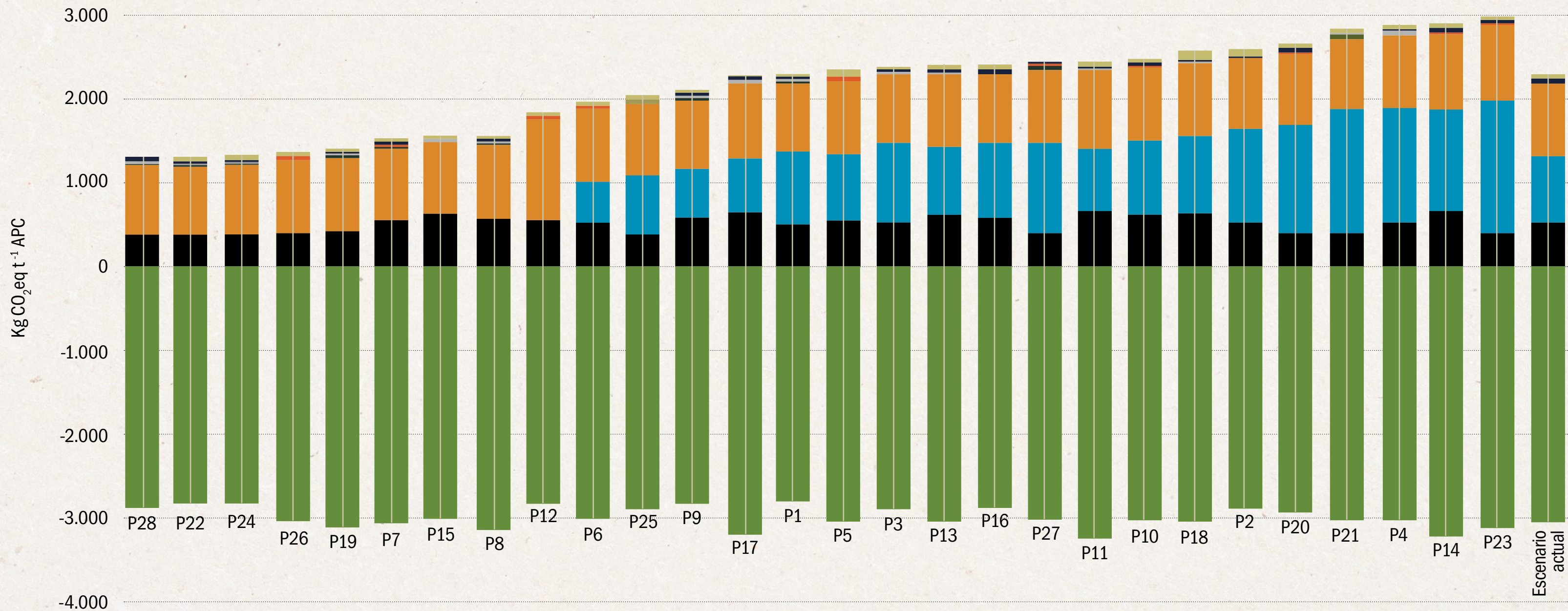
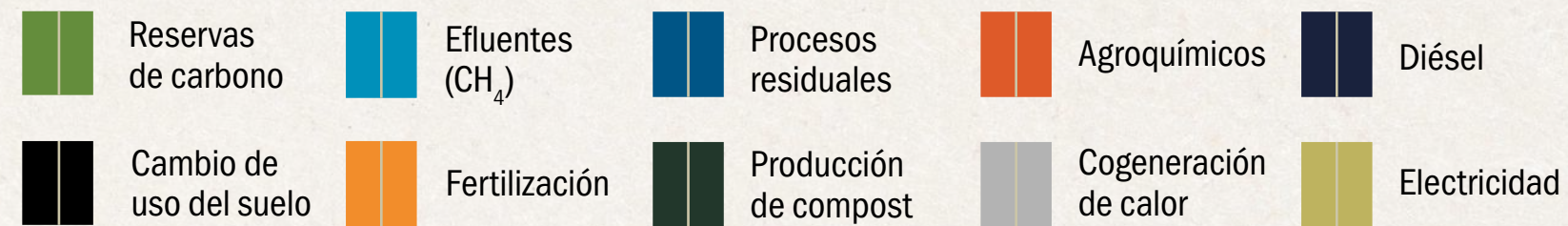
El primer lineamiento es evitar el reemplazo de bosques naturales u otras áreas con altas reservas de carbono, para el desarrollo de proyectos palmeros.

En la sección 4.2.1 ya se enunciaron algunas recomendaciones para identificar áreas de bosque durante el análisis de factibilidad. En cuanto a la identificación de áreas con ARC, se han definido metodologías que consisten en elaborar un mapa indicativo del predio objeto de análisis, combinando datos de coberturas terrestres con imágenes satelitales y datos de campo más detallados. Para la realización de estos estudios es necesario contratar profesionales con conocimiento en procesamiento digital de imágenes y desarrollo de inventarios forestales. Se recomienda consultar el Manual para la Evaluación de AVC-HCSA (HCVRN & HCSA, 2018).





Figura 93. Balance de emisiones de GEI en 28 plantas de beneficio del sector palmero en 2017



Fuente: Ramírez et al. (2021)

Nota: cada planta de beneficio se representa con la letra P y un número de 1 al 28. El promedio nacional de emisiones de GEI se muestra en la barra "Escenario actual".

Estimar la huella de carbono del proyecto y asegurar su balance neto positivo

Durante la fase de diseño del proyecto, se recomienda que las empresas estimen su huella de carbono proyectada y evalúen si su balance será positivo o negativo a lo largo de toda su vida útil. Si es negativo, deben incorporar cambios tecnológicos o proyectar la adopción de prácticas que permitan llegar a uno positivo.

Algunos esquemas como RSPO exigen este cálculo de la huella de carbono a los nuevos proyectos para su certificación. La ISCC otorga un mayor premium al aceite de palma con baja huella de carbono³⁶.

Adoptar prácticas bajas en carbono en la operación de cultivos y plantas de beneficio

En la fase de operación del cultivo y planta de beneficio, se deben adoptar prácticas bajas en carbono y evaluar periódicamente su efecto. Cenipalma está haciendo los ajustes finales para poner a disposición del sector palmero, una calculadora en la que se puede estimar la huella de carbono del fruto y del aceite de palma, y analizar escenarios de adopción de nuevas prácticas o tecnologías. Adicionalmente, existen otras calculadoras en el mercado, entre ellas la de la RSPO disponible en su página: <https://rspo.org/certification/palmghg/palm-ghg-calculator>.

Las prácticas bajas en carbono más relevantes se listan a continuación (en negrilla las de mayor potencial de reducción de emisiones de GEI) (Chaparro *et al.*, 2020).

Cultivos

- Evitar el impacto del cambio de uso del suelo (CUS).
- Emplear coberturas de forma permanente (leguminosas y nectaríferas).
- Manejo nutricional y sanitario – uso eficiente de fertilizantes y agroquímicos.
- Conservar la calidad del suelo.
- Implementar tecnologías eficientes en el consumo de energía y combustibles.
- Realizar labores de limpieza y mantenimiento de coberturas vegetales, para asegurar su continua captura de nitrógeno atmosférico.
- Utilizar fertilizantes con baja huella de carbono desde su fabricación hasta la aplicación.
- Emplear enmiendas como biomasa y/o fertilizantes de origen orgánico.
- Reincorporar nutrientes al cultivo, con técnicas como compostaje y/o aprovechamiento del contenido nutricional de los efluentes tratados de las plantas de beneficio – fertirriego.
- Establecer un MIPE que incluya protocolos y técnicas de control, basados en los principios ecológicos mediante el uso de controladores biológicos.
- Implementar sistemas de transporte de RFF apropiados, y que en lo posible no demanden altas cantidades de combustibles fósiles, como el cablevía.

Plantas de beneficio

- Tratamiento de efluentes de la planta de beneficio y captura de biogás.
- Aprovechamiento de biomasa.
- Minimizar el consumo de combustibles fósiles.
- Optimizar el proceso mediante el aprovechamiento y reciclaje de insumos y subproductos.
- Usar herramientas y equipos eficientes en consumo de energía y combustibles.
- Generar y/o utilizar fuentes de energía renovable no convencional.
- Identificar etapas del proceso con ineficiencia en el uso de recursos naturales e insumos.
- Hacer uso adecuado y eficiente del agua.
- Reducir el consumo y sustituir los detergentes y productos de limpieza químicos por biodegradables.

³⁶. Estos bajos niveles de huella de carbono se asocian principalmente a no haber reemplazado bosques ni áreas con AVC, y a carpar las lagunas de los STAR de plantas de beneficio para capturar el gas metano y evitar su emisión a la atmósfera.

4.5.4 Residuos

La generación de residuos es un aspecto ambiental inherente a la mayoría de las actividades productivas. Sin embargo, su impacto ambiental por efectos de contaminación depende del buen o mal manejo que se les dé. Las actividades desarrolladas en el sector palmero son generadoras de diferentes tipos de residuos, y requieren de una gestión integral para prevenir y mitigar la contaminación. Su clasificación se muestra en la Figura 94.

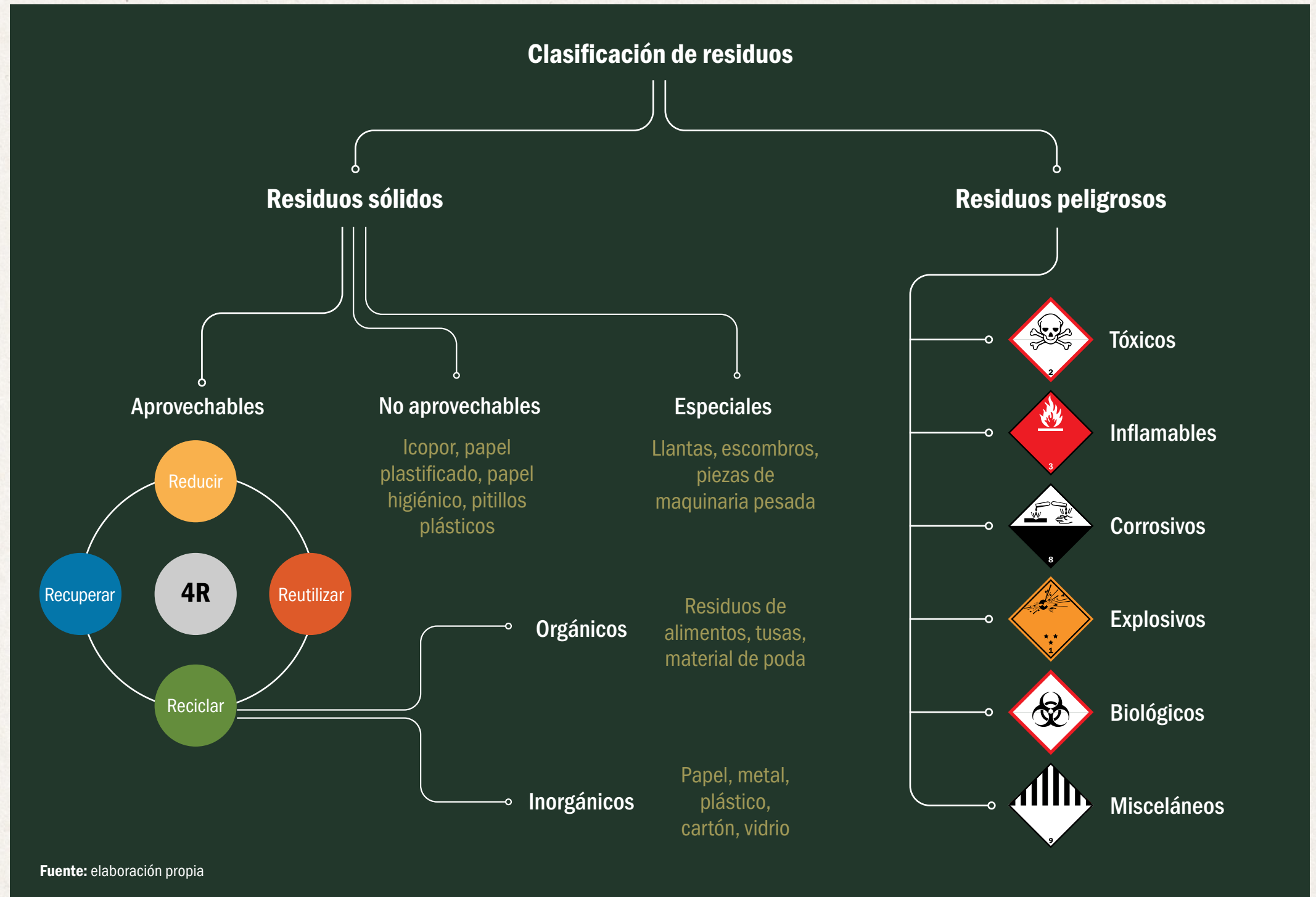
En los cultivos de palma de aceite, la mayor parte de los residuos sólidos ordinarios provienen de las actividades domésticas, labores de poda y mantenimiento. En cuanto a los residuos peligrosos, la mayoría corresponden a los envases de agroquímicos y su manipulación, y al mantenimiento de maquinaria y herramientas agrícolas.

En las plantas de beneficio, los residuos ordinarios están asociados con las actividades cotidianas de las oficinas, cocina, limpieza y mantenimiento. Los residuos peligrosos, al uso de lubricantes, combustibles, insumos químicos, solventes y mantenimiento de equipos del proceso.

A continuación, se presentan los principales lineamientos para prevenir y mitigar la contaminación asociada a la generación de residuos, durante las etapas de planificación, diseño y operación de cultivos y plantas de beneficio.



Figura 94. Clasificación general de los residuos generados por la agroindustria palmera



Considerar el efecto de la ubicación del proyecto en el costo de manejo de residuos

En la fase de planificación, es preciso tener en cuenta algunos factores sobre la ubicación del proyecto que pueden incidir en la estructura de costos por concepto de manejo de residuos:

- La distancia entre el predio palmero y las plantas de aprovechamiento de residuos y/o rellenos sanitarios disponibles, influye directamente en los costos de gestión de los residuos.
- Si el proyecto se localiza dentro del área de cobertura del esquema de aseo según el PGIR municipal, los costos son más bajos por transporte y disposición de residuos, y además la recolección es más frecuente.

