The background of the image is a sunset landscape. The sky is filled with horizontal bands of clouds, illuminated from below by the setting sun, creating a warm orange and yellow glow. In the foreground, the silhouettes of three palm trees stand against the bright horizon. A white outline of the Orinoquia region is superimposed on the sky, framing the text. The text is in a bold, white, sans-serif font. A thin orange line runs vertically down the left side of the page, with a small purple dot at the top and a small red dot at the bottom. Another thin orange line runs vertically down the right side of the page, with a small red dot at the bottom.

**PLAN REGIONAL INTEGRAL
DE CAMBIO CLIMÁTICO
PARA LA ORINOQUÍA**





Tienda de artesanías hechas por los indígenas Sikuani. Puerto Carreño, Vichada

PLAN REGIONAL INTEGRAL DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA ORINOQUÍA







La Macarena es el lugar donde confluyen todas las fuerzas que moldean la Orinoquía; desde el norte las extensas sabanas, desde el occidente las montañas jóvenes de los Andes, desde el sur el mar verde del Amazonas y desde el oriente las antiguas rocas del escudo guayanés conforman un lugar ecológicamente único, cuyo principio de identidad es ser el crisol de todos los paisajes de la región. Lugar, que una metáfora singular de lo que es el clima en este territorio, alcanza su verdadera majestuosidad cuando del cielo vuelve el agua para potenciar el fenómeno de la vida.
Caño Cristales, La Macarena, Meta.

Los vaqueros cabalgan por gran parte del territorio orinocense, orientando y guiando las casi cinco millones de cabezas de ganado que se encuentran en la zona hacia lugares con pastos que permitan la alimentación de las reses.

Orocué, Casanare.





CRÉDITOS

EQUIPO CIAT

Jeimar Tapasco
Daniel Escobar
Jesús David Martínez
Nilton Díaz
Pablo Zapata
Julián Barrios
Nicolás Hazzi
Julián Zambrano
Carlos Navarro
Laura Serna
María Soley Díaz
Johana Villota
Beatriz Rodríguez
Lina Ramírez
Javier Triana
Samy Mafla
Alejandro Ruden
Andrés Guzmán

EQUIPO CORMACARENA

Diana Torres
Vicky Guerrero
Catalina Piedrahita
Diana Lugo
Juan Pablo Benavides
Mauricio Torres Munévar

FOTOGRAFÍA

Juan Pablo Marín/ PRICCO

DISEÑO Y ARTES

María Alejandra Mafla/ CIAT
María del Mar Orrego / CIAT

COMITÉ EDITORIAL

Tatiana Ortiz / CIAT
María Alejandra Mafla/ CIAT
Angélica Céspedes / CIAT

MAPAS

Jorge Andrés Pérez / CIAT

GRÁFICOS

María del Mar Orrego / CIAT

IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN

Libre Expresión Creativos SAS

GUÍA FOTÓGRAFOS

Juan Pablo Marín / PRICCO

0, 4 - 5, 7, 8, 10, 13, 16 - 17, 18, 21, 22, 23a, 23b, 24a, 24b, 25, 26a, 26b, 26c, 27, 28, 29a, 29b, 29c, 30 -31, 32- 33, 34, 37, 38, 40 - 41, 58, 63, 67, 71, 78, 86, 87a, 87b, 88 - 89, 98 - 99, 100 - 101, 103, 104, 105a, 105c, 106, 107a, 107b, 107c, 108, 109b, 109c, 110, 111a, 111b, 111c, 112 - 113, 114 - 115, 117, 118, 119c, 120, 121a, 121b, 121c, 122, 123a, 123b, 123c, 124 - 125, 126, 127, 129, 130 - 131, 132, 133 -135, 136 - 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144 -145, respaldo.

Neil Palmer / CIAT

Portada, 50 - 51, 109a, 109c, 119a.

Sammy Mafla / CIAT

90 - 31, 97a.

Daniel Escobar / CIAT

2-3.

Jesús David Martínez / CIAT

105b

PRICCO

93, 94a, 94b, 94c, 95, 97b.



Esta obra y su contenido están bajo la licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial 4.0 Internacional.
(CC-BY-NC 4.0)

Derechos de autor ©Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT,
Cormacarena, Ecopetro y Corporinoquia. 2017

Esta obra se debe citar de la siguiente forma: CIAT & CORMACARENA. 2017. Plan
Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía. CIAT publicación No. 438.
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

El PRICCO es el resultado de una alianza estratégica entre Cormacarena,
Corporinoquia, Ecopetro y CIAT bajo el marco de trabajo del Nodo Regional de
Cambio Climático de la Orinoquía

www.orinoquiacc.org

PLAN REGIONAL INTEGRAL DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA ORINOQUÍA



*Pese a que la cordillera andina es la cadena montañosa más influyente en las condiciones de la Orinoquía, no es el único accidente geográfico que caracteriza los paisajes de la región. Las formaciones del escudo guayanés, una de las más antiguas formaciones geológicas del planeta erosionadas por miles de millones de años cuando el río Amazonas drenaba al atlántico, son determinantes de los paisajes del Vichada y de la Serranía de La Macarena. **Río Orinoco, Vichada.***



La región tiene una impronta indígena significativa, confluyen en los territorios de Arauca, Casanare, Meta y Vichada cerca de 15 etnias de estos grupos, los cuales se distribuyen a través de multitud de resguardos, cuya población alcanza valores cercanos a 50.000 personas. Estos grupos humanos han pasado de ser mayormente nómadas a ser en gran medida sedentarios. (Dane, 2005) (IGAC 2012)
Indígenas Sikuni, Comunidad Caño Lapa, Raudalito, Vichada.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	11
CAPÍTULO 1. LA REGIÓN	17
CAPÍTULO 2. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	33
CAPÍTULO 3. CAMBIO CLIMÁTICO	41
Clima Actual	42
Escenarios de Cambio Climático	44
CAPÍTULO 4. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	51
Cambio Climático y Biodiversidad	52
Cambio Climático y Recurso Hídrico	64
Cambio Climático y Ganadería	68
Cambio Climático y Agricultura	72
Cambio Climático y Salud	79
Cambio Climático e Infraestructura	81
Cambio Climático y Minería e Hidrocarburos	83
Sitios con Mayor Riesgo	84
CAPÍTULO 5. CONSTRUCCIÓN COLECTIVA Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES	91
Descripción Participación	92
Estrategia de Educación	96
CAPÍTULO 6. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	101
CAPÍTULO 7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	115
CAPÍTULO 8. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN Y ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO	126
CAPÍTULO 9. ESQUEMA SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	133
CAPÍTULO 10. VISIÓN DE REGIÓN RESILIENTE	137
Orinoquía resiliente	138
ANEXOS	146
BIBLIOGRAFÍA	150



El simbólico atardecer de la llanura, este paisaje es caracterizado por su baja pendiente y cubre la mayor parte del territorio del Orinoco donde su interacción con el agua define los paisajes y la vida de los seres que allí habitan. Este particular relieve permite la apreciación del cielo desde otra perspectiva, fenómeno que se ve potenciado por la ausencia de la luminiscencia propia de las grandes urbes.

Sabana Inundable. Orocué, Casanare.

PRESENTACIÓN

El clima está cambiando y seguirá cambiando; la última investigación realizada por IDEAM calculó, para Colombia, un aumento de la temperatura media del orden de 0,13°C/década para 1971-2000 (Ruiz, 2010). En la región de la Orinoquía en el período comprendido entre los años 1990 y 2000, la temperatura promedio se incrementó entre 0,5°C y 0,8°C, y se prevé que a mediados del siglo XXI, las temperaturas aumenten entre 3°C y 5°C, mientras que los patrones de precipitación cambiarán en cantidad, estacionalidad e intensidad (Arnell et al., 2004; IPCC, 2007).

En cuanto a emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Colombia, los sectores que más contribuyen son Energía y AFOLU⁽¹⁾, siendo los responsables del 90% de las emisiones. Dentro de estos sectores, los renglones que mayores emisiones generan son deforestación, transporte y ganadería. A pesar que Colombia es responsable sólo de 0,42% de las emisiones a nivel global, la mitigación es una tarea de todos los países, regiones y habitantes del planeta, ya que es un problema que afecta a todas las regiones del mundo y cualquier esfuerzo que se haga en

materia de mitigación redundará en un beneficio a nivel mundial.

Colombia, como Estado, realizó una serie de compromisos en el marco del Acuerdo de París en el año 2015, tanto en materia de mitigación como en materia de adaptación. En cuanto a reducción de emisiones el compromiso es disminuir en 20% la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) proyectado a 2030 mediante recursos propios (recursos destinados por parte del país para este compromiso), y llegar a 30% si se recibe apoyo internacional. Frente al tema de adaptación, Colombia se comprometió a tener 100% del territorio nacional cubierto con planes territoriales de cambio climático y en proceso de implementación al año 2030. Otros compromisos son: incorporar el cambio climático en la planificación de macrocuencas, aumento de áreas protegidas, delimitación de los páramos, planes de adaptación sectoriales y fortalecimiento de las redes agroclimáticas.

Los efectos del cambio climático y las acciones para contrarrestarlo ocurren a nivel local, por lo tanto las instituciones territoriales son las

1. AFOLU es la sigla en inglés que incluye el sector agropecuario, forestal y cambios de uso del suelo

llamadas a liderar la formulación e implementación de los planes de adaptación y mitigación. El Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía colombiana permitirá salvaguardar la biodiversidad que alberga y la gente que la habita. Para las Gobernaciones, las Alcaldías y las Corporaciones Autónomas Regionales es urgente asumir el reto de gestionar el riesgo climático y los posibles impactos negativos en su jurisdicción, a partir del desarrollo de estrategias articuladas con las iniciativas nacionales e internacionales en mitigación y adaptación, de forma que integren esta problemática dentro de sus procesos sectoriales de ordenamiento, planificación e inversión, con el fin de generar una gestión compartida y coordinada de información pertinente y oportuna, que permita una adecuada toma de decisiones, promoviendo la eficiencia energética en los procesos productivos de la región, el desarrollo compatible con el clima y la competitividad de las regiones, y así contrarrestar de manera efectiva y oportuna los efectos negativos derivados del cambio climático.

El objetivo principal de este trabajo es la formulación del Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía (PRICCO), departamentos

de Arauca, Casanare, Meta y Vichada. Se busca avanzar en la comprensión de conceptos básicos, lograr la integración del clima, el cambio climático y el riesgo de desastres en los procesos de gestión del desarrollo de la región.

Este Plan se formuló en el marco del espacio interinstitucional del Nodo Regional de Cambio Climático para la Orinoquía que integra diferentes instituciones locales, regionales y nacionales en torno al tema del cambio climático, pero que hace un énfasis especial en el fortalecimiento institucional y en la coordinación de acciones de múltiples actores e instituciones que tienen presencia en el territorio.

En este libro encontrará los principales impactos del cambio climático en la región, las medidas de mitigación y adaptación que se requieren adoptar en los próximos 20 años, el esquema de financiamiento, la estrategia de implementación y las herramientas para realizar el seguimiento y evaluación de las acciones del plan.



Beltsy Giovanna Barrera Murillo
Directora general de Cormacarena

“En Colombia no se ha entendido el cambio climático como un tema de desarrollo económico y social, y por tanto, no se ha integrado dicha problemática dentro de los procesos de planificación e inversión de los sectores productivos y los territorios. Lo anterior trae como consecuencia pérdidas económicas y de competitividad, así como un aumento en la vulnerabilidad del país y una baja capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos”. Documento CONPES 3700 (DNP, 2011).



En las sabanas de la región, que son los paisajes más comunes de este espacio, los afloramientos hídricos producen agrupamientos de plantas altas que se aglomeran siguiendo el curso de los ríos, riachuelos y demás. En estos se destacan las palmas, donde las múltiples especies prestan importantes servicios ecosistémicos tanto a los humanos como a otros seres vivos, entre estos se encuentran la regulación hídrica y las fibras naturales.

Parque Nacional Natural El Tuparro, Vichada.



Nodo de Cambio Climático de la Orinoquia. Los nodos regionales son una iniciativa del Gobierno nacional. En el caso de la Orinoquia, conformado antes del decreto 298 del 2016, la secretaría técnica está a cargo de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA) y también lo integran la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (CORPORINOQUIA), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales de Colombia, la Gobernación del Meta, la Gobernación del Casanare, la Gobernación de Vichada, la Gobernación de Arauca, la Corporación Universitaria del Meta, Unillanos y Unitrópico.



Cormacarena es una Corporación Autónoma Regional de Desarrollo Sostenible, establecimiento público del orden nacional, dotada de personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, creada mediante Ley 99 de 1993, encargada de promover principalmente la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente del Área de Manejo Especial La Macarena y todo el departamento del Meta.



La Ley 99 en su artículo 33 crea la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (Corporinoquia) como establecimiento público del orden nacional, dotada de personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio. Corporinoquia es una autoridad ambiental encargada de administrar los recursos naturales, gestionar el desarrollo sostenible, y garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales, mediante la implementación de acciones de prevención, protección y conservación.



Ecopetrol es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se

encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007. Ecopetrol tiene como objeto social el desarrollo, en Colombia o en el exterior, de actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos.



El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) es una institución sin ánimo de lucro fundada el 17 de octubre de 1967, con sede en Palmira (Valle del Cauca). Trabaja para reducir el hambre, la pobreza y mejorar la salud humana en los trópicos de América Latina y el Caribe, África y Asia, a través de una agenda de investigación que busca aumentar el eco-eficiencia de la agricultura.



GOBERNACIÓN DE META

La gobernación del Meta, a través de su Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Minero Energéticos, y en equipo con CORMACARENA, se propone alcanzar un desarrollo sostenible en su territorio, incentivar la producción y el crecimiento económico sin comprometer recursos de las generaciones futuras, para ello, el departamento dispone del Plan de Acción Ambiental 2016-2019, el Plan de Gestión Ambiental Regional 2010-2019 y la Declaración de Áreas Protegidas.



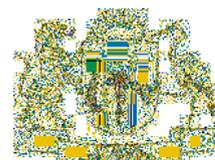
GOBERNACIÓN DE ARAUCA

El departamento de Arauca, en cabeza de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Sostenible, con su programa de Desarrollo Sostenible Territorial y a la luz de la Visión Estratégica Territorial Departamental, Visión Arauca 2032: Geoestratégica, Innovadora y Nuestra, se ha propuesto adoptar el enfoque de "Crecimiento Verde" planteado por la OCDE, buscando un crecimiento resiliente, una adecuada gestión ambiental, y la adaptación al cambio climático.



GOBERNACIÓN DE CASANARE

Uno de los objetivos fundamentales de la Dirección Técnica de Medio Ambiente, del Casanare, es gestionar y desarrollar procesos tendientes al uso, conservación, protección y manejo de los recursos naturales y el medio ambiente que permitan hacer aportes importantes a los propósitos del desarrollo sostenible del Departamento. El propósito principal, es organizar y gestionar programas orientados a la promoción, conservación y empleo racional de los recursos naturales del Departamento y a la preservación general del medio ambiente.



GOBERNACIÓN DE VICHADA

Una de las apuestas del departamento del Vichada es ser ambientalmente sostenible y sustentable, siendo la preservación y conservación del patrimonio natural un elemento de gran importancia para la Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente y para todo el Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019. Sus objetivos buscan un equilibrio en el desarrollo agropecuario sostenible y el desarrollo rural, y a la vez reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.



PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

Los Parques Nacionales Naturales es una entidad adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que ejerce como autoridad ambiental en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, lidera procesos de conservación, administración y coordinación de áreas protegidas, contribuyendo al ordenamiento ambiental del país, con el propósito de conservar in situ la diversidad biológica y ecosistémica, proveer y mantener bienes y servicios ambientales, proteger el patrimonio cultural y el hábitat natural donde se desarrollan las culturas tradicionales como parte del patrimonio nacional y aportar al desarrollo humano sostenible.



La Universidad de los Llanos forma integralmente ciudadanos, profesionales y científicos con sensibilidad y aprecio por el patrimonio histórico, social, cultural y ecológico de la Humanidad, competentes y comprometidos en la solución de problemas de la Orinoquia y el país con visión universal, conservando su naturaleza como centro de generación, preservación, transmisión y difusión del conocimiento y la cultura.



Unitropico es una universidad de naturaleza pluralista, con énfasis en los criterios humanísticos, bioéticos, científicos e innovadores. Promueven la investigación científica, el conocimiento de las riquezas naturales, la biodiversidad de la Orinoquia y la diversidad étnica y cultural, para la generación y utilización de prácticas sostenibles de desarrollo económico y social, para proyectar la Orinoquia al país y al mundo.



La Unimeta es una institución de carácter privado, sin ánimo de lucro, que tiene como misión la formación de profesionales competentes en sus áreas, con criterios humanísticos, ambientales y de responsabilidad social.



La Asociación Empresarial para el Desarrollo de la Orinoquia, ASORINOQUIA, es una entidad privada sin ánimo de lucro creada por un grupo de empresarios de la región, para promover y apoyar iniciativas estratégicas que busquen el bienestar y desarrollo regional, con énfasis en la equidad.

AGRADECIMIENTOS

El equipo técnico encargado de la formulación del Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquia expresa sus agradecimientos a todas las personas que participaron en su construcción; a las instituciones públicas y privadas que apoyaron la ejecución de este proyecto; las recomendaciones técnicas, la disposición institucional de los sectores productivos de la región; por la retroalimentación y apoyo logístico de la academia de la Orinoquia; a la comunidad indígena por su participación y disposición para contribuir desde su perspectiva.

La suma de todos estos los esfuerzos permite a la región contar una hoja de ruta al reto social y ambiental más importante del siglo XXI.



La dinámica de los asentamientos urbanos en la región está basada en ciudades intermedias que se ubican en las laderas del piedemonte, donde se aprovecha tanto la baja pendiente como la cercanía al centro del país. A su vez a lo largo de los ríos se establecen comunidades que aprovechan los servicios ecosistémicos por que proveen los cuerpos de agua.
Vista desde el Cerro de la Cruz, Aguazul, Casanare.

CAPÍTULO 1. LA REGIÓN





La cuenca del Orinoco tanto colombiano como venezolano es el espacio donde el joropo se ha desarrollado y afianzado como el sonido del llano, haciendo parte elemental de la identidad de las poblaciones de la región. El arpa es de origen español y aprovecha las maderas resistentes de la zona. La fabricación de estas sigue siendo una práctica artesanal de suma importancia.
Centro Cultural de Puerto Carreño.

LA REGIÓN

La región Orinoquía⁽¹⁾ tiene una extensión de 255.000km², abarcando el 22% de la extensión total del país, iniciando en el piedemonte de la cordillera Oriental (parte centro-norte) hasta la frontera con Venezuela, al sur limita con los departamentos de Guainía, Guaviare y Caquetá, y al norte con Venezuela (Mapa 1), siendo el departamento de Vichada el de mayor extensión (100.242km²), seguido por Meta (85.635km²), Casanare (44.640km²) y Arauca (23.812km²).

En la región habita una población total 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 (DANE, 2010). A pesar de la colonización que ha ocurrido en las últimas décadas, aún se considera un territorio poco poblado. Del total de la población de la Orinoquía se estima que 51.098 habitantes son indígenas, ubicados principalmente en los departamentos de Vichada y Meta (INCODER, 2010).

La mayor parte de la región tiene un clima tropical y la topografía que predomina es ligeramente ondulada o plana, algo que ya está muy arraigado en el imaginario de los colombianos. No obstante, también

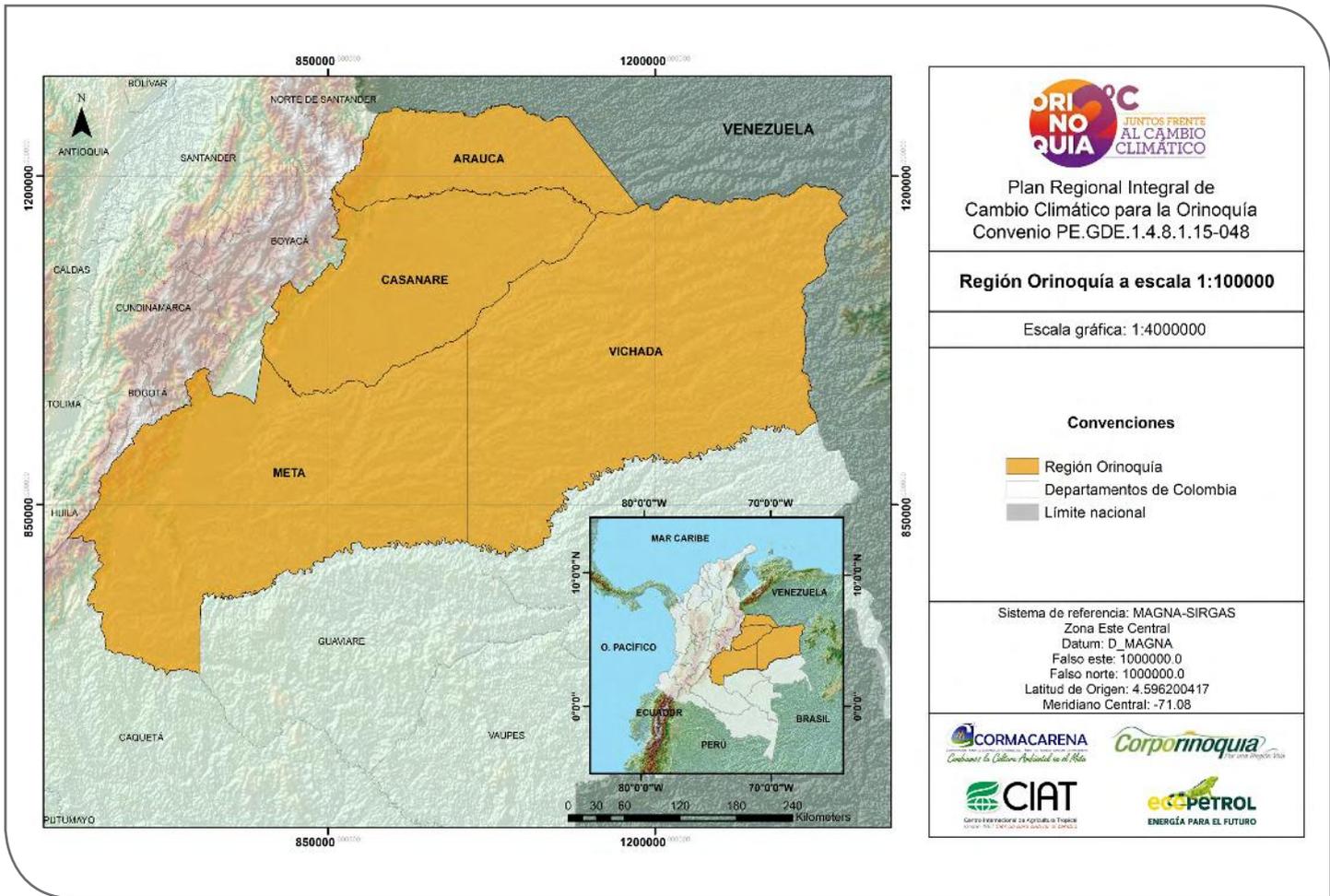
posee zonas de montaña, en la región occidental que hacen parte de la cordillera oriental y algunas elevaciones en la zona de la Serranía de La Macarena. Por lo tanto, existe una diversidad de climas que se generan por el gradiente altitudinal. La temperatura media varía entre 4°C y 28°C (Correa et al, 2005), mientras que la precipitación varía entre 1.000 y 7.000mm (Viloria, 2009). En gran parte de la región el clima es monomodal⁽²⁾ con un período de lluvias y una estación seca muy marcada, sin embargo en las inmediaciones de la zona de montaña el clima se torna bimodal. Esto hace que cualquier estudio sobre el clima en esta región sea todo un desafío.

Tradicionalmente los principales usos del suelo han sido ganadería, extracción de petróleo, producción agrícola y suelos destinados a la conservación. De acuerdo con datos de la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d) 55% del área está destinada al pastoreo, 5% a la producción agrícola, 1,3% del área es superficie de agua, 0,04% a la producción forestal y 38,6% restante a otros usos.

1. Para efectos de este estudio, la región Orinoquía comprende los límites departamentales de Arauca, Casanare, Meta y Vichada

2. Un sólo período de lluvias

Mapa 1. Región de la Orinoquía.



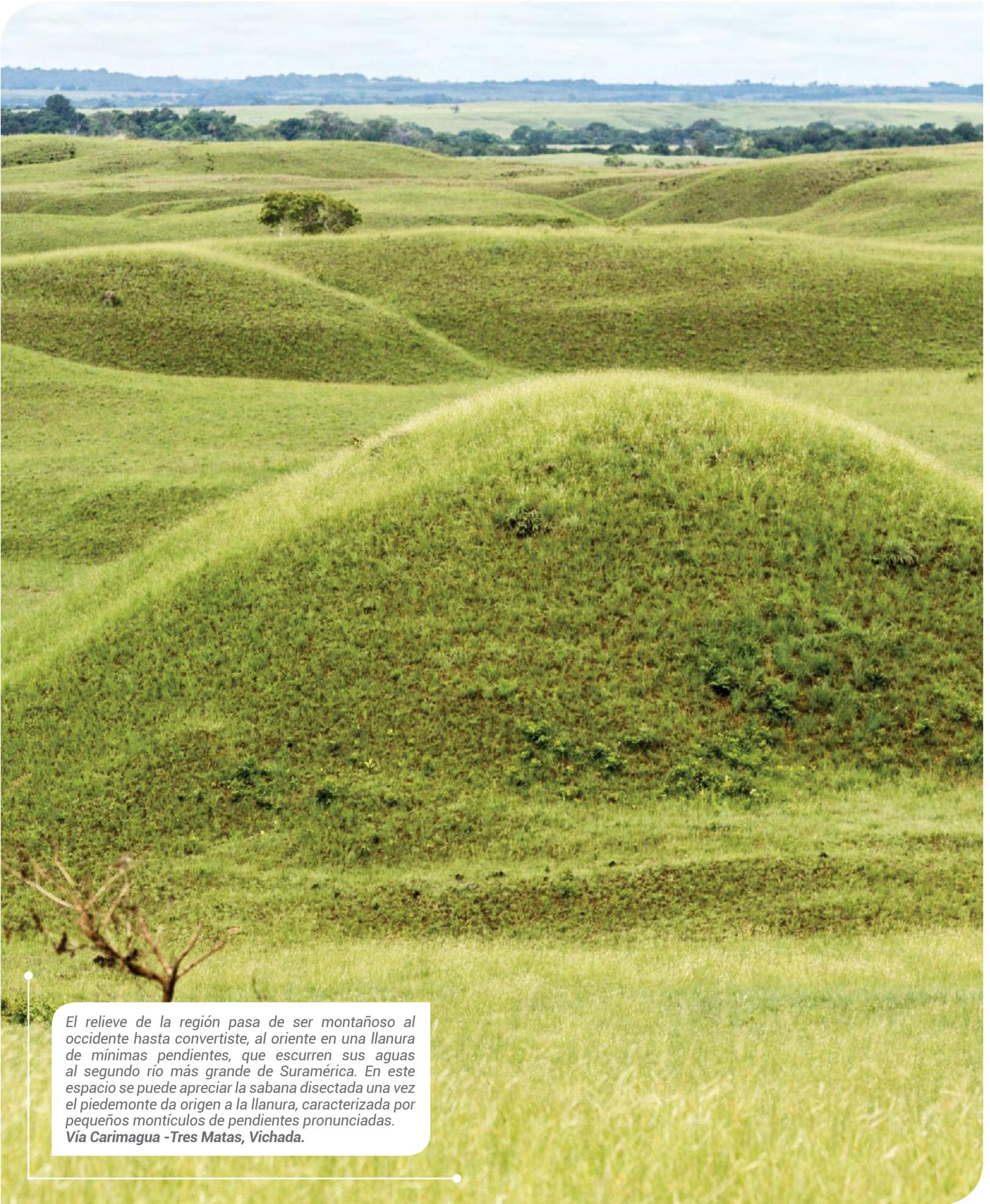
Hasta los años 1980 el sector agropecuario aportaba 41% del PIB de la región, sin embargo, desde principios de 1990 la actividad petrolera empezó a tener una mayor contribución, principalmente en los departamentos de Arauca, Casanare y Meta. Esta tendencia ha seguido en aumento especialmente los últimos 15 años, donde la dependencia de la región por este sector es determinante. Un ejemplo de esto es el efecto que ha sentido la región en términos económicos y de empleo durante el año 2016 por la caída de los precios del petróleo.

Las vías han sido un determinante para el desarrollo económico de la región. Gran parte de este desarrollo

económico se ha llevado a cabo en la zona de piedemonte especialmente por el mejoramiento de las vías que conectan las capitales de Meta y Casanare con el interior del país (Villavicencio-Bogotá y Aquitania-Aguazul), y al mejoramiento de la Carretera de la Soberanía entre La Lejía y Saravena que conecta toda la región del piedemonte. El departamento del Meta ha tenido un mejoramiento de vías en los últimos años (Urna de Cristal, 2017), lo que ha permitido un desarrollo agrícola y agroindustrial considerable, especialmente hacia los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán, y un aumento de áreas agrícolas hacia la zona centro sur del departamento asociadas al Corredor de las

Palmeras entre Fuente de Oro y San José del Guaviare, y Transversal de La Macarena entre San Juan de Arama y Baraya. El resto de la región posee una muy baja conectividad en la red vial. En muchos de estos casos la conectividad se da a través de vías fluviales dada la riqueza hídrica que cuenta la región.

La cuenca del Orinoco ha sido reconocida por el Fondo Mundial para la Conservación como uno de los ocho ecosistemas estratégicos de la humanidad, así mismo es considerada como una de las áreas silvestres más ricas en humedales (CIPAV, WWF Colombia y Fundación Horizonte Verde, 1998).



