



Agricultura



Ambiente



IDEAM

CAUSAS Y AGENTES DE LAS EMISIONES
Y ABSORCIONES DEL SECTOR

AFOLU

EN LA REGIÓN DE LA ORINOQUIA

Biocarbono

Paisajes sostenibles bajos en carbono



Agricultura



Ambiente

CAUSAS Y AGENTES DE LAS EMISIONES
Y ABSORCIONES DEL SECTOR

AFOLU

EN LA REGIÓN DE LA ORINOQUIA

Entidades socias



Agricultura



Ambiente



IDEAM

Instituto de Hidrología, Meteorología
y Estudios Ambientales

Asesora



**Departamento
Nacional de Planeación**



Apoyan



**Agencia Presidencial de
Cooperación Internacional
de Colombia**



NORECCO

Nodo Regional de
Cambio Climático Orinoquía

El proyecto hace parte de la iniciativa Paisajes
Forestales Sostenibles (ISF) del Fondo Biocarbono



BioCarbon Fund
Initiative for Sustainable Forest Landscapes



Presidencia de la República de Colombia

GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de Colombia

FRANCIA MÁRQUEZ
Vicepresidenta de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

MARTHA CARVAJALINO
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

POLIVIO LEANDRO ROSALES CADENA
Viceministro de Desarrollo Rural

LILIA MARÍA RODRÍGUEZ ALBARRACÍN
Viceministra de Asuntos Agropecuarios

SANTOS ALONSO BELTRÁN BELTRÁN
Director de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MARÍA SUSANA MUHAMAD GONZÁLEZ
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MAURICIO CABRERA LEAL
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

LILIA TATIANA ROA AVENDAÑO
Viceministra de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam

GHISLIANE ECHEVERRY PRIETO
Directora general

ELIZABETH PATIÑO CORREA
Subdirectora de Estudios Ambientales

RAYMOND JIMÉNEZ ARTEAGA
Subdirector de Ecosistemas e Información Ambiental

LEONARDO ALFREDO PINEDA PARDO
Coordinador del Grupo de Cambio Global - Subdirección de Estudios Ambientales

LUIS MARIO MORENO AMADO
Coordinador del Grupo de Bosques

Proyecto Biocarbono Orinoquia - Paisajes Sostenibles Bajos en Carbono

IVÁN DARÍO GÓMEZ (2021 - 2023)
NELSON LOZANO (2024)
Coordinador Nacional

FABIÁN MAURICIO GERENA (2019 - 2023)
Líder de componente Planeación Integrada del Uso del Suelo y Gobernanza para el Control a la Deforestación

DANIEL AGUILAR (12/2023-2024)
FERNANDO LEYVA (2019 - 4/2023)
Líder de componente Uso y Manejo Sostenible del Suelo

JOHANA TALINA LUGO ROSERO
Líder de componente Definición de Programa de Reducción de Emisiones (PRE) y de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

SUSANA SANDOVAL GONZÁLEZ
Especialista Salvaguardas Sociales

SABRINA ANDREA ACOSTA ANGARITA
Especialista Salvaguardas Ambientales

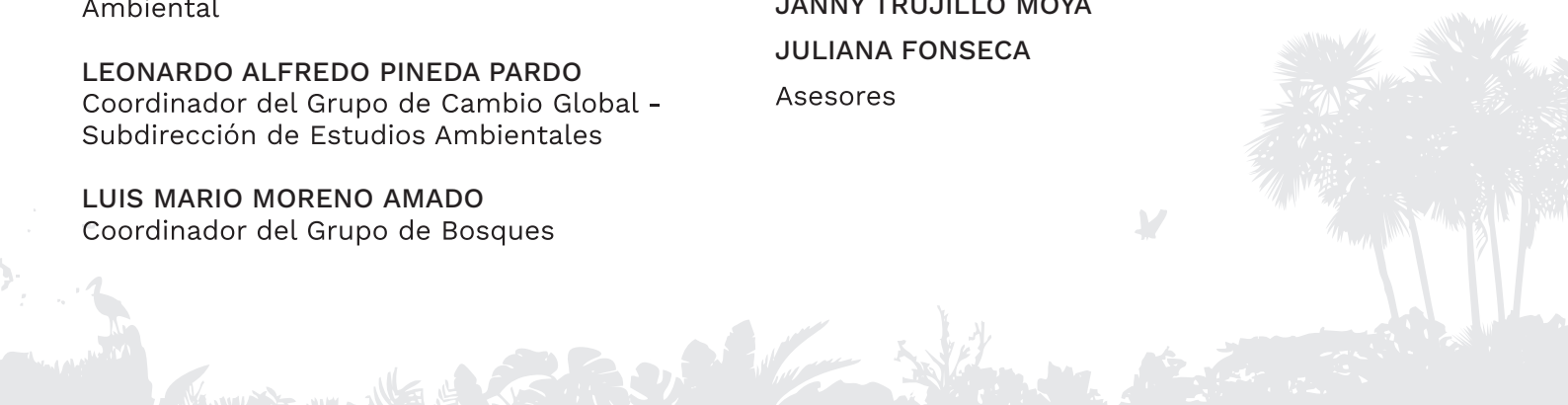
JUAN DAVID TURRIAGO
Redactor ERP

JAVIER RODRÍGUEZ DUEÑAS
Coordinador regional

LILIA PATRICIA ARIAS DUARTE
Gestor Sénior Seguimiento y Monitoreo

PEDRO MIGUEL SALAZAR
SUSANA SANDOVAL GONZÁLEZ
SABRINA ACOSTA ANGARITA
MÓNICA MONSALVO TORRES
Especialistas

GANDY ALARCÓN MONTERO
FABIÁN PEÑA
JANNY TRUJILLO MOYA
JULIANA FONSECA
Asesores



Autores

Equipo de causas y agentes de la transformación del bosque, Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono – Ideam

JOSÉ JULIÁN GONZÁLEZ ARENAS
ALEXANDER CUBILLOS GONZÁLEZ
CLAUDIA ALEJANDRA DUQUE QUEVEDO
BEATRIZ AMALIA GARAVITO GUERRERO
EDILNEYI ZÚÑIGA AVIRAMA
NIDIA ANDREA VANEGAS PÉREZ
CLAUDIA LORENA ORTIZ MELO
IVÁN ROBERTO PÉREZ VIZCAÍNO

Coordinación editorial

ANDRÉS FELIPE TAPIERO RÍOS
GRUPO DE COMUNICACIONES Y PRENSA -
IDEAM

Asistencia editorial

SEBASTIÁN URIBE RODRÍGUEZ
GRUPO DE COMUNICACIONES Y PRENSA -
IDEAM

Corrección de estilo

ORLANDO AUGUSTO PLAZAS

Diseño editorial y diagramación

CARLOS ALBERTO GÓMEZ

Fotografía de carátula

FABIÁN PEÑA

Este documento se elaboró como parte del apoyo técnico del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono del Ideam al componente 3 del Proyecto Biocarbono.


Cítese como: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam. (2024). *Causas y agentes de las emisiones y absorciones del sector Afolu de la región de la Orinoquia*. Minambiente, Minagricultura, Ideam y Proyecto Biocarbono Orinoquia - “Paisajes sostenibles bajos en carbono”.

ISBN (digital): 978-958-5489-36-3

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam, 2024. Calle 25D 96B-70, Bogotá, D. C. PBX: 601 3527160

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales. No comercializable. Distribución gratuita.





Causas y Agentes
de las Emisiones y Absorciones
del sector Afolu
en la región de la Orinoquia¹

¹ De acuerdo con la versión electrónica del Diccionario panhispánico de dudas publicada en 2005, la región de América del Sur correspondiente a la cuenca del río Orinoco recibe en español el nombre de Orinoquia u Orinoquia. Sin embargo, la forma con diptongo Orinoquia es la más extendida en el uso general.

Contenido

Resumen Ejecutivo	12	4. Descripción del Contexto Regional	35
1. Introducción	15	4.1 Contexto territorial.....	36
2. Antecedentes del Análisis de Impulsores de las Emisiones y Absorciones del GEI en el Sector Afolu de la Orinoquia	17	4.2 Contexto económico.....	42
2.1 Causas y agentes de la deforestación.....	18	4.3 Contexto sociocultural.....	44
2.1.1 Agentes de deforestación.....	20	4.4 Contexto histórico.....	46
2.1.2 Causas directas de la deforestación.....	20	5. Perfil de Emisiones y Absorciones del GEI para el Sector Afolu en la Orinoquia	51
2.1.3 Factores determinantes o predisponentes.....	21	5.1 Perfil nacional.....	52
2.1.4 Causas subyacentes de la deforestación.....	21	5.2 Perfil regional de emisiones y absorciones totales.....	52
2.1.5 Cadenas de eventos de deforestación.....	22	5.3 Perfil regional de emisiones y absorciones Afolu.....	54
2.2 Causas y agentes de emisiones y absorciones de GEI - Afolu.....	23	6. Caracterización de las Causas y Agentes de la Deforestación en la Orinoquia	59
2.2.1 Determinantes directos.....	26	6.1 Núcleos de alta deforestación (NAD) 2019.....	60
2.2.2 Determinantes indirectos.....	27	6.1.1 Núcleo 1: Zona suroccidental del Meta.....	61
3. Enfoque Metodológico del Análisis	29	6.1.2 Núcleo 2: Mapiripán (Meta).....	62
3.1 Bases conceptuales y metodológicas.....	30	6.1.3 Núcleo 3: Sarare (Arauca).....	63
3.1.1 Causas directas de emisiones/ absorciones Afolu.....	30	6.1.4 Núcleo 4: Cumaribo (Vichada).....	63
3.1.2 Causas subyacentes o indirectas de emisiones/absorciones Afolu.....	30	6.2 Causas y agentes de la deforestación por departamento.....	64
3.1.3 Agentes de emisiones/absorciones Afolu.....	30	6.2.1 Departamento de Meta.....	65
3.1.4 Cadenas de eventos de la transformación.....	32	6.2.2 Departamento de Casanare.....	66
3.2 Elementos clave para la caracterización.....	32	6.2.3 Departamento de Arauca.....	67
3.3 Criterios que orientan el enfoque de la caracterización.....	33	6.2.4 Departamento de Vichada.....	67
3.4 Construcción y validación de la información con actores regionales.....	33	6.3 Análisis de la relación entre deforestación y expansión ganadera.....	68
		6.4 Análisis de la relación entre deforestación y cultivos de coca.....	71

6.5 Análisis de la relación entre deforestación y accesibilidad terrestre.....	72	7.3.3 Praderizador con fines de acaparamiento de tierras.....	97
6.6 Análisis de la relación entre deforestación y dinámicas poblacionales.....	74	7.3.4 Productor agrícola industrial.....	97
7. Caracterización de las Causas y Agentes de las Emisiones Afolu Regionales.....	75	7.3.5 Productor de coca.....	97
7.1 Causas directas de las emisiones Afolu.....	76	7.3.6 Constructor de infraestructura de transporte.....	97
7.1.1 Expansión de la frontera agropecuaria: ganadería.....	83	7.3.7 Extractor de madera con fines de autoconsumo.....	97
7.1.2 Expansión de la frontera agropecuaria: praderización.....	85	7.3.8 Extractor de madera con fines de comercio a gran escala.....	97
7.1.3 Expansión de la frontera agropecuaria: cultivos industriales.....	87	7.4 Cadenas de eventos de las emisiones Afolu.....	98
7.1.4 Expansión de la frontera agropecuaria: cultivos de uso ilícito.....	89	8. Caracterización de las Causas y Agentes de las Absorciones de GEI Regionales.....	102
7.1.5 Expansión de la infraestructura de transporte.....	91	8.1 Causas directas de las absorciones Afolu.....	103
7.1.6 Extracción de madera.....	93	8.1.1 Regeneración natural y restauración del bosque.....	104
7.2 Causas Subyacentes de las emisiones Afolu.....	93	8.1.2 Plantaciones forestales en áreas previamente transformadas.....	105
7.2.1 Factores económicos y tecnológicos.....	93	8.1.3 Cultivos permanentes en áreas previamente transformadas.....	107
7.2.2 Factores políticos e institucionales.....	94	8.1.4 Sistemas silvopastoriles.....	108
7.2.3 Factores culturales.....	94	8.1.5 Prácticas sostenibles de manejo de suelos y pasturas degradadas.....	109
7.2.4 Factores demográficos.....	95	9. Bibliografía.....	110
7.2.5 Factores biofísicos.....	95	10. Glosario de siglas y acrónimos.....	113
7.3 Agentes de las Emisiones Afolu.....	96	11. Glosario de términos y conceptos.....	115
7.3.1 Ganadero praderizador a gran escala.....	96		
7.3.2 Productor ganadero de mediana y pequeña escala.....	96		



Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de las causas subyacentes de emisiones y absorciones Afolu de GEI.....	31	Tabla 13. Deforestación (2010-2019) por rangos de distancia a vías terrestres (2019) en la Orinoquia.....	73
Tabla 2. Denominación de los agentes de emisiones/absorciones Afolu de GEI, según las causas directas asociadas.....	32	Tabla 14. Deforestación (2010-2019) por rangos de distancia a accesos terrestres en los principales NAD de la Orinoquia.....	74
Tabla 3. Ecosistemas con mayor representatividad en la región de la Orinoquia.....	39	Tabla 15. Deforestación (2010-2019) por rangos de distancia a asentamientos (2016) en la Orinoquia.....	74
Tabla 4. Distribución, por categorías, de áreas protegidas presentes en la región de la Orinoquia.....	41	Tabla 16. Relación entre las causas directas de emisiones Afolu regionales y las subcategorías del inventario de GEI.....	77
Tabla 5. Producto Interno Bruto por actividades económicas en los departamentos de la Orinoquia (valor promedio para el período 2005-2019).....	42	Tabla 17. Distribución de coberturas CLC relacionadas con pastos y herbazales en la Orinoquia (años 2012 y 2018).....	86
Tabla 6. Emisiones totales, absorciones y emisiones netas de GEI en los departamentos de la Orinoquia (año 2018).....	53	Tabla 18. Pérdidas y ganancias en las áreas de coberturas principales de la Orinoquia (año 2000 vs. 2010).....	86
Tabla 7. Participación por módulo de las emisiones totales de GEI en los departamentos de la Orinoquia (año 2018).....	53	Tabla 19. Pérdidas y ganancias en las áreas de coberturas principales de la Orinoquia (año 2010 vs. 2018).....	87
Tabla 8. Participación por categoría de emisiones Afolu en los departamentos de la Orinoquia (año 2018).....	55	Tabla 20. Distribución de coberturas CLC relacionadas con cultivos comerciales en la Orinoquia (años 2012 y 2018).....	88
Tabla 9. Participación por subcategoría de absorciones en los departamentos de la Orinoquia (año 2018).....	57	Tabla 21. Áreas cultivadas con coca en los departamentos de la Orinoquia (2011-2020).....	90
Tabla 10. Resultados relevantes para emisiones y absorciones Afolu en los departamentos de la Orinoquia (año 2018).....	58	Tabla 22. Longitud de vías terrestres en los departamentos de la Orinoquia (año 2019).....	92
Tabla 11. Deforestación, inventario bovino y predios en los municipios de la Orinoquia con mayor deforestación 2015-2019.....	70	Tabla 23. Número de centros poblados en los departamentos de la Orinoquia (año 2016).....	92
Tabla 12. Deforestación y áreas cultivadas con coca en los municipios de la Orinoquia con mayor deforestación 2015-2019.....	72	Tabla 24. Relación entre los agentes y las causas directas de emisiones Afolu de GEI en la Orinoquia.....	96
		Tabla 25. Relación entre las causas directas de absorciones Afolu regionales y las subcategorías del inventario de GEI.....	103

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura general de los componentes de la caracterización de causas y agentes de deforestación en Colombia.....	19	Figura 17. Participación por subcategoría de absorciones año 2018, escala regional y departamental.....	57
Figura 2. Relación entre causas directas, factores predisponentes y causas subyacentes analizadas para el Área de Manejo Especial de La Macarena - AMEM.....	21	Figura 18. Núcleos de alta deforestación identificados en la Orinoquia, 2019.....	61
Figura 3. Síntesis de las cadenas de eventos que conducen a la deforestación en el Área de Manejo Especial de La Macarena - AMEM.....	22	Figura 19. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Zona suroccidental del Meta”.....	62
Figura 4. Determinantes de emisiones y absorciones de GEI en la Orinoquia colombiana.....	25	Figura 20. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Mapiripán (Meta)”.....	62
Figura 5. Región de la Orinoquia y departamentos que la conforman.....	37	Figura 21. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Sarare (Arauca)”.....	63
Figura 6. Ecosistemas de la región Orinoquia, año 2017.....	38	Figura 22. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Cumaribo (Vichada)”.....	64
Figura 7. Distribución de las áreas de bosque/no bosque en la Orinoquia (2010-2019).....	40	Figura 23. Principales causas directas de la deforestación en los departamentos de la Orinoquia y su importancia relativa.....	65
Figura 8. Parques Nacionales Naturales ubicados en la Orinoquia.....	41	Figura 24. Inventario bovino a escala departamental y regional (Orinoquia), 2001-2020.....	69
Figura 9. Distribución vial de la región de la Orinoquia.....	43	Figura 25. Deforestación anual a escala departamental y regional (Orinoquia), 2001-2019.....	70
Figura 10. Clasificación de las unidades no residenciales en la Orinoquia.....	45	Figura 26. Áreas con cultivo de coca y deforestación anual a escala departamental y regional (Orinoquia), 2011-2019.....	71
Figura 11. Áreas de resguardo indígena en la Orinoquia.....	46	Figura 27. Accesos terrestres en los principales NAD de la Orinoquia.....	73
Figura 12. Línea de tiempo hitos históricos de la transformación del bosque en la Orinoquia (siglo XX).....	47	Figura 28. Principales causas directas de las emisiones Afolu en cada departamento de la Orinoquia y su importancia relativa.....	78
Figura 13. Línea de tiempo hitos relevantes de la transformación del bosque en la Orinoquia (siglo XXI).....	49	Figura 29. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en la región de la Orinoquia.....	79
Figura 14. Participación por módulo de emisiones GEI año 2018, escala regional y departamental.....	54	Figura 30. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Arauca.....	80
Figura 15. Categorías del módulo Afolu para los inventarios de GEI en Colombia.....	55	Figura 31. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Casanare.....	81
Figura 16. Participación por categoría de emisiones Afolu año 2018, escala regional y departamental.....	56	Figura 32. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Meta.....	82



Figura 33. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Vichada	83
Figura 34. Comportamiento del inventario de ganado bovino en la región de la Orinoquia 2001-2020	84
Figura 35. Densidad de cabezas de ganado bovino por municipio de la Orinoquia	85
Figura 36. Densidad de cultivos agrícolas por municipio de la Orinoquia	88
Figura 37. Áreas con cultivos de coca en la región de la Orinoquia 2011-2020	89
Figura 38. Densidad de cultivos de coca por municipio de la Orinoquia, 2011-2020	91
Figura 39. Cadena de eventos de las emisiones Afolu regionales por expansión de la frontera agropecuaria	99
Figura 40. Cadena de eventos de las emisiones Afolu regionales por expansión de la infraestructura de transporte	100
Figura 41. Cadena de eventos de las emisiones Afolu regionales por extracción de madera	101
Figura 42. Área sembrada de plantaciones forestales comerciales por departamento de la Orinoquia, año 2020	106
Figura 43. Plantaciones forestales, por especies, con mayor área sembrada en la región de la Orinoquia, año 2020	107



Resumen Ejecutivo





Este documento se elaboró como parte del Programa de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, con enfoque de pago por resultados (en adelante, PRE) del proyecto: “Desarrollo sostenible bajo en carbono en la región de la Orinoquia-Fondo Biocarbono”.

A partir de la revisión y análisis de diferentes estudios que incorporan información de causas y agentes de deforestación y/o de sus emisiones asociadas, de los inventarios nacional y regional de gases de efecto invernadero (en adelante, GEI), y del análisis de otra información relevante, se caracterizaron los impulsores o drivers (causas y agentes) relacionados con las emisiones y absorciones² de GEI para el sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (en adelante, Afolu) en la Orinoquia colombiana, bajo un enfoque jurisdiccional correspondientes al territorio de los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada.

La metodología propuesta para la caracterización de los drivers de emisiones y absorciones (Afolu), adaptó el marco conceptual y metodológico desarrollado por Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (en adelante, SMByC) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (en adelante, Ideam). Las causas directas de estas emisiones/absorciones Afolu, se clasifican en cuatro grandes grupos: expansión de la frontera agropecuaria, extracción de madera, extracción de minerales y expansión de infraestructura; las causas subyacentes son factores o procesos sociales, económicos, tecnológicos, políticos y biofísicos que refuerzan las causas directas de emisiones/absorciones Afolu, y que influyen sobre las decisiones que toman los agentes, o en sus motivaciones; y los agentes corresponden a las personas, grupos de personas o instituciones que, influenciados por las causas subyacentes, toman la decisión de establecer actividades económicas que transforman las coberturas y generan emisiones o absorciones de GEI. Los análisis desarrollados para la caracterización se basaron en la revisión de infor-

mación secundaria y en el trabajo articulado entre los diferentes equipos técnicos y los actores regionales que construyen el PRE de la región.

El Tercer Reporte Bienal de Actualización de Colombia (Ideam et al., 2021), indica que la Orinoquia (área total de los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada) aportó el 15,9 % de las emisiones totales del país, y el 25,5 % de las absorciones durante el año 2018. El departamento del Meta aportó el 67,7 % de las emisiones totales, y el 70,8 % de las emisiones netas regionales, lo cual está altamente relacionado con la deforestación en su zona sur. En el 2018, el 78,7 % de las emisiones totales de la región correspondieron al componente Afolu. El análisis del inventario regional de GEI indica que las principales fuentes de las emisiones Afolu en la Orinoquia son: 1) el cambio de bosque natural a pastos (y en menor medida a otros cultivos) que corresponde a deforestación; 2) la fermentación entérica del ganado bovino, que depende directamente del inventario del ganado y su estructura etaria; 3) la fertilización nitrogenada, principalmente para cultivos y praderas mejoradas; y 4) las emisiones directas del cultivo de arroz.

Igualmente, la ganadería bovina tiene un doble papel como fuente principal de las emisiones regionales. Por un lado, se encuentran las emisiones directas por el incremento en el tamaño del hato ganadero y los procesos de fertilización nitrogenada de los suelos para el establecimiento y sostenimiento de las praderas, y por el otro, las emisiones indirectas originadas en el cambio de las coberturas naturales (principalmente bosque) para el establecimiento de pastizales.

El análisis de la información disponible y los espacios de trabajo con diferentes actores en el marco del PRE permitió analizar las dinámicas asociadas a las causas y agentes de emisiones y absorciones Afolu, a escala regional. La conversión de bosques a pastos (praderización) y la expansión de la ganadería bovina constituyen las principales causas directas de las emisiones regionales, especialmente cuando se presentan de forma sinérgica, ya que además del cambio de cobertura, implican un aumento del hato ganadero y sus emisiones directas. La agricultura se desarrolla en diferentes esca-

²En todo el documento las palabras “absorciones” o “remociones” se usan de manera indistinta; en ambos casos corresponden a la estimación de las capturas de GEI que, sustraídas de las emisiones totales, permiten el cálculo de las emisiones netas.

las con una mayor contribución en emisiones de los cultivos agroindustriales, con especial referencia al arroz.

Hay que tener en cuenta que de acuerdo con el Observatorio de Drogas en Colombia (en adelante, ODC) (2021), los cultivos de coca presentan una clara tendencia de reducción en la Orinoquia; no obstante, aún dinamizan importantes procesos de conversión de las coberturas naturales, principalmente en la zona sur del Meta. Aparte de las causas directas relacionadas con la expansión de la frontera agropecuaria, se consideran relevantes la extracción de madera (procesos de deforestación y/o degradación forestal por la tala selectiva con diferentes fines y escalas de extracción) y el efecto ejercido por la expansión de la infraestructura de transporte (formal e informal).

Se identificó una alta concentración de los drivers, o impulsores de emisiones, en las zonas de piedemonte de los departamentos de Arauca, Casanare y Meta, dada la expansión de la frontera agropecuaria por la ganadería, praderización y los cultivos industriales.

Los cultivos de coca se ubican en la zona sur de los departamentos de Meta y Vichada, donde en forma conjunta con la praderización y la ganadería extensiva han generado importantes procesos de deforestación, incluso con afectación al interior de las áreas protegidas. En la altillanura y las áreas de sabana natural, características del bioma orinoense, también se identificó, igualmente, una importante presencia de las causas y su expansión hacia el oriente. Los ejes de la transformación (histórica y actual) se relacionan con la infraestructura de transporte, tanto por la expansión de vías terrestres, como por la navegabilidad de los principales ríos de la región.

Las causas subyacentes analizadas se encuentran principalmente asociadas con el estatus legal y tenencia de la tierra, la presencia y efectividad de áreas protegidas y resguardos indígenas, la visión de la región como “despensa agrícola y ganadera del país” (actual y potencial), el desarrollo tecnológico y productivo de las actividades agropecuarias a gran escala, la cultura ganadera de la región, así como la presencia de actores armados ilegales que promueven actividades de transformación, entre otras. La caracterización de estos agentes ha establecido como relevantes a los productores pecuarios, agrícolas y praderizadores (quienes promueven la conversión a gran escala de las coberturas naturales hacia pastos, con fines de acaparamiento de tierras y/o expansión ganadera); igualmente a los constructores de infraestructura de transporte y a los extractores de madera en diferentes escalas.

En cuanto a los drivers de las absorciones de GEI, se identificaron y caracterizaron los principales gestores de mitigación de gases de efecto invernadero que, con base en el balance de emisiones/absorciones Afolu de la región, y contrastada con las fuentes de información disponibles, corresponden a: 1) regeneración natural y restauración del bosque; 2) plantaciones forestales en áreas previamente transformadas; 3) cultivos permanentes en áreas previamente transformadas; 4) sistemas silvopastoriles; y 5) prácticas sostenibles de manejo de suelos y pasturas degradadas. De acuerdo con el inventario regional de GEI, en la Orinoquia las absorciones se concentran en las subcategorías de otra vegetación leñosa (no incluida dentro de la definición de bosque del país), plantaciones forestales comerciales y cultivo de palma de aceite. ■

Introducción

En el marco del Programa de Reducción de Emisiones con enfoque de pago por resultados (PRE), del proyecto “Desarrollo sostenible bajo en carbono en la región de la Orinoquia – Fondo Biocarbono”, este documento describe y analiza las causas directas, las causas subyacentes y los agentes relacionados con las emisiones y absorciones de GEI, para el módulo Afolu, a escala regional.

De forma complementaria, el documento busca generar información sobre los patrones y la dinámica de las actividades económicas que constituyen fuentes de emisiones y absorciones Afolu, en la Orinoquia; brindar elementos de análisis y decisión para la construcción del portafolio de medidas y acciones tendientes a reducir las emisiones y/o incrementar las absorciones Afolu regionales, y dar

En todo el documento las palabras “absorciones” o “remociones” se usan de manera indistinta; en ambos casos corresponden a la estimación de las capturas de GEI que, sustraídas de las emisiones totales, permiten el cálculo de las emisiones netas.

soporte a la construcción de los escenarios de mitigación de estas emisiones.

La revisión de antecedentes sobre la caracterización de causas y agentes de deforestación y sus emisiones asociadas en la Orinoquia, presentada en el capítulo 2, constituyó la información base para el enfoque conceptual y metodológico de los análisis descritos en el capítulo 3; además de generar insumos relevantes para los resultados de la caracterización.

Los siguientes capítulos presentan, en forma amplia, los resultados obtenidos para el análisis de drivers, los componentes, directos e indirectos que generan las emisiones y las absorciones en la Orinoquia, los agentes de deforestación y los procesos que impulsan las mitigaciones producidas por este fenómeno.

En primer lugar, se realiza una descripción del contexto regional en relación con los aspectos territoriales, socioculturales, económicos e históricos (capítulo 4). El capítulo 5 sintetiza el perfil y la descripción de las principales fuentes de emisiones y absorciones regionales de GEI actualizado al año 2018. En el capítulo 6, se analizan las principales causas de la pérdida de bosque natural y su relación con algunas actividades económicas en la Orinoquia. El capítulo 7 incluye la caracterización de las causas y agentes de las emisiones Afolu regionales y, finalmente, en el capítulo 8, se analiza lo propio para las absorciones de GEI.

Esta caracterización se encuentra articulada con las categorías clave del inventario regional de GEI, y con la construcción del portafolio de medidas y acciones, procesos que también se desarrollan en el marco del PRE de la Orinoquia. ■

2

Antecedentes del Análisis de Impulsores de las Emisiones y Absorciones de GEI en el Sector Afolu de la Orinoquia





Diferentes análisis y estudios realizados sobre las actividades económicas en la región de la Orinoquia, y su relación con los GEI, permite contar con una línea base de conocimiento para la identificación de posibles causas y agentes de emisiones y absorciones de GEI en la región. En este capítulo se presenta una síntesis de los principales resultados de algunos de estos estudios y de la información utilizada para la toma de decisiones sobre las fuentes de emisión.



2.1 Causas y agentes de la deforestación

El Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono del Ideam determina las cifras oficiales del país sobre el estado del bosque, y las causas asociadas con su deforestación. La caracterización de las causas y los agentes de deforestación posee una base conceptual y metodológica sólida, soportada en el análisis de diferentes fuentes y en el ajuste a las condiciones y particularidades del país (González et al., 2018a y 2018b).

Este proceso sigue la secuencia de identificación y descripción de las causas subyacentes (factores que condicionan la decisión de deforestar), los agentes (quienes toman la decisión), las causas directas (actividades productivas o extractivas que transforman la cobertura boscosa) y las cadenas de eventos que relacionan estos tres componentes (Figura 1).

Sobre esta base, el equipo de causas y agentes de transformación del bosque del SMyC realiza permanentemente reportes sobre el tema en diferentes escalas temporales y espaciales. A partir del análisis de diversas fuentes de información, se dispone de una base de reportes, a escala departamental, en la que se incluyen los cuatro departamentos de la región de la Orinoquia, los cuales se comentarán en la sección de resultados (Capítulo 6).

La mayor causa de la deforestación en la región corresponde a la expansión de la frontera agropecuaria, principalmente por la conversión, a gran escala, de los bosques naturales a pasturas con fines de ganadería extensiva y/o de acaparamiento de tierras; la producción agrícola a diferentes escalas, incluyendo la expansión de cultivos de uso ilícito, que, sin embargo, genera menores impactos en términos de deforestación.



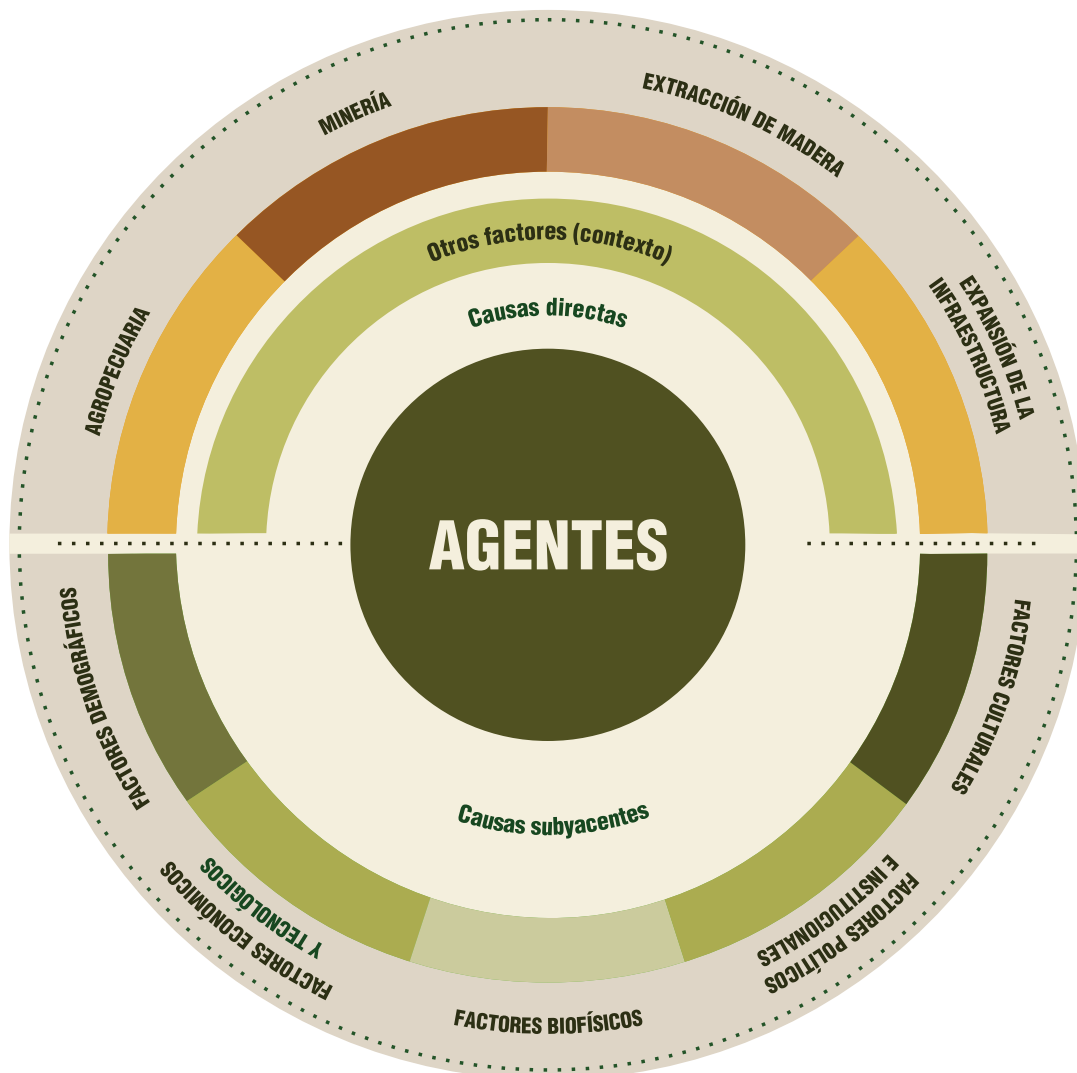
Zona afectada por la deforestación en la Orinoquia



Otras causas se relacionan con la expansión de la infraestructura de transporte y la extracción de madera. La extracción de minerales se considera una causa de deforestación con menor relevancia en la Orinoquía (González et al., 2018b). Esta dinámica presenta su mayor concentración en la zona suroccidental del departamento de Meta, lo cual coincide con lo reportado en el estudio sobre iniciativas de implementación temprana sobre reducción de emisiones debidas a la deforestación y degradación de los bosques (en adelante, REDD+) en el Área de Manejo Especial de La Macarena (en adelante, AMEM) (Cormacarena, Patrimonio Natural y PNN 2015).

El AMEM está conformada por cuatro Parques Nacionales Naturales, a saber: dos de ellos, Sierra de La Macarena y Tinigua, con la totalidad de su territorio en esta área, mientras que Sumapaz y Cordillera de Los Picachos solo tienen parte de su territorio en ella. Existen, además, tres Distritos de Manejo Integrado (en adelante, DMI): Macarena Norte, Macarena Sur y Ariari-Guayabero. En el estudio de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área Especial de la Macarena (Cormacarena, Patrimonio Natural y Parques Nacionales Naturales (en adelante, PNN) (2015)) se identificaron y caracterizaron las principales causas y agentes de la deforestación. Los resultados se sintetizan a continuación.

Figura 1. Estructura general de los componentes y caracterización de las causas y agentes de la deforestación en Colombia



Fuente: González et al., (2018a).



2.1.1 Agentes de deforestación

A partir del análisis de la información y el desarrollo metodológico adelantado en la zona, se identificaron tres grupos de agentes relacionados con el cambio histórico del uso del suelo, así: i) asociado a coca, ii) asociado a ganadería y iii) asociado a producción agropecuaria. Los agentes son dinámicos temporales y espaciales, y pueden expandir su actividad o alternarla entre los diferentes grupos, lo cual puede dificultar el establecimiento de relaciones con las causas directas y subyacentes de la deforestación. Estas relaciones se establecen de la siguiente manera:

Grupo 1, asociado a la coca: en este grupo hay dos tipos de actores: los antiguos colonos y los cocaleros emergentes que arribaron a esta subregión en migraciones recientes. El primer caso corresponde a medianos y pequeños cocaleros tradicionales. Por su parte, los cocaleros emergentes establecieron sus plantaciones en áreas de los municipios de Puerto Lleras, Vistahermosa y Puerto Rico.

Grupo 2, asociado a la ganadería: corresponde al modelo de implementación de ganadería o potrerización asociado a un actor denominado como “ganadero ausentista”, que corresponde a aquellas personas que no viven

en la región, pero invierten capitales importantes para la explotación de ganado bovino.

Grupo 3, asociado a la producción agropecuaria: corresponde a personas que se han establecido en la región y constituyen asentamientos que responden a procesos de colonización histórica, que sustentan la permanencia de la unidad productiva y familiar mediante actividades agrícolas y pecuarias de pequeña escala.

2.1.2 Causas directas de la deforestación

De acuerdo con la clasificación de agentes, las causas directas de la deforestación en el AMEM, están relacionadas con actividades de expansión de la frontera agropecuaria, tales como los cultivos agrícolas de diferentes escalas, la ganadería bovina/praderización y los cultivos de coca.

- **Cultivos agrícolas:** son las actividades de establecimiento y producción de cultivos transitorios o permanentes con fines de autoconsumo o generación de excedentes para su comercialización. Los cultivos transitorios en la zona incluyen cereales (maíz, trigo y arroz), tubérculos (papa y yuca), plátano, y la mayor parte de las hortalizas. En cuanto a los cultivos permanentes, se destacan la palma



Cultivo de coca



Ganadería extensiva



Cultivo de palma



africana, los cítricos, además de diversas variedades de café.

• **Ganadería bovina y praderización:** predomina el sistema de producción extensivo tradicional o extensivo mejorado que combina pasturas naturales con pastos introducidos, y donde las capacidades de carga son, generalmente, bajas. Este factor está relacionado con la baja calidad productiva de los suelos y lleva a la necesidad de expansión sobre nuevas áreas naturales.

• **Cultivos de coca:** esta actividad se introdujo en la zona por la facilidad de generar ingresos en el corto plazo, con alta rentabilidad y una comercialización relativamente asegurada. El modelo del cultivo de coca está asociado con procesos recurrentes de ocupación de la tierra, particularmente en zonas consideradas como frentes de colonización donde se combina la deforestación, la praderización y la agricultura de cultivos de subsistencia con la siembra de cultivos de uso ilícito.

2.1.3 Factores determinantes o predisponentes

Hacen referencia a elementos, físicos o tangibles, que pueden influir sobre el comportamiento de los agentes de deforestación en la zona. Se incluyen la red hídrica para el acceso a los bosques, la malla vial, la proximidad a asentamientos humanos/centros poblados, la proximidad a mercados e infraestructura de servicios, la estructura de la tenencia de la tierra y las categorías de manejo (Parques Nacionales o resguardos indígenas, entre otros).

2.1.4 Causas subyacentes de la deforestación

Las causas subyacentes identificadas corresponden a la política sectorial, la política agraria, las figuras de ordenamiento, la política de tierras, la erradicación de cultivos de uso ilícito, y las políticas de uso y aprovechamiento de bosques. La relación entre causas directas, factores predisponentes y causas subyacentes de la deforestación analizadas para el AMEM, se sintetiza en la Figura 2.

Figura 2. Relación entre causas directas, factores predisponentes y causas subyacentes analizadas para el Área de Manejo Especial de la Macarena - AMEM



Fuente: Cormacarena, Patrimonio Natural y PNN (2015).



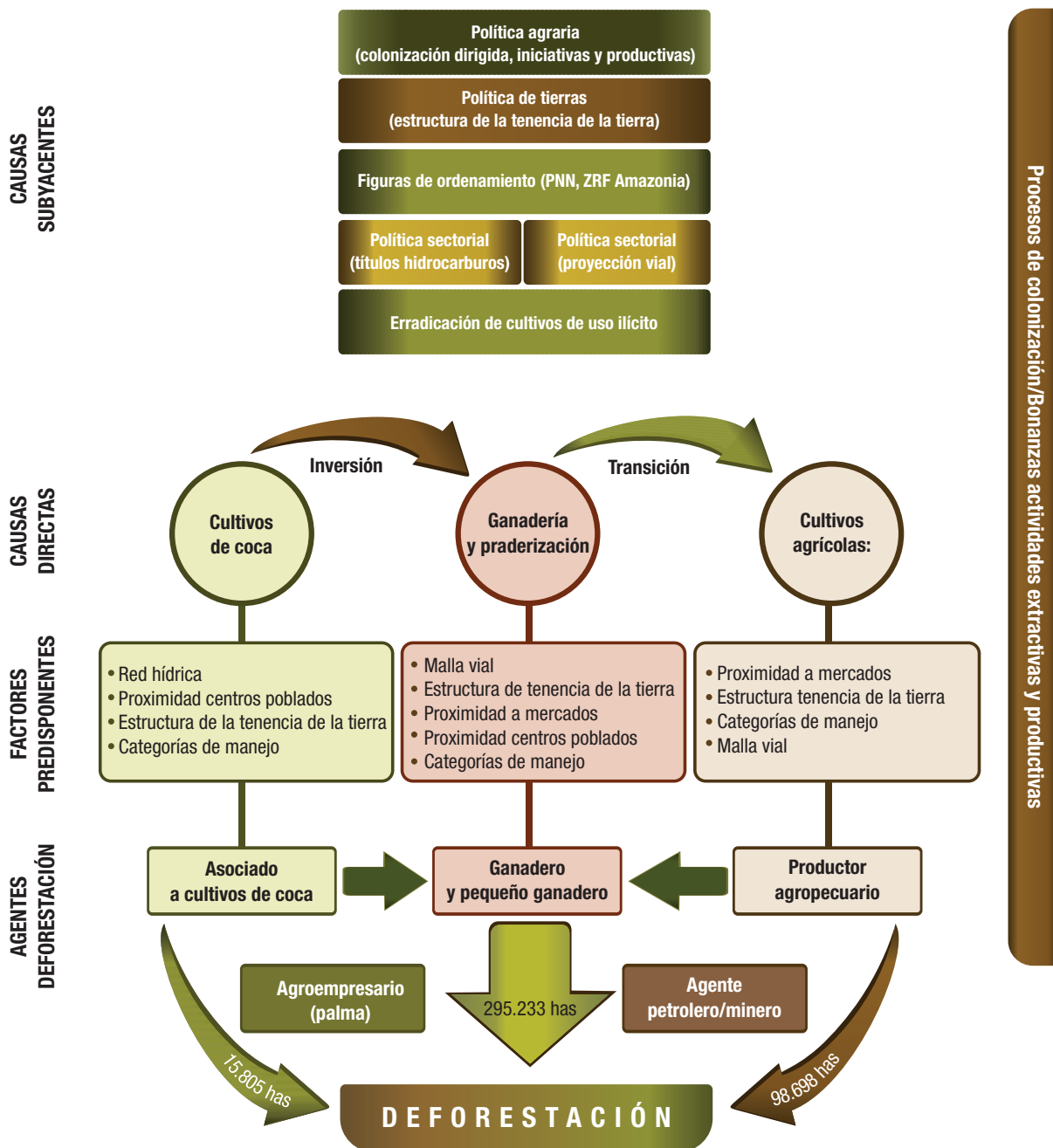
2.1.5 Cadenas de eventos de deforestación

A partir de los análisis realizados fue posible identificar las relaciones existentes entre los agentes y las causas directas de la deforestación, así como con algunos factores predisponentes y causas subyacentes, lo que permitió tener una aproximación a la cadena de eventos que han conducido a la deforestación en

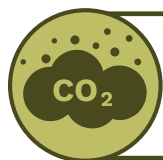
el AMEM (Cormacarena, Patrimonio Natural y PNN, 2015) (Figura 3).

Estas dinámicas, y su caracterización, presentan una articulación conceptual, metodológica y de resultados con los análisis desarrollados por el SMyC del Ideam (González et al., 2018a y 2018b), tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

Figura 3. Síntesis de las cadenas de eventos que conducen a la deforestación en el Área de Manejo Especial de La Macarena - AMEM



Fuente: Cormacarena, Patrimonio Natural y PNN (2015).