Planear el manejo integral de residuos y asegurar la infraestructura y proveedores de servicios requeridos

Bajo el enfoque de prevención y mitigación de la contaminación por generación de residuos, **en la fase de diseño es importante tener en cuenta: la elaboración de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos (PGIRSP), y el adecuado diseño y construcción de la infraestructura necesaria para dar manejo ambientalmente seguro a los residuos.**


Elaboración del PGIRSP

El PGIRSP es una herramienta de planeación, que a través de actividades concretas permite definir cómo se realizará el manejo ambientalmente seguro de los residuos generados. Para su elaboración es importante considerar lo siguiente:

- Lo primero es estimar o cuantificar la cantidad y tipo de residuos que se generarán durante la operación del proyecto productivo, considerando las diferencias entre cultivos y planta de beneficio.
- Definir, con base en la anterior información, la localización y número de ecopuntos para hacer segregación en la fuente, y la capacidad de la unidad para almacenamiento temporal de residuos. Se recomienda revisar la Guía para la separación en la fuente del ICONTEC NTC - GTC 24 (ICONTEC, 2009), y tener en cuenta la premisa que todo residuo sólido que entre en contacto con uno peligroso, automáticamente se convierte en residuo peligroso.
- Diseñar la ruta interna de recolección y transporte de residuos hacia la unidad de almacenamiento temporal. Para esto es importante establecer los medios adecuados para transportar la cantidad y tipo de residuos estimados en el primer lineamiento.
- Identificar las empresas autorizadas para gestión de residuos sólidos y peligrosos, con cobertura donde se ubicará el proyecto.
- Con la planimetría del predio, identificar zonas con bajo riesgo de inundación para establecer la unidad de almacenamiento temporal de residuos.

Diseño y construcción de infraestructura para manejo ambientalmente seguro de los residuos

Lograr un manejo ambientalmente seguro de los residuos generados durante el desarrollo de un proyecto palmero, requiere contar con la infraestructura necesaria para implementar las medidas definidas en el PGIRSP. Para su diseño y construcción se sugiere:

- Definir la cantidad y tipo de recipientes para establecer los ecopuntos donde se segregarán los residuos, cumpliendo con el código de colores estipulado por el MADS: bolsas blancas para residuos aprovechables, verdes para orgánicos aprovechables y negras para no aprovechables (Resolución 2184 de 2019). Para el caso de los residuos peligrosos, estos deberán disponerse únicamente en bolsas rojas.
- Elaborar un ecomapa, y señalar la ruta interna de recolección y transporte de residuos.
- Diseñar la unidad de almacenamiento temporal de residuos, con las características definidas por la NTC - GTC 24 de 2009 (ICONTEC, 2009) y bajo los siguientes criterios mínimos:
 - a. Capacidad suficiente para almacenar los residuos generados durante la operación del proyecto.
 - b. Estar delimitada, cerrada y que pueda ser aislada por puertas o rejas que eviten el ingreso de fauna o vectores.
 - c. Señalización de accesos y ubicación de residuos por tipología.
 - d. Techo para protección de aguas lluvias.
 - e. Iluminación y ventilación natural.
 - f. Paredes lisas de fácil limpieza, pisos duros y lavables con ligera pendiente hacia el drenaje.
 - g. Equipos para extinción de incendios y atención de emergencias por derrames.
 - h. Báscula para registro de entrada y salida de residuos.
- Establecer una zona para almacenamiento temporal de residuos especiales, delimitada, señalizada e impermeabilizada.  **Mitigación**

Implementar el PGIRSP bajo un enfoque de las 4R

Implementar adecuadamente el PGIRSP permite reducir en la fuente la generación de residuos, a través del enfoque de las 4R: Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar. Así mismo, es importante realizar el control del flujo de residuos mediante el registro y reporte, y verificar el cumplimiento de los lineamientos incorporados en el PGIRSP, lo que permitirá también su revisión y actualización periódica.

Reducción en la fuente

Este lineamiento hace referencia a acciones que buscan reducir el consumo de materiales o insumos de un solo uso, y a sustituir materias primas con características no aprovechables (icopor) o de peligrosidad, por otras que no las tengan. Sus orientaciones son:

- Implementar estrategias de prevención para reducir los residuos sólidos y peligrosos:
 - a. Identificar las principales fuentes de generación y definir metas de reducción. Para esto es necesario cuantificar periódicamente la cantidad de residuos por tipo y proceso de origen.
 - b. Desarrollar planes de mejora para el cumplimiento de las metas de reducción establecidas.
 - c. Socializar el PGIRSP con los colaboradores y capacitarlos en la estrategia de las 4R (Figura 95).
 - d. Desarrollar una política de compras responsables, que priorice la adquisición de elementos reutilizables o biodegradables, reduciendo el uso de materiales como plástico, cartón plastificado o icopor.



Figura 95. Estrategia de las 4R para prevenir la generación de residuos



Actividades de registro y reporte

Se deben llevar registros de los residuos generados para medir, monitorear y desarrollar acciones de mejora en torno a dos tipos de indicadores:


- De huella ecológica: peso/volumen total de residuos, diferenciando ordinarios y RESPEL.
- De ecoeficiencia: peso/volumen de residuos por tonelada de RFF producida en cultivos, o por tonelada de RFF procesada en plantas de beneficio.






En cumplimiento de la normatividad, se debe reportar a la autoridad ambiental:

- Registro como generador de residuos peligrosos: los cultivos que se clasifiquen como pequeños (≥ 10 kg/mes), medianos (≥ 100 kg/mes ≤ 1.000 kg/mes), o grandes (≥ 1.000 kg/mes). Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.6.1.3.1., literal f.
- Registro Único Ambiental (RUA) diligenciado anualmente por las plantas de beneficio. Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.2.3.10.2.

Verificación de la implementación del PGIRSP

Periódicamente se debe verificar la adecuada implementación de actividades cruciales del PGIRSP:

- Identificar y contratar la recolección de residuos sólidos y peligrosos con empresas gestoras con licencia otorgada por la autoridad ambiental.  **Mitigación**

- Gestión de envases de agroquímicos: realizar triple lavado y entregarlos a la empresa autorizada para su devolución posconsumo.  **Mitigación**
- Hacer la devolución posconsumo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), con empresas gestoras autorizadas.  **Mitigación**
- Garantizar que los residuos generados sean llevados exclusivamente a la unidad de almacenamiento temporal de residuos.  **Mitigación**
- Identificar los residuos peligrosos con los pictogramas correspondientes, de acuerdo con la clasificación definida en el Decreto 1076 de 2015 del MADS, Artículo 2.2.6.1.2.2.  **Mitigación**
- Monitorear el registro de la cantidad de residuos reutilizados, reciclados, recuperados y entregados para disposición final.  **Mitigación**
- Exigir y llevar registro de los certificados de disposición final.

Revisión periódica y actualización del PGIRSP

Aunque los PRGIRSP de los cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio no tienen caducidad, es necesario revisarlos y actualizarlos de acuerdo con las necesidades que se vayan identificando durante su desarrollo y crecimiento.

Es muy frecuente que los cultivos crezcan en área o que las plantas de beneficio incrementen su capacidad instalada de procesamiento. Esto repercute directamente en el aumento de colaboradores, demanda de insumos y de materiales, que finalmente determinan la necesidad de ajustar el PGIRSP a las nuevas condiciones de operación.



4.6 Generación de valor a partir de la biomasa

Este principio busca que toda la biomasa resultante del proceso productivo de cultivos y plantas de beneficio sea aprovechada de forma que genere valor, contribuyendo además a cerrar ciclos de materia y energía, y evitando potenciales impactos ambientales.

La biomasa se refiere a todo el material orgánico que se deriva de los vegetales, incluyendo algas, árboles y cultivos (Ramírez *et al.*, 2015). En la agroindustria de la palma de aceite comprende:

- Hojas de poda
- Troncos de palmas erradicadas
- Residuos de tolva
- Tusas (también llamadas raquis o racimos de fruto vacíos)
- Fibra
- Cuesco
- Cenizas de la caldera
- Lodos de los tricanter o tridecanter
- Aguas residuales industriales
- Lodos de fondo de los STARI

A excepción de las hojas de poda y los troncos de las palmas, el resto de la biomasa sólida y líquida se genera en las plantas de beneficio como resultado del proceso de extracción del aceite de palma y de palmiste.

La cantidad de biomasa sólida generada es casi 1,6 veces el volumen de sus productos primarios: el aceite crudo y la almendra de palma (García & García, 2013). Esto puede significar un riesgo y a su vez una oportunidad. Por un lado, el inadecuado manejo o disposición de esta gran cantidad de biomasa resulta en un riesgo de incumplimiento legal

ambiental o de contaminación al suelo, aire o a los cuerpos de agua. Por otro lado, su adecuado aprovechamiento genera valor al negocio palmero de tres formas complementarias:

1. Mayor valor económico (mayores ingresos o menores costos).
2. Menores riesgos (por ejemplo, el legal ambiental).
3. Mejor reputación o *good will* (ante la comunidad vecina, autoridades ambientales, clientes o grupos de interés con afinidad por aspectos como economía circular).

En las secciones 4.6.1 a la 4.6.4 se exponen cuatro lineamientos para generar valor a partir de la biomasa, mediante los cuales se podrán también lograr otros objetivos ambientales, tales como: cero residuos y vertimientos, autosuficiencia energética y menor huella de carbono.

Aprovechar toda la biomasa sólida – cero residuos

El primer paso en la generación de valor es garantizar que toda la biomasa sólida sea aprovechada y que no se genere ningún residuo de esta en el cultivo o en la planta de beneficio.

Esto equivale a utilizar más de 2.8 millones de toneladas de biomasa producidas al año en las plantas de beneficio³⁷, principalmente tusas (aproximadamente 50 % del peso total), fibra (34 %) y cuesco (14 %) (Ramírez *et al.*, 2015). Dadas las características del proceso de extracción de aceite de palma, que involucra únicamente procesos térmicos y mecánicos, todo este volumen se puede considerar un subproducto en vez de un residuo.

En los núcleos palmeros del país, **gran parte de la biomasa sólida ya está siendo aprovechada**. Las hojas de poda se usan directamente en el cultivo, así como los troncos de palmas erradicadas que son picados para que sus nutrientes se reintegren al sistema productivo. Las tusas, los lodos de fondo, las cenizas y una parte de la fibra y el cuesco, también son retornados a los cultivos para aprovechar su contenido nutricional. Gran parte de la fibra y el cuesco son utilizados como combustible en las calderas para la generación de vapor de agua. La Figura 96 muestra los principales usos de la fibra, tusa, cuesco y ceniza, según la más reciente caracterización de Cenipalma (Ramírez *et al.*, 2015).

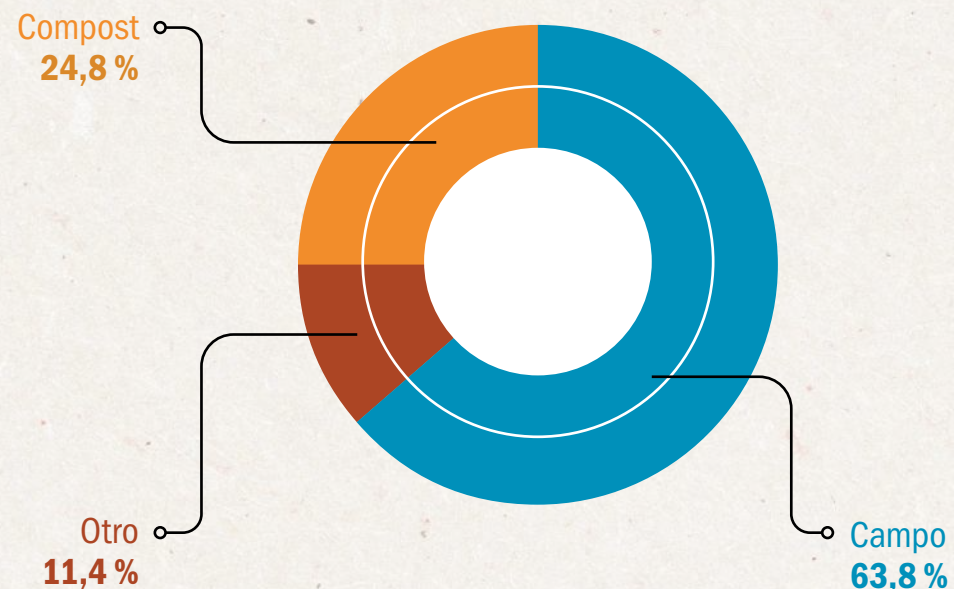
Sin embargo, los grandes volúmenes de biomasa generados y su elevado costo de transporte, a veces dificultan su aprovechamiento (Ramírez *et al.*, 2021). Algunas plantas de beneficio disponen inadecuadamente de esta biomasa (principalmente tusas) en grandes espacios abiertos o en rellenos sanitarios. Al tener trazas de aceite es fácilmente inflamable y al entrar en contacto con la lluvia, puede generar cantidades significativas de lixiviados que contaminan el suelo y los cuerpos de agua. En esos casos, el inadecuado manejo de este subproducto lo convierte en un residuo peligroso.

³⁷ En 2020, la producción nacional de aceite de palma crudo fue 1.559.065 toneladas. Teniendo en cuenta que los rendimientos promedio fueron 15 t RFF/ha y 3,26 t APC/ha, esto equivale a 7.173.611 t RFF/ha (Fedepalma, 2021a). Si el porcentaje de biomasa en base húmeda obtenida durante el proceso de extracción de aceite de palma es del 40 % en peso de RFF (Ramírez *et al.*, 2015), esto equivale a 2.869.444 toneladas de biomasa.