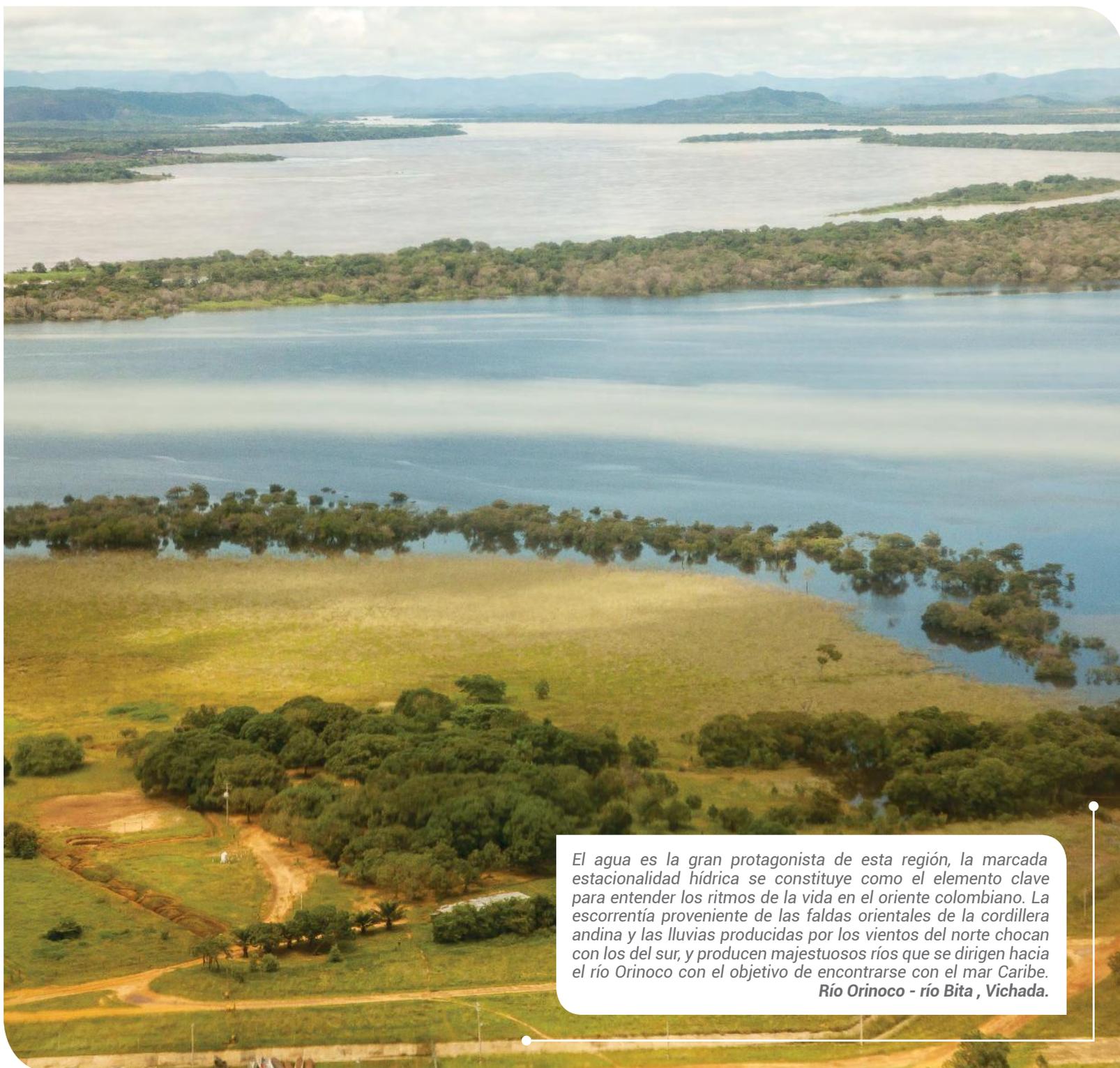
El relieve de la región pasa de ser montañoso al occidente hasta convertirse, al oriente en una llanura de mínimas pendientes, que escurren sus aguas al segundo río más grande de Suramérica. En este espacio se puede apreciar la sabana disectada una vez el piedemonte da origen a la llanura, caracterizada por pequeños montículos de pendientes pronunciadas.
Vía Carimagua -Tres Matas, Vichada.

En esta región se encuentra 31,7% de la superficie inundable del país, 1,5 millones de m² de pantanos y 22,4% del total de ciénagas del país (Correa et al 2005). Además, posee 32,4% de las reservas de agua de Colombia, con 36% de los ríos con caudal superior a 10 m³/s y 38,7% de las microcuencas

del país (Benavides, 2010). Los principales ríos de la región son: río Meta, río Arauca, río Casanare, río Vichada, río Guaviare, río Tomo, río Bitá, río Tuparro y Caño Matavén.

La diversidad de ecosistemas incluye sabanas naturales, bosques

de galería, morichales, piedemonte, bosques inundables, esteros, selvas húmedas, entre otros. Tiene una de las mayores riquezas de peces de agua dulce y es la región con más diversidad de aves en Colombia. Correa et al. (2005) estiman que potencialmente la Orinoquía posee:



El agua es la gran protagonista de esta región, la marcada estacionalidad hídrica se constituye como el elemento clave para entender los ritmos de la vida en el oriente colombiano. La escorrentía proveniente de las faldas orientales de la cordillera andina y las lluvias producidas por los vientos del norte chocan con los del sur, y producen majestuosos ríos que se dirigen hacia el río Orinoco con el objetivo de encontrarse con el mar Caribe.
Río Orinoco - río Bitá , Vichada.

210 especies de mamíferos, 100 especies de anfibios, 170 especies de reptiles, 600 especies de aves, 600 especies de peces, 52.700 especies de insectos, 4.800 especies de hongos, 3.520 especies de árboles tropicales y 13.900 especies de otras plantas.

La región presenta 156 tipos de ecosistemas naturales y 49 ecosistemas transformados. En su territorio se encuentran algunas zonas de gran importancia natural

como el Parque Nacional Natural El Tuparro, la Sierra de La Macarena, el Parque Nacional Natural Sumapaz, El Parque Nacional Natural Chingaza y el Parque Nacional Natural El Cocuy. Esta región posee 23% del total de los sistemas de Parques Nacionales Naturales (33.260 km²) sin embargo, de acuerdo con Lasso et al. (2010) existen al menos siete áreas prioritarias para su conservación con el fin de resguardar la biodiversidad presente en este territorio.

La riqueza de la Orinoquía es enorme al igual que su complejidad. Es una región donde la actividad económica ha crecido y se espera que siga de esta manera, de acuerdo a las políticas y planes nacionales.

La Orinoquía es vista como el futuro polo de desarrollo agrícola del país, por lo tanto se está formulando el Plan Maestro de la Orinoquía que pretende coordinar las políticas, programas y proyectos que se desarrollan y se desarrollarán en

Rana del Meta (*Scinax spp*)

Los anfibios, donde se encuentran las ranas arborícolas, cumplen con múltiples funciones ecológicas en el ecosistema, mantienen las poblaciones de insectos controlados y constituyen una fuente alimenticia importante para las aves rapaces y mamíferos medianos y grandes. La rana del Meta se encuentra sobre el piedemonte andino-orinoquense en estado vulnerable de conservación, esto se debe principalmente a la extensión de la frontera agrícola en la cordillera oriental y a la degradación de su hábitat. Es una de las especies de anfibios más amenazadas de la Orinoquía.

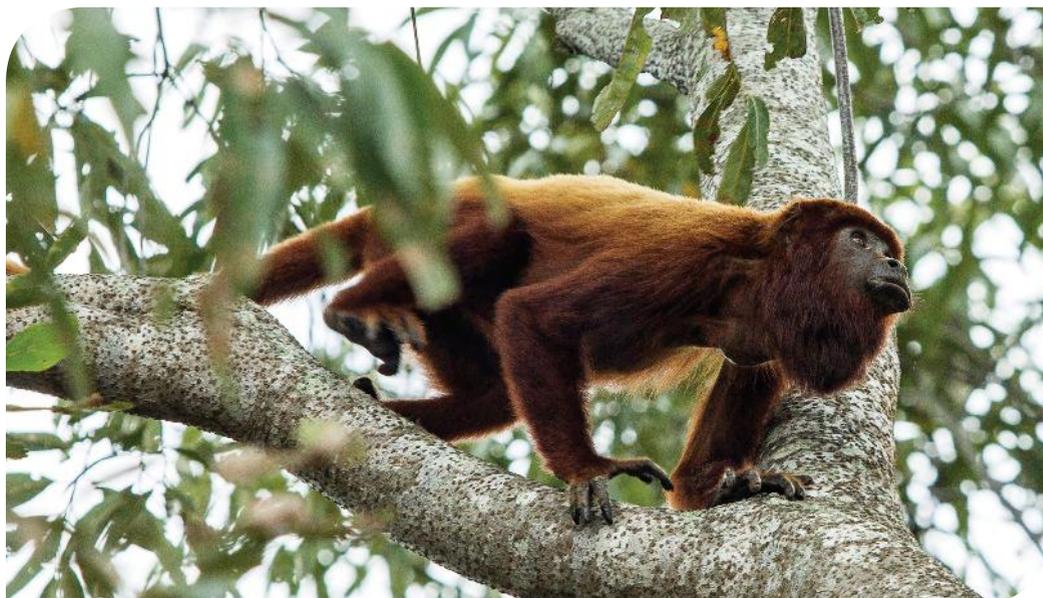
Parque Nacional Natural El Tuparro, Vichada.



Mono Aullador (*Alouatta seniculus*)

El mono aullador es un primate de gran tamaño que tiene en su dieta hojas y frutos, permitiéndole a las plantas un proceso de regeneración de follaje continuo, ya que condiciona la entrada de luz, ideal para las plantas de estratos bajos en proceso de germinación y desarrollo. La especie cumple además con un papel cultural y social, al ser una fuente alimenticia reconocida por las comunidades indígenas presentes en la Orinoquía.

Río Orinoco, Parque Natural El Tuparro, Vichada.



la región. En este sentido, el gran reto consistirá en alinear el deseo de crecimiento económico con la protección y conservación de la riqueza hídrica, biológica y cultural que allí existe. El incremento de las áreas sembradas en cultivos transitorios y perennes, la siembra de forestales comerciales, el desarrollo agroindustrial, la intensificación de la ganadería tienen que desarrollarse en forma ordenada y considerando la oferta ambiental

de la región, la dinámica hídrica, los ecosistemas naturales y la fauna y flora que ellos albergan, al igual que sus servicios ecosistémicos, y la visión que los pobladores tienen de su región, sumado al incremento de las tensiones que el cambio climático traerá consigo en las próximas décadas. En este sentido, el PRICCO es un insumo fundamental para todos los interesados en el ordenamiento y planificación de este territorio, ya

que entrega información sobre los impactos del cambio climático sobre diferentes sectores (agricultura, ganadería, biodiversidad, servicios ecosistémicos, recurso hídrico, salud, vivienda, infraestructura, minería e hidrocarburos), los sitios más vulnerables y con mayor nivel de riesgo, y las medidas de adaptación y mitigación que el territorio deberá implementar para poder lograr un territorio resiliente a las nuevas condiciones climáticas.



Garza Crestada (*Phalacrocorax pileatus*).

La garza crestada se distribuye sobre la cuenca amazónica y del Orinoco, desde el oriente de Panamá por las Guayanas hasta Brasil. La especie muestra mayor preferencia por las áreas de ribera, bosques inundables, manglar y pequeños cuerpos de agua, en estos lugares logra controlar las poblaciones de peces pequeños, insectos acuáticos, sapos y renacuajos de los que se alimenta.

Río Orinoco – Puerto Carreño



Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

Es considerado el roedor más grande del mundo, además es una de las especies más representativas de la región del Orinoco, el agua es el elemento primordial dentro de su hábitat, por tal razón las sabanas inundadas en épocas de lluvia hacen parte de los lugares predilectos de esta especie. Sin embargo en épocas de sequía se ven obligados a desplazarse hacia fuentes de agua permanentes que por lo general presentan pequeños caudales.

Bioparque los Ocarros, Villavicencio

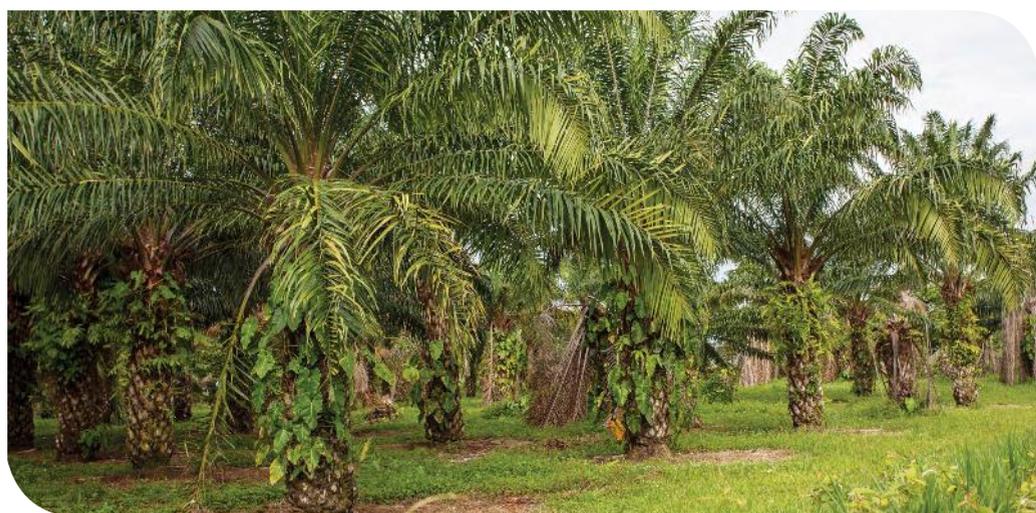
La región sigue teniendo zonas poco intervenidas y cuencas hídricas con altos niveles de conservación, esto implica la existencia de múltiples ríos, principalmente en el piedemonte, donde aguas cristalinas y formaciones rocosas atraen aventureros de la región, y externos a esta, para el disfrute de prácticas como el senderismo y los deportes acuáticos.
Río Guejar, Lejanías, Meta.





La influencia de la cordillera oriental en las aguas de la región comienza con los complejos de páramos que se aprecian en la foto, de los cuales algunos quedan en la jurisdicción de los departamentos del Meta y del Arauca. Pese a que no son la formación vegetal característica de la región, los complejos de páramos de Sumapaz, Chingaza y la Sierra Nevada del Cocuy son fundamentales para la Orinoquía.

Páramo de Sumapaz, Cundinamarca, Meta.



La palma africana de aceite se ha consolidado como un renglón de suma importancia en la explotación agrícola del territorio. El creciente mercado de los subproductos derivados del aceite de palma, ha generado que estos cultivos sean parte notoria de los paisajes, especialmente en el Meta y en el Casanare.

Castilla La Nueva, Meta

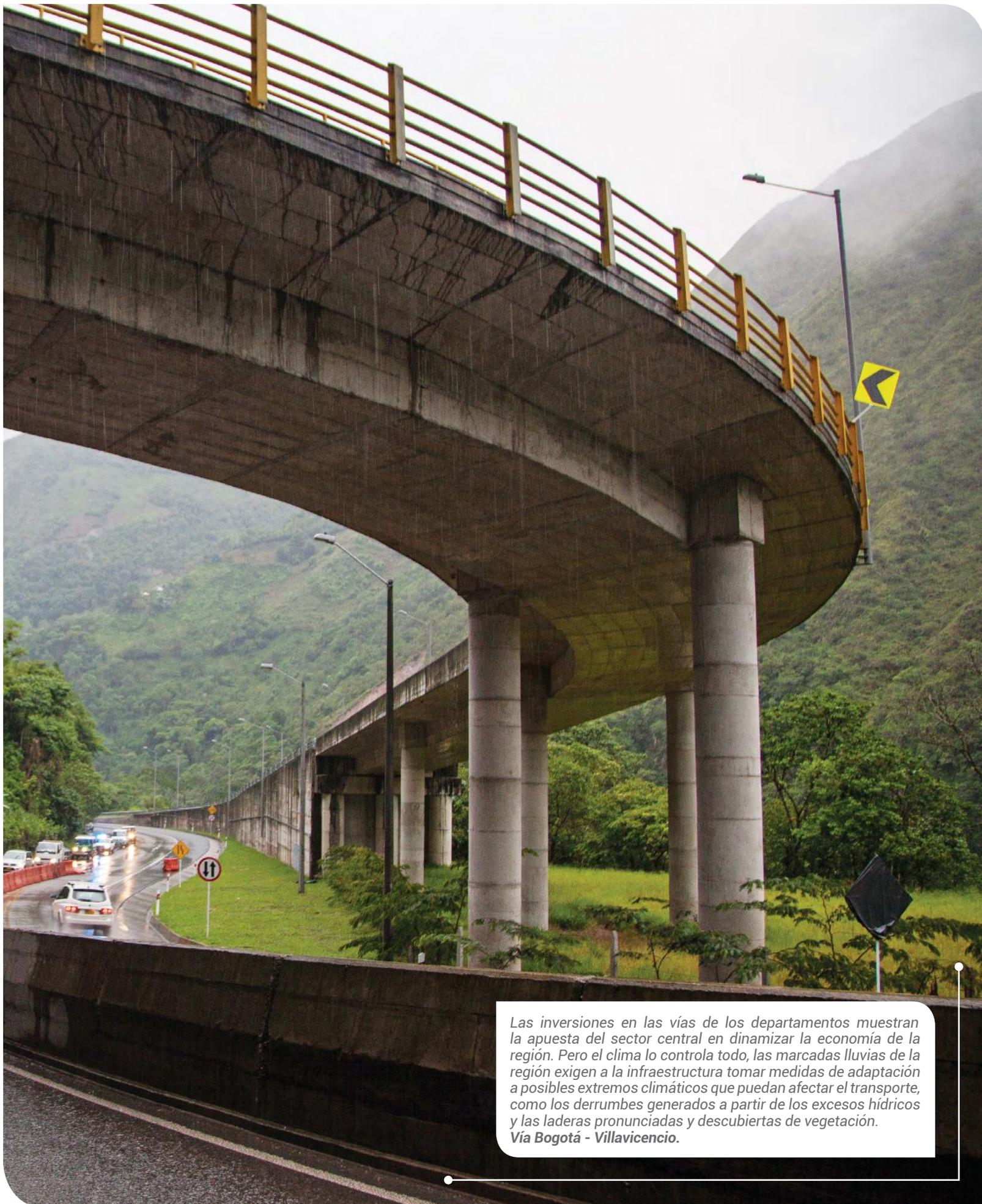


Los habitantes de los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada tienen diversos orígenes. Las poblaciones actuales son, en su mayoría, fruto de olas de migraciones provenientes de las zonas montañosas de la cordillera oriental, que en un proceso demográfico complejo se han relacionado fuertemente con las poblaciones indígenas.

Puerto Gaitán, Meta

El ritmo estacional de las aguas en la Orinoquía da origen a otro fenómeno particular al norte del río Meta, las inundaciones de extensas porciones de las sabanas de Casanare y Arauca. Más de 5 millones de hectáreas se ven cubiertas por láminas de agua todos los años, provenientes del desbordamiento de la red hídrica en medio de la época de lluvias.
Lago del CIAT. Carimagua, Meta.





Las inversiones en las vías de los departamentos muestran la apuesta del sector central en dinamizar la economía de la región. Pero el clima lo controla todo, las marcadas lluvias de la región exigen a la infraestructura tomar medidas de adaptación a posibles extremos climáticos que puedan afectar el transporte, como los derrumbes generados a partir de los excesos hídricos y las laderas pronunciadas y descubiertas de vegetación.
Vía Bogotá - Villavicencio.

Cocodrilo del Orinoco

(*Crocodylus intermedius*)

El cocodrilo del Orinoco es endémico de la región y se encuentra en peligro crítico de extinción. Debido a la pérdida de hábitat y caza desmedida para el uso de sus pieles, se estima que su población se ha reducido un 80% en los últimos años, distribuida en subpoblaciones no mayores a 50 individuos maduros. Sin lugar a duda, debido a que su reproducción y desarrollo biológico depende de la temperatura externa, el cambio climático constituye una amenaza que repercute negativamente en la supervivencia de las poblaciones de esta especie.

Bio Parque los Ocarros, Villavincencio, Meta.



Tonina (*Inia geoffrensi*)

Los mamíferos acuáticos constituyen un papel importante en la cultura y representatividad naturalmente reconocida en la Orinoquía, entre estos encontramos a los delfines rosados, las nutrias de río y las nutrias gigantes. A diferencia de los mamíferos terrestres, estos desarrollan gran parte de su ciclo biológico en cuerpos de agua, que dependen de una temperatura fisiológica estándar. Uno de los componentes climáticos que variará en la Orinoquía será la precipitación; ya que en la región está presente un régimen monomodal, las temporadas secas podrían conducir a escenarios de sequía difíciles de tolerar para estos organismos, por lo que dependerán de nuevos mecanismos adaptativos para su supervivencia.

Río Meta, Puerto Gaitán, Meta.



Las actividades productivas, como la ganadería, aprovechan la oferta ambiental de la región, en especial los abundantes pastos que se constituyen como forraje para los bovinos. En la región del piedemonte es más común encontrar actividades asociadas a la producción de leche y el engorde final de novillos.

Lejanías, Meta.



La ganadería bovina responde a los ciclos de oferta hídrica de la región, la calidad y cantidad de alimento es alta en época de lluvias mientras decrece en la época seca. Esta marcada estacionalidad genera complicaciones que son enfrentadas mediante diferentes aproximaciones a la rotación del ganado, generando diferentes tamaños y geometrías en los potreros. Vista desde el Cerro de la Cruz, Aguazul, Casanare.







Los gases que calientan la tierra provienen de muchas fuentes, una de esas son los incendios comunes en la región para disponer de mejor forraje para el ganado. El abuso de esta práctica hace que los suelos pierdan las pocas reservas de carbono acumuladas y que otra vegetación de no tan rápida recuperación se vean reducidas por las llamas.
Comunidad Caño Lapa, indígenas Sikuaní. Raudalito, Vichada.

CAPÍTULO 2. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO





Los procesos de transformación industrial generan desechos gaseosos que pueden recrudecer el efecto invernadero que aqueja al planeta. Existen múltiples actividades industriales, formales e informales, que realizan sus actividades sin las especificaciones técnicas necesarias para reducir al mínimo la contaminación atmosférica, dando como resultado un fortalecimiento del cambio climático.

Mina de Sal. Restrepo, Meta.

INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El cambio climático se debe en gran parte a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y a pesar que estos gases también se emiten de forma natural, las actividades que desarrolla el hombre están ocasionando que se rompa el equilibrio natural de la dinámica climática. Estas emisiones provienen principalmente de la quema de combustibles fósiles (petróleo y carbón), la deforestación, la ganadería, el uso de fertilizantes y las quemaduras. En Colombia por ejemplo, 44% de las emisiones provienen de la fabricación y quema de combustibles fósiles, por ejemplo el transporte, (IDEAM, 2015) y 43% se deben a actividades agropecuarias y cambios en los usos del suelo, principalmente debido a deforestación para establecimiento de potreros, emisiones desde el ganado y emisiones asociadas al uso de fertilizantes nitrogenados (Figura 1). La mitigación del cambio climático se logra principalmente a través de la reducción de emisiones de GEI, en este sentido Colombia tiene que hacer un mayor esfuerzo para reducir la deforestación, lograr sistemas de transporte más eficientes y promover el uso de fuentes de energías alternativas (solar y eólica). No obstante, algunas medidas podrían ayudar con la mitigación mediante la absorción de carbono, por ejemplo la restauración o regeneración

natural de bosques naturales en áreas deforestadas, la siembra de cultivos forestales comerciales, la restauración de suelos degradados y la implementación de sistemas silvopastoriles, entre otros.

En el marco de la formulación del PRICCO, se realizó un inventario de GEI para los cuatro departamentos de la región, usando como base de análisis el año 2010. De acuerdo con los resultados, la región de la Orinoquía emitió 34.311 Gg CO₂eq a la atmósfera, correspondiente a 16,8% de las emisiones nacionales. El departamento del Meta realiza el mayor aporte de la región con 51,7%, seguido por Casanare con 28,3%, y en menor proporción Vichada y Arauca con 10,9 y 9,0% respectivamente. En el caso del Meta, 85,6% de las emisiones provienen del sector denominado AFOLU⁽¹⁾, seguido por el sector energía⁽²⁾ con 13,2% (gran parte representado en transporte) y emisiones muy bajas en los sectores

1. Agricultura, pecuario, forestal y cambios de uso del suelo (Agriculture, Forestry and Other Land Use) que considera la deforestación para la ampliación de la frontera agrícola, emisiones desde el ganado, uso de fertilizantes, emisiones de metano de los cultivos de arroz, quemaduras de residuos de cultivos.

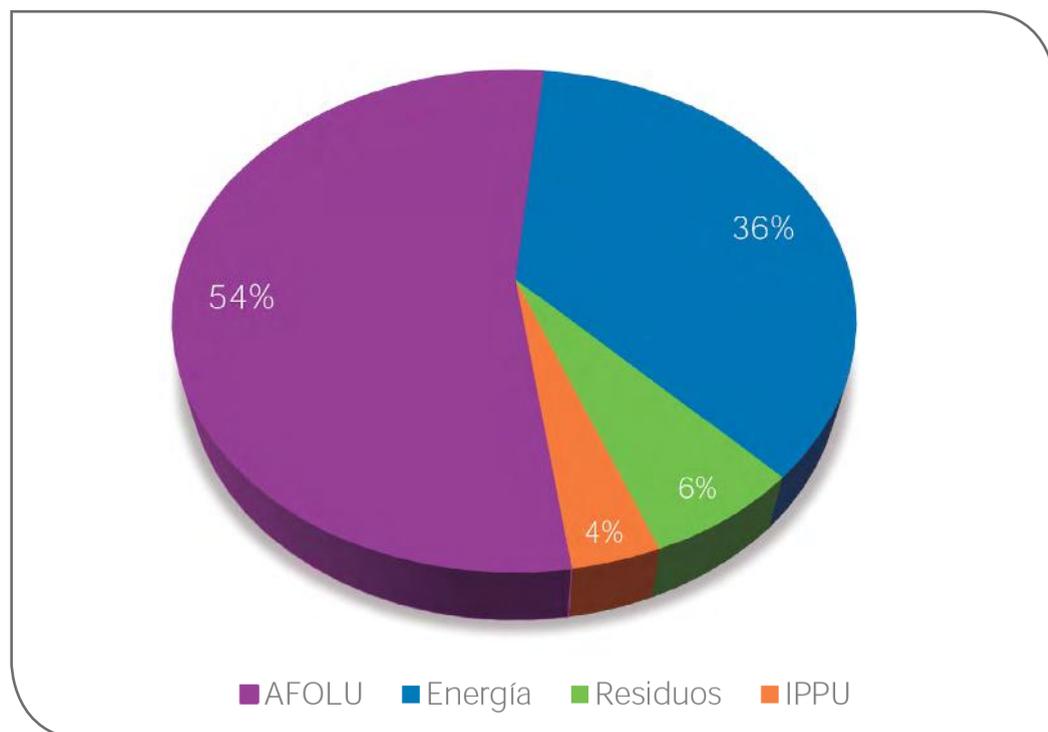
2. Emisiones por el uso de combustibles fósiles y quema de biomasa en calderas, generación de energía térmica, emisiones generadas en la producción de minería de carbón y producción de petróleo y gas.

residuos⁽³⁾ e IPPU⁽⁴⁾. En cuanto al departamento de Casanare, el sector AFOLU sigue siendo el sector que más genera emisiones pero en menor proporción que en el departamento del Meta, en este caso con 61,6% seguido de energía con 37,1%. Los sectores de residuos y IPPU son muy bajos. En el caso de Vichada, prácticamente todas sus emisiones provienen del sector AFOLU (99,3%), y el sector de energía genera tan sólo un 0,5%. En el caso de Arauca, las mayores emisiones también provienen en gran medida del sector AFOLU (88,8%), seguido de lejos por el sector energía (8,9%).

3. Incluye eliminación de desechos sólidos, incineración de desechos, tratamiento y eliminación de aguas residuales.

4. Procesos industriales y uso de productos, que incluye uso de lubricantes, uso de aire acondicionado, refrigerantes y el uso de aislantes eléctricos.

Figura 1. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero



Fuente: elaboración propia con cifras reportadas por la Tercera Comunicación Nacional – IDEAM, 2016

De acuerdo con el inventario de Gases de Efecto Invernadero realizado por la Tercera Comunicación Nacional – IDEAM, en el año 2010 Colombia emitió 203.284 Gg ton CO₂ eq que representa 0.37% de las emisiones a nivel mundial. En Colombia el sector que mayores emisiones genera es AFOLU con 109.681 Gg, seguido del sector energía con 73.619 Gg, y finalmente los sectores Residuos e IPPU con 13.124 y 7.430 Gg respectivamente.

Tabla 1. Inventario Departamental de Gases de Efecto Invernadero (Emisiones netas de gigagramos CO₂ eq)

Departamentos	Energía	IPPU	AFOLU	Residuos	Total
Meta	2.334	49	15.173	181	17.743
Casanare	3.607	13	5.987	109	9.716
Arauca	278	8	2.759	62	3.106
Vichada	18	1	3.726	7	3.752
Regional	6.236	71	27.646	358	34.311

Fuente: elaboración propia

La ganadería bovina, importante actividad económica y cultural de la región, es una de las principales fuente de gases de efecto invernadero. El proceso de digestión que convierte forraje en proteína animal genera desechos que son fuente de gas metano y óxido nitroso. A su vez, la ampliación de las zonas dedicadas a la actividad pecuaria son la principal fuente de deforestación, proceso que genera elevadas cantidades de gases.
Carimagua, Meta.



El proceso de urbanización es un hecho en la Orinoquía donde se han consolidado, principalmente en el piedemonte, ciudades intermedias. En esta dinámica sobresalen los vehículos propulsados por combustibles derivados del petróleo como su principal fuente de energía. Esta situación conlleva a que una importante fuente de gases de efecto invernadero sea el sector asociado al transporte.
Vía Villavicencio- Acacías.