2.2 Causas y agentes de emisiones y absorciones de GEI – Afolu

El documento del Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquia (en adelante, Pricco) sintetiza los resultados de un trabajo articulado para la construcción colectiva de medidas de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada. En los capítulos de descripción de la región y del inventario regional de GEI, se identifican algunos factores que pueden representar causas generales para las emisiones y absorciones en el sector Afolu (CIAT y Cormacarena, 2017). Estos factores se resumen de la siguiente manera:

- **Aspectos demográficos:** en la región habita una población de 1.507.683 personas; 70 % en la zona urbana y 30 % en el área rural, con una densidad poblacional de 5,9 hab/km². A pesar de la colonización que ha ocurrido en las últimas décadas, aún se considera un territorio poco poblado.
- **Aspectos biofísicos:** la mayor parte de la región tiene un clima tropical y la topografía que predomina es ligeramente ondulada o plana (altillanura). También posee zonas de montaña en la región occidental (piedemonte), que hacen parte de la cordillera oriental y algunas elevaciones en la Serranía de La Macarena. Por lo tanto, existe una diversidad de climas que se generan por el gradiente altitudinal.
- **Uso del suelo:** tradicionalmente, los principales usos del suelo en la Orinoquia han sido la ganadería, la extracción de petróleo, la producción agrícola y los suelos destinados a la conservación de la tierra. El 55 % del área está destinada al pastoreo; el 5 % a la producción agrícola; el 1,3 % corresponde a cuerpos de agua; el 0,04 % a la producción forestal y el 38,6 % restante, a otros usos.
- **Tradicición ganadera:** la ganadería bovina es una de las actividades económicas y culturales más importantes de la región, pero también una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero. En forma directa, el proceso digestivo de los bovinos, que convierte forraje en proteína animal, genera emisiones de gas metano. De manera directa, la ampliación de las zonas dedicadas a la ganadería extensiva, son la principal causa de deforestación, proceso que genera grandes emisiones de CO₂.
- **Economía regional:** hasta los años 1980, el sector agropecuario aportaba 41 % del Producto Interno Bruto (en adelante, PIB) de la región. Desde principios de 1990, la actividad petrolera empezó a tener una mayor contribución, principalmente en los departamentos de Arauca, Casanare y Meta. Esta tendencia ha seguido en aumento desde el año 2000.
- **Infraestructura de transporte:** las vías han sido determinantes para el desarrollo económico de la Orinoquia. Gran parte de esta expansión se ha llevado a cabo en el piedemonte, por el mejoramiento de las vías que conectan a las capitales del Meta y del Casanare con el interior del país. El departamento del Meta ha tenido un crecimiento vial reciente, lo que ha permitido desarrollos agroindustriales. El resto de la región (con especial referencia al departamento de Vichada) posee una muy baja conectividad vial. En muchas de estas zonas la conectividad se da a través de corredores fluviales, dada la riqueza hídrica que presenta la Orinoquia.
- **Riqueza hídrica:** la región hace parte de la gran cuenca del Orinoco. En esta región se encuentra el 31,7 % de la superficie inundable del país, 1,5 millones de m² de pantanos y 22,4 % del total de ciénagas de Colombia. Además, posee 32,4 % de las reservas nacionales de agua, con 36 % de ríos con caudal superior a 10 m³/s.



- **Riqueza ecosistémica:** la diversidad de ecosistemas incluye sabanas naturales, bosques de galería, morichales, piedemonte, bosques inundables, esteros, selvas húmedas, entre otros. La región presenta 156 tipos de ecosistemas naturales y 49 ecosistemas transformados. Posee 23 % del total del área del sistema de Parques Nacionales Naturales (33.260 km²).

- **Visión como despensa agrícola:** la Orinoquia es vista como el futuro agrícola del país; por lo tanto, desde la planeación regional se pretende coordinar las políticas, y programas que ampliarán el desarrollo, a gran escala, de estos proyectos.

- **Quemas e incendios:** los incendios son comunes en la región y tienen como fin la producción de un forraje, de mejor calidad, para el ganado. El abuso de esta práctica hace que los suelos pierdan las pocas reservas de carbono acumuladas y que otra vegetación, de lenta recuperación, se vea reducida.

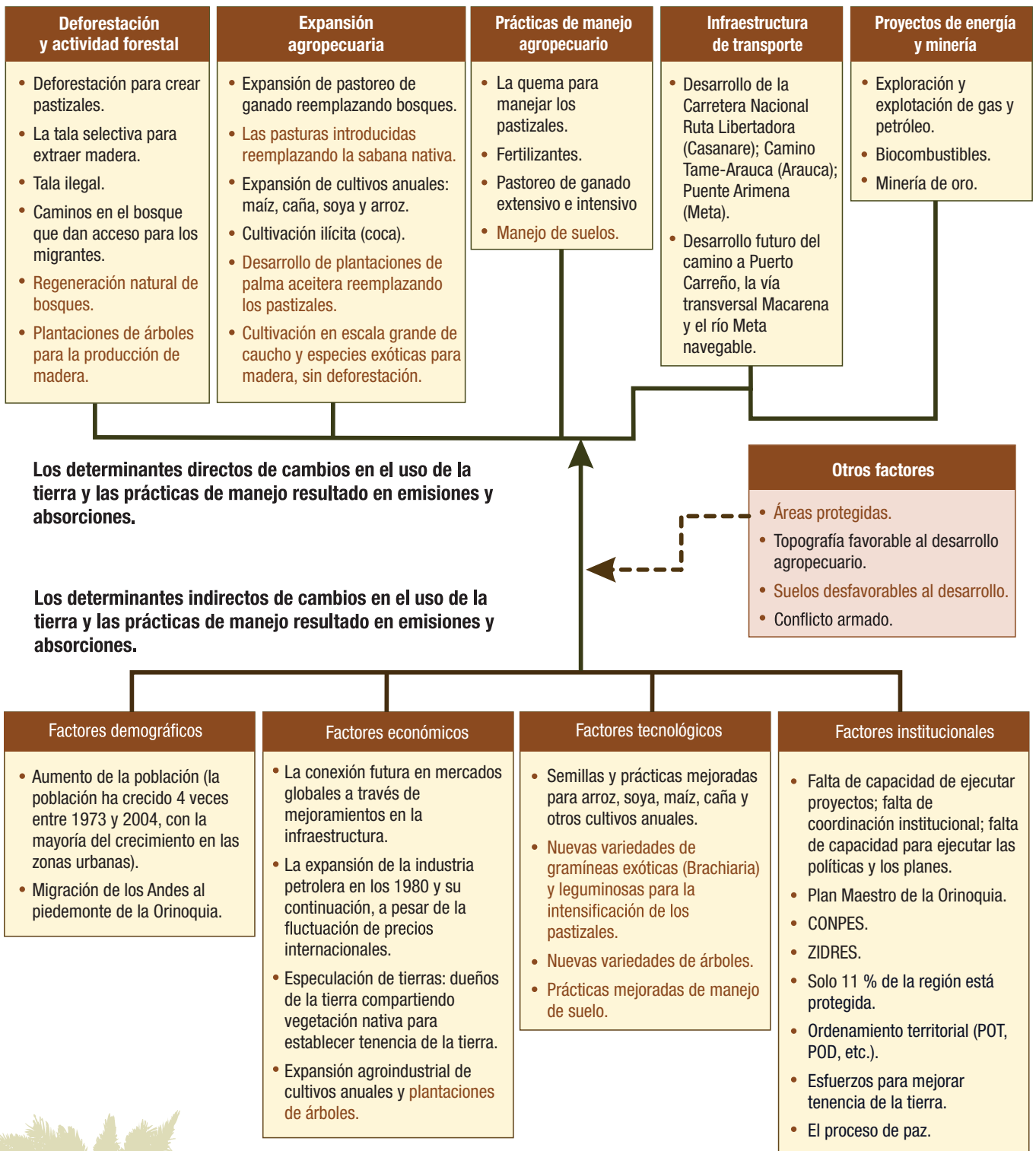
A partir de la revisión de la literatura sobre los determinantes, directos e indirectos, de emisiones y absorciones de GEI, el estudio del Centro Internacional de Agricultura tropical (en adelante, CIAT): “Crecimiento agropecuario bajo en carbono en paisajes de la Orinoquia colombiana: una evaluación de oportunidades”⁴ planteó la clasificación de factores representados en la Figura 4, en la que se resalta, que muchos de estos determinantes se relacionan con otros, lo cual dificulta su descripción (Tapasco et al., 2018). Los resultados del estudio se sintetizan a continuación:

⁴ El Banco Mundial contrató con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) la consultoría Low carbon agricultural growth in the Orinoquia Landscape: An assessment of opportunities, que tuvo como objetivo general apoyar al Gobierno de Colombia en la evaluación de oportunidades para una vía de crecimiento agrícola bajo en carbono en el paisaje de la Orinoquia, teniendo en cuenta los planes de desarrollo actuales y las perspectivas de las partes interesadas.





Figura 4. Determinantes de emisiones y absorciones de GEI en la Orinoquia colombiana⁵



Fuente: Tapasco et al., (2018).

⁵Los factores resaltados en color café están generalmente relacionados con procesos de absorción de emisiones de GEI.





2.2.1 Determinantes directos

Tapasco et al. (2018) definen los determinantes directos como “aquellas actividades productivas y/o extractivas que cambian el uso de la tierra y las prácticas de manejo, resultando en emisiones o absorciones de GEI”. Estos se resumen de la siguiente manera:

- **Deforestación:** es el principal determinante de las emisiones de carbono en la región de la Orinoquia. Varios de los factores clasificados como determinantes contribuyen a la deforestación. De acuerdo con el estudio, este fenómeno aporta casi el 60 % de las emisiones regionales, principalmente en el departamento del Meta. La mayoría de las emisiones, en los cuatro departamentos, son producto de la deforestación realizada con el fin de establecer pastizales en las zonas adyacentes al bioma de la Amazonia, pero que también afectan los bosques de galería. Los procesos de la deforestación, más allá del establecimiento de pastos, se incrementa por la colonización de pequeños agricultores, el desarrollo de cultivos ilícitos, los cultivos anuales, los cultivos agroindustriales (plantaciones de palma de aceite), la recolección de leña y la extracción selectiva de madera.

- **Actividades forestales:** las actividades forestales que pueden generar emisiones o absorciones incluyen el desarrollo de caminos madereros, la extracción selectiva de madera, el desarrollo de plantaciones de árboles y la regeneración natural o asistida de tierras forestales.

- **Los vacíos de información y el alto porcentaje de ilegalidad:** representan grandes dificultades para entender la importancia de estas actividades como determinantes de las emisiones o absorciones de GEI. Igualmente, en la mayoría de los casos es difícil diferenciar entre la extracción de madera con fines comerciales y la tala destinada al establecimiento de pastizales o cultivos en la Orinoquia (con especial referencia al suroeste del

departamento del Meta). Las absorciones de CO₂ de la atmósfera se deben a la regeneración natural de bosques o el establecimiento de plantaciones de árboles.

- **Expansión agrícola:** incluye el reemplazo de la vegetación nativa (bosques de galería o sabanas) con cultivos anuales, pastos introducidos o cultivos arbóreos. El pastoreo en la Orinoquia está ligado a la historia y al desarrollo de la región a través de la ganadería. La conversión de la sabana nativa a pastos introducidos les permite a los productores aumentar la carga animal por unidad de área. Los efectos en las emisiones se deben al aumento del metano por la mayor cantidad de animales, y las emisiones nitrogenadas por los fertilizantes utilizados para establecer y mantener los pastos introducidos. El cultivo de coca también es reconocido como un factor determinante de la deforestación y expansión de la frontera agrícola; sin embargo, existen dificultades para tener una estimación confiable del impacto de los cultivos de uso ilícito sobre las emisiones.

- **Prácticas de manejo agropecuario:** más allá del cambio en el uso de la tierra, las prácticas de manejo agropecuario pueden influir en las emisiones y absorciones de GEI. Estas prácticas incluyen el manejo de praderas mejoradas, la aplicación de fertilizantes, las prácticas de labranza, las técnicas de manejo del suelo para mejorar la capa arable (rotación de cultivos) y el uso de las quemadas para controlar la vegetación (práctica común y extendida en la Orinoquia). La información de estas prácticas de manejo, y su relación con el balance de GEI, en la Orinoquia, es escasa.

- **Infraestructura de transporte:** las carreteras y los ríos navegables son determinantes directos de cambios que afectan los GEI. En la Orinoquia los principales corredores de transporte son los ríos Guaviare y Meta, la red vial en la parte oeste (adyacente a la cordillera de los Andes), y los tramos del trazado vial entre Villavicencio y Puerto Carreño. La escasa infraestructura vial es reconocida en varios



sectores como un obstáculo para el desarrollo económico de la región, pero paradójicamente, ha evitado que las emisiones sean mayores en varias zonas, pues los caminos pueden permitir la llegada de nuevos colonos y productores agropecuarios a zonas que antes no eran accesibles. Es claro que el desarrollo de la infraestructura de transporte regional, especialmente en la parte sur, ha conducido a mayores emisiones de GEI por deforestación; en las zonas sin bosque, el desarrollo vial probablemente conduzca a la conversión de la sabana nativa a cultivos anuales y pastos introducidos.

- **Proyectos minero-energéticos:** el desarrollo de proyectos de minería y energía son un factor determinante en las emisiones de GEI por su relación con la expansión de la infraestructura vial. Las carreteras que se han construido para la exploración y la explotación de hidrocarburos han abierto la región de la Orinoquia a otros sectores económicos, principalmente la agricultura en el piedemonte. La producción de biocombustibles también impulsa las emisiones por el cambio en el uso de la tierra para el cultivo de palma africana y caña. En el caso de la extracción de minerales, principalmente de oro, la actividad se presenta en algunos ríos, pero existe poca evidencia del nivel de afectación sobre los bosques de la región.

2.2.2 Determinantes indirectos

Tapasco et al.(2018) definen los determinantes indirectos como “aquellos factores políticos, sociales, económicos y tecnológicos que impulsan los determinantes directos de emisiones o absorciones de GEI”. Estos factores son:

- **Factores demográficos:** el crecimiento de la población y la migración son factores que impulsan cambios en el uso o manejo de la tierra que podrían afectar las emisiones y absorciones de GEI. Los cuatro departamentos de la Orinoquia representan el 22 % del área

territorial de Colombia, pero solo cuentan con el 3 % de su población (1,7 millones de personas). La tasa de crecimiento de la población rural superó el 3 % entre 1973 y 1993, pero fue de -1,8 % entre 1993 y 2005, lo que puede reflejar la migración rural-urbana asociada con el conflicto armado en la región. No obstante, con la reducción del conflicto armado desde 2010, y el acuerdo de paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (en adelante, FARC) firmado en 2016, es claro que se han dado nuevas migraciones a la región y que la población rural ha aumentado.

- **Factores económicos:** los motores más importantes del crecimiento económico de la región de la Orinoquia han sido el auge de la industria petrolera desde 1980, y el desarrollo subsecuente de la ganadería y la agroindustria, lo cual ha estado fuertemente relacionado con la expansión de la infraestructura vial en la región. Por su parte, el acaparamiento de tierras, con fines especulativos, es un fenómeno económico presente en el territorio, pero su impacto sobre los cambios en el uso de la tierra y las prácticas de manejo no está bien documentado.

- **Factores tecnológicos:** los factores tecnológicos que impulsan las emisiones y absorciones de GEI en la Orinoquia se evidencia en los nuevos métodos para la extracción de petróleo y gas, en la mejora de la capacidad extractiva de la madera y en los avances tecnológicos en el sector agropecuario, incluyendo las prácticas de manejo de suelos ácidos. La mayor parte de estas mejoras no se encuentran bien documentadas, a excepción del mejoramiento en forrajes tropicales (gramíneas y leguminosas), cultivos (anuales y perennes), y su adopción en la región.

- **Factores institucionales:** el desempeño institucional y las políticas públicas han tenido diversas influencias sobre los determinantes directos de las emisiones y absorciones de GEI en la región. No obstante, las debilidades, en este aspecto, han limitado los cambios que



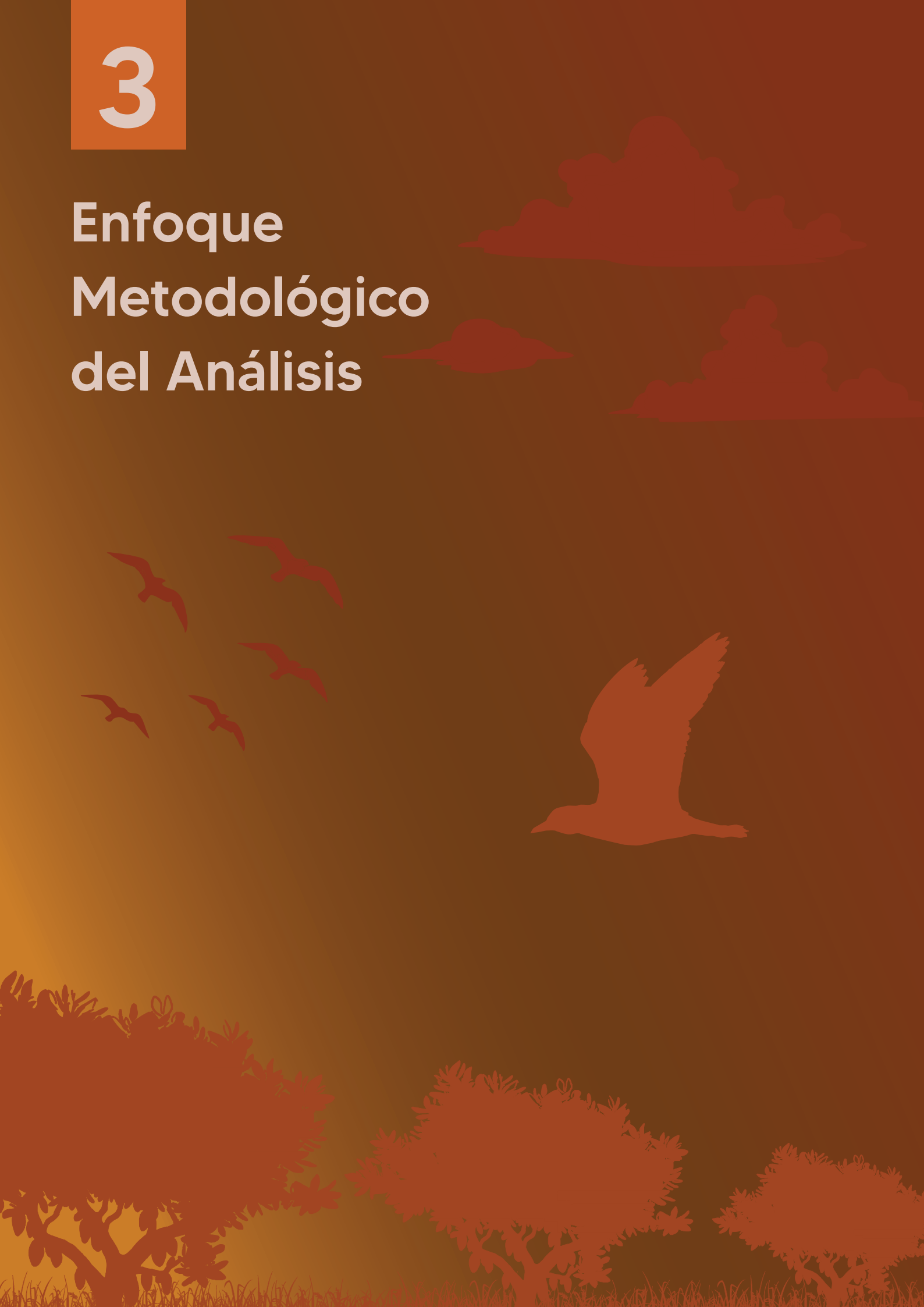
podrían afectar estas emisiones y absorciones. Un ejemplo de lo anterior es el escaso desarrollo en la infraestructura regional, a pesar de la existencia de planes, con este fin, durante varias décadas. Otros temas por considerar, desde lo institucional, son el desarrollo del Plan Maestro de la Orinoquia, las Zonas de Interés de Desarrollo Rural, Económico y Social (en adelante, Zidres), y el fomento a los biocombustibles (que pueden llevar a que se continúen incrementando las áreas de monocultivos industriales).

- **Otros factores:** es importante considerar otros elementos que deben tenerse en cuenta como determinantes directos de las emisiones y absorciones en la región; aspectos como el conflicto armado y su relación con los cultivos de uso ilícito; la tala ilegal, el desarrollo de futuras áreas protegidas, y las particularidades biofísicas del territorio, tales como la topografía plana de la Orinoquia que hace favorable el desarrollo agropecuario en comparación con otras zonas donde la pendiente es una limitante. ■



3

Enfoque Metodológico del Análisis





La caracterización de las causas y agentes de emisiones y absorciones Afolu en la Orinoquia, está basada en el enfoque conceptual y metodológico desarrollado y validado por el SMByC del Ideam para la caracterización de causas y agentes de la deforestación en Colombia⁶, el cual se amplió y se adaptó para incorporar el análisis de los principales drivers de emisiones y absorciones de GEI documentados para el área del PRE del proyecto “Desarrollo sostenible bajo en carbono en la región de la Orinoquia - Fondo Biocarbono”.



3.1 Bases conceptuales y metodológicas

Para la caracterización de los procesos de cambio sobre coberturas naturales que genera emisiones o absorciones en el sector Afolu, es necesario partir de la identificación e integración de tres categorías básicas de análisis: las causas directas, las causas subyacentes y los agentes del proceso que se explicarán a continuación:

3.1.1 Causas directas de emisiones/ absorciones Afolu

Las causas directas (también denominadas motores o *drivers*) se relacionan con actividades agropecuarias, forestales o de otros usos de la tierra, que llevan a la generación de emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero. Generalmente implican el cambio de las coberturas naturales a un uso productivo (que puede generar emisiones de GEI), su permanencia o su regeneración (que puede aumentar las absorciones de GEI).

Las causas directas de la deforestación se clasifican en cuatro grandes grupos: expansión de la frontera agropecuaria, extracción de madera, extracción de minerales y expansión de infraestructura. Esta clasificación puede

adaptarse para el análisis de emisiones y absorciones Afolu. A partir de esta clasificación, las causas directas se subdividen en niveles de acuerdo con los siguientes criterios: i) cobertura/uso asociado, ii) formalidad (o legalidad), iii) destino de la producción, iv) aspectos tecnológicos, y v) permanencia de la actividad. El aumento en el nivel de clasificación implica un mayor nivel de detalle en la caracterización.

3.1.2 Causas subyacentes o indirectas de emisiones/absorciones Afolu

Las causas subyacentes son factores o procesos sociales, económicos, tecnológicos, políticos y biofísicos que refuerzan las causas directas de emisiones/absorciones Afolu y que influyen sobre las decisiones que toman los agentes o en sus motivaciones. La descripción y clasificación de las causas subyacentes, según los factores mencionados, se presenta en la Tabla 1.

3.1.3 Agentes de emisiones/ absorciones Afolu

Los agentes corresponden a las personas, grupos de personas o instituciones que, influenciados por las causas subyacentes, toman la decisión de realizar actividades productivas que transforman las coberturas naturales, y generan emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero. Los agentes generalmente son autónomos, es decir, tienen control sobre sus acciones y cuentan con determinadas estrategias para alcanzar sus objetivos.

Cada agente de transformación es un ente multidimensional en el que convergen aspectos sociales, económicos y culturales que moldean su percepción de la realidad y determinan sus decisiones. Estas dimensiones

⁶La descripción detallada de este enfoque se encuentra en las publicaciones del SMByC-Ideam sobre el tema (González et al., 2018a y 2018b).



Tabla 1. Clasificación de las causas subyacentes de emisiones y absorciones Afolu de GEI

Grupo de factores	Descripción	Causas subyacentes generales
Económicos y tecnológicos	Los factores económicos y sus políticas relacionadas comprenden un conjunto de procesos diferentes, dentro de los cuales los impuestos y los subsidios se constituyen como causas importantes de las dinámicas de uso del suelo. Complementariamente, otros factores como la comercialización y el acceso a la tecnología tienen relevancia en este cambio.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Mercados locales, nacionales e internacionales. ❖ Economías ilegales. ❖ Incentivos estatales. ❖ Tecnologías (principalmente en la producción agropecuaria). ❖ Costos de producción. ❖ Consumo.
Demográficos	La composición y distribución de la población, además del contexto en el que dicha población interactúa con otros factores, son los aspectos demográficos más importantes para entender la presión que se ejerce sobre el uso de la tierra.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Crecimiento de la población. ❖ Dinámicas de migración.
Político-institucionales	Las políticas gubernamentales son relevantes en las transformaciones de las coberturas, mediando e interactuando con factores demográficos, económicos y biofísicos. El acceso a la tierra, el capital, la tecnología y la información es estructurado y suele estar limitado por las políticas e instituciones.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Políticas sectoriales y territoriales. ❖ Presencia institucional. ❖ Condiciones sociales. ❖ Uso, distribución y derechos de propiedad sobre la tierra. ❖ Áreas protegidas (figuras de ordenamiento). ❖ Conflicto armado y posconflicto.
Culturales	Múltiples factores culturales influyen en la toma de decisiones relacionada con los usos y cambios de coberturas; estos factores no pueden separarse de las condiciones políticas y económicas experimentadas por los agentes. Las motivaciones, las actitudes, los valores, las percepciones y las creencias personales y colectivas afectan la toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Visión acerca del ecosistema o la naturaleza. ❖ Arraigo. ❖ Prácticas ancestrales. ❖ Educación.
Biofísicos	Los factores biofísicos definen la capacidad natural o la predisposición para los cambios de uso, mediante un conjunto de variables como el clima, los suelos, la topografía, el relieve, la hidrología y la vegetación, que presentan una variación espacio-temporal. Esta variabilidad interactúa con los factores antrópicos que, igualmente, generan cambios en las coberturas.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Pendiente. ❖ Clima. ❖ Suelos. ❖ Oferta hídrica. ❖ Yacimientos minerales y de hidrocarburos. ❖ Presencia de maderas finas. ❖ Accesibilidad.

Fuente: adaptado de González et al., (2018a y 2018b).

son transversales y establecen estructuras de organización social, reglas de comportamiento, intereses, motivaciones, entre otros, que permiten clasificar a los agentes en diferentes grupos, de acuerdo con la dimensión que se

trate. En este sentido, existen tres dimensiones consideradas clave para el análisis: i) el nivel y los roles de organización social, ii) la visión y los intereses sobre el ecosistema, y iii) los objetivos e intereses económicos.



Tabla 2. Denominación de los agentes de emisiones/absorciones Afolu de GEI, según las causas directas

Causa directa asociada	Denominación de los principales agentes
Expansión de la frontera agropecuaria	Productor agrícola con cultivos tradicionales. Productor agrícola con cultivos industriales. Productor agrícola de coca. Productor pecuario. Praderizador.
Extracción de minerales	Extractor informal de minerales. Extractor formal de minerales.
Extracción de madera	Extractor informal de madera para autoconsumo. Extractor formal de madera para la venta.
Expansión de infraestructura	Constructor informal de infraestructura vial. Constructor formal de infraestructura vial.

Fuente: adaptado de González et al., (2018a y 2018b).

3.1.4 Cadenas de eventos de la transformación

Las cadenas de eventos corresponden a la integración descriptiva y analítica de las causas subyacentes, los agentes y las causas directas de la transformación de las coberturas naturales que lleva a la generación de emisiones o absorciones de GEI. Las causas subyacentes indican el **por qué** se transforma; los agentes corresponden a **quiénes** toman la decisión de transformar, y las causas directas son el **cómo** se cambia la cobertura. La cadena representa la descripción visual de estas relaciones que son dinámicas (cambian con el tiempo y el espacio), y que implican niveles importantes de interdependencia y complejidad, pues ocurren en un contexto territorial, sociocultural, económico e histórico, particular (adaptado de González et al., 2018a).



3.2 Elementos clave para la caracterización

En el desarrollo de estudios para la caracterización de causas y agentes, es necesario considerar algunos aspectos claves, como los que se describen a continuación, y que permiten obtener resultados más útiles y robustos (González et al., 2018a).

- **Dimensiones espacial y temporal:** en términos espaciales, es relevante conocer y analizar la localización y extensión del fenómeno de cambio de las coberturas naturales y sus emisiones/absorciones de GEI asociadas.

Entender su dimensión temporal permite comprender el fenómeno en términos de sus antecedentes históricos, su dinámica actual y

probable comportamiento futuro. Las dimensiones espacial y temporal son transversales a los demás elementos clave que permiten la caracterización.

- **Contexto:** ningún proceso de transformación ocurre aislado de un contexto territorial, sociocultural, económico o histórico. Una caracterización adecuada de las causas y agentes de cambio de las coberturas naturales, en un área particular, implica reconocer y comprender el entorno socioambiental del fenómeno, así como analizar su influencia en la dinámica de esta transformación.

- **Actores claves, intereses y motivaciones:** el proceso de transformación involucra a múltiples actores oficiales, organizaciones no gubernamentales y de la sociedad civil, entre otros. Dentro de este conjunto, se encuentran los agentes directos y aquellos actores que, indirectamente, promueven los procesos de cambio de los ecosistemas. Es fundamental caracterizar los intereses o motivaciones que determinan sus decisiones y las relaciones que establecen con los demás actores claves.

- **Relaciones y sinergias:** la complejidad del fenómeno de transformación de los ecosistemas requiere la identificación y análisis de las interacciones y sinergias entre todos los elementos. Este proceso es el complemento de la clasificación y descripción individual de causas y agentes, y permite diseñar e implementar medidas y acciones más efectivas para la mitigación y adaptación al cambio climático.



3.3 Criterios que orientan el enfoque de la caracterización

A continuación, se lista el conjunto de criterios que orientan el proceso de caracterización de las causas y agentes de emisiones y absorciones para el sector Afolu en la Orinoquia:

- Identificación y descripción de las fuentes relevantes de emisiones y sumideros de absorciones de GEI para el componente Afolu a escala regional (Orinoquia), en cada uno de los cuatro departamentos, y en los municipios o zonas consideradas clave durante el proceso de caracterización. Esta información representa la base para la definición del problema y su expresión a través del análisis de impulsores o *drivers*.

- Relación de estas fuentes con la causas directas y subyacentes de la transformación de las coberturas naturales, de acuerdo con la clasificación descrita, y considerando sus dinámicas temporales y espaciales. Establecer la dinámica de los *drivers* permite diseñar intervenciones que respondan de manera más precisa a la problemática y priorizar áreas específicas para su implementación.

- Caracterización de los actores relevantes y su posible papel como agentes de transformación en las emisiones y absorciones de GEI para el componente Afolu en la región. Caracterizar estos agentes permite identificar necesidades de negociación o de articulación para lograr un proceso más efectivo de diseño e implementación de medidas y acciones.

- Generación de información base para la definición del portafolio de medidas y acciones tendientes al logro de reducciones efectivas de las emisiones y del incremento de las absorciones de GEI a escala regional. En la medida que las intervenciones propuestas para el programa respondan al problema definido en la caracterización de *drivers*, se lograrán mejores resultados en la mitigación de GEI para el componente Afolu.



3.4 Construcción y validación de la información con actores regionales

En el marco de la construcción del PRE, se desarrollaron reuniones periódicas de trabajo con los diferentes equipos técnicos del proyecto: “Desarrollo sostenible bajo en



carbón en la región de la Orinoquia – Fondo Biocarbón”, incluyendo el equipo regional. La información específica de los avances en el análisis de causas y agentes de las emisiones y absorciones Afolu en la Orinoquia, se validó y complementó en un taller con actores a escala regional y local, donde además se realizó un ejercicio preliminar de espacialización de las causas directas de las emisiones de GEI en los municipios priorizados.

La espacialización de las causas, para el total de la región, se llevó a cabo en cuatro talleres departamentales, donde a través de ejercicios participativos de cartografía social con expertos temáticos regionales, se ubicaron espacialmente las causas directas de las emisiones en cada departamento, así como la descripción

general de la dinámica de las causas identificadas a esta escala.

La sistematización de la información consistió en la georreferenciación de los mapas obtenidos en los ejercicios de cartografía social con expertos regionales y la posterior digitalización de los puntos de cada causa directa, ubicados en el respectivo mapa. Se estructuraron bases de datos geográficas con geometría de puntos, adicionando como atributos el tipo de causa, el nivel de importancia según los participantes (alto, medio, bajo), así como datos espaciales relacionados con los nombres geográficos de departamento, municipio y vereda. Esta información también se estructuró en una base de datos alfanumérica y se construyó un tablero de control como herramienta para su visualización, consulta y toma de decisiones. ■



4

Descripción del Contexto Regional





4. Descripción del Contexto Regional

En el marco del proyecto “Desarrollo sostenible bajo en carbono en la región de la Orinoquia - Fondo Biocarbono”, esta región corresponde a la agregación político-administrativa de los cuatro departamentos que la conforman: Arauca, Casanare, Meta y Vichada. La descripción del contexto regional, en sus aspectos territoriales, económicos, socioculturales e históricos, representa el resultado base para el proceso de caracterización de causas y agentes.



4.1 Contexto territorial

La región de la Orinoquia tiene una extensión total de 254.335 km², distribuida en cuatro departamentos y 59 municipios, que equivalen aproximadamente al 22 % del área continental del país (CIAT y Cormacarena, 2017) (Figura 5). Se extiende entre la cordillera oriental y la frontera con Venezuela, pasando

de áreas con relieve montañoso hasta las características zonas de llanura. Se identifican zonas con relieve quebrado como la Serranía de La Macarena, las zonas más altas en los macizos paramunos de Sumapaz y Chingaza, la Cuchilla de Los Picachos (donde la elevación supera los 3.000 m s n m), y la Sierra Nevada de El Cocuy sobre el límite con Boyacá (Viloria, 2009).

En términos generales, las temperaturas en la región oscilan entre 18°C y 36°C, con una temperatura media de 28°C (Lasso et al., 2010). No obstante, en algunas zonas se registran temperaturas por debajo de los 4°C (Correa et al., 2005). En cuanto al régimen de precipitación se evidencia una tendencia monomodal, con un período de lluvias entre los meses de abril y noviembre; sin embargo, la distribución de las lluvias no es uniforme, y oscila con valores de precipitación media anual entre 1.000 mm y 1.500 mm en la parte sur de Arauca y Vichada, y de más de 4.500 mm en la zona oriental del Meta (Viloria, 2009).



Paisaje región de la Orinoquia - Parques nacionales

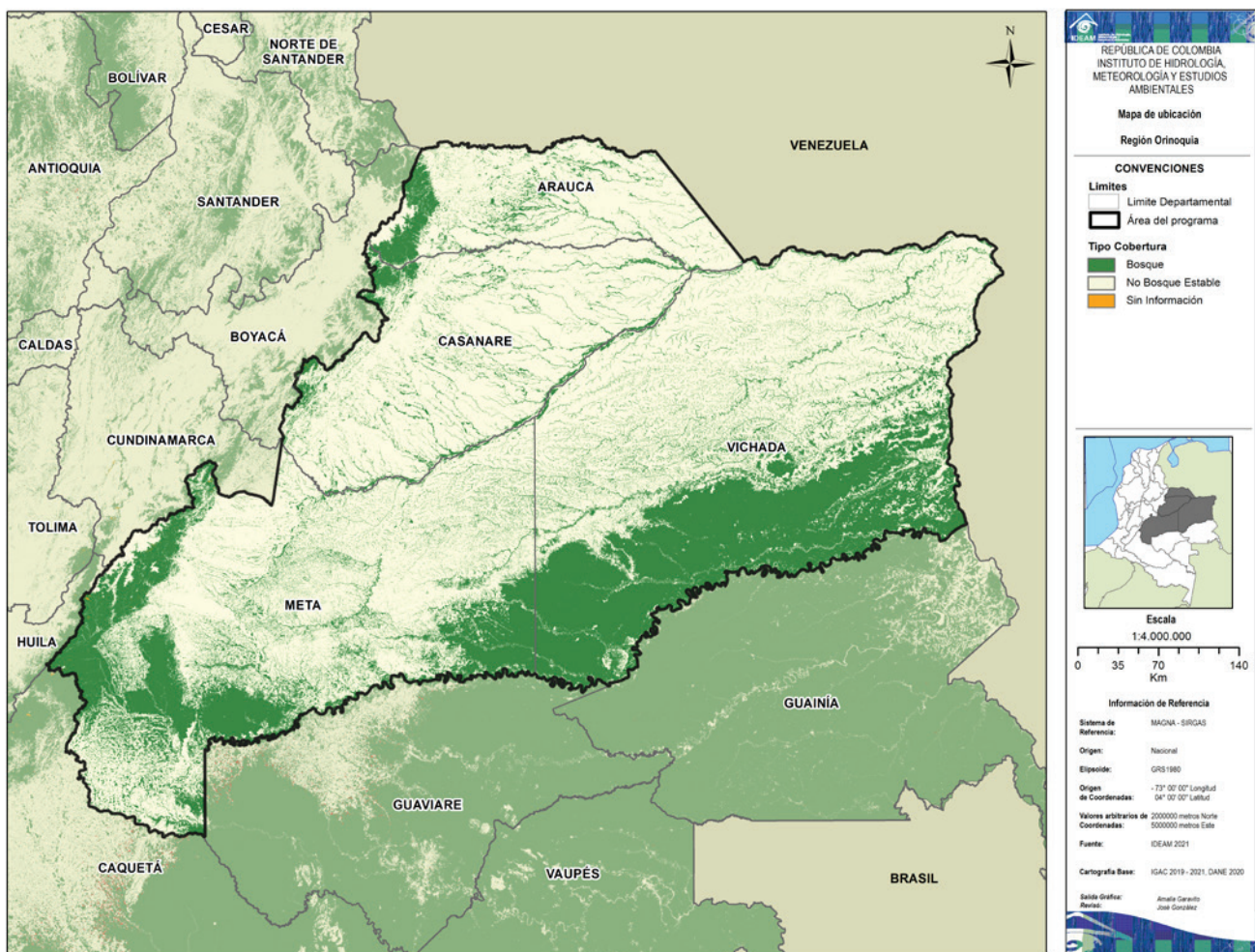
En la región predominan los climas cálido húmedo y cálido semihúmedo; no obstante, en la zona occidental, sobre la cordillera oriental, existe una variedad de climas que van desde nivel superhúmedo en la Sierra Nevada de El Cocuy, hasta cálido superhúmedo al norte del departamento del Meta. Los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada tienen una distribución climática más uniforme, mientras que el Meta presenta mayor diversidad climática (Ideam, 2015).

La mayoría de los ríos que se distribuyen en los cuatro departamentos de la Orinoquia desembocan en el río Orinoco; por esta razón, la mayor parte de la superficie de la región se encuentra en el área hidrográfica del Orinoco. Únicamente un reducido sector al sur del departamento del Meta hace parte del área hidrográfica del Amazonas. Así mismo, se identifica la distribución del territorio en

ocho zonas hidrográficas (Apaporis, Arauca, Casanare, Guaviare, Meta, Orinoco directos, Tomo y Vichada) y 63 subzonas (Ideam, 2013).

De acuerdo con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (Ideam, 2017), en la región de la Orinoquia predominan los ecosistemas de sabanas estacionales y sabanas inundables; los primeros distribuidos principalmente en Vichada y Meta, y los segundos en Arauca y Casanare (Figura 6). Los bosques de galería y/o riparios (asociados a los cursos de agua) se distribuyen, ampliamente, por el territorio de los cuatro departamentos. En la zona de piedemonte sobresalen los agroecosistemas, y los bosques densos se concentran principalmente al sur de Vichada y Meta, así como en los límites con la región Andina.

Figura 5. Región de la Orinoquia y departamentos que la conforman



Fuente: elaboración propia con datos Ideam (2020).

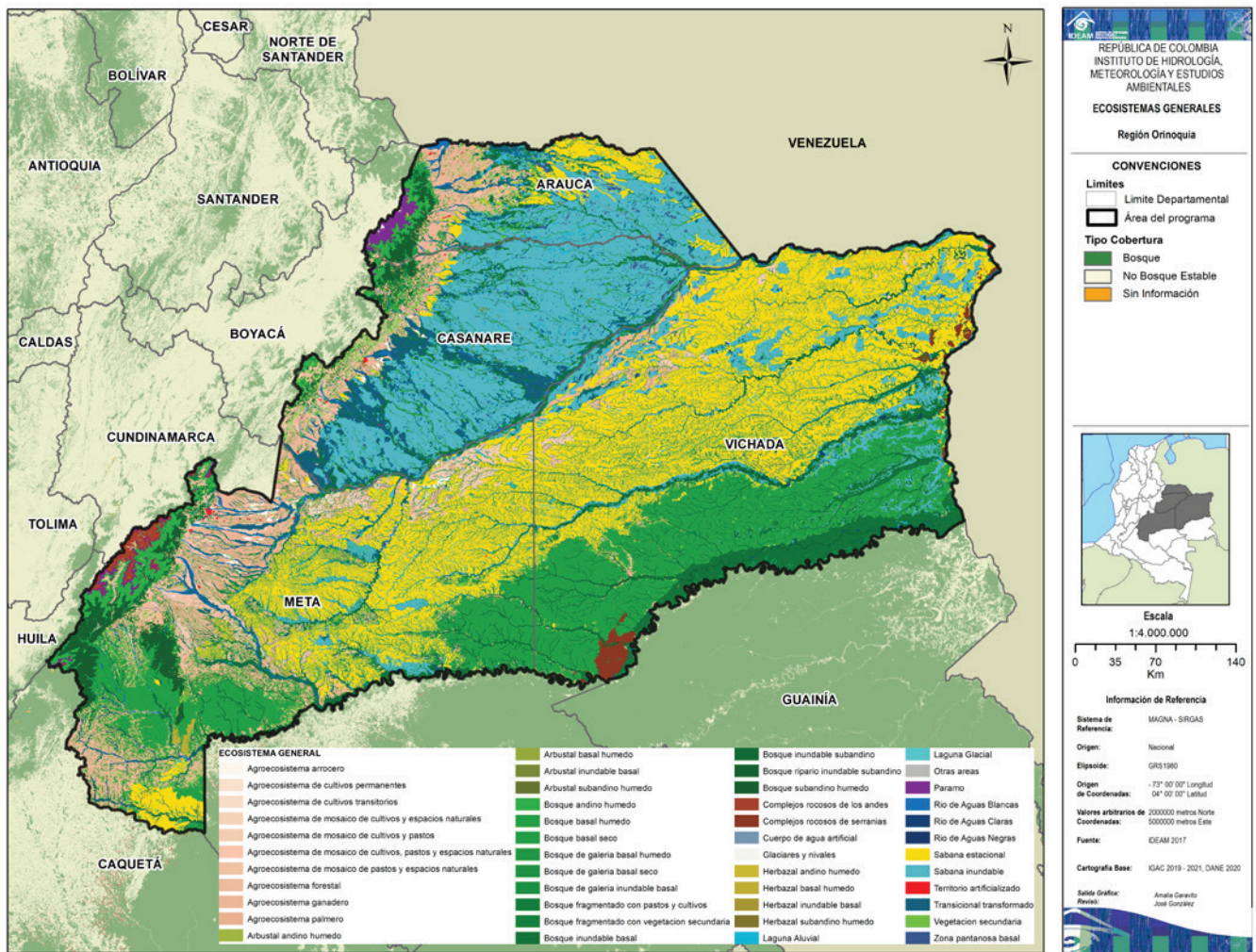


4. Descripción del Contexto Regional

En la Tabla 3 se puede identificar el porcentaje del área asociada a los principales tipos de ecosistemas en los departamentos de la Orinoquia. Las sabanas naturales (tanto estacionales como inundables) corresponden a los ecosistemas con mayor extensión, abarcando más de una quinta parte de la región (22,3 %).

Siete de los 20 ecosistemas con mayor extensión corresponden a diversos tipos de bosque, los cuales suman en conjunto 16,7 % de área total. Se resalta que el agroecosistema ganadero ocupa el quinto lugar con 3,5 % del área de la región, y el transicional transformado representa el 2,3 % del área total.

Figura 6. Ecosistemas de la región Orinoquia, año 2017



Fuente: elaboración propia con datos Ideam (2017).