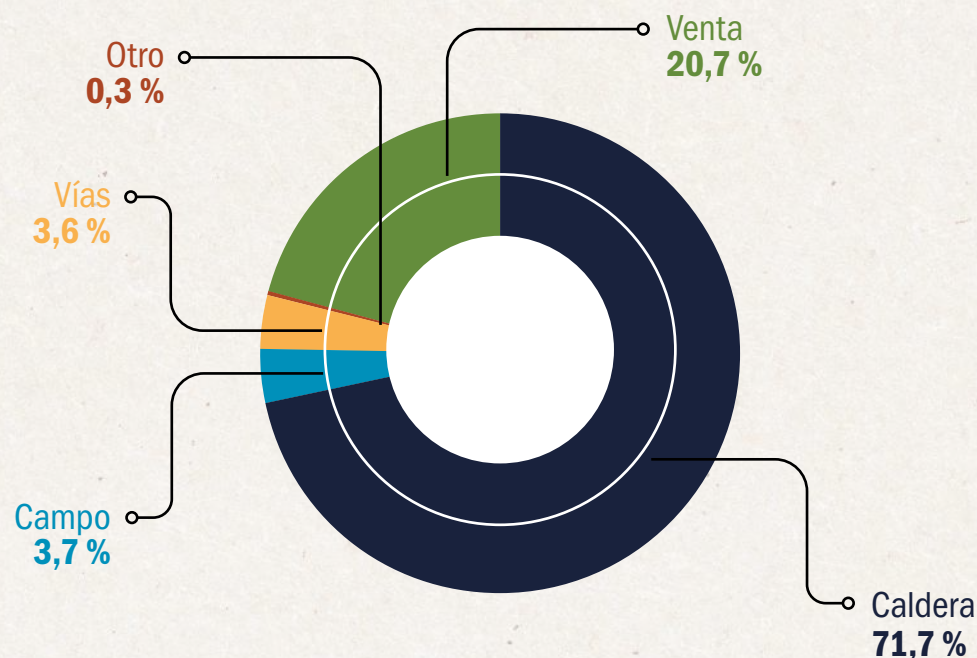


Figura 96. Principales usos de la tusa, fibra, cuesco y ceniza en plantas de beneficio en 2013

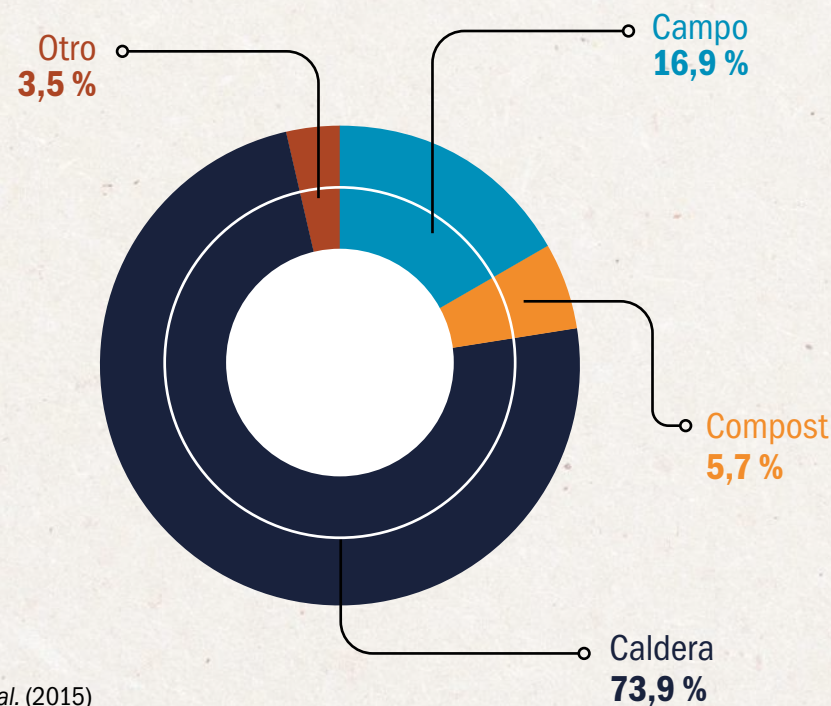
Tusa



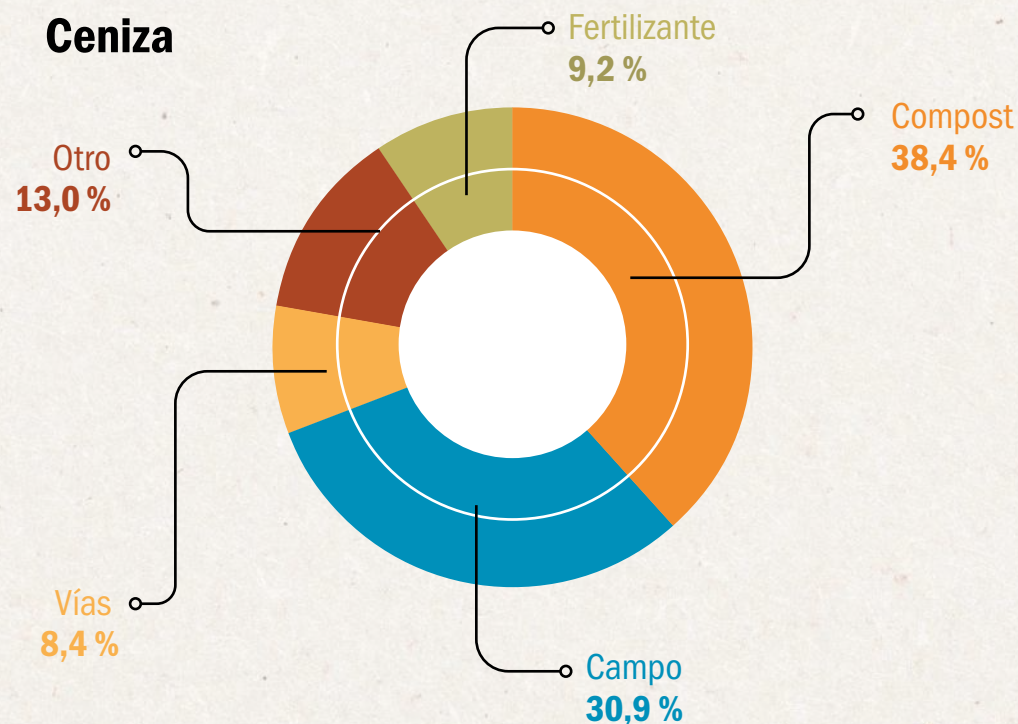
Cuesco



Fibra



Ceniza



De ahí la **importancia de que todas las plantas de beneficio garanticen el aprovechamiento del 100 % de la biomasa sólida que producen, para minimizar el riesgo ambiental por inadecuada disposición de residuos.**

Aprovechar el contenido nutricional de las aguas residuales – cero vertimientos

Otro paso significativo en la generación de valor es aprovechar el contenido nutricional de las aguas residuales industriales del proceso de extracción de aceite de palma, y evitar así su vertimiento a cuerpos de agua o al suelo.

Por su alto contenido de carga orgánica, **las ARI tienen un gran potencial de contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneas, que puede evitarse si en vez de verterlas al agua o al suelo, se aprovechan en sistemas de compostaje o fertirriego,** como se mencionó en la sección 4.5.1. Sin embargo, cabe anotar que los sistemas de compostaje generalmente no pueden utilizar todo el volumen de ARI generado en las plantas de beneficio.

En 2013, Cenipalma encontró que 20 % del volumen de ARI se aprovechaba en sistemas de compostaje y el 80 % restante se vertía a cuerpos de agua o al suelo (Ramírez *et al.*, 2015). Aunque en años recientes varias empresas palmeras han diseñado e implementado algunos pilotos de fertirriego, el grado de adopción de esta tecnología es aún incipiente en Colombia.

Fuente: Ramírez *et al.* (2015)

El sistema de fertirriego se debe diseñar de tal forma, que le entregue al cultivo la cantidad de agua y de nutrientes acorde con las condiciones del suelo y requerimientos del cultivo, sin afectar los acuíferos, cuerpos de agua superficiales y el suelo. Para lograrlo se recomienda (Figura 97):

1. Conocer con exactitud el caudal de efluentes tratados a aplicar en fertirriego, considerando las variaciones de producción (picos de cosecha) y ampliaciones de la capacidad instalada de la planta.
2. Conocer las características fisicoquímicas del efluente, y garantizar que no contengan contaminantes como metales u otros elementos de interés sanitario o agrícola que no permitan su aprovechamiento.
3. Seleccionar un sistema de riego que permita controlar la aplicación diaria de la lámina de efluentes tratados. Una opción viable es el riego por aspersión.
4. Considerar la evapotranspiración del cultivo, precipitación y características del suelo, para garantizar que la lámina aplicada no genere acumulación o encharcamiento en el suelo.
5. Verificar que la lámina aplicada sea inferior a la tasa de evapotranspiración media y evitar acumulación de efluentes en el suelo que generen riesgos de escorrentía o percolación.
6. El sistema de bombeo y de conducción debe permitir el mantenimiento y retrolavado para prevenir taponamientos por acumulación de sedimentos.
7. Contar con unidades de almacenamiento de efluentes para contingencias o mantenimiento del sistema.
8. Implementar un sistema de monitoreo del suelo y del nivel freático, para no afectar el agua y suelo.



Figura 97. Consideraciones para la práctica de fertirriego



Fuente: elaboración propia

Las plantas de beneficio que lleguen a cero vertimientos mediante sistemas de fertirriego o una combinación con compostaje, no están obligadas a cumplir con la Resolución 0631 de 2015, ni tienen que pagar tasa retributiva por vertimientos.

Reducir emisiones de GEI y generar energía renovable a partir de biogás

Otra alternativa con gran potencial de generación de valor es la reducción de emisiones de GEI y la generación de energía renovable, a partir del aprovechamiento del gas metano (biogás) liberado en los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las plantas de beneficio.

Esta opción puede dar valor a las empresas palmeras de diferentes formas:

- Reduce significativamente la huella de carbono del aceite de palma. La captura del gas metano evita la principal fuente de emisión del proceso productivo³⁸, como se mostró en la sección 4.5.3. En algunos mercados se reconoce con un precio diferencial el aceite de palma con menos huella de carbono por captura de metano. Esta huella es aún menor si el biogás se aprovecha para generar energía renovable que reemplace el uso de combustibles fósiles.
- Permite que la planta de beneficio sea autosuficiente en energía eléctrica. La cantidad de energía eléctrica que se genera con el aprovechamiento del biogás puede satisfacer la demanda total de energía de la planta de beneficio³⁹. De esta forma, la planta será autosuficiente y su matriz de energía eléctrica será 100 % renovable.

- Ingresos adicionales por la venta de excedentes de energía. Las plantas de beneficio pueden vender sus excedentes a empresas distribuidoras de energía, lo que constituye una fuente importante de ingresos adicionales. En zonas no interconectadas al servicio eléctrico, pueden contribuir a cerrar la brecha de provisión de energía en la región, a reducir su costo y a disminuir su huella de carbono, en caso de reemplazar el uso de combustibles fósiles en plantas de ACPM.

Su implementación generalmente se realiza en tres fases:

1. Carpado de las lagunas anaerobias para capturar el metano y evitar que se libere a la atmósfera, e instalación de un quemador tipo Tea para quemarlo y así emitir CO₂, cuyo potencial de efecto invernadero es 28 veces menor que el del metano.
2. Montaje de una turbina para generar energía eléctrica a partir del biogás, para el uso interno de la planta de beneficio. Para ello se requiere instalar previamente una batería de filtros de H₂S y extracción de humedad.
3. Venta de excedentes de energía.

A diciembre de 2020, siete plantas de beneficio contaban con lagunas carpadas para la captura de metano y reducción de GEI; cinco de ellas autogeneraban energía a partir del biogás para satisfacer su demanda y dos de estas últimas, vendían excedentes a la red externa (Fedepalma, 2021).

El elevado monto de la inversión requerida para estos proyectos, sumado a la dificultad de vender excedentes de energía renovable por la competencia en costos con la energía convencional, entre otros factores, ha limitado la masificación de estas iniciativas.

Una alternativa para su implementación consiste en nuevos modelos de negocio, en los que las empresas palmeras formen alianzas con empresas especializadas en el montaje de sistemas de generación de energía a partir del biogás. Estas podrían aportar la totalidad o una parte del capital necesario para la inversión inicial, y serían las encargadas de montar el STARI cumpliendo todos los requerimientos legales ambientales, de capturar el metano y de generar la energía. La empresa palmera le entregaría las ARI y recibiría de vuelta la energía eléctrica.

³⁸. En un estudio reciente, Cenipalma encontró que las emisiones de metano en las plantas de beneficio oscilaron entre 357,4 y 1.588,4 kg CO₂eq por tonelada de aceite producido. Su variación obedece al contenido de DQO del efluente. Con la captura de metano se puede disminuir hasta un 35 % de las emisiones de GEI de una planta de beneficio (Ramírez et al., 2021).

³⁹. En ese mismo estudio, Cenipalma encontró que se requieren 103 kWh por tonelada de aceite producido para operar una planta de beneficio y que con una turbina de biogás se podrían generar 105 kWh por tonelada de aceite (Ramírez et al., 2021).

Potenciar el valor de la biomasa bajo el concepto de biorrefinería

Un paso más allá en el aprovechamiento de la biomasa es adoptar estrategias de negocio y cambios tecnológicos que potencien mucho más su valor, usando el modelo de biorrefinería.