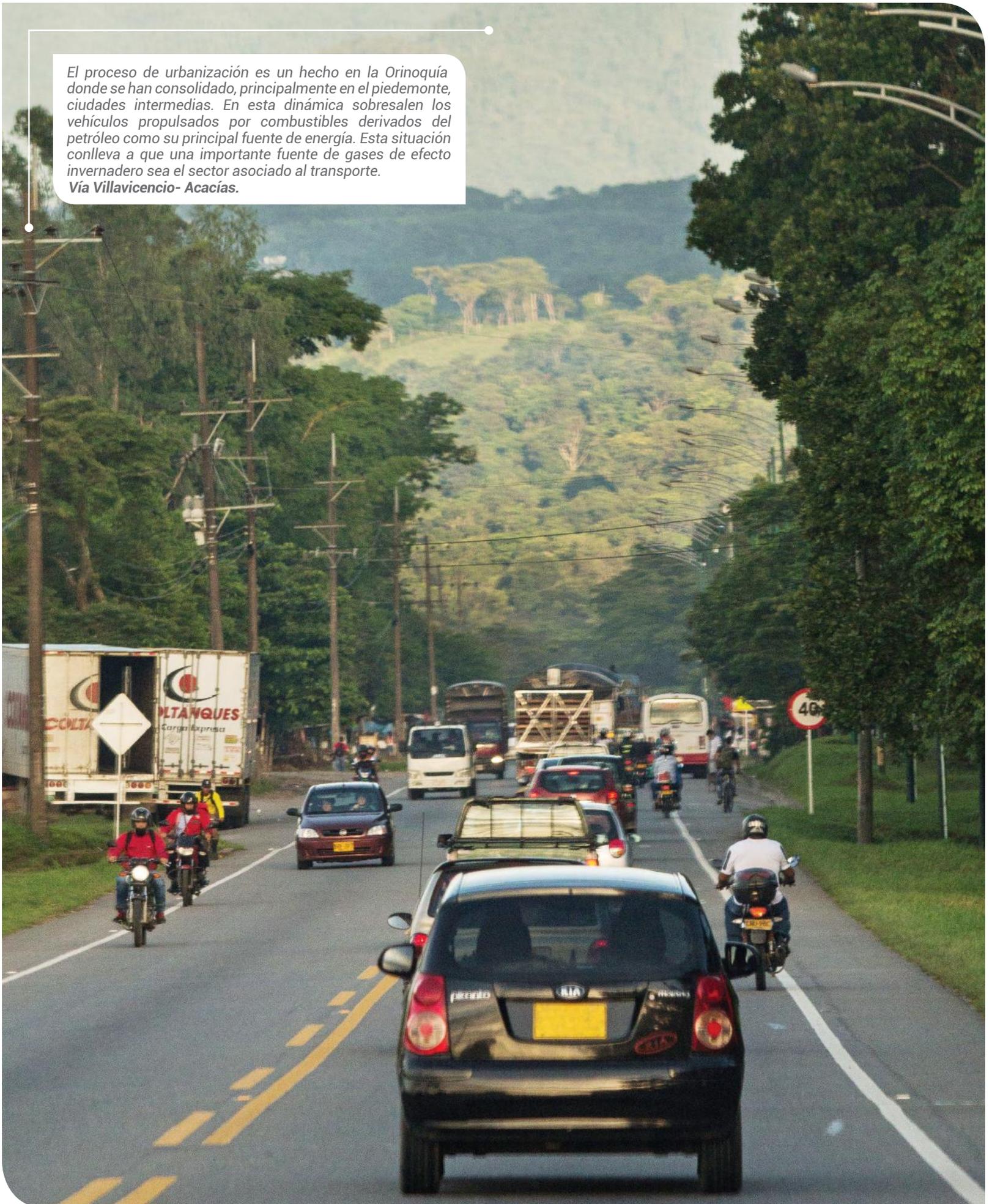
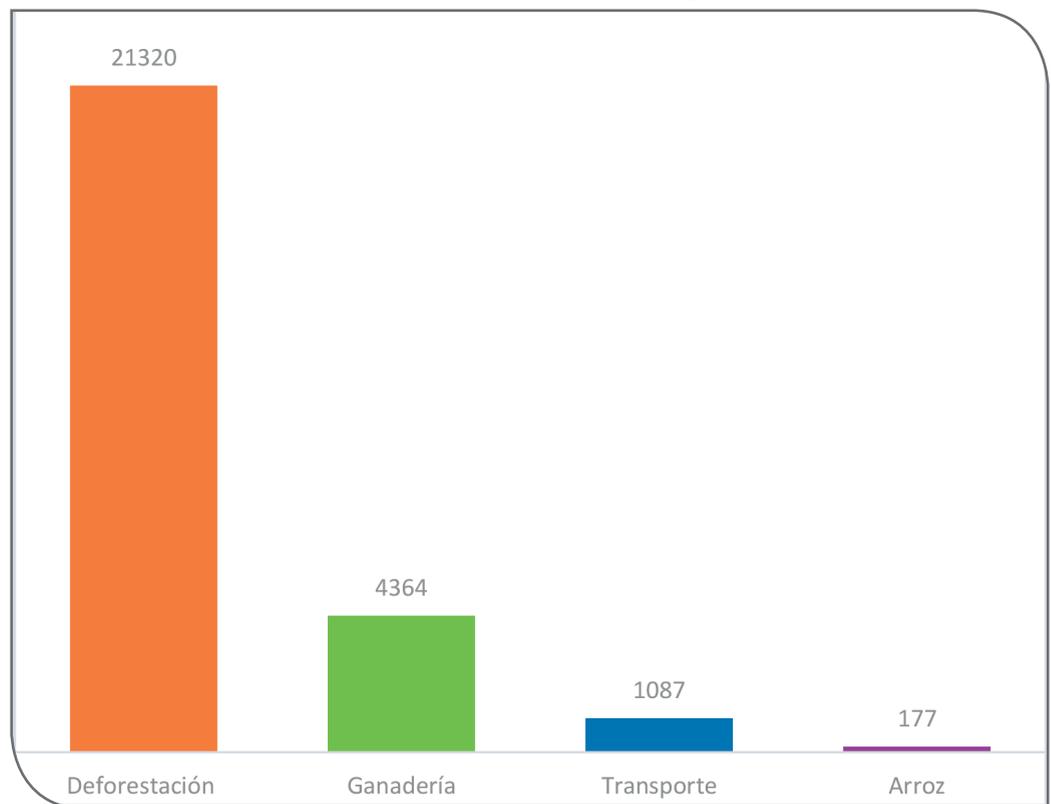


Figura 2. Principales actividades responsables de las emisiones de GEI en la región (Emisiones brutas de gigagramos CO₂ eq).



Fuente: elaboración propia.

De las emisiones de la región, 80,6% provienen del sector AFOLU, y 18,2% provienen del sector energía. En este sentido, gran parte de los esfuerzos para reducir las emisiones se deberían concentrar en el sector AFOLU de los cuatro departamentos, y en el sector energía de los departamentos de Meta y Casanare, ya que allí se concentra 97,9% de las emisiones de la región. En específico, el gran determinante de las emisiones en la región es la deforestación, responsable de 65% de las emisiones, seguido por las emisiones del ganado bovino (Figura 2).

Es importante tener en cuenta que esta región tiene un gran potencial para la mitigación a través de la absorción de carbono, mediante un uso más eficiente del suelo y bajo una adecuada planificación. Por ejemplo, muchas áreas que han sido

deforestadas y que son estratégicas para la conservación del bosque natural podrían ser restauradas, además de diseñarse e implementar corredores biológicos para mejorar la conectividad en el paisaje, restaurar áreas donde el suelo está altamente degradado y en algunas áreas podrían fomentarse cultivos forestales comerciales y un uso más eficiente de la ganadería a través de pastoreo racional y sistemas silvopastoriles.

Esta región cuenta con grandes extensiones en pastos que ocupan gran parte del territorio y algunas de estas áreas tienen alto potencial para cultivos. La UPRA ha generado información sobre la zonificación del potencial que tienen algunos cultivos para todo el país, pero es necesario que este ejercicio se pueda profundizar a nivel regional con el fin de obtener información

más detallada. No obstante, con los datos que se tienen es posible decir que la zona del piedemonte cuenta con un potencial muy grande para intensificar la producción ganadera y convertir áreas de pastos a cultivos como forestales comerciales, caucho y palma. La intensificación de áreas de pastos junto con la reconversión de pastos a estos cultivos permitirá que se aumente el carbono almacenado en los sistemas agropecuarios y ayudará a contribuir con la mitigación. Por ejemplo, cultivos forestales comerciales pueden almacenar entre 7 y 17 toneladas de carbono promedio año. Por su parte, cambiar el manejo de los pastos introducidos puede incrementar en promedio 1 tonelada de carbono en el suelo al año.



No importa que tan lejos se esté de las fuentes de emisiones, la distancia entre los ecosistemas degradados y los sanos, ni la cercanía a los asentamientos urbanos; el cambio climático nos recuerda que los daños realizados localmente tienen consecuencias en todo el planeta, este fenómeno atmosférico une cada metro cuadrado de la tierra y pone en riesgo a todas las personas.

Puerto Gaitán, Meta.

CAPÍTULO 3. CAMBIO CLIMÁTICO



CLIMA ACTUAL

Se recopiló información histórica de estaciones climáticas ubicadas en la región y se complementó con información satelital, con el fin de reducir los vacíos, a nivel espacial, de información climática de la región y generar una línea base correspondiente a una normal climatológica de 30 años que representara el comportamiento climático actual. Los datos utilizados para el análisis fueron: precipitación, temperatura máxima, media y mínima, humedad relativa y brillo solar. Dado que las lluvias son una variable determinante para la Orinoquía, se realizó una caracterización climática de la región con información de dos variables: precipitación histórica promedio anual y número de meses con precipitaciones históricas promedio superiores a 350mm, identificando 8 zonas.

La zona 1 (color verde más intenso en el Mapa 2) demarca las áreas con menor cantidad y días con lluvias, así mismo muestran un comportamiento monomodal. Su promedio de lluvia total anual es de 2114mm y la temporada seca se extiende de diciembre a marzo. En estos meses llueve entre 0 y 6 días al mes, pero en la temporada lluviosa, de abril a noviembre, la frecuencia de días lluviosos asciende 14 a 21 por mes.

En las zonas del 2 al 8, la cantidad de días con precipitación va aumentando paulatinamente y la marcha monomodal se va transformando en un ciclo bimodal, siendo la zona 8 (color rojo en el mapa 2) la de mayor cantidad de días con lluvia, presentando dos temporadas lluviosas. El promedio de lluvia total anual en la zona 8 es de 4537mm. El primer período lluvioso es de abril a junio, y el segundo de octubre a noviembre. El mes más lluvioso es mayo con 674mm. La época menos lluviosa es de diciembre a marzo, en donde llueve entre 9 y 16 días.

En cuanto a temperaturas, se presentan variaciones espaciales y estacionales. Las mayores variaciones de la temperatura son espaciales, ya que regiones como el norte de Arauca y el extremo oriental de Vichada pueden alcanzar una temperatura media anual de 28°C. La zona de La Macarena, al suroccidente del Meta, tiene una temperatura de 25°C, mientras que en zonas de la cordillera andina hay valores descendentes conforme aumenta la altitud, llegando hasta los 7°C. Las variaciones estacionales también son importantes. En la zona 1 de la caracterización, la temperatura mínima media llega a 21.0°C y la temperatura máxima media llega a

34,4°C. Para la zona 8 por ejemplo, la amplitud térmica durante el año es cercana a 10°C. Las máximas pueden alcanzar 32°C al mediodía, mientras que los valores más bajos de temperaturas son cercanos a 20°C.

Con relación a la variabilidad climática, en la región de la Orinoquía, no existe una clara y directa afectación de los eventos El Niño/ La Niña, excepto para los meses de diciembre y enero, especialmente sobre las lluvias. Sin embargo, la precipitación en estos meses es tan baja en la región que el efecto de este fenómeno no es tan notorio.

En la Tabla 2 se presentan las probabilidades de eventos extremos de lluvia en cada una de las zonas climáticas.

Mapa 2. Zonificación climática de la Orinoquía.

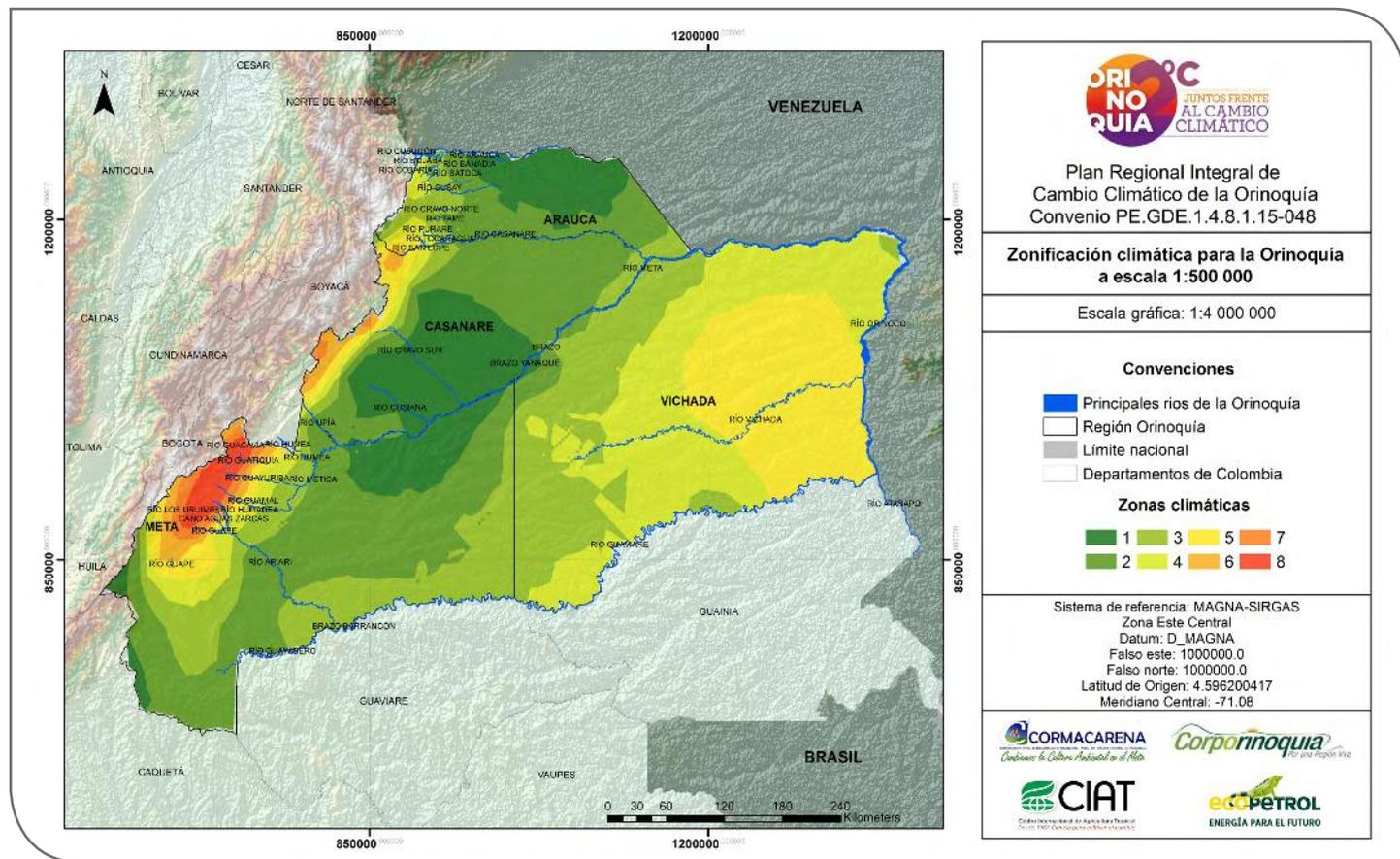


Tabla 2. Probabilidad de sequías y excesos de lluvia para las diferentes zonas en la región

Descripción Tabla 2

Los excesos de lluvia y las sequías son características de esta región. Los niveles de sequías y excesos de lluvia pueden variar desde leves hasta extremas. En la Tabla 2 se presenta la información de probabilidad de sequía y excesos de lluvia de acuerdo al nivel de intensidad y la zona. Por ejemplo, la zona centro sur de Casanare, norte del Meta y norte de Arauca son muy propensas a sequías y excesos de lluvias moderadas, pero la probabilidad de sequías severas o extremas, o los excesos de lluvia severas es baja pero existe esa posibilidad. La probabilidad de un exceso de lluvia extremo es casi improbable hasta la fecha. En contraste, la zona del corredor montañoso al occidente el Meta, en el corredor comprendido entre Villavicencio y Lejanías, presenta una alta probabilidad de sequía extrema y una alta probabilidad de exceso de lluvia moderado. La probabilidad de exceso de lluvia extrema o severa también es alta pero menor a la probabilidad de un exceso de lluvia moderado.

Zona	Sequía			Exceso de lluvia		
	Moderada	Severa	Extrema	Moderado	Severo	Extremo
1	69%	6%	13%	40%	10%	0%
2	39%	22%	0%	38%	4%	0%
3	32%	16%	5%	33%	10%	0%
4	38%	10%	5%	50%	5%	0%
5	18%	32%	5%	32%	18%	0%
6	31%	25%	31%	38%	19%	5%
7	35%	17%	17%	62%	8%	8%
8	13%	19%	50%	50%	19%	25%

Fuente: elaboración propia.

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Un escenario de cambio climático (CC) es una representación del clima futuro de acuerdo a los supuestos del nivel de emisiones de GEI, las cuales dependen a su vez del crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico. Los escenarios se pueden agrupar en tres categorías: i) el optimista que considera que el nivel de emisiones de GEI se va a estabilizar debido a que el crecimiento demográfico se va a reducir, incluso llegaría a tasas negativas, el desarrollo socioeconómico va a ser bajo en emisiones y habrá un cambio tecnológico que permitirá sustituir gran parte de la matriz energética actual por fuentes limpias de generación de energía; ii) el pesimista que considera que las cosas seguirán por el mismo camino que están actualmente y por lo tanto las emisiones de GEI seguirán aumentando; y iii) el realista que considera que se implementarán los compromisos firmados en el Acuerdo de París y por lo tanto que las emisiones no serán tan altas como el escenario pesimista pero tan poco tan bajas como el escenario optimista (se trata de un escenario intermedio).

La Figura 3 y 4 presentan los escenarios de cambio climático para la Orinoquía desarrollados por IDEAM en el marco de Tercera Comunicación Nacional para el año 2040. Esta información se proyecta sobre la línea

base climatológica actual con el fin de generar escenarios climáticos a nivel local a una resolución de 1km².

Se proyecta que la temperatura máxima anual incremente en la región entre 0,8 a 1,9°C y la mínima entre 0,3 a 1,8°C, bajo el escenario RCP 4.5 (o llamado escenario realista), con mayores tasas de incremento en los departamentos de Vichada y Arauca. Debido a que la tasa de crecimiento es mayor en las temperaturas máximas, se esperan temperaturas extremas calientes más frecuentes y frías menos frecuentes, además de una amplitud térmica mayor. Comparado con los escenarios de cambio climático a nivel nacional, los departamentos de Arauca y Vichada son los que presentan los mayores aumentos de temperatura de todo el país (IDEAM, 2015). Se debe tener en cuenta que para el escenario pesimista (RCP 8.5) el aumento de temperatura puede alcanzar los 2,4°C.

En general, los cambios proyectados para precipitación total son ligeros fluctuando entre -5 a 5% (bajo el escenario de emisiones RCP 4.5) con mayores incrementos hacia el sur de la región y decreciendo hacia el nororiente del Vichada y oriente de Arauca. Se proyecta que las lluvias disminuyan en los meses

donde finaliza la temporada de lluvias entre septiembre-noviembre, especialmente hacia las zonas de Arauca y el norte de Vichada. Dicha proyección es importante en el contexto agropecuario puesto que podría ocasionar que la temporada de lluvias finalice de manera más temprana de lo habitual, lo que significa menor agua disponible

y una temporada seca más larga. Bajo el escenario pesimista (RCP 8.5), los descensos de precipitación podrían llegar hasta -25% entre septiembre-noviembre. No obstante la precipitación puede aumentar en los meses más lluviosos del año (mayo, junio y julio) y asociados a aquellos eventos extremos de lluvia más frecuentes.

Tabla 3. Cambios de clima proyectados a 2040 por municipio para el departamento de Arauca bajo el escenario RCP 4.5.

Dpto.	Municipio	Cambio en Precipitación Total (%)	Cambio en Temperatura Máxima (°C)	Cambio en Temperatura Mínima (°C)
Arauca	Arauca	-0,2	1,7	1,7
	Arauquita	0,8	1,6	1,3
	Cravo Norte	-1,2	1,6	1,5
	Fortul	0,7	1,5	1,0
	Puerto Rondón	0,1	1,6	1,4
	Saravena	1,1	1,7	1,1
	Tame	0,5	1,4	0,9
	Promedio	0,2	1,6	1,3

Descripción tabla 3

En el caso del departamento de Arauca, se espera que en los próximos 20 años la temperatura máxima se incremente mucho más en el municipio de Arauca (1.7 °C) y en menor intensidad en el municipio de Tame (1.4 °C), mientras que la temperatura mínima se espera fluctúe entre 0.9 y 1.7 °C .

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Cambios de clima proyectados a 2040 por municipio para el departamento de Casanare bajo el escenario RCP 4.5.

Dpto.	Municipio	Cambio en Precipitación Total (%)	Cambio en Temperatura Máxima (°C)	Cambio en Temperatura Mínima (°C)
Casanare	Aguazul	1,3	1,5	1,4
	Chámeza	1,4	1,4	1,1
	Hato Corozal	0	1,4	1,2
	La Salina	1,3	1,0	0,5
	Maní	1,5	1,4	1,5
	Monterrey	1	1,5	1,1
	Nunchía	1,3	1,4	1,4
	Orocué	2,9	1,6	1,5
	Paz de Ariporo	1	1,5	1,3
	Pore	1,3	1,4	1,1
	Recetor	1,2	1,5	1,1
	Sabanalarga	0,7	1,4	1,0
	Sácama	0,8	1,1	0,5
	San Luis de Palenque	2,3	1,5	1,5
	Támara	0,9	1,1	0,7
	Tauramena	1	1,5	1,2
	Trinidad	2,5	1,5	1,4
Villanueva	0,9	1,5	1,1	
Yopal	1,6	1,4	1,6	
	Promedio	1,3	1,4	1,2

Fuente: elaboración propia.

Descripción tabla 4

En el departamento de Casanare los mayores incrementos en temperatura máxima se espera que ocurran en el municipio de Orocué (1,6°C), y los menores incrementos de la temperatura máxima se esperan en el municipio de La Salina (1°C). Mientras que los mayores incrementos en la temperatura mínima (temperatura en las noches) serán mayores en Yopal (1,6°C), y menores en los municipios de La Salina y Sácama (0,5°C). Los cambios esperados en las variables climáticas para todos los municipios del Casanare se presentan en esta tabla.

Tabla 5. Cambios de clima proyectados a 2040 por municipio para el departamento de Vichada bajo el escenario RCP 4.5.

Dpto.	Municipio	Cambio en Precipitación Total (%)	Cambio en Temperatura Máxima (°C)	Cambio en Temperatura Mínima (°C)
Vichada	Cumaribo	2,2	1,6	1,6
	La Primavera	0	1,6	1,5
	Puerto Carreño	-1,1	1,8	1,6
	Santa Rosalía	2,9	1,6	1,5
	Promedio	1,4	1,6	1,5

Fuente: elaboración propia.

Descripción tabla 5

En el departamento del Vichada, los cambios son muy similares en todo su territorio. El municipio con mayor incremento de la temperatura máxima es Puerto Carreño con 1,8 °C, mientras que el incremento de la temperatura mínima es de 1,5°C en el municipio de La Primavera. .

Tabla 6. Cambios de clima proyectados a 2040 por municipio para el departamento de Meta bajo el escenario RCP 4.5.

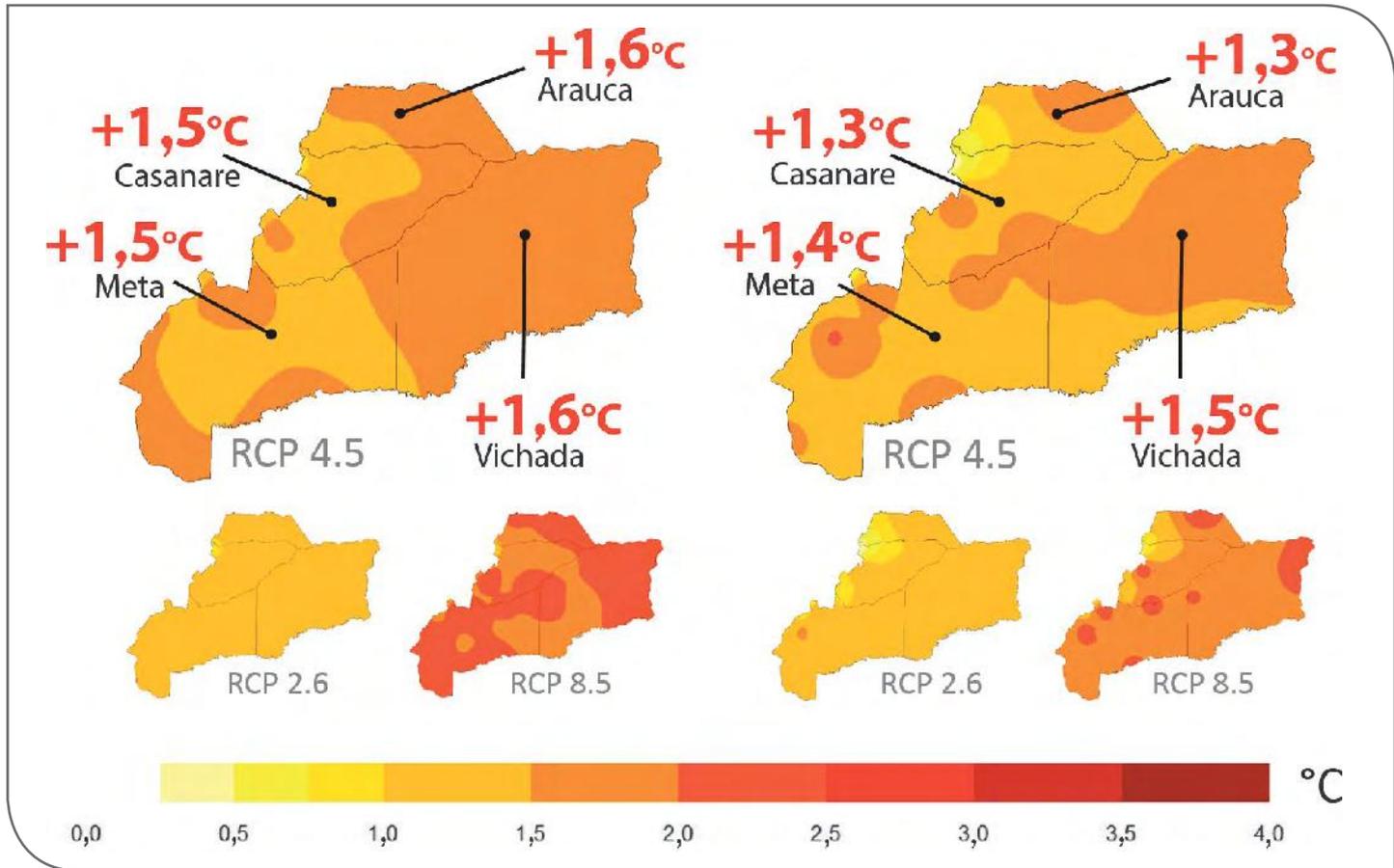
Dpto.	Municipio	Cambio en Precipitación Total (%)	Cambio en Temperatura Máxima (°C)	Cambio en Temperatura Mínima (°C)
Meta	Acacías	3,4	1,5	1,4
	Barranca de Upía	1,2	1,5	1,1
	Cabuyaro	1,2	1,6	1,3
	Castilla La Nueva	2,7	1,5	1,5
	Cumaral	2,2	1,7	1,6
	El Calvario	3,8	1,4	1,0
	El Castillo	3,5	1,4	1,9
	El Dorado	3	1,4	1,6
	Fuente de Oro	2,9	1,4	1,6
	Granada	2,6	1,4	1,6
	Guamal	3,4	1,5	1,3
	La Macarena	2,8	1,5	1,4
	La Uribe	2,6	1,5	1,4
	Lejanías	3,7	1,4	1,9
	Mapiripán	2,5	1,5	1,4
	Mesetas	3,3	1,5	1,6
	Puerto Concordia	2,2	1,6	1,6
	Puerto Gaitán	2,4	1,5	1,5
	Puerto Lleras	3,1	1,4	1,4
	Puerto López	1,3	1,5	1,4
	Puerto Rico	3	1,5	1,5
	Restrepo	2,4	1,6	1,6
	San Carlos de Guaroa	2,4	1,6	1,5
	San Juan de Arama	3,7	1,4	1,6
	San Juanito	2,9	1,4	0,9
	Cubarral	2,7	1,5	1,5
	San Martín	2,2	1,5	1,4
	Villavicencio	2,5	1,6	1,6
Vista Hermosa	3	1,5	1,5	
Promedio	2,7	1,5	1,5	

Descripción tabla 6

En el caso del departamento del Meta, el mayor incremento de la temperatura máxima se espera ocurra en el municipio de Cumaral (1,7°C), y el menor incremento en esta variable se espera que sea de 1,4°C en varios municipios. En cuanto a la temperatura mínima, los mayores incrementos se prevé que ocurran en los municipios de El Castillo y Lejanías (1,9°C), mientras que los menores incrementos se espera ocurran en San Juanito (0,9°C).

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Cambios proyectados en temperatura máxima (izquierda) y mínima anual (derecha) para la Orinoquía a 2040, para tres escenarios de emisiones (RCP 2.6, 4.5 y 8.5).

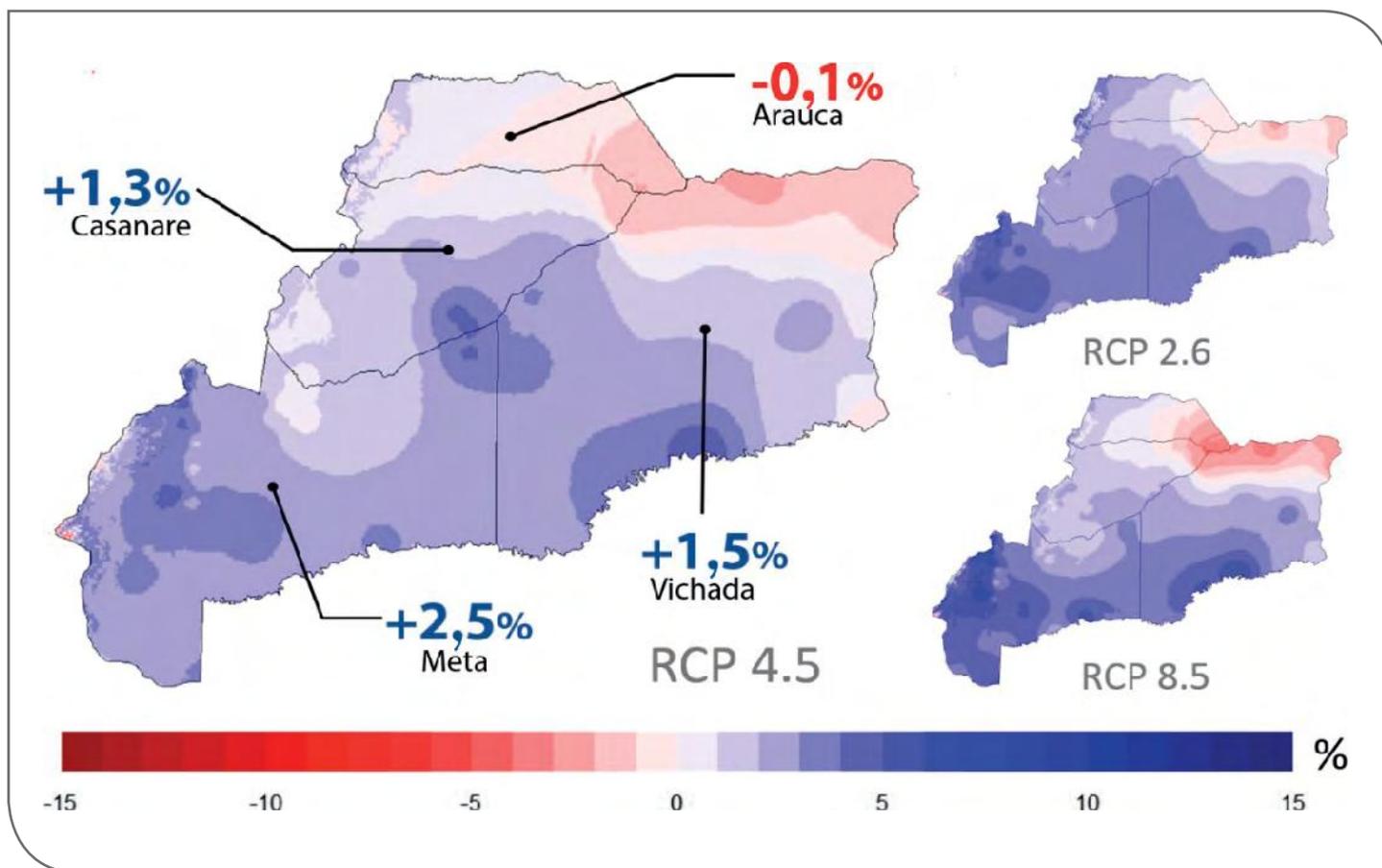


Se prevén aumentos de la probabilidad de días con temperaturas superiores a 38°C especialmente en Vichada, enfocándose en la zona oriental del departamento donde la probabilidad de días con temperaturas superiores a 38°C puede incrementarse en más de 20%, y el número de días consecutivos con temperaturas por encima de este umbral también tienden a aumentar. La probabilidad de aumento de sequías en la región también irá en aumento, especialmente en el departamento

de Casanare, Arauca, Vichada y en el oriente del Meta. Igualmente se espera que ese aumento de probabilidad de ocurrencia de sequía venga acompañado de un aumento en el número consecutivo de días sin lluvia. No obstante, los excesos de lluvia también se incrementarán; aguaceros por encima de 90mm serán más comunes en el Meta y en Vichada, incluso para ambos departamentos se aumenta la probabilidad de aguaceros por encima de 140mm.