Tabla 3. Ecosistemas con mayor representatividad en la región de la Orinoquia

Ecosistema	Arauca	Casanare	Meta	Vichada	Total, Orinoquia
Sabana estacional	14,31 %	0,73 %	25,78 %	38,86 %	12,76 %
Sabana inundable	38,16 %	56,47 %	4,33 %	10,66 %	9,55 %
Bosque basal húmedo	2,82 %	0,84 %	18,01 %	21,86 %	7,56 %
Bosque inundable basal	4,87 %	5,26 %	4,04 %	12,31 %	3,80 %
Agroecosistema ganadero	12,28 %	6,07 %	12,57 %	1,44 %	3,50 %
Bosque de galería inundable basal	1,37 %	3,73 %	7,89 %	7,72 %	3,25 %
Transicional transformado	6,36 %	13,71 %	3,59 %	1,20 %	2,34 %
Bosque subandino húmedo	3,16 %	1,59 %	4,03 %	0,00 %	0,96 %
Agroecosistema de mosaico de cultivos y pastos	0,41 %	0,27 %	3,67 %	0,68 %	0,79 %
Río de aguas blancas	2,31 %	2,30 %	1,27 %	1,09 %	0,74 %
Agroecosistema de mosaico de pastos y espacios naturales	1,42 %	1,58 %	2,54 %	0,30 %	0,69 %
Bosque andino húmedo	2,15 %	0,63 %	2,36 %	0,00 %	0,55 %
Vegetación secundaria	1,78 %	1,71 %	1,27 %	0,50 %	0,55 %
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1,25 %	0,97 %	0,87 %	0,16 %	0,32 %
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	0,21 %	0,97 %	0,93 %	0,15 %	0,28 %
Agroecosistema de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0,57 %	0,98 %	1,06 %	0,03 %	0,30 %
Complejos rocosos de serranías	0,00 %	0,00 %	0,00 %	1,40 %	0,28 %
Agroecosistema palmero	0,00 %	0,02 %	1,50 %	0,00 %	0,25 %
Páramo	2,55 %	0,15 %	0,44 %	0,00 %	0,21 %
Río de aguas claras	0,00 %	0,00 %	0,23 %	0,96 %	0,23 %

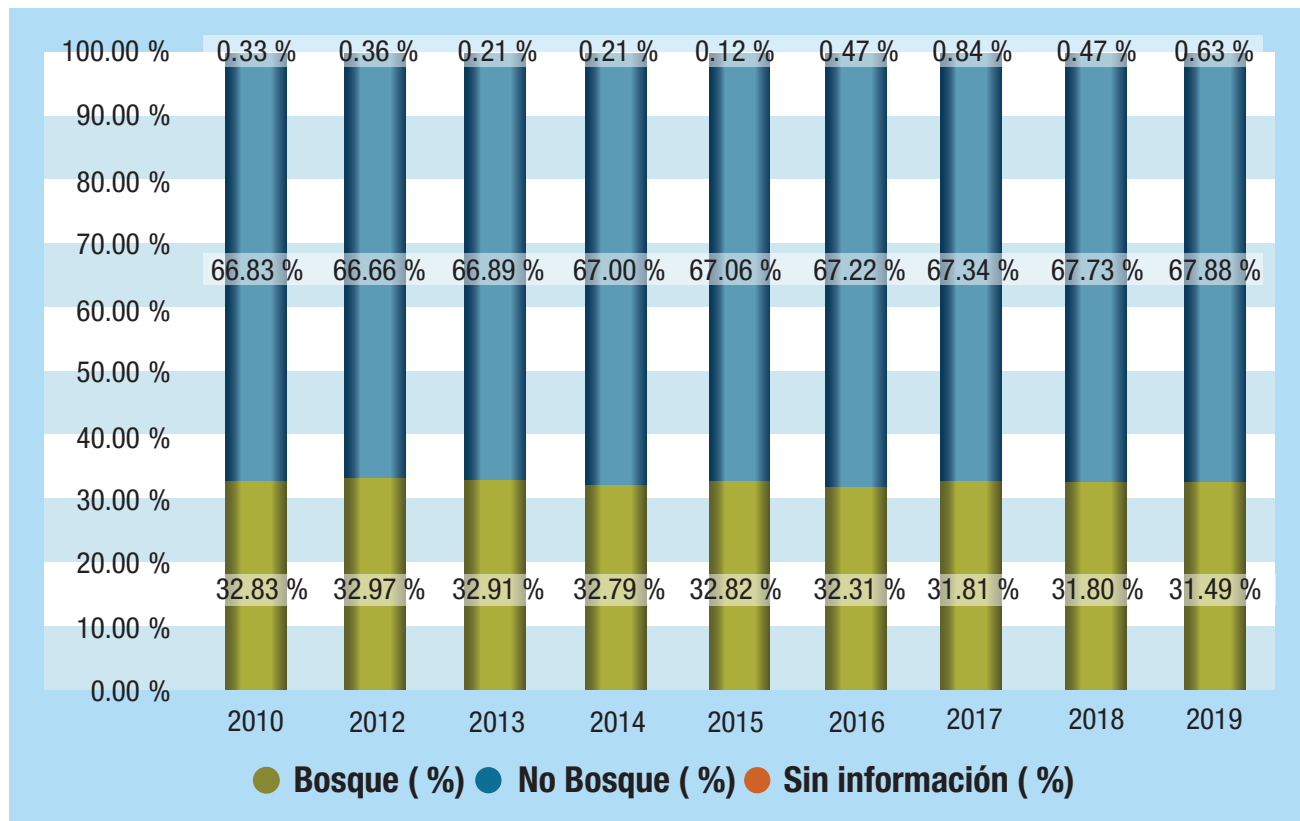
Fuente: elaboración propia con información del mapa de ecosistemas del Ideam (2017).

De acuerdo con información del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono del Ideam (2020), se identificó que para el año 2010 cerca del 33 % del área total de la Orinoquia correspondía a bosques naturales. Para el año 2019 el porcentaje de bosque llegó a un valor de 31,49 %. La diferencia en el área de bosque, en el período de análisis de los

datos, equivale a 332.760 ha, lo cual representa una variación total de 1,34 % (Figura 7). El área total de bosque natural en la región para 2019 se calculó en 7.996.427 ha, de las cuales 4.118.227 ha se ubican en Vichada, 2.964.498 ha en Meta, 533.066 ha en Casanare y 380.636 ha en Arauca (Ideam, 2020).



Figura 7. Distribución de las áreas de bosque/no bosque en la Orinoquia (2010-2019)



Fuente: elaboración propia con datos Ideam (2020).

Según el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (en adelante, Runap) (2020), en la Orinoquia 2.501.116 ha se encuentran bajo alguna de las categorías de protección definidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (en adelante, SINAP). El 77,9% de esta área corresponde a Parques Nacionales Naturales (1.949.278 ha), mientras los Distritos Nacionales de Manejo Integrado suman el 13,3% (333.245 ha), seguido de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil con 5,2% (129.291 ha); por su parte, las categorías de Distritos Regionales de Manejo Integrado, Parques Regionales Naturales, Reservas Forestales Protectoras Nacionales, Distritos de Conservación de Suelos y Áreas de Recreación en conjunto representan menos del 4% de las áreas protegidas identificadas en la región (Tabla 4).

Cada una de las categorías definidas responde a ciertos objetivos de conservación y gestión,

siendo la categoría más importante la correspondiente a los Parques Nacionales Naturales (PNN). El área de PNN está distribuida de la siguiente manera (porcentaje equivalente al área de cada parque con relación al total del área de PNN dentro de la región): Sierra de La Macarena 31,82%, El Tuparro 28,74%, Tinigua 11,0% (estos tres parques con el total de su área en la región), Cordillera de Los Picachos 10,53%, El Cocuy 8,97%, Sumapaz 7,87%, Chingaza 1,04% y Pisba 0,02%⁷. La Figura 8 muestra la ubicación de los PNN en la región de la Orinoquia.

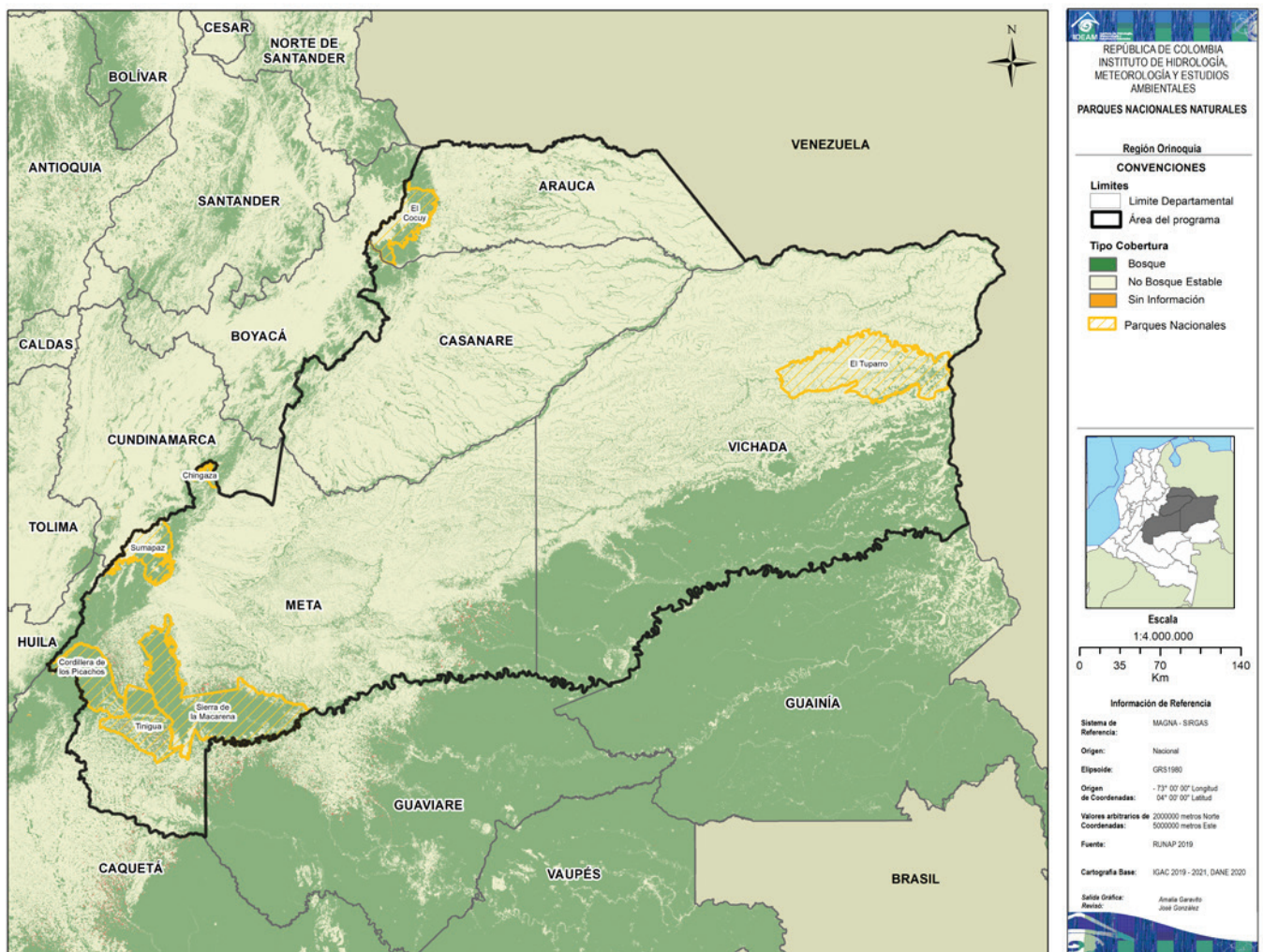
⁷ Mediante el cruce de la información oficial disponible, se identificaron 129 ha del PNN Serranía de Chiribiquete dentro del municipio de La Macarena, Meta; sin embargo, según la Resolución 1256 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los límites del Parque no se extienden a dicho departamento. Es posible que el traslape detectado se deba a diferencias metodológicas en la elaboración de la cartografía oficial.

Tabla 4. Distribución, por categorías, de las áreas protegidas en la región de la Orinoquia

Categoría Runap	Área (ha)	Participación (%)
Áreas de Recreación	278	0,01
Distritos de Conservación de Suelos	294	0,01
Distritos Nacionales de Manejo Integrado	333.245	13,32
Distritos Regionales de Manejo Integrado	50.393	2,01
Parques Nacionales Naturales	1.949.278	77,94
Parques Naturales Regionales	27.815	1,11
Reserva Natural de la Sociedad Civil	129.291	5,17
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	10.521	0,42
Total	2.501.116	100

Fuente: elaboración propia con datos de Runap (2020).

Figura 8. Parques Nacionales Naturales ubicados en la Orinoquia



Fuente: elaboración propia con datos de Runap (2020).



4.2 Contexto económico

Para el año 2019, el Producto Interno Bruto (PIB) de la región de la Orinoquia representó el 5 % del PIB nacional. El departamento del Meta fue el que más aportó al PIB de la región, mientras que Vichada tuvo una menor participación (DANE, 2020).

En la Tabla 5 se presentan los grupos de actividades económicas en los cuatro departamentos que conforman la región y el porcentaje

de aporte de cada uno al PIB departamental durante el período 2005-2019. En términos generales, las actividades con mayor participación en el PIB regional corresponden a explotación de minas y canteras (que incluye actividades de exploración y explotación de hidrocarburos); agricultura, ganadería, caza silvicultura y pesca; lo referente a comercio, transporte y turismo; y el grupo relacionado con la función pública e inversión social denominado: “administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; y las actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales” (DANE, 2020).

Tabla 5. Producto Interno Bruto por actividades económicas en los departamentos de la Orinoquia (valor promedio para el período 2005-2019)

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Arauca (%)	Casanare (%)	Meta (%)	Vichada (%)
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.	13,73	8,69	8,50	35,10
Explotación de minas y canteras.	56,35	58,20	57,73	0,36
Industrias manufactureras.	2,16	2,22	2,57	0,80
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y saneamiento ambiental.	0,58	1,33	0,94	0,71
Construcción.	4,39	3,62	5,61	8,50
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.	7,65	14,76	10,23	10,45
Información y comunicaciones.	0,59	0,57	1,12	0,81
Actividades financieras y de seguros.	1,02	1,05	1,21	1,78
Actividades inmobiliarias.	2,52	2,40	2,46	4,64
Actividades profesionales, científicas y técnicas; Actividades de servicios administrativos y de apoyo.	0,31	0,88	2,02	0,63
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.	10,34	5,95	6,96	35,32
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; actividades de los hogares individuales.	0,36	0,33	0,66	0,91
Total	100	100	100	100

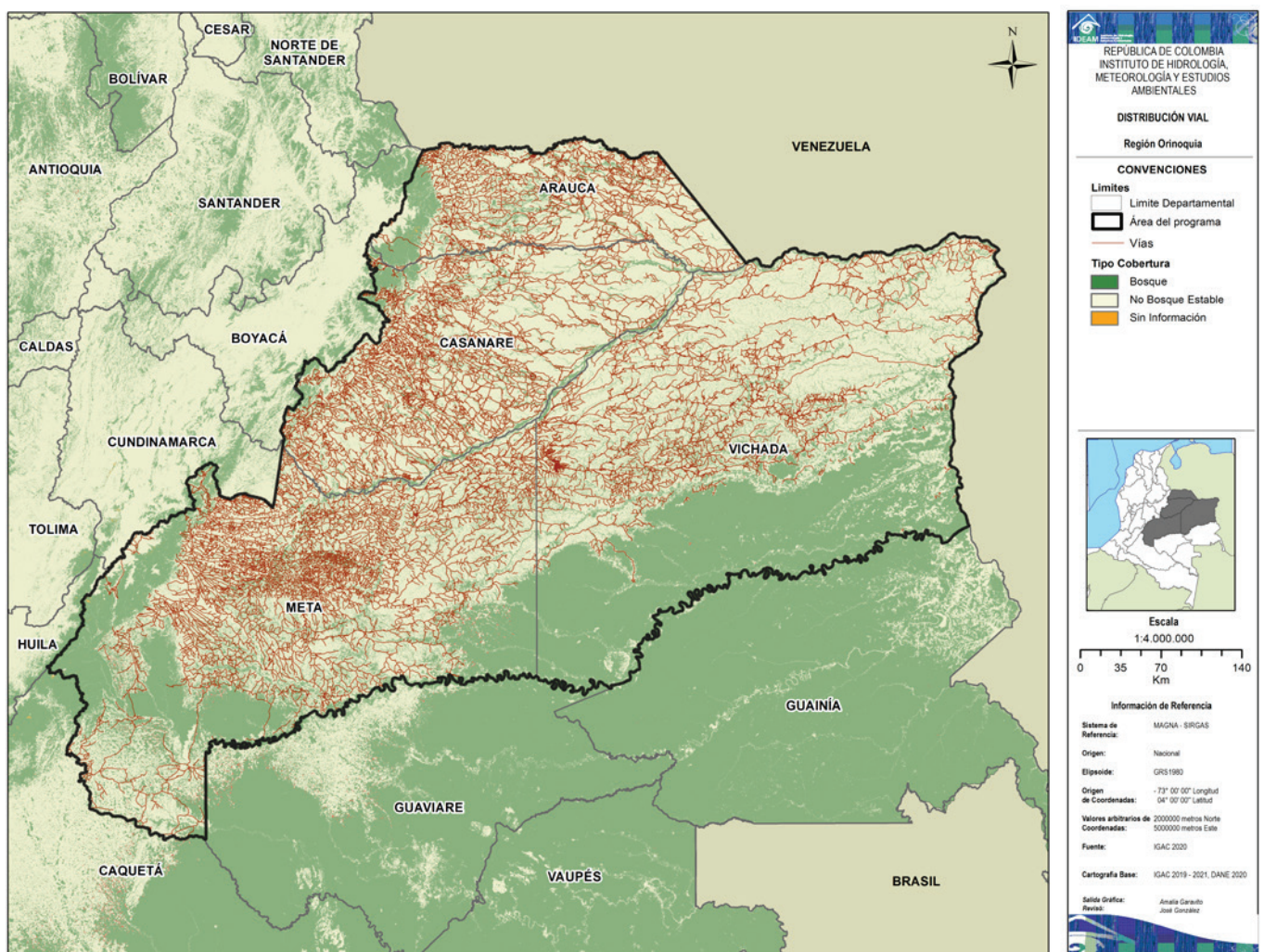
Fuente: elaboración propia con información de DANE (2020).

El desarrollo económico de la Orinoquia colombiana ha estado ligado históricamente a actividades primarias de ganadería, agricultura y proyectos minero-energéticos. Debido a las características de alta acidez y baja fertilidad que presentan los suelos, en muchas zonas de la región, la opción productiva más tradicional, para el uso de la tierra, ha sido la ganadería extensiva, principalmente sistemas de cría y levante de bovinos, con escasa o nula incorporación de tecnología, con capacidades de carga muy bajas y desarrolladas en grandes extensiones de sabanas nativas o con pastos introducidos (Viloria, 2009). Y de acuerdo con la zonificación de aptitud ganadera realizada por La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (en adelante, UPRA) (2019a y

2019b), la región posee grandes extensiones con aptitud media-alta para el pastoreo de ganado bovino en los cuatro departamentos, principalmente en las zonas de sabanas naturales.

La extracción de hidrocarburos tiene un peso importante en la economía de la región, pues existen pozos de extracción en los cuatro departamentos; el que mayor concentración de pozos presenta es el Meta, seguido de Casanare, Arauca y Vichada, según reporte de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (en adelante, ANH). La actividad extractiva de hidrocarburos se relaciona espacialmente con la distribución de la red vial que existe en cada uno de los departamentos (IGAC, 2019).

Figura 9. Distribución vial de la región de la Orinoquia



Fuente: elaboración propia con datos del IGAC (2019).



4. Descripción del Contexto Regional

De otra parte, la actividad minera tuvo auge en la región entre los años 1990 y 2000, principalmente en los departamentos de Casanare y Arauca; sin embargo, la tendencia ha cambiado en años recientes y, aunque este sector aún tiene gran aporte a la economía regional, su participación se ha reducido (Victoria, 2009). La Agencia Nacional Minera (en adelante, ANM) reporta títulos mineros activos principalmente en los departamentos de Meta y Vichada (ANM, 2019).

El crecimiento y desarrollo económico de una región está impulsado, entre otros factores, por la infraestructura de transporte (García, 2007). En la Orinoquia, la infraestructura vial se concentra principalmente en la zona occidental de la región, con mayor densidad en las áreas altamente transformadas del piedemonte, mientras que en la zona sur (donde se ubican los bosques densos) y en el extremo oriental, los accesos viales son muy reducidos (Figura 9).

4.3 Contexto sociocultural

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) se construye a partir de indicadores como la Esperanza de Vida (IEV), la Cobertura en Educación Superior (IES), la Informalidad Laboral (IIL) y el PIB real per cápita.

El valor del IDH oscila entre cero (0) y uno (1); entre más cercano sea el valor a uno (1), mayor será el desarrollo humano alcanzado por el país, la región, el departamento o el municipio (Ramírez et al., 2015).

Para el año 2019, según el Global Data Lab (2019), el IDH para cada uno de los departamentos de la región fue: Arauca 0,740, Casanare 0,750, Meta 0,778 y Vichada 0,754, mientras el promedio nacional fue de 0,767.

En todos los casos, este valor corresponde al más alto en los registros para los últimos veinte años.

Por su parte, el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) se establece como una aproximación al nivel de pobreza para cada uno de los grupos familiares analizados, a partir de indicadores tales como: viviendas inadecuadas, hacinamiento crítico, servicios inadecuados, alta dependencia económica y niños, en edad escolar, que no asisten a la escuela.

Para el año 2018, se identificó que el departamento de Vichada presentaba el mayor valor de NBI en la región con 67,76 %, seguido de Arauca con 32,45 %, Casanare 16,08 % y Meta 13,45 % (DANE, 2018).

En cuanto a la información correspondiente a ocupación y desempleo, la región presenta vacíos de información para los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada; sin embargo, para el año 2018 se registró en el departamento de Meta una tasa de participación de 62,6 %, ocupación de 55,2 % y desempleo de 11,9 % (DANE, 2018).

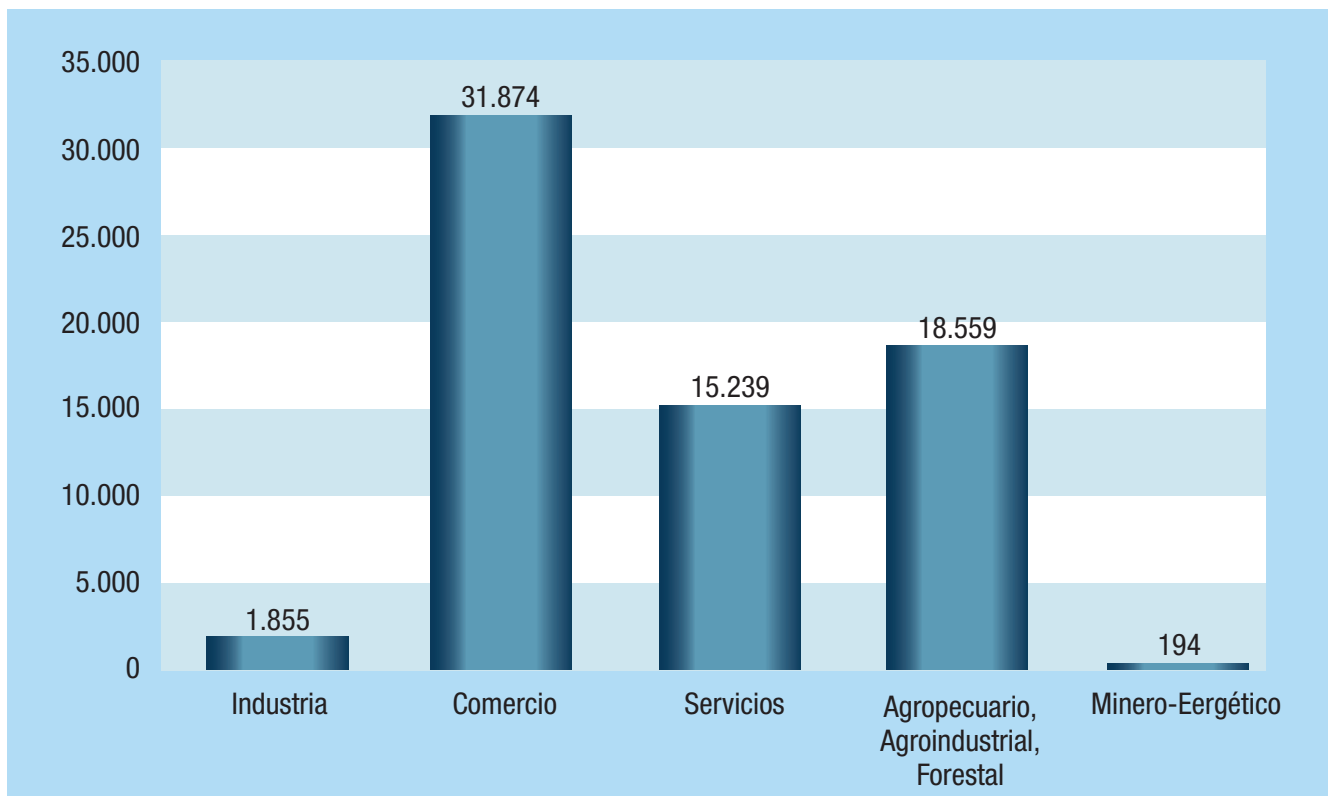
De acuerdo con la información del Censo Nacional de Población y Vivienda (en adelante, CNPV) realizado por el DANE, en el año de 2018, la Orinoquia registró una población total de 1.615.166 personas distribuidas en 796.486 mujeres y 818.680 hombres. De esta población, el 54 % corresponde a niños y jóvenes (0-29 años), el 37 % a adultos (30-60 años) y el 10 % restante a adultos mayores de 60 años (DANE, 2018). El departamento de Meta concentra la mayor parte de la población de la región con el 56,91 %, seguido de Casanare con 23,5 %, Arauca con 14,83 % y, finalmente, Vichada con 4,75 %.

Para el mismo año, en la región se identificaron 629.665 unidades con uso residencial de vivienda; 26.366 unidades de uso mixto; 7.431 que corresponden a viviendas

tradicionales indígenas y 288 a viviendas tradicionales étnicas (afrocolombianas y otras); de otra parte, se registraron 183.959 unidades de uso no residencial (DANE, 2018). Algunos de los principales usos que registraron las unidades no residenciales se presentan en la Figura 10, donde se destacan aquellas dedi-

cadadas al comercio (31.874 establecimientos) y a usos agropecuarios, agroindustriales y forestales (18.559 unidades). La actividad minero-energética solo fue reportada por 194 establecimientos en los cuatro departamentos, mientras la actividad industrial se reportó en 1.855 unidades no residenciales en la región.

Figura 10. Clasificación de las unidades no residenciales en la Orinoquia



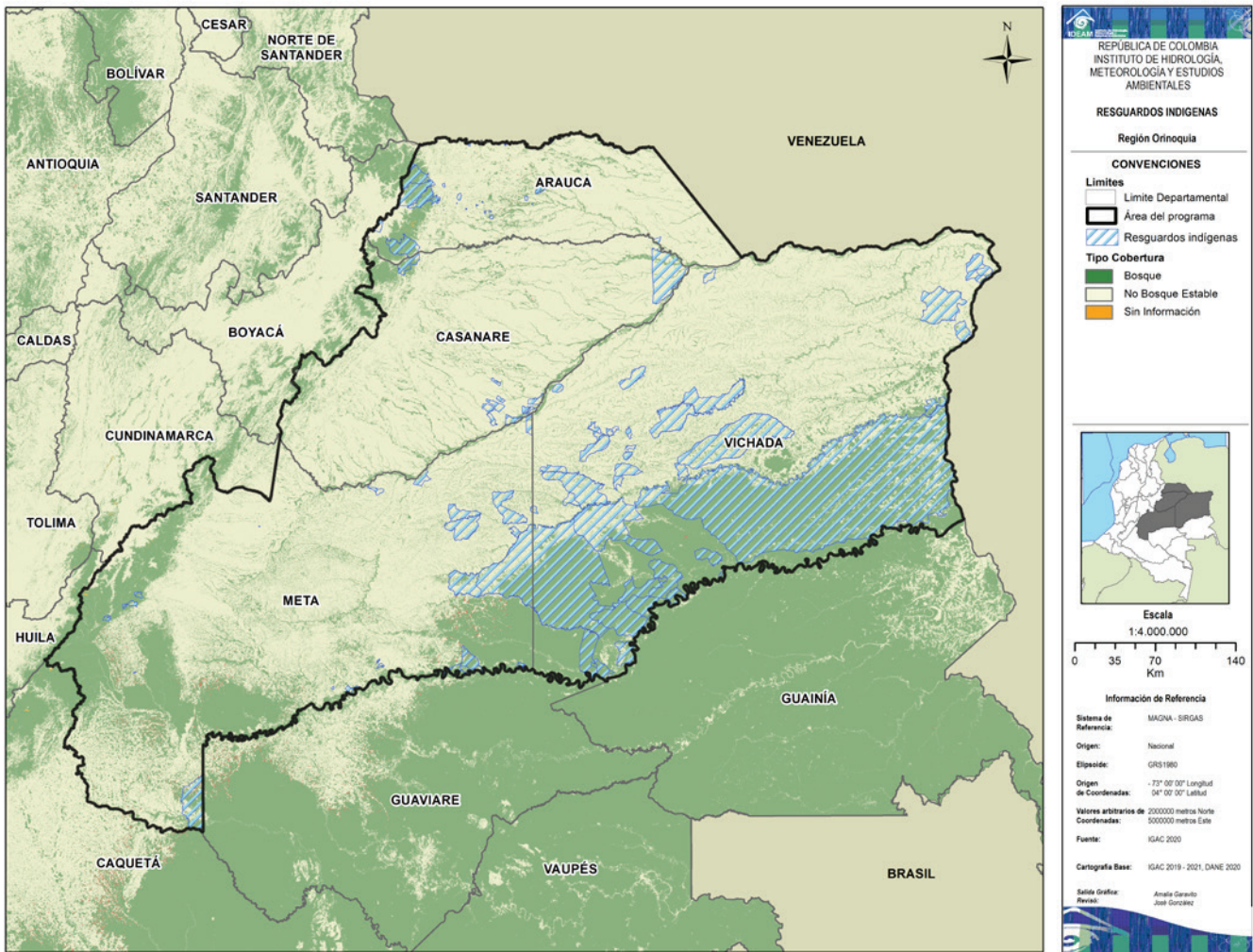
Fuente: elaboración propia con datos de DANE (2018).

Al analizar la información relacionada con el acceso de la población a los servicios básicos en sus hogares (DANE, 2018), se puede observar que en su mayoría tienen disponibilidad de energía eléctrica (90,74 %); acueducto (76,85 %); alcantarillado (71,55 %) y gas natural (57,66 %). No obstante, en temas de conectividad se identificó que el más del 70 % de los hogares carecen de conexión a internet. Finalmente, el DANE (2018) reportó, que de las 814.482 encuestas del CNPV realizadas en

los departamentos de la Orinoquia, el 1,6 % (12.997) se aplicó en territorios colectivos indígenas (resguardos); el 0,85 % (6.896) en áreas protegidas, y ninguna en zonas definidas como territorios colectivos de comunidades negras. En cuanto a la ubicación espacial de los resguardos indígenas en la región, se destaca la amplia extensión que estas comunidades, poseen y manejan, en los territorios del departamento del Vichada (Figura 11).



Figura 11. Áreas de resguardo indígena en la Orinoquia



Fuente: elaboración propia con datos de IGAC (2018).



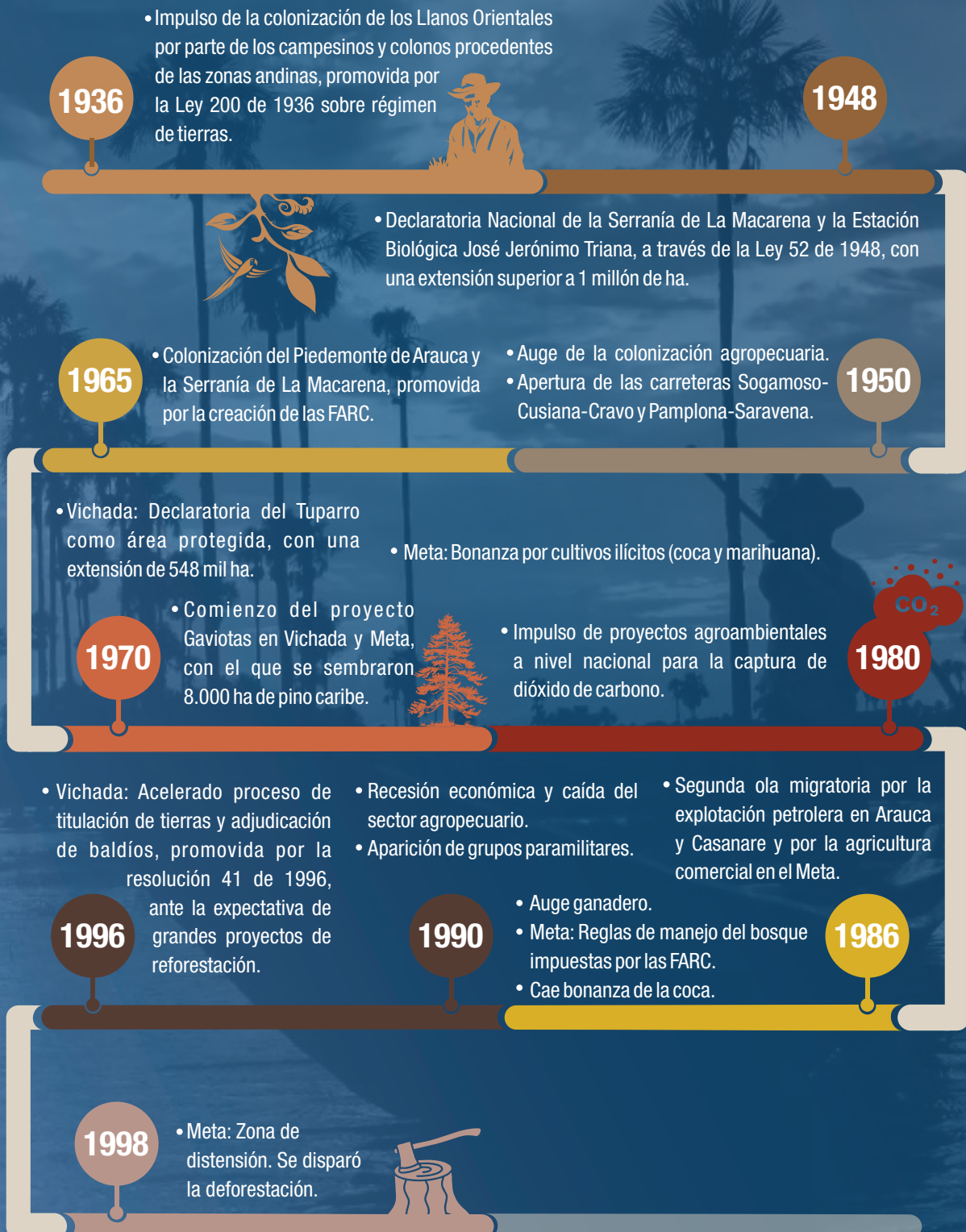
4.4 Contexto histórico

La región de la Orinoquia ha sido objeto de un intenso proceso de ocupación y transformación a lo largo de su historia, especialmente en las zonas de piedemonte (Viloria, 2009). Después de la Conquista, los principales factores de la transformación del paisaje en la Orinoquia colombiana pasaron de las misiones de los Jesuitas a la violencia de mediados del siglo XX y la intensificación de los proce-

sos de colonización dirigida para el establecimiento de grandes áreas con ganadería extensiva, así como el auge de la exploración y explotación petrolera en Arauca, Casanare y Meta en la década del 80 (Moncayo, 2017). En la Figura 12 se presenta la síntesis de los hitos históricos identificados como relevantes en la transformación de las coberturas naturales en la región, con énfasis en la cobertura de bosque, durante el siglo XX, impulsada desde la colonización de los Llanos Orientales, y promovida por la Ley 20 de 1936, y cuyas causas y efectos se describen en esta infografía.

Figura 12. Línea de tiempo hitos históricos de la transformación del bosque en la Orinoquia (siglo XX)

HITOS HISTÓRICOS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL BOSQUE EN LA ORINOQUIA SIGLO XX





4. Descripción del Contexto Regional

Se identificaron como relevantes, en la transformación del bosque de la Orinoquia, los hitos relacionados con la colonización dirigida desde el centro del país hacia este territorio y hacia la Amazonia, impulsada a partir de la Ley 200 de 1936, que posteriormente se consolidó con los inicios de la expansión de la infraestructura vial en el piedemonte.

La declaratoria de las principales áreas protegidas y las dinámicas del conflicto armado generaron diferentes efectos en las dinámicas de transformación a mediados del siglo XX. Por un lado, se determinó, de manera gubernamental, la conservación de amplias zonas, pero también creció el auge de los cultivos de uso ilícito y la consolidación de la ganadería extensiva hasta la ocupación de grandes áreas de sabanas naturales. Entre 1980 y 1990 se consolidaron los frentes de deforestación producto de la colonización y la bonanza cocalera, además de la explotación de especies madereras de alto valor como el cedro. Hacia el final del período (1990-2000), se destacó el auge de la industria petrolera, vinculado a su vez con una expansión más acelerada de la infraestructura vial, la ganadería extensiva y la extracción de madera proveniente de bosque natural y plantaciones forestales.

La Figura 13 sintetiza los hitos históricos identificados como relevantes en la transformación de las coberturas naturales en la región, con énfasis en la cobertura de bosque, durante el siglo XXI. En la década 2000-2010 continuó la expansión de la producción ganadera y los cultivos de coca, y se promovió el crecimiento de la agricultura industrial en la región (principalmente de la palma de aceite, el arroz y las plantaciones forestales), que generaron algunas acciones de control al creciente fenómeno de la deforestación por parte de las autoridades ambientales regionales (Corporaciones Autónomas y Parques Nacionales Naturales), especialmente las relacionadas con las restricciones a las actividades productivas y extractivas en áreas no

permitidas. Para todo el período se destacó la implementación de políticas nacionales para el control de los cultivos de coca y la promoción de estrategias de sustitución relacionadas con la seguridad alimentaria.

Posterior al año 2010, la deforestación en la región se concentró en la zona suroccidental del departamento del Meta, en municipios como Uribe, Mesetas, San Juan de Arama, Puerto Lleras, Puerto Rico, Puerto Concordia y La Macarena, amenazando los PNN de la Sierra de La Macarena, la Cordillera de Los Picachos y Tinigua; estas áreas protegidas conforman una zona de alta importancia ecológica ya que funcionan como corredor de conectividad entre los ecosistemas andinos, orinocenses y amazónicos. Para este período, se evidenció una importante concentración de áreas deforestadas asociadas al eje vial conocido como: “Marginal de la Selva”, que afectó grandemente el bosque amazónico, debido al efecto que este corredor ejerce al conectar los frentes de deforestación provenientes del sur del Meta y noroccidente del Guaviare (González et al., 2018b).

En la década 2010-2020 se destacó, como la principal causa de la pérdida de los bosques, la denominada, praderización cuyo fin fue el acaparamiento de tierras. La ganadería extensiva continuó siendo, también, una causa importante, pero a la vez, se iniciaron procesos de reconversión productiva y de integración a actividades económicas como el turismo. Se identificaron, igualmente, otras causas como la producción agrícola industrial, los cultivos de uso ilícito y la extracción de madera. La extracción de minerales se relacionó como una posible causa de deforestación en este período; no obstante, su impacto sobre las coberturas naturales en la región ha sido mucho menor en comparación con el que generan las demás actividades. Los núcleos de alta deforestación del sur del Meta, Sarare (Arauca) y Mapiripán (Meta) se consolidaron en esta década.

Figura 13. Línea de tiempo hitos relevantes de la transformación del bosque en la Orinoquia (*siglo XXI*)

HITOS RELEVANTES DE LA TRANSFORMACIÓN DEL BOSQUE EN LA ORINOQUIA SIGLO XXI





4. Descripción del Contexto Regional

Hacia el final del período, con la firma de los acuerdos de paz con las FARC y su desmovilización (2016-2017), se presentaron nuevos procesos de colonización y la deforestación en la zona se incrementó de forma significativa. Este aumento estuvo principalmente asociado a la conversión, a gran escala, de bosques a pastizales con fines de acaparamiento de tierras y/o expansión de la ganadería

extensiva. Estas transformaciones se vieron fuertemente dinamizadas por quemas que derivaron en incendios forestales. De igual manera, la presencia de grupos armados ilegales, que han promovido directamente la ocupación de las áreas protegidas y las actividades de deforestación, han dificultado la implementación efectiva de las medidas y las acciones para enfrentar este fenómeno. ■



5

Perfil de Emisiones y Absorciones de GEI para el Sector Afolu en la Orinoquia





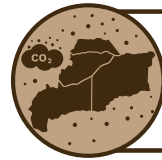
5.1 Perfil nacional

De acuerdo con el Tercer Reporte Bial de Actualización de Colombia ante el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en adelante, CMNUCC) (Ideam et al., 2021), las emisiones totales estimadas de GEI directos en Colombia, para el año 2018, fueron de 302.974 Gg de CO₂eq, de los cuales el 70,2 % corresponden a CO₂, el 24,3 % a CH₄; el 4,4 % a N₂O; el 1,1 % a HFC-PFC y el 0,1 % a SF₆. Las absorciones de CO₂ estimadas fueron de -23.776 Gg de CO₂eq, lo que generó un balance neto de emisiones de 279.198 Gg de CO₂eq, en dicho año.

En cuanto a la participación por módulo y subcategoría, el 59,1 % de las emisiones GEI, corresponden a las estimadas bajo la categoría Afolu, que, junto con las del módulo energía, sumaron aproximadamente el 90 % de las emisiones del país. Para las absorciones, el 60,7 % corresponden a las estimadas dentro del grupo tierras forestales; el 28,2 % al crecimiento de las tierras de cultivo, el 8,6 % a las calculadas para la subcategoría de pastizales (absorciones en sistemas silvopastoriles) y el 2,5 % a los productos de madera recolectada (Ideam et al., 2021).

En promedio, las emisiones históricas anuales de Colombia del módulo Afolu, para el período 1990-2018, fueron de 155.431 Gg de CO₂eq. Se estima 163.725 Gg de CO₂eq para el año 1990 y 179.066 Gg de CO₂eq para 2018. Las absorciones promedio, en el mismo

período, fueron de -12.293 Gg de CO₂. Y se calcula -4.696 Gg de CO₂ para el año 1990 y -23.776 Gg de CO₂eq para el año 2018 (Ideam et al., 2021).



5.2 Perfil regional de emisiones y absorciones totales⁸

Las emisiones totales de GEI, para la región de la Orinoquia en el año 2018, fueron 48.301 Gg de CO₂eq, y las absorciones de CO₂ fueron de -6.068 Gg de CO₂eq, que generaron un balance neto de emisiones de 42.233 Gg de CO₂eq para el mismo año (Tabla 6). Con respecto a los resultados nacionales presentados en el Tercer Informe sobre Inventario Nacional de gases de Efecto Invernadero (BUR 3) (datos 2018), la Orinoquia aportó el 15,9 % de las emisiones totales, el 25,5 % de las absorciones y el 15,1 % de las emisiones netas. Como se observa en la Tabla 6, el departamento del Meta aportó el 67,7 % de las emisiones totales y el 70,8 % de las emisiones netas regionales; seguido en emisiones (totales y netas) por los departamentos de Casanare y Arauca; las emisiones más bajas corresponden al departamento de Vichada. En cuanto a las absorciones de GEI, para el año 2018, entre Vichada y Meta, aportaron el 94 % del total de las absorciones en la región de la Orinoquia.

⁸ La información presentada en este numeral se construyó con base en los resultados del inventario departamental de gases de efecto invernadero del año 2018, que incluye la desagregación de los datos nacionales publicados en el Tercer Reporte Bial de Actualización de Colombia ante la CMNUCC (Ideam et al., 2021).