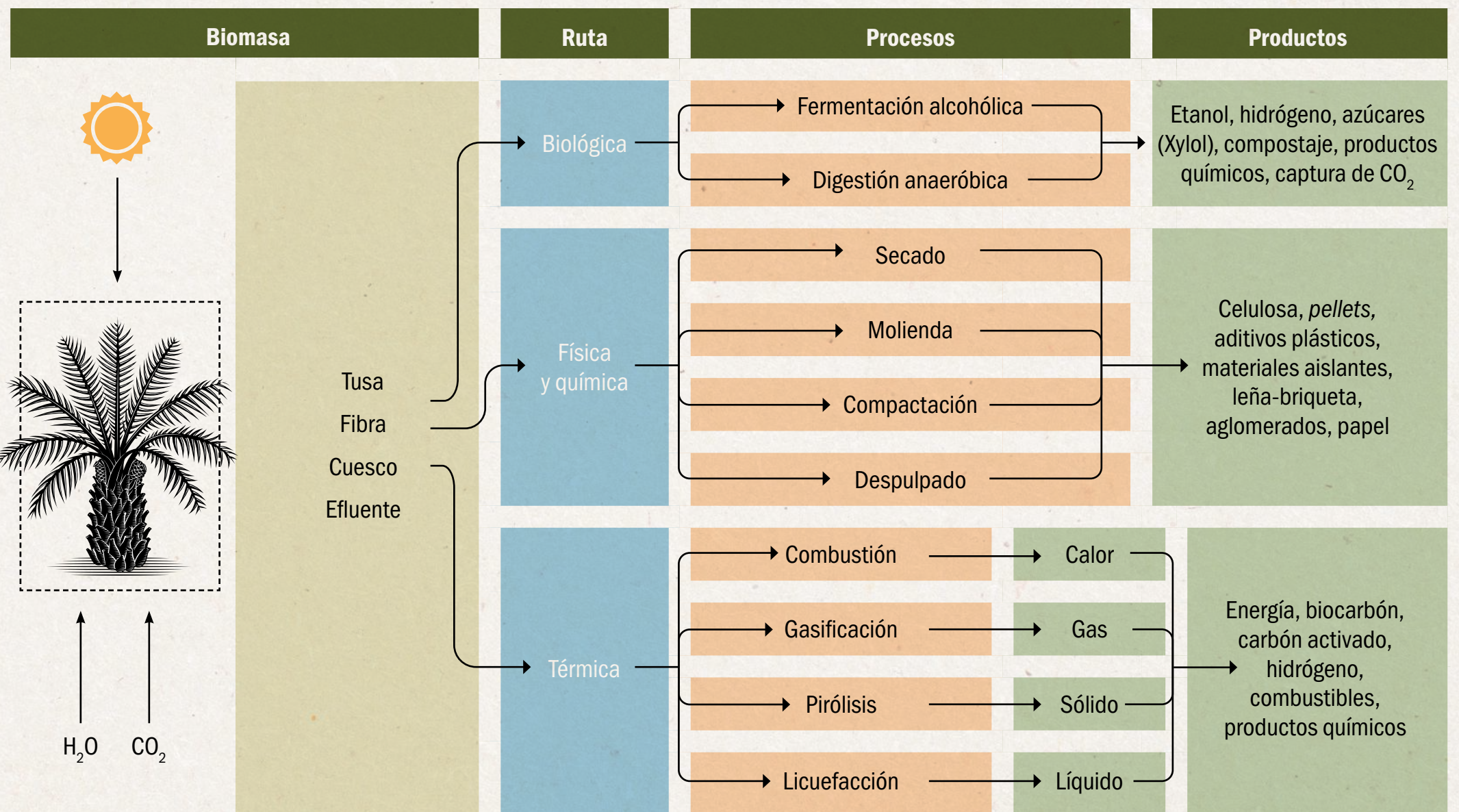
Existen diversas alternativas para darle mayor valor a la biomasa resultante de la extracción de aceite de palma, mediante procesos de transformación fisicoquímicos, biológicos o térmicos (García & García, 2013), como se muestra en la Figura 98.

Algunos de estos productos pueden tener valores comerciales muy superiores a los del aceite de palma crudo (García *et al.*, 2019; Abdulrazik *et al.*, 2017) (Figura 99). Viabilizar alguno de los procesos de transformación de la biomasa del sector, podría constituirse en una nueva línea de negocio para las empresas palmeras.

En muchos casos, la fabricación de estos productos requiere grandes volúmenes y economías de escala que no se pueden lograr en el sector palmero colombiano (García *et al.*, 2019). Teniendo esto en cuenta, **una de las prioridades de investigación del Programa de Procesamiento de Cenipalma en los últimos años ha sido identificar cuáles de estas alternativas sí podrían ser viables en nuestro país**, y qué ruta podrían tomar las empresas palmeras para implementarla.



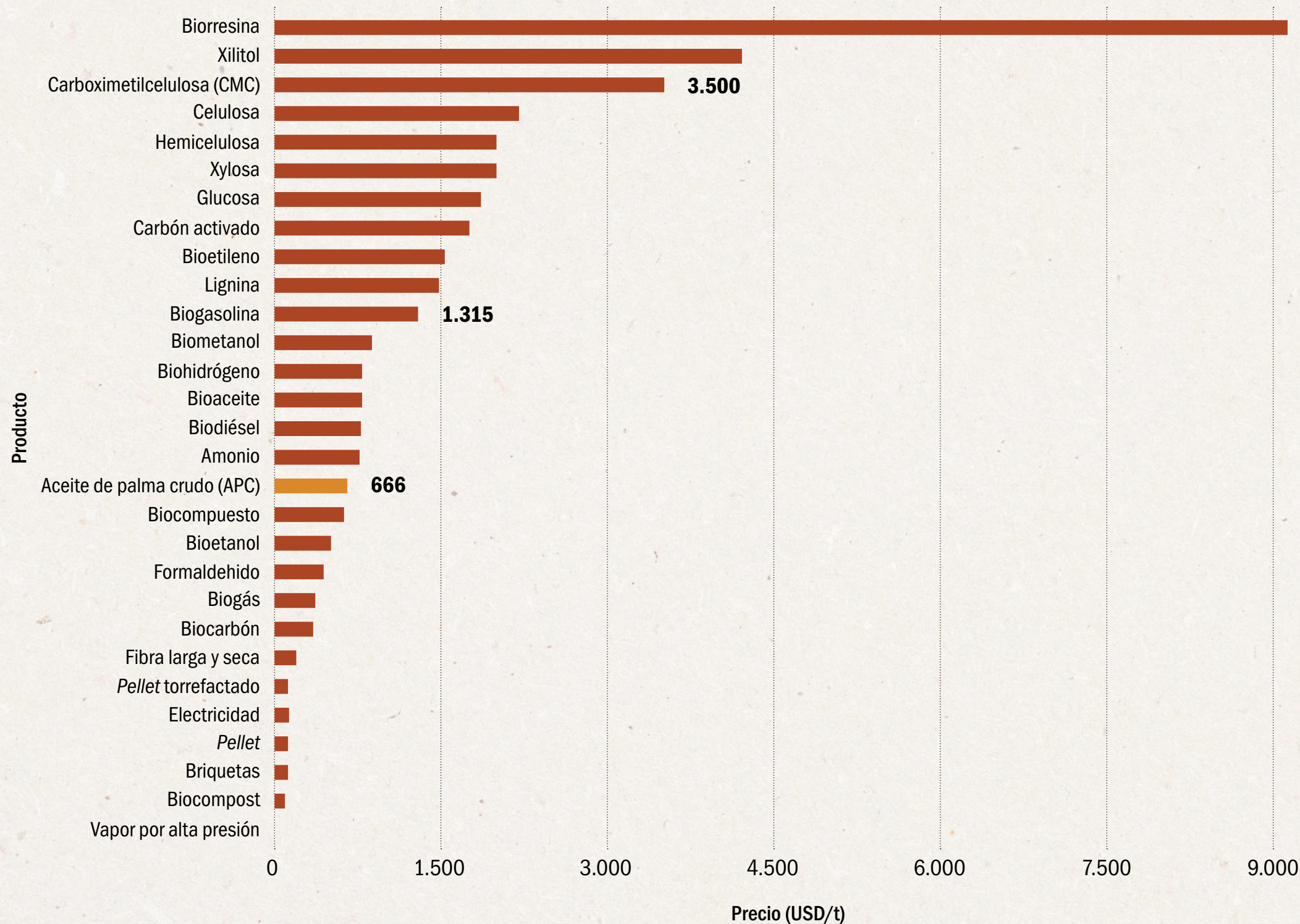
Figura 98. Rutas de aprovechamiento de la biomasa de palma de aceite



Fuente: Ramírez *et al.* (2015), a partir de García & García (2013)



Figura 99. Precios de venta de productos derivados de la biomasa



Para ello, **Cenipalma ha propuesto convertir las plantas de beneficio en biorrefinerías** (García & García, 2013). La Agencia Internacional de Energía (IEA, por su sigla en inglés) define una biorrefinería como “el procesamiento sostenible de biomasa hacia una gama de productos y energía comercializables”, y menciona que tal definición incluye sistemas que pueden existir como un concepto, una instalación, una planta o un clúster de instalaciones (IEA Bioenergy, 2009). De acuerdo con el NREL (*National Renewable Energy Laboratory*), una biorrefinería es una instalación que integra tecnologías de conversión de biomasa, y procesos para la producción simultánea de combustibles, energía y productos químicos de alto valor agregado (García et al., 2019). Muchas de estas tecnologías y procesos se utilizan en la actualidad en las refinerías de petróleo, de allí su nombre.

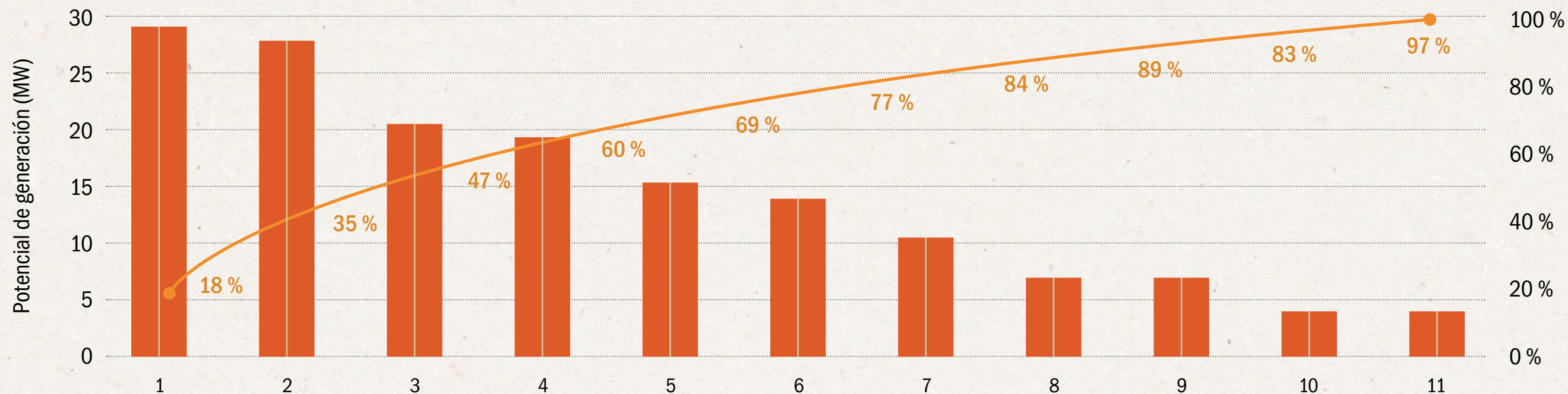
La estrategia propuesta por Cenipalma consiste en la adición gradual de módulos o tecnologías (térmicas, químicas, biológicas o agentes de conversión mecánicos), para así diversificar los productos y reducir el impacto ambiental y los costos de los sistemas existentes (García & García, 2013).

En un primer caso de estudio, se analizó la adición de dos módulos a una planta de beneficio existente: un biodigestor anaerobio y una unidad de pirólisis. Con el biodigestor se captura el metano para la generación de energía eléctrica para la planta, mientras que las tusas, fibra y cuesco, se someten a pirólisis para producir carbón vegetal y calor. El primero se utiliza en los cultivos como reparador del suelo, y el segundo para producir vapor y electricidad para el funcionamiento de la planta. Sus resultados se presentaron en la XVII Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite en septiembre de 2012 (García & García, 2013).

Fuente: García et al. (2019) a partir de Abdulrazik et al. (2017)



Figura 100. Potencial de energía eléctrica a partir de clústeres energéticos en zonas palmeras de Colombia



Fuente: García et al. (2019)

Posteriormente, **una investigación realizada por Cenipalma y la Universidad del Estado de Washington (WSU, por su sigla en inglés)**, a través de la tesis de Doctorado *Evolution of palm oil mills into biorefineries* (Evolución de las plantas de beneficio hacia biorrefinerías) (García-Núñez, 2015), evaluó seis conceptos de biorrefinería con un grado avanzado de madurez y disponibilidad tecnológica para una planta de beneficio de tamaño promedio en Colombia (García-Núñez et al., 2016a; García-Núñez et al., 2016b):

1. Aprovechamiento de biogás para generación de energía eléctrica
2. Biogás + compostaje de tusa, fibra y parte de las ARI
3. Biogás + cogeneración de alta eficiencia (producción de energía eléctrica, a partir del vapor generado en calderas de alta presión usando tusa, fibra y cuesco como combustible)
4. Biogás + pellets de tusa, fibra y cuesco

5. Biogás + biocarbón, a partir de pirólisis lenta de tusa, fibra y cuesco
6. Biogás + bioaceites, a partir de pirólisis rápida de tusa, fibra y cuesco

En la evaluación se analizaron tres indicadores ambientales (huella de carbono, potencial de eutrofización y relación energética neta)⁴⁰, tres económicos (ingresos adicionales generados, VPN y año de retorno de la inversión) y dos sociales (nuevos empleos totales y nuevos empleos especializados).

Entre otros resultados, se encontró que estas alternativas: (i) permiten reducir la huella de carbono del aceite de palma entre 30 y 99 %, en comparación con la línea base; (ii) disminuyen el potencial de eutrofización o aumentarían la relación energética neta (excepto una en cada caso); y (iii) generan nuevos empleos. Únicamente dos de ellas presentaron inviabilidad económica, aunque esto podría cambiar con un mayor grado de madurez de la tecnología de pirólisis o mejores pre-

cios de venta de los productos generados (García-Núñez et al., 2016b; García et al., 2019).