Es conveniente que dentro de todos estos escenarios de cambio climático se tengan en cuenta los niveles de incertidumbre que existen en la región. En cuanto a variables climáticas, las menores incertidumbres están asociadas a las variables de temperatura, mientras que la precipitación presenta un mayor grado de incertidumbre. En cuanto a precipitación, la mayor incertidumbre de los escenarios de cambio climático está asociada a los meses de diciembre, enero y

Figura 4. Cambios proyectados en precipitación para la Orinoquía a 2040, para tres escenarios de emisiones (RCP 2.6, 4.5 y 8.5).



febrero, los cuales están asociados a la temporada seca, y que pueden alcanzar valores hasta del 20%. Para los demás meses del año la incertidumbre de la precipitación de los escenarios de cambio climático es baja.

En la Figura 3 se presentan los incrementos de temperatura previstos para la región al año 2040. Al lado izquierdo se encuentran los incrementos en temperatura máxima y al derecho la temperatura mínima.

En la parte superior se exponen los valores proyectados bajo un escenario intermedio o realista (4.5) mientras que en la parte inferior se presentan los valores proyectados con el escenario optimista (RCP 2.6) y el pesimista (RCP 8.5). Los colores rojos indican las zonas donde la temperatura tendrá los mayores incrementos.

En la Figura 4 se presentan las proyecciones de cambios porcentuales en la precipitación

total anual. Al costado izquierdo se presentan los cambios proyectados en la precipitación bajo el escenario intermedio (RCP 4.5) y al costado derecho los cambios con el escenario optimista (RCP 2.6) y pesimista (RCP 8.5).

La relación del clima y la agricultura es dinámica y compleja, las condiciones atmosféricas determinan el éxito de un porcentaje enorme de la producción agropecuaria a nivel mundial. La ausencia de conocimiento de los patrones del clima es un factor de riesgo para las prácticas agrícolas, y pueden desencadenar en grandes tragedias ambientales, humanas y económicas.

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali.



CAPÍTULO 4. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO



CAMBIO CLIMÁTICO Y BIODIVERSIDAD

Una parte de la vida biológica del planeta se encuentra a punto de desaparecer como consecuencia de las acciones del hombre. Esto ha hecho que muchos científicos llamen a este suceso como la "pérdida de la biodiversidad", "la crisis de la biodiversidad" e inclusive "la sexta extinción masiva" (Ceballos, *et al.*, 2015). Entre los principales factores influyentes sobre esta pérdida se encuentran la deforestación, la contaminación del medio ambiente, la introducción de especies foráneas que se han vuelto invasoras y el cambio climático.

Los cambios en los patrones normales de temperatura, humedad y precipitaciones generarán cambios en la distribución geográfica de las especies. Se cree que el cambio climático causará que el área de distribución de muchas especies se reduzca, e incluso pueda llegar a ocasionar la desaparición de la especie en algunos sitios (Thuiller, 2007).

En cuanto a fauna en la región, se analizó el impacto del cambio climático sobre 32 especies de vertebrados (ANEXO), que incluyen especies emblemáticas de la región como: Armadillo sabanero (*Dasybus sabanicola*), Tortuga sabanera (*Podocnemis vogli*), rana (*Scinax*

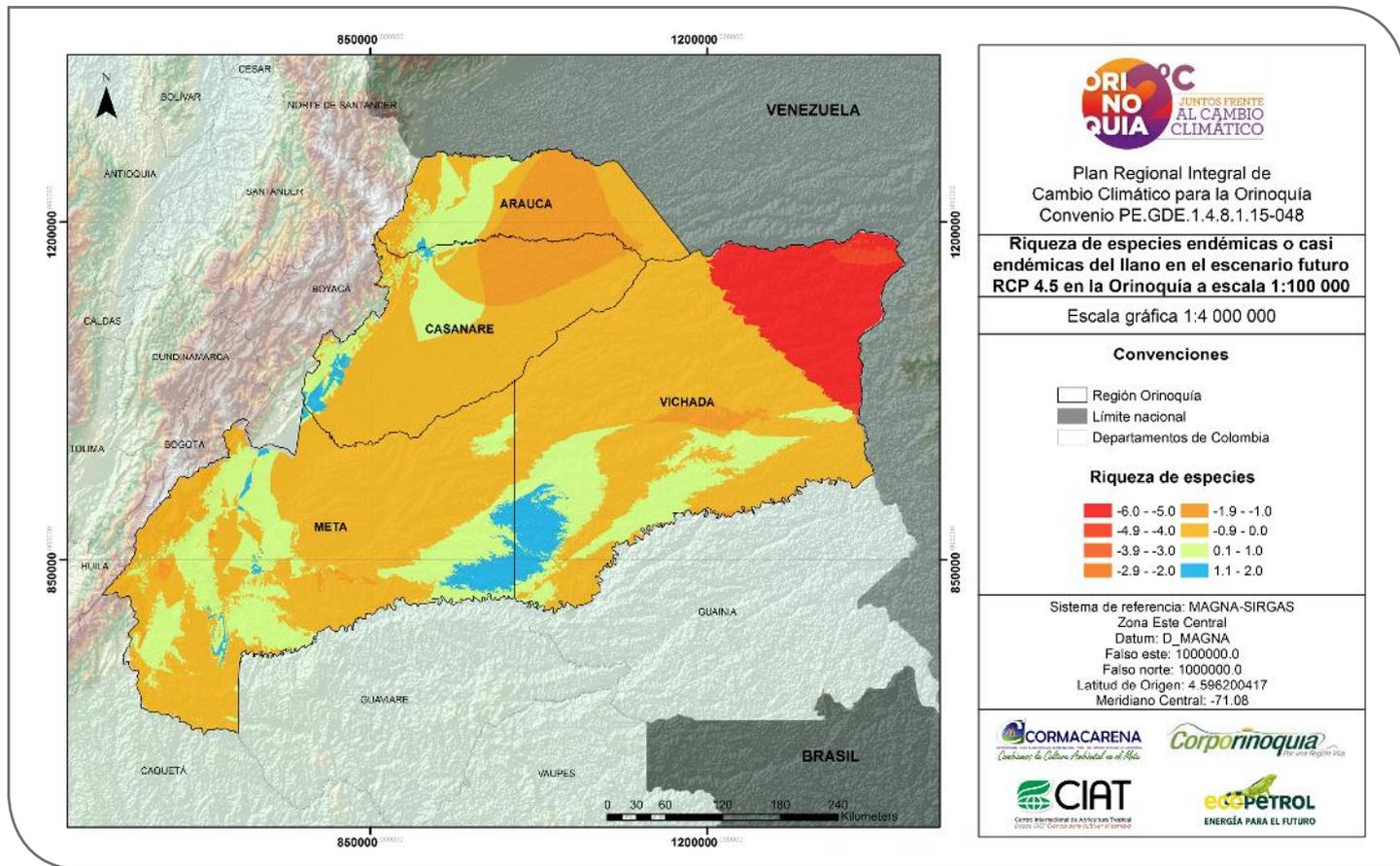
blairi), Caimán llanero (*Crocodylus intermedius*), Delfín de río (*Inia geoffrensis humboldtiana*), Tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*). Las especies de fauna se clasificaron en tres grupos con base a su distribución: i) Especies endémicas o casi endémicas de la cuenca de la Orinoquía Colombo-Venezolana (Especies llaneras), ii) Especies que habitan tanto en el Amazonas y Orinoco (Cis Andina), y iii) Especies que se distribuyen a ambos lados de los Andes (Cis-Transandina).

Los análisis muestran que la región más afectada será el Departamento del Vichada, especialmente los municipios de Puerto Carreño, La Primavera y la región nororiente de Cumaribo; en el Departamento de Arauca el municipio de Cravo Norte y el oriente del municipio de Arauca; y en el Departamento de Casanare el extremo oriental de los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. En estas zonas el clima en las próximas décadas distará del clima actual, especialmente en la variable de temperatura. No se tienen registros de especies consideradas endémicas o casi endémicas de la cuenca de la Orinoquía Colombo-Venezolana que vivan actualmente bajo esas condiciones de clima específico que se prevén para esta zona de la región. En este sentido, es incierto el

Descripción de los mapas 3, 4 y 5

Estos mapas presentan los cambios en riqueza de especies para la zona con base en las especies analizadas. El mapa 3 presenta los resultados para las especies llaneras, el mapa 4 los resultados para las especies Cis Andina y el mapa 5 presenta los resultados de las especies CIS Transandina. Los colores indican el cambio en la distribución de las especies en un sitio en particular. Por ejemplo, los colores rojos indican que todas o casi todas las especies analizadas serán afectadas drásticamente por el cambio climático, el color naranja indica que al menos una de las especies estará afectada drásticamente mientras que los colores verdes y azules indican que en esos sitios se verán favorecidas las especies y por lo tanto en el futuro pueden tener presencia especies que actualmente no se han registrado. Los análisis indican que las especies llaneras serán las más afectadas.

Mapa 3. Impacto del cambio climático sobre la riqueza de especies endémicas o casi endémicas del llano bajo el escenario RCP 4.5.



efecto que pueda ocurrir con estas especies. Aunque es cierto que con el tiempo las especies logran adaptarse a nuevas circunstancias de clima, la verdad es que en un período tan corto de tiempo es difícil que esto ocurra, y por lo tanto es más factible que exista un desplazamiento de las especies en el territorio migrando hacia regiones que tendrán las condiciones climáticas aptas para su desarrollo. Es así como se espera que en los próximos años, poco a poco se presente una migración de fauna de oriente a occidente y de norte a sur, donde municipios como Santa Rosalía y Suroccidente de Cumaribo en Vichada, Puerto Rondón y Arauquita en Arauca; La Trinidad, San Luis de Palenque,

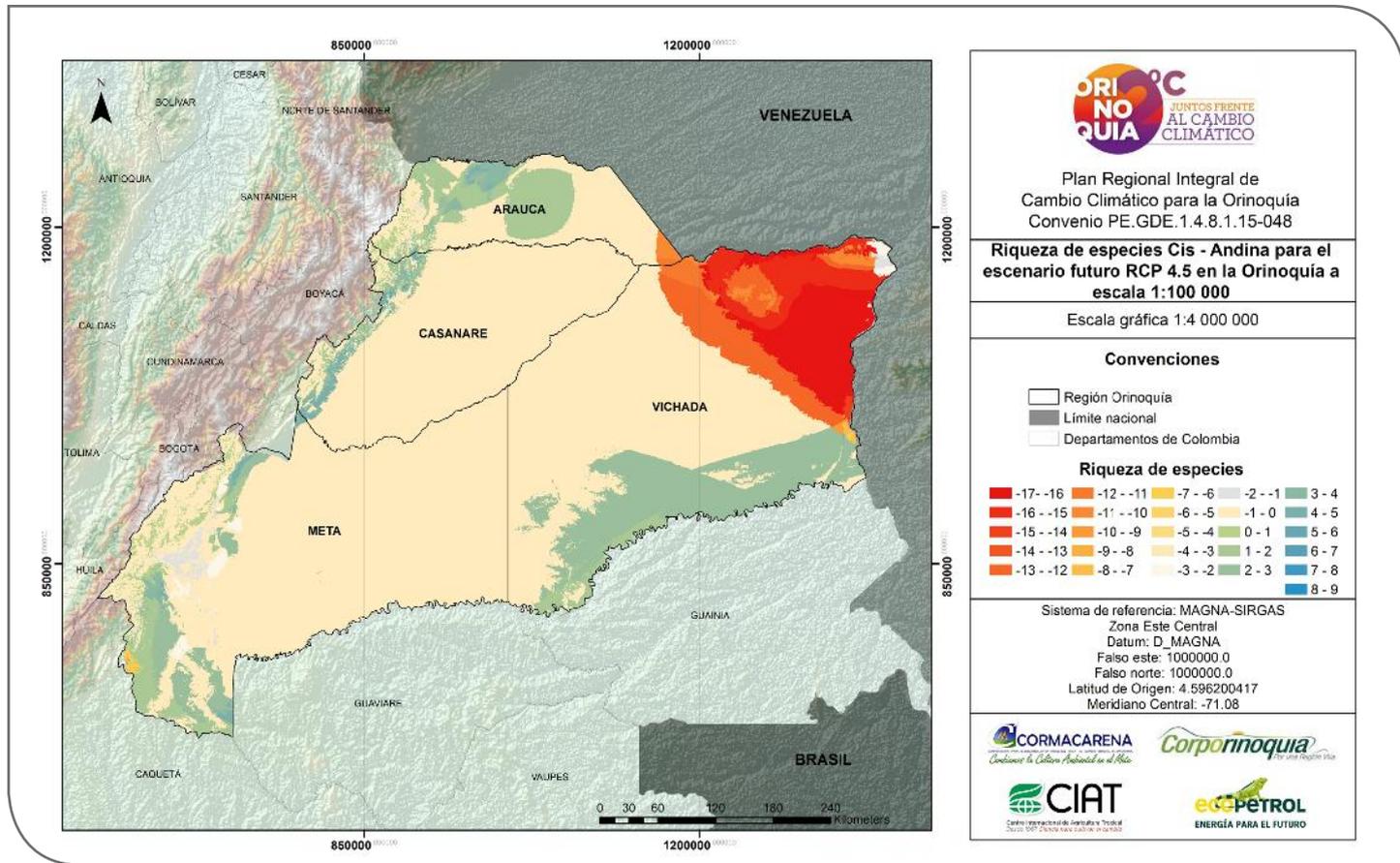
Orocué y la zona centro de Hato Corozal y Paz de Ariporo en Casanare; y Puerto Gaitán y Mapiripán en el Meta serán fundamentales como áreas de refugio y conservación de hábitats para estas especies. No obstante, se debe tener en cuenta que en algunas de estas regiones la presencia del hombre y la actividad agrícola es mayor, por lo tanto se pueden presentar dificultades para el desplazamiento y supervivencia de la fauna silvestre.

En esta zona afectada se encuentra ubicado el Parque Nacional Natural El Tuparro, que posee actualmente unas condiciones excepcionales de conservación y para las condiciones actuales ofrece un

refugio estratégico para todas estas especies de fauna de la región oriental de la Orinoquía. No obstante, se debe tener en cuenta que los aumentos de temperatura en esta zona seguramente ocasionarán que las especies de fauna que están allí presentes empiecen a desplazarse hacia el sur y occidente del PNN. Aunque estas zonas no tienen figura de protección son territorios muy despoblados con condiciones poco alteradas por el hombre, por lo tanto se puede prever que en las próximas dos décadas esta fauna encuentre en estos espacios refugio y condiciones climáticas más acordes a sus necesidades.

Al igual que El Tuparro, la cuenca del

Mapa 4. Impacto del cambio climático sobre la riqueza de especies Cis Andina escenario RCP 4.5.



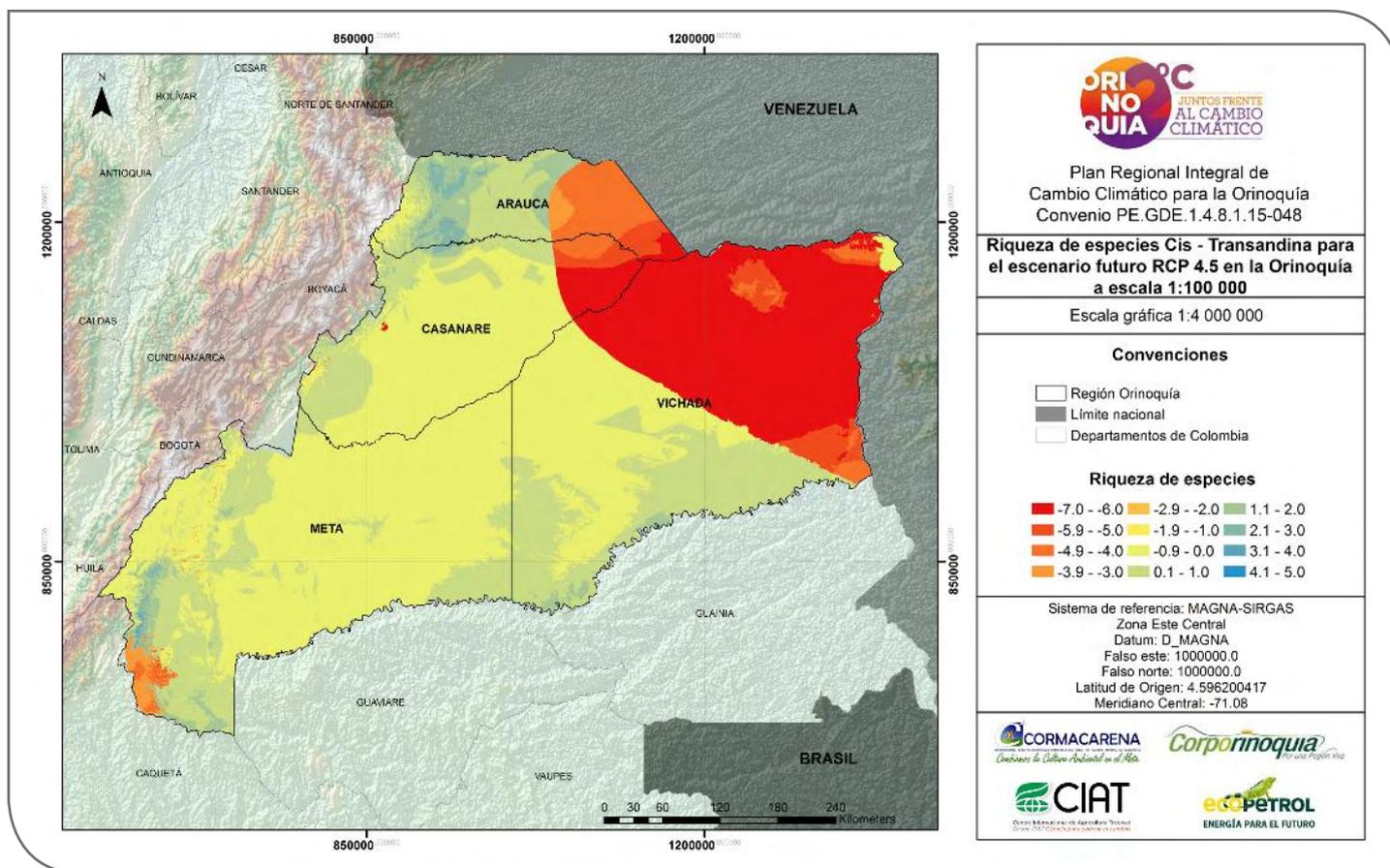
río Bitá no tiene aún una figura de protección y aunque se encuentra en muy buenas condiciones ambientales, la temperatura que tendrá en las próximas décadas no será favorable para las especies de fauna que alberga actualmente. En este sentido, esta será una de las zonas de mayor riesgo ya que las especies se encuentran inmersas en una zona bajo amenaza bastante amplia, y por lo tanto si la estrategia de adaptación de estas especies es la migración entonces tendrán que hacerla a sitios bastante alejados de su ubicación actual tal como Santa Rosalía (Vichada) y Puerto

Gaitán (Meta), sitios con un mayor desarrollo agrícola. Otro aspecto a considerar es en los últimos 10 años, en estos dos municipios se ha dado la pérdida de bosque de galería y ripario, que es fundamental para el desplazamiento de la fauna y la protección de las fuentes de agua. Igualmente están las proyecciones de mejoramiento vial que buscan fomentar el desarrollo económico de la Altillanura, lo que seguramente pondrá mayor presión sobre estas especies bajo amenaza.

En cuanto a las especies de fauna denominadas Cis-Andina (que

tienen una distribución más amplia y habitan tanto en el Orinoco como en la Amazonia), se espera que pierdan áreas aptas climáticas en el Orinoco y por lo tanto migren hacia el sur buscando la región amazónica, que por poseer mayores áreas en bosque puede conservar mejores condiciones de temperatura para su supervivencia. En este sentido, la zona sur del departamento del Vichada y algunas partes del sur del departamento del Meta todavía conservan zonas boscosas que pueden servir de refugio para dichas especies. En este sentido, para la región de la Orinoquía, estos bosques

Mapa 5. Impacto del cambio climático sobre la riqueza de especies con distribución Cis-Transandina escenario RCP 4.5.



del sur serán fundamentales para la conservación de estas especies.

En el caso de las especies denominadas Cis-Trans Andinas (especies con mayor rango de distribución que se encuentran a ambos lados de la cordillera oriental), se espera se desplacen a partes más altas de la zona montañosa. Aunque la región todavía tiene zonas bien conservadas de montaña, buena parte de estas han sido ocupadas por actividades agropecuarias, especialmente para la ganadería. En este caso, los parques nacionales naturales Cocuy, Chingaza y

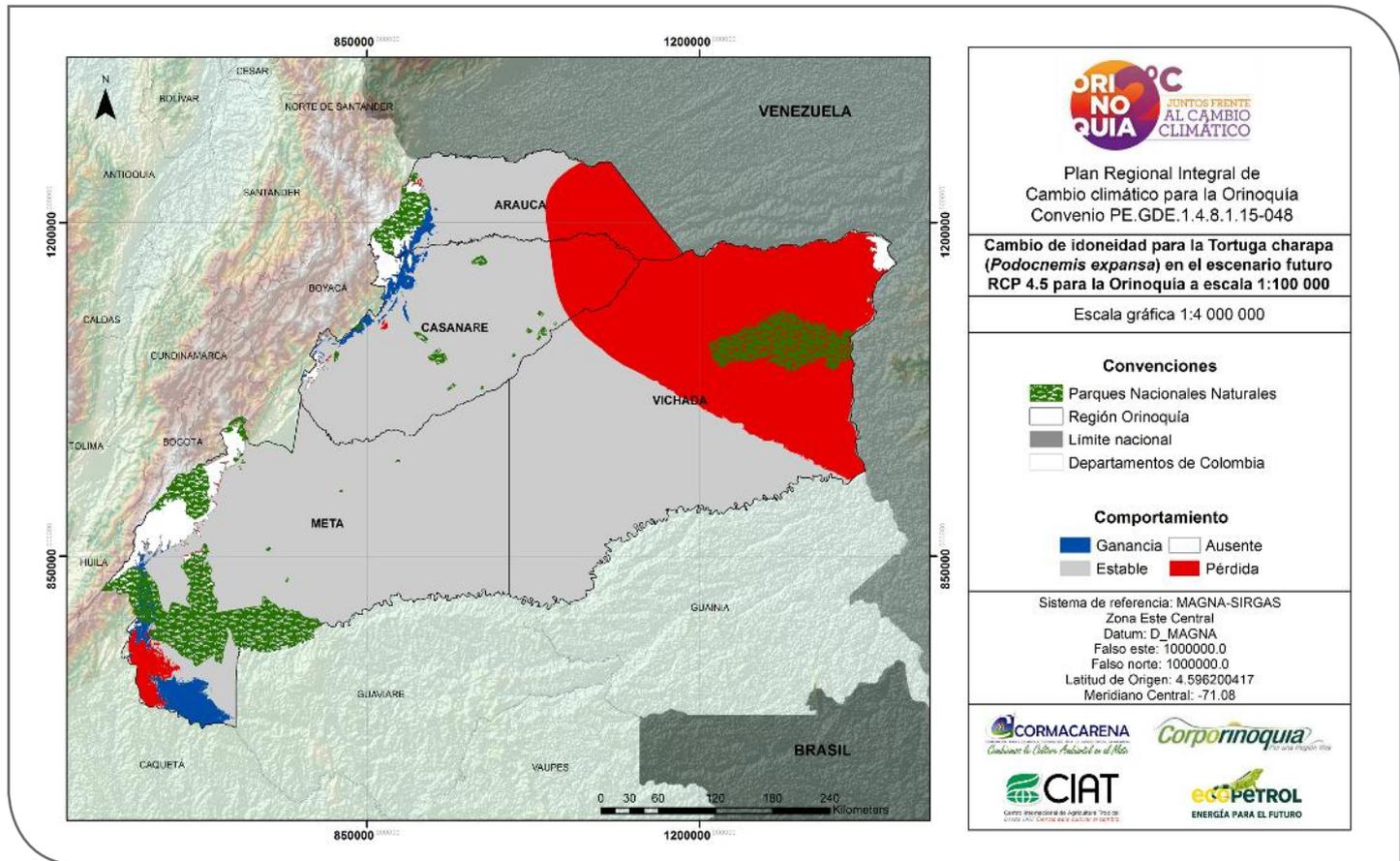
Sumapaz cobran especial relevancia para la protección de estas especies. También es importante la promoción de áreas de protección regional y reservas de la sociedad civil en las partes medias y bajas de la montaña con el fin de garantizar refugio ante la posible migración.

El cambio climático puede generar que áreas que actualmente no son idóneas climáticamente para algunas especies lo sean en el futuro (Thuiller, 2007). Algunas especies evaluadas en este estudio presentan ganancias en áreas que les favorece climáticamente los cambios que se

suscitarán, sin embargo, teniendo en cuenta una mayor presencia humana, barreras como matrices de cultivos, centros urbanos, cuerpos de agua contaminados, o ríos de menor caudal, entre otros, limitarían la migración de estas especies a estas áreas.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que se incrementarán los eventos extremos, como los excesos de lluvia y el aumento de áreas inundables, lo que puede poner en riesgo los nidos de cocodrilos, caimanes y tortugas que generalmente ponen sus huevos

Mapa 6. Impacto del cambio climático sobre la distribución de la Tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*) en la región de la Orinoquía escenario 4.5.



Descripción de los mapas del 6 al 12

El color rojo indica regiones donde la especie actualmente se encuentra presente pero que en el futuro las condiciones climáticas no serán propicias para dicha especie o al menos actualmente no hay registros de estas especies bajo esas condiciones climáticas, y por este motivo se considera que es una señal de alerta donde dicha especie estará en peligro en las próximas dos décadas debido a cambio climático. Las zonas en color gris significan que actualmente hay registros de la especie en estas regiones y que el futuro los cambios en el clima no serán una amenaza para esta especie en estos sitios, y por lo tanto, estas zonas serán muy importantes para la conservación de estas especies en el futuro. El color azul se trata de zonas donde actualmente no hay registros de esta especie dado que las condiciones climáticas no son favorables, sin embargo en el futuro las condiciones climáticas serán similares a las condiciones climáticas que la especie requiere para vivir. Las áreas en blanco son zonas donde las condiciones climáticas actuales y futuras no son propicias para la especie. Las áreas con matiz verde son Parques Nacionales Naturales.

en los playones de arena. Las temperaturas afectan la proporción de sexos en una nidada, las altas temperaturas causan que nazcan más machos que hembras y las bajas temperaturas lo contrario. Estas especies con determinación sexual por temperatura, son muy vulnerables a perturbaciones medioambientales, especialmente si ya están en riesgo, como es el caso de muchas tortugas, cocodrilos y tuataras.

Se debe tener en cuenta que los ríos cerca al piedemonte tienen

un menor caudal y reciben mayor descarga de aguas residuales y contaminantes, por lo tanto, especies exclusivamente acuáticas como los peces o semi-acuáticas como las tortugas, nutrias y cocodrilos, tendrían muchas limitaciones para llegar a esta región.

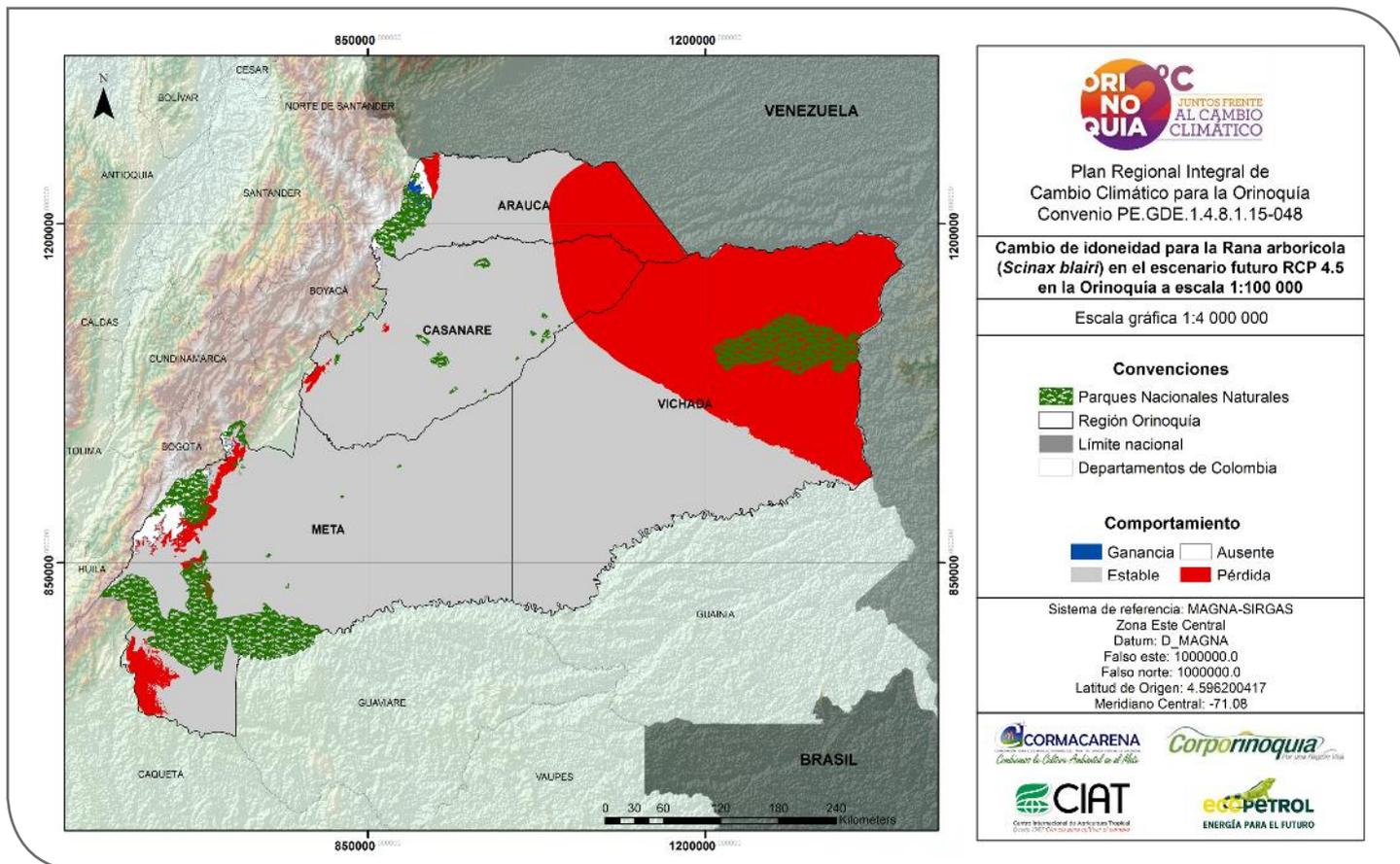
Dentro de las especies con mayor riesgo se encuentran los anfibios, ya que de acuerdo con los análisis son las especies más sensibles a los cambios de temperatura.