Tabla 6. Emisiones totales, absorciones y emisiones netas de GEI en los departamentos de la Orinoquia (año 2018)

Departamento	Emisiones totales GEI		Absorciones totales GEI		Emisiones netas GEI	
	Gg CO ₂ eq	Porcentaje región	Gg CO ₂ eq	Porcentaje región	Gg CO ₂ eq	Porcentaje región
Arauca	3.774	7,8 %	60	1,0 %	3.713	8,8 %
Casanare	8.089	16,7 %	316	5,2 %	7.774	18,4 %
Meta	32.694	67,7 %	2.773	45,7 %	29.921	70,8 %
Vichada	3.744	7,8 %	2.919	48,1 %	826	2,0 %
Total, Orinoquia	48.301	100 %	6.068	100 %	42.233	100 %

Fuente: elaboración propia con información del inventario departamental de GEI del año 2018 (Ideam et al., 2021).

Con respecto a la participación por componente, el 78,7 % de las emisiones totales de la región en 2018 correspondieron a Agricultura, Silvicultura, y otros usos de la Tierra – Afolu. Los datos para este módulo, a escala departamental, fueron del 97,4 % de las emisiones del Vichada, 82,5 % del Meta, 80,8 % de Arauca y 53,3 % de Casanare. El módulo Energía aportó el 19,8 % de las emisiones

totales regionales; 44,1 % de las emisiones de Casanare; 16,5 % de Arauca; 16,2 % del Meta y 2 % del Vichada. Los módulos Residuos (1,4 % de las emisiones regionales), y los Procesos Industriales y Uso de Productos – IPPU (0,2 % de las emisiones de la región), tuvieron un aporte más reducido a las emisiones totales regionales y departamentales, estimadas para el año 2018 (Tabla 7 y Figura 14).

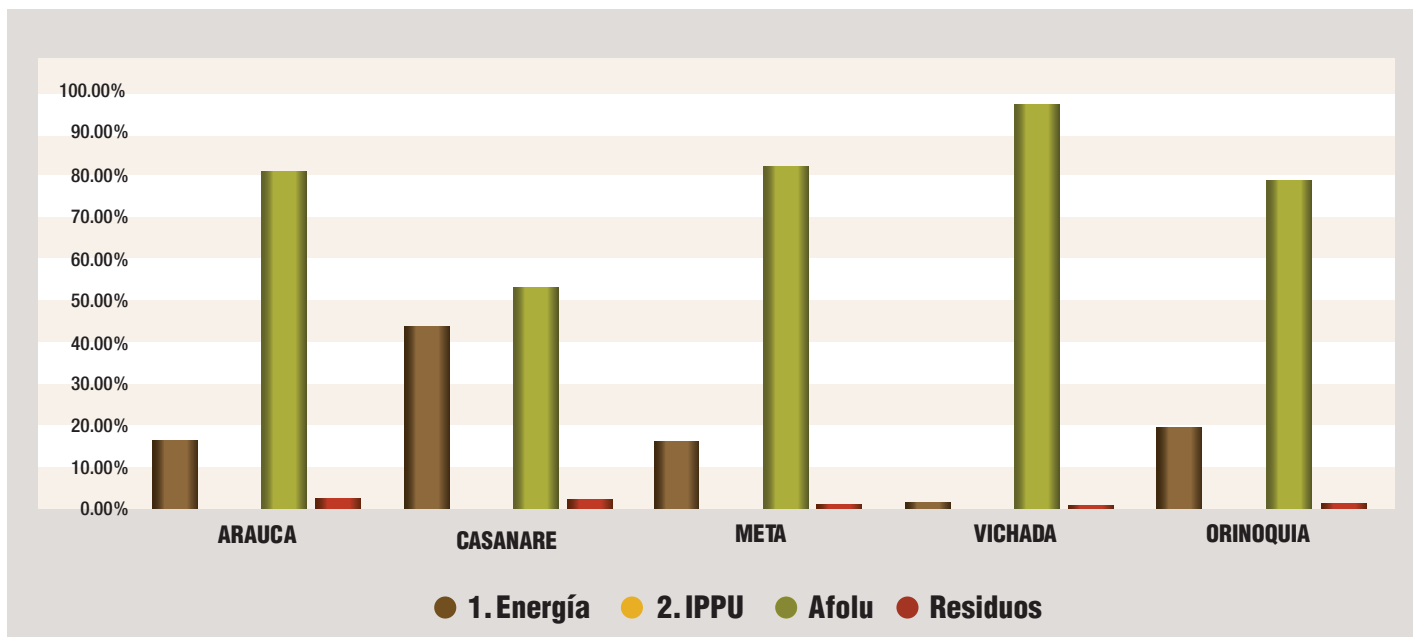
Tabla 7. Participación por módulo de las emisiones totales de GEI en los departamentos de la Orinoquia (año 2018)

Departamento	Módulo emisiones GEI							
	1. Energía		2. IPPU		3. Afolu		4. Residuos	
	Emisiones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total	Emisiones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total	Emisiones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total	Emisiones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total
Arauca	621	16,5 %	7	0,2 %	3.050	80,8 %	95	2,5 %
Casanare	3.564	44,1 %	31	0,4 %	4.310	53,3 %	185	2,3 %
Meta	5.305	16,2 %	52	0,2 %	26.983	82,5 %	353	1,1 %
Vichada	74	2,0 %	1	0,0 %	3.647	97,4 %	23	0,6 %
Total, Orinoquia	9.564	19,8 %	91	0,2 %	37.989	78,7 %	657	1,4 %

Fuente: elaboración propia con información del inventario departamental de GEI 2018 (Ideam et al., 2021).



Figura 14. Participación por módulo de emisiones GEI año 2018, escala regional y departamental



Fuente: Ideam et al., (2021).



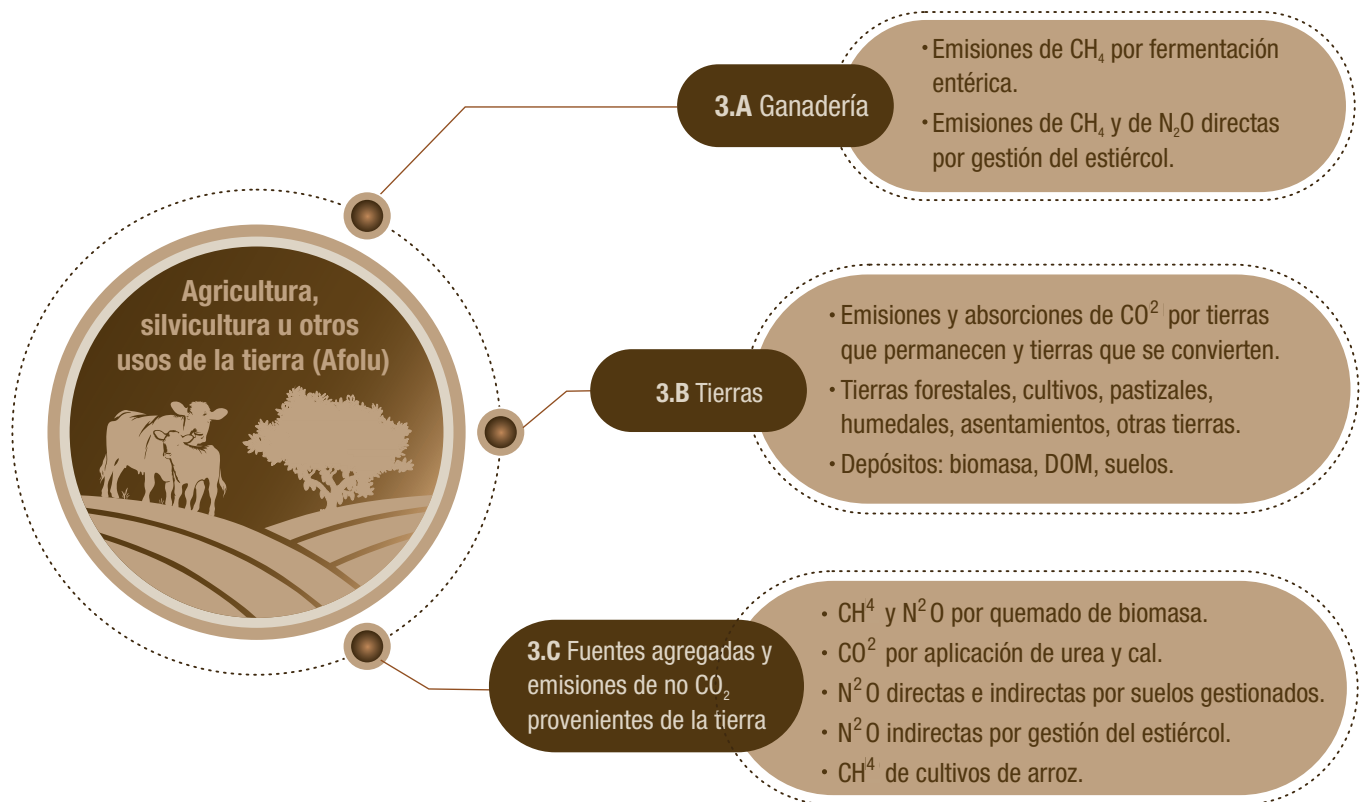
5.3 Perfil regional de emisiones y absorciones Afolu

De acuerdo con las directrices propuestas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (en adelante, IPCC, por sus siglas en inglés), el módulo Afolu se compone de tres grandes categorías: 3A. Ganado, 3B. Tierras y 3C. Fuentes agregadas (Figura 15). Las categorías 3A y 3C corresponden a las categorías que generan las mayores emisiones directas de GEI de todas las actividades agrícolas y pecuarias, mientras la categoría 3B, se refiere a las emisiones asociadas al uso y cambio de uso de las tierras forestales, de cultivo, pastizales y otras. En esta última categoría se estiman las emisiones y absorciones relacionadas con la pérdida o ganancia de carbono por la remoción o crecimiento de la biomasa vegetal, la materia orgánica muerta y los suelos (Ideam y el Programa de las Naciones Unidas para el

Desarrollo, en adelante PNUD, 2018), siendo el cambio de uso de la tierra, por deforestación, la fuente de emisiones más importante para esta categoría, en el país y en la región.

Las emisiones del módulo Afolu en la región de la Orinoquia, estimadas para el año 2018, correspondieron en un 70,8 % a la categoría 3B (Tierras); 22,1 % a la categoría 3A (Ganadería); y el 7,1 % restante a la categoría 3C (Fuentes Agregadas y emisiones de no CO₂ provenientes de la tierra). Para el caso de los departamentos del Meta y Vichada, la mayor parte de las emisiones Afolu se incluyeron dentro de la categoría Tierras (84,9 % y 84,1 %, respectivamente); en Arauca y Casanare el mayor peso se presentó en la categoría Ganadería (60,2 % y 58,7 %, respectivamente), seguido de la categoría Tierras, y una mayor participación de la categoría Fuentes Agregadas y emisiones de no CO₂ provenientes de la tierra, frente a los resultados de Meta y Vichada (Tabla 8 y Figura 16).

Figura 15. Categorías del módulo Afolu para los inventarios de GEI en Colombia



Fuente: Ideam y PNUD (2018).

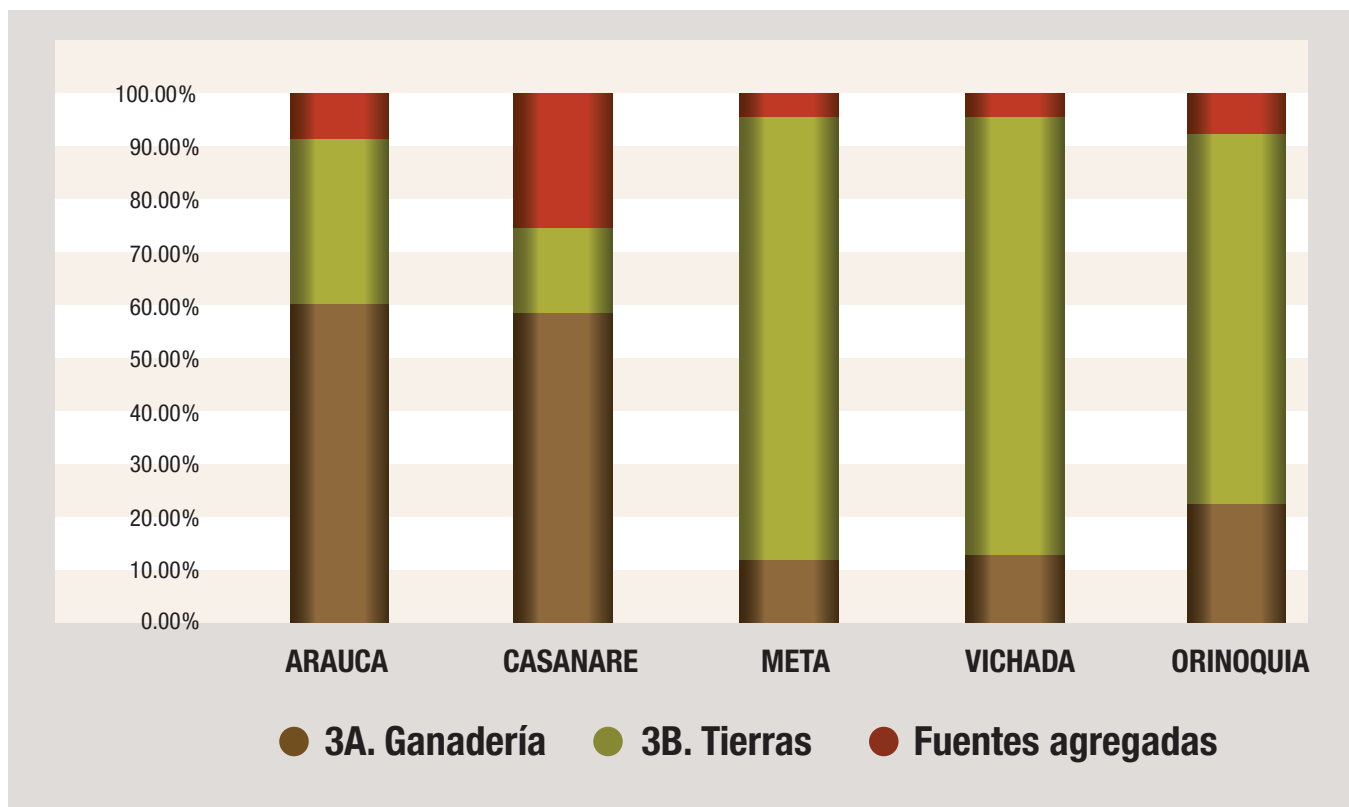
Tabla 8. Participación por categoría de emisiones Afolu en los departamentos de la Orinoquia (año 2018)

Departamento	Categoría de emisiones Afolu					
	3A. Ganadería		3B. Tierras		3C. Fuentes Agregadas	
	Emisiones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total	Emisiones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total	Emisiones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total
Arauca	1.839	60,2 %	953	31,2 %	262	8,6 %
Casanare	3.186	58,7 %	839	15,5 %	1.403	25,8 %
Meta	3.077	11,5 %	22.654	84,9 %	951	3,6 %
Vichada	406	12,4 %	2.758	84,1 %	117	3,6 %
Total, Orinoquia	8.508	22,1 %	27.205	70,8 %	2.733	7,1 %

Fuente: elaboración propia con información del inventario regional y departamental de GEI del año 2018 (actualizado agosto de 2023).



Figura 16. Participación por categoría de emisiones Afolu año 2018, escala regional y departamental



Fuente: elaboración propia con información del inventario regional y departamental de GEI del año 2018 (actualizado agosto de 2023).

En cuanto a las absorciones de GEI, estimadas para el año 2018, la mayor parte se incluyeron dentro de la categoría 3B, Tierras; generando además estimaciones dentro de una nueva subcategoría del inventario, denominada 3D.1, Productos de la madera. El 90,7 % de las absorciones de GEI, en la Orinoquia correspondió a la subcategoría 3B.1 (Tierras forestales); el 9,0 % a 3B.2 (Tierras de cultivo); y el 0,3 % a 3D.1, Productos de la madera recolectada. A escala departamental la distribución de las absorciones fue similar, destacándose la participación de la

subcategoría, Tierras de cultivo, en Meta y Casanare (Tabla 9 y Figura 17).

La Tabla 10 presenta un resumen de las principales conclusiones sobre los resultados del inventario de emisiones y absorciones Afolu en los cuatro departamentos de la Orinoquia, consideradas como un insumo clave para la identificación de las causas y agentes, las prioridades de mitigación, así como la construcción de medidas y acciones tendientes a lograr reducciones efectivas de emisiones en cada departamento y en la región, en su conjunto. ■

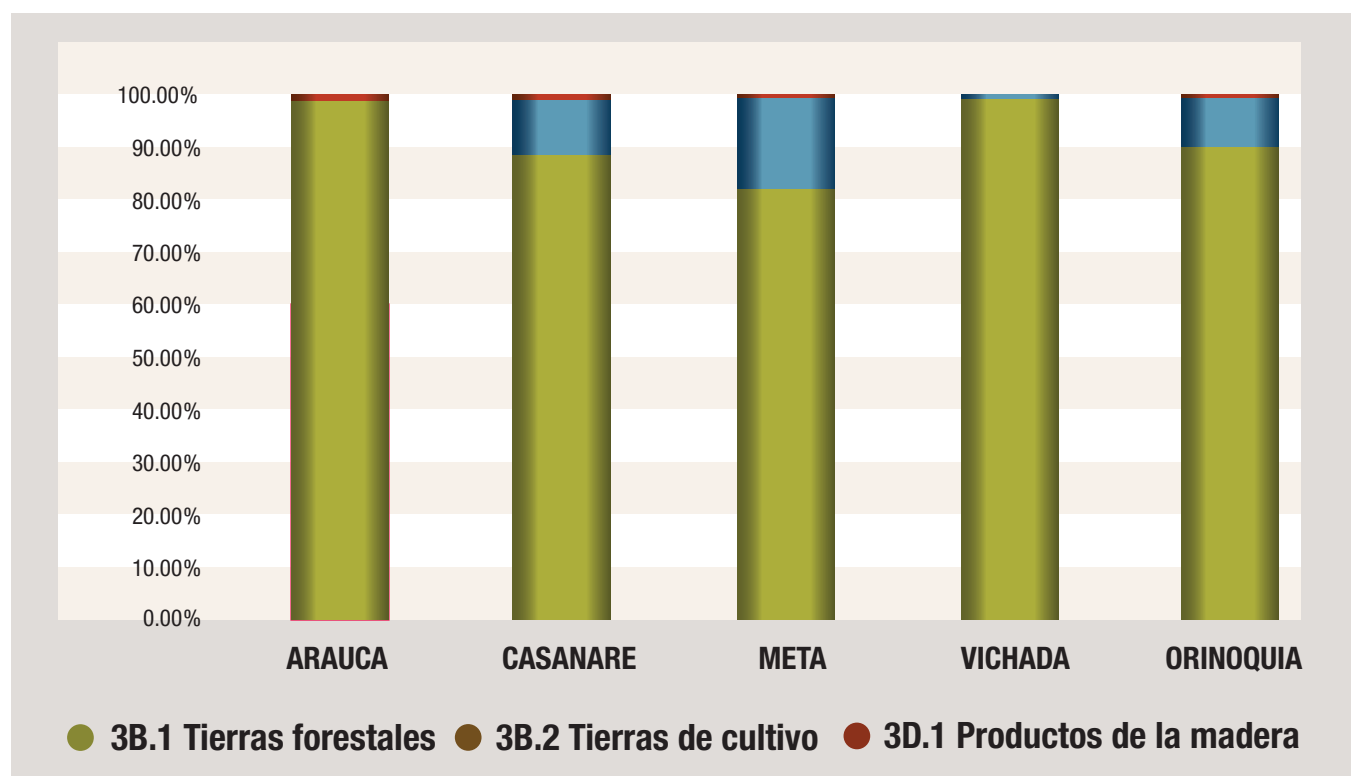


Tabla 9. Participación por subcategoría de absorciones en los departamentos de la Orinoquia (año 2018)

Departamento	Subcategoría de absorciones					
	3B.1. Tierras forestales		3B.2. Tierras de cultivo		3D.1. Productos de la madera recolectada	
	Absorciones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total	Absorciones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total	Absorciones (Gg CO ₂ eq)	Porcentaje del total
Arauca	639	99,1 %	0	0,0 %	6	0,9 %
Casanare	1.223	88,6 %	153	11,1 %	5	0,3 %
Meta	2.355	83,1 %	468	16,5 %	10	0,4 %
Vichada	2.184	99,5 %	10	0,5 %	0	0,0 %
Total, Orinoquia	6.401	90,7 %	632	9,0 %	21	0,3 %

Fuente: elaboración propia con información del inventario regional y departamental de GEI del año 2018 (actualizado agosto de 2023).

Figura 17. Participación por subcategoría de absorciones año 2018, escala regional y departamental



Fuente: elaboración propia con información del inventario regional y departamental de GEI del año 2018 (actualizado agosto de 2023).



Tabla 10. Resultados relevantes para emisiones y absorciones Afolu en los departamentos de la Orinoquia (año 2018)

Categoría GEI	Departamento	Principales hallazgos
Emisiones Afolu	Meta, Vichada	La mayor parte de las emisiones departamentales correspondió a la transformación de bosques a pastizales y, en menor medida, tierras forestales.
	Casanare, Arauca	La mayor parte de las emisiones departamentales corresponden a la fermentación entérica del ganado bovino. Otras fuentes relevantes fueron la conversión de bosques en pastizales, las tierras forestales que permanecen, las emisiones directas del cultivo de arroz y la fertilización nitrogenada de los suelos.
Absorciones Afolu	Vichada, Arauca	Las absorciones de GEI se concentraron en la subcategoría de tierras forestales.
	Meta, Casanare	Las absorciones de GEI se concentraron en la subcategoría de tierras forestales y, en menor medida, a las tierras de cultivo.

Fuente: elaboración propia con información del inventario regional y departamental de GEI del año 2018 (actualizado agosto de 2023).



6

Caracterización de las Causas y Agentes de la Deforestación en la Orinoquia





De acuerdo con la información disponible, y con el perfil regional y departamental de emisiones y absorciones de GEI (presentado en el capítulo 5), se definieron las fuentes más relevantes en cada caso, obteniendo así los elementos prioritarios de la caracterización de causas y agentes, y de intervención para el diseño de medidas y acciones efectivas.

- La información, espacialmente explícita y generada por el SMByC del Ideam, ha priorizado la profundidad de los análisis relacionados con la **dinámica multitemporal de la deforestación**. Teniendo en cuenta la importancia de la deforestación, como fuente de las emisiones Afolu en la Orinoquia, estos análisis representan un punto de partida que se amplió a la caracterización de los impulsores o drivers de emisiones y absorciones de GEI en el componente Afolu (descritos en los capítulos 7 y 8, respectivamente).

- La información espacial, para diferentes períodos, y relacionada con la **especificación de los cambios de las coberturas**: no bosque, y de otras coberturas de la tierra, ha generado ajustes en el inventario de GEI de la región que complementan los análisis de causas y agentes.

- La mayor parte de las emisiones en Meta y Vichada, corresponden a la **transformación de bosques a pastizales** y, en menor medida, a tierras forestales que permanecen. Esto da prioridad, a la deforestación, como la principal fuente de emisiones en estos departamentos, especialmente en las áreas correspondientes al bioma amazónico: sur del Meta y, con un impacto mucho menor, la zona sur del municipio de Cumaribo, Vichada.

- En Casanare y Arauca, la principal fuente de emisiones es la **fermentación entérica** del ganado bovino. Otras fuentes son la conversión de bosques en pastizales, las emisiones directas del cultivo de arroz y la fertilización nitrogenada de los suelos. En estos departamentos las fuentes de emisiones Afolu están más distribuidas, pero el eje central continúa

siendo la actividad ganadera, la deforestación para su establecimiento y la fertilización para el sostenimiento de las áreas de pastoreo.

- En Vichada y Arauca las **absorciones de GEI** se concentran en la subcategoría de tierras forestales, mientras que en Meta y Casanare también tienen cierta relevancia las tierras de cultivo. Esto se debe tener en cuenta para la definición de intervenciones en las cadenas productivas priorizadas por el proyecto (arroz, cacao, forestal, ganadería, marañón y palma de aceite).

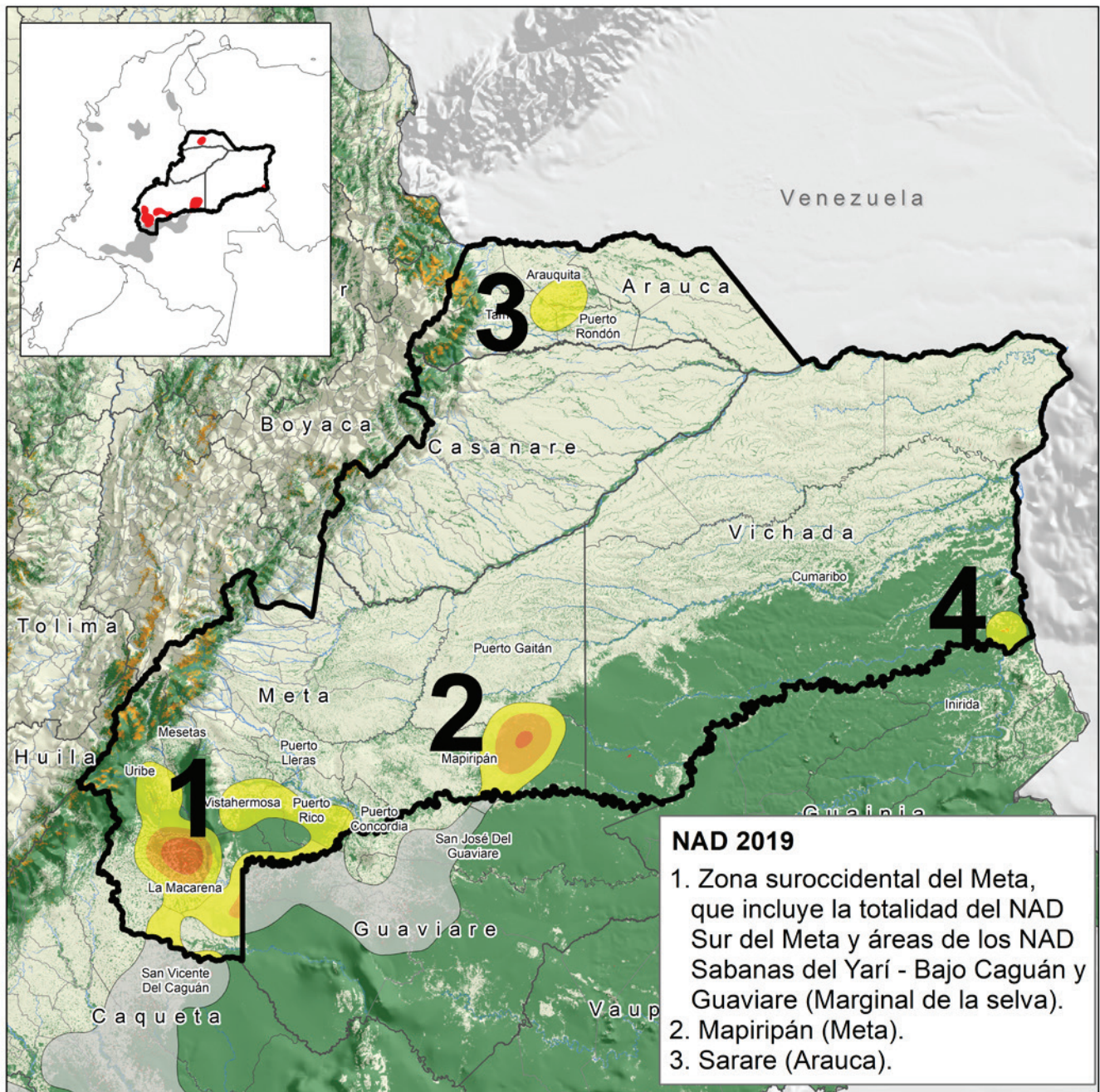
La deforestación constituye la fuente de emisiones de GEI más importante en la Orinoquia. Por tanto, la caracterización de las causas y agentes de emisiones en la región requiere, necesariamente, el análisis de las dinámicas de deforestación, tanto en términos de cantidad como de localización.



6.1 Núcleos de alta deforestación (NAD) 2019

El SMByC identificó seis núcleos (*hotspots*) que concentraron la deforestación en el año 2019 en la región de la Orinoquia (Figura 18). No obstante, por sus características y para el propósito de esta caracterización, estos seis núcleos se agrupan en cuatro zonas principales: 1) zona suroccidental del Meta, que comprende toda la extensión del Núcleo del arco de deforestación (en adelante, NAD) Sur de este departamento y parte de otros dos núcleos del arco de deforestación amazónico (NAD Sabanas del Yarí-Bajo Caguán y NAD Guaviare-Marginal de la selva); 2) NAD Mapiripán (Meta) del arco de deforestación amazónico, con ajuste al corte de la región; 3) NAD Sarare (Arauca) y 4) NAD Cumaribo (Vichada). Estas áreas concentraron el 69,6% de la deforestación de la Orinoquia y el 17,1% de la deforestación nacional en 2019 (Ideam, 2020).

Figura 18. Núcleos de alta deforestación identificados en la Orinoquia, 2019.



Fuente: elaboración propia con datos Ideam (2020).

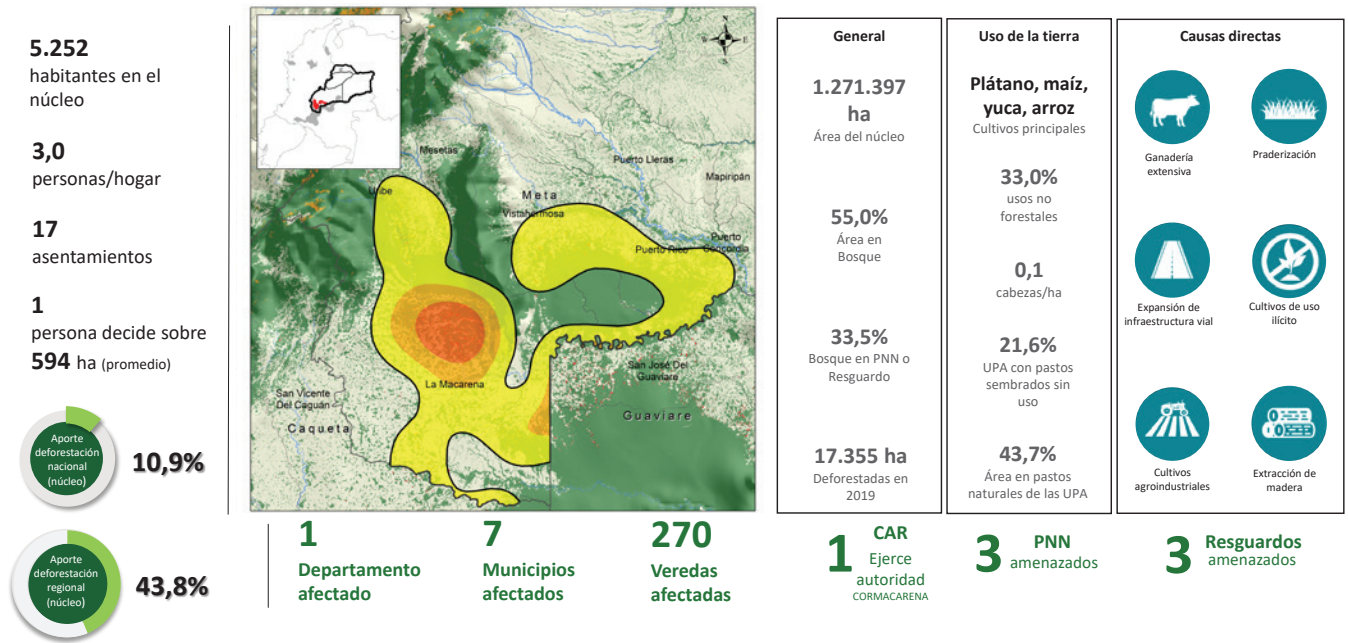
6.1.1 Núcleo 1: Zona suroccidental del Meta

Esta zona presentó una alta afectación de sus bosques naturales, incluyendo áreas protegidas como los PNN La Macarena y Tinigua, principalmente por la praderización con fines de acaparamiento de tierras y prácticas insostenibles de ganadería extensiva. También

se presentaron áreas afectadas por cultivos de uso ilícito, pero con tendencia a su reducción (ODC, 2020). La expansión informal de la infraestructura vial, la realización de quemas, que derivaron en incendios forestales y la presencia de grupos armados ilegales, dinamizaron la pérdida del bosque en toda la zona (Figura 19).



Figura 19. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Zona suroccidental del Meta”



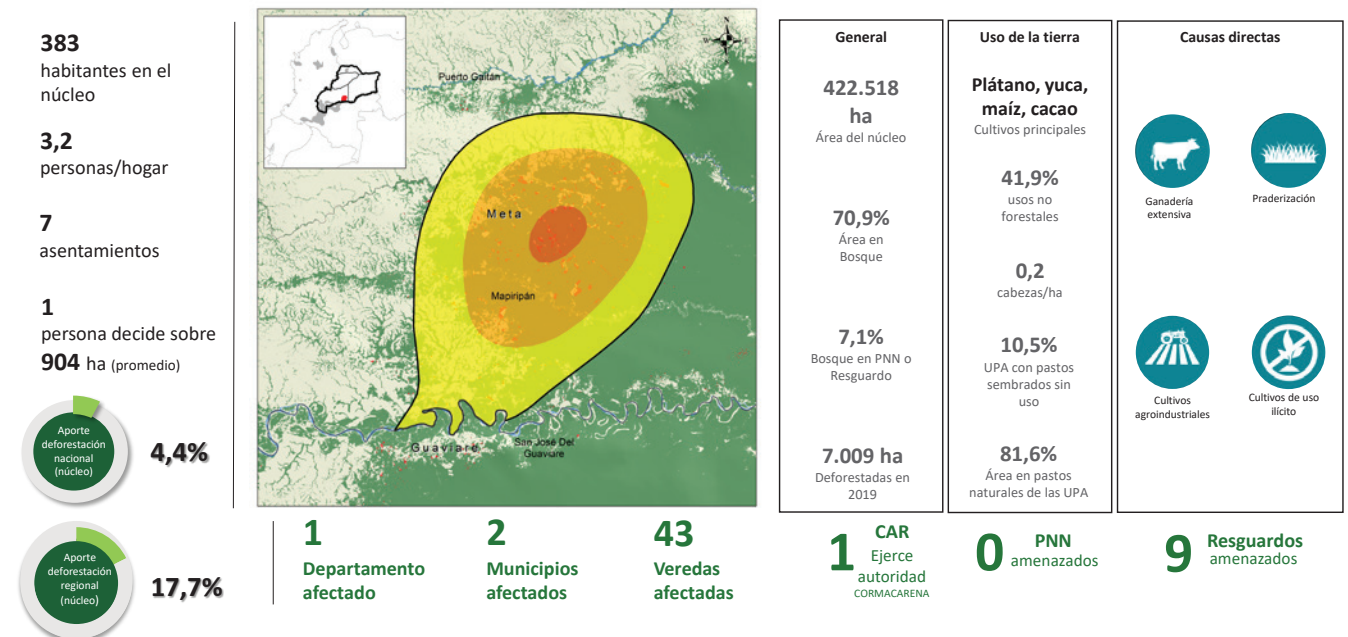
Fuente: Elaboración propia con datos de Ideam (2020) y DANE (2014).

6.1.2 Núcleo 2: Mapiripán (Meta)

El núcleo corresponde a una zona en el límite entre el bioma amazónico y la Orinoquia, región donde se identificaron amenazas a los bosques naturales relacionadas con la expansión de la ganadería extensiva (basada en la sustitución de sabanas o bosques por praderas mejoradas técnicamente) y de cultivos

agroindustriales. En la zona se ha consolidado un mercado informal de tierras con fines de acaparamiento, manejado por grandes inversionistas, mercado que presionó el avance de los pequeños productores hacia nuevas áreas de bosque. Los cultivos de uso ilícito siguieron presentando una tendencia de reducción (ODC, 2020), pero aún se mantienen como una amenaza a los bosques naturales en la zona (Figura 20).

Figura 20. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Mapiripán (Meta)”



Fuente: elaboración propia con datos de Ideam (2020) y DANE (2014).

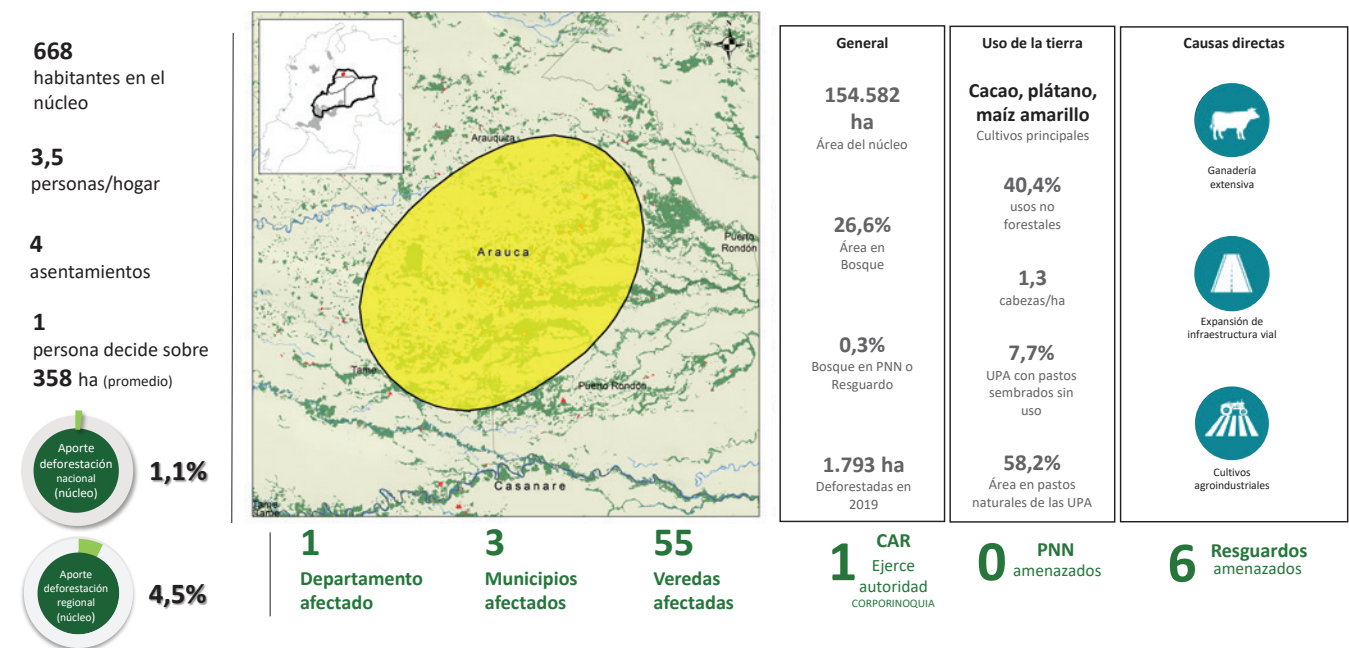
6.1.3 Núcleo 3: Sarare (Arauca)

El establecimiento de pastizales para la ganadería bovina continúa siendo una de las actividades económicas más representativas de la zona. Las malas prácticas relacionadas con esta actividad se siguen expandiendo a partir de áreas previamente intervenidas, sobre sabanas naturales y bosques remanentes con un alto grado de fragmentación que conectan áreas de pastoreo. En forma general, se identificaron sistemas extensivos de cría y engorde, con bajas capacidades de carga, así como sistemas semi-intensivos que incorporan mayor tecnología relacionada con el manejo de las pasturas, la genética y la sanidad. La expansión de infraestructura vial no planificada, asociada a actividades productivas, dinamizó la deforestación en este núcleo (Figura 21).

6.1.4 Núcleo 4: Cumaribo (Vichada)

Se identificaron sistemas productivos de pequeña escala que se relacionan con actividades de subsistencia y generación de excedentes, a partir del cultivo de algunos lotes de coca sobre suelos no aptos para la actividad agrícola. Estas actividades generaron presiones sobre los ecosistemas de la zona, lo que llevó a prácticas de tala y quema para el establecimiento de cultivos de uso ilícito y de pastizales para ganadería extensiva. Algunos eventos de pérdida de la cobertura forestal en el núcleo pudieron estar relacionados con fenómenos naturales de inundación estacional de los ríos cercanos (Orinoco, Guaviare y algunos afluentes) (Figura 22).

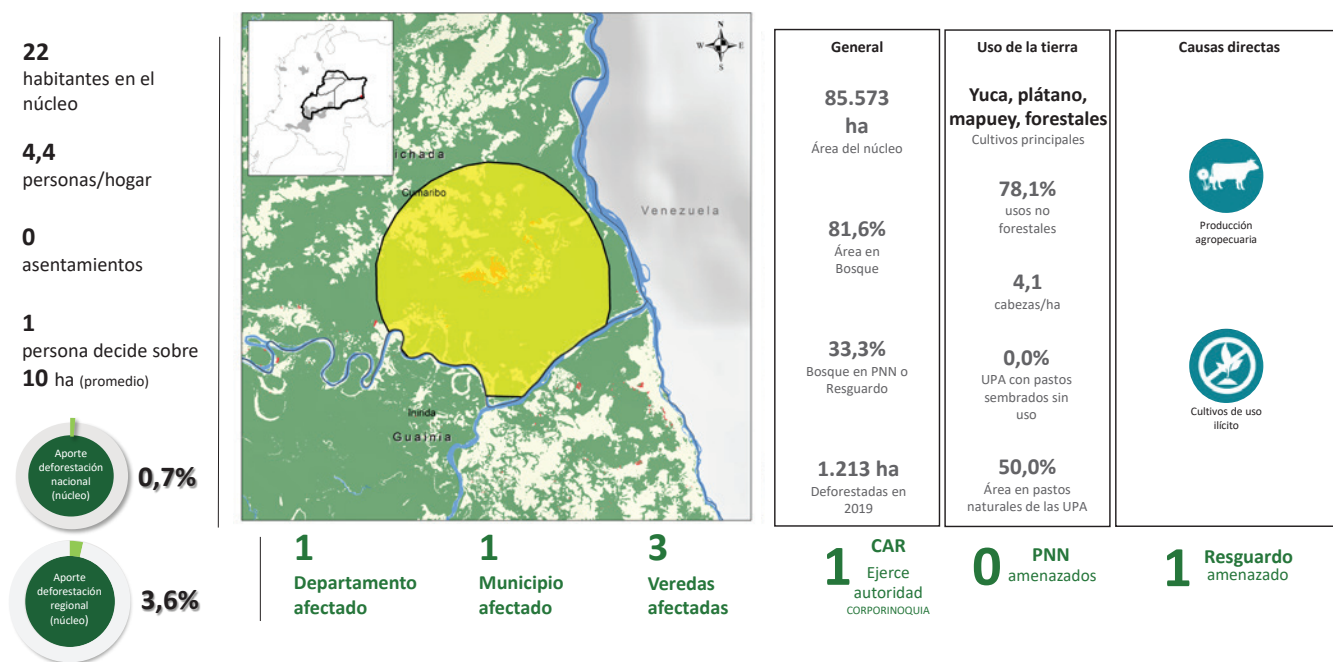
Figura 21. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Sarare (Arauca)”



Fuente: elaboración propia con datos de Ideam (2020) y DANE (2014).



Figura 22. Características del núcleo de alta deforestación 2019 “Cumaribo (Vichada)”



Fuente: elaboración propia con datos de Ideam (2020) y DANE (2014).