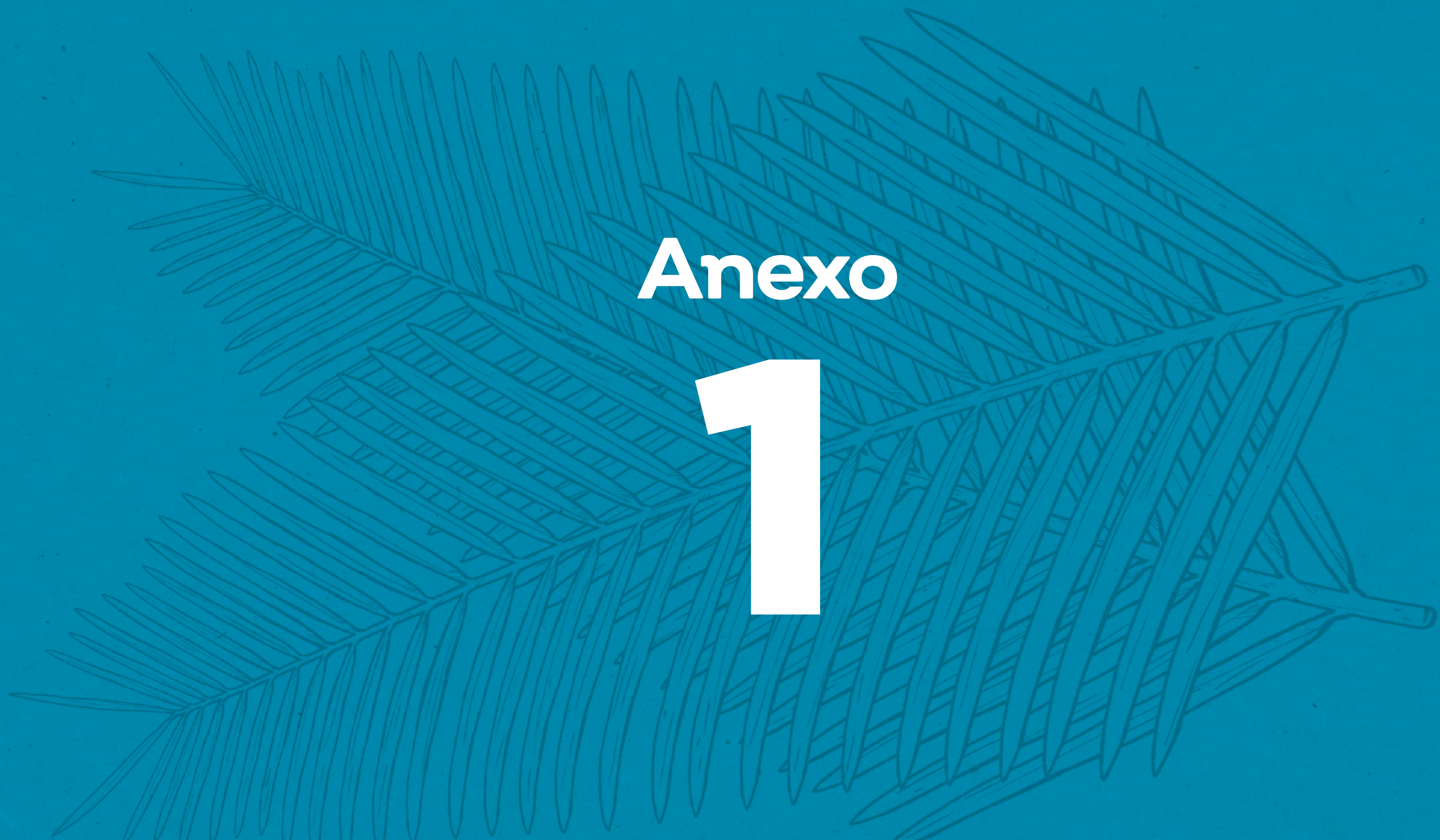
La más reciente opción de biorrefinería propuesta por Cenipalma es la creación de clústeres energéticos de cogeneración de alta eficiencia. En un estudio reciente de García et al. (2019) se propuso la creación de 11 en las cuatro zonas palmeras del país, cuyo potencial de generación se estimó en 160 MW con cifras de 2018 (Figura 100).

Como se ha descrito, existen múltiples alternativas para incorporar conceptos y módulos de biorrefinería en las plantas de beneficio y así darle un mayor valor a la biomasa. Cada planta debe analizar cuál alternativa le representa mayor valor de acuerdo con sus intereses de negocio, sus condiciones particulares y posibles clientes o socios que den viabilidad a su implementación.

⁴⁰. Energía renovable generada / energía fósil utilizada.

Anexo

1



Matriz de requerimientos legales ambientales aplicables al sector palmero en Colombia

Tema	Subtema	Requerimiento	Reglamentación	Nivel de riesgo	Aplicabilidad		Fase del proceso		
					Cultivo	Planta de beneficio	Planificación	Diseño y establecimiento	Operación
Agua	Captación	Contar con concesión vigente para el aprovechamiento de aguas superficiales	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.5.3	Muy alto	x	x		x	x
		Contar con concesión vigente para el aprovechamiento de aguas subterráneas	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.5.3	Muy alto	x	x		x	x
		Contar con permiso de ocupación de cauce en caso de intervenir cuerpos de agua superficiales para la captación de agua	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.12.1	Muy alto	x	x		x	x
		Contar con medidores de consumo que permitan verificar que el volumen de agua captado no supera el volumen concesionado	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.19.13	Medio	x	x		x	x
		Contar con concesión de agua superficial y/o subterránea actualizada según el volumen de agua requerido	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.8.6	Alto	x	x			x
		Pagar la Tasa por Uso de Agua (TUA)	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.9.6.1.1.5	Medio	x	x			x
	Captación y uso	Cumplir con los requerimientos establecidos en el acto administrativo de la concesión de aguas otorgada o sus modificaciones, en relación con la captación de agua	Decreto 1076 de 2015 Art. 2.2.3.2.10.2	Muy alto	x	x			x
	Uso	Contar con un Programa de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA) Se debe presentar a la autoridad ambiental al solicitar o renovar la concesión de aguas	Ley 373 de 1997, Art. 3 Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.1.1.5 Decreto 1090 de 2018	Medio	x	x		x	x
	Captación y vertimientos	Cumplir las obligaciones de los propietarios de predios relacionadas con la protección y aprovechamiento de las aguas	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.1.1.18.1	Medio	x		x	x	x
		Cumplir lo dispuesto en el acto administrativo de la concesión de aguas para riego otorgada o sus modificaciones, en relación con la construcción, mantenimiento y operación de obras de captación y conducción y sistemas de desagüe, drenaje y tratamiento de sobrantes	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.22.1	Muy alto	x	x		x	x
Reúso	En caso de realizar reúso de aguas residuales tratadas para uso agrícola, realizar la modificación de la concesión de agua, y cumplir con los requerimientos de calidad del agua tratada, y monitoreo y seguimiento	Resolución 1256 de 2021, Arts. 1, 4 y 5	Muy alto	x	x			x	

Tema	Subtema	Requerimiento	Reglamentación	Nivel de riesgo	Aplicabilidad		Fase del proceso		
					Cultivo	Planta de beneficio	Planificación	Diseño y establecimiento	Operación
Agua	Vertimientos	Contar con permiso vigente de vertimientos para aguas residuales domésticas y no domésticas	Decreto 1076 de 2015, Arts. 2.2.3.3.5.1, 2.2.3.3.5.2 y 2.2.3.3.5.3 Decreto 50 de 2018, Arts. 6, 8 y 9, que los modifica	Muy alto	x	x		x	x
		No exceder los límites máximos permisibles de contaminantes en los vertimientos a cuerpos de agua o al suelo, en cada uno de los parámetros exigidos	Resolución 631 de 2015, Art. 9 (vertimientos a cuerpos de agua) Resolución 0699 de 2021, Art. 4 (vertimientos al suelo)	Muy alto	x	x			x
		Medir los parámetros de contaminantes en los vertimientos al agua o al suelo (con laboratorios autorizados por el IDEAM) y reportar a la autoridad ambiental según la frecuencia exigida en el permiso de vertimientos	Según lo establecido en el permiso de vertimientos	Muy alto	x	x			x
		No violar alguna de las prohibiciones relacionadas con los vertimientos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.3.4.3 Decreto 50 de 2018, Art. 5	Alto	x	x		x	x
		No realizar alguna de las actividades no permitidas relacionadas con los vertimientos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.3.4.4	Alto	x	x		x	x
		No realizar vertimientos de sustancias no permitidas (ej: contaminantes orgánicos persistentes) o en lugares prohibidos (ej: zonas de alta vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos y/o de alta recarga de acuíferos)	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.3.4.3	Muy alto	x	x		x	x
		Contar con permisos de vertimientos actualizados según el tipo y características de los vertimientos realizados	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.3.5.9	Alto	x	x			x
		Contar con un Plan de contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas	Decreto 1076 de 2015, Art.2.2.3.3.4.14 Decreto 50 de 2018, Art. 7	Alto	x	x		x	x
		Separar las redes de aguas residuales industriales de las aguas residuales domésticas	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.2.23.1	Medio		x		x	x
		Contar con un Plan de gestión de riesgos para vertimientos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.3.5.4 Resolución 1514 de 2012, Arts. 1 y 4	Alto	x	x		x	x
	Contar con registros de ejecución de actividades de mantenimiento de los STAR	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.3.3.4.16	Medio	x	x			x	
	Pagar las tasas retributivas por generación de vertimientos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.9.7.2.5	Medio	x	x			x	

Tema	Subtema	Requerimiento	Reglamentación	Nivel de riesgo	Aplicabilidad		Fase del proceso		
					Cultivo	Planta de beneficio	Planificación	Diseño y establecimiento	Operación
Aire	Emisiones atmosféricas	Contar con permiso vigente de emisiones atmosféricas	Decreto 1076 de 2015, Arts. 2.2.5.1.7.1 y 2.2.5.1.7.2 Resolución 619 de 1997, Art. 1	Muy alto		X		X	X
		No exceder los límites máximos permisibles de contaminantes en las emisiones atmosféricas, en cada uno de los parámetros exigidos	Resolución 909 de 2008, Arts. 18-21	Muy alto		X		X	X
		Medir los parámetros de contaminantes en las emisiones atmosféricas (con laboratorios autorizados por el IDEAM) y reportar a la autoridad ambiental según la frecuencia exigida en el permiso de emisiones	Según lo establecido en el permiso de emisiones	Muy alto		X			X
		Cumplir con la altura mínima de descarga de emisiones en cada una de las chimeneas	Resolución 909 de 2008, Arts. 69 y 70	Medio		X		X	X
		Contar con un Plan de contingencia para los sistemas de control de emisiones	Resolución 909 de 2008, Arts. 79-81	Muy alto		X		X	X
		Contar con sistemas de control para las emisiones fugitivas (ej: compuestos orgánicos volátiles generados en laboratorios)	Resolución 909 de 2008, Art. 90	Medio	X	X		X	X
		Radicar ante la autoridad ambiental un informe previo de evaluación de emisiones, de acuerdo con el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas (sección 2.1)	Resolución 760 de 2010 Resolución 2153 de 2010 Resolución del IDEAM 935 de 2011	Medio		X			X
	Ruido	Contar con estudios de medición de ruido ambiental	Resolución 627 de 2006, Arts. 9 y 17	Medio		X			X
	Olores	En caso de reportarse presencia de olores ofensivos por las aguas residuales, se debe elaborar un Plan de reducción del impacto por olores ofensivos (PRIO)	Resolución 1541 de 2013 Art. 8 Modificada por la Resolución 672 de 2014	Medio		X		X	X
		Contar con un Plan de contingencia para emisiones de olores ofensivos y sistemas de control	Resolución 1541 de 2013, Art. 12 Modificada por la Resolución 672 de 2014	Medio		X		X	X

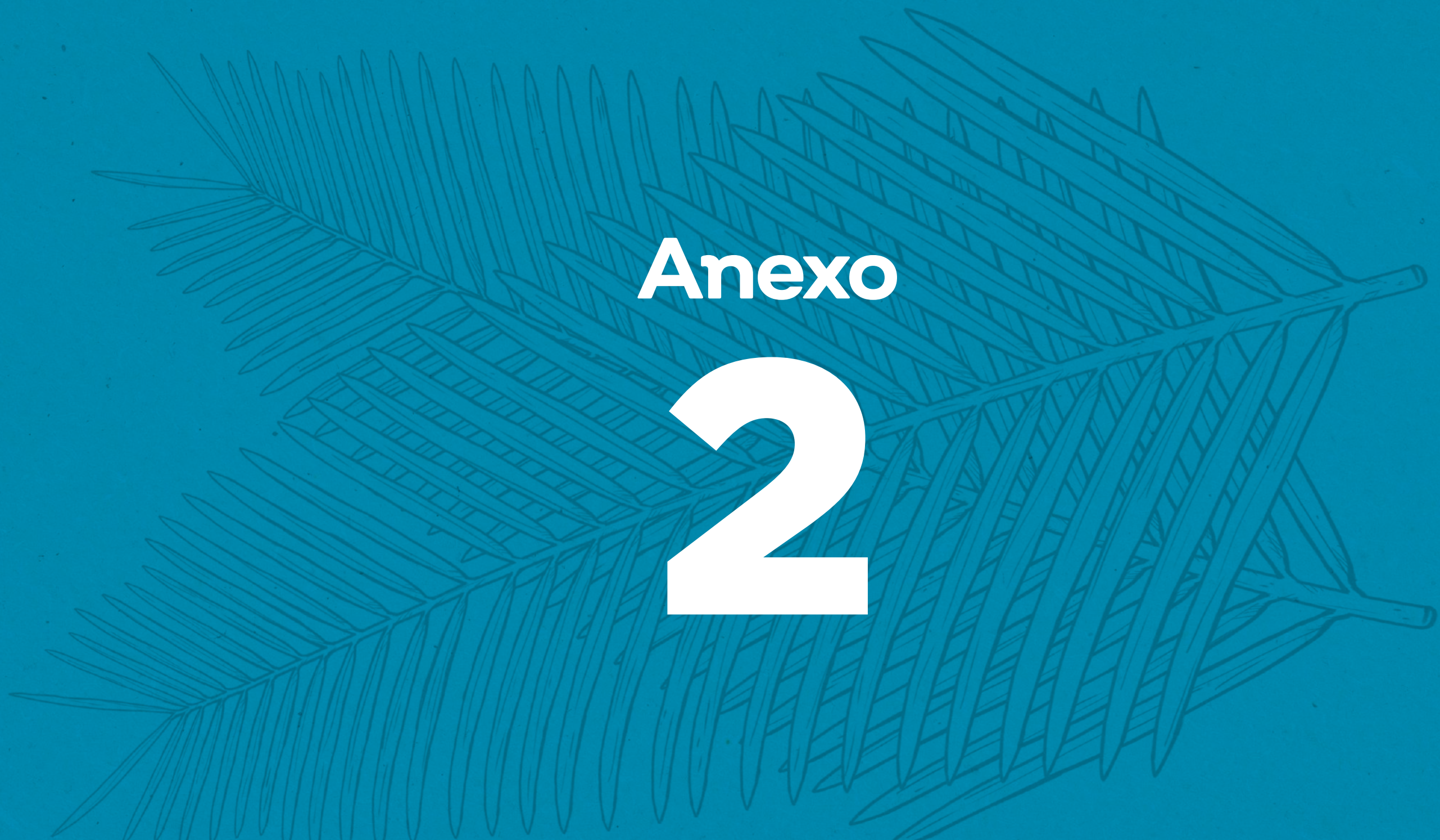
Tema	Subtema	Requerimiento	Reglamentación	Nivel de riesgo	Aplicabilidad		Fase del proceso		
					Cultivo	Planta de beneficio	Planificación	Diseño y establecimiento	Operación
Suelo	Conservación	Cumplir las obligaciones de los propietarios de predios en cuanto a la protección y conservación de suelos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.1.1.18.6	Medio	x			x	x
	Uso	Desarrollar el proyecto productivo dentro de la Frontera Agrícola Nacional Hacer un uso del suelo compatible con la zonificación del POT/EOT/PBOT	Resolución 261 de 2018 MADR Ley 388 de 1997, Art. 1	Muy alto Muy alto	x x		x x		x x
Bosques Flora Fauna	Bosques	No deforestar durante el establecimiento u operación de cultivos o plantas de beneficio	Ley 2111 de 2021, Art. 30	Muy alto	x	x	x	x	x
		Cumplir las obligaciones de los propietarios de predios en cuanto a la conservación de los bosques y respeto de las rondas hídricas	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.1.1.18.2	Medio	x		x	x	x
		Cumplir las obligaciones de los propietarios de predios sobre cobertura forestal	Decreto 1076 de 2015, Arts. 2.2.1.1.18.3 y 2.2.1.1.18.4	Medio	x		x	x	x
	Flora	Desarrollar un programa de siembra de árboles en el marco de la Ley de Restauración Ecológica (aplica para empresas medianas y grandes)	Ley 2173 de 2021, Art. 6	Medio	x				x
		Contar con permiso de aprovechamiento forestal, en caso de remover árboles en el predio	Decreto 1076 de 2015, Arts. 2.2.1.1.5.3, 2.2.1.1.5.4 y 2.2.1.1.5.5	Muy alto	x	x		x	x
		Contar con autorización para aprovechar árboles aislados que se encuentren caídos o muertos en el predio	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.1.1.9.1	Medio	x	x		x	
Fauna	Pagar la tasa compensatoria por aprovechamiento forestal	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.9.12.1.4	Medio	x	x			x	
	Cumplir las obligaciones de los propietarios de predios sobre protección y conservación de fauna terrestre y acuática	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.1.1.18.5	Medio	x		x	x	x	
Residuos ordinarios	Manejo	Elaborar e implementar un Plan de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos	Decreto 2981 de 2013, Art. 110 Resolución 0754 de 2014 Resolución 668 de 2016 Resolución 2184 de 2019	Alto	x	x		x	x
		Separar adecuadamente los residuos según el código de colores vigente y hacer un uso racional de bolsas plásticas	La Resolución 1344 de 2020 amplió el plazo para implementar el código de colores hasta el 1 de julio de 2022	Medio	x	x		x	x
		Contar con licencia ambiental para planta de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables, en caso de procesar más de 20.000 toneladas/año	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.2.3.2.3, numeral 12	Muy alto		x		x	x