Los mapas 3, 4 y 5 presentan los

impactos que tendrá el cambio climático sobre cada uno de los grupos: especies endémicas o casi endémicas, Cis Andina y Cis TransAndina y mas específicamente en los mapas 6, 7 y 8 se presentan los impactos sobre Tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*), rana (*Scinax blairi*) y Armadillo sabanero (*Dasyus sabanicola*) respectivamente.

En cuanto a flora, el cambio climático afecta el desarrollo, fisiología y comportamiento de las plantas como también sus patrones fenológicos, reproductivos y migratorios. En

Mapa 7. Impacto del cambio climático sobre la distribución de la rana (*Scinax blairi*) en la región de la Orinoquía en el escenario RCP 4.5



general, se espera la desertificación de grandes áreas boscosas, En cuanto a flora, el cambio climático afecta el desarrollo, fisiología y comportamiento de las plantas como también sus patrones fenológicos, reproductivos y migratorios. En general, se espera la desertificación de grandes áreas boscosas, fenómeno que se ha encontrado muy ligado a los cambios de temperatura en el tiempo (BGCI, 2016). Es conocido que las plantas muestran desventajas biológicas frente al cambio climático, ya que algunas de ellas son incapaces de cambiar

su distribución rápidamente, por lo que podrían correr el riesgo de ser aisladas y desaparecer. En este sentido, las especies de ciclos de vida largos y con lenta dispersión, serían particularmente vulnerables a este fenómeno (BGCI, 2016).

Se seleccionaron algunas especies vegetales para ser evaluadas en este proyecto, las cuales son importantes para la región principalmente por su valormaderable,alimenticioycultural. Las especies Yopo (*Anadenanthera peregrina*), Comino crespo o Laurel comino (*Aniba perulitis*) presentaron

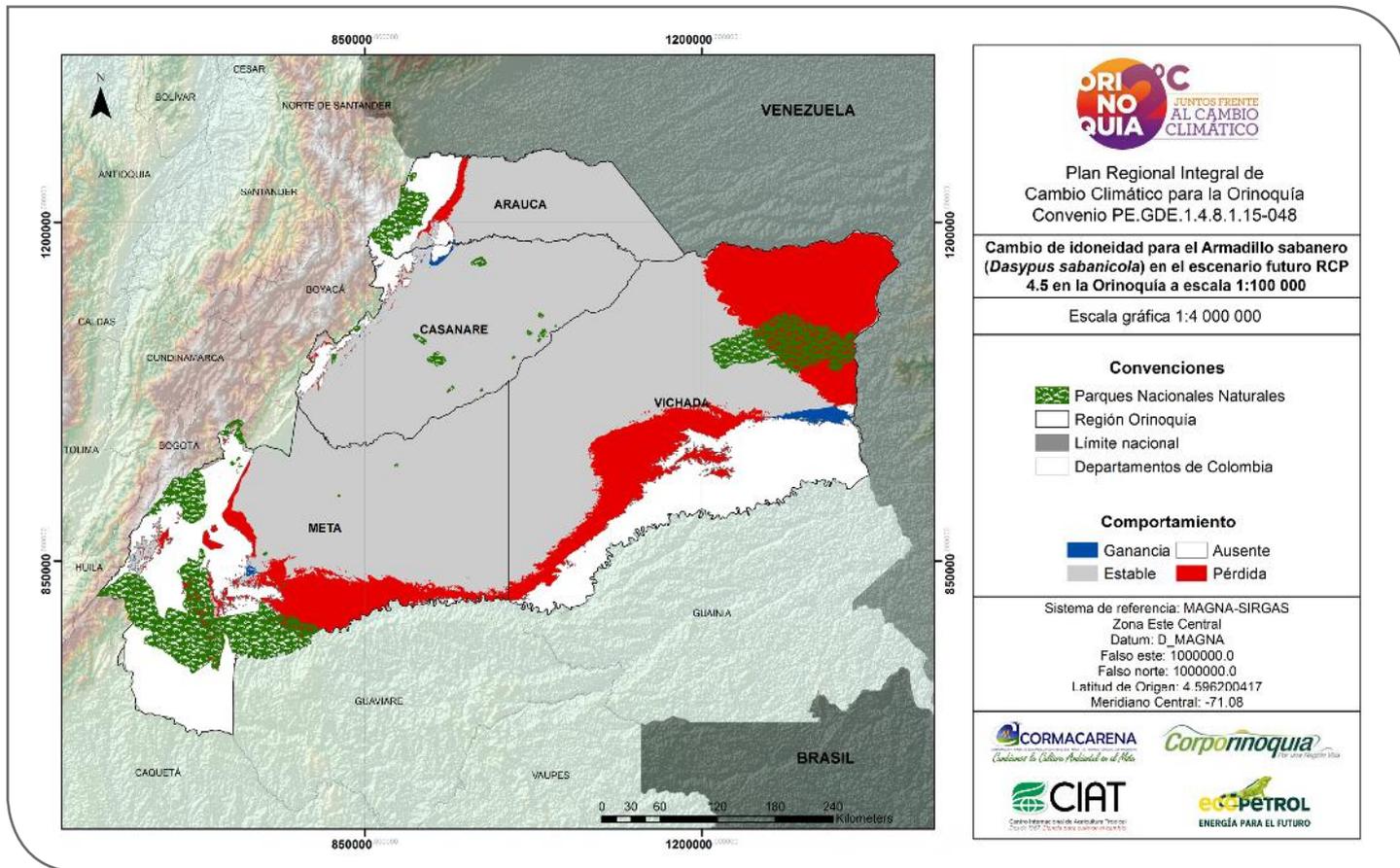
una distribución Cis-Transandina; Corocito (*Zamia melanorrhachis*) presentó registros solo en Colombia, considerándose endémica del país. Palma de moriche (*Mauritia flexuosa*) y Morichito (*Mauritiella aculeata*) presentaron una distribución Cisandina, con gran preferencia sobre los ecosistemas de cananguchal o morichal, sabanas inundables y tributarios de aguas negras del río Orinoco y Amazonas.

El Yopo es una especie muy conocida y valorada en la región, es un árbol que comumente la gente



No todas las especies tienen las mismas capacidades para responder a cambios abruptos que se proyecta tendrá el clima en el futuro, además dichas transformaciones tienen diferentes formas de impactar a los seres vivos, donde todavía existe mucho desconocimiento científico debido a su complejidad. Actualmente se están realizando investigaciones en la forma en que el cambio climático puede afectar la incubación de los reptiles, ya que estos requieren de condiciones particulares de humedad y temperatura que están cambiando de manera muy rápida. **Bioparque los Ocarros, Villavicencio, Meta.**

Mapa 8. Impacto del cambio climático sobre la distribución del armadillo sabanero (*Dasyus sabanicola*) en la región de la Orinoquía escenario RCP 4.5.



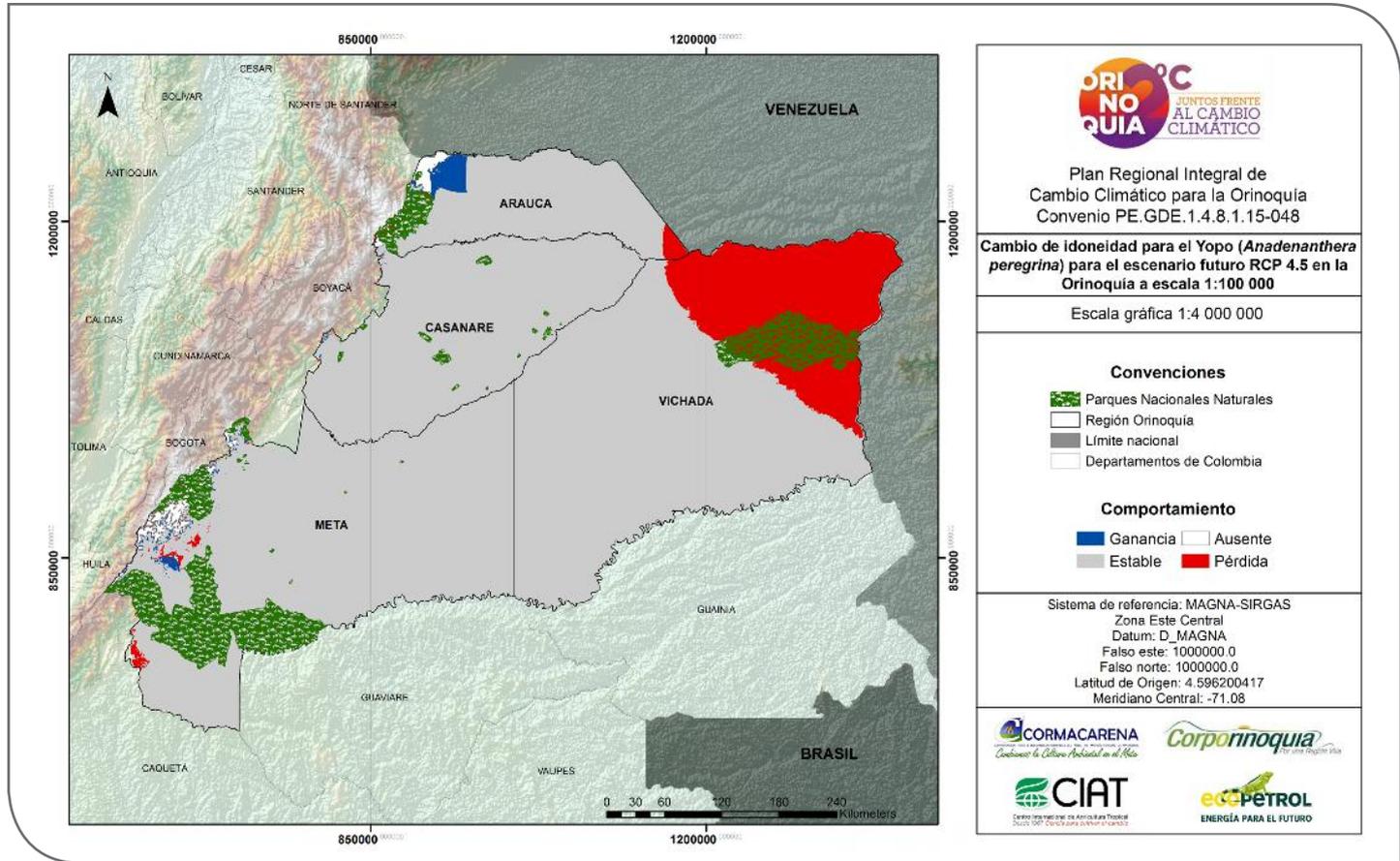
deja crecer en los potreros para su posterior aprovechamiento. Esta especie estará sometida a un riesgo muy alto de desaparición en el departamento del Vichada debido a los incrementos de la temperatura, reducción de la precipitación y cambio en la distribución de las lluvias. Lo paradójico de este resultado es que las amenazas que el cambio climático tiene sobre esta especie son en las zonas con menor presión antrópica, mientras que las zonas con aptitud climática futura para esta especie estarán en las zonas de mayor presión antrópica. En este sentido es importante

pensar en estrategias que permitan preservar esta especie en regiones del Meta y Casanare, y conectar esta necesidad con estrategias de adaptación y mitigación en el sector ganadero. Las zonas de reserva de la sociedad civil serán fundamentales para la preservación de esta especie, y es necesario discutir sobre la necesidad de la declaración de un nuevo parque nacional natural con condiciones parecidas a las del Parque Natural Nacional El Tuparro pero localizado entre el oriente del Meta y el occidente de Vichada. El sur del municipio de Cumaribo jugará un papel fundamental para

la preservación de muchas de las especies endémicas de los llanos orientales.

El comino crespo o Laurel comino es una especie maderable muy valorada por la gente, y ha sido sobre explotada, por lo tanto su presencia es muy baja en las matrices del paisaje de la región. La buena noticia para esta especie es que el clima esperado en gran parte del departamento de Arauca y en el norte del departamento de Casanare será idóneo para su desarrollo, sin embargo esta es una especie que tiene más presencia en zonas

Mapa 9. Impacto del cambio climático sobre Yopo (*Anadenanthera peregrina*) escenario RCP 4.5



boscosas. Una opción a considerar es el uso de esta especie en esta zona como medidas de adaptación y mitigación. Sin embargo, es necesario generar un mayor conocimiento de la propagación en zonas abiertas de pastos y potreros ya que no es habitual.

Zamia es un género que se encuentra en el Apéndice II de la lista CITIES⁽¹⁾ y se considera endémica de Colombia, por lo cual los riesgos que traiga

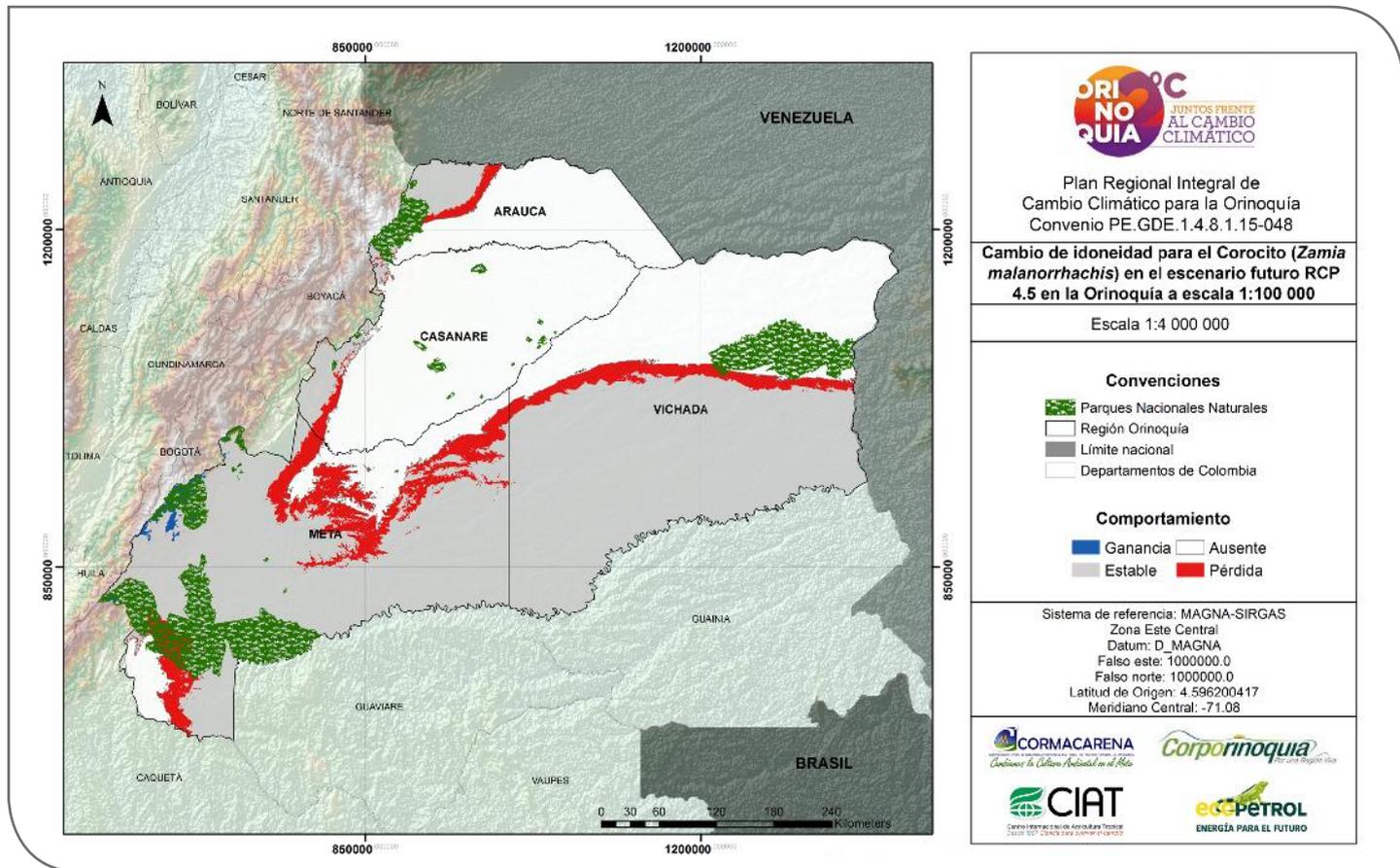
1. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora

consigno el cambio climático sobre esta especie son de especial interés. De acuerdo con los análisis, Corocito (*Zamia melanorrhachis*) será una especie altamente en riesgo debido al cambio climático. Las zonas de afectación están por todo el territorio, piedemonte de Meta, Casanare y Arauca, zona centro de los departamentos del Meta y Vichada, y zona sur del departamento del Meta hacia la región de La Macarena. En este sentido los municipios de Cumaribo (Vichada) y Mapiripán (Meta) serán estratégicos para la conservación de esta especie. No

obstante hay que tener en cuenta que esta especie es bastante susceptible a la fragmentación del paisaje, por lo que áreas con altas tasas de deforestación pueden ser otra amenaza, lo que será un aspecto necesario a tener en cuenta a la hora de generar estrategias de conservación de esta especie en estos dos municipios.

La palma de moriche y morichito estarán en alto riesgo en toda la región debido a varios factores. Estas especies son de gran importancia en la región dado que están asociadas

Mapa 10. Impacto del cambio climático sobre Corocito (*Zamia melanorrhachis*) escenario RCP 4.5.



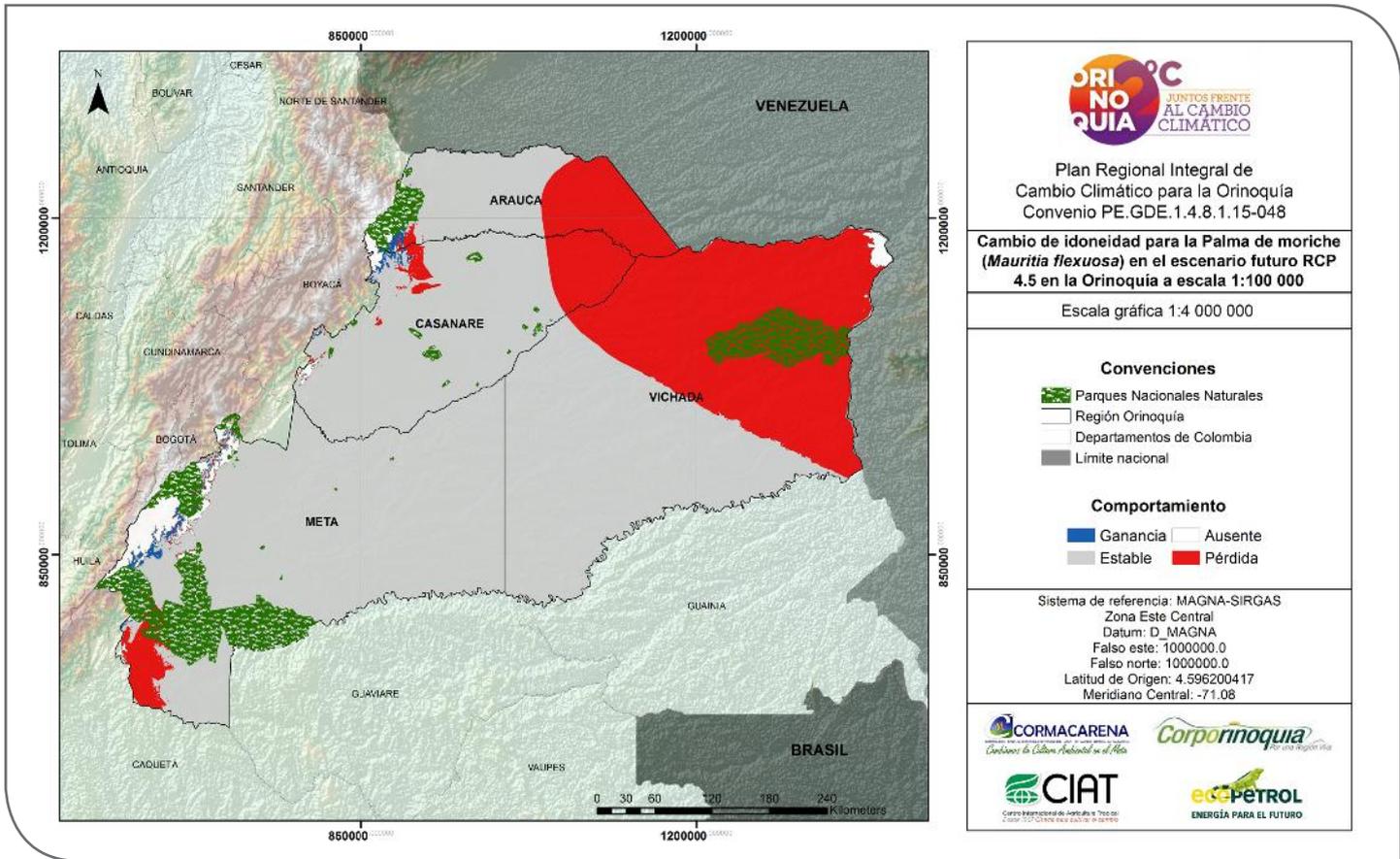
a cuerpos de agua estratégicos en la época seca. No obstante, han tenido una gran presión ya que en la medida que se vuelve más crítica la disponibilidad de agua para el ganado, los ganaderos han optado por generar rutas a los animales para que entren a estos cuerpos de agua y los pongan en riesgo, adicional a los efectos negativos que tiene la quema de pasturas en la región. Sumado a lo anterior están los análisis de este estudio que muestran que en gran parte del territorio de la Orinoquía el clima futuro no será idóneo para estas especies. Es así que los municipios

de Cumaribo (Vichada) y Mapiripán (Meta) serán fundamentales en la preservación de estas especies. Sin embargo, es necesario incrementar desde ya las campañas para su protección y alternativas para que en estos dos municipios los habitantes no quemen la sabana nativa y protejan los morichales y los cuerpos de agua. Igualmente será de gran importancia la promoción de reservas de la sociedad civil en estos dos municipios.

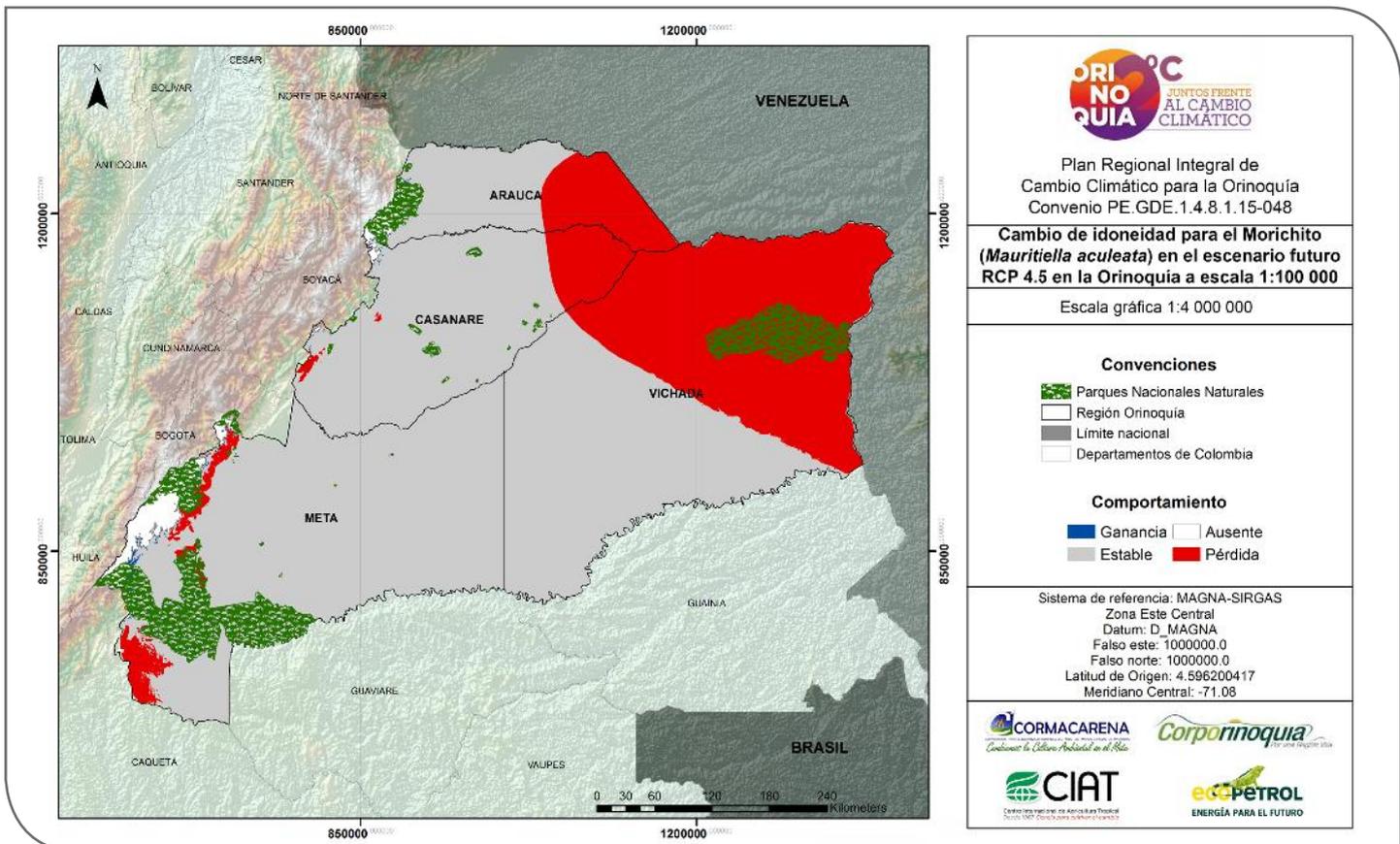
En cuanto a los ecosistemas, los más afectados serán el páramo, área

glacial, bosque seco premontano alto y bosque pluvial premontano. Mientras que los ecosistemas que se verán favorecidos con el cambio climático son el bosque muy húmedo tropical y el bosque seco premontano. Aunque se espera que estos cambios sean lentos, es muy preocupante lo que se prevé para las partes altas de la montaña sobre todo en el área glacial y los páramos, teniendo en cuenta que estas zonas cumplen un papel clave en el aporte y regulación hídrica para los caudales de los ríos en la zona de piedemonte.

Mapa 11. Impacto del cambio climático sobre Palma de moriche (*Mauritia flexuosa*) escenario RCP 4.5.



Mapa 12. Impacto del cambio climático sobre Morichito (*Mauritiella aculeata*) escenario RCP 4.5.





*La desaparición de una especie puede precipitar cambios complejos dentro de un ecosistema, dependiendo del rol que juegue dicho ser vivo en la red de la vida. La palma de moriche es la especie destacada de los espacios anegados y pantanosos, que sirve en el ecosistema de sabanas como sumidero de carbono y reserva de agua en época seca. La desaparición de esta especie podría desencadenar cambios en la dinámica ecológica de estos reguladores hídricos.
Morichal. Vía Sacama - Hato Corozal, Casanare.*

CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSO HÍDRICO

El efecto del cambio climático puede provocar cambios en el régimen hidrológico reflejados en excesos de humedad y sequías extremas, cuyos impactos se manifiestan tanto en la oferta como en la demanda del recurso. Para la Orinoquía estos cambios pueden traer consecuencias negativas como pérdidas de cultivos, inundaciones, alteraciones en los ecosistemas, entre otros. De ahí la importancia de identificar los impactos del cambio climático en la disponibilidad y regulación de las fuentes hídricas superficiales de la región, analizando diferentes componentes como los efectos que se puede generar sobre las sabanas inundables, la regulación y almacenamiento hídrico de los páramos, las inundaciones de centros poblados y la disponibilidad de agua para las diferentes actividades humanas.