6.2 Causas y agentes de la deforestación por departamento

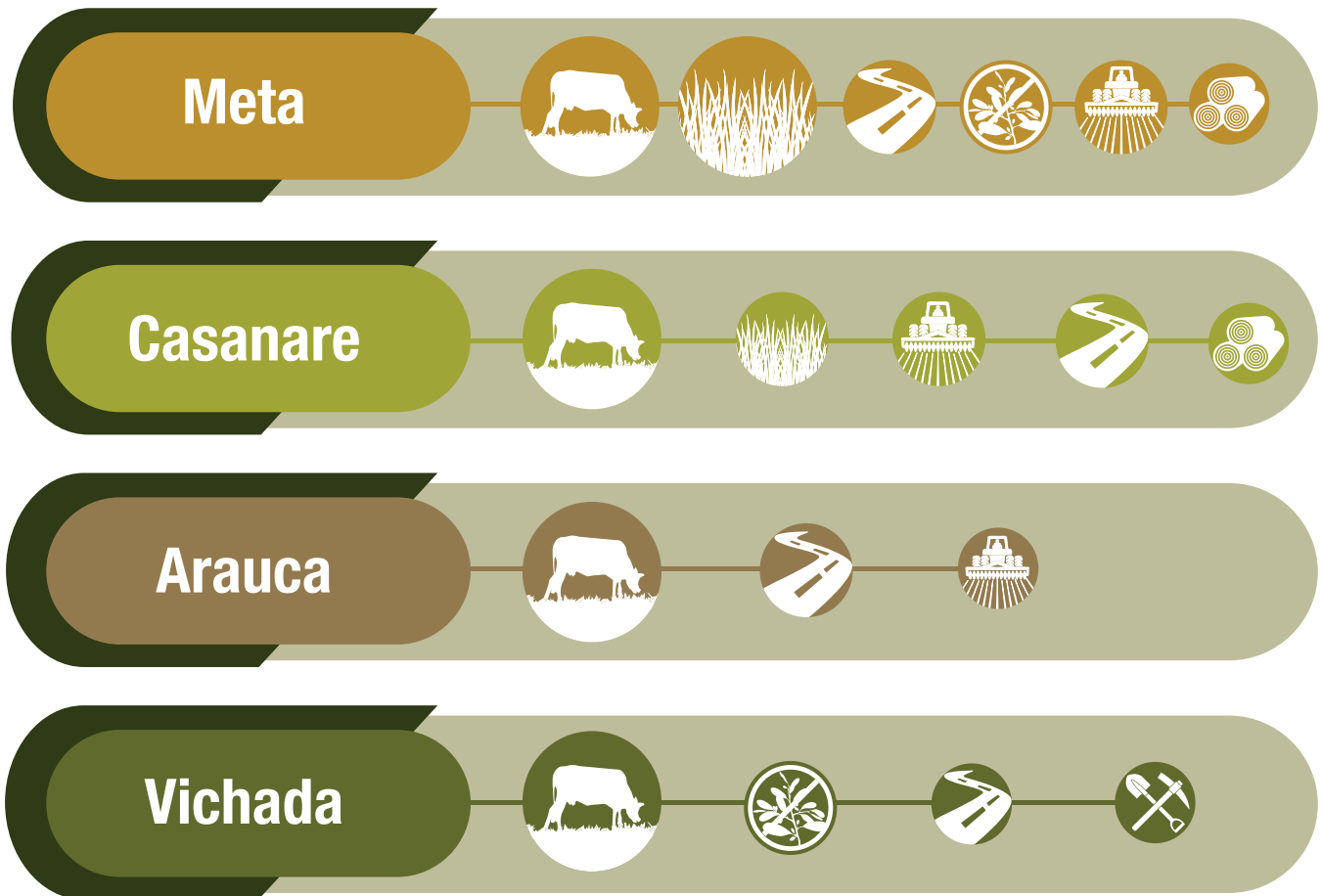
La dinámica de las causas y agentes de deforestación es similar en los cuatro departamentos que conforman la región. No obstante, los patrones de la deforestación, y la importancia de las causas, presentan diferencias en cada caso. La Figura 23 presenta una aproximación a la importancia relativa de las causas directas de la deforestación por departamento, a partir de un análisis descriptivo de aspectos como el área dedicada a la actividad, su importancia económica y su impacto, directo e indirecto, sobre el bosque, entre otras causas.

La praderización con fines de acaparamiento de tierras y/o establecimiento de sistemas de ganadería extensiva, constituye la principal causa directa de la deforestación en los cuatro departamentos. La agricultura es, también, motivo de deforestación, en diferentes escalas, pero el mayor impacto en deforestación está vinculado con la expansión de los cultivos agroindustriales (a excepción del Vichada, donde la actividad agrícola predominante, es de pequeña escala).

De acuerdo con la información de ODC (2020), para 2019, no se identifican áreas con cultivos de coca en Casanare y Arauca; en Vichada tienen tendencia a desaparecer, y en el Meta, presenta tendencia a la reducción desde 2018. La extracción de madera y la extracción de minerales son causas de impacto directo reducido en términos de deforestación.



Figura 23. Principales causas directas de la deforestación en los departamentos de la Orinoquia y su importancia relativa



6.2.1 Departamento del Meta

La principal causa directa de la deforestación en este departamento corresponde a la expansión de la frontera agropecuaria, la cual puede enfocarse en ganadería extensiva/praderización, producción agrícola en diferentes escalas o cultivos de uso ilícito. La expansión de la infraestructura de transporte tiene un importante impacto que se suma a otras causas y afectan, indirectamente, a nuevas áreas de bosque. De otra parte, la extracción de madera genera impactos más puntuales.

Expansión de la frontera agropecuaria

- **Ganadería/Praderización:** el establecimiento de pastos para la ganadería representa una actividad ampliamente arraigada en el departamento y resulta una alternativa económica rentable para productores locales, e

inversionistas provenientes de otras regiones, debido a que sus costos son, relativamente bajos, y hay alta demanda de los productos de la ganadería en el país. La actividad se desarrolla en distintas escalas y la intervención se realiza sobre diferentes tipos de ecosistemas, desde los bosques andinos y del piedemonte de la cordillera oriental hasta los bosques de galería propios de la altillanura afectando, además, el bosque húmedo al sur del departamento, que corresponde a la transición con el bioma amazónico. Los incendios se asocian con el establecimiento de pastizales, actividad destinada a la producción pecuaria extensiva y/o al acaparamiento de tierras.

- **Producción agrícola:** la producción agrícola puede diferenciarse de acuerdo con su escala, según la cual, se encuentran en dos grupos. En primer lugar, la producción agrícola de pequeña escala que se basa en el cul-



tivo de plantas de ciclo corto para la producción de alimentos destinados a la venta y el autoconsumo, entre los que se destacan los cultivos de plátano, maíz, yuca y hortalizas. Los impactos de esta actividad son puntuales, pero pueden requerir mayores extensiones de tierra a medida que los suelos agotan su capacidad productiva. En segundo lugar, se encuentra la producción agrícola industrial, que se caracteriza por intervenir grandes extensiones para el establecimiento de sistemas de monocultivo, principalmente de palma africana, arroz y algunos cítricos.

- **Cultivos de uso ilícito:** los cultivos de coca se presentan principalmente por la presión generada por grupos armados ilegales a los pobladores locales y por la continuidad de esta actividad ante la falta de alternativas productivas viables. De acuerdo con las cifras del monitoreo anual de áreas cultivadas con coca, realizado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (en adelante, UNODC, por sus siglas en inglés). Esta actividad presenta una tendencia de reducción en el departamento del Meta a partir del año 2018, y han sido afectados, principalmente, los municipios de Puerto Rico y Vistahermosa; dentro de las áreas protegidas la afectación continúa principalmente en el PNN Sierra de La Macarena, pero también presenta una tendencia a la reducción desde 2018 (ODC, 2020).

- **Expansión de la infraestructura de transporte:** la construcción de accesos terrestres genera un alto impacto en términos de deforestación, y causan una doble amenaza. Por un lado, afecta directamente los bosques que se remueven para su establecimiento, acelerando la fragmentación de estos y, por otro lado, permite el acceso de otros agentes de deforestación y generan especulación en los precios de la tierra. Este segundo efecto tiene una alta relevancia en el Meta, principalmente al sur del departamento, donde la expansión y/o el mejoramiento de vías de todo nivel (tanto de tipo formal como informal) se

asocia con nuevos frentes de ampliación de la frontera agropecuaria y la deforestación.

- **Extracción de madera:** se considera una causa de menor relevancia, con respecto a emisiones de GEI para el departamento, y consiste en la extracción de madera a través de sistemas informales para el uso local, o su comercialización en diferentes escalas; en este segundo caso, esta extracción se realiza de manera selectiva y se enfoca en especies con alto valor en el mercado. Este procedimiento afecta, especialmente, a los municipios de Vistahermosa, Puerto Rico y Mapiripán.


6.2.2 Departamento del Casanare

La expansión de la frontera agropecuaria para el establecimiento de sistemas de ganadería extensiva constituye la principal causa de la deforestación en Casanare. La agricultura, en sus diferentes escalas, tiene un menor impacto sobre los bosques. Estos procesos de expansión continúan siendo dinamizados por la expansión de la infraestructura de transporte.

Expansión de la frontera agropecuaria

- **Ganadería/Praderización:** la actividad ganadera ha estado, históricamente, ligada al desarrollo económico y cultural del Casanare, a tal punto que es uno de los primeros departamentos en tamaño del hato bovino (número de cabezas) a nivel nacional. Los sistemas de producción son principalmente de tipo extensivo con énfasis en la producción de ganado para carne, que afectan ecosistemas de sabanas naturales y bosques de galería; las mayores capacidades de carga se logran con pastos introducidos que demandan fertilización y prácticas de manejo. Los incendios se asocian con la práctica de quemas para la renovación y el establecimiento de pastizales.

- **Producción agrícola:** la agricultura de pequeña escala se basa en la producción de alimentos destinados al autoconsumo y a la



venta de excedentes; principalmente se cultiva plátano, yuca, maíz y café. Los impactos a esta escala son puntuales, pero pueden requerir mayores extensiones de tierra a medida que los suelos agotan su capacidad. Por su parte, la producción agrícola industrial se caracteriza por intervenir grandes extensiones de tierra para el establecimiento de sistemas de monocultivo, destacándose el arroz y la palma africana; a nivel departamental estos dos monocultivos siguen siendo prioritarios y cuentan con amplios incentivos para su desarrollo, al igual que la ganadería bovina.

- **Expansión de la infraestructura vial asociada a hidrocarburos:** la construcción formal e informal de accesos terrestres en el departamento continúa generando cierto impacto en términos de deforestación. Por un lado, se afectan directamente los bosques que se remueven para su establecimiento, acelerando los procesos de fragmentación y, por otro lado, se permite el acceso de otros agentes de deforestación, principalmente ganaderos y agroindustriales.

- **Expansión de infraestructura asociada a asentamientos:** el crecimiento demográfico de los centros urbanos del departamento, en particular de la ciudad de Yopal, ha generado, en años recientes, una mayor presión sobre los bosques remanentes en las zonas de expansión urbana. Esto se ve potenciado por la necesidad de conectividad entre estos nuevos asentamientos.

- **Extracción de madera:** en las zonas rurales del Casanare aún es común la extracción informal de madera para autoconsumo, siendo usada como combustible o material de construcción. El impacto está más relacionado con la degradación de los bosques que con procesos de deforestación.

6.2.3 Departamento de Arauca

La pérdida de bosques naturales en el departamento de Arauca está directamente relacionada con la expansión de la frontera agro-

pecuaria, específicamente por la producción extensiva de ganado bovino. Estos procesos de expansión se ven dinamizados por la apertura o mejoramiento de la infraestructura vial.

- **Expansión de la frontera agropecuaria (ganadería):** el establecimiento de pastizales dedicados a la ganadería bovina es una de las actividades económicas más representativas del departamento. La actividad ganadera se intensificó y se generalizó en Arauca como producto de los procesos de colonización desde mediados del siglo XX. Actualmente representa el principal uso del suelo, amenazando de manera constante las coberturas de sabana natural y de bosque que presentan un alto grado de fragmentación y se encuentran rodeados por áreas de pastoreo. Se presentan sistemas extensivos de cría y engorde, con bajas capacidades de carga, así como sistemas semi-intensivos que incorporan mayor tecnología relacionada con el manejo de pasturas, genética y sanidad.

- **Expansión de la infraestructura de transporte:** la explotación de hidrocarburos se intensificó en el departamento desde finales del siglo XX, convirtiéndose en uno de los principales sectores de su economía. La expansión de infraestructura vial asociada a la extracción y transporte de hidrocarburos, y a otras actividades productivas, ha dinamizado la economía de la región, pero también ha permitido el acceso a nuevas áreas de bosque con la consecuente deforestación (principalmente para uso agropecuario).

6.2.4 Departamento de Vichada

La expansión de la frontera agropecuaria representa la principal causa directa de la deforestación en Vichada. Está relacionada especialmente con la producción extensiva de ganado bovino y, en algunas zonas, con la producción agrícola en diferentes escalas. Los cultivos de uso lícito permanecen en áreas cada vez más reducidas y con tendencia a su desaparición en el departamento. La extracción de minerales y la expansión de infraes-



estructura vial representan más una amenaza potencial para los bosques remanentes.

Expansión de la frontera agropecuaria:

- **Ganadería extensiva:** la principal actividad productiva del Vichada es la ganadería, que ocupa gran parte de las sabanas naturales que existen en la altillanura. Generalmente se desarrolla en sistemas súper-extensivos (densidades menores a 0,5 cabezas de ganado por hectárea), sin incorporación de tecnología y con bajos niveles de productividad. A pesar del bajo nivel de adaptación que tienen los sistemas productivos a las condiciones de su entorno, esta actividad aún representa una amenaza constante para los bosques de galería presentes en el departamento.

- **Producción agrícola:** la agricultura, a pequeña escala, se encuentra asociada a los asentamientos; se basa en la producción de yuca, maíz, plátano, cultivos de pancoger, entre otros, con fines de subsistencia y con un impacto reducido y disperso sobre los bosques. Se ha fomentado el establecimiento de cultivos agroindustriales en las últimas décadas, dada la alta disponibilidad de obtener tierras a bajo costo. Actualmente, tienen mayor relevancia los monocultivos de palma africana, soya, cacao y plantaciones forestales (pino, acacia, eucalipto y caucho). Estas actividades presionan los bosques asociados a los ecosistemas de sabana a través de quemadas que pueden derivar en incendios forestales, sumada a la expansión de la infraestructura vial para la movilización de los productos.

- **Cultivos de uso ilícito:** de acuerdo con los informes anuales de UNODC la producción de coca en Vichada viene presentando un descenso acelerado desde el año 2009 que a llegó a 245 ha en 2019. No obstante, se debe considerar el potencial de afectación de los cultivos de uso ilícito sobre los bosques del municipio de Cumaribo, en donde se concentra la totalidad de la actividad en el departamento. En este municipio los cultivos de coca per-

manecen en dos núcleos principales, al norte del río Vichada en Palmarito, y al sur, del mismo río, en los centros poblados de Chupave y Puerto Príncipe (ODC, 2020).

- **Extracción de minerales:** la extracción de minerales en el departamento de Vichada se ha convertido en una actividad con interés creciente en los últimos años, particularmente por la existencia de depósitos minerales denominados como: tierras raras. Se presenta extracción de materiales de construcción, minerales raros (coltán, tungsteno) y oro, principalmente en los municipios de Cumaribo (cuenca del río Vichada) y Puerto Carreño (ANM, 2019). Aunque parte de esta actividad se realiza de forma tradicional, y sin afectaciones al paisaje, las prácticas mecanizadas representan una amenaza potencial sobre las coberturas boscosas.

- **Expansión de infraestructura de transporte:** en Vichada se encuentran yacimientos petroleros, los cuales se concentran en las zonas de sabana al norte del departamento (ANH, 2018). Esta actividad puede representar una amenaza potencial para los bosques de galería y sus ecosistemas asociados, debido a que se requieren vías de acceso que, de forma indirecta, pueden permitir la entrada de otros agentes de deforestación.



6.3 Análisis de la relación entre deforestación y expansión ganadera

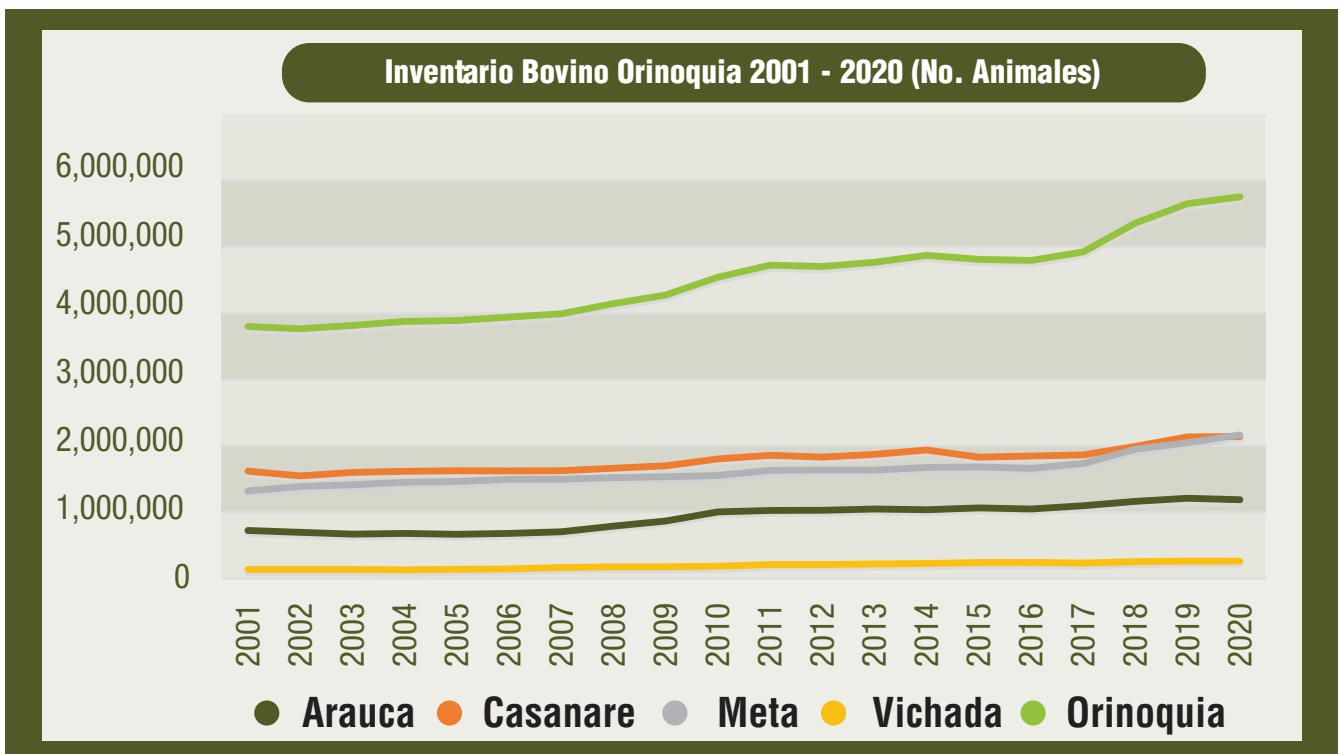
La tendencia histórica del inventario regional y departamental de GEI, indica un aumento en las emisiones regionales para el módulo Afolu a partir del año 2017. Esto coincide con el incremento, tanto del hato ganadero (Figura 24) como de la deforestación (Figura 25), a escala regional, a partir del mismo año. Es importante resaltar que la deforestación en la Orinoquia está condicionada por la magnitud de la expansión ganadera en el departamento

del Meta, especialmente en su zona sur. En este período son evidentes los efectos del proceso de paz con las FARC y la firma del Acuerdo final con el gobierno nacional, a finales de 2016, sobre el acceso y la transformación de los territorios.

En este contexto, se presentan coincidencias entre el incremento del hatu ganadero y la deforestación en zonas específicas de la Orinoquia colombiana. El incremento del hatu ganadero parece estar relacionado con la llegada masiva de grandes cantidades de ganado a nuevas áreas dentro de la región, principalmente en los departamentos del Meta y Casanare; pero también existe la posibilidad que se deba al acceso a zonas antes restringidas por el conflicto armado para la vacunación del ganado contra fiebre aftosa.

La información disponible sobre ganadería, deforestación y emisiones Afolu regionales, permitió identificar tendencias importantes en el comportamiento de estas variables para el período reciente (2015-2019). De los 59 municipios que conforman los cuatro departamentos de la región, seis de ellos presentaron los mayores niveles de deforestación durante este período. De este grupo de municipios clave, cinco pertenecen al departamento del Meta (La Macarena, Mapiripán, Uribe, Puerto Rico y Vistahermosa) y uno al departamento de Vichada (Cumaribo). En general, presentaron grandes incrementos en deforestación, aumento de cabezas de ganado y predios con ganado, entre 2016 y 2019 (Tabla 11).

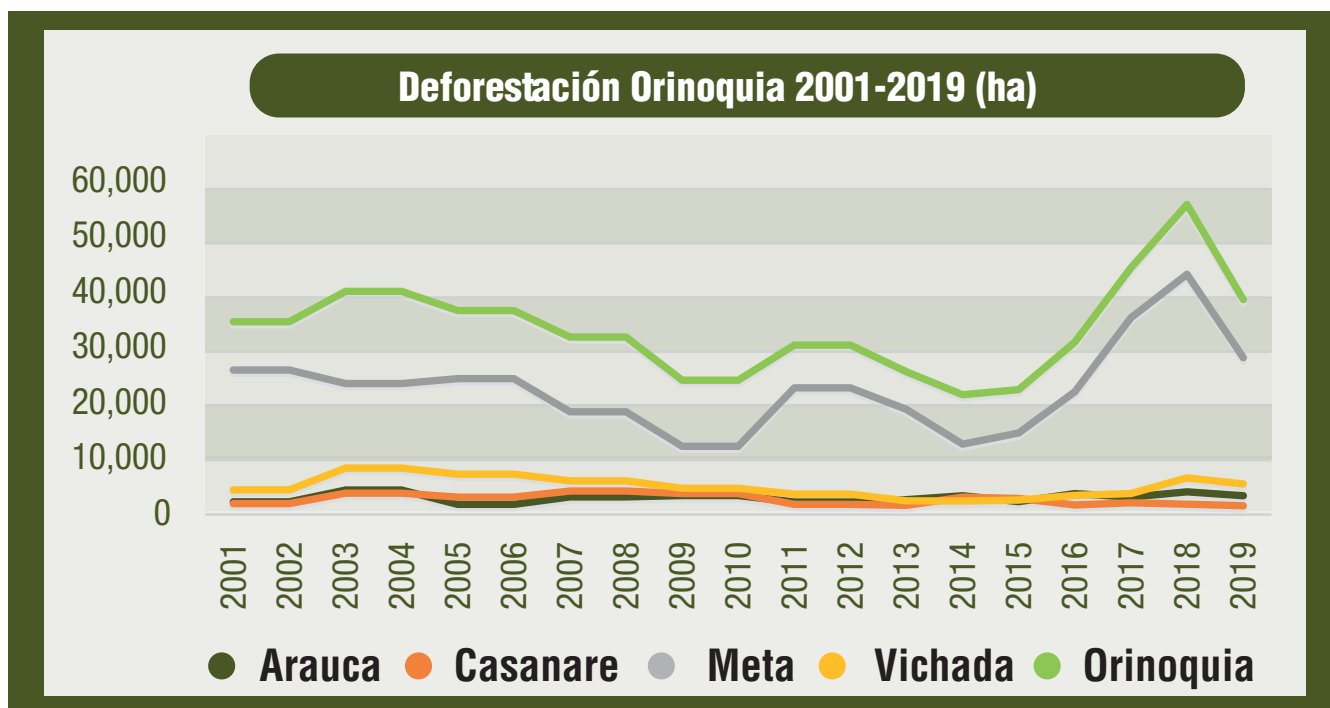
Figura 24. Inventario bovino a escala departamental y regional (Orinoquia), 2001- 2020



Fuente: Fedegán - FNG (2020). Datos 2001-2015; ICA (2020). Datos 2016-2020.



Figura 25. Deforestación anual a escala departamental y regional (Orinoquia), 2001-2019



Fuente: Ideam (2020).

Tabla 11. Deforestación, inventario bovino y predios en los municipios de la Orinoquia con mayor deforestación 2015-2019

Municipio	Deforestación 2015-2019 (ha)	Deforestación 2016 (ha)	Deforestación 2019 (ha)	Cambio (%)	Ganado 2016 (No.)	Ganado 2019 (No.)	Cambio (%)	Predios 2016 (No.)	Predios 2019 (No.)	Cambio (%)
La Macarena	54.216	5.278	11.304	114 %	44.871	163.397	264 %	493	1.500	204 %
Mapiripán	24.112	2.033	8.011	294 %	65.262	108.744	67 %	372	662	78 %
Uribe	22.674	7.405	2.443	-67 %	26.000	57.213	120 %	255	625	145 %
Cumaribo	20.914	3.383	5.251	55 %	46.438	56.604	22 %	489	574	17 %
Puerto Rico	15.542	2.067	2.181	5 %	53.000	82.831	56 %	440	816	85 %
Vistahermosa	13.775	1.192	2.606	119 %	79.000	129.432	64 %	840	1.292	54 %
TOTAL MUNICIPIOS	151.234	21.357	31.796	49 %	314.571	598.221	90 %	2.889	5.469	89 %
REGIÓN	197.062	31.775	39.618	25 %	4.796.549	5.652.538	18 %	38.138	44.285	16 %
Participación municipios	76,7 %	67,2 %	80,3 %		6,6 %	10,6 %		7,6 %	12,3 %	

Fuente: elaboración propia con información de Ideam (2020) para deforestación y de ICA (2020) para ganado y predios.

En el período 2015-2019, estos seis municipios concentraron el 77 % de la deforestación regional acumulada, pasando del 67 % en 2016 al 80 % en 2019. Se observan importantes incrementos de deforestación en La Macarena, Mapiripán y Vistahermosa, que son zonas reportadas en forma recurrente como núcleos de alta deforestación (NAD). También se destacan los incrementos en cabezas de ganado y predios con ganado en La Macarena y Uribe, pero en este último caso, se redujo la deforestación en el mismo período. Esto se puede deber a que parte del ganado se vacuna en el municipio, pero luego pasa a nuevas fincas en otros municipios como La Macarena. Se considera preocupante la situación de La Macarena, teniendo en cuenta que la mayor parte de su territorio corresponde a áreas protegidas.

Finalmente, es importante resaltar que en estos seis municipios aumentó en 90 % el inventario ganadero y en 89 % los predios con ganado en el período 2015-2019, frente a incrementos regionales del 18 % y el 16 %, respectivamente, para el mismo período. Para el año 2019, los municipios priorizados concentraron, solamente, el 11 % de las cabezas de ganado y el 12 % de los predios con actividad ganadera en la región de la Orinoquia.

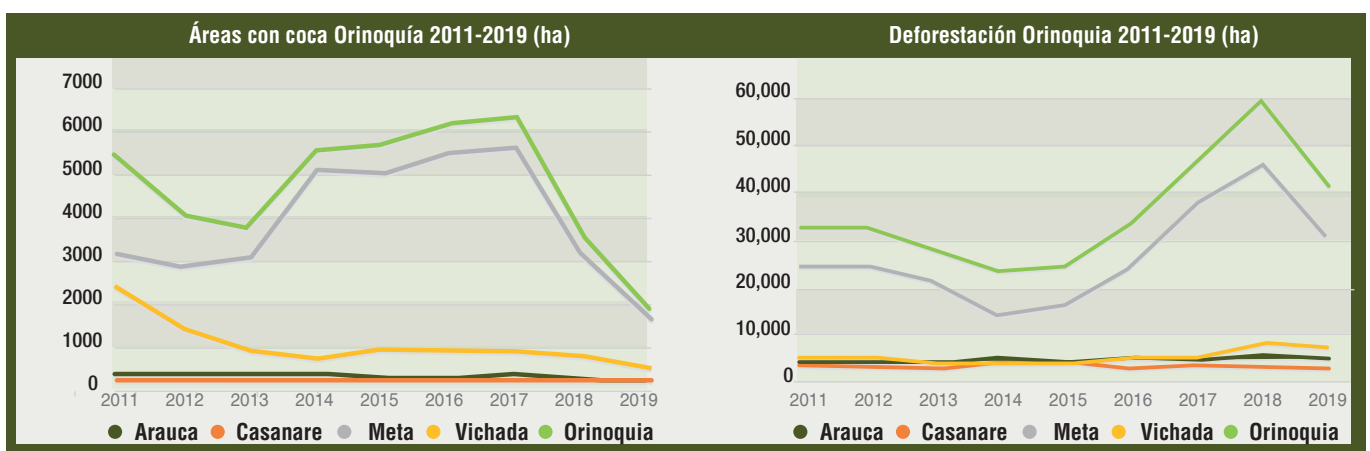


6.4 Análisis de la relación entre deforestación y cultivos de coca

En la Figura 26 se observa el comportamiento de las áreas con cultivos de coca en la Orinoquia (total regional y departamentos) comparando la deforestación con el período 2011-2019⁹. De acuerdo con la información generada anualmente por el Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos (en adelante, Simci) de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), los cultivos de uso ilícito han disminuido, ampliamente en la región, desde 2017, solo con persistencia en algunas zonas del departamento del Meta, especialmente en los municipios de Puerto Rico y Vistahermosa, y en el municipio de Cumaribo (Vichada). Casanare no tuvo presencia de cultivos de coca en este período y Arauca alcanzó cero afectaciones en 2019 (ODC, 2020). Por tanto, el cultivo de coca tiene cada vez menor relevancia como causa de la deforestación en la Orinoquia.

Los mismos municipios que concentraron la deforestación en la región (80 % en 2019), concentraron las áreas cultivadas con coca (97,5 % en 2019). No obstante, en estos municipios se ha presentado una amplia reducción

Figura 26. Áreas con cultivo de coca y deforestación anual a escala departamental y regional (Orinoquia), 2011-2019



Fuente: ODC (2020). Datos para coca; Ideam (2020). Datos para deforestación.

⁹ Este período es más corto que el utilizado en el análisis para ganadería porque la serie de coca solo es metodológicamente comparable a partir del año 2011.



en la expansión de este cultivo entre 2016 y 2019, equivalente al 72% en área (igual a la reducción regional). Como se comentó con anterioridad, la mayor persistencia del cultivo

se da en los municipios de Puerto Rico y Vistahermosa (Meta), principalmente en áreas que pertenecen al PNN Sierra de La Macarena (Tabla 12).

Tabla 12. Deforestación y áreas cultivadas con coca en los municipios de la Orinoquia con mayor deforestación 2015-2019

MUNICIPIO	Deforestación 2015-2019 (ha)	Deforestación 2016 (ha)	Deforestación 2019 (ha)	Cambio (%)	Área coca 2016 (ha)	Área coca 2019 (ha)	Cambio (%)
La Macarena	54.216	5.278	11.304	114 %	1.635	178	-89 %
Mapiripán	24.112	2.033	8.011	294 %	338	135	-60 %
Uribe	22.674	7.405	2.443	-67 %	202	5	-98 %
Cumaribo	20.914	3.383	5.251	55 %	699	245	-65 %
Puerto Rico	15.542	2.067	2.181	5 %	1.593	617	-61 %
Vistahermosa	13.775	1.192	2.606	119 %	1.451	488	-66 %
TOTAL MUNICIPIOS	151.234	21.357	31.796	49 %	5.919	1.668	-72 %
REGIÓN	197.062	31.775	39.618	25 %	6.172	1.711	-72 %
Participación municipios	76,7 %	67,2 %	80,3 %		95,9 %	97,5 %	

Fuente: elaboración propia con información de Ideam (2020) para deforestación y de ODC (2020) para áreas cultivadas con coca.



6.5 Análisis de la relación entre deforestación y accesibilidad terrestre

Una de las principales causas con las cuales se ha relacionado, históricamente, la deforestación en el país es la ampliación y/o el mejoramiento de accesos viales. A través de los análisis espaciales desarrollados por el SMB-yC del Ideam, fue posible identificar la relación de distancia entre las áreas deforestadas durante el período 2010-2019 y las vías en la Orinoquia; con este fin se utilizaron las capas de cambio de cobertura boscosa generadas anualmente por el SMB-yC y la capa oficial de vías del año 2019 disponible en el geoportal del Instituto geográfico Agustín Codazzi (en adelante, IGAC). En la Tabla 13 se observa que durante el período analizado (2010-

2019) la mayor cantidad de área deforestada se identificó entre 1 y 5 kilómetros de distancia de una vía (123.789 ha, correspondientes al 41,4 % del total deforestado en la región). En términos generales existe una tendencia de menor área deforestada a medida que aumenta la distancia a las vías terrestres. El 92 % de la deforestación regional se presentó a una distancia en vías de hasta 10 km y del 98 % hasta 20 km.

El SMB-yC del Ideam ha desarrollado la interpretación de accesibilidad terrestre en zonas priorizadas con el fin de caracterizar su relación con las dinámicas de deforestación. En la región de la Orinoquia se cuenta con información de accesos terrestres en los principales núcleos de alta deforestación (NAD) de la región: zona suroccidental del Meta y municipio de Mapiripán (Meta).

Tabla 13. Deforestación (2010-2019) por rangos de distancia a vías terrestres (2019) en la Orinoquia

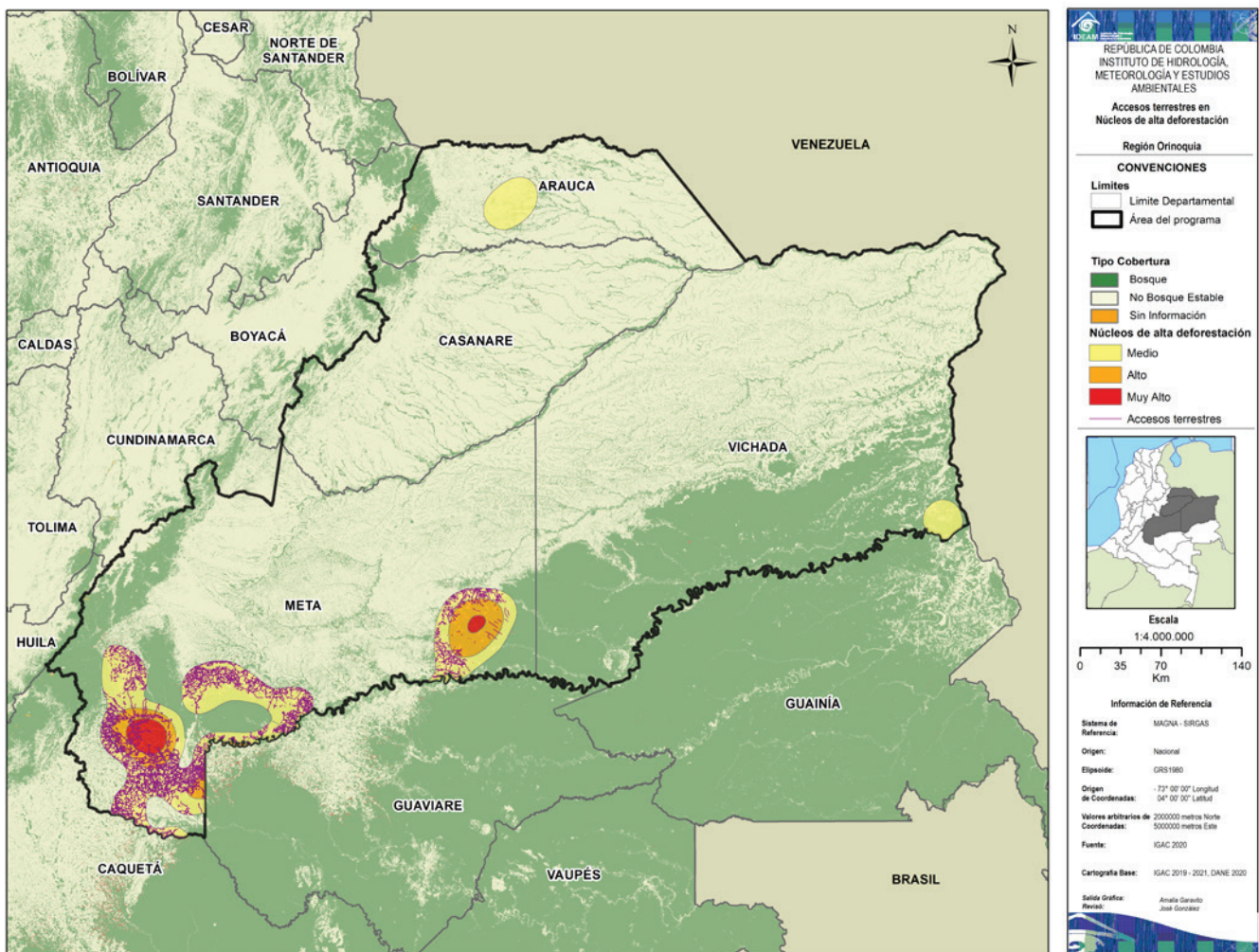
Rango de distancia a vías	Deforestación (ha)	Deforestación (%)	Deforestación acumulada (%)
< 1 km	107.633	36,0 %	
> 1 km y < 5 km	123.789	41,4 %	77,4 %
> 5 km y < 10 km	42.823	14,3 %	91,7 %
> 10 km y < 20 km	17.562	5,9 %	97,6 %
> 20 km	7.217	2,4 %	100,0 %

Fuente: elaboración propia con información de Ideam (2020) para deforestación y de IGAC (2019) para vías.

Al analizar la relación espacial entre la distancia a los accesos terrestres y las áreas deforestadas en los NAD principales (Figura 27), se identificó que la mayoría de las áreas transformadas durante el período 2010-2019 (78,3 %) se encuentran ubicadas a menos de 1 km de distancia de los accesos, y el 97 % de

la deforestación se acumuló hasta una distancia de 5 km de los accesos (Tabla 14). Si se comparan los resultados obtenidos en relación con accesos terrestres a nivel de NAD y vías a escala regional, se evidencia una mayor proporción de áreas deforestadas en los NAD dentro de distancias más cortas a los accesos terrestres.

Figura 27. Accesos terrestres en los principales NAD de la Orinoquia



Fuente: elaboración propia con datos de Ideam (2020).



Tabla 14. Deforestación (2010-2019) por rangos de distancia a accesos terrestres en los principales NAD de la Orinoquia

Rango de distancia a vías	Deforestación (%)	Deforestación acumulada (%)
< 1 km	78,3 %	
> 1 km y < 3 km	14,1 %	92,4 %
> 3 km y < 5 km	4,4 %	96,8 %
> 5 km y < 10 km	2,1 %	98,9 %
> 10 km y < 20 km	1,1 %	100,0 %
> 20 km	0,0 %	100,0 %

Fuente: elaboración propia con información de Ideam (2020) para deforestación y de IGAC (2019) para vías.



6.6 Análisis de la relación entre deforestación y dinámicas poblacionales

La información más reciente del CNPV (DANE, 2018) indica un nivel de permanencia alto de la población rural dispersa dentro del mismo departamento de la región. En los cinco años anteriores a la realización del censo, el 88,8 % de los habitantes rurales del Meta, el 95,3 % de Arauca, el 93,3 % de Casanare y el 97,1 % de Vichada, permanecieron en su mismo departamento. Comparado con los otros tres departamentos, la población rural del Meta tiene mayores dinámicas migratorias, siendo un caso excepcional el resultado del municipio de La Macarena, donde

solamente el 75,8 % de la población rural dispersa permaneció en el mismo lugar en ese período de cinco años. Esto puede evidenciar alguna relación con los procesos de deforestación, debido a que, en el Meta, y particularmente en La Macarena, se ubica el principal núcleo de alta deforestación de la Orinoquia. Al analizar la relación entre las áreas deforestadas y la distancia a los asentamientos a escala regional (Tabla 15), utilizando la información oficial de centros poblados (DANE, 2016) y las capas de cambio de la cobertura de bosque natural del SMyC (Ideam, 2020), se identificó que la deforestación para el período 2010-2019 tuvo menor relevancia en las áreas más cercanas a los asentamientos, estando concentrada en distancias superiores a 5 km (84,8 % de la deforestación). ■

Tabla 15. Deforestación (2010-2019) por rangos de distancia a asentamientos (2016) en la Orinoquia

Rango de distancia a asentamientos	Deforestación (ha)	Deforestación (%)	Deforestación acumulada (%)
< 1 km	2.748	0,9 %	
>1 km y < 5 km	42.824	14,3 %	15,2 %
> 5 km y < 10 km	79.080	26,4 %	41,7 %
> 10 km y < 20 km	104.733	35,0 %	76,7 %
> 20 km	69.640	23,3 %	100,0 %

Fuente: elaboración propia con información de Ideam (2020) para deforestación y de DANE (2016) para asentamientos.

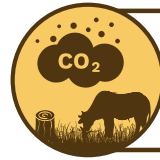
7

Caracterización de las Causas y Agentes de las Emisiones Afolu Regionales





En el área del proyecto “Desarrollo sostenible bajo en carbono en la región de la Orinoquia - Fondo Biocarbono”, la caracterización de emisiones Afolu pasa, necesariamente, por el estudio de las causas y agentes de la deforestación y de su relación con los procesos de expansión de la frontera agropecuaria, con especial referencia al crecimiento de la ganadería bovina. Esta actividad tiene un doble papel como fuente principal de las emisiones regionales; por un lado, se encuentran las emisiones directas por el incremento en el tamaño del hato ganadero y los procesos de fertilización nitrogenada de los suelos para el establecimiento y sostenimiento de las praderas, y por el otro las emisiones indirectas originadas en el cambio de las coberturas naturales, principalmente de bosque natural, para el establecimiento de pastizales. A continuación, se describen las principales causas directas, causas subyacentes, agentes y cadenas de eventos de las emisiones Afolu de GEI identificadas en la región.



7.1 Causas directas de las emisiones Afolu

De acuerdo con los análisis, y considerando el papel de la deforestación y la ganadería como fuentes de emisión más relevantes, se identifican seis causas directas principales de las emisiones AFOLU en la Orinoquia: 1) expansión de la frontera agropecuaria: ganadería; 2) expansión de la frontera agropecuaria: praderización; 3) expansión de la frontera agropecuaria: cultivos industriales; 4) expansión de la frontera agropecuaria: cultivos de uso ilícito; 5) expansión de la infraestructura de transporte; y 6) extracción de madera. La relación entre las causas directas y las subcategorías del inventario regional de GEI (actualizado al año 2018) se presenta en la Tabla 16.



Tabla 16. Relación entre las causas directas de emisiones Afolu regionales y las subcategorías del inventario de GEI

Causa directa de emisiones Afolu	Subcategoría Afolu inventario regional GEI*
Expansión de la frontera agropecuaria: ganadería	3A1a Fermentación entérica de ganado bovino 3C4 Emisiones directas de N₂O 3C5 Emisiones indirectas de N₂O 3A2a Gestión del estiércol de ganado bovino 3C1c Emisiones por incendios en pastizales 3C6a Gestión de estiércol indirecto de ganado bovino
Expansión de la frontera agropecuaria: praderización	3B3bi Bosque que se convierte en pastizal (deforestación) 3C1a Emisiones por incendios en bosque
Expansión de la frontera agropecuaria: cultivos industriales	3C7 Cultivo de arroz 3C4 Emisiones directas de N₂O 3C5 Emisiones indirectas de N₂O 3B2bi Bosque que se convierte en cultivos (deforestación) 3B2a Tierras de cultivo que permanecen como tales (emisiones por renovación de cultivos permanentes) 3B2axi Otro (emisiones de suelos orgánicos e incendios en cultivos) 3C1b Emisiones por incendios en cultivos
Expansión de la frontera agropecuaria: cultivos de uso ilícito	3B1aii1 Bosque que se convierte a otras tierras forestales 3B1aii2 Dinámica en otra vegetación leñosa 3C4 Emisiones directas de N ₂ O 3C5 Emisiones indirectas de N ₂ O 3B2bi Bosque que se convierte en cultivos (deforestación)
Expansión de la infraestructura de transporte	3B3bi Bosque que se convierte en pastizal (deforestación) 3B1aii1 Bosque que se convierte a otras tierras forestales 3B2bi Bosque que se convierte en cultivos (deforestación) 3B6bi Bosque que se convierte en otras tierras 3B5bi Bosque que se convierte en asentamientos
Extracción de madera	3B1aii1 Bosque que se convierte a otras tierras forestales (puede incluir deforestación/degradación por tala selectiva) 3B1aii2 Dinámica en otra vegetación leñosa 3B1ai Bosque que permanece (degradación por consumo de leña) 3B1aiii Dinámica en plantaciones forestales

Fuente: elaboración propia con información del inventario regional y departamental de GEI (2018).

* El tamaño y el resaltado del texto indican una mayor importancia de la subcategoría dentro del inventario regional de GEI.



Cuando el análisis de las causas de deforestación (Figura 23) se traduce a una caracterización de las causas de emisiones de GEI (Figura 28) cambia la magnitud y el orden de importancia de algunas actividades. La conversión de bosques a pastos constituye la principal causa directa de las emisiones Afolu en el Meta y Vichada, mientras que, en Casanare y Arauca, es la ganadería, que incrementa emisiones por fermentación entérica y, en menor medida, por procesos de fertilización nitrogenada a las pasturas, quema de biomasa y gestión del estiércol de los bovinos.