Tema	Subtema	Requerimiento	Reglamentación	Nivel de riesgo	Aplicabilidad		Fase del proceso		
					Cultivo	Planta de beneficio	Planificación	Diseño y establecimiento	Operación
Residuos peligrosos	Manejo	Identificar y etiquetar adecuadamente los residuos peligrosos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.6.1.3.1, literal d	Medio	x	x			x
		Almacenar adecuadamente los residuos peligrosos Contar con un depósito temporal que cumpla los requerimientos ambientales y de seguridad	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.6.1.3.1, parágrafo 1	Alto	x	x			x
		Capacitar adecuadamente al personal que gestiona residuos peligrosos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.6.1.3.1, literal g	Medio	x	x			x
		Gestionar y disponer adecuadamente los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.7A.1.1, parágrafo 1 Decreto 284 de 2018	Medio	x	x			x
		Identificar, clasificar y manejar adecuadamente los equipos que contienen o están contaminados con bifenilos policlorados (PCB)	Resolución 0222 de 2011, Arts. 4, 5, 7, 10, 11	Medio		x			x
		Registrarse como generador de residuos peligrosos ante la autoridad ambiental y diligenciar anualmente la información requerida	Resolución 1362 de 2007, Arts. 2, 4, 5 y 6 Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.6.1.6.2	Medio	x				x
	Transporte	Contar con un procedimiento de verificación de la documentación requerida por parte del transportador de residuos peligrosos	Decreto 1079 de 2015, Arts. 2.2.1.7.8.1.2., 2.2.1.7.8.1.2.3, 2.2.1.7.8.2.4, 2.2.1.7.8.2.5 y 2.2.6.1.3.6	Muy alto	x	x			x
	Disposición	Contar con los certificados de disposición final de los residuos peligrosos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.6.1.3.1, literal i	Medio	x	x			x
		Verificar (y tener copia) de la licencia ambiental del dispositor de los residuos peligrosos	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.6.1.3.1, literal k	Muy alto	x	x			x

Tema	Subtema	Requerimiento	Reglamentación	Nivel de riesgo	Aplicabilidad		Planificación	Fase del proceso	
					Cultivo	Planta de beneficio		Diseño y establecimiento	Operación
Sustancias químicas	Manejo	Contar con fichas de seguridad para el manejo de las sustancias químicas existentes	Ley 55 de 1993, Arts.7 y 8	Medio	x	x			x
		Almacenar adecuadamente las sustancias químicas	Ley 55 de 1993, Arts. 8 y 9	Alto	x	x		x	x
		Cumplir las obligaciones de manejo de los usuarios de plaguicidas	Decreto 1443 de 2004, Art. 14, compilado en el Artículo 2.2.7.2.1.7, Decreto 1076 de 2015 Resolución 1675 de 2013 del MADS, Art. 14	Muy alto	x				x
		Realizar un adecuado manejo posconsumo de plaguicidas, envases y embalajes, que incluye: a) Realizar un manejo ambientalmente racional de los plaguicidas y de los envases, empaques y demás residuos o desechos de plaguicidas; b) Devolver los envases y empaques de acuerdo al mecanismo de recolección que los generadores de plaguicidas y los distribuidores o comercializadores deben establecer, de forma separada o conjunta, para tal fin; c) Mantener en los mínimos posibles, las existencias de plaguicidas a ser usados d) Realizar la práctica de triple lavado e inutilizar los envases (cuando proceda) sin destruir la información de las etiquetas, de conformidad con el procedimiento recomendado por el fabricante o importador del plaguicida	Resolución 1675 de 2013, Art. 14	Muy alto	x	x			x
Registros administrativos	Organizacionales	Conformar un Departamento de Gestión Ambiental y radicarlo ante la autoridad ambiental	Decreto 1299 de 2008 Decreto 1076 de 2015, Arts. 2.2.8.11.1.3, 2.2.8.11.1.5 y 2.2.8.11.1.8	Medio	x	x		x	
	Ambientales	Realizar la inscripción al Registro Único Ambiental (RUA) y diligenciar periódicamente la información	Resolución 1023 de 2010, Arts. 3, 4, 6 y 8	Medio		x			x
		Cumplir los requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental, de ser requerido	Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.2.3.9.1	Medio	x	x			x

Anexo

2



Batería de indicadores de seguimiento, monitoreo y reporte de principios de sostenibilidad ambiental

Principio	Temática	Indicador	Medición en cultivos	Medición en plantas de beneficio	Frecuencia de medición	
Comportamiento ético, legal y transparente	Cumplimiento de requerimientos legales ambientales	Grado de cumplimiento de requerimientos legales aplicables		%	Semestral / anual	
		Grado de cumplimiento de requerimientos legales aplicables por nivel de riesgo		% de riesgo muy alto % de riesgo alto % de riesgo medio	Semestral / anual	
		Grado de cumplimiento de requerimientos legales ambientales por temática		% de agua % de bosques/biodiversidad % de suelo % de aire % de residuos ordinarios % de sustancias peligrosas % de residuos posconsumo % de RESPEL	Semestral / anual	
Cero deforestación y no transformación de áreas con AVC	Prevenir la deforestación o transformación de áreas con AVC por el cambio de uso del suelo	Ubicación de nuevos proyectos palmeros dentro de la Frontera Agrícola Nacional		% del área total del nuevo proyecto dentro de la FAN	Única vez	
		Área de cultivos propios y de proveedores con análisis actualizado de deforestación	% de área de cultivos propios		Anual / bienal	
	Producir aceite de palma libre de deforestación		% de área de proveedores			Anual / bienal
		Trazabilidad de deforestación en fruto que ingresa a la planta de beneficio			% de fruto con trazabilidad asociada a deforestación	Anual / bienal
		Producción de aceite libre de deforestación			% de APC producido libre de deforestación	Anual
				t APC libre de deforestación / año	Anual	

Principio	Temática	Indicador	Medición en cultivos	Medición en plantas de beneficio	Frecuencia de medición	
Palmicultura armónica con el entorno natural y la biodiversidad	Preservación de ecosistemas y hábitats naturales	Extensión y proporción de áreas naturales preservadas en el predio palmero	ha (área total / área bosque / área otros ecosistemas)	% del área total del predio	Cada tres años	
	Determinantes ambientales	Preservación o restauración de rondas hídricas (cuerpos de agua lénticos y lóticos)	% de longitud de ronda preservada o restaurada		Anual	
	Implementación de HMP	Implementación de corredores de conectividad y cercas vivas	ha y metros de corredores		Cada 3 años	
			metros de cercas vivas		Cada 3 años	
		Siembra de variedad de plantas nectaríferas	% lotes con plantas nectaríferas		Anual	
	Biodiversidad	Presencia y diversidad de especies de fauna	# especies		Anual	
			# especies (aves, mamíferos, reptiles, anfibios)		Cada tres años	
			# especies (vasculares y no vasculares)		Cada tres años	
	Uso adecuado y eficiente de agua, suelo y energía	Agua	Huella hídrica azul		m ³ de agua captada / año	Anual
			Eficiencia el sistema de riego	% eficiencia total (Ef conducción x Ef distribución x Ef aplicación)		Mensual / anual
m ³ / t RFF producida					Mensual / anual	
Eficiencia en el proceso de extracción de aceite				m ³ / t RFF procesada	Mensual / anual	

Principio	Temática	Indicador	Medición en cultivos	Medición en plantas de beneficio	Frecuencia de medición	
Uso adecuado y eficiente de agua, suelo y energía	Suelo	Condiciones climáticas	Precipitación, radiación solar, temperatura, humedad relativa		Mensual / anual	
		Condiciones edáficas	Acidez, carbono, Al, Ca, Na, K, Mg		Mensual / anual	
		Eficiencia de uso del suelo	t RFF / ha	t APC / ha	Anual	
	Energía	Huella ecológica por uso de combustibles fosiles		galones / año		Anual
		Eficiencia en uso de combustibles fósiles		galones / t RFF producida	galones / t RFF procesada	Anual
		Uso de fuentes de energía renovable		% renovables en energía eléctrica		Bianual
				% renovables en energía térmica		Bianual
				% renovables en energía para transporte		Bianual
		Eficiencia de uso de energía eléctrica		KWH / t RFF procesada	KHW / t RFF procesada	Mensual / anual
		Prevención y mitigación de la contaminación	Vertimientos	Generación de efluentes por unidad de materia prima procesada		m ³ / t RFF procesada
Eficiencia de remoción del STAR por tipo de contaminante	(Concentración salida - Concentración de entrada) / concentración de entrada * 100 = % Remoción			(Concentración salida - Concentración de entrada) / concentración de entrada * 100 = % Remoción	Mensual / anual	
	Carga contaminante (DBO, DQO, o SST) vertida al día		Concentración en vertimiento * Caudal vertido	Concentración en vertimiento * Caudal vertido	Semestral / anual	
Emissiones atmosféricas	Eficiencia de remoción del sistema de control por tipo de contaminante			(Concentración salida - Concentración de entrada) / concentración de entrada * 100 = % Remoción	Mensual	

Principio	Temática	Indicador	Medición en cultivos	Medición en plantas de beneficio	Frecuencia de medición	
Prevención y mitigación de la contaminación	Emisiones de GEI	Huella de carbono	t CO ₂ eq emitidas / año	t CO ₂ eq emitidas / año	Anual	
		Emisiones de GEI por unidad de producto	t CO ₂ eq / t RFF producida	t CO ₂ eq / t RFF procesada	Anual	
	Residuos	Huella ecológica por residuos ordinarios	Kg / año	Kg / año	Mensual / anual	
		Huella ecológica por RESPEL	Kg / año	Kg / año	Mensual / anual	
		Generación de residuos sólidos por unidad de producto	Kg / t RFF producida	Kg / t RFF procesada	Mensual / anual	
		Generación de RESPEL por unidad de producto	Kg / t RFF producida	Kg / t RFF procesada	Mensual / anual	
	Generación de valor a partir de la biomasa	Aprovechamiento de biomasa	Grado de aprovechamiento de biomasa	% biomasa sólida aprovechada (tusas, fibra, cuesco, cenizas, lodos de fondo)		Anual
				% ARI aprovechadas (no vertidos al agua o suelo)		Anual
		Valor percibido por aprovechamiento de biomasa		\$ por venta de biomasa		Anual