Se analizó el efecto del cambio climático sobre el balance hídrico de 73 subcuencas en la región (Mapa 13). Algunos de los resultados más relevantes de los análisis se presentan a continuación:

El río Guaviare presentará incrementos en los caudales desde marzo hasta finales de agosto a lo largo de toda la cuenca, aunque es notorio que este aumento se acentúa

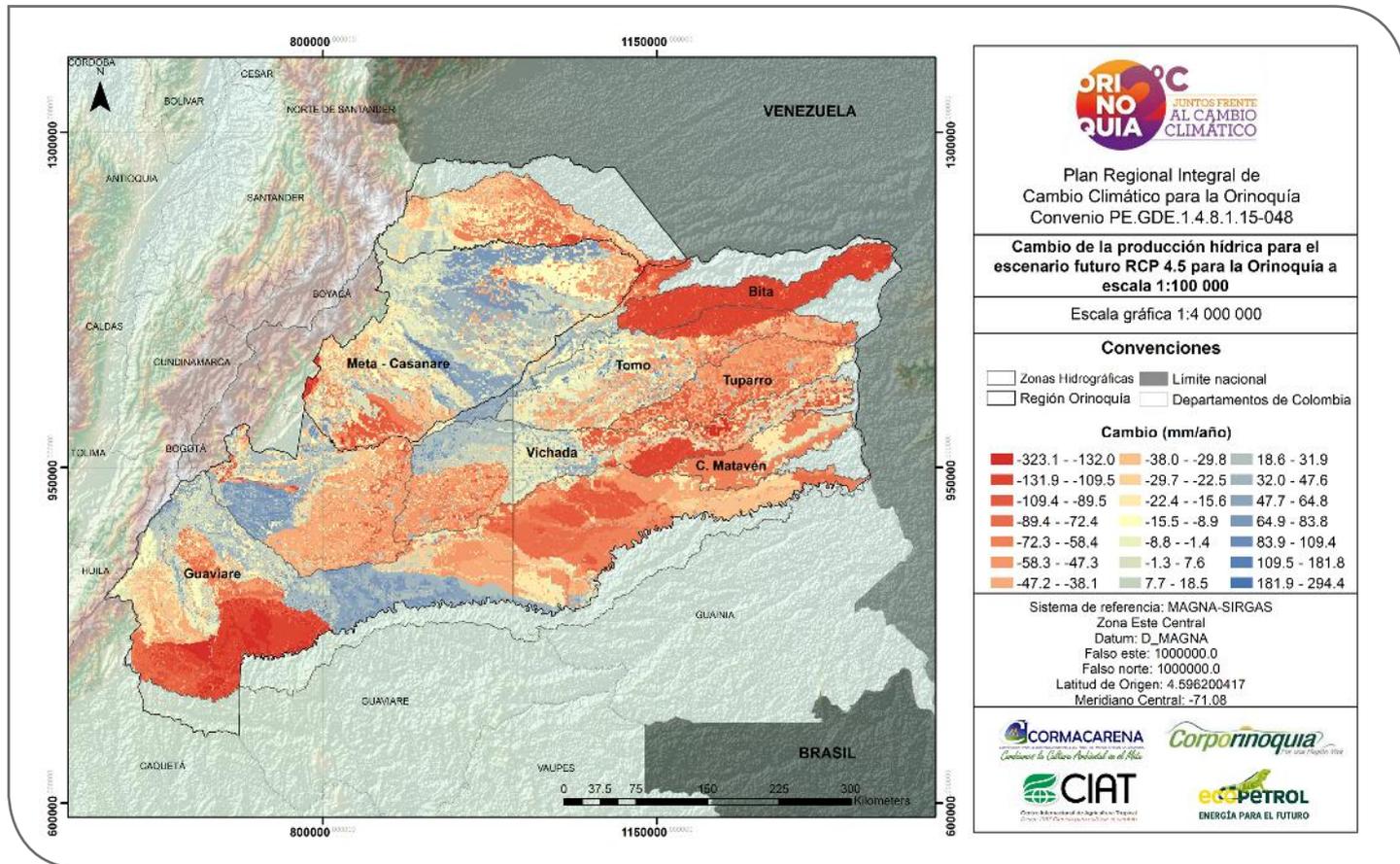
en la parte alta de la misma. Por otro lado, se presentarán disminuciones de los caudales en los meses de septiembre, octubre y noviembre. En términos espaciales, la cuenca del río Guaviare presentará aumentos en la subcuenca del río Duda donde confluye con caño Aguas Claras, al norte del municipio Uribe y al suroccidente de Mesetas, también entre las subcuencas de los ríos Ariari y Guape que ocupan los municipios de: Guamal, Cubarral, Lejanías, El Castillo, El Dorado, Granada, Fuente de Oro, Puerto Lleras y San Juan de Arama. Otros aumentos serán evidentes en la subcuenca del río Ariari en el norte de Puerto Rico, Puerto Concordia y al Sur de Puerto Lleras; presentará también incrementos en la producción la cuenca del río Guaviare a su paso por los municipios de Mapiripán y Cumaribo. Algunas disminuciones de aporte al caudal se darán en la parte alta de la cuenca del río Guaviare, más exactamente en las cuencas de los ríos Losada y Guayabero, que comprenden los municipios de La Macarena, Vista Hermosa y Puerto Rico.

La cuenca del río Meta presentará disminuciones en la producción hídrica en la subcuenca del río Guachetá a la altura del municipio de Barranca de Upía, al igual que

Descripción mapa 13

Se muestra los impactos del cambio climático en el balance hídrico de la región. Las disminuciones del aporte de agua a los caudales de los ríos se presentan en tonalidades amarillas (leves) hasta tonalidades marrones (fuertes), mientras que las tonalidades azules muestran aumentos en los aportes de agua a los caudales. En esta gráfica se presentan valores absolutos, por lo tanto la unidad de medida es mm/año (o litros por metro cuadrado al año).

Mapa 13. Impacto del cambio climático en el recurso hídrico en el RCP 4.5 en mm/año.



la subcuenca del río Upía en el mismo municipio. También se presentan unas disminuciones leves en la subcuenca del río Cusay del municipio de Arauquita, en la subcuenca del río Cravo Norte en el municipio de Puerto Rondón y en el municipio de Cravo norte en la subcuenca del río Lipa. Los principales aumentos de caudal en la cuenca del río Meta se presentarán en las subcuencas de los ríos Guamal, Cabuyarito y Upía en los municipios de Puerto López y Villanueva, otros aumentos, aunque no tan significativos, se darán en las subcuencas de los ríos Ariporo, Casanare y Guachiría a la altura de los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal.

Las cuencas de los ríos Tomo y Vichada, mostrarán

comportamientos similares, puesto que presentarán disminuciones de caudal en los meses de septiembre, octubre y noviembre, no obstante se evidenciarán aumentos de caudal durante los meses restantes. La producción hídrica en la cuenca del río Vichada aumentará en la parte alta en las subcuencas de los ríos Muco y Guarrojo en el municipio de Puerto Gaitán y tiende a disminuir en las subcuencas de los ríos Planas y Tillavá en el mismo municipio, aunque también se presentarán disminuciones de producción en la parte baja de la cuenca a la altura del municipio de Cumaribo en Vichada.

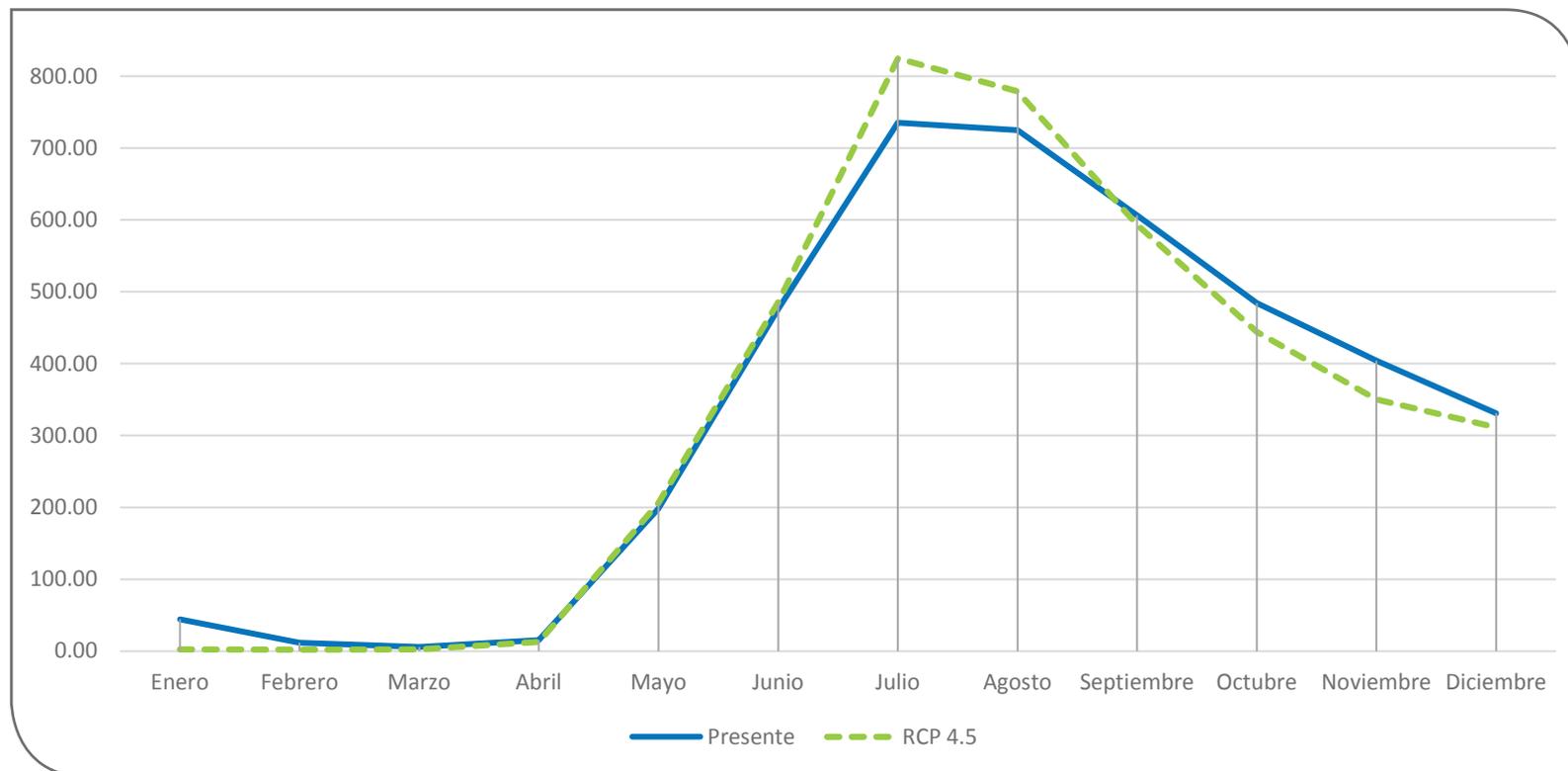
Para el caudal del río Vichada se presentarán pequeños aumentos de caudal desde el mes de marzo hasta junio, pero a partir de junio hasta septiembre estos incrementos

serán más importantes, sin embargo en octubre, noviembre y diciembre se presentarán disminuciones en el caudal. Esto indica que se presentará un mayor caudal en la época de lluvias, y una disminución del caudal más temprana y más prolongada.

En la cuenca del caño Matavén en el municipio de Cumaribo se presentará una variación en la producción hídrica con tendencia a la disminución. En la cuenca del caño Matavén se presentarán aumentos en el caudal durante las épocas de lluvia; durante la época seca las lluvias disminuirán, lo que generará que la época seca sea un poco más fuerte de lo habitual.

La superficie de llanura inundable se espera aumente en la época de lluvias, sin embargo el drenaje del

Figura 5. Comportamiento de caudal (Cuenca del Caño Matavén).



Fuente: elaboración propia con base en IDEAM, 2016

En la gráfica 5 se presentan los impactos del cambio climático sobre el caudal del río caño Matavén. La línea azul ilustra los registros históricos del caudal del río al final de la cuenca del Caño Matavén a través de los diferentes meses del año; la línea punteada sería el caudal futuro. Los valores del gráfico son caudales que se presentan en términos de metros cúbicos por segundo. En el gráfico únicamente se presentan los resultados de los análisis con el escenario intermedio o realista (RCP 4.5).

agua iniciará más temprano y el período seco será más prolongado. Las zonas de páramo serán especialmente afectadas con reducción de la precipitación y por lo tanto se espera afecte la regulación hídrica de los páramos.

El río Bitá tendrá un menor caudal a lo largo de todo el año. Los primeros meses serán bajos en caudales como suele serlo, y a mediados de abril empezará lentamente a aumentar el nivel del río. Entre mayo y septiembre, si bien se esperaría un aumento, con el efecto del cambio climático el caudal se reducirá alrededor de 7%, y a partir del mes de octubre el caudal empezará a reducir más rápido de lo habitual, llegando caudales 16% por debajo del valor actual.

Aunque los cambios en los caudales son diferenciados para cada río, en términos generales los resultados muestran que se espera que el caudal de los ríos aumenten en la época de lluvias y que los caudales disminuyan más rápidamente al final del año y vuelvan a aumentar su caudal en el mes de mayo. Esto quiere decir que se tendrán ríos más caudalosos en épocas de lluvias y menos copiosos en la época seca durante un período más largo (Figura 5). Estos cambios tendrán implicaciones en la región. Por una parte se espera que aumenten las probabilidades de inundación en cuanto al número de casos y el área inundada. Los ríos secos por más tiempo tienen implicaciones sobre unos de los medios de transporte

más importantes para la región, especialmente para el departamento del Vichada.

La producción hídrica en la región, no sólo para los grandes ríos sino para la micro red de fuentes hídricas con que cuenta la región, también presenta un desafío para el suministro de agua para diferentes actividades como ganadería, agricultura y consumo humano. Es necesario entender que la escasez de agua llegará de manera más pronta y que el período seco será más largo, lo que conllevará a mayores tensiones por la demanda de este recurso. La conservación y protección de fuentes hídricas será mucho más relevante y el uso eficiente del recurso deberá ser una de las principales medidas de adaptación.



Los cambios proyectados en el clima futuro para la región tendrán importantes efectos en la red hídrica. Los caudales de los ríos tienen una marcada estacionalidad la cual podrá acrecentarse con el cambio climático.
Río El Upín. Restrepo, Meta.

CAMBIO CLIMÁTICO Y GANADERÍA

La ganadería es una de las principales fuentes económicas y una de las características culturales que más identifican a la región de la Orinoquía, ya que es la actividad predominante en la zona, ocupando más de 50 % del territorio productivo y por lo tanto siendo muy popular dentro del imaginario de la cultura llanera. Sin embargo, existen diferentes sistemas de producción bovina en la región que se diferencian básicamente por la intensidad del uso de recursos, infraestructura, acceso y adopción de tecnologías, localizándose en los diferentes paisajes de la Orinoquía. Los sistemas de producción extensivos se desarrollan principalmente en las sabanas nativas en altillanura plana, altillanura disectada y sabanas inundables, caracterizándose por baja carga animal (0,1 cabezas/ha), bajas tasas de natalidad y alta tasa de mortalidad. Generalmente es una particularidad de los sistemas de producción de cría de los departamentos de Meta, Casanare, Arauca y Vichada. Es necesario considerar que dada la fragilidad de la sabana nativa no es recomendable aumentar la capacidad de carga, pero si se puede mejorar su manejo para optimizar los indicadores de productividad sin incrementar los impactos ambientales. A todo lo largo del piedemonte llanero y el sur de Meta se observan pastos introducidos o

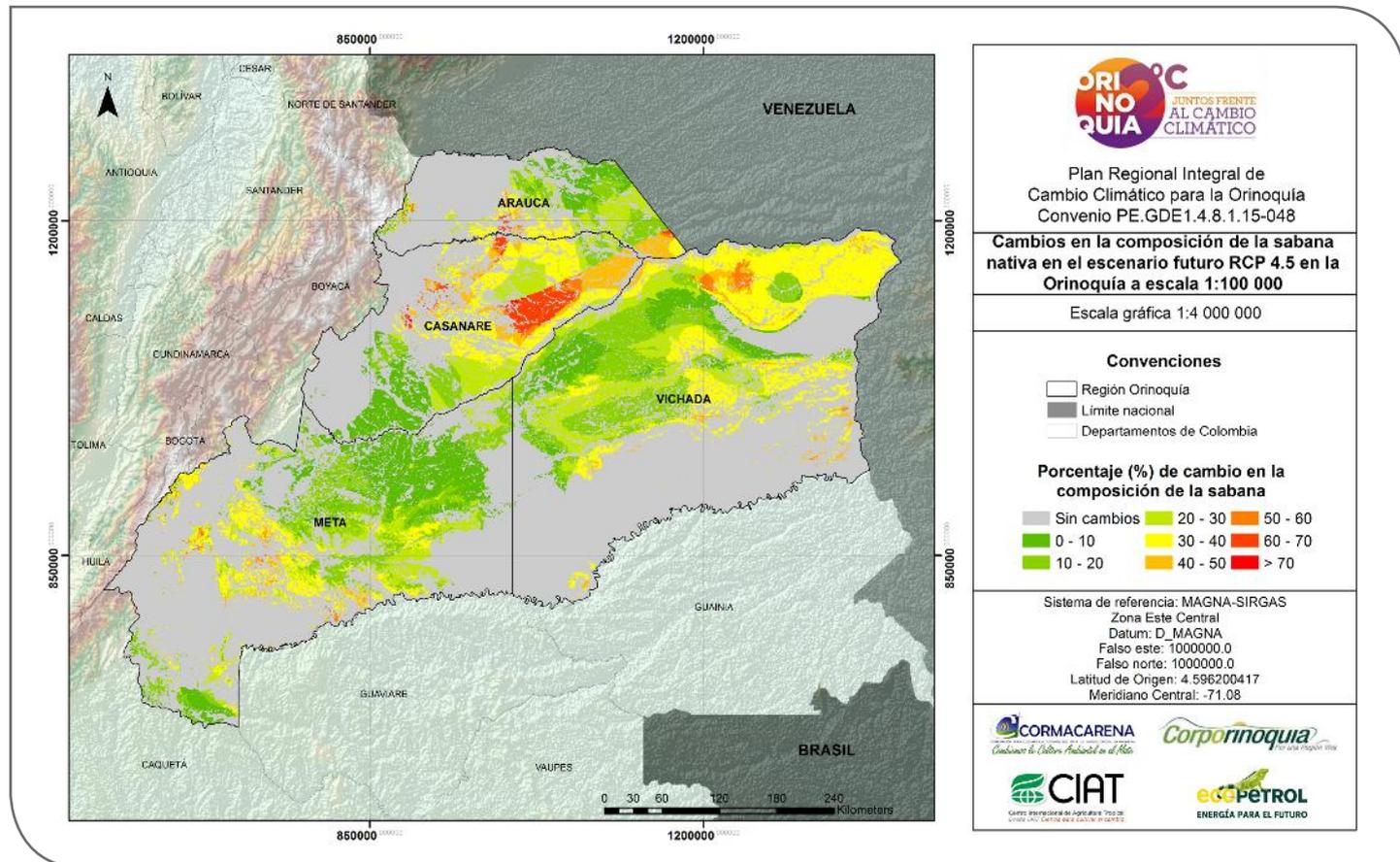
mejorados, donde la capacidad de carga es significativamente mayor pero que se puede mejorar aún más con estrategias de manejo. En esta región a pesar que no cuenta con sistemas de producción de leche especializada se desarrollan principalmente los sistemas de producción de doble propósito con importantes rendimientos promedio por unidad de área (500 a 600gr/día; 4,5 a 5 Lt leche/vaca/día) pudiéndose alcanzar muchos avances en la eficiencia en la producción de carne y leche sin necesidad de seguir expandiendo las áreas en pastos; gran parte de la producción de leche del país proviene de los llanos orientales, debido a que esta región cuenta con un hato cercano a las 5 millones de cabezas de ganado, lo que corresponde al 21.9% del inventario ganadero nacional (ICA, 2016).

La ganadería puede verse afectada de varias formas por el clima. Una forma es a través de los cambios en la producción de biomasa y calidad de los forrajes, lo que redundaría en disminución de la ganancia de peso de los animales y por ende en la producción de carne y leche. El calor también puede afectar a los animales, ya que las altas temperaturas generan estrés en ellos y hace que pierdan peso e incluso puede en algunos casos ocasionar

Descripción Mapa 14

Los análisis indican que el cambio climático no afectará el área de sabana nativa pero si la composición de especies. En el mapa los colores indican el porcentaje de cambio en la composición de especies en cada zona. El color marrón indica las zonas con el mayor porcentaje de recomposición de especies esperada y los verdes las zonas con menor porcentaje en recomposición de especies.

Mapa 14. Impacto del cambio climático sobre las sabanas nativas



su muerte. En la región de altillanura plana, sabana disectada y sabana inundable, una gran preocupación es la disponibilidad de agua en la época seca para suministrar a los animales, ya que en períodos largos de sequía ocasiona la muerte de una parte de los animales. Una estrategia habitual en la región es la trashumancia hacia lugares con disponibilidad de forraje y agua, incluso en muchos casos se recurre a la venta de los animales. En este sentido la ganadería en esta región es especialmente susceptible a las épocas secas que normalmente se presentan entre los meses de diciembre y marzo.

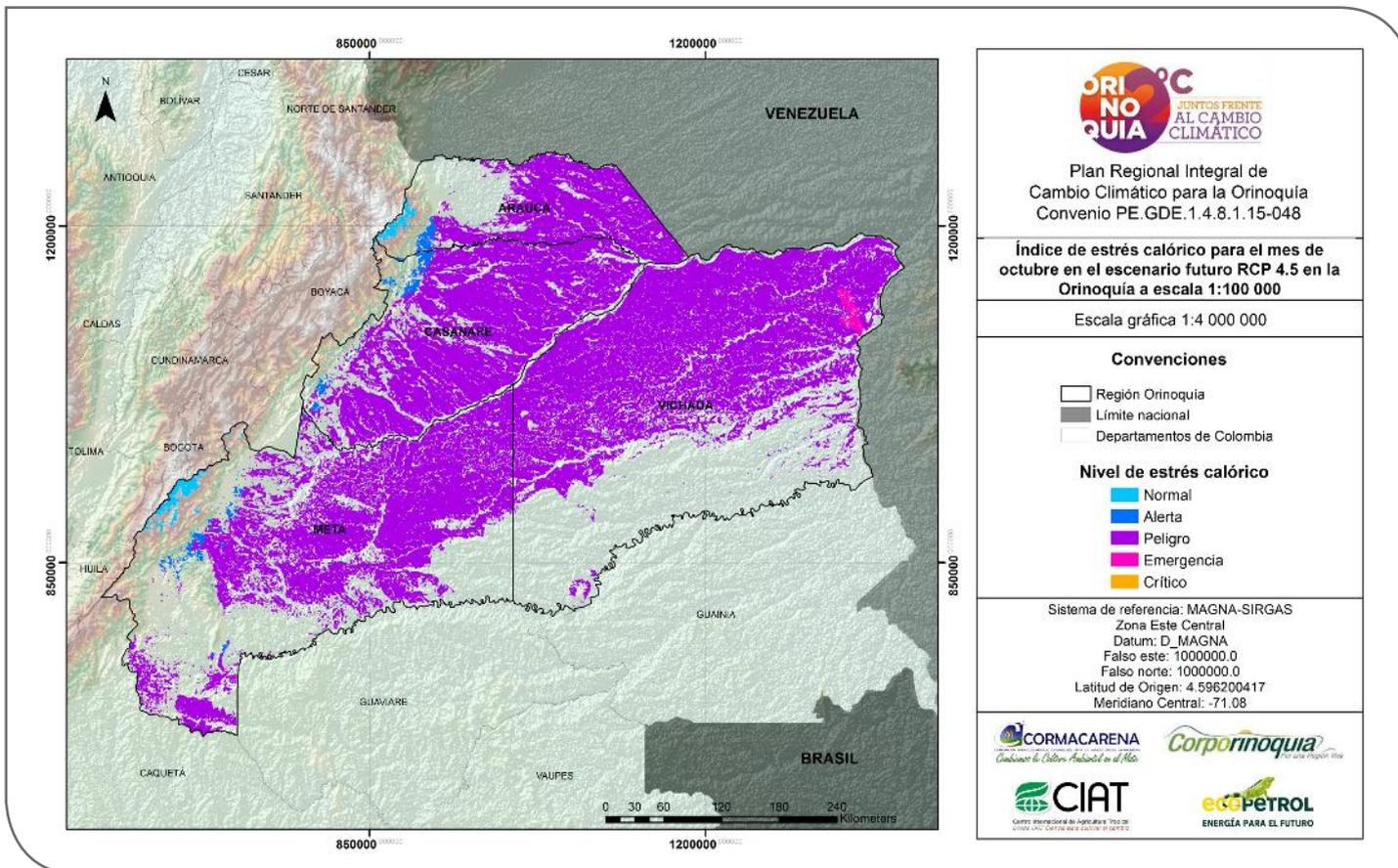
El análisis muestra que el cambio climático no afectará a las sabanas nativas en cuanto a la superficie

que ocupan actualmente pero si en composición florística y calidad nutricional del forraje para los animales. Los resultados muestran que en los municipios de Vista Hermosa, Puerto Rico, Puerto Lleras, Fuente de Oro y San Juan de Arama (Meta), Paz de Ariporo, Trinidad y San Luis de Palenque (Casanare), Sur oriente de Cravo Norte (Arauca) y en el nororiente de La Primavera (Vichada) puede tener una fuerte recomposición de especies (Mapa 14). En algunos casos esa recomposición de especies ayudará en la alimentación del ganado y en otros casos disminuirá la calidad, pero en cualquier caso los impactos son bajos. En este sentido no se vislumbran mayores consecuencias directas del cambio climático sobre

la sabana nativa, pero si pueden existir algunos efectos indirectos como el aumento de las quemas de sabanas y la sobre explotación en la época seca.

El índice de estrés calórico por el aumento de la temperatura será la gran amenaza que tendrá la ganadería en la región. El Mapa 15 muestra que en gran parte de la región la temperatura llegará a un estado de peligro para los animales especialmente en el departamento de Vichada, el oriente del Meta y Casanare y gran parte de Arauca. En este sentido, la ganadería de piedemonte cobrará mayor relevancia; también se deben tomar ciertas medidas para evitar los impactos del cambio climático.

Mapa 15. Efecto del cambio climático sobre el índice estrés calórico escenario RCP 4.5 (se presenta el mes octubre como referencia)



Descripción Mapa 15

Se muestra como serán en el futuro los índices de estrés calórico para los animales. El color rojo presenta una zona donde se alcanzará el nivel de emergencia, mientras que el color morado representa un nivel de peligro para el animal. El color azul oscuro es un nivel de alerta mientras el color azul claro son valores normales en los cuales los animales no están sometidos a estrés calórico.

Sin embargo, el aumento de la eficiencia de la producción ganadera en el piedemonte llanero será un determinante para mantener la importancia de esta actividad en la región. Es necesario que en el departamento de Vichada se discuta en los próximos años el futuro de la ganadería y las alternativas de desarrollo para la Orinoquía. En general para la región, se debe plantear de forma extensiva y urgente la promoción de sistemas ganaderos que contribuyan a la disminución del estrés calórico de los animales por los aumentos de la temperatura. La siembra de árboles

en potreros será fundamental, y la protección de fuentes hídricas y reservorios de agua son prioritarios.

Los ganaderos de la región están acostumbrados a condiciones extremas de lluvias y sequías, durante años han desarrollado diferentes estrategias para sortear esta situación, lo que ayuda a entender la naturaleza del problema relacionado con las amenazas del cambio climático. No obstante, en los últimos diez años los ganaderos han sufrido ciertos cambios con la intensidad y frecuencia de fenómenos extremos que los han

llevado a tener pérdidas mayores a las habituales, y esto ha hecho que se haya despertado una preocupación especialmente relacionada con la disponibilidad de agua. El problema es que con cambio climático estos eventos extremos serán cada vez más fuertes y más frecuentes, acompañados de mayores temperaturas, lo que conducirá a que se rompa ese equilibrio y conlleve a que las estrategias históricas que los ganaderos tenían no sean suficientes frente a las amenazas que traen consigo los cambios en el clima que se prevén.



El ganado de mucosas negras y pelaje blanco, como el que se aprecia en la imagen, tiene mayor resistencia a la radiación solar debido a que los colores claros reflejan la luz del sol, mientras las mucosas oscuras son indicativas de melanina que protegen de la dañina radiación ultra violeta. Con las fuertes oleadas de calor, incluso estas razas requieren de espacios sombreados para protegerse en los momentos de más alta radiación.

Puerto López, Meta.

CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA

La actividad agrícola tiene una gran dependencia del clima y de su interacción con factores como el suelo y prácticas de manejo. Durante muchos años se han adelantado estudios para conocer las respuestas de la producción de los cultivos a diferentes variables climáticas, y por esta razón es relativamente fácil conocer cómo podría cambiar el rendimiento de un cultivo a una condición climática particular en un sitio específico.

Para la Orinoquía este análisis es de especial interés ya que el sector agrícola ha tenido un gran desarrollo en años recientes y existe una alta expectativa de crecimiento en las próximas décadas. Incluso desde el gobierno nacional se espera que esta región sea en el futuro la principal despensa agrícola del país.

En este trabajo se analizó el impacto del cambio climático sobre los principales cultivos en la región: arroz, maíz, soya, yuca, plátano, palma, caucho, café, cacao y tres especies forestales.

En cuanto al cultivo de maíz en la región (mapa 16), la mayor parte se siembra en condiciones de seco, por lo tanto, este cultivo presenta una alta dependencia de las condiciones

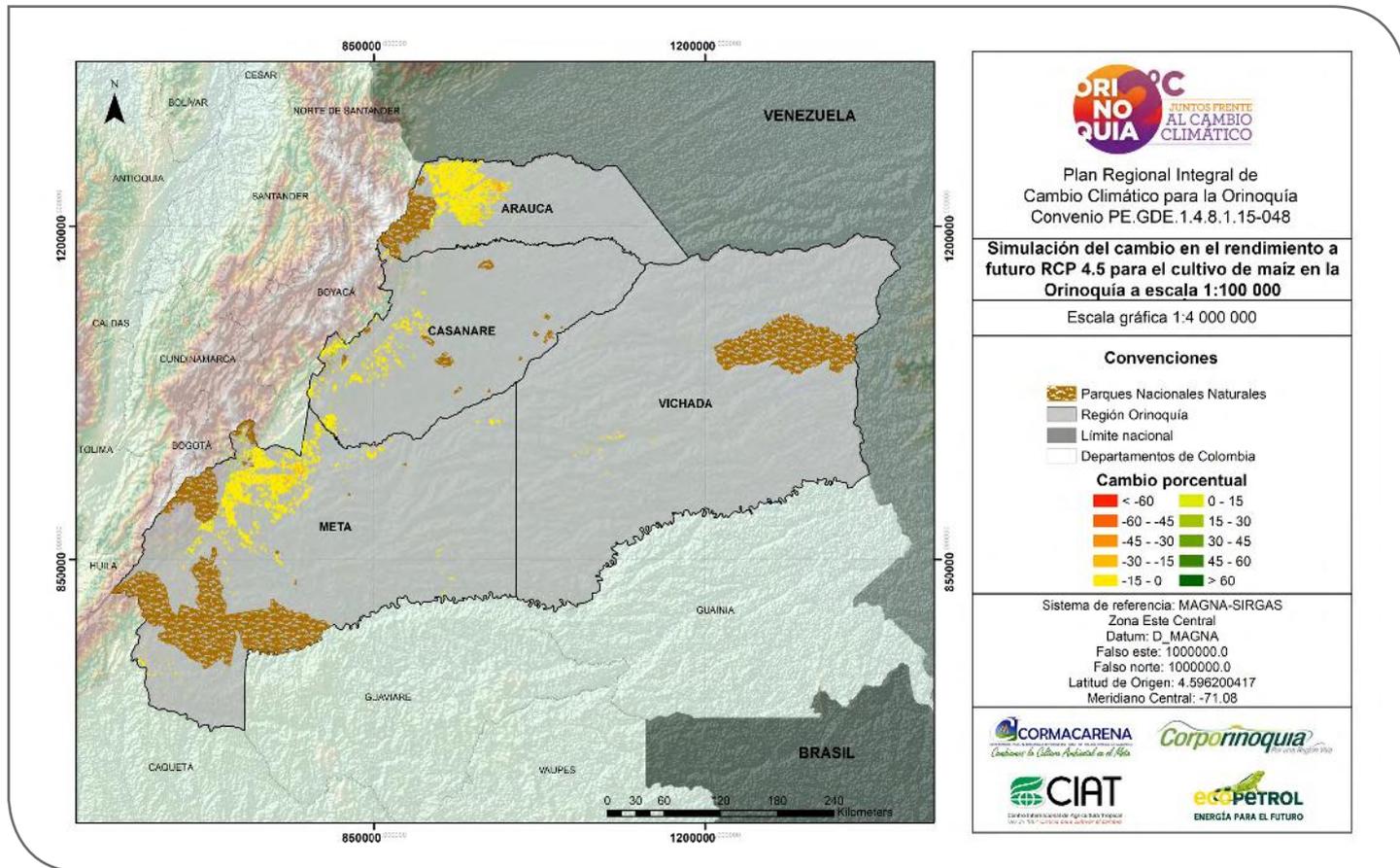
climáticas. Las fechas de siembra normalmente son entre los meses de marzo a mayo dependiendo de la zona y de la llegada de las lluvias. La cosecha normalmente ocurre en el mes de agosto aprovechando el período de “veranillo”. Algunos productores dejaron de sembrar un segundo ciclo en el segundo semestre, sembrando en septiembre y cosechando en enero, dada la incertidumbre tan alta con las lluvias en el último trimestre del año. En este sentido, el inicio del período de lluvias y la cantidad de lluvia que se presenta entre las etapas de crecimiento de la planta y llenado de grano (V3 y R5), y las temperaturas en la etapa de inicio del desarrollo reproductivo de la planta (VT y R1) son fundamentales para determinar el rendimiento de este cultivo.