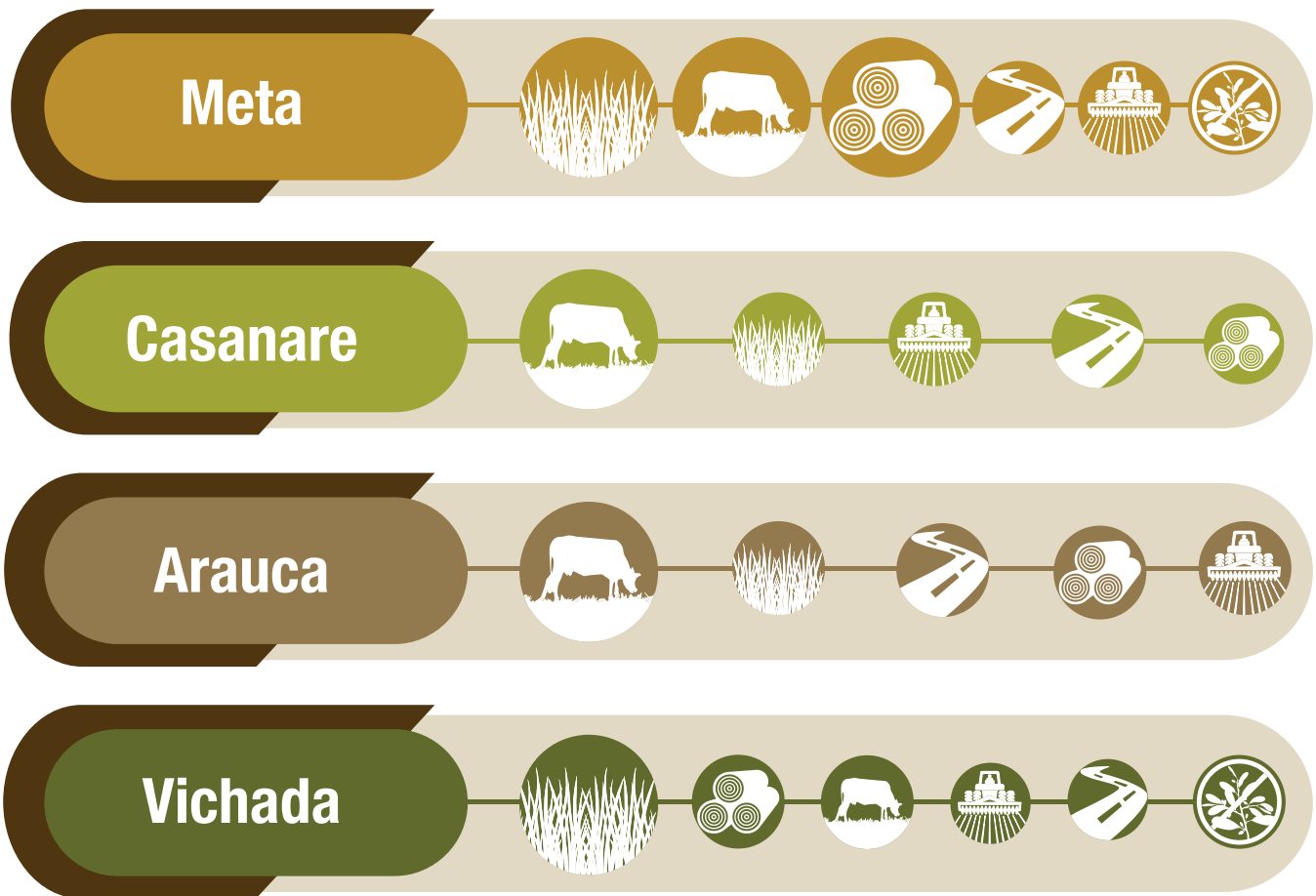
La extracción de madera que lleva a procesos de deforestación y degradación, por disminución de los contenidos de carbono, cobra mayor relevancia, especialmente en el depar-

tamento del Meta. La expansión de la infraestructura de transporte tiene bajas emisiones directas, pero dinamiza el avance de las otras causas hacia nuevas áreas de transformación.

La producción agrícola industrial es una actividad económica importante en la Orinoquia, pero tiene un menor peso en las emisiones regionales cuando se compara con otras causas.

Finalmente, la expansión de la frontera agropecuaria por cultivos de uso ilícito se considera una causa menor de emisiones directas, con permanencia en el departamento de Meta (y con tendencia a desaparecer en Vichada), pero que aún genera un efecto indirecto importante al dinamizar la expansión de otras actividades agropecuarias más emisoras.

Figura 28. Principales causas directas de las emisiones Afolu en cada departamento de la Orinoquia y su importancia relativa



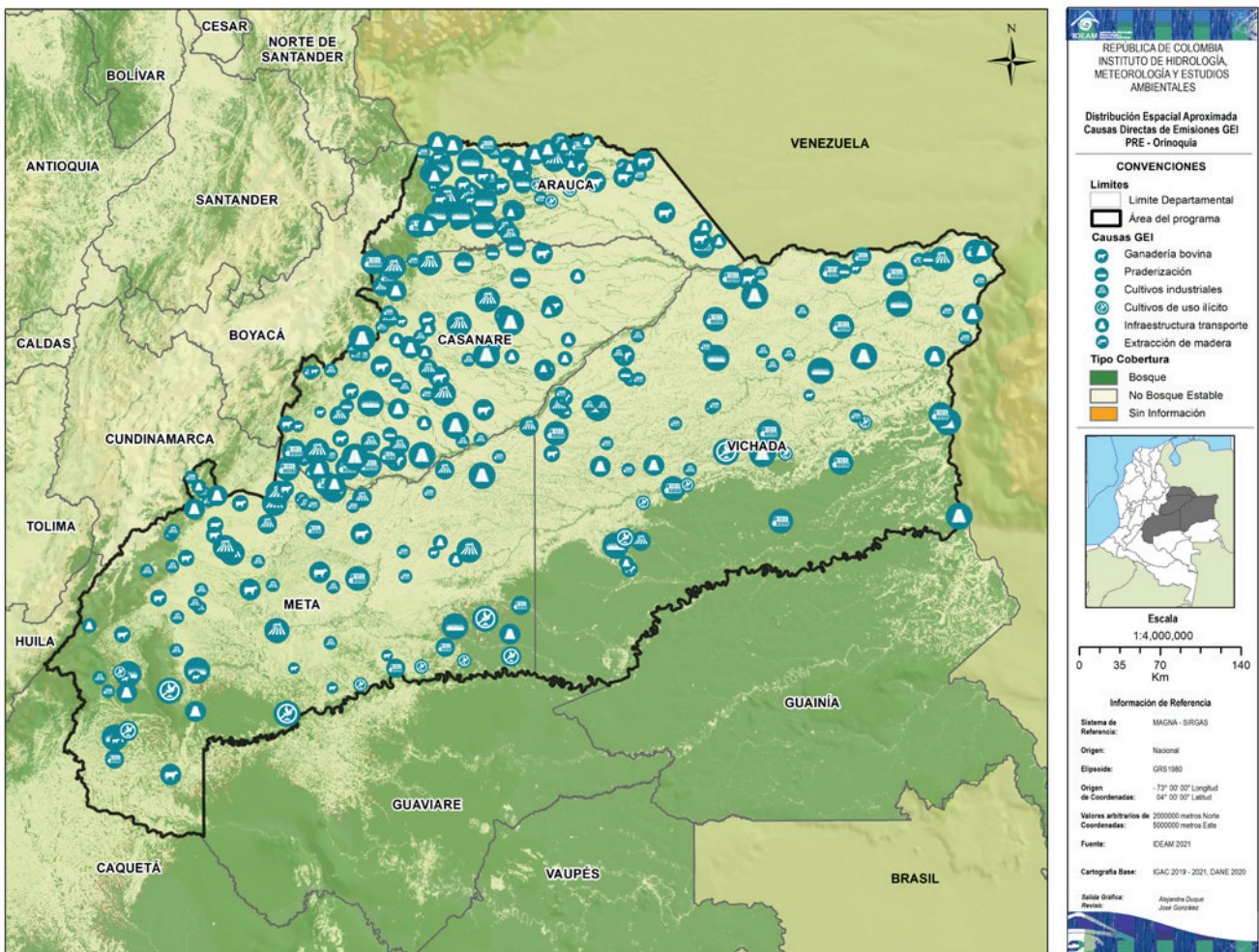
La aproximación y distribución espacial de estas seis causas directas de emisiones en la región, se observa en la Figura 29, y con mayor detalle, a escala departamental, en las figuras 30, 31, 32 y 33. Los resultados sistematizados y analizados permitieron la generación de los mapas con la ubicación de 321 puntos que describen la distribución aproximada de las seis causas directas principales de emisiones de GEI para el sector Afolu en la región de la Orinoquia. La causa, con mayor representación espacial, de acuerdo con el nivel de puntos, fueron los cultivos industriales (24 % de las ubicaciones), seguida por la extracción de madera (23 %); ganadería (18 %); infraestructura de transporte (18 %); praderización (11 %) y cultivos de uso ilícito (6 %).

Se identificó una concentración de las ubicaciones de las causas en las zonas de piedemonte de los departamentos de Arauca,

Casanare y Meta, especialmente de la expansión de la frontera agropecuaria por ganadería, praderización y cultivos industriales. Los cultivos de coca se ubicaron en la zona sur de los departamentos del Meta y Vichada, donde en forma conjunta con la praderización y la ganadería extensiva han generado importantes procesos de deforestación, incluso con afectación al interior de las áreas protegidas (parques nacionales y otras).

En la altillanura y áreas de sabana natural, características del bioma orinocense, también se identificó una importante presencia de las causas y su expansión hacia el oriente. Los ejes de la transformación (histórica y actual) se relacionan con la infraestructura de transporte, tanto por la expansión de vías terrestres como por la navegabilidad de los principales ríos de la región.

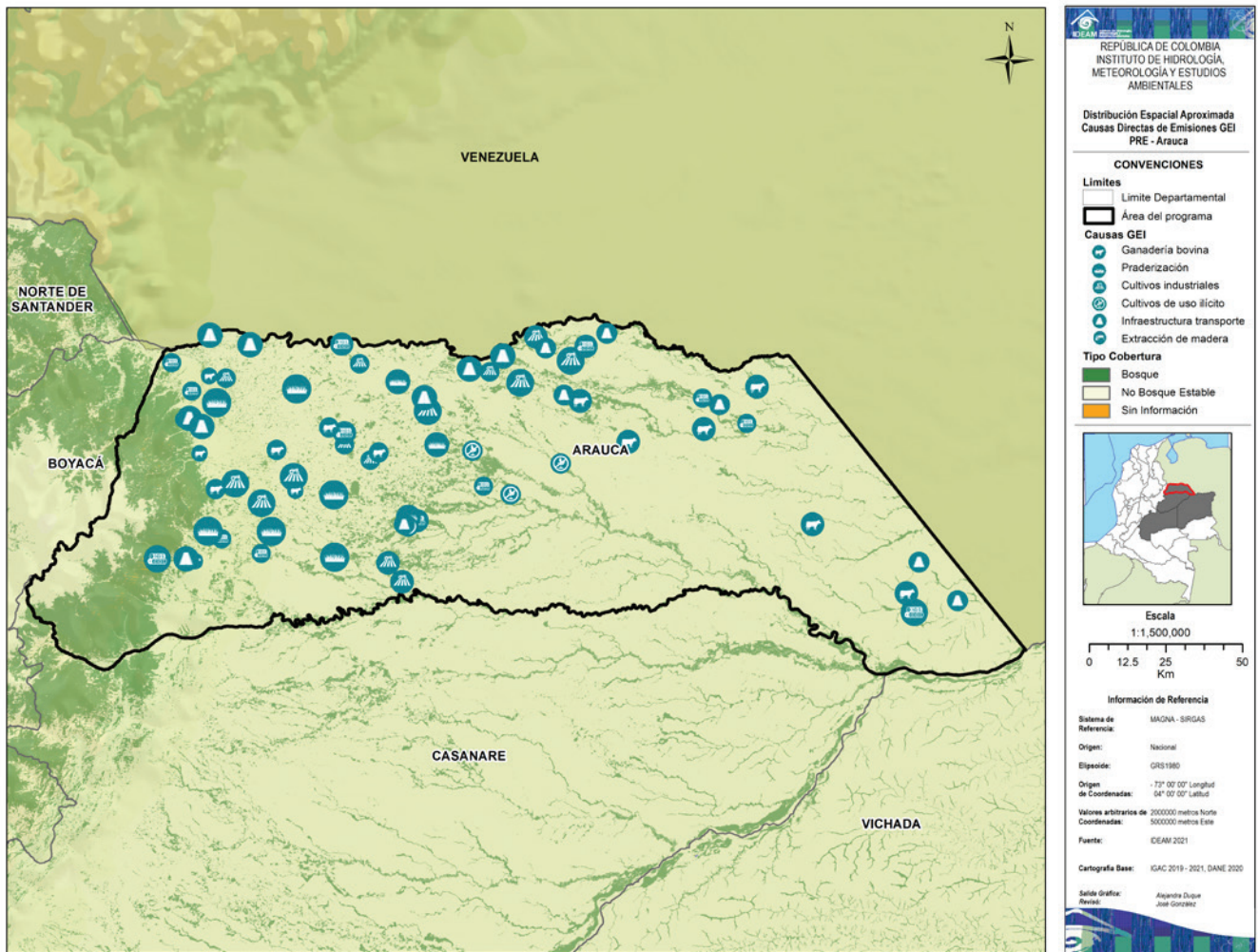
Figura 29. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en la región de la Orinoquia



Fuente: elaboración propia a partir de cartografía social con actores regionales.



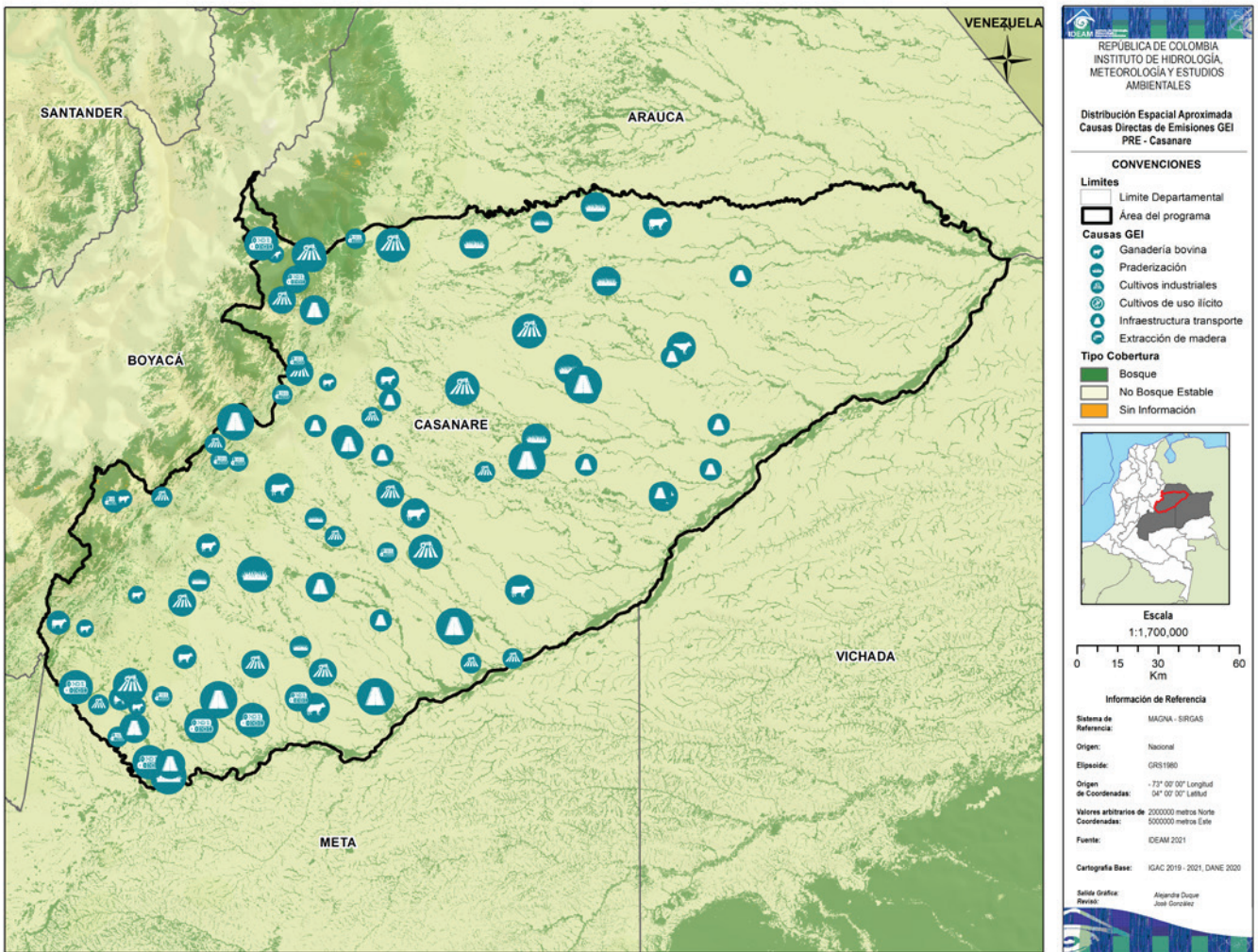
Figura 30. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Arauca



Fuente: elaboración propia a partir de cartografía social con actores regionales.



Figura 31. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Casanare

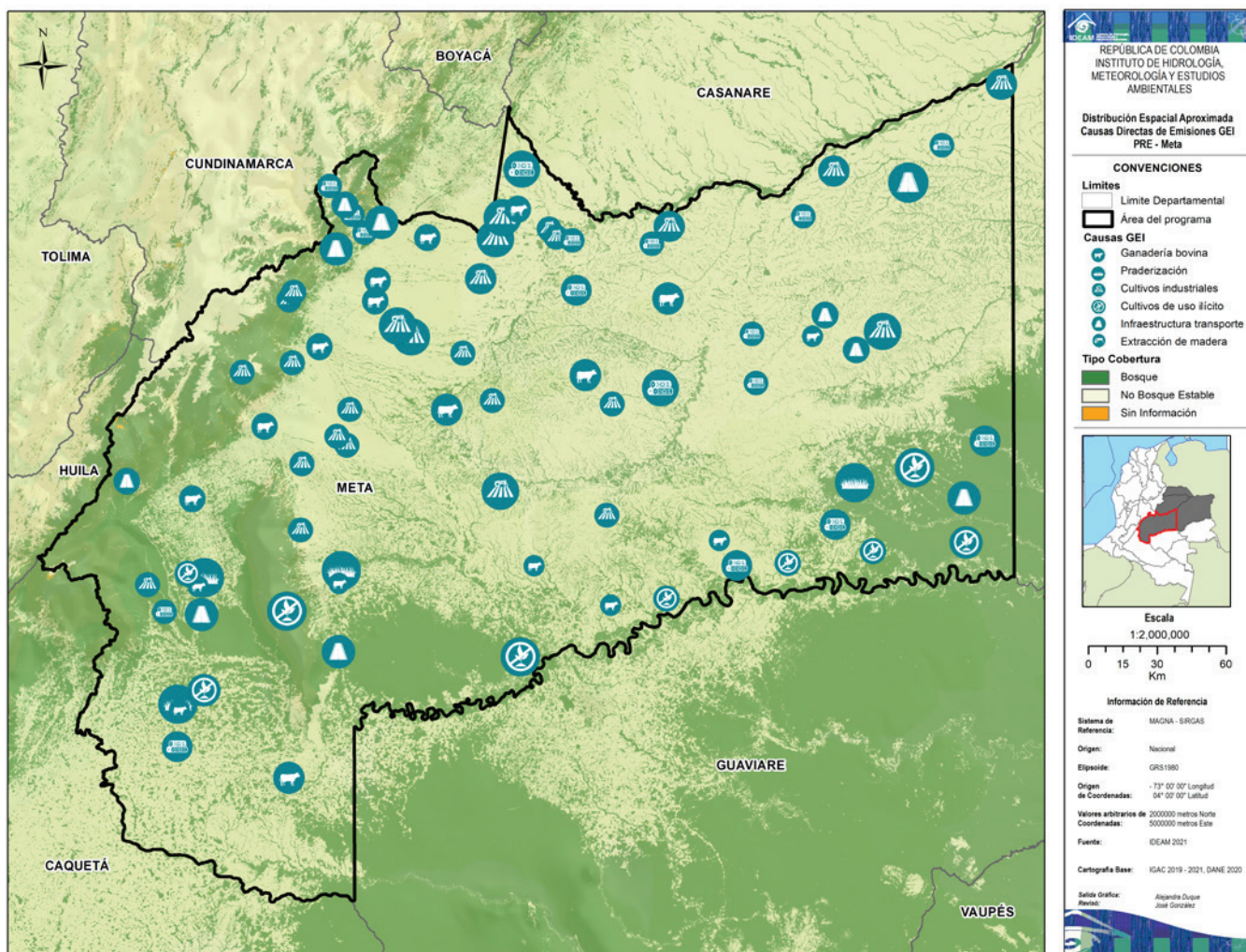


Fuente: elaboración propia a partir de cartografía social con actores regionales.





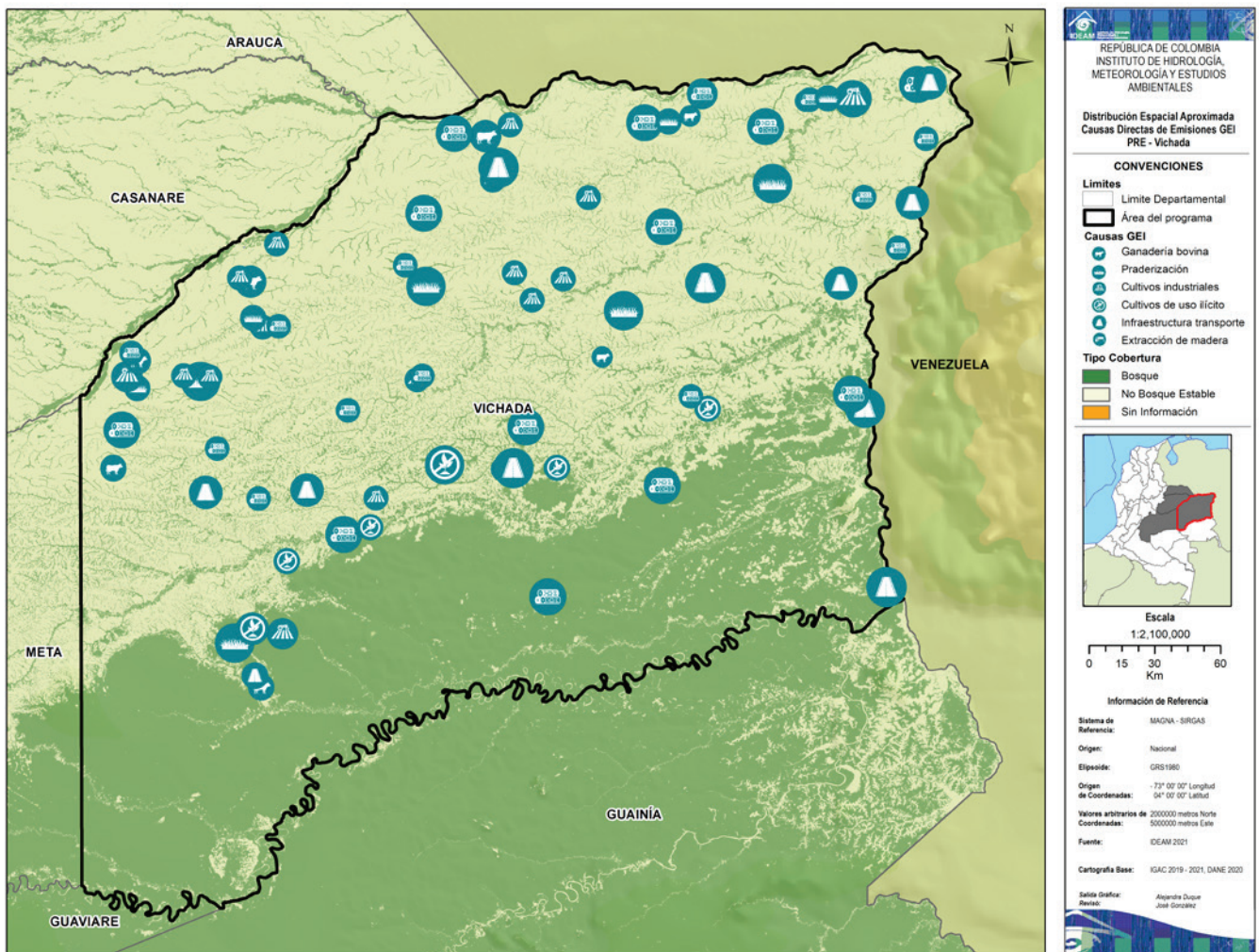
Figura 32. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Meta



Fuente: elaboración propia a partir de cartografía social con actores regionales.



Figura 33. Distribución espacial de las causas directas de las emisiones Afolu en el departamento de Vichada



Fuente: elaboración propia a partir de cartografía social con actores regionales.

7.1.1 Expansión de la frontera agropecuaria: ganadería

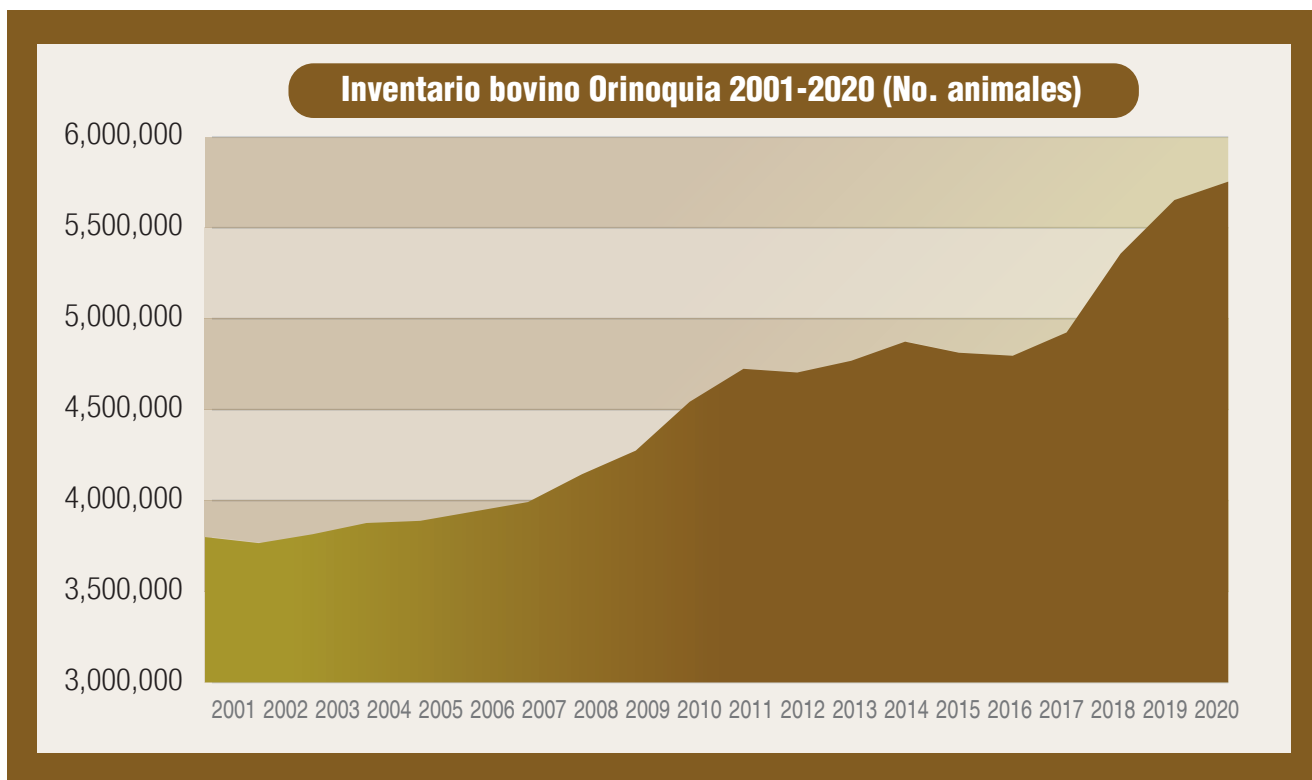
Corresponde al establecimiento y expansión de sistemas de producción de ganado bovino que lleva principalmente a la generación de emisiones de metano por procesos de fermentación entérica, los cuales se relacionan de forma directa con el tamaño del hato (número de animales), su distribución etaria y fin productivo. Igualmente, las quemadas para la renovación de las pasturas y la fertilización nitrogenada para el crecimiento de los pastos mejorados complementan las emisiones de GEI de los sistemas ganaderos. Finalmente,

esta causa incluye algunas emisiones menores (directas e indirectas) relacionadas con la gestión del estiércol de los bovinos.

El tamaño del hato ganadero bovino en la región presenta una clara tendencia de incremento desde el año 2001, con una mayor tasa de crecimiento a partir de 2017 (Figura 34). Esto coincide, como se analizó con anterioridad, con las mayores tasas de deforestación en la zona suroccidental del departamento del Meta y el municipio de Mapiripán (principales NAD de la región) durante el período reciente (2017-2020).



Figura 34. Comportamiento del inventario de ganado bovino en la región de la Orinoquia 2001-2020



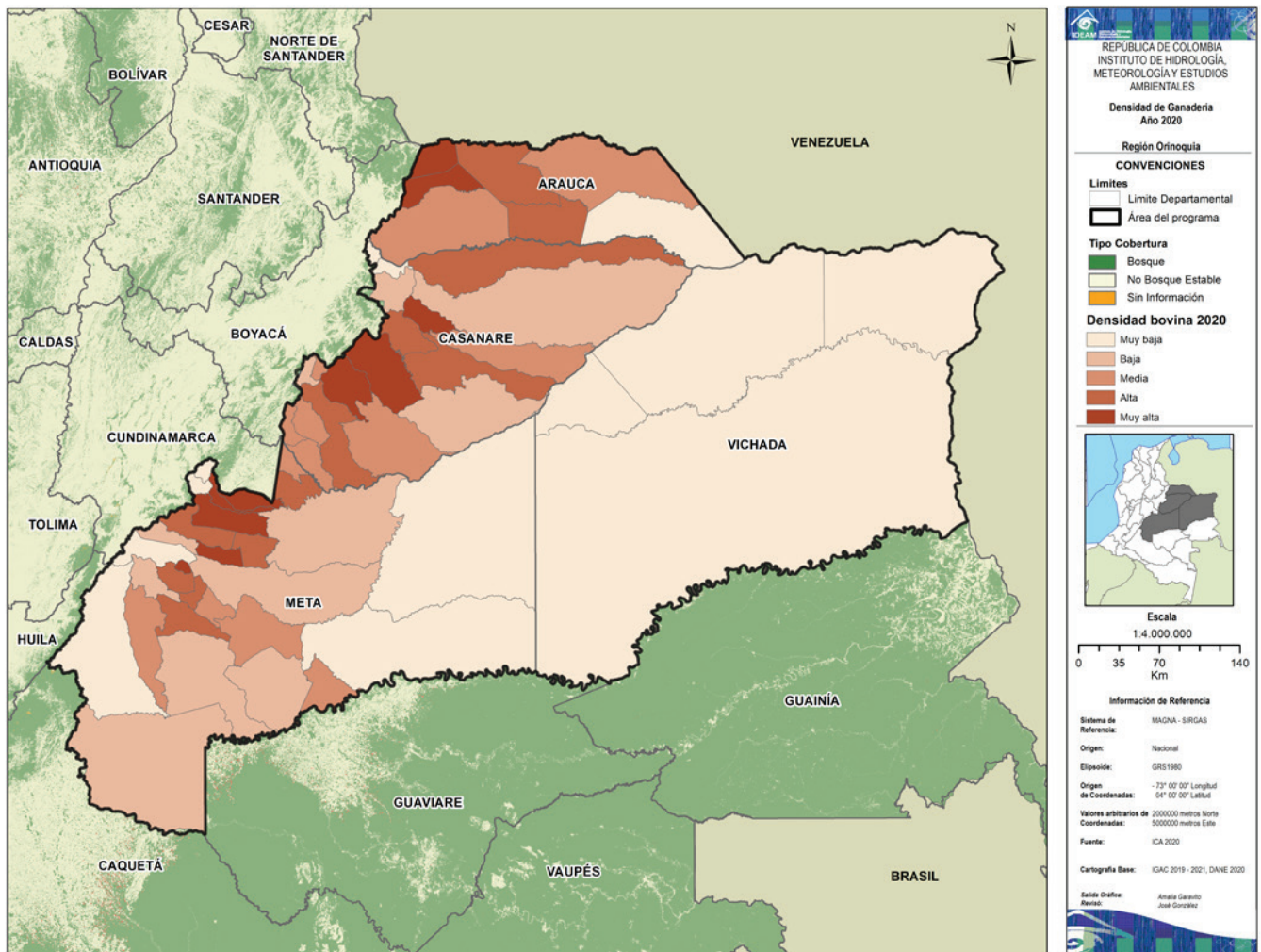
Fuente: Fedegán - FNG (2020)- Datos 2001-2015; ICA (2020). Datos 2016-2020.

En la Figura 35 se puede observar la densidad de cabezas de ganado bovino por unidad de área para cada uno de los 59 municipios que conforman la región de la Orinoquia. Los departamentos de Arauca, Casanare y Meta presentan zonas con mayor densidad ganadera, principalmente en la zona occidental correspondiente al ecosistema de piedemonte, que

coincide con las áreas que presentan mayor intervención antrópica en la región. El departamento de Vichada registra una densidad ganadera baja en todos sus municipios, lo cual puede asociarse con la escasa infraestructura vial en la zona que dificulta el transporte de los productos derivados de esta actividad.



Figura 35. Densidad de cabezas de ganado bovino por municipio de la Orinoquia



Fuente: elaboración propia con datos de ICA (2020).

7.1.2 Expansión de la frontera agropecuaria: praderización

Hace referencia al cambio de coberturas naturales (principalmente bosques) a pastos, lo que genera una mayor cantidad de emisiones por el cambio de uso de la tierra y por las quemadas que frecuentemente se utilizan en el proceso. En forma general, los nuevos lotes deforestados se expanden a partir de áreas ya transformadas, destinando su uso al acaparamiento de tierras o al establecimiento de nuevas zonas de pastoreo de ganado bovino.

De acuerdo con la clasificación de coberturas bajo la metodología *Corine Land Cover* (en adelante, CLC) a escala 1:100.000, la Tabla

17 presenta información de las coberturas asociadas a pastos y herbazales para los años 2012 y 2018. Los pastos limpios (equivalentes a pastos introducidos con prácticas de manejo), aumentaron su área en casi un millón de ha en el período de seis años, mientras que los mosaicos de pastos y cultivos, pastos arbolados y pastos enmalezados redujeron su área en el mismo periodo. Los herbazales, que corresponden principalmente a coberturas de sabanas naturales, se redujeron en 1.361.256 ha durante este período. Lo anterior permite identificar una tendencia de transformación de las coberturas naturales de herbazales y la introducción de pasturas mejoradas en la Orinoquia.



Tabla 17. Distribución de coberturas CLC relacionadas con pastos y herbazales en la Orinoquia (años 2012 y 2018)

Cobertura CLC (nivel 3)	2012 (ha)	2018 (ha)
Pastos limpios	2.070.108	3.047.469
Pastos arbolados	54.901	48.731
Pastos enmalezados	179.297	175.271
Mosaico de pastos y cultivos	429.659	352.662
Mosaico de pastos con espacios naturales	479.243	592.812
Herbazales	11.262.603	9.901.347

Fuente: elaboración propia con información de Ideam (2021).

Por su parte, la información de las matrices de cambio de coberturas en la Orinoquia para los años 2000, 2010 y 2018, generada por el SMByC del Ideam (en el marco de la construcción del PRE) mediante la cuantificación de pérdidas y ganancias de áreas, muestra la dinámica de la cobertura agregada de pastizales y herbazales y otras coberturas relacionadas con el cambio de uso de la tierra (Tabla 18 y Tabla 19).

En ambos períodos (2000-2010 y 2010-2018) las ganancias de las áreas de pastizales y herbazales provienen principalmente de las coberturas de bosque natural y de otra vegetación leñosa (cobertura forestal natural que no cumple con la definición de bosque en el monitoreo nacional), mientras que las pérdidas se dirigen principalmente a las categorías de cambio de otros cultivos, tales como la palma de aceite y las plantaciones forestales comerciales.

Tabla 18. Pérdidas y ganancias en las áreas de coberturas principales de la Orinoquia (año 2000 vs. 2010)

Cobertura año 2000	Cobertura año 2010 (ha pérdidas o ganadas)					
	Otra vegetación leñosa	Bosques	Plantaciones forestales	Palma de aceite	Otros cultivos	Pastizales y herbazales
Otra vegetación leñosa		76.056	-390	-3.639	-2.124	-307.537
Bosques	-76.056		-45	-967	-1.044	-251.192
Plantaciones forestales	390	45		0	8	4.329
Palma de aceite	3.639	967	0		5.647	28.894
Otros cultivos	2.124	1.044	-8	-5.647		82.521
Pastizales y herbazales	307.537	251.192	-4.329	-28.894	-82.521	

Fuente: elaboración propia con información de las matrices de cambio de coberturas en la Orinoquia para los años 2000 y 2010.

Tabla 19. Pérdidas y ganancias en las áreas de coberturas principales de la Orinoquia (año 2010 vs. 2018)

Cobertura año 2010	Cobertura año 2018 (ha perdidas o ganadas)					
	Otra vegetación leñosa	Bosques	Plantaciones forestales	Palma de aceite	Otros cultivos	Pastizales y herbazales
Otra vegetación leñosa		145.525	-262	-1.345	2.584	-212.281
Bosques	-145.525		-38	-299	-1.364	-303.322
Plantaciones forestales	262	38		-49	694	57.933
Palma de aceite	1.345	299	49		39.201	84.512
Otros cultivos	-2.584	1.364	-694	-39.201		246.899
Pastizales y herbazales	212.281	303.322	-57.933	-84.512	-246.899	

Fuente: elaboración propia con información de las matrices de cambio de coberturas en la Orinoquia para los años 2010 y 2018.

7.1.3 Expansión de la frontera agropecuaria: cultivos industriales

Corresponde al cambio de coberturas naturales (principalmente bosques), a diversos monocultivos industriales con importancia económica en la región como son: palma de aceite, arroz, café, cacao, caucho, y frutales, entre otros. Este proceso de cambio en el uso de la tierra se complementa con las emisiones que producen las quemadas para el establecimiento y/o renovación de los cultivos, la fertilización nitrogenada, y las emisiones directas del cultivo de arroz, y, en menor medida, las generadas por la renovación de cultivos permanentes.

La Orinoquia aporta cerca del 28 % de la producción agrícola nacional, en los que se destacan productos como la palma de aceite, la caña azucarera, el plátano, el arroz seco mecanizado, el maíz tecnificado y la yuca. Aun cuando la región posee 4.557.921 ha con vocación agrícola, solo el 14 % de esta área es utilizada según su aptitud, mientras que el 86 % restante se destina para su uso en ganadería a diferentes escalas (Medrano, 2018).

De acuerdo con la clasificación de coberturas (CLC) a escala 1:100.000 (Ideam, 2021), se identifica un incremento en las áreas relacionadas con cultivos entre 2012 y 2018, equivalente a 258.000 ha. El cambio se da principalmente en las categorías de cereales y leguminosas (arroz, maíz, soya, sorgo y otros) y de cultivos permanentes arbóreos (palma de aceite, cacao, caucho y otros), con incrementos de 138.684 ha y 96.118 ha, respectivamente (Tabla 20). En estas categorías se incluyen los cultivos comerciales con mayor importancia regional en términos económicos y de uso de la tierra, así como con mayor participación en el balance de las emisiones de GEI para el sector Afolu en la Orinoquia.

El análisis de la densidad de cultivos a escala municipal permite concluir que más del 90 % del área regional presenta densidades bajas, y muy bajas. Al igual que en el caso de la ganadería, las mayores densidades de cultivos se presentan en los municipios ubicados en el piedemonte y en las zonas bajas con mejor infraestructura de transporte. Los municipios con densidad clasificada como muy alta se ubican en el departamento del Meta (San Carlos de Guaroa y Fuente de Oro) (Figura 36).

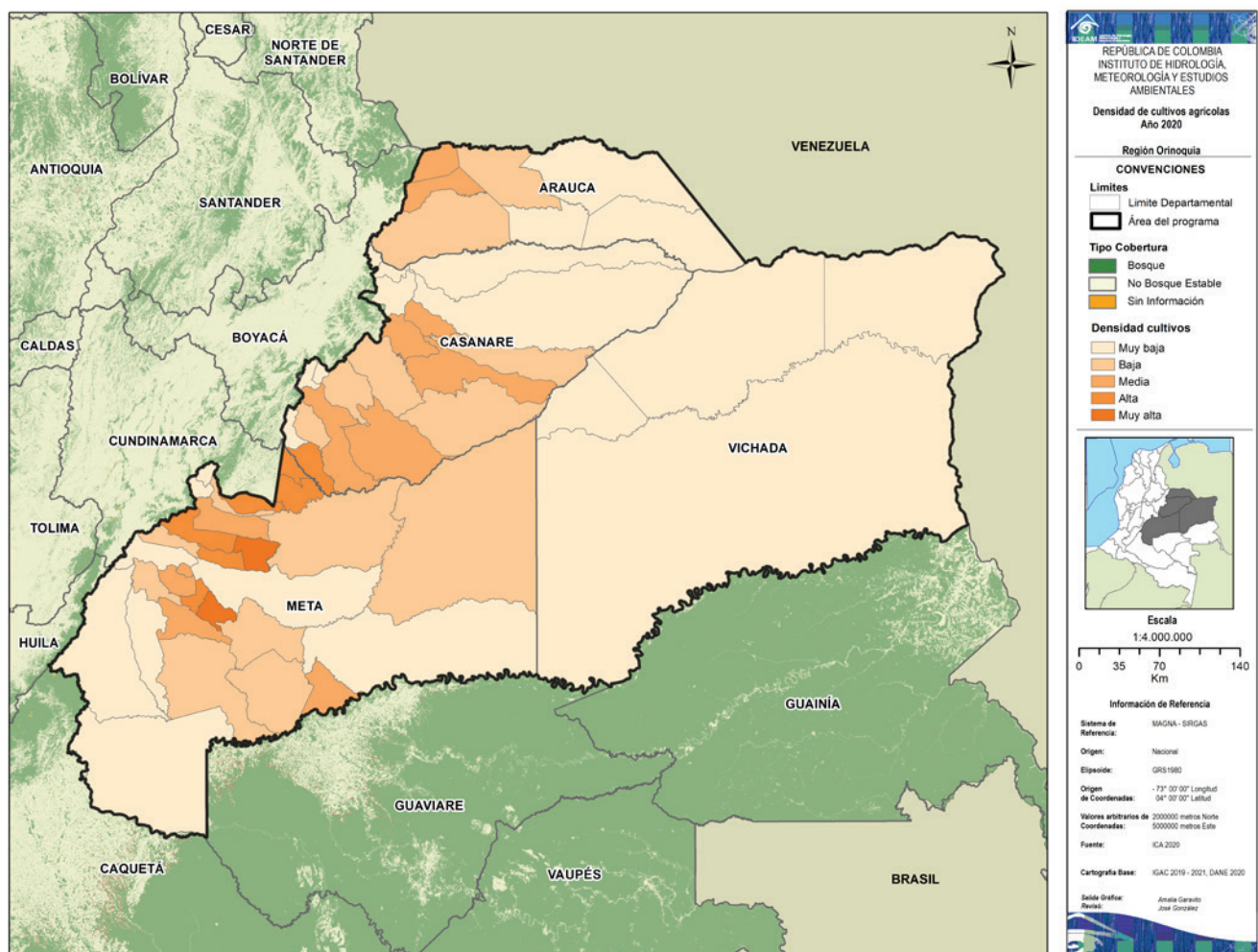


Tabla 20. Distribución de coberturas CLC relacionadas con cultivos comerciales en la Orinoquia (años 2012 y 2018)

Cobertura CLC (nivel 3)	2012 (ha)	2018 (ha)
Cultivos permanentes herbáceos	250	14.938
Cultivos permanentes arbóreos	187.894	284.011
Cultivos permanentes arbustivos	0	905
Cultivos agroforestales	0	164
Otros cultivos transitorios	22.610	34.841
Cereales y leguminosas	85.703	224.387
Mosaico de cultivos	48.446	21.717
Mosaico de cultivos con espacios naturales	6.989	18.454
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	191.543	202.015
Total	543.434	801.433

Fuente: elaboración propia con información de Ideam (2021).