Referencias

- ACOLGEN. (2021).** Capacidad instalada en Colombia. <https://www.acolgen.org.co/>
- Abdulrazik, A., Elsholkami, M., Elkamel, A., & Simon, L. (2017).** Multi-products productions from Malaysian oil palm empty fruit bunch (EFB): Analyzing economic potentials from the optimal biomass supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 168, 131-148. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.088>
- Aldana de la Torre, R. C., Bustillo, A. E., Beltrán, I. J., Buriticá, A. J., Libreros, C. C., Saavedra, C. E. & Lozano, M. (2018).** Guía de bolsillo *Loxotoma elegans* y sus enemigos naturales. Bogotá, Colombia: Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso - PPB. <http://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107651>
- Álvarez, O. M., Ruiz, E., Mosquera, M., & Silva, J. H. (2018).** Evaluación económica de sistemas de riego para plantaciones de palma aceitera en la Zona Norte de Colombia. *Palmas*, 39(1), 69-85. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12401>
- Andreu-Sevilla, A. J., Hartmann, A., Burló, F., Poquet, N. & Carbonell-Barrachina, A. A. (2009).** Health Benefits of Using Red Palm Oil in Deep-frying Potatoes: Low Acrolein Emissions and High Intake of Carotenoids. *Food Science and Technology International*, 15(1), 15-22.
- APC-Colombia. (2020).** Rol de APC Colombia en los ODS. Bogotá, Colombia: APC Colombia. Recuperado de: <https://www.apccolombia.gov.co/rol-apc-colombia-medios>
- Arévalo, D., Lozano, J., & Sabogal, J. (2011).** Estudio nacional de huella hídrica, Colombia, sector agrícola. *Revista Internacional de sostenibilidad, tecnología y humanismo*, 6, 101-126.
- Arias, N.A. (2019).** Indicadores y eficiencia de la nutrición para la toma de decisiones. *Palmas*, 40(4), 128-139. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12963>
- Arias, N., & Beltran, J. (2010).** *Diseño y evaluación del programa de manejo nutricional en palma de aceite* (1ra. Ed.). Bogotá, Colombia: Cenipalma <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107625>.
- Arias, N., Obando, O., Motta, D., Mosquera, M., Gómez, P., Franco, P., Álvarez, M., Betancourt, F., Díaz, D., & Bernal, P. (2009).** Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite. Bogotá, Colombia: Cenipalma <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107710>.
- Barcelos, E., Second, G., Kahn, F., Amblard, P., Lebrun, P., & Seguin, M. (2015).** Molecular markers applied to the analysis of genetic diversity and to the biogeography of *Elaeis* (Palmae). *Embrapa Amazônia Ocidental-Capítulo em livro científico*, 83, 191-201
- Barrios, C. E., Aldana de la Torre, R. C., Bustillo, A. E., Castillo, N. J., Díaz, R. J., Pulgarín, J. A. & Lozano, M. (2018).** Guía de bolsillo Plantas nectaríferas asociadas a plantaciones de palma de aceite, que favorecen la fauna benéfica de este ecosistema. Bogotá, Colombia: Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso - PPB. <http://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107664>
- Briceño, I., Valencia, J., & Posso, M. (2015).** Potencial de generación de energía eléctrica de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 36(3), 43-53. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11575>
- Brown, E., Dudley, N., Lindhe, A., Muhtaman, D. R., Stewart, C., & Synnott, T (Eds.). (2013).** *Guía genérica para la identificación de Altos Valores de Conservación*. HCV Resource Network.
- Brown, E., & Senior, M. J. M. (2014).** Common Guidance for the Management and Monitoring of High Conservation Values. HCV Resource Network.
- Brown, P. S. (2019).** Land quality indicators for sustainable land management across scales. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, 88, 129-136.
- Cárdenas, B. (2019).** Ilustración de Las Palmas *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleífera*, *Hibrido OxG*. Fedepalma.
- Castro, F., Lozano, M., González, W. & Gómez, G. A. (2019).** Guía de bolsillo Especies nativas para la adopción de Herramientas de Manejo del Paisaje en cultivos de palma de aceite, Zona Oriental. Bogotá, Colombia: Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso - PPB. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/109802>
- Cenipalma. (2016).** Boletín Técnico No. 37: Guía general para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite (3ra. Ed.). Bogotá, Colombia: Cenipalma <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/11857>
- Cenipalma. (2017).** Mejores prácticas agroindustriales del cultivo de la palma de aceite en Colombia. Bogotá, Colombia: Cenipalma <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107723>
- Cenipalma. (2019).** Importancia de las grasas en la salud: el aceite de palma un aliado. Bogotá, Colombia: Cenipalma
- Cenipalma & Fedepalma. (2013).** Guía sobre el aceite de palma y sus aplicaciones. Bogotá, Colombia: Cenipalma y Fedepalma <http://www.palmadeaceite.org/sites/default/files/Gu%C3%ADa%20aceite%20de%20palma%20y%20aplicaciones.pdf>.
- Chandan, K. S., Savita, K., & Sashwati, R. (2007).** Tocotrienols in health and disease: The other half of the natural vitamin E family. *Molecular Aspects of Medicine*, 28(5-6), 692-728.
- Chaparro, D. C., Ramírez, N. E., Munar, D. A., García, J. A., Cammaert, C., & Rincón, S. A. (2020).** Guía de mejores prácticas bajas en carbono asociadas a la producción de aceite de palma sostenible en Colombia. Cali, Colombia: Cenipalma - WWF Colombia <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/141072>.
- Chow, V. T. (2004).** *Hidráulica de canales abiertos*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- Cifuentes, J. D., & Espinosa, J. C. (2016).** Recomendaciones para la gestión integral de aguas residuales en plantas de beneficio y el cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 sobre vertimientos. Bogotá, Colombia: Fedepalma. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107668>.
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987).** Nuestro Futuro Común. Oslo, Noruega: Naciones Unidas.
- Constitución Política de Colombia.** Bogotá, Colombia. 20 de julio de 1991
- Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2009).** *La Palma de Aceite*. Bogotá, Colombia: Fedepalma.
- Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2016).** *The Oil Palm*. Oxford, Inglaterra: John Wiley & Sons.
- Daly, H. E. (1990).** Towards some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*, 2(1), 1-6.
- Decreto 1076 de 2015.** Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible].
- Decreto 3678 de 2010.** Por el cual se establecen los criterios para la imposición de las sanciones consagradas en el Artículo 40 de la Ley 1333 del 21 de julio de 2009 y se toman otras determinaciones. 4 de octubre de 2010. D.O. No. 47852
- Delgado, A. W. (2004).** ¿Por qué se enrancian las grasas y aceites? *Revista Palmas*, 25(2), 35-43.
- Delgado, T. E., Ladino, G. S., Arias, N.A. (2021).** Evaluación de sistemas de riego utilizados en el cultivo de palma de aceite. Colección: Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite - Guía para facilitadores. Bogotá: Cenipalma. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/141302>
- DNP. (2016).** Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos. (Documento CONPES 3874). Bogotá, Colombia: DNP.
- DNP. (2018a).** Política de crecimiento verde. (Documento CONPES 3934). Bogotá, Colombia: DNP.
- DNP. (2018b).** Presentación sobre Documento CONPES 3934 Política de Crecimiento Verde. Bogotá, Colombia: DNP. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%C3%ADtica%20CONPES%203934/PRESENTACION%20CONPES%20CRECIMIENTO%20VERDE%20NUEVO%20FORMATO.pdf>

- DNP. (2019).** Política de crecimiento verde. Documento CONPES 3934 de 2018. Resumen ejecutivo. Bogotá, Colombia: DNP. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%C3%ADtica%20CONPES%203934/Resumen%20Pol%C3%ADtica%20de%20Crecimiento%20Verde%20-%20diagramaci%C3%B3n%20FINAL.pdf>
- DNP. (2020).** Política nacional para el control de la deforestación y la gestión sostenible de los bosques (Documento CONPES 4021). Bogotá, Colombia: DNP. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4021.pdf>
- ECS Consultores. (2017a).** Introducción a la Gerencia del Valor Ambiental. Producto 1.b. del contrato Fedepalma-ECS Consultores 050/17, Bogotá.
- ECS Consultores. (2017b).** Programa de Capacitación en Gerencia del Valor Ambiental. Informe Final Gerencia del Valor Ambiental, Producto 5 del contrato Fedepalma-ECS Consultores 050/17, Bogotá.
- Ehrenfeld, J. (2005).** Eco-efficiency: Philosophy, theory and tools. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 6-8.
- Ehrenfeld, J. R. (1997).** Industrial Ecology: A Framework for Product and Process Design. *Journal of Cleaner Production*, 5(1-2), 87-95.
- Environmental Investigation Agency. (2019).** Promises in Practice: The Limited Reliability of Voluntary "No Deforestation" Commitments in Papua's Palm Oil Plantations. Reino Unido: Environmental Investigation Agency. Recuperado de <https://eia-international.org/report/promises-in-practice/>
- Ellen Macarthur Foundation. (2013).** Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen Macarthur Foundation.
- Ernst, W.H.O. (2004).** Vegetation, organic matter and soil quality. In: Doelman, P. & Eijsackers, H.J.P. (Eds), *Vital soil: function, value and properties* (pp. 41-98). Amsterdam: Elsevier.
- Espinosa, J. (2019).** Paisaje Palmero Biodiverso: una apuesta del sector palmero colombiano por desarrollar una agroindustria en armonía con nuestra riqueza natural. *Palmas*, 40 (Especial, Tomo I), 175-187. https://web.fedepalma.org/conferenciainternacional/pdf/tomo1/25-Espinosa-J_compressed.pdf
- FAO. (2012).** State of the World's forests 2012. Roma, Italia: FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i3010e/i3010e00.htm>
- FAO. (2018).** Manual de medio ambiente. Santiago: FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean.
- FAO & UNEP. (2020).** The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Roma, Italia. Recuperado de: <https://doi.org/10.4060/ca8642en>
- Fedepalma. (2010).** Unidades de asistencia y auditoría técnica, ambiental y social (UAATAS) en núcleos palmeros. Bogotá, Colombia: Fedepalma <https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2018/12/Cartilla-UAATAS.pdf>
- Fedepalma. (2019a).** Gran encuesta de empleo directo del sector palmero colombiano. Bogotá, Colombia: Fedepalma. <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/109683/Libro%20Gran%20encuesta%20de%20empleo%20directo%20del%20sector%20palmero%20colombiano.pdf?sequence=1>
- Fedepalma. (2019b).** Registro Nacional Palmicultor (RNP). Documento de manejo interno. Bogotá, Colombia: Fedepalma.
- Fedepalma (2020a).** Anuario Estadístico 2020. Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo 2015-2019. Bogotá, Colombia: Fedepalma.
- Fedepalma. (2020b).** Brochure Principios del aceite de palma sostenible de Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/141296>
- Fedepalma (2020c).** Infografía El Sector palmero no es un motor de deforestación en Colombia. Línea base de deforestación asociada al cultivo de palma de aceite 2011-2017. Recuperado de: <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/141018>
- Fedepalma. (2021).** Anuario estadístico 2021. Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo 2016-2020. Bogotá, Colombia: Fedepalma. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/anuario>
- Fedepalma & Cenipalma. (2015).** Rutas tecnológicas para el manejo integral de aguas residuales en las plantas de beneficio del sector palmero. Bogotá, Colombia: Fedepalma y Cenipalma. Recuperado de: <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107618>
- Fedepalma, Cenipalma, IAvH, & WWF. (2018a).** El ABC de los AVC. Bogotá, Colombia: Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso - PPB. Recuperado de: <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107626>
- Fedepalma, Cenipalma, IAvH, & WWF (2018b).** Una Mirada al Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso. Bogotá, Colombia: Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso - PPB. Recuperado de: <http://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107611>
- Fedepalma, Cenipalma, IAvH, & WWF. (2018c).** Viveros Nativos Forestales: Estrategia Clave para Incorporar Herramientas de Manejo del Paisaje en Cultivos de Palma de Aceite. Bogotá, Colombia: Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso - PPB. Recuperado de: <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107608>
- Fedepalma, Cenipalma, & MADR. (2018).** Guía para el manejo de residuos ordinarios y peligrosos generados en el cultivo de palma de aceite. Bogotá, Colombia. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107666>
- Fedepalma, SAC, & SENA. (2008).** Procesos modernos de extracción de aceite de palma. Bogotá, Colombia: Fedepalma. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107713>
- Fontanilla, C., Mosquera, M., Ruiz, E., Beltrán, J., & Guerrero, J. (2015).** Beneficio económico de la implementación de buenas prácticas en cultivos de palma de aceite de productores de pequeña escala en Colombia. *Palmas*, 36(2), 27-38. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11075>
- Frosch, R., & Gallopoulos, N. (1989).** Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 266, 144-152.
- Fry, J. (2019).** Oferta y demanda global: perspectivas de los aceites y las grasas en la próxima década. *Palmas*, 40 (Especial Tomo I), 46-54.
- Furumo, P., & Aide, T. M. (2017).** Characterizing commercial oil palm expansion in Latin America: land use change and trade. *Environmental Research Letters*, 12.
- García, A. F. (2020).** Estrategia de sostenibilidad de la agroindustria de la palma de aceite. *Palmas*, 40(4), 72-80. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12931>
- García, J., Cárdenas, M. & Yáñez, E. (2010).** Generación y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 31(2), 41-48. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1477>
- García, J. A., Varón, D., & Barrera, J. C. (2019).** Convirtiendo una planta de beneficio en una biorrefinería: paso de tecnologías por el valle de la muerte. *Palmas*, 40 (Especial, Tomo II), 76-103. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13089>
- García, M., & García, J. A. (2013).** Nuevos conceptos para biorrefinerías de aceite de palma. *Palmas*, 34(Especial, Tomo II), 66-84. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10703>
- García-Nunez, J. A. (2015).** Evolution of palm oil mills into biorefineries. Ph.D. thesis, Washington State University, USA.
- García-Nunez, J. A., Rodríguez, D. T., Fontanilla, C. A., Ramírez, N. E., Silva, E. E., Frear, C. S., Stockle, C., Amonette, J., & García-Perez, M. (2016a).** Evaluation of alternatives for the evolution of palm oil mills into biorefineries. *Biomass and Bioenergy*, 95, 310-329.
- García-Nunez, J. A., Rodríguez, D. T., Ramírez, N. E., Silva, E., & García-Perez, M. (2016b).** Alternativas para convertir una planta de beneficio en una biorrefinería. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), 95-106.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017).** The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143(1), 757-768.
- Genty, P., & Ujueta, M. U. (2013).** Relatos sobre el híbrido interespecífico de palma de aceite OxG x Coari x La Mé esperanza del trópico (No. L-0929). Bogotá, Colombia: Fedepalma.