Los análisis muestran que en general los efectos del cambio climático sobre este cultivo serán negativos, ocasionando pérdidas hasta de 15%. Se debe tener en cuenta que los análisis se realizaron para los materiales comerciales actuales y por lo tanto hay un espacio de tiempo para reaccionar con la producción de material genético que responda a los retos que impondrá el cambio climático en las próximas décadas. No obstante, ese trabajo debe empezar

Descripción mapa 16 y 17.

Los colores amarillo, naranja y rojo indican pérdidas de rendimiento del cultivo, en color amarillo son pérdidas hasta de 15% y en color verde claro refiere a las ganancias en rendimiento hasta de 15%. En general los cultivos semestrales presentarán pérdidas en el rendimiento, no obstante existe un margen de tiempo para trabajar en el desarrollo de tecnologías apropiadas para condiciones de altas temperaturas diurnas y nocturnas.

Mapa 16. Impacto del cambio climático sobre el cultivo de maíz escenarios RCP 4.5.



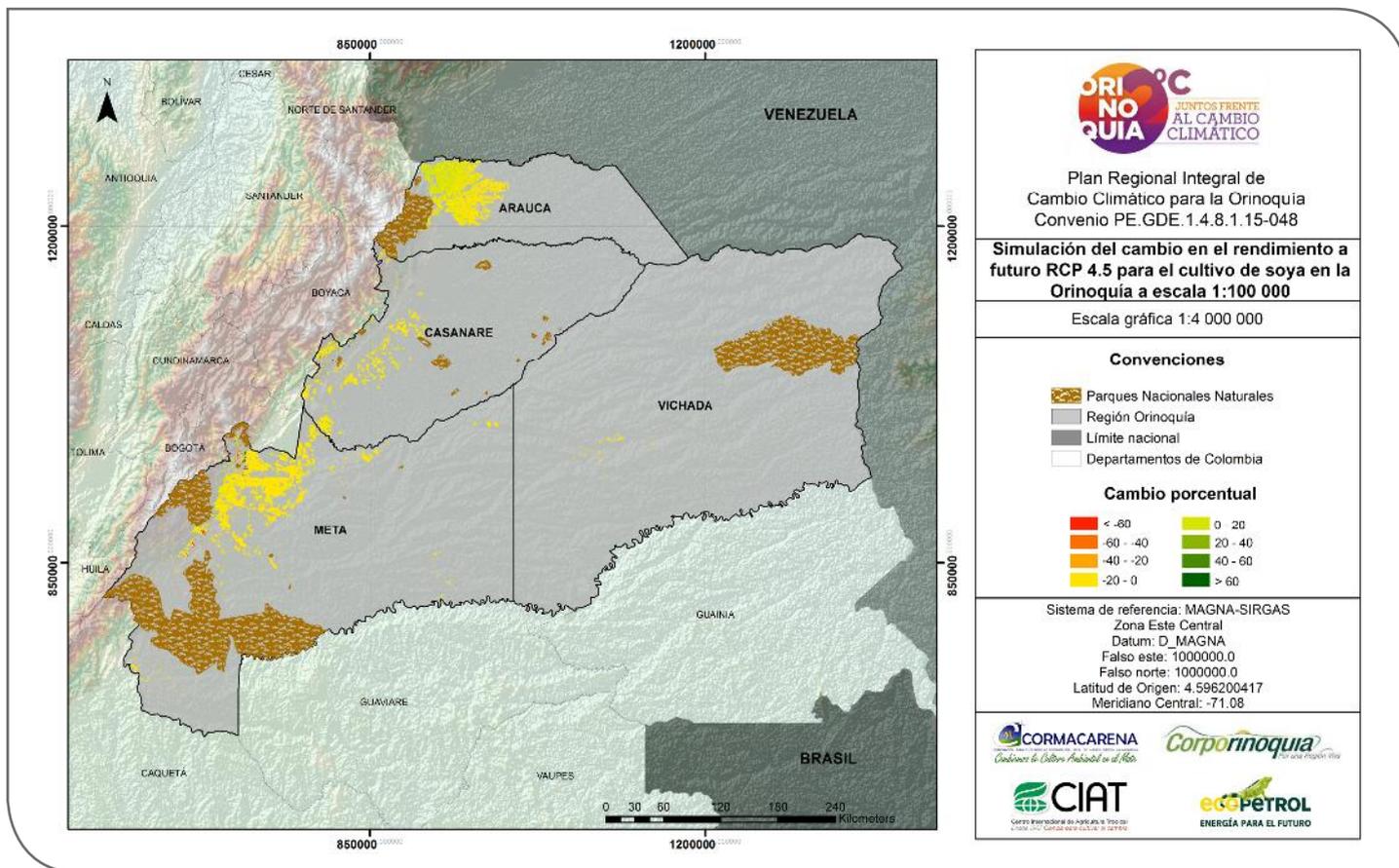
desde ahora, debido a que lograr un material comercial de maíz puede tomar hasta ocho años. Una primera amenaza del clima futuro sobre este cultivo serán los excesos de lluvia en la época de lluvias y eventos extremos acompañados con fuertes vientos que pueden echar a perder el cultivo. En este sentido, suelos mal drenados serán una desventaja para la producción de maíz en el futuro. Otro problema serán las pérdidas debidas a excesos de lluvia en la época de cosecha y al aumento en la incidencia de enfermedades. Una segunda amenaza serán las altas

temperaturas diurnas y nocturnas, ya que pueden generar la disminución de la producción. Altas temperaturas diurnas pueden afectar la viabilidad del polen, mientras que altas temperaturas nocturnas pueden aumentar la respiración y por ende la acumulación de biomasa.

La producción de soya (mapa 17) también podría verse afectada por los excesos de precipitación y aumentos de temperatura. Gran parte de la producción de soya se desarrolla en la altillanura plana donde los suelos tienen unas condiciones especiales

que se deben considerar a la hora de analizar los efectos del cambio climático sobre este cultivo. Con excesos de lluvia y eventos extremos y la baja capacidad de infiltración de estos suelos será una mezcla perfecta para encharcamientos lo que sin duda afectará a este cultivo, igualmente el riesgo de erosión aumenta conllevando a una degradación más acelerada del suelo y a la pérdida de la pequeña capa superficial del horizonte A y de la poca materia orgánica que existe. La preparación del suelo será un factor determinante en este

Mapa 17. Impacto del cambio climático sobre el cultivo de soya escenarios RCP 4.5.



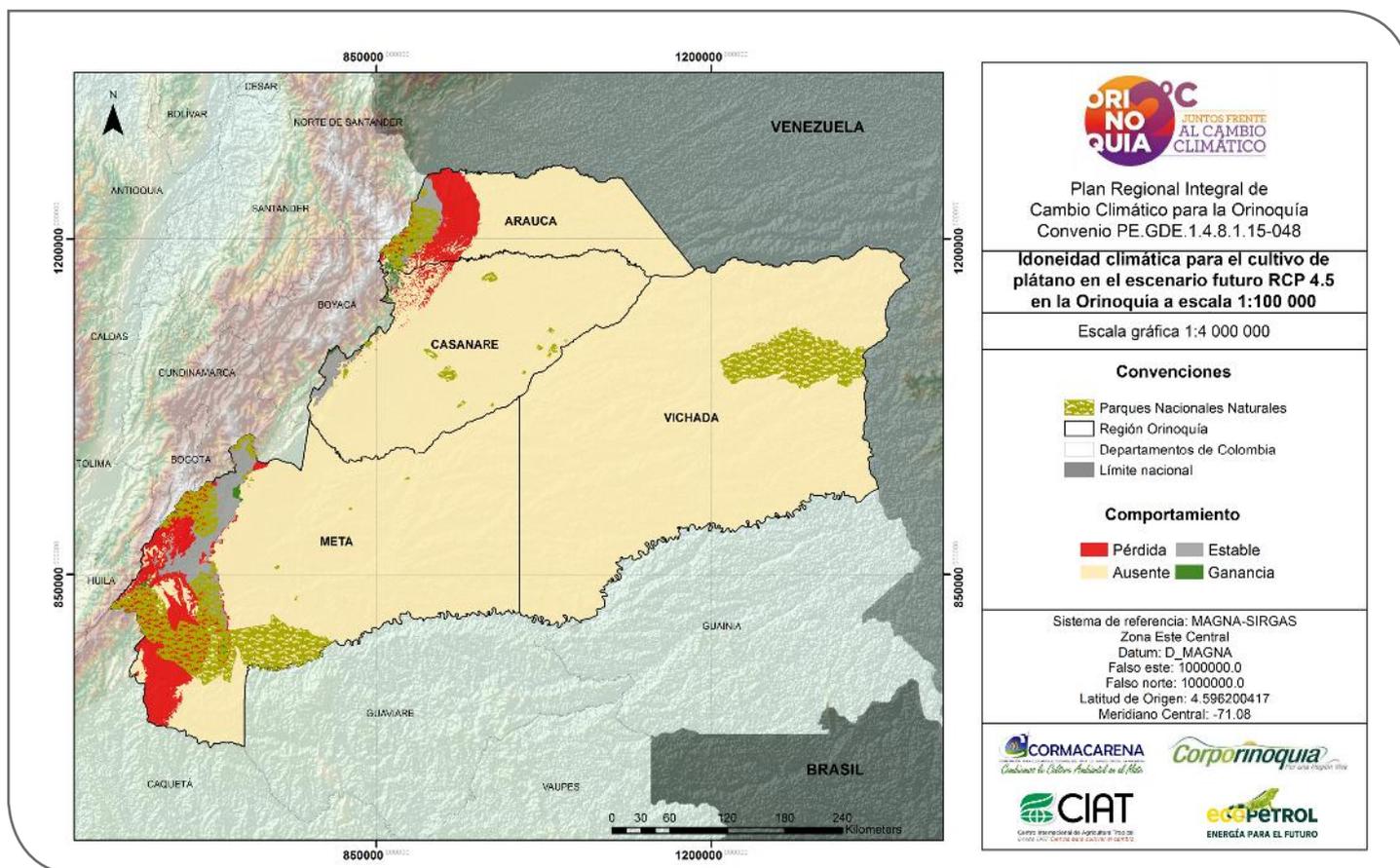
y otros cultivos, y para la soya la búsqueda de variedades tolerantes o resistentes a encharcamientos y a altas temperaturas diurnas y nocturnas.

El cultivo de arroz tiene lugar en gran parte en la región de piedemonte, y es un cultivo bastante sensible a factores climáticos. En la región del Meta, el arroz que se siembra bajo condiciones de riego es muy sensible a la temperatura en la época en la fase reproductiva, mientras que el arroz de secano es más sensible a la distribución de la precipitación en

la época vegetativa (Jiménez *et al.*, sf). Para el caso de Casanare, este cultivo en condiciones bajo riego, es muy sensible a la radiación en la fase reproductiva. En este sentido, es necesario trabajar en variedades de arroz que toleren altas temperaturas diurnas y nocturnas para el arroz bajo riego para el Meta, y variedades que toleren bajas radiaciones y altas temperaturas nocturnas bajo condiciones de riego en Casanare. El aumento de enfermedades será un riesgo que se incrementará para este cultivo en la región.

La producción de plátano dominico hartón (mapa 18) se desplazará para zonas más altas y tomará mayor relevancia su producción en la región. La producción de plátano en el Meta no tendrá mayores complicaciones excepto en el manejo de plagas en época seca y enfermedades en época de lluvias, que se espera se intensifiquen, pero en el caso de Arauca es necesario tener en cuenta que la época seca será determinante para la producción de plátano, ya que se espera sea más larga y más intensa conllevando a pérdidas del rendimiento o incluso del cultivo. En

Mapa 18. Impacto del cambio climático sobre el cultivo de plátano dominico hartón escenarios RCP 4.5.



Descripción mapa 18, 19 y 20.

El área color habano indica que ni actualmente ni en el futuro habrá condiciones climáticas adecuadas para la siembra de estos cultivos. Las áreas rojas indican que en el presente en estas zonas el clima es propicio su siembra pero las condiciones climáticas en el futuro no y por lo tanto los productores tendrán que considerar pasarse a otro tipo de cultivo, específicamente en el mapa 18 este cambio sería al plátano hartón puesto que este se siembra en zonas más bajas y cálidas. Las zonas en color verde indican zonas que actualmente no son aptas para su siembra, pero que en el futuro serán aptas climáticamente para estos cultivos.

el departamento de Arauca deben considerar seriamente estrategias para garantizar agua a este cultivo en la época seca.

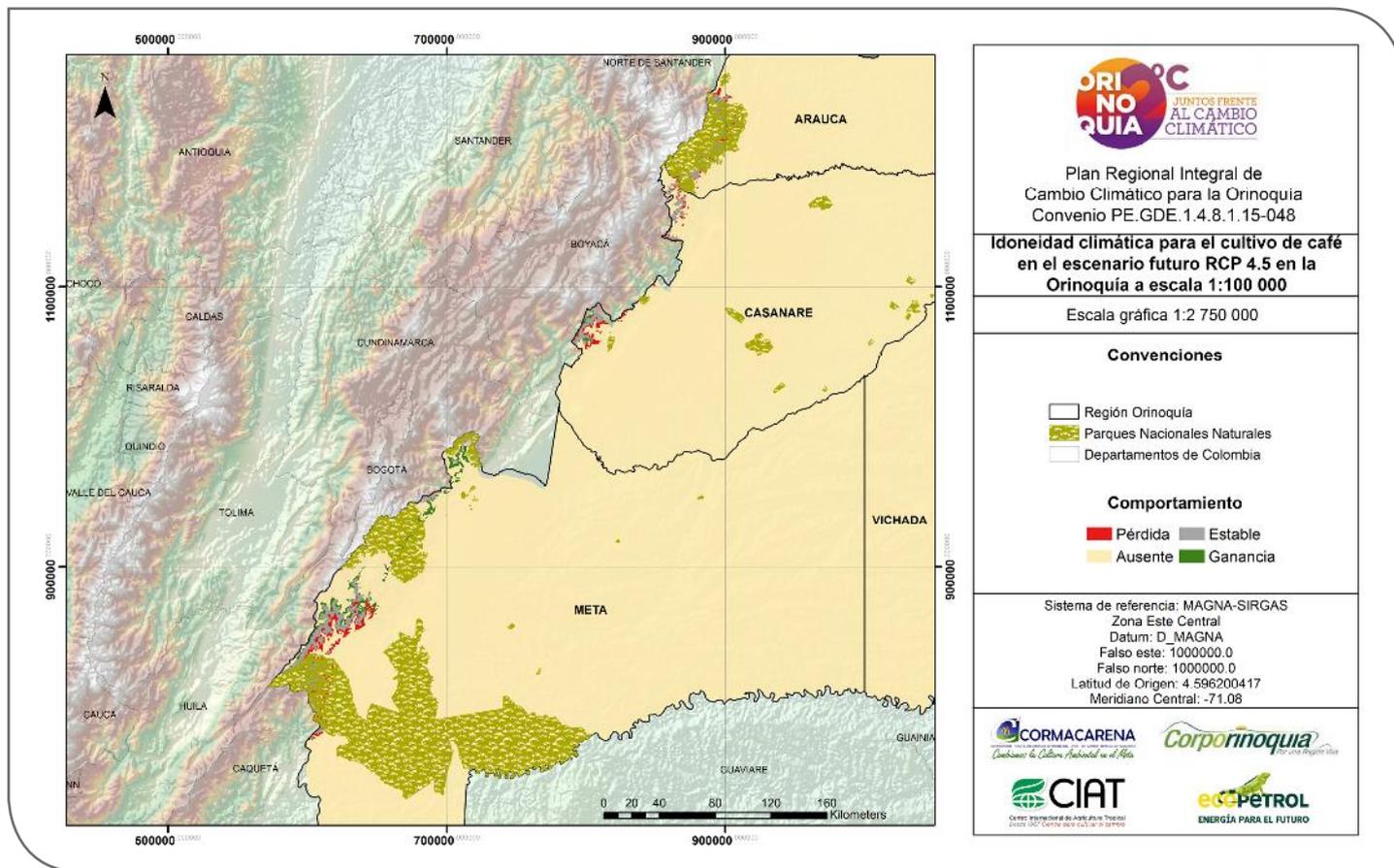
Se espera que la producción de café (mapa 19) se desplace poco a poco hacia zonas más altas. En este sentido se espera que en la próxima década desaparezca la zona marginal baja cafetera actual y se localice en la zona óptima actual para la producción de café. Igualmente se espera que la zona marginal alta actual sea la zona óptima futura. Es posible que áreas altas donde

no se produce actualmente café empiecen a sembrar en un futuro próximo. Los ensayos planeados de café robusta en Carimagua tomarán mayor relevancia como alternativa productiva para la altillanura.

El clima futuro traerá oportunidades para el cultivo de cacao en Arauca. Actualmente este departamento presenta buenas condiciones para la producción de este cultivo y en el futuro serán mejores, incluso se contará con una mayor área apta para su producción. Sin embargo, se deben considerar varias complicaciones

que surgirán con el cambio del clima. El primero relacionado con los incrementos de temperatura, por lo que materiales que toleren altas temperaturas serán deseables, y los arreglos agroforestales cobran mayor relevancia. Otro problema de las altas temperaturas y con la reducción de la precipitación será el déficit hídrico para el cultivo. En este sentido es importante garantizar agua especialmente en los meses de enero, febrero o incluso marzo. Las plagas también pueden ser un problema.

Mapa 19. Impacto del cambio climático sobre el cultivo de café escenarios RCP 4.5



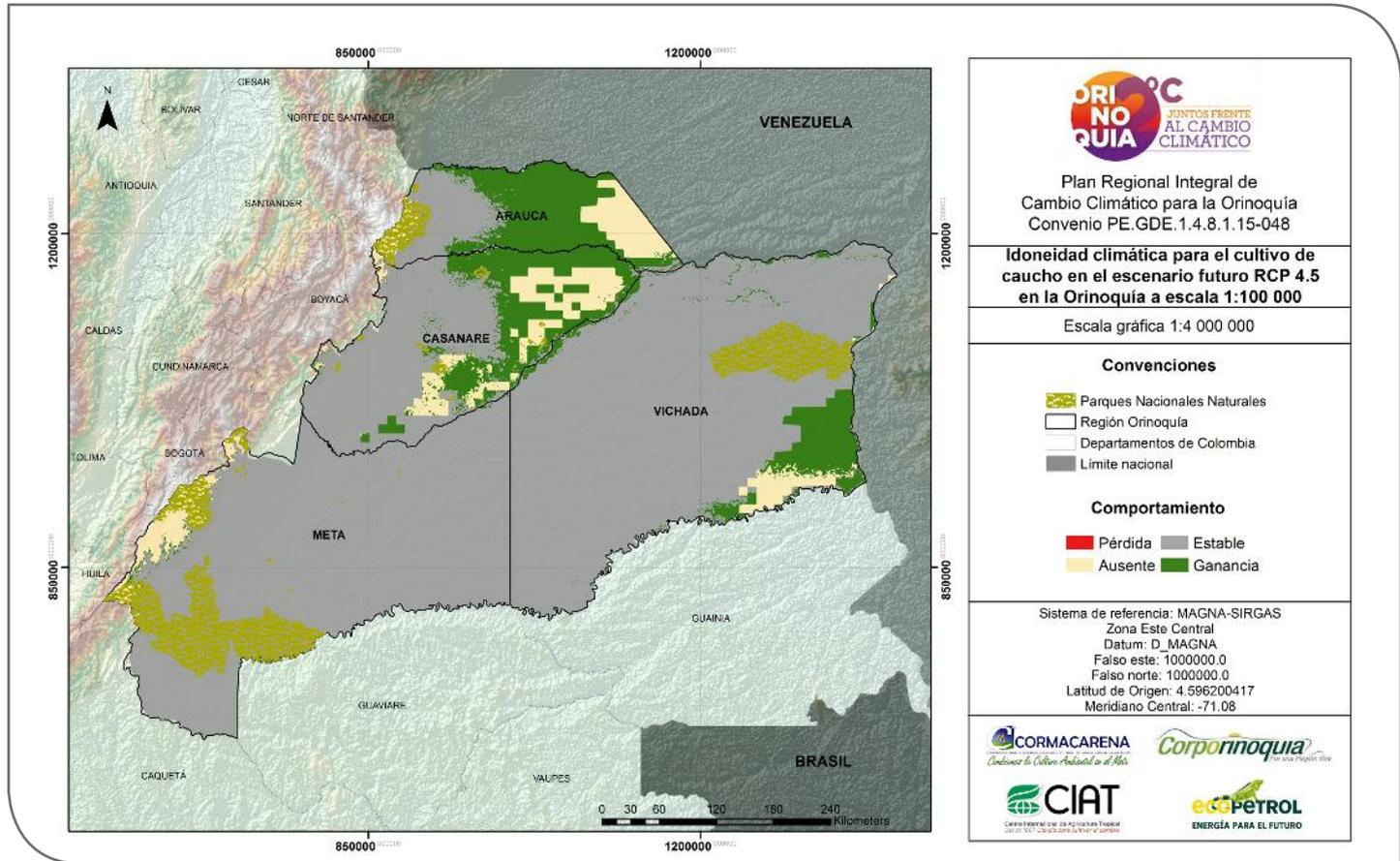
Otros cultivos que se pueden ver favorecidos con las nuevas condiciones climáticas en la región son la Palma, Caucho y Forestales comerciales. De acuerdo con la planificación de la UPRA, las zonas aptas para estos cultivos se concentran en el departamento del Meta, localizados básicamente en la zona de piedemonte, en la zona de altillanura a lo largo de la vía que conduce de Villavicencio hacia Puerto Gaitán, y hacia el sur en la vía que conduce a San José de Guaviare. En este sentido, la zona

de Altillanura será la que tendrá mayores limitaciones de agua para estos cultivos en la época seca. Es necesario prestar atención a los requerimientos de agua ya que puede llegar a ser un limitante en la producción.

Si los costos lo permiten, los sistemas de riego serán fundamentales para la región. Igualmente importante es conocer la oferta de agua subterránea, su profundidad y su potencial de aprovechamiento.

Las mayores temperaturas harán que los cultivos forestales tengan un crecimiento más rápido, se incrementen los rendimientos de madera cosechada y por lo tanto se reduzcan los turnos forestales. Una de las especies que se espera sea más favorecida es el *Pinus caribaea*. Sin embargo, las altas temperaturas traerán consigo problemas de mayores riesgos de incendios forestales e incidencia de plagas. En el caso particular de *Eucalyptus pellita* se verá favorecido por altas temperaturas pero en los

Mapa 20. Impacto del cambio climático sobre el cultivo de caucho escenarios RCP 4.5.



meses de abril, mayo, junio y julio puede presentar problemas por excesos hídricos y encharcamientos debido a los incrementos de la precipitación, especialmente en los departamentos del Meta y Casanare. En el caso del cultivo de caucho, la región actualmente ya presenta unas excelentes condiciones para su producción, especialmente el departamento del Meta, una parte del departamento de Vichada y la zona de piedemonte en el departamento de Casanare. Se espera que en estas regiones

las condiciones climáticas para la producción de caucho se mantengan adecuadas e incluso podrían mejorar, pero se espera que en una parte importante del departamento de Arauca las condiciones climáticas para la producción de caucho mejoren considerablemente. No obstante es necesario tener en mente otros factores que pueden limitar la producción como son la disponibilidad de mano de obra y las vías de comunicación.

Para el caso de cultivos semestrales,

se analizaron las zonas que actualmente se encuentran sembradas con estos cultivos de acuerdo al mapa de uso del suelo del IGAC (2012). Las zonas de color gris fueron excluidas de los análisis pero es posible realizar este tipo de análisis para cualquier zona de la Orinoquía en el momento que sea necesario. En este caso, los colores indican los porcentajes de pérdidas de rendimiento de los cultivos debidas a cambio climático.



Los cultivos de maíz son importantes en la dieta de Colombia y son cada vez más comunes en la altillanura de la Orinoquia. Sin embargo, las proyecciones de cambios en la temperatura para la región suponen un riesgo que requiere desarrollar variedades y técnicas para estos nuevos contextos climáticos.
Vía Granada, Puerto Lleras , Meta

CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD

El IPCC (2007) resaltó que los efectos del cambio climático en salud serían principalmente cargas adicionales en enfermedades diarreicas, desnutrición, enfermedades cardiorrespiratorias e infecciosas; se aumentaría la morbimortalidad producto de olas de calor, inundaciones y sequías, y se presentarían cambios en el comportamiento de enfermedades vectoriales. La magnitud de estos efectos se ve influenciada por circunstancias moduladoras, como el crecimiento poblacional, el nivel

de desarrollo tecnológico, estándar de vida y ambiente local, eventos en salud preexistentes, calidad, acceso e infraestructura de los servicios de salud.

En el caso de la región de la Orinoquía se analizaron los efectos del cambio climático sobre los virus del Dengue, Sika y Chikungunya, los cuales son transmitidos principalmente por *Aedes aegypti*; y la malaria, que es transmitida por varias especies de mosquitos del género *Anopheles*.

Tabla 7. Cambios en la población bajo influencia de *Aedes aegypti*.

Municipio	% Nueva población rural bajo influencia de <i>Aedes aegypti</i> . (Promedio de modelos)
La Salina	8%
El Calvario	8%
Lejanías	5%
San Juanito	5%
Chameza	4%
Fortul	3%
Uribe	3%
Sácama	2%
La Macarena	1%
Tame	1%

Descripción tabla 7

Aedes aegypti es el principal vector de dengue, zika y chikungunya. Su distribución actual se concentra, generalmente, en tierras bajas donde la temperatura es más elevada. No obstante, los aumentos de la temperatura y de la humedad en épocas lluviosas harán que este vector llegue a otros territorios que se ubican en lugares más elevados, como los municipios de la zona montañosa de los departamentos de Meta, Casanare y Arauca. En la Tabla 7 se presenta el porcentaje de la población adicional que estará expuesta directamente a este vector.

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Cambios en la población urbana bajo influencia de Anopheles.

Municipio	% Nueva población urbana bajo influencia de Anopheles (Promedio de Modelos)
Uribe	100%
Chámeza	100%
Arauca	95%
Araucuita	56%
Fortul	50%

Fuente: elaboración propia

Descripción tabla 8

Se presenta la población urbana que está expuesta en un futuro próximo a especies del género Anopheles. Varias especies de este género son las responsables de la transmisión de la malaria, por lo tanto, existe una gran preocupación de que los vectores alcancen nuevos centros poblados, ya que la concentración de la población en estos sitios aumenta la probabilidad de transmisión. En este sentido, los análisis muestran que los centros poblados que estarán expuestos a este vector en los próximos años se centralizan en el departamento de Arauca y algunas cabeceras municipales de Meta y Casanare.

Tabla 9. Cambios en la población rural bajo influencia de Anopheles.

Municipio	% Nueva población rural bajo influencia de Anopheles (Promedio de Modelos)
Fortul	42%
Recetor	41%
Sácama	37%
Puerto Rondón	34%
Chameza	16%
Saravena	11%
Sabanalarga	8%
Mesetas	8%
Uribe	7%
Restrepo	5%
La Macarena	4%
Támara	4%
Villavicencio	4%
Tame	4%
El Calvario	3%
Monterrey	3%
Vistahermosa	2%
Tauramena	2%
Cravo Norte	2%
Acacias	1%
Aguazul	1%
El Dorado	1%
Hato Corozal	1%
Guamal	1%

Fuente: elaboración propia

Descripción tabla 9

Se presenta la proporción de la población rural por municipio que estará expuesta en un futuro próximo al género Anopheles, aunque se trata de una población dispersa donde el riesgo de contagio es más bajo que en el urbano, es importante considerarla para campañas de prevención.

CAMBIO CLIMÁTICO E INFRAESTRUCTURA

El cambio climático puede afectar la provisión de agua y energía (plantas eléctricas, instalaciones de gas, acueductos, alcantarillados, etc.), las vías, servicios de educación, salud, y viviendas. Debido a fenómenos climáticos, como sequías intensas y el aumento en las intensidades y duración de las lluvias, se generan cambios en la regulación hídrica, así como en la estructura de los suelos, generando eventos de derrumbes e inundaciones, lo que genera daños en la infraestructura vial, cierre de carreteras, aumento en el tiempo de los viajes y disminución en el flujo vehicular (DNP, 2014).