Figura 36. Densidad de cultivos agrícolas por municipio de la Orinoquia



Fuente: elaboración propia con datos de MADR (2020).

7.1.4 Expansión de la frontera agropecuaria: cultivos de uso ilícito

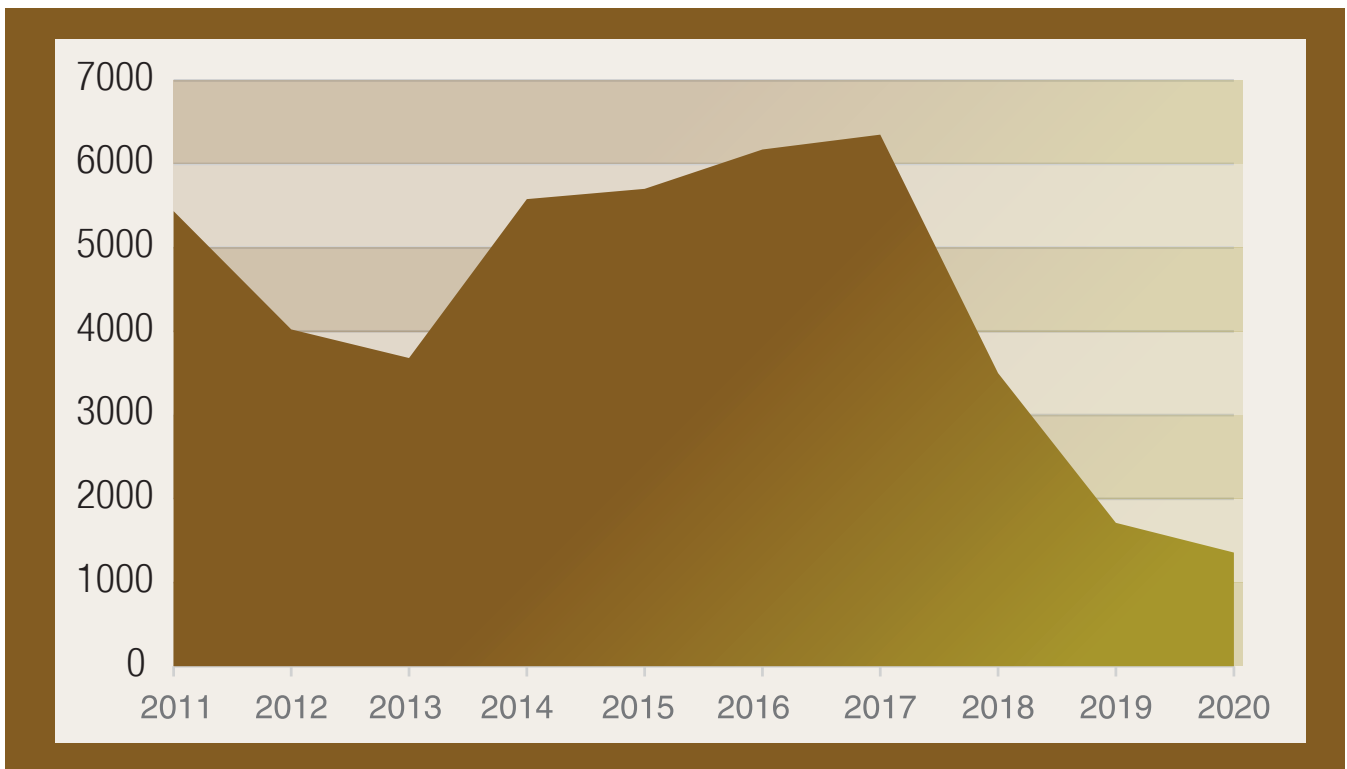
Implica el cambio de la cobertura natural para el establecimiento de lotes con coca, que genera emisiones directas, y que se complementan con la fertilización nitrogenada del cultivo. Cuando la coca se establece al interior de la matriz de bosque, se genera, en forma indirecta, un proceso de degradación del bosque natural hacia otras coberturas forestales (no bosque), que agrega mayores emisiones por la disminución en los contenidos de carbono. Los cultivos de uso ilícito pueden presentar un efecto indirecto al dinamizar la expansión de otras actividades agropecuarias.

Las bases de datos oficiales del país sobre el monitoreo de las áreas con cultivos de uso ilícito incluyen la cantidad de hectáreas sembradas de coca (*Erythroxylum coca*) y de amapola (*Papaver rhoeas*); sin embargo,

para la región de la Orinoquia, solo se registra información de cultivos asociados con la coca, de acuerdo con los datos suministrados durante los años 2011 a 2020, dado que los cálculos generados por el Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos (Simci) de UNODC, de 2001 a 2010, se realizaron por la metodología de anillos, mientras que desde 2011, se utiliza la metodología por asignación de centroide. Por esta razón, la información de ambos períodos no tiene los mismos parámetros por lo que estadísticamente no son comparables.

En el período 2011-2020 se reportó un total de 43.512 ha sembradas de coca en la región de la Orinoquia, que evidenciaron un incremento entre los años 2014 y 2017, en los que la cifra anual superó las 5.000 ha; posterior a 2017 se presenta una tendencia de disminución hasta llegar a 1.356 ha cultivadas en la región, para el año 2020 (Figura 37).

Figura 37. Áreas con cultivos de coca en la región de la Orinoquia 2011-2020



Fuente: elaboración propia con datos de ODC (2021).



Al analizar la información para cada uno de los departamentos que conforman la región (Tabla 21), se identificó que en el departamento de Casanare no se registraron cultivos de coca durante todo el período 2011-2020. En Arauca se registró un total de 464 ha durante los diez años, con evidencias de erradicación total del cultivo, desde el año 2019. La mayor concentración y persistencia regional de los cultivos de uso ilícito se presenta en los departamentos del Meta y Vichada, los cuales, para el mismo período, reportaron afectaciones totales calculadas en 35.367 ha y 7.681 ha, respectivamente.

En la Figura 38 se observa la concentración de los cultivos de coca para cada uno de los municipios de la Orinoquia, evidenciando una mayor densidad (histórica y actual) del cultivo, en la zona sur de la región, que corresponde a la transición con el bioma amazónico. Las mayores afectaciones durante el período de análisis se presentaron en los municipios de Vistahermosa, Puerto Rico, La Macarena y Mapiripán (departamento de Meta), y en Cumaribo (Vichada).

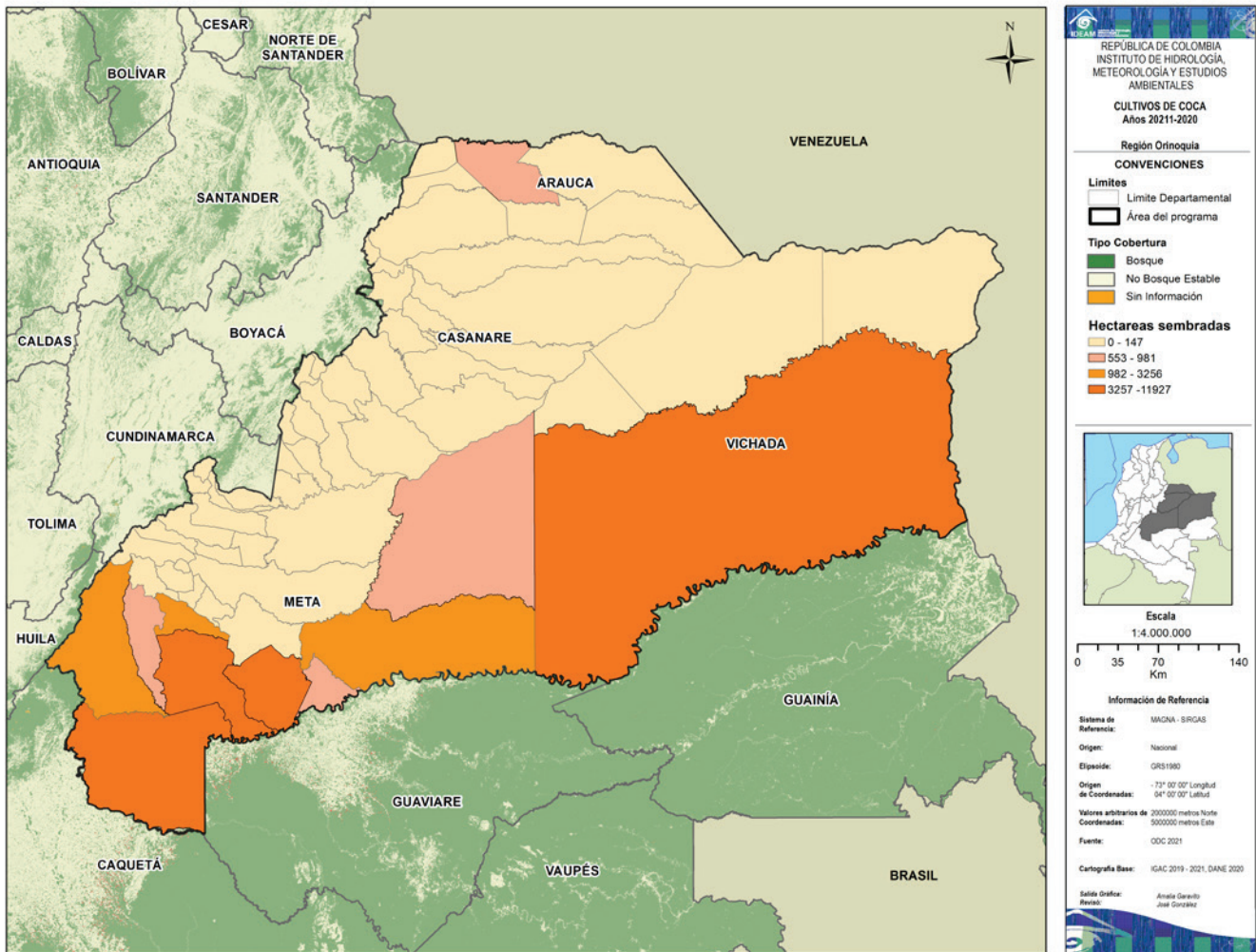
Tabla 21. Áreas cultivadas con coca en los departamentos de la Orinoquia (2011-2020)

Año	Áreas cultivadas con coca (ha)		
	Arauca	Meta	Vichada
2011	133	3.039	2.264
2012	82	2.699	1.242
2013	69	2.898	713
2014	26	5.042	511
2015	17	5.002	683
2016	9	5.464	699
2017	121	5.577	653
2018	7	2.945	550
2019	0	1.466	245
2020	0	1.235	121
Total	464	35.367	7.681

Fuente: elaboración propia con información de ODC (2021).



Figura 38. Densidad de cultivos de coca por municipio de la Orinoquia, 2011-2020



Fuente: elaboración propia con datos de ODC (2021).

7.1.5 Expansión de la infraestructura de transporte

Se refiere al efecto directo de la remoción de la cobertura vegetal para la construcción de accesos viales en las áreas rurales (principalmente de tipo terrestre). No obstante, el efecto principal en términos de emisiones de GEI es el que se presenta, en forma indirecta, al dinamizar la expansión de las otras causas de emisiones y permitir el acceso a nuevas áreas y su transformación.

De acuerdo con la información oficial sobre accesos terrestres, tomada de la cartografía base del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (año 2019), y que procesa los datos de vías terrestres clasificadas del tipo 1 al 5, fue posible calcular la longitud vial en la Orinoquia, la cual presenta una mayor concentración en la zona occidental de la región (ver sección 4.2). El departamento del Meta presenta la mayor oferta vial de la región, con un 40,3 % de la longitud total (Tabla 22).



Tabla 22. Longitud de vías terrestres en los departamentos de la Orinoquia (2019)

Departamento	Longitud vial (km)	Participación porcentual
Arauca	3.053	13,3 %
Casanare	6.556	28,6 %
Meta	9.230	40,3 %
Vichada	4.092	17,8 %
Total	22.931	100 %

Fuente: elaboración propia con información de IGAC (2019).

Por otra parte, se considera que existe una relación espacial y económica entre la expansión de la infraestructura vial y la conectividad entre centros poblados. La información de centros poblados es generada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (en adelante DANE) con el objetivo de realizar análisis estadísticos que permitan la identificación de núcleos relevantes de población. La capa utilizada corresponde a: 1) centros poblados, que se entienden como una concentración de mínimo veinte viviendas contiguas entre sí, ubicadas en el área rural de un municipio o de un corregimiento de-

partamental; y 2) cabeceras municipales, entendida como el área geográfica que está definida por un perímetro urbano cuyos límites se establecen por acuerdos emitidos por el Concejo Municipal.

En la Tabla 23 se identifica la distribución de los centros poblados en cada uno de los departamentos que conforman la región, siendo el Meta y Casanare los que más núcleos de población concentran (74 % del total), mientras que el departamento de Vichada solo presenta 26 centros poblados oficiales (DANE, 2016).

Tabla 23. Número de centros poblados en los departamentos de la Orinoquia (año 2016)

Departamento	Número de centros poblados	Participación porcentual
Arauca	70	19,2 %
Casanare	87	23,8 %
Meta	182	49,9 %
Vichada	26	7,1 %
Total	365	100 %

Fuente: elaboración propia con información de DANE (2016).



7.1.6 Extracción de madera

Corresponde a los procesos de deforestación y/o degradación forestal por la tala selectiva de madera, especialmente de tipo ilegal, con fines comerciales a gran escala, complementados por las emisiones de la degradación del bosque que se genera por el consumo de leña (para el autoconsumo o comercio local). La renovación de las plantaciones forestales comerciales y los productos maderables derivados de esta actividad generan algunas emisiones que también se agregan a esta causa.

La información estadística relacionada con la extracción de la madera en la región es muy limitada. Para el caso del inventario regional de GEI en el sector Afolu, construido en el marco del PRE, se utiliza como dato de actividad la información referente al uso de leña como combustible en los hogares rurales, el cual constituye un indicador preliminar de degradación forestal a pequeña escala que se refleja en el inventario. La degradación por procesos de extracción a mayores escalas puede tener una aproximación en el cálculo de los cambios en las coberturas de la tierra, generados por el SMByC en el marco del PRE, y específicamente en el cambio de bosque natural a otra vegetación leñosa. En la transición 2000-2010 este cambio fue de 76.056 ha, mientras en 2010-2018 ascendió a 145.525 ha, lo que representó un incremento del 91,3 % (Tabla 18 y Tabla 19).

Los datos complementarios oficiales sobre aprovechamiento forestal, movilizaciones y decomisos de madera son excepcionalmente bajos en la Orinoquia, comparados con lo reportado para las otras regiones del país, como se puede analizar en el Boletín Estadístico Forestal 2018-2019 (Asocars, 2021). Esto puede representar un subregistro en la información anual reportada por las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en la Orinoquia (Cormacarena y Corporinoquia), que impide ampliar los resultados para el análisis de causas de las emisiones regionales de GEI en el sector Afolu.



7.2 Causas subyacentes de las emisiones Afolu

De acuerdo con la clasificación de causas subyacentes propuesta por González et al., (2018a), se describen los principales factores que determinan las causas directas que influyen en las decisiones de los agentes sobre las emisiones Afolu en la Orinoquia.

7.2.1 Factores económicos y tecnológicos

La importancia de las actividades agropecuarias para el desarrollo económico de la Orinoquia y la forma como se fomentan estas instancias (políticas nacionales y territoriales), y desde la inversión privada, permiten que los factores económicos y tecnológicos sean altamente relevantes para entender el proceso que lleva a la generación de emisiones de GEI en el sector Afolu. Esta dinámica se refuerza por la presencia y permanencia de economías ilícitas que también generan emisiones, como la tala ilegal y los cultivos de coca.

En esta categoría se destacan causas subyacentes específicas de las emisiones Afolu regionales, a saber:

- Desarrollo tecnológico y productivo de las actividades agropecuarias a gran escala.
- Mercados a diferentes escalas (regionales, nacionales e internacionales) que demandan los productos generadores de emisiones Afolu en la región (p. e. carne bovina, leche y sus derivados, animales, maderas finas, coca, entre otros).
- Disponibilidad de ganado bovino según los fines productivos y de insumos para el desarrollo de la actividad.
- Acceso a mercados locales de semillas, fertilizantes y otros insumos para el establecimiento y renovación de monocultivos industriales.



- Incentivos y programas de fomento al desarrollo de las actividades productivas y extractivas en la región.
- Inversión privada local y externa a la región interesada en el desarrollo de actividades productivas y extractivas.
- Establecimiento de mercados ilegales de tierras y economías ilícitas que promueven la transformación de las coberturas naturales.
- Disponibilidad de tecnología y bajos costos de la extracción de madera en diferentes escalas.

7.2.2 Factores políticos e institucionales

Todos los aspectos relacionados con la tenencia y concentración de la tierra influyen ampliamente en las dinámicas de transformación de las coberturas naturales en las regiones y en el país. Los conflictos, en la definición y manejo de áreas protegidas y territorios colectivos, la informalidad en la propiedad por parte de los actores locales, la falta de articulación entre las políticas sectoriales y territoriales, la persistencia del conflicto armado en varias zonas y la inadecuada planeación del desarrollo en temas de infraestructura, llevan a que las actividades productivas y extractivas se continúen expandiendo, a costa de los ecosistemas boscosos y de sabanas naturales en la región de la Orinoquia.

En esta categoría se destacan las siguientes causas subyacentes específicas de las emisiones Afolu regionales:

- Estatus legal y tenencia de la tierra poco desarrollados que llevan a la informalidad de la propiedad.
- Expectativas de titulación y/o valorización de la tierra por parte de agentes que no aún no consideran el estatus legal del territorio.
- Ocupación indebida de áreas protegidas y resguardos indígenas con fines de acaparamiento de tierras o establecimiento de actividades productivas en diferentes escalas.
- Políticas sectoriales que favorecen la expansión de las actividades agropecuarias en la región, que presionan a los ecosistemas naturales.
- Dinámicas del conflicto armado y presencia de actores armados ilegales que presionan el establecimiento de actividades generadoras de emisiones Afolu.
- Necesidad de conectividad entre poblaciones, históricamente aisladas, y con un desarrollo económico limitado.
- Necesidad de movilización del ganado, de productos e insumos relacionados con los procesos de transformación que llevan a la generación de emisiones.
- Falta de planeación en el crecimiento y tipo de infraestructura vial que se desarrolla en la región.
- Escasa presencia institucional y problemas en las acciones de control a las actividades que generan deforestación y emisiones Afolu en la región.

7.2.3 Factores culturales

La expansión de la frontera agropecuaria ha estado históricamente ligada al desarrollo de la Orinoquia. Los procesos de colonización y transformación del territorio han consolidado la visión de la región como un área prioritaria para el crecimiento agrícola y ganadero del país, la cual se complementa con imaginarios sociales basados en la disponibilidad de grandes cantidades de tierras a bajo costo, y que solo pueden ser usadas para la agricultura industrial, o para la ganadería extensiva, y que, además, requieren de ciertas prácticas culturales como el uso del fuego para su establecimiento y renovación.

En esta categoría se destacan causas subyacentes específicas de las emisiones Afolu regionales como las siguientes:

- Visión de la región como “despensa agrícola y ganadera del país” (actual y potencial).
- Cultura ganadera de la región.
- Visión de los baldíos de la nación y otras tierras públicas o de propiedad colectiva como zonas objeto de apropiación y transformación.
- Prácticas culturales inadecuadas como el uso irracional del fuego con fines de apropiación de la tierra o para el establecimiento de actividades productivas.

7.2.4 Factores demográficos

Las dinámicas demográficas, especialmente las relacionadas con migración y crecimiento poblacional, continúan influyendo sobre los procesos de ocupación, asentamiento y transformación de las coberturas naturales en la región. La firma del acuerdo de paz con las FARC y su desmovilización como grupo armado generaron nuevos procesos de colonización hacia la Orinoquia y sus correspondientes asentamientos, lo que demanda infraestructura para sus actividades productivas y extractivas.

En esta categoría se destacan causas subyacentes específicas de las emisiones Afolu regionales como las siguientes:

- Procesos migratorios a la región posteriores a la desmovilización de las FARC como grupo armado en el territorio.
- Crecimiento de la población en las áreas rurales de la región.
- Crecimiento de la población en las áreas urbanas de la región, que demanda productos agropecuarios, madera y otros bienes generadores de emisiones Afolu.

• Establecimiento de nuevos centros poblados que generan presiones sobre las coberturas naturales.

• Demanda de la apertura de vías o el mejoramiento de las existentes, asociada al establecimiento de nuevos asentamientos.

7.2.5 Factores biofísicos

Las características biofísicas de la región favorecen el desarrollo de actividades productivas y extractivas diversas. No obstante, en varias zonas, las condiciones climáticas y edafológicas generan que el uso del suelo no sea eficiente para estas actividades y se requiera la expansión hacia nuevas áreas donde se presionan, o se afectan, las coberturas naturales, lo cual conduce al incremento en las emisiones de GEI.

En esta categoría se destacan causas subyacentes específicas de las emisiones Afolu regionales como las siguientes:

- Diversidad de ecosistemas que favorecen el establecimiento de diferentes actividades productivas en la región.
- Disponibilidad de tierras planas para el establecimiento de sistemas ganaderos extensivos y monocultivos industriales a gran escala.
- Suelos con alto nivel de acidez y capacidades de carga de bovinos muy bajas, que llevan al establecimiento de sistemas ganaderos extensivos.
- Grandes yacimientos de hidrocarburos que promueven el desarrollo de infraestructura para su exploración y extracción.
- Condiciones climáticas que limitan el desarrollo de las actividades agropecuarias en largos períodos durante el año y generan mayores presiones sobre los ecosistemas propios de la región.



- Sequías prolongadas que favorecen la pérdida de control sobre las acciones de quema y la generación de incendios de las coberturas vegetales a gran escala.



7.3 Agentes de las emisiones Afolu

De acuerdo con los análisis desarrollados, se identifican, como principales, los siguientes

agentes de las emisiones Afolu en la región de la Orinoquia: 1) ganadero praderizador a gran escala; 2) productor ganadero de mediana y pequeña escala; 3) praderizador con fines de acaparamiento de tierras; 4) productor agrícola industrial; 5) productor de coca; 6) constructor de infraestructura de transporte; 7) extractor de madera con fines de autoconsumo; y 8) extractor de madera con fines de comercio a gran escala.

La relación entre los agentes de emisiones identificados y las causas directas se presenta en la Tabla 24.

Tabla 24. Relación entre los agentes y las causas directas de emisiones Afolu de GEI en la Orinoquia

Causa directa asociada	Denominación de los principales agentes de emisiones Afolu en la región de la Orinoquia
Expansión de la frontera agropecuaria	Ganadero praderizador a gran escala. Productor ganadero de mediana y pequeña escala. Praderizador con fines de acaparamiento de tierras. Productor agrícola industrial. Productor de coca.
Expansión de infraestructura	Constructor de infraestructura de transporte.
Extracción de madera	Extractor de madera con fines de autoconsumo. Extractor de madera con fines de comercio a gran escala.

7.3.1 Ganadero praderizador a gran escala

Corresponde al agente que toma la decisión de transformar las coberturas naturales, principalmente bosques, hacia pasturas que permiten la expansión de nuevas áreas de pastoreo para un número creciente de cabezas de ganado bovino, manejadas en sistemas de producción que no incorporan prácticas ambientalmente sostenibles. La agregación de emisiones de CO₂ por la deforestación para la expansión de la actividad, de CH₄ y N₂O por el crecimiento del hato ganadero y las generadas por las quemadas para el establecimiento y renovación de los pastos, hacen que este tipo de agente aporte la mayor cantidad de

emisiones de GEI para el sector Afolu de la región en forma individual.

7.3.2 Productor ganadero de mediana y pequeña escala

Hace referencia al agente que decide mantener o aumentar su hato ganadero en sistemas de producción que no incorporan prácticas ambientalmente sostenibles, y en áreas donde no tiene la necesidad de transformar nuevas zonas de bosque o de sabanas naturales. Las principales emisiones generadas en este caso corresponden a CH₄ y N₂O por los procesos de fermentación entérica del ganado y por la fertilización nitrogenada de los pastos

mejorados, respectivamente, además de lo mencionado sobre las quemadas para la renovación de las pasturas.

7.3.3 Praderizador con fines de acaparamiento de tierras

En este caso el agente toma la decisión de deforestar nuevas áreas, establecerlas y dividir las con pastos (lotes), con el propósito de acumular y acaparar ilegalmente tierras que posteriormente serán valorizadas (p.e., en caso de abrirse una nueva vía por la zona) y comercializadas en mercados informales a escala local. Las principales emisiones que aporta este agente corresponden al CO₂ producto de las áreas deforestadas, además de otras emisiones por el uso del fuego en el proceso.

7.3.4 Productor agrícola industrial

Se refiere al agente que decide transformar las coberturas naturales para el establecimiento de monocultivos industriales a gran escala en sistemas de producción que no incorporan prácticas ambientalmente sostenibles que, por lo general, requieren del uso del fuego para su establecimiento y que, además, demandan fertilizantes en grandes cantidades para su crecimiento y producción. Dependiendo de la especie cultivada, en la escala de producción, de las prácticas culturales y de si existe deforestación para establecer nuevas áreas de cultivo, este agente puede aportar emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en diferentes magnitudes.

7.3.5 Productor de coca

Corresponde al agente, generalmente un pequeño productor, que toma la decisión de establecer áreas cultivadas con coca en su finca, cuyo producto (hoja de coca) se comercializa a escala local lo que le permite obtener los ingresos para ampliar las áreas de producción, ya sea de la misma coca, de otros productos agrícolas lícitos o de pastos para la ganadería

extensiva. Aunque, como se ha mencionado con anterioridad, las áreas con coca presentan una tendencia de reducción en la región, su persistencia en algunas zonas dinamiza los procesos de transformación y permite la acción de otros agentes. En este caso las emisiones corresponden principalmente al CO₂ generado por la deforestación para el establecimiento de los cultivos de uso ilícito y del N₂O por la fertilización que requieren.

7.3.6 Constructor de infraestructura de transporte

Hace referencia al agente que decide transformar las coberturas naturales para la expansión de la infraestructura de transporte en la región, especialmente la relacionada con la construcción (formal e informal) de vías terrestres a escala rural, de tipo terciario o inferior. Como se mencionó con anterioridad, el mayor aporte de emisiones de este tipo de agente corresponde a las dinámicas que de forma indirecta se aceleran por la posibilidad de acceso a nuevas áreas de transformación, además de las emisiones directas de CO₂ producto de la deforestación por las obras de infraestructura.

7.3.7 Extractor de madera con fines de autoconsumo

Este agente corresponde a un productor rural que extrae madera a pequeña escala para ser utilizado como combustible (leña), construcción de vivienda o insumo en la actividad agropecuaria (postes para cercas, tutores en ciertos cultivos, cajas, entre otros). En este caso se aportan emisiones de CO₂ por los procesos de degradación forestal y/o de deforestación que se generan al extraer el recurso.

7.3.8 Extractor de madera con fines de comercio a gran escala

Corresponde a un agente que extrae madera en mayores cantidades con fines de comercialización en diferentes escalas y mercados. Generalmente, el agente realiza la tala ilegal de



maderas finas y las comercializa, a gran escala, en mercados locales, regionales o demandadas en las grandes ciudades. Las emisiones generadas por este tipo de agente corresponden al CO₂ producto de la deforestación y/o de la degradación forestal por los procesos de extracción del recurso.



7.4 Cadenas de eventos de las emisiones Afolu

Las emisiones Afolu en la Orinoquia están directamente relacionadas con la expansión de la frontera agropecuaria (ganadería extensiva, praderización, cultivos industriales y cultivos de coca), considerando el impacto, que dicha expansión genera, en términos de deforestación y, en menor medida, su impacto sobre otras coberturas como las sabanas naturales. Los procesos de transformación de las coberturas naturales llevan a que se siga expandiendo la frontera, principalmente por ganadería, y utilizando el fuego como medio para el crecimiento de la actividad, a partir de áreas previamente transformadas.

La conversión de bosques a pastos (praderización) y la expansión de la ganadería extensiva, constituyen las principales causas directas de las emisiones regionales, especialmente cuando se presentan de forma sinérgica, ya que además del cambio de cobertura, implican un aumento del hato ganadero y sus emisiones directas. La agricultura se desarrolla en diferentes escalas, con una mayor contribución en emisiones de los cultivos agroindustriales. De acuerdo con ODC (2020), los cultivos de coca presentan una clara tendencia de reducción en la Orinoquia; no obstante, aún dina-

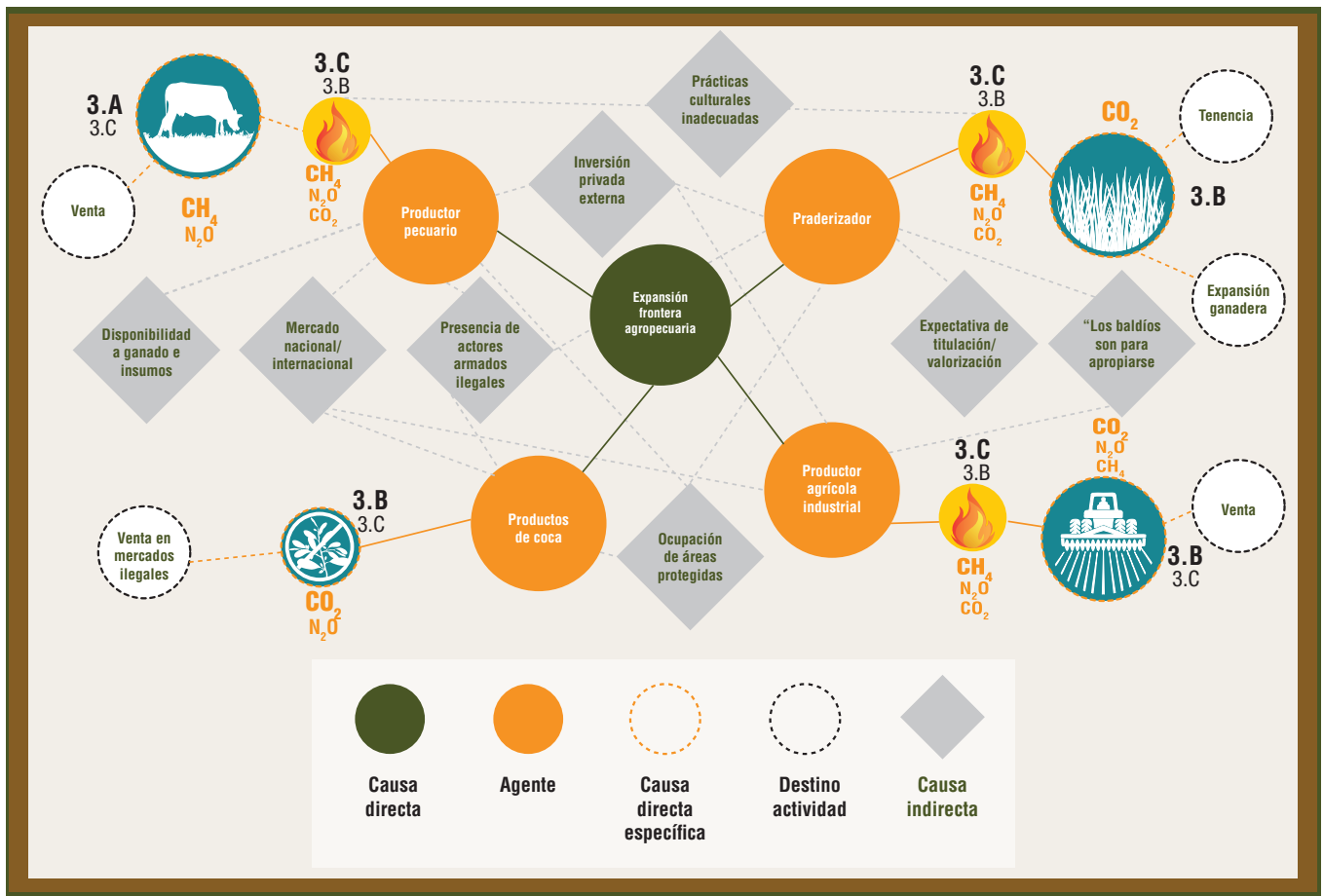
mizan importantes procesos de conversión de las coberturas naturales, principalmente en la zona sur del departamento del Meta.

Las causas subyacentes se encuentran principalmente asociadas con el estatus legal y la tenencia de la tierra; la invasión de áreas protegidas y resguardos indígenas; la visión de la región como “despensa agrícola y ganadera del país” (actual y potencial); el desarrollo tecnológico y productivo de las actividades agropecuarias a gran escala; la cultura ganadera de la región; la presencia de actores armados ilegales que promueven actividades de transformación, entre otras. Estos factores condicionan las decisiones de los agentes de emisiones, entre los cuales se destacan los productores pecuarios, agrícolas (industriales y cultivadores de coca) y praderizadores (acaparadores de tierras), que no incorporan prácticas ambientalmente sostenibles en sus sistemas de producción. El mayor aporte en emisiones de GEI se centra en aquellos agentes que promueven la conversión a gran escala de las coberturas naturales hacia pastos con fines de expansión ganadera no sostenible.

La consecuente deforestación y el incremento del hato ganadero en sistemas no sostenibles hacen que estas dos fuentes de emisiones (cambio de bosque natural hacia otros usos y fermentación entérica del ganado) se consoliden como las principales causas, al agregar las mayores emisiones de CO₂ y CH₄, respectivamente. A lo anterior se suman las emisiones de N₂O provenientes de la fertilización nitrogenada de las pasturas mejoradas, los cultivos industriales (principalmente arroz) y los cultivos de coca remanentes en la región (Figura 39).



Figura 39. Cadena de eventos de las emisiones Afolu regionales por expansión de la frontera agropecuaria¹⁰



Por su parte, la expansión de la infraestructura de transporte incluye un componente formal relacionado con la construcción de vías para la exploración y explotación de hidrocarburos, la producción de biocombustibles y, en menor medida, actividad minera. También hay agentes que construyen o mejoran vías informales (caminos y trochas ganaderas), incluso al interior de áreas protegidas, con fines de conectividad entre centros poblados que se encuentran aislados, o para tener posibilidades de movilizar las grandes cantidades de ganado que llegan y se comercializan en la región.

Otras causas subyacentes que condicionan las decisiones de los agentes (constructores formales e informales de infraestructura de transporte), son la disponibilidad de recursos de inversión en diferentes escalas y objetivos,

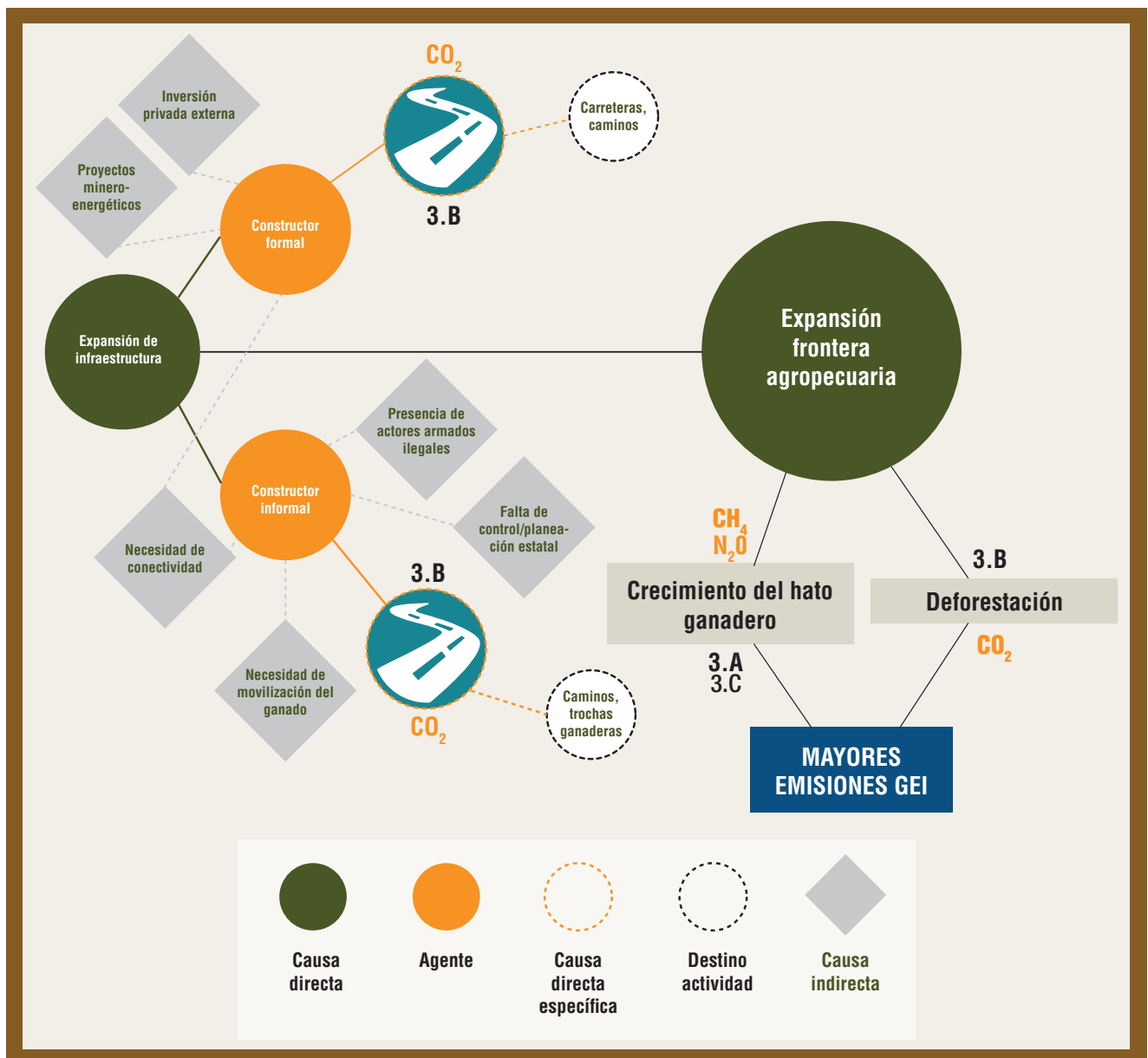
los problemas de planeación y control en la expansión de este tipo de infraestructura y la presencia de actores armados ilegales, entre otras.

Aunque el impacto directo de esta cadena se centra en el cambio de uso de la tierra para la construcción formal e informal de vías que genera unas pequeñas emisiones de CO₂, los resultados indican que el mayor impacto de esta expansión es indirecto, es decir, que permite dinamizar la ampliación de la frontera agropecuaria y el consecuente crecimiento del hato ganadero y de la deforestación, que finalmente resulta en mayores emisiones de GEI (Figura 40).

¹⁰ En estas cadenas de eventos, el número seguido de una letra indica las categorías Afolu relevantes del inventario de GEI, y en letras rojas los principales gases que se emiten en cada subcadena, según su grado de importancia.



Figura 40. Cadena de eventos de las emisiones Afolu regionales por expansión de la infraestructura de transporte



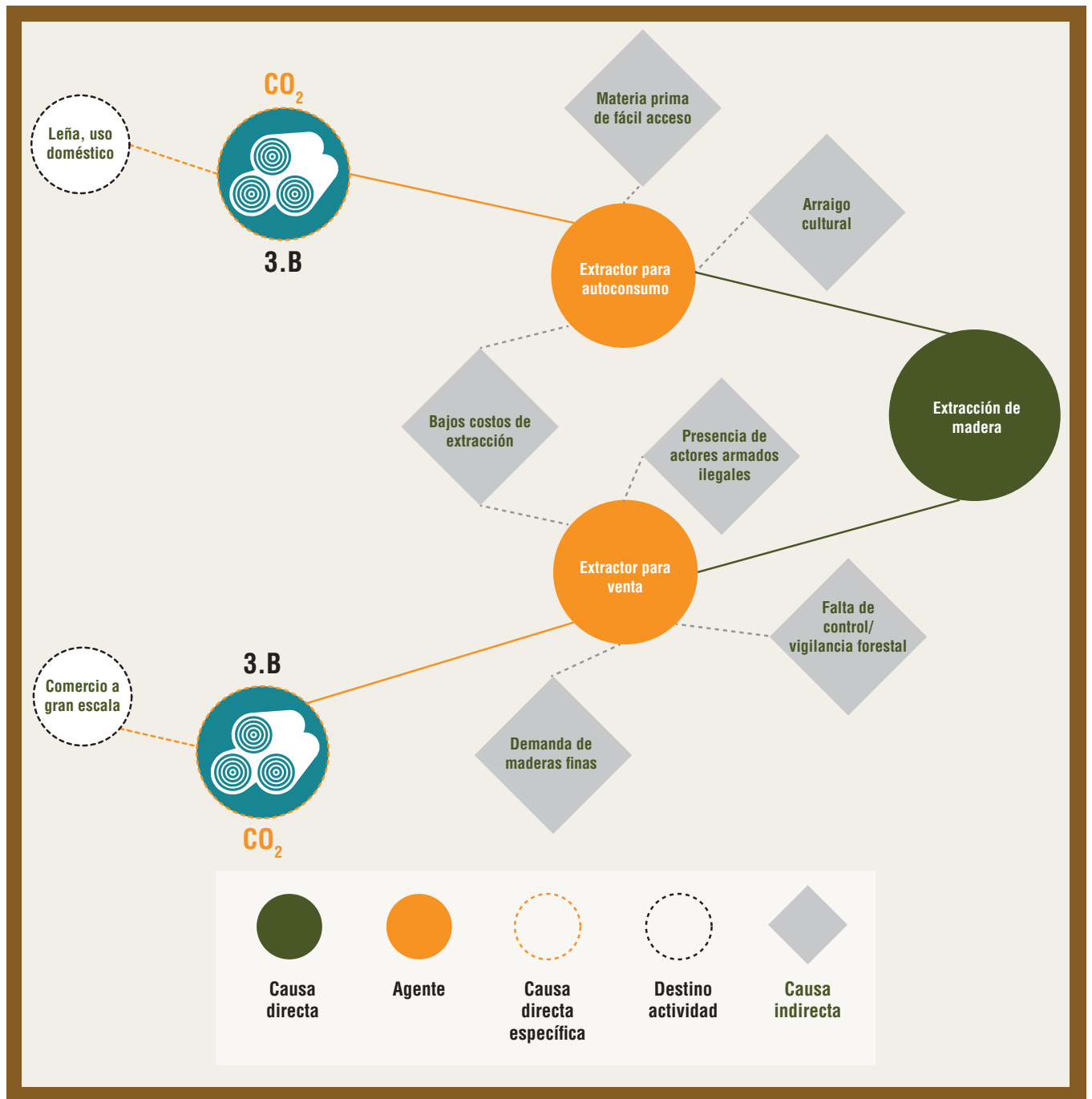
Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista de la “contabilidad de emisiones”, la extracción de madera hace referencia, básicamente, a procesos de degradación forestal cuyo impacto depende de la escala de extracción; es decir, la tala a pequeña escala (con fines de consumo de leña, por ejemplo), presenta menores impactos que la tala selectiva a gran escala (con fines comerciales). Factores como el arraigo cultural en el uso local de la madera, el fácil acceso y los bajos costos de extracción, así como la ilegalidad en la actividad, que se facilita por la presencia de actores armados organizados, la falta de control y vigilancia forestal y la demanda

de maderas finas, dinamizan esta cadena de eventos de emisiones.