- Germer, J., & Sauerborn, J. (2008).** Estimation of the impact of oil palm plantation establishment on greenhouse gas balance. *Environment, Development and Sustainability*, 10(6), 697-716.
- Giller, K. E., Woittiez, L. S., van Wijk, M.T., Slingerland, M., & van Noordwijk, M. (2017).** Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *European Journal of Agronomy*, 83, 57-77. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.002>
- Global Footprint Network. (2020).** Global Footprint Network. Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>
- GTT de la IN colombiana. (2020).** Interpretación Nacional para Colombia del Estándar RSPO 2018 de Principios y Criterios (P&C) para la Producción de Aceite de Palma Sostenible. (J. D. Cifuentes, D. C. Chaparro, C. Gómez, & J. C. Espinosa, Eds.). Bogotá, Colombia: Fedepalma. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/141150>
- HCVRN & HCSA. (2018).** Manual para la Evaluación de AVC-HCSA: Para uso en evaluaciones Integrales de AVC-HCSA. Reino Unido: HCV Resource Network
- Henson, I. E., Ruiz R. R., & Romero, H. M. (2012).** The greenhouse gas balance of the oil palm industry in Colombia: a preliminary analysis. *Agronomía Colombiana*, 30(3), 370-378.
- Hinestroza, A., Ojeda, S., Rincón, C., Quintero, J., & Martínez, D. (2018).** *Manual de procedimientos operativos estándar para la implementación de mejores prácticas de sostenibilidad* (1ra. Ed.). Bogotá, Colombia: Cenipalma.
- Hinestroza, A., Tenjo, L., & Díaz, X. (2016).** Guía Básica de la sostenibilidad en el cultivo de palma de aceite para la implementación de las mejores prácticas para la RSPO, con palmicultores de pequeña y mediana escala. Bogotá, Colombia: Cenipalma.
- Hoekstra, A. Y. & Chapagain, A. K. (2008).** Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2009).** Water Footprint Manual. State of the Art 2009. Enschede, Holanda: Water Footprint Network.
- IAvH. (2017).** Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- ICONTEC. (2009).** Norma Técnica Colombiana GTC 24 - Guía para la separación en la fuente de residuos. Bogotá, Colombia.
- IDEA (2003).** Incorporación de consideraciones ambientales en la política sectorial agropecuaria. Convenio IAvH-DNP-IDEA. Bogotá, Colombia.
- IDEAM (2019).** Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá, Colombia: IDEAM.
- IDEAM (2020).** Línea base de la deforestación 2011-2017 en áreas de cultivo de Palma de aceite africana (*Elaeis guineensis*) y *E. oleifera* x *E. guineensis*. Recuperado de: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Acuuerdo_cero_deforestacion/L%C3%ADnea_base_deforestaci%C3%B3n_PPT_rev_dic2020.pdf
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería. (2015).** Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones - Enfoque Nacional - Departamental. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá, Colombia: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería y FMAM.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería. (2018).** Segundo Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá, Colombia: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería y FMAM.
- IEA Bioenergy. (2009).** Biorefineries: adding value to the sustainable utilisation of biomass. Recuperado de: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Task-42-Booklet.pdf>
- Ley 1333 de 2009.** Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones. (Art. 32: Carácter de las medidas preventivas). 21 de julio de 2009. D.O. 47417
- Ley 1333 de 2009.** Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones (Art. 36: Tipos de medidas preventivas). 21 de julio de 2009. D.O. 47417
- Ley 1453 de 2011.** Por medio de la cual se reforma el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad. 24 de junio de 2011. D.O. 48.110
- Ley 99 de 1993.** Ley General Ambiental de Colombia. 22 de diciembre de 1993.
- Lozano, F. H. (Ed.). (2009).** Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y CAR Cundinamarca.
- MADR. (2018).** Resolución 0261 del 21 de junio 2018, Por medio de la cual se define la Frontera Agrícola Nacional y se adopta la metodología para la identificación general.
- MADS. (2012a).** Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá, Colombia: MADS. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Gestio%CC%81n-Integral-de-la-Biodiver.pdf>
- MADS. (2012b).** Plan Nacional de Restauración Ecológica de Colombia (PNREC). Bogotá, Colombia: MADS.
- MADS. (2015).** Resolución 631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales.
- MADS. (2016).** Política para la gestión sostenible del suelo. Bogotá, Colombia: MADS. http://www.andi.com.co/Uploads/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf
- MADS. (2017a).** Política nacional de cambio climático. Bogotá, Colombia: MADS. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/25548>
- MADS. (2017b).** Registro Nacional de Reducción de Emisiones GEI: 4to Taller del Grupo Regional América Latina y el Caribe de la Alianza para Transparencia en el Acuerdo de París. Partnership on Transparency in the Paris Agreement. Recuperado de: https://transparency-partnership.net/sites/default/files/u2620/4_colombia_-_registros.pdf
- MADS. (2020).** Orientaciones para la definición y actualización de las determinantes ambientales por parte de las autoridades ambientales y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial (2da. Ed.). Bogotá, Colombia: MADS.
- MADS & MINCIT. (2019).** Estrategia Nacional de Economía Circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá, Colombia: Gobierno de la República de Colombia.
- MAVDT. (2010a).** Política nacional de producción y consumo sostenible. Bogotá, Colombia: MAVDT. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/polit_nal_produccion_consumo_sostenible.pdf
- MAVDT. (2010b).** Política nacional de gestión integral del recurso hídrico, Bogotá, Colombia: MAVDT. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>
- McEuen, G. F., Johnson, M. W. & Folsom, T. R. (1993).** A statistical analysis of the performance of the Folsom Plankton Splitter based upon test observations. *Archiv fur Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie. Serie A, Meteorologie und Geophysik*, 1(17), 167-175.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. (1972).** Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad. México: Fondo de Cultura Económica.
- Meijaard, E., Garcia-Ulloa, J., Sheil, D., Wich, S., Carlson, K., Juffe-Bignoli, D., & Brooks, T. (2018).** Oil palm and biodiversity. A situation analysis by the IUCN Oil Palm Task Force. Gland, Suiza: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/47753>

- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011).** The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Science*, 15, 1577-1600
- Mielke, T., & Mielke, S. (2020).** Oil World 2020. GFR ISTA-Mielke GmbH.
- MMA. (2000).** Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Bogotá, Colombia: MMA. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/politica-nacional-ambiental-desarrollo-sostenible-espacios-oceanicos.pdf>
- Molina, D. L., & Torres, J. S. (2015).** Caracterización y adecuación de suelos para el establecimiento del cultivo de la palma de aceite. Bogotá, Colombia: Cenipalma.
- Mondragón, A., & Pinilla, C. (2015).** Aceite de palma alto oleico: propiedades fisicoquímicas y beneficios para la salud humana. *Palmas*, 36(4), 57-66. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11645>
- Montero, J., Díaz, C., Guevara, F., Cepeda, A., & Barrera, J. (2013).** Modelo para medición de eficiencia real de producción y administración integrada de información en planta de beneficio. Bogotá: Cenipalma. Recuperado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/download/10824/10817/>
- Mosquera, M., Valderrama, M., Ruiz, E., López, D., Castro, L., Fontanilla, C., & González, M. A. (2017).** Costos de producción para el fruto de palma de aceite y el aceite de palma en 2015: estimación en un grupo de productores colombianos. *Palmas*, 38(2), 10-26. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12122>
- Mosquera, M., & López, D. (2017).** Aceite de palma certificado sostenible: análisis de la cadena de valor. *Palmas*, 38(1), 11-25. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12042>
- Mujica, C. (2010).** Evolución del sector palmicultor. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.
- Nakicenovic, N., & Swart, R. (2000).** Emissions scenarios: a special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Noss, R. (1987).** From plant communities to landscapes in conservation inventories: A look at the nature conservancy (USA). *Biological Conservation*, 41 (1), 11-37.
- Noss, R. (1993).** Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation biology*, 4, 355-364.
- Odia, O. J., Ofori, S., & Maduka, O. (2015).** Palm oil and the heart: A review. *World Journal of Cardiology*, 7(3), 144-149.
- ONU. (2019).** Declaración política del foro político de alto nivel sobre el desarrollo sostenible celebrado bajo los auspicios de la Asamblea General. Nueva York: Presidencia de la Asamblea General.
- Ospina, M. L., & Ochoa, D. (1998).** La palma africana en Colombia: Apuntes y memorias. Bogotá, Colombia: Fedepalma.
- Pantzaris, T., & Jaaffar, M. (2002).** Propiedades y usos del aceite de palmiste. *Palmas*, 23(3), 46-58.
- Pardo, L. E., Laurance, W. F., Clements, G. R., & Edwards, W. (2015).** The Impacts of Oil Palm Agriculture on Colombia's Biodiversity: What We Know and Still Need to Know. *Tropical Conservation Science*, 8(3), 828-845.
- PNUD. (2019).** Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/2030-agenda-for-sustainable-development.html>
- Prescott, G., Gilroy, J., Haugeaasen, T., Medina, C., Foster, W., & Edwards, D. (2015).** Managing Neotropical oil palm expansion to retain phylogenetic diversity. *Journal of Applied Ecology*, 53(1), 150-158.
- Puyana, J. (2003).** Importancia de las cercas vivas para la conservación de un paisaje rural en Salento - Quindío. Trabajo de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Departamento de Ecología. Bogotá, Colombia.
- Ramírez, A., Pringle, C. M. & Wantzen, K. M. (2008).** Tropical river conservation. En: D. Dudgeon (Ed.) *Tropical stream ecology* (pp. 285-304). London, UK: Elsevier Science
- Ramírez, D. P. (2009).** Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II). En: Lozano-Zambrano, F. H. (ed). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt CAR Cundinamarca.
- Ramírez, N. E., Munar, D. A., García, J. A., Mosquera, M. & Faaij, A.P.C. (2020).** The GHG emissions and economic performance of the Colombian palm oil sector; current status and long-term perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120757>
- Ramírez, N. E., Munar, D. A., García, J. A., Mosquera, M. & Faaij, A. P. C. (2021).** Emisiones de GEI y desempeño económico del sector palmero en Colombia: estado actual y perspectivas a largo plazo. *Palmas*, 42(2), 15-48. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13502/13243>
- Rees, W. (1992).** Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment & Urbanization*, 4(2), 121-130.
- Renjifo, L. M. (2001).** Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological applications*, 11(1), 14-31
- Resolución 2184 de 2019** [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones. 26 de diciembre de 2019
- Reyes, B., García, J. A., Varón, C. D., Carranza, S. R., Acero, R. J. R., Sarmiento, J. A., Sarmiento, J. L., Espitia, F. E., García, G. H., & Ávila, S. (2011).** Pruebas de larga duración con biodiésel de palma en una flota de camiones de transporte. *Palmas*, 32(3), 11-24.
- Reyes, W. A., González, A., Acero, J. H., García, J.A. (2019).** Humedales artificiales: una alternativa efectiva como tratamiento terciario para el saneamiento de efluentes provenientes del beneficio de la palma. Presentación XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Cenipalma, Bucaramanga, Colombia. https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/09/3.6-Wiliam-Reyes_compressed.pdf
- Rincón, N., Álvaro, H., Delgado, R., Tulia, E., Molina, L., & Diego, L. (2015).** Establecimiento y manejo de leguminosas de cobertura en palma de aceite. Bogotá: Fedepalma y Cenipalma.
- Rival, A., & Levang, P. (2014).** Palms of Controversies: Oil Palm and Development Challenges. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Rivera, Y. D., Rodríguez, D. T., & Romero, H. M. (2017).** Carbon footprint of the production of oil palm (*Elaeis guineensis*) fresh fruit bunches in Colombia. *Journal of Cleaner Production*, 149, 743-750.
- Rivera, Y. D., & Romero, H. M. (2018).** Los mitos ambientales de la palma de aceite. *Palmas*, 39(4), 58-68. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12711>
- Rodríguez, N., Sanz, J. R., Oliveros, C. E., & Ramírez, C. A. (2015).** Beneficio del café en Colombia: Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café. Colombia: Cenicafe. https://www.cenicafe.org/es/publications/Final_libro_Beneficio_isbn.pdf
- RSPO. (2003).** Statement of Intent [Declaración de intenciones]. Kuala Lumpur, Malasia. Recuperado de: <http://www.rspo.org/files/pdf/RT1/Proceedings/Statement%20of%20Intent.pdf>
- RSPO. (2018).** Principios y Criterios para la producción de aceite de palma sostenible 2018.
- Ruiz, E., & Molina, D. (2014).** Revisión de literatura sobre beneficios asociados al uso de coberturas leguminosas en palma de aceite y otros cultivos permanentes. *Palmas*, 35(1), 53-64. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10947>

- Salamanca, B., Castro, F., Lozano, M., Barliza, H. & Gómez, G. A. (2019).** Guía de bolsillo Especies nativas para la adopción de Herramientas de Manejo del Paisaje en cultivos de palma de aceite, Zona Norte. Bogotá, Colombia: Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso – PPB. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/109801>
- Schmidheiny, S. (1992).** Cambiando el rumbo: Una perspectiva global del empresariado para el desarrollo y el medio ambiente. México: Fondo de Cultura Económica.
- UICN. (2018).** Biodiversidad de suelos y carbono orgánico en suelos: cómo mantener vivas las tierras áridas. Gland, Suiza: UICN.
- UPME. (2019).** Proyección de precios de los energéticos para Generación eléctrica enero 2019 – diciembre 2039. Subdirección de hidrocarburos. Colombia: Ministerio de Minas y Energía. https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Proyeccion_Precios_2019_2039/Proyeccion_Precios_2019_2039.pdf
- UPRA. (2018).** Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia. Bogotá, Colombia: UPRA.
- UPRA. (2020).** Frontera Agrícola Nacional. Resolución 261 de 2018 del MADR. (Presentación en Powerpoint versión del 5 de mayo de 2020). Bogotá, Colombia: UPRA.
- UPRA. (2021a).** Sistema para la planificación rural agropecuaria SIPRA. Bogotá, Colombia: UPRA. Recuperado de: <https://sipra.upra.gov.co/>
- Valencia, A., Hernández, M., & Espinosa, J. (2015).** Lineamientos para la operación eficiente de sistemas de generación de vapor y reducción de emisiones atmosféricas en plantas de beneficio del sector palmero. Bogotá: Fedepalma. <https://web.fedepalma.org/sites/all/themes/rspo/publicaciones/ambientales/Lineamientos-para-la-operacion-eficiente.pdf>
- Vijay, V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., & Smith, S. J. (2016).** The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss. *PLoS One*, 11(7)
- Wackernagel, M. (1994).** Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability. PhD thesis. Vancouver, Canada: School of Community and Regional Planning, University of British Columbia.
- Wackernagel, M. & Rees, W. (1996).** Our Ecological Footprint: reducing human impact on the Earth. Philadelphia, PA: New Society Publishers.
- WBCSD. (2000).** Eco-efficiency: Creating more value with less impact. Ginebra, Suiza: WBCSD. Recuperado de: https://arquivo.pt/wayback/20160515140905/http://www.wbcd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value.pdf

WBCSD, WRI, & SEMARNAT. (2005). Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. México: WBCSD y WRI.

WWF. (2018). Informe Planeta Vivo – 2018: Apuntando más alto. Gland, Suiza: WWF. Recuperado de: https://www.wwf.org.co/sala_redaccion/especiales/informe_planeta_vivo_2018/

WWF Colombia. (2012). Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. Cali, Colombia: WWF Colombia.

WWF Colombia. (2018). Glosario ambiental: ¿Qué es la biodiversidad? Cali, Colombia: WWF Colombia. Recuperado de: <https://www.wwf.org.co/?uNewsID=328100>

Esta publicación es propiedad de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de la Federación. Al realizar la presente publicación, la Federación ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas. A menos que esté expresamente indicado, no se ha utilizado en esta publicación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor.

La información contenida en esta publicación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.