La interrelación entre las causas indirectas o subyacentes descritas, las decisiones de los agentes (extractores de madera para autoconsumo o para venta) y la transformación de las coberturas naturales a través de las causas directas (procesos de extracción a diferentes escalas), generan emisiones importantes de CO₂ que hacen parte de la categoría 3B (Tierras) del componente Afolu en el inventario regional de GEI (Figura 41). ■

Figura 41. Cadena de eventos de las emisiones Afolu regionales por extracción de madera



Caracterización de las Causas y Agentes de las Absorciones de GEI Regionales



Los análisis desarrollados, complementados con la información de las matrices multitemporales de cambio para diferentes coberturas y los ajustes del inventario regional de GEI (actualizado al año 2018), han permitido tener una aproximación a la identificación y caracterización de las principales causas directas de las absorciones de GEI en la Orinoquia para el componente Afolu.



8.1 Causas directas de las absorciones Afolu

El análisis del balance de emisiones/absorciones Afolu, para la región de la Orinoquia,

contrastado con las fuentes de información disponibles y los espacios de trabajo técnico del PRE del proyecto “Desarrollo sostenible bajo en carbono en la región de la Orinoquia – Fondo Biocarbono”, ha permitido identificar (preliminarmente) cinco causas directas principales de las absorciones de GEI a escala regional: 1) regeneración natural y restauración del bosque; 2) plantaciones forestales en áreas previamente transformadas; 3) cultivos permanentes en áreas previamente transformadas; 4) sistemas silvopastoriles; y 5) prácticas sostenibles de manejo de suelos y pasturas degradadas. La relación entre las causas directas de absorciones y las subcategorías del inventario de GEI (actualizado al año 2018) se presenta en la Tabla 25.

Tabla 25. Relación entre las causas directas de absorciones Afolu regionales y las subcategorías del inventario de GEI

Causa directa de absorciones	Subcategoría Afolu inventario regional GEI*
Regeneración natural y restauración del bosque	3B1aii2 Dinámica en otra vegetación leñosa 3B1bi Tierras que se convierten en bosque (regeneración) 3B1aii1 Bosque que se convierte a otras tierras forestales
Plantaciones forestales en áreas previamente transformadas	3B1aiii Dinámica en plantaciones forestales 3D1 Productos de la madera recolectada
Cultivos permanentes en áreas previamente transformadas	3B2aii Dinámica en el cultivo de palma 3B1aii2 Dinámica en otra vegetación leñosa
Sistemas silvopastoriles	3B1aii2 Dinámica en otra vegetación leñosa
Prácticas sostenibles de manejo de suelos y pasturas degradadas	3B1aii2 Dinámica en otra vegetación leñosa 3B2bii Pastizales convertidos en tierras de cultivo (NE)

Fuente: elaboración propia con información del inventario regional y departamental de GEI del año 2018.

* El tamaño y el resaltado del texto indican una mayor importancia de la subcategoría dentro del inventario regional de GEI. NE: No estimado, pero puede ser un elemento de mejora importante dentro del inventario.



La información de la línea base de emisiones y absorciones para el período 2009-2018, obtenida a partir de los análisis de cambio del SMByC y otras fuentes, indican que estas absorciones se deben a las permanencias y ganancias en las áreas de coberturas clasificadas como otra vegetación leñosa (no incluida dentro de la definición de bosque del país), plantaciones forestales comerciales, cultivo de palma de aceite, otros cultivos permanentes, sistemas silvopastoriles y procesos de regeneración. La mayor parte de las absorciones estimadas para la Orinoquia dependen de las tres primeras subcategorías referenciadas (otra vegetación leñosa, plantaciones forestales y palma).

8.1.1 Regeneración natural y restauración del bosque

Corresponde a los diferentes procesos de recuperación del bosque natural que, a largo plazo, permitan que las áreas restauradas o regeneradas se cuantifiquen como bosque en el monitoreo nacional y lleven al incremento en las absorciones (Tapasco et al., 2018). Para el inventario regional de GEI se estiman las absorciones correspondientes a la tasa de regeneración del bosque, en un plazo, por defecto, de 20 años, para una recuperación total; después de este tiempo se asume que el área regenerada entra en equilibrio dinámico y su tasa de acumulación es cero.

La regeneración y restauración de los bosques se entiende como un proceso que involucra la recuperación gradual de la vegetación nativa a lo largo del tiempo. Implica la reintroducción de varias especies, incluidas las que componían la vegetación original. Este proceso permite el retorno, mantenimiento y equilibrio del sistema ambiental y sus funciones (Da Costa et al., 2021). A escala de paisaje, los bosques que se regeneran naturalmente pueden contribuir de manera rentable a la conservación y restauración de la biodiversidad mediante la creación de zonas de amortiguamiento, el establecimiento de corredores

biológicos en la matriz agrícola y la recuperación de áreas perturbadas dentro de áreas protegidas. De igual manera, la restauración puede servir para incrementar la cobertura de un ecosistema, mitigar los efectos de borde, restablecer la conectividad y enriquecer las áreas degradadas, contribuyendo de esta forma al aumento de las reservas de carbono acumuladas en la biomasa de los bosques (Guevara et al., 2005).

Un bosque en proceso de regeneración natural, después del uso agrícola es un sistema socioecológico en transición. Cuando las condiciones socioeconómicas y biofísicas son favorables, es probable que este sistema recupere las propiedades estructurales, la composición de especies y las funciones socioecológicas del ecosistema forestal anterior. Sin embargo, las condiciones desfavorables pueden llevar al sistema hacia un estado donde se requieren intervenciones activas para restaurar el ecosistema forestal (Fischer et al., 2009). El exitoso establecimiento de la regeneración natural es condicionado por procesos ecológicos y perturbaciones antrópicas; por ejemplo, la expansión de la frontera agropecuaria, y el libre pastoreo en áreas de bosque, ha generado una rápida transformación de los paisajes en mosaicos de cultivos, pastizales y fragmentos de bosque de distintos tamaños y composición florística, llevando a la interrupción del crecimiento e incorporación efectiva de los procesos regenerativos (Gaitán et al., 2009).

Es importante tener en cuenta, que la restauración de vegetación nativa no tiene por qué requerir el abandono masivo de los productores locales y la disminución de los medios de vida o las tradiciones rurales. Lo que se requiere, es la integración de nuevas formas de pensar sobre cómo la regeneración natural, junto con otras soluciones, puede promover que el conocimiento tradicional prospere con las economías locales y la recuperación del bosque. La regeneración natural no es una opción viable para la restauración forestal, si



estos cambios no brindan beneficios a los residentes rurales (Chazdon et al., 2020).

La cuantificación de las áreas restauradas en Colombia es compleja, debido a la descentralización de la información y la escala a la cual se generan estas actividades. No obstante, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante, MADS) ha diseñado un sistema de información en el que se reportan los diferentes proyectos de restauración que se adelantan en el país, además de tener un contador de árboles sembrados con el objetivo de restauración. De acuerdo con este sistema (MADS, 2021), para la región de la Orinoquia, el departamento que reporta mayor cantidad de procesos de restauración validados es el Meta, que cubren más de 10.000 ha en la zona sur del departamento. En Arauca, los proyectos adelantados por la gobernación han permitido alcanzar las 6.564 ha restauradas; en Casanare los proyectos se ubican principalmente en Tauramena, Yopal y Paz de Ariporo, pero estos no alcanzan las 200 ha registradas. Finalmente, no se presenta información validada para el departamento de Vichada. De otra parte, la información de regeneración natural asociada a los datos de cambio reportados anualmente por el SMByC (Ideam, 2020), indica que entre los años 2010 y 2018 se cuantificaron en la región 1.493 hectáreas como regeneración natural, que corresponden al 56 % para Vichada, 34 % para el Meta, 5 % para Arauca y 5 % para Casanare.

8.1.2 Plantaciones forestales en áreas previamente transformadas

De acuerdo con su ciclo de producción, el establecimiento de plantaciones comerciales de árboles, a partir de otras coberturas no forestales, puede incrementar de manera significativa las absorciones de GEI (Tapasco et al., 2018). No obstante, este cambio de uso de la tierra se debe fomentar a partir de áreas previamente transformadas que presenten degradación de suelos y/o pasturas, o que se encuentren subutilizadas, y no de coberturas

naturales como los ecosistemas de sabana propios de la Orinoquia. En el inventario regional de GEI se contabiliza la acumulación de biomasa en las plantaciones hasta el cumplimiento del período de cosecha para cada especie.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (Brown, 2000) define que las plantaciones forestales pueden ser sembradas en el contexto de un proceso de forestación (pasar de áreas que han estado sin bosque por al menos 50 años), a áreas forestales o de reforestación (convertir áreas no boscosas a zonas forestales). Estas pueden contener especies introducidas o nativas que cumplan con los requisitos de una superficie mínima de 0,5 ha, una cubierta de copas de al menos el 10 % y una altura total de los árboles adultos por encima de cinco metros.

La principal finalidad de estas plantaciones es la producción industrial de madera o para uso doméstico como material de construcción, leña y forraje. Las ventajas del uso de especies nativas se centran en la conservación de la biodiversidad y la disminución de la degradación de los suelos, mientras que las especies introducidas pueden producir beneficios, en menor tiempo, y en mayores cantidades, por unidad de área. Ambos sistemas pueden tener un impacto ambiental positivo, es decir, proporcionan servicios ecosistémicos y generan un efecto mitigante sobre el calentamiento global al actuar como importantes sumideros de carbono (Ruiz et al., 2006).

Al plantar árboles en escalas en las que su manejo intensivo alcance una alta productividad, conduce a que se produzca suficiente madera de forma que se reduzca la presión sobre los bosques naturales. Las plantaciones forestales son a menudo un componente importante de la restauración, a escala de paisaje, y pueden devolver a producción tierras degradadas que mejoren la prestación de servicios ecosistémicos. Si se gestionan bien, tienen el potencial de suministrar, de manera



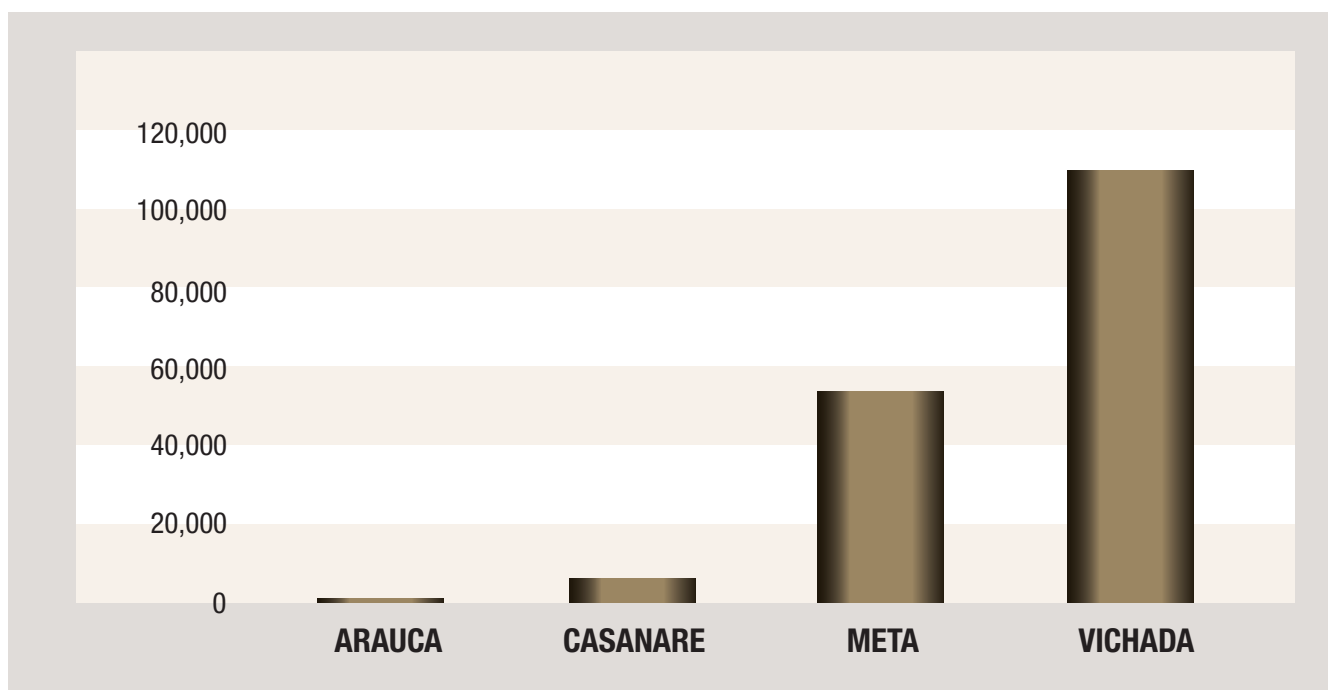
sostenible, bienes y servicios requeridos por la sociedad y, por lo tanto, permitir que otras áreas forestales sean gestionadas para objetivos de conservación y protección (Freer-Smith et al., 2019). Estos beneficios de las plantaciones forestales no consideran, como una alternativa, el cambio de uso desde el bosque natural a plantaciones, sino a los cambios en áreas que ya han sido convertidas y que sus anteriores usos eran principalmente ganaderos y agrícolas (Facciotto et al., 2015).

A escala nacional, la región de la Orinoquia presenta un papel importante en relación con el área de plantaciones forestales comerciales, siendo la segunda región con mayor área sembrada (171.876 ha) después de la región Andina (220.687 ha). En la Figura 42 se observa la cantidad de hectáreas registradas de

plantaciones forestales, para el año 2020, para cada uno de los departamentos que conforman la región. Los departamentos de Vichada (110.589 ha) y Meta (54.288 ha) son los más representativos de la región en cuanto a área destinada a esta actividad, y también ocupan los lugares dos (2) y tres (3) a nivel nacional, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (en adelante, MADR).

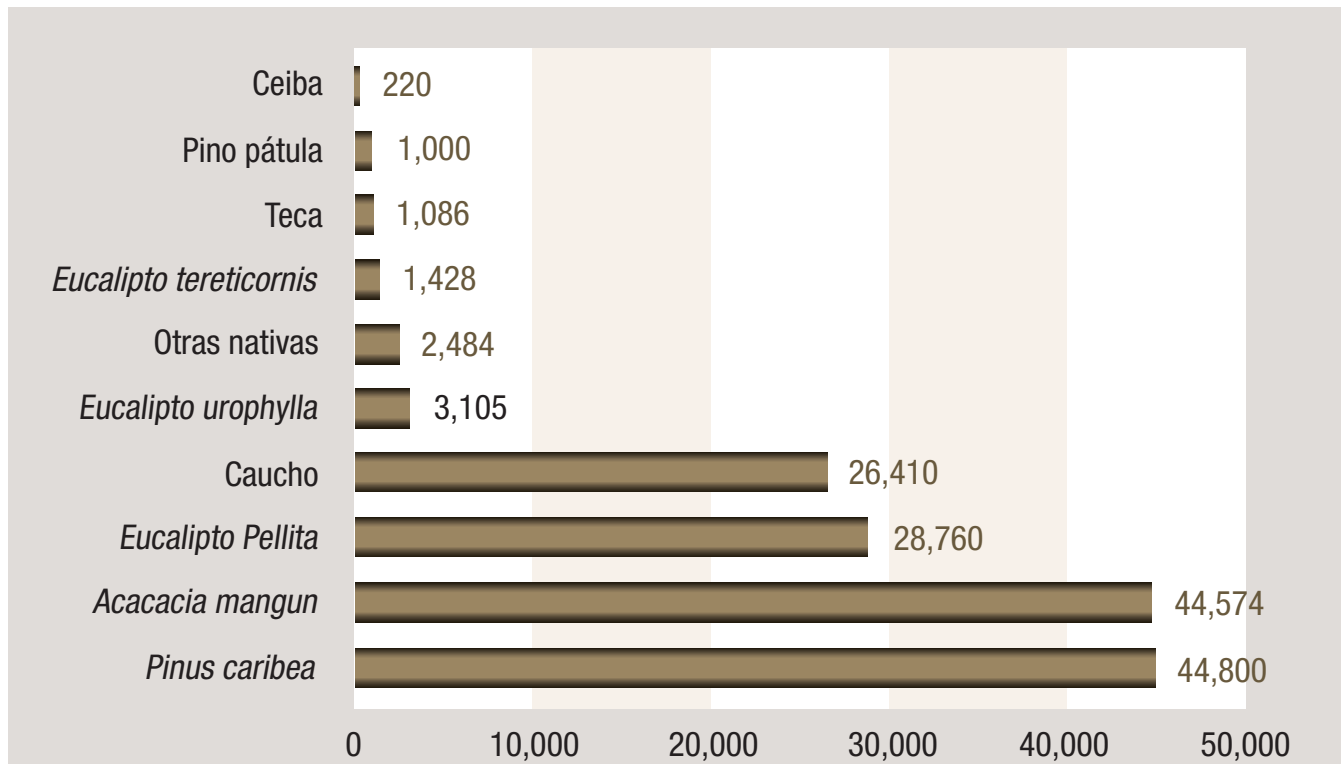
De acuerdo con la información registrada en el Boletín Estadístico Forestal (MADR, 2021) las especies con mayor área sembrada en la región, para el año 2020, corresponden en su mayoría a especies introducidas (Figura 43), destacándose *Pinus caribea* (44.800 ha), *Acacia mangium* (44.574 ha), *Eucalipto pellita* (28.760 ha) y *Hevea brasiliensis* (caucho) (26.410 ha).

Figura 42. Área sembrada de plantaciones forestales comerciales por departamento y por ha en la región de la Orinoquia, año 2020



Fuente: elaboración propia con datos de MADR (2021).

Figura 43. Plantaciones forestales, por especies, con mayor área sembrada en la región de la Orinoquia, año 2020



Fuente: elaboración propia con datos de MADR (2021).

8.1.3 Cultivos permanentes en áreas previamente transformadas

Implica el cambio de coberturas no forestales previamente transformadas, que presenten cierto nivel de degradación o subutilización, hacia monocultivos permanentes basados en especies arbóreas (palma de aceite, frutales) o en arreglos agroforestales (caucho, cacao, café) (CIAT y Cormacarena, 2017). Estos cambios se basan en el análisis de los datos de actividad correspondientes al área sembrada y resembrada de cada tipo de cultivo en la región. En el caso del café, las áreas se diferencian de acuerdo con el nivel de exposición solar del cultivo (en sombrío, semi-sombrío y exposición libre).

La incorporación de árboles y arbustos en la matriz agropecuaria puede aumentar la captura de carbono notablemente en comparación con otros sistemas como los pastos de monocultivo. Además de almacenar cantidades importantes de carbono en la biomasa

aérea, hay acumulaciones importantes en la biomasa subterránea (Nair et al., 2009). Los estudios acerca de las absorciones de GEI en cultivos arbóreos permanentes permiten identificar las tendencias propias de cada especie, en particular con variables como las densidades de siembra, prácticas de manejo y eficiencia de la fijación de carbono (Mota, 2011).

Los sistemas agroforestales (en adelante, SAF) se centran en el cambio del manejo convencional de la tierra y los recursos naturales por otro integral y sostenible; son esencialmente una réplica de los bosques naturales que están conformados por una diversidad de especies con diferentes funciones ecosistémicas, desempeñando un papel importante en la conservación y sostenibilidad de los agroecosistemas. Además, el requerimiento de insumos y la capacidad productiva son altamente adecuados para cubrir las necesidades alimentarias y de ingresos de las familias que los implementan (Iglesias, 1999).



Los SAF son importantes en la captura de carbono, la mitigación de gases de efecto invernadero y la mejora de características físico-químicas del suelo. También contribuyen a la conservación de la biodiversidad, aumentando la riqueza, abundancia y diversidad de especies, en comparación con los sistemas agrícolas convencionales; aportan a la conservación y disponibilidad del agua mediante la reducción de la escorrentía y la contaminación, y mejoran la calidad del aire mediante la reducción de olores provenientes de las instalaciones ganaderas (Casanova et al., 2016).

De acuerdo con la información del mapa de coberturas de la tierra de Colombia 1:100.000 para el año 2018 (Ideam, 2021), la Orinoquia cuenta con 284.010 ha de cultivos permanentes arbóreos; 905 ha de cultivos permanentes arbustivos y 164 ha cultivos agroforestales, además de otras coberturas de cultivos arbóreos que pueden hacer parte de diferentes mosaicos de cultivos. La mayor parte de estas coberturas se encuentran en los departamentos del Meta y Casanare.


8.1.4 Sistemas silvopastoriles

Corresponde a la inclusión de especies arbóreas y arbustivas, en diferentes densidades y con objetivos de uso diversos, en los sistemas ganaderos de pastoreo. Los arreglos silvopastoriles permiten mejorar la eficiencia del sistema y aumentar las capacidades de carga de bovinos por unidad de área (CIAT y Cormacarena 2017). Para que esta sea una causa efectiva del incremento de las absorciones de GEI, es importante que las mejoras, en eficiencia, no impliquen un incremento significativo en el tamaño del hato ganadero y, en consecuencia, de las emisiones de metano por fermentación entérica. Si el sistema permite la liberación de áreas de pastoreo extensivo, a largo plazo se pueden aumentar las absorciones, al destinar estas áreas a procesos de restauración forestal o a cultivos en arreglos forestales como el cacao (Tapasco et al., 2018).

En los sistemas silvopastoriles las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. Los árboles pueden ser naturales o plantados con fines maderables, frutales, o como árboles multipropósito, en apoyo específico para la producción animal. Eso significa que existen varios tipos de sistemas silvopastoriles; en Colombia se puede apreciar pastoreo en bosques naturales, en plantaciones forestales comerciales, en plantaciones de árboles frutales, en praderas con árboles y/o arbustos forrajeros; sistemas mixtos con árboles o arbustos multipropósito para corte, cercas vivas, bancos forrajeros, entre otros (Mahecha, 2003). Entre más complejo sea el sistema, o entre mayor densidad de árboles se establezcan, mayores serán los beneficios que brinde. Sin embargo, en el establecimiento de un sistema silvopastoril, y en los beneficios que pueda prestar una vez establecido, es necesario tener en cuenta el tipo de especies forrajeras a utilizar, la densidad apropiada, y su adaptabilidad al tipo de suelo, a las condiciones climáticas y a la sombra (Camero, 2019).

Además de su valor para proveer alimento de alto valor nutritivo, especialmente durante la época seca, y por su valor económico como madera y fuente de servicios ambientales (sumidero de carbono y conservación de la biodiversidad), los arreglos silvopastoriles contribuyen a mitigar las emisiones de CO₂ a la atmósfera, ya que este gas es utilizado por las plantas para realizar la fotosíntesis y, por lo tanto, el carbono es capturado y almacenado para mantener las estructuras leñosas de los organismos vegetales. Por ello, se considera que la conversión de pasturas a sistemas silvopastoriles puede reducir las pérdidas de carbono en el suelo (Lara, 2019).

En ecorregiones como la Orinoquia colombiana los paisajes pecuarios reconvertidos en sistemas silvopastoriles contribuyen a la conservación de bosques nativos, a la protección de humedales, al manejo de bajo impacto en



sabanas naturales y, en forma simultánea, transforman la matriz de pastos introducidos sin árboles, en un territorio agroforestal, mediante la combinación de diferentes arreglos (Chará et al., 2011).

8.1.5 Prácticas sostenibles de manejo de suelos y pasturas degradadas

La recuperación de suelos y/o pasturas, con alto nivel de degradación o baja productividad (excluyendo las sabanas naturales), mediante la implementación de prácticas de manejo que no impliquen fertilización nitrogenada, puede aumentar la acumulación de carbono y las capacidades de carga de bovinos (Tapasco et al., 2018). Esto puede llevar a la liberación de áreas de pastoreo extensivo hacia usos de conservación o sistemas agroforestales y, finalmente, representar un aporte interesante a las absorciones proyectadas del inventario regional de GEI.

Las presiones sobre los suelos en las áreas rurales continúan en aumento, debido a la intensificación de su uso para actividades agropecuarias y a la demanda de la creciente población, que al ser combinado con prácticas de manejo no sostenibles y anomalías climáticas extremas, produce la degradación del recurso que, en el país, alcanza cerca del 40 % del área total del territorio (MADS e Ideam 2015). Por lo anterior, plantear estrategias de manejo sostenible de suelos y pasturas degradadas es un proceso esencial para revertir esa tendencia, teniendo en cuenta no afectar la seguridad alimentaria ni la prestación de servicios ecosistémicos (Dietl y Fernández, 2009).

Aun cuando las técnicas convencionales de labranza utilizadas en la agricultura normalmente generan la erosión del suelo y, por

ende, una disminución en la retención y almacenamiento de carbono, las buenas prácticas (también conocidas como agricultura sostenible o de conservación) ayudan a detener la liberación de GEI mediante la gestión de materia orgánica, el mejoramiento de la estructura del suelo y la conservación de hábitats. Estos sistemas sostenibles se basan en tres principios interrelacionados: mínima alteración del suelo, cubierta vegetal permanente, y diversificación y rotación de las especies cultivadas (Mota, 2011).

Implementar estrategias sostenibles de manejo de suelos y pasturas permite la absorción de GEI, debido a que los pastos tienen la capacidad de capturar CO₂ atmosférico y transformarlo en carbono orgánico, además de considerarse una de las coberturas principales para almacenar carbono en el suelo (cerca del 30 % de los reservorios de carbono del suelo se encuentran en pastizales). Si bien, las absorciones de CO₂ que se presentan en los suelos cubiertos por pastizales, no son tan eficientes como las generadas por los bosques tropicales y otras especies forestales (plantaciones), son una buena alternativa en la captura de carbono, dado que en una hectárea se pueden llegar a retener un poco menos de dos toneladas de carbono (Marín, 2018).

Sumado a lo anterior, se han identificado diferentes beneficios al integrar prácticas sostenibles de manejo de suelos y pasturas degradadas en territorios con potencial ganadero, como es el caso de la Orinoquia colombiana. Entre estos beneficios se destacan: mayores capacidades de carga de bovinos, equilibrio ecológico, recuperación de pastizales y ecosistemas de sabana, reducción de la mano de obra, reducción en gastos de medicamentos y suplementos, y aumento en la rentabilidad neta por unidad de área (Melado, 2014). ■

Bibliografía

Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). 2018. Localización de pozos de producción petrolera existentes en Colombia, año 2018. Agencia Nacional de Hidrocarburos. [En Línea]. Disponible en: <https://geovisor.anh.gov.co/>

Agencia Nacional Minera (ANM). 2019. Base de datos de explotador minero autorizado - título minero. [En línea]. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/ANM-RUCOM-Explotador-Minero-Autorizado-T-tulo-Mine/42ha-fhvj/data>

Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (Asocars). 2021. Boletín Estadístico Forestal BEF-SUNL-VITAL 2018-2019. [En Línea]. Disponible en: <https://asocars.org/lofl/wp-content/uploads/2021/07/BEF-SUNL-VITAL-Pdf-Vertical.pdf>

Brown C. 2000. *The global outlook for future wood supplies from forest plantations*. FAO Working Paper GFPOS/WP/03. Roma.

Camero L. 2019. Fijación de carbono en un sistema silvopastoril (*Erythrina berteroana* Urban y *Brachiaria brizantha* CV Toledo) de una explotación lechera en la Región Huetar Norte de Costa Rica. *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo* v. 2, n. 2, pp.19-26.

Casanova F., Ramírez L., Parsons D., Caamal A., Piñero A., Díaz V. 2016. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Revista Chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente*, vol. 22, No. 3. México.

Chará J., Murgueitio E., Zuluaga A., Giraldo C. 2011. Ganadería colombiana sostenible: mainstreaming biodiversity in sustainable cattle ranching. Fundación CIPAV. Colombia.

Chazdon R., Lindenmayer D., Guariguata M., Crouzeilles R., Rey J., Lazos E. 2020. Fostering natural forest regeneration on former agricultural land through economic and policy interventions.

Environ. Res. Lett. 15: 043002.

CIAT, CORMACARENA. 2017. *Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquia*. CIAT publicación No. 438. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.

CORMACARENA, PATRIMONIO NATURAL, PARQUES NACIONALES NATURALES. 2015. *Informe final sobre iniciativas de implementación temprana REDD+ en el Área de Manejo Especial de La Macarena-AMEM y anexo técnico sobre causas y agentes de deforestación*. Convenio de Asociación Tripartita P.E. GDE.1.4.7.1.14.022, suscrito entre Cormacarena, Patrimonio Natural Fondo para la Diversidad y Áreas Protegidas, y Parques Nacionales Naturales. Colombia.

Correa H., Ruiz S., Arévalo L. 2005. *Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco, Colombia 2005-2015. Propuesta Técnica*. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF Colombia, GTZ. Bogotá D.C., Colombia.

Da Costa R., De Freitas L., Do Vale R. 2021. Recuperación forestal en llanuras de inundación del estuario amazónico sometidas a una gestión intensiva de açazais. *Original Article. ANPPAS. Ambient. Soc.* 24.

DANE. 2014. *Colombia: Tercer Censo Nacional Agropecuario 2014, microdatos anonimizados*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). [En Línea]. Disponible en: http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/513/get_microdata

DANE. 2016. *Centros poblados de la república de Colombia*. Geoportal de datos abiertos. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). [En Línea]. Disponible en: <https://geoportal.dane.gov.co>

DANE. 2018. *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. Geoportal de datos abiertos.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). [En Línea]. Disponible en: <https://geoportal.dane.gov.co>

DANE. 2020. PIB total por departamento. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). [En Línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

Dietl W., Fernández F. 2009. Manejo sostenible de praderas, su flora y vegetación. Boletín INIA No. 187. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Cauquenes, Chile.

Facciotto G., Minotta G., Paris P., Pelleri F. 2015. Tree farming, agroforestry and the new green revolution, a necessary alliance. Proceedings of the Second International Congress of Silviculture. Florence, November 26–29 2014, Vol. II: 658–669.

FEDEGAN-FNG. 2020. Estadísticas del inventario bovino a escala departamental. Federación Colombiana de Ganaderos – Fondo Nacional del Ganado. [En Línea]. Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero>

Fischer J., Stott J., Zerger A., Warren G., Sherren K., Forrester R. 2009. Reversing a tree regeneration crisis in an endangered ecoregion. Proc. Nat. Acad. Sci. 106: 10386–9.

Freer-Smith P., Muys B., Bozzano M., Drössler L., Farrelly N., Jactel H., Korhonen J., Minotta G., Nijnik M., Orazio C. 2019. Plantation forests in Europe: challenges and opportunities. From Science to Policy 9. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs09>

Gaitán J., Lopez C., Bran D. 2009. Efectos del pastoreo sobre el suelo y la vegetación en la estepa patagónica. Ciencias del suelo, 27: 261-270.

García J. 2007. ¿Existe una relación entre inversión e infraestructura de transporte y crecimiento económico? Ecos de Economía, 11(25), 1-17.

Global Data Lab. 2019. Human Development Indices (5.0), sub-national HDI. [En Línea]. Disponible en: https://globaldatalab.org/shdi/shdi/COL/?levels=1%2B4&interpolation=1&extrapolation=0&nearest_real=0

González J., Cubillos A., Chadid M., Arias M., Zúñiga E., Cubillos A., Joubert F., Pérez I. 2018a. Lineamientos conceptuales y metodológicos para la caracterización de causas y agentes de la deforestación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

González J., Cubillos A., Chadid M., Cubillos A., Arias M., Zúñiga E., Joubert F., Pérez I, Berrío V. 2018b. Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

González J., Joubert F., Cubillos A., Pérez I., Chadid M., Cubillos A., Arias M., Zúñiga E. 2018c. Recomendaciones de medidas y acciones territoriales para la reducción de la deforestación y la gestión de los bosques en el Pacífico colombiano. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

Guevara S., Laborde J., Sánchez-Ríos G. 2005. The trees, the forest left behind. Interciencia, 30: 595.

ICA. 2020. Censo Pecuario Nacional, base municipal 2016-2020. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). [En Línea]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epi/demiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

IDEAM. 2013. Zonificación hidrográfica de Colombia a escala 1:100.000, año 2013. Subdirección de Hidrología, Grupo de Evaluación Hidrológica. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En Línea]. Disponible en: <http://visor.ideam.gov.co/geovisor/#!/profiles/3>

IDEAM. 2015. Clasificación climática de Caldas-Lang de la República de Colombia, año 2014. Subdirección de Meteorología, Grupo de Climatología y Agrometeorología. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En Línea]. Disponible en: <http://visor.ideam.gov.co/geovisor/#!/profiles/3>



IDEAM. 2017. *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000, año 2017*. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En Línea]. Disponible en: <http://visor.ideam.gov.co/geovisor/#!/profiles/3>

IDEAM. 2020. *Información desagregada de la superficie cubierta por bosque natural y el cambio de la superficie cubierta por bosque natural, 2000-2019. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En Línea]. Disponible en: <http://smbyc.ideam.gov.co/MonitoreoBC-WEB/reg/indexLogOn.jsp>

IDEAM. 2021. *Coberturas de la tierra en Colombia 1:100.000, año 2018. Monitoreo y seguimiento de suelos y tierras*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En Línea]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/capas-geo>

IDEAM, PNUD. 2018. *Informe de Inventario Nacional de GEI de Colombia. Anexo técnico del Segundo Reporte Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. Bogotá D.C., Colombia.

IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2021. *Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.

IGAC. 2018. *Mapa digital de resguardos indígenas de la República de Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Subdirección de Geografía y Cartografía, Agencia Nacional de Tierras. [En Línea]. Disponible en: sigotvg.igac.gov.co/

IGAC. 2019. *Cartografía base para el territorio colombiano a escala 1:100.000, año 2019*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. [En Línea]. Disponible en: <http://sigotvg.igac.gov.co:8080/>

Iglesias J. 1999. *Sistemas de producción agroforestales, conceptos y definiciones. Pastos y forrajes: 22 (4): 287*.

Lara A. 2019. *Almacenamiento de carbono en biomasa arbórea y suelo de prácticas*

silvopastoriles en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. Tesis de maestría en ciencias en producción agropecuaria tropical. Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Lasso C., Usma J., Trujillo F., Rial A. 2010. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.

Mahecha L. 2003. *Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, vol. 16, núm. 1. Medellín, Colombia.

Marín S. 2018. *Determinación de la capacidad de captura de CO2 y liberación de emisiones de N2O de dos variedades de pastos en la zona de Vara Blanca, bajo la influencia de tres tipos de fertilización*. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Medrano D. 2018. *Agricultura en la Orinoquia, un potencial desafiante*. Centro de estudios de la Orinoquia (CEO). Universidad de los Andes. Bogotá D.C., Colombia.

Melado J. 2014. *Manual de manejo sostenible de pastizales. Programa Amazonia sin Fuego (PASF)*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. La Paz, Bolivia.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2020. *Evaluaciones agropecuarias municipales. Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario de Colombia (Agronet)*. [En Línea]. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2021. *Boletín Estadístico Forestal, marzo 2021*. [En Línea]. Disponible en: https://fedemaderas.org.co/wp-content/uploads/2019/07/BOLETIN_FORESTAL_MARZO_WEB.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2017. *Decreto No. 1655 del 10 de octubre de 2017, "Por medio del cual se adiciona al Libro 2,*

parte 2, Título 8, Capítulo 9 del Decreto 1076 de 2015, cinco nuevas secciones en el sentido de establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Información Forestal, el Inventario Forestal Nacional y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que hacen parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia, y se dictan otras disposiciones". [En Línea]. Disponible en: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201655%20DEL%2010%20DE%20OCTUBRE%20DE%202017.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2021. Proyectos de restauración de ecosistemas a nivel nacional. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). [En Línea]. Disponible en: <https://cargue-informacion-restauracion-mads.hub.arcgis.com/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). 2015. Línea base de degradación de suelos por erosión en Colombia 2010-2012, escala 1:100.000. Bogotá, Colombia.

Moncayo J. 2017. El territorio como poder y potencia: Relatos del piedemonte araucano. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia.

Mota C. 2011. Fijación de CO₂ en cultivos y sus implicaciones en el cambio climático. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, Departamento de Biología Vegetal. Murcia, España.

Nair P., Kumar B., Nair V. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172, 10-23. doi: 10.1002/jpln.200800030

ODC. 2020, 2021. Sistema de Información de Drogas de Colombia, módulo "oferta, cultivos ilícitos". Datos del Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos (SIMCI) de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). Observatorio de Drogas de Colombia

(ODC). [En Línea]. Disponible en: <http://www.odc.gov.co/sidco>

Ramírez J., Avellaneda C., Pineda K. 2015. Estimación del Índice de Desarrollo Humano ajustado para los departamentos colombianos. *Lect. Econ.* No. 83. Medellín, Colombia.

Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP). 2020. Mapa de Áreas Protegidas de Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia. [En Línea]. Disponible en: <https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>

Ruiz M., Azpíroz H., Rodríguez J., Cetina V., Gutiérrez M. 2006. Importancia de las plantaciones forestales de Eucalyptus. *Revista Ra Ximhai*, vol. 2, núm. 3. El Fuerte, México.

Tapasco J., Hyman G., Martínez J., Ruden A., Lizarazo M., Martínez Barón D., Loboguerrero A., Solís J. 2018. Crecimiento agropecuario bajo en carbono en paisajes de la Orinoquia Colombiana: una evaluación de oportunidades. Informe Final para el Banco Mundial. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia.

UPRA. 2019a. Zonificación de aptitud para la producción de carne bovina en pastoreo para el mercado nacional y de exportación en Colombia, a escala 1:100.000. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Sistema Para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA). [En Línea]. Disponible en: <https://sipra.upra.gov.co/>

UPRA. 2019b. Zonificación de aptitud para la producción de leche bovina en pastoreo para el mercado nacional y de exportación en Colombia, a escala 1:100.000. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Sistema Para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA). [En Línea]. Disponible en: <https://sipra.upra.gov.co/>

Viloria J. 2009. Geografía económica de la Orinoquia. Banco de la República. Documentos de trabajo sobre economía regional No. 113. Cartagena de Indias, Colombia.

Glosario de siglas y acrónimos

Afolu: Agriculture, Forestry and Other Land Use (Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra).

AMEM: Área de manejo especial de La Macarena.

ANH: Agencia Nacional de Hidrocarburos.

ANM: Agencia Nacional Minera.

BUR 3: Documento de Informe sobre Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

CH4: Gas metano.

CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

CMNUCC: Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

CO2: Dióxido de Carbono.

CO2eq: Dióxido de Carbono equivalente.

CNPV: Censo nacional de población y vivienda.

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DMI: Distrito de Manejo Integrado.

FARC: Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia.

Fedegán: Federación Nacional de Ganaderos.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.

Ideam: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDH: Índice de Desarrollo Humano.

IES: Cobertura en Educación Superior.

IEV: Índice de Esperanza de Vida al nacer.

IIL: Índice de Informalidad Laboral.

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).

MADR: Ministerio de Agricultura y Desarrollo.

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo.

NAD: Núcleo de Alta Deforestación.

NBI: Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas.

N2O: Óxido Nitroso.

ODC: Observatorio de Drogas en Colombia.

PNN: Parques Nacionales Naturales.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PRE: Programa de Reducción de Emisiones.

PIB: Producto Interno Bruto.

Prizzo: Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquia.

REDD+: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques).

Runap: Registro Único Nacional de Áreas Protegidas.

SAF: Sistemas Agroforestales.

SF6: Hexafloruro de azufre.

Simci: Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos.

Sinap: Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

SMBYC: Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono.

UNODC: United Nations Office on Drugs and Crime (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito).

UPA: Unidad de Producción Agropecuaria.

UPRA: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria.

Zidres: Zona de interés y Desarrollo Rural Económico y Social.



Glosario de términos y conceptos

a. Acciones: corresponden a las actividades específicas a realizar dentro de cada una de las medidas (directas o habilitantes) definidas y priorizadas para su implementación a escala nacional, subnacional y/o local (adaptado de González et al., 2018c).

b. Agentes de emisiones/absorciones Afolu: corresponden a las personas, grupos de personas o instituciones que, influenciados por las causas subyacentes, toman la decisión de establecer actividades productivas que transforman las coberturas naturales, y generan emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero (adaptado de González et al., 2018a).

c. Bosque (monitoreo nacional): tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30 %, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 metros al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 hectárea. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción agropecuaria. Esta definición es consecuente con los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/COP.7. Cualquier otro tipo de cobertura de la tierra diferente al bosque se define como “No bosque” (Ideam, 2020).

d. Cadena de eventos de emisiones/absorciones de GEI: el análisis de cadenas de eventos busca identificar las relaciones entre grupos principales de agentes y causas (directas y

subyacentes) de la transformación, para tratar de explicar la secuencia lógica del proceso que conduce a la generación de emisiones o al incremento de las absorciones de GEI en un área particular (adaptado de González et al., 2018a).

e. Causas directas de emisiones/absorciones Afolu: las causas directas (también denominadas motores o drivers) se relacionan con actividades agropecuarias, forestales o de otros usos de la tierra, que llevan a la generación de emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero. Generalmente implican el cambio de las coberturas naturales a un uso productivo (que puede generar emisiones de GEI), su permanencia o su regeneración (que puede aumentar las absorciones de GEI) (adaptado de González et al., 2018a).

f. Causas subyacentes o indirectas de emisiones/absorciones Afolu: son factores o procesos sociales, económicos, tecnológicos, políticos y biofísicos que refuerzan las causas directas de emisiones/absorciones Afolu y que influyen sobre las decisiones que toman los agentes o en sus motivaciones (adaptado de González et al., 2018a).

g. Dato de actividad: es la información cuantitativa que permite establecer la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones de GEI que se producen durante un período de tiempo determinado (Ideam y PNUD, 2018).

h. Deforestación: conversión directa y/o inducida de la cobertura de bosque a otro tipo de cobertura de la tierra en un período de tiempo determinado (Ideam, 2020).

i. Drivers: denominación en idioma inglés para causas y agentes de la transformación de las coberturas naturales.

j. Espacialización: corresponde al proceso de transformación de datos no espaciales en representaciones y sus relaciones dentro de los sistemas de información geográfica.

k. Factor de emisión: es un valor representativo que relaciona la cantidad de un gas emitido a la atmósfera con la actividad asociada a la emisión de dicho gas (Ideam y PNUD, 2018).

l. Hotspots: denominación en idioma inglés para los núcleos o áreas que concentran fenómenos como la deforestación o la transformación de otras coberturas naturales en un período de tiempo determinado.

m. Inventario de emisiones y absorciones de GEI: es la cuantificación de los gases de efecto invernadero emitidos hacia la atmósfera como producto de fuentes antropogénicas (resultado de actividades humanas) y de la cantidad de absorciones por sumideros de carbono, ocurridas en un área geográfica durante un período de tiempo específico (p.e., un año) (Ideam y PNUD, 2018).

n. Medidas: conjunto de acciones realizadas, a escala nacional, subnacional y/o local, para enfrentar las causas y agentes de las emisiones y para incrementar las absorciones de GEI. Las medidas se enmarcan en las políticas y estrategias nacionales sobre cambio climático y control de la deforestación; incluyen instrumentos de política, prácticas, incentivos, entre otros, y buscan generar cambios para alcanzar los objetivos de reducción de las emisiones de GEI en el sector Afolu. Las medidas directas buscan el logro de resultados en términos

de reducción de las emisiones o incremento de las absorciones, mientras las medidas habilitantes establecen las condiciones necesarias para que las intervenciones directas sean factibles de implementar y, finalmente, sean efectivas, eficientes y equitativas (adaptado de González et al., 2018c).

o. Núcleo de alta deforestación: se define como aquella zona geográfica donde se presentan concentraciones significativas de áreas deforestadas en un período de referencia específico (González et al., 2018a).

p. Praderización: proceso de conversión de las coberturas naturales (principalmente bosques) a pastos.

q. Praderizador: agente de transformación que toma la decisión de convertir las coberturas naturales (principalmente bosques) a pastos.

r. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC): es el conjunto de procesos, metodologías, protocolos y herramientas para la generación periódica de información sobre: i) la superficie de bosques de Colombia y sus cambios en el tiempo; ii) las reservas de carbono almacenadas en los bosques naturales; iii) las causas y agentes de la deforestación y la degradación de los bosques, y iv) las emisiones y absorciones de GEI asociadas a la deforestación y la degradación forestal (MADS, 2017).

s. Tasa anual de deforestación: variación de la superficie cubierta por bosque natural en una determinada unidad espacial de referencia (j), entre el año inicial (t1) y el año final (t2) (Ideam, 2020).



Agricultura



Ambiente



IDEAM

Causas y Agentes de las Emisiones y Absorciones del sector Afolu en la región de la Orinoquia

ideam.gov.co

<https://biocarbono.org/>

Biocarbono

Paisajes sostenibles bajos en carbono