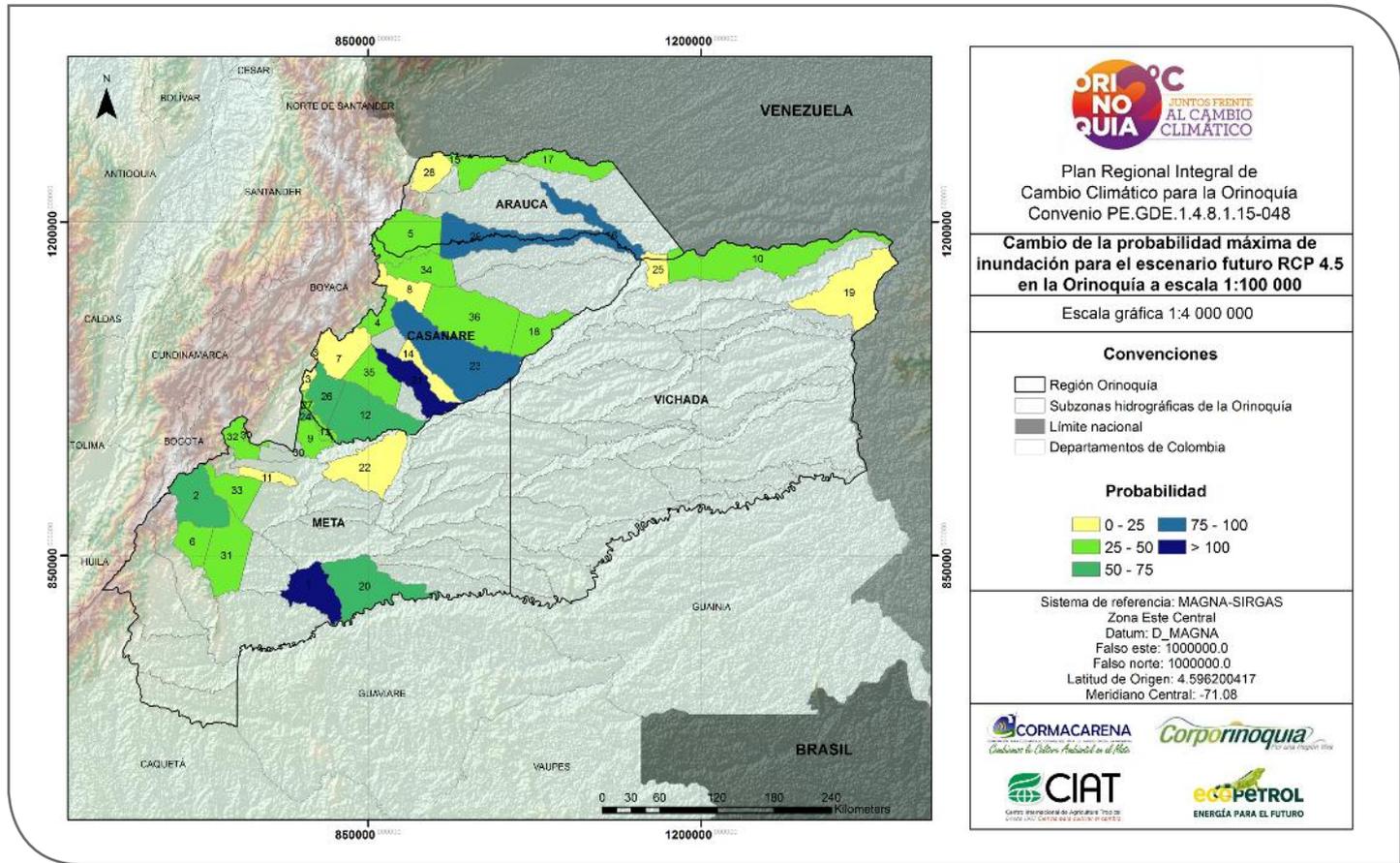
El mapa 21 presenta el cambio en la probabilidad de inundación para la región como efecto del cambio climático. Las subcuencas hidrográficas del río Casanare y río Ariari presentan el mayor aumento en la probabilidad de inundación. río Meta, entre el río Cusiana y el río Cravo también se presenta un incremento considerable en la probabilidad de inundación.

Una especial atención hay que poner al río Guatiquía en su recorrido por el piedemonte, ya que se prevé aumente la probabilidad de inundación en más de 40%. En el caso del río Arauca, se espera que la

probabilidad de inundación aumente 45%, con especial atención sobre los centros poblados de los municipios de Arauca y Arauquita. En el caso del río Ariari, se espera un incremento en la probabilidad de inundación de más del 50%, especialmente en el trayecto que va hasta la desembocadura del río Guape. En el caso del río Metica la probabilidad de inundación crecerá en 37%, y una especial atención se deberá poner a la cabecera municipal de Cabuyaro. En el río Meta se espera un aumento en la probabilidad de inundación en un 25% entre la desembocadura del río Pauto y Bocas de La Hermosa, con especial atención en este último sitio.

La probabilidad de inundación incrementará en las zonas de piedemonte, en los ríos que bajan de la cordillera y con mayor concentración en las zonas de sabana inundable, durante los meses de mayo, junio y julio. En este sentido, la protección de las cuencas en la parte alta y media, y la recuperación de suelos degradados cobrarán mayor relevancia para la regulación hídrica natural. No obstante, es necesario pensar en zonas de amortiguamiento de crecidas, barreras de protección para los centros poblados y reubicación

Mapa 21. Cambio en la probabilidad máxima promedio de inundación, RCP 4.5



Descripción mapa 21

Se presenta los cambios de probabilidad de inundación debido a cambio climático, los colores azules son los mayores valores en aumento de probabilidad de inundación, mientras que colores verdes son valores medios y en color amarillo son incrementos bajos en la probabilidad de inundación. Lista de cuencas: 1) R. Ariari desde R. Guejar hasta desemb. 2) R. Ariari, hasta R. Guape. 3) R. Upía. 4) R. Cravo Sur. 5) R. Casanare. 6) R. Ariari desde R. Guape al R. Guejar. 7) R. Cusiana. 8) R. Meta (mi), entre R. Pauto y bocas Caño La Hermosa, y R. Pauto. 9) R. Metica (mi), desde R. Humea al R. Upía, y R. Cabuyarito. 10) R. Meta desde R. Casanare hasta desemb. 11) R. Negro, Guayuriba. 12) R. Túa. 13) R. Upía. 14) R. Cravo Sur. 15) R. Arauca (md), desde R. Bojabá hasta Caño Juyú. 16) R. Casanare. 17) R. Arauca (md), del Caño Juyú en adelante. 18) R. Meta (mi), entre R. Pauto y bocas Caño La Hermosa, y R. Pauto. 19) R. Orinoco (mi) desde R. Tomo hasta R. Bitá. 20) R. Guaviare (mi), desde R. Ariari hasta bocas Caño Jabón. 21) R. Meta (mi), entre R. Cusiana y R. Cravo Sur. 22) R. Manacacías (mi), desde Caño Melúa hasta desemb., y R. Yucao. 23) R. Meta (mi), entre R. Cravo Sur y R. Pauto, y R. Guanapalo. 24) R. Metica (mi), desde R. Humea al R. Upía, y R. Cabuyarito. 25) R. Meta desde R. Casanare hasta desemb. 26) R. Túa. 27) R. Upía. 28) R. Arauca (md), desde R. Bojabá hasta Caño Juyú. 29) R. Casanare. 30) R. Guacavía. 31) R. Ariari desde R. Guape al R. Guejar. 32) R. Guatiquía. 33) R. Metica. 34) R. Ariporo. 35) R. Cusiana. 36) R. Meta (mi), entre R. Pauto y bocas Caño La Hermosa, y R. Pauto.

de hogares que se encuentren en alto riesgo. En algunos casos el hombre ha entrado a construir y cultivar en estas zonas incrementando los riesgos de pérdidas económicas y humanas, sin tener en cuenta que la dinámica natural de estos ríos demanda una zona de amortiguamiento. En este sentido, aumentará la probabilidad de inundaciones debido al cambio climático; muchos de estos

efectos están relacionados a la exacerbación de problemas que ya existen y que tienen que ver con problemas de planificación, los cuales persisten a través del tiempo; lo que muestran estos análisis, es que dichas situaciones tienden a empeorar si no se direcciona hacia la búsqueda de soluciones de estos problemas en el presente o en el futuro próximo. Colombia

ha hecho un inmenso esfuerzo en los últimos 30 años para tratar de reducir los niveles de pobreza y por mejorar la infraestructura pública, en este sentido estos avances se podrían ver comprometidos en las próximas décadas si no se pone la debida atención a la inclusión del cambio climático en la planificación territorial.

CAMBIO CLIMÁTICO Y MINERÍA E HIDROCARBUROS

La frecuencia, severidad y exposición de los sistemas de energía a eventos climáticos extremos se están incrementando. A nivel mundial la cantidad de eventos aumentó más de cuatro veces, pasando de 38 en 1990 a 174 en 2014⁽¹⁾. La contribución de las tormentas convectivas a las pérdidas de las aseguradoras en los últimos cinco años, comparadas con el comportamiento promedio de los últimos veinte años, se ha incrementado en un 40%⁽²⁾.

El aumento en la temperatura puede llevar a mayores eventos climáticos extremos. De acuerdo con Swiss (2015), las temperaturas extremas van a incrementar la demanda de energía. A su vez, la oferta de energía se enfrenta a mayores ineficiencias derivadas de una baja capacidad de adaptación frente a eventos climáticos extremos, esto impactará no solo la producción sino los ingresos del sector energético, incluyendo el minero.

El sector minero tiene un alto nivel de exposición a variaciones en precipitaciones. La actividad minera

en la mayoría de los departamentos puede llegar a sobre-explotar los recursos causando daños en la rivera de los ríos y problemas de abastecimiento de agua para las comunidades e industrias río abajo en los departamentos de Arauca y Casanare. En el departamento del Meta, los riesgos están del lado de la industria ya que en la medida que la mayoría de los títulos para materiales de construcción están en zonas inundables, la capacidad de producción puede verse afectada por la imposibilidad de extraer el recurso en los meses más lluviosos pero se presentaría una sobreexplotación en los períodos más secos, ya que estos serían más largos.

Los eventos climáticos que potencialmente pueden afectar los elementos del sector hidrocarburos, están relacionados con alteración de la precipitación, incremento de la temperatura y aumento de la velocidad de los vientos. Las amenazas asociadas a los eventos climáticos que pueden afectar la infraestructura del sector hidrocarburos son: inundación, remoción en masa, disponibilidad de agua (exceso o déficit), incendios de la cobertura vegetal, olas de calor y vendavales.

Según las proyecciones de los escenarios de cambio climático, las amenazas podrán incrementarse en magnitud, intensidad o frecuencia. Los impactos que sobre el sector hidrocarburos pueden generar las amenazas asociadas a los eventos climáticos son:

- Afectación a la salud de los trabajadores (dengue, malaria, zika, etc).
- Afectación de las vías de transporte terrestre y sistemas de abastecimiento de agua.
- Conflictos con comunidades u otros sectores por usos del recurso hídrico.
- Daños en las instalaciones y equipos afectando las operaciones.
- Daños a la infraestructura.
- Reboses de la infraestructura (tanques, contrapozos, piscinas, separadores, etc.).
- Restricciones de acceso a las instalaciones.
- Restricciones de transporte de insumos y productos.
- Rotura de ductos y tuberías.
- Suspensión o restricción de las operaciones.

1. Swiss Re Economic Research and Consulting, 2015: Sigma world insurance database.

2. Swiss Re 2015. Sigma Report No 2/2015 – Natural catastrophes and man-made disasters in 2014: Convective and Winter storms generate most losses.

SITIOS CON MAYOR RIESGO

Acorde al IPCC (2014), el riesgo puede definirse como “potencial de consecuencias en que algo de valor está en peligro con un desenlace incierto, reconociendo la diversidad de valores. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y las amenazas”.

Gran parte del departamento de Vichada está en un alto riesgo debido al cambio climático, exceptuando la parte sur del departamento donde se encuentra la mayor parte de las áreas boscosas y donde la presencia del hombre y las actividades económicas son escasas. En el caso del departamento del Meta, las zonas de alto riesgo están por todo el territorio; los municipios donde se concentran los mayores niveles de riesgo son Mapiripán, La Macarena, San Carlos de Guaroa, Villavicencio, San Juan de Arana, Vista Hermosa, Puerto Rico y Puerto Gaitán. En el departamento de Casanare se encuentra en alto riesgo casi todo el territorio, exceptuando algunas partes de la zona montañosa. En el caso del departamento de Arauca, se identifica a Tame y Puerto Rondón como los municipios con mayor superficie en riesgo debido al cambio climático. Los municipios de Fortul, Arauquita, Arauca y Cravo Norte tendrán parte de su territorio en alto riesgo.

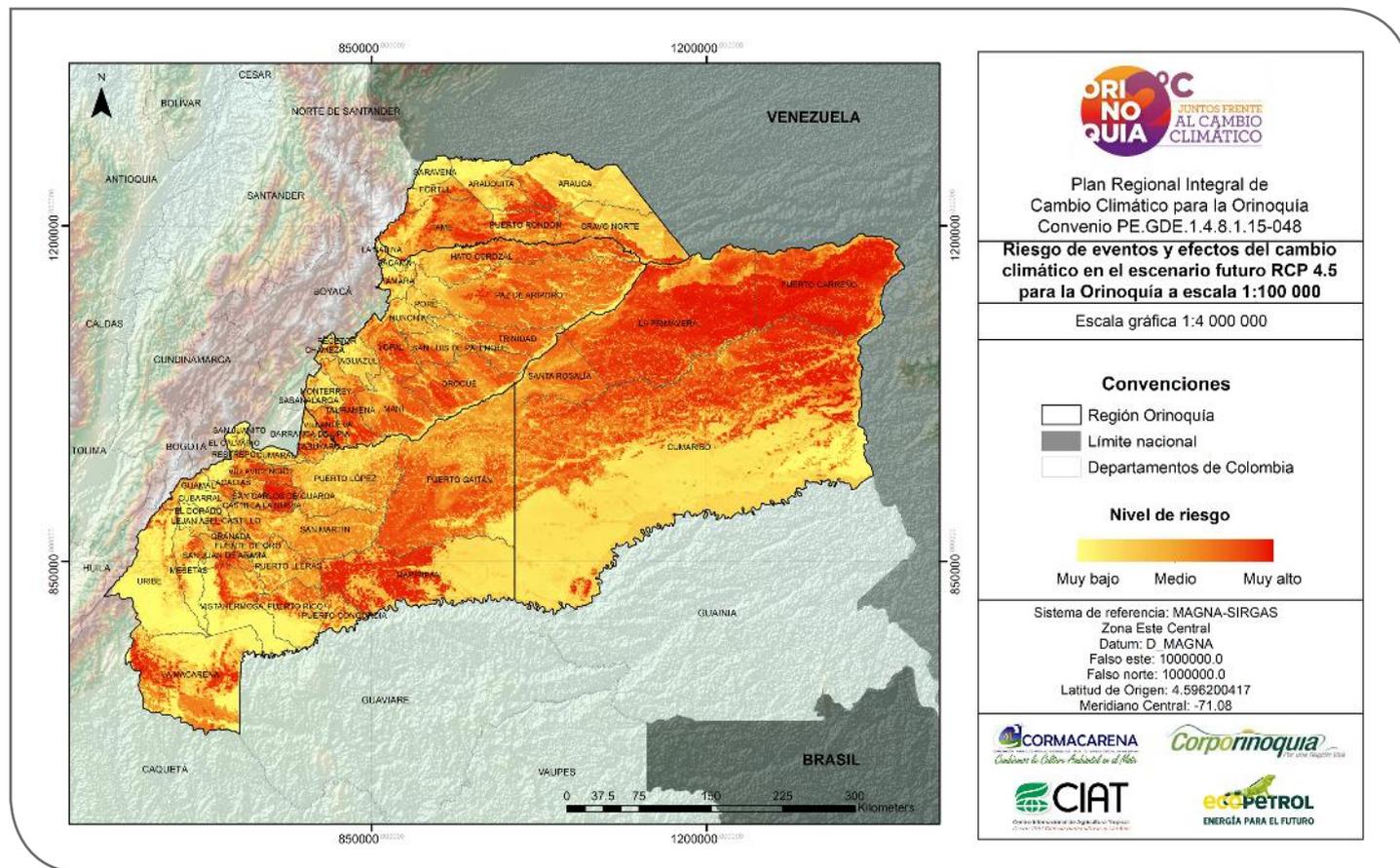
El alto riesgo que se presenta en la región del piedemonte está asociado a problemas de disminución de la disponibilidad del recurso hídrico en la época seca, disminución de rendimientos de los cultivos y pérdida de servicios ecosistémicos. En el área de sabana inundable, el alto riesgo está asociado a pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, mayor probabilidad de inundaciones, pérdida de peso de ganado por estrés calórico y a menor disponibilidad de agua en época seca y exceso hídrico en épocas de lluvias. Para la región de la Altillanura y Sabana disectada el alto riesgo está asociado a la pérdida de peso de los animales por estrés calórico, períodos secos más largos y pérdidas de biodiversidad y servicios ecosistémicos. En la zona montañosa el alto riesgo se debe a la pérdida de especies de flora y a la llegada de vectores transmisores de enfermedades. La zona boscosa sur de la región no presenta riesgos altos.

Para una parte importante del sur del departamento del Meta, la ganadería estará en alto riesgo debido a amenazas climáticas. No obstante, es importante tener presente que en estas regiones han aumentado las áreas en pastos debido a los

Descripción mapa 22

Se evidencian los riesgos que traerá consigo el cambio climático para la región. Este mapa presenta el acumulado de riesgos para todos los sectores analizados. Todo el territorio presenta algún tipo de riesgo pero varían de un nivel muy bajo a un nivel muy alto. En amarillo se presentan zonas con nivel de riesgo bajo, en naranja zonas con nivel de riesgo medio y en rojo zonas con nivel de riesgo muy alto.

Mapa 22. Nivel de riesgo frente a las amenazas del cambio climático en la región bajo el escenario RCP 4.5



procesos de deforestación que se han dado en los últimos 10 años. De hecho, este es uno de los puntos calientes de la deforestación en Colombia. En este sentido se juntan dos elementos claves a tener en cuenta en la planificación del territorio y en las metas a nivel de país. El primero, una región con una de las mayores tasas de deforestación que ha sido identificada en diferentes programas de Gobierno como área clave a intervenir para lograr una deforestación cero. Lo segundo, una actividad ganadera que está ocupando las áreas deforestadas con muy bajos indicadores de competitividad, y que debido a cambios en el clima será una actividad que estará en alto riesgo.

En cuanto a la agricultura, los riesgos se concentran en la zona de piedemonte donde actualmente se centraliza la mayor actividad agrícola. Muchos de estos cultivos son de ciclo corto lo que permite que se puedan desarrollar medidas de adaptación en menor tiempo. Sin embargo, es necesario iniciar con la evaluación de tecnologías que permitan a los productores ajustar sus cultivos a las nuevas condiciones climáticas. En este sentido, un primer paso es poder generar una muy buena base de datos y análisis de variables agroclimáticas que permitan entender cuáles son los factores climáticos más limitantes de la producción, y avanzar en la predicción agroclimática que permita

a los productores anticiparse al clima y evitar pérdidas por eventos extremos. En este sentido, Fedearroz y Fenalce han avanzado ampliamente en el desarrollo de este tipo de medidas de adaptación.

La zona nororiente de Vichada será, sin duda, una de las áreas más críticas en materia de efectos negativos del cambio climático. La biodiversidad allí será una de las más afectadas. Preocupa en gran medida el caso del PNN El Tuparro, y la cuenca del río Bitá, que a pesar de ser ecosistemas bien conservados y en buenas condiciones ambientales, estarán con un alto riesgo debido a las potenciales pérdidas de biodiversidad asociadas a los cambios en el clima.

Los anfibios, que son los vertebrados más antiguos de la tierra, están siendo afectados por múltiples presiones antrópicas y naturales, el cambio en las condiciones climáticas es un nuevo estresor que está ocasionando el aceleramiento de procesos de extinción. Debido a su relación especial con el agua, estos seres son indicadores de la salud de los ecosistemas.

Parque Nacional Natural El Tuparro, Vichada.



El problema mayor consiste en que es poco lo que se puede hacer allí, salvo seguir conservando estos sitios e impedir la intervención del hombre para evitar que los impactos del cambio climático sean mucho mayores. Se observa que el riesgo para la biodiversidad es bajo en la zona sur del municipio de Cumaribo (Vichada) y por lo tanto sería una zona estratégica para la declaración de áreas para la conservación.

En cuanto a recurso hídrico los mayores riesgos se presentarán en el piedemonte, donde se concentran las mayores demandas por el recurso. A pesar de que la cantidad de lluvia que cae al año en la región del piedemonte es abundante, y que seguramente cubriría con creces la demanda actual y posiblemente futura, la dificultad radica en la distribución de las lluvias. Los riesgos están asociados a la época

seca, especialmente al final de la temporada, en los meses de febrero y marzo. En el mes de noviembre empieza a bajar la oferta hídrica y para los meses de enero y febrero es muy baja, por lo tanto en algunos casos no alcanzará a cubrir la demanda por el recurso. En este sentido, la recuperación de la regulación hídrica natural de las cuencas cobrará aún mayor relevancia, al igual que el uso eficiente del recurso hídrico.

El clima supone riesgos importantes para la infraestructura, las lluvias son un problema para las vías y el sector del transporte. Por esta razón se deben desarrollar medidas de adaptación a estos condicionantes atmosféricos, sin embargo, estas obras de infraestructura tienen altos costos. A pesar de esto, el precio de no adaptar la infraestructura a estas condiciones resulta una apuesta arriesgada que conllevaría a costos aún más elevados.

Río Cravo Sur, Casanare.



Los excesos hídricos son fenómenos conocidos en la región, estos generan flujos de agua, tierra y materia vegetal que pueden afectar fuertemente los asentamientos humanos y la infraestructura. La tendencia del clima parece indicar que dichos eventos se volverán más comunes, esto supone un reto importante en cuanto a planeación física que las autoridades y actores de la zona tendrán que sondear mediante una infraestructura adaptada.

Zona la Vanguardia, Villavicencio, Meta.





Debido a la importancia de los ríos en la región, la pesca ha sido una actividad principal para muchas comunidades. Los habitantes que viven en las cercanías de los cauces hídricos han realizado esta actividad con el objetivo de asegurar alimentos y procurar ingresos. Pescador Comunidad Indígena Sikuani. Río Orinoco, Puerto Carreño.





Pareciera que las mujeres son las más afectadas por el cambio climático, esto se refleja en sus actividades cotidianas como en la recolección de agua, la producción de alimentos, como el casabe y el mañoco, y en la elaboración de artesanías. Dividir el tiempo entre cuidar a los hijos y realizar actividades productivas hace que el rol de las mujeres dentro de las familias y la comunidad sea más que protagónico, sin embargo, la mujer sigue siendo muy marginada en la toma de decisiones en estas comunidades indígenas.

“Las mujeres somos las que sembramos, ahora nos toca ir más temprano y por el verano se pierde lo que se siembra y hay que resembrar cuando llegan las lluvias.” Testimonio mujer indígena.
Resguardo Caño Mochuelo, Casanare.

CAPÍTULO 5. CONSTRUCCIÓN COLECTIVA Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES



DESCRIPCIÓN PARTICIPACIÓN

La formulación de este Plan se realizó bajo la consulta permanente a actores locales y las instituciones del orden local, regional y nacional públicas y privadas. Durante la formulación del PRICCO se realizaron más de 40 talleres y reuniones, a las cuales asistieron más de 1.000 personas, y se registró la participación de más de 170 instituciones. Igualmente se asistió a reuniones de comunidades indígenas donde participaron más de 150 representantes de 43 resguardos, y se visitaron cuatro comunidades indígenas donde se trabajó con 98 personas sobre medidas de adaptación al cambio climático.

El proyecto tuvo un evento de lanzamiento con el fin de dar a conocer a nivel nacional su inicio, posteriormente se visitaron instituciones públicas en los cuatro departamentos con el fin de presentar los objetivos, alcances y cronograma de trabajo. También se realizó un taller en cada zona con el fin de identificar actores de los ámbitos académico, investigativo, formuladores de política y miembros de la sociedad civil, grupos étnicos para identificar sus roles en el marco de la formulación del PRICCO de acuerdo a sus capacidades

técnicas, organizacionales, jurídicas y financieras.

Se adelantaron diálogos regionales en los cuatro departamentos para discutir temas relacionados sobre cambio climático, recurso hídrico, planificación y usos del suelo, y acción climática, con el fin de compartir conocimientos con los actores locales acerca de estos temas a nivel general y las especificidades de la región. Estos espacios sirvieron igualmente para sensibilizar a los actores claves de la región sobre la importancia de incorporar la temática del cambio climático en los instrumentos regionales de planificación, y al mismo tiempo incrementar el acervo de conocimiento sobre este tema. Estos espacios fueron estratégicos para generar conciencia de la importancia que jugará la planificación actual del territorio en la capacidad de adaptación de la región a las amenazas del cambio climático.

Se realizaron talleres para analizar y definir indicadores de capacidad de adaptación en la región. También se desarrollaron reuniones con diferentes actores para presentar los escenarios de cambio climático, los resultados de los análisis de los

impactos en los diferentes sectores y la identificación y priorización de las medidas de adaptación y mitigación. Igualmente se identificaron los roles de las diferentes instituciones en la implementación del plan.

Se realizaron 8 cursos de capacitación a los cuales asistieron 297 personas. Un primer curso sobre adaptación y mitigación del cambio climático fue dirigido a funcionarios de las cuatro Gobernaciones, de las corporaciones regionales ambientales de la región, a sectores productivos, entes territoriales, y organizaciones no gubernamentales. Posteriormente se desarrolló un nuevo curso sobre construcción de escenarios de cambio climático, análisis de variabilidad climática e impactos del cambio climático en diversos sectores, análisis de vulnerabilidad, riesgo, e identificación y formulación de medidas de adaptación y mitigación.



En el proceso de formulación del PRICCO se desarrolló una serie de eventos en todos los departamentos con actores claves de la región, en algunos de estos se identificaron medidas de adaptación y mitigación. Además, se contó con la participación de representantes de los sectores productivos, autoridades públicas, academia, organizaciones no gubernamentales entre otros. **Villavicencio, Meta.**



En Villavicencio, Yopal y Arauca se realizaron los “Diálogos de Cambio Climático”, donde diferentes instituciones encontraron un espacio para aprender sobre las bases del fenómeno del cambio climático de la región y discutir acerca de sus implicaciones. Esto permitió establecer prioridades por institución y reconocer cuál es el nivel de comprensión del fenómeno en la Orinoquía. **Arauca, Arauca.**



Conforme las escalas regionales pasan a las departamentales, y estas a su vez a las municipales surgen nuevas prioridades. El cambio climático no es lo mismo en Arauca que en el Meta, por esta razón se realizaron talleres de identificación de medidas de adaptación y mitigación en cada departamento para reconocer cuales se consideran prioritarias para la región. **Arauca, Arauca.**



Uno de los objetivos importantes de los diferentes eventos que se realizaron en el marco del PRICCO, era mantener una presencia efectiva y constante en la región de la Orinoquía. Dadas las distancias y las dificultades de comunicación, se efectuaron varios eventos como el Diálogo de Cambio Climático de Arauca, para estar en constante interacción con los actores de la zona. **Arauca, Arauca.**

Los talleres de identificación de medidas de adaptación y mitigación, como el realizado en Yopal, partieron de los análisis de impacto de cambio climático para la región. Bajo este principio, las medidas se discutieron sobre las implicaciones que la transformación atmosférica futura tendría sobre la Orinoquía a nivel particular. Yopal, Casanare.



ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN

Colombia cuenta con la “Estrategia Nacional de Educación, Sensibilización y Formación a Públicos sobre Cambio Climático” que debe ser implementada en los diferentes territorios de su geografía, para lo cual, en la Orinoquía, será fundamental el papel que jueguen las instituciones miembros del Nodo Regional de Cambio Climático de la Orinoquía – NORECCO para llevar a cabo la implementación de dicha estrategia.

Un primer paso fue desarrollar una estrategia regional de educación alineada a la estrategia nacional pero bajo el contexto específico de la región y a un nivel de detalle mayor para su implementación por parte de las instituciones y actores locales. El objetivo de esta estrategia regional es promover procesos de educación, sensibilización, formación y comunicación en la región de la Orinoquía, a través de la gestión del conocimiento sobre el cambio climático, que incentiven el entendimiento y los cambios de hábitos enfocados en la adaptación y mitigación de sus efectos. Esta estrategia, además, está fundamentada en los insumos técnicos de la información de escenarios de cambio climático local y los análisis de impactos de

los diferentes sectores, el análisis de vulnerabilidad, análisis de riesgo y las medidas de adaptación y mitigación que requiere implementar la región en los próximos 20 años. Otro aspecto importante en la estrategia regional es garantizar que toda esta información técnica pueda estar en un lenguaje sencillo que sea entendible y asimilable para los pobladores locales.

Esta estrategia de educación regional es el resultado de un proceso de construcción colectiva en el cual participaron 214 personas representantes de 157 entidades de la academia, sector productivo, gobierno regional, organizaciones sociales e instituciones descentralizadas con presencia en los cuatro departamentos. Y se encuentra dirigida a tomadores de decisiones, instituciones gubernamentales, sector educativo a nivel nacional, regional y local, grupos étnicos, gremios de la producción, organizaciones campesinas y productores rurales, niñez y juventud, empresa privada y medios masivos de comunicación.

Algunos elementos clave son:

Acceso a la información y conciencia pública: promover el acceso público de la información sobre las causas, consecuencias, impactos y acciones para afrontar el cambio climático, fomentando cambios de actitud y comportamiento frente a las nuevas dinámicas del sistema climático.

Cualificación y participación: promover el desarrollo de capacidades, destrezas y habilidades frente al cambio climático, cualificando a los diferentes públicos que habitan la región, para la participación efectiva en la implementación del PRICCO.

Educación: incluir los elementos comprensivos del cambio climático en la educación formal, desde la base del currículo hasta el nivel superior, a través de las herramientas dadas por la Política Nacional de Educación, para la cualificación de los estudiantes en contexto y pertinencia regional, preparándolos para la toma de decisiones frente al cambio climático.

Investigación: generar información permanente sobre los aspectos ambientales, sociales y económicos del cambio climático, a partir del conocimiento propio, que permitan llevar estos resultados a la toma de decisiones pertinentes para el desarrollo sostenible de la región.

Seguimiento y evaluación: medir el impacto de la educación como elemento transformador, cuantificando el valor de estos espacios como mecanismo de adaptación ante el cambio climático.

Fortalecimiento de capacidades: fortalecer capacidades para la comprensión y apropiación de información en los procesos de adaptación y mitigación.

Alianzas y acuerdos: establecer alianzas que promuevan la generación de capacidades y ejecución de la estrategia de educación del PRICCO, articulando esfuerzos y optimizando los recursos.

Aunque muchas veces las autoridades culpan a los indígenas de algunos problemas ambientales, como la quema de bosque con el fin de preparar el "conuco" (cultivo), los indígenas siempre muestran su interés por conservar y hacer de sus tierras un territorio sostenible. Esto se vio reflejado en la activa participación de los indígenas del resguardo Wacoyo en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta
Resguardo Wacoyo, Puerto Gaitán, Meta.



Todos los eventos en los que hubo participación fueron espacios de construcción de capacidades, de discusión y de formulación colectivos, basados en la colaboración de los diferentes sectores de la sociedad del Orinoco. Lo anterior permitió una constante retroalimentación con los actores locales para direccionar el proceso hacia las prioridades locales, a quienes afectará más directamente el cambio climático.
Yopal, Casanare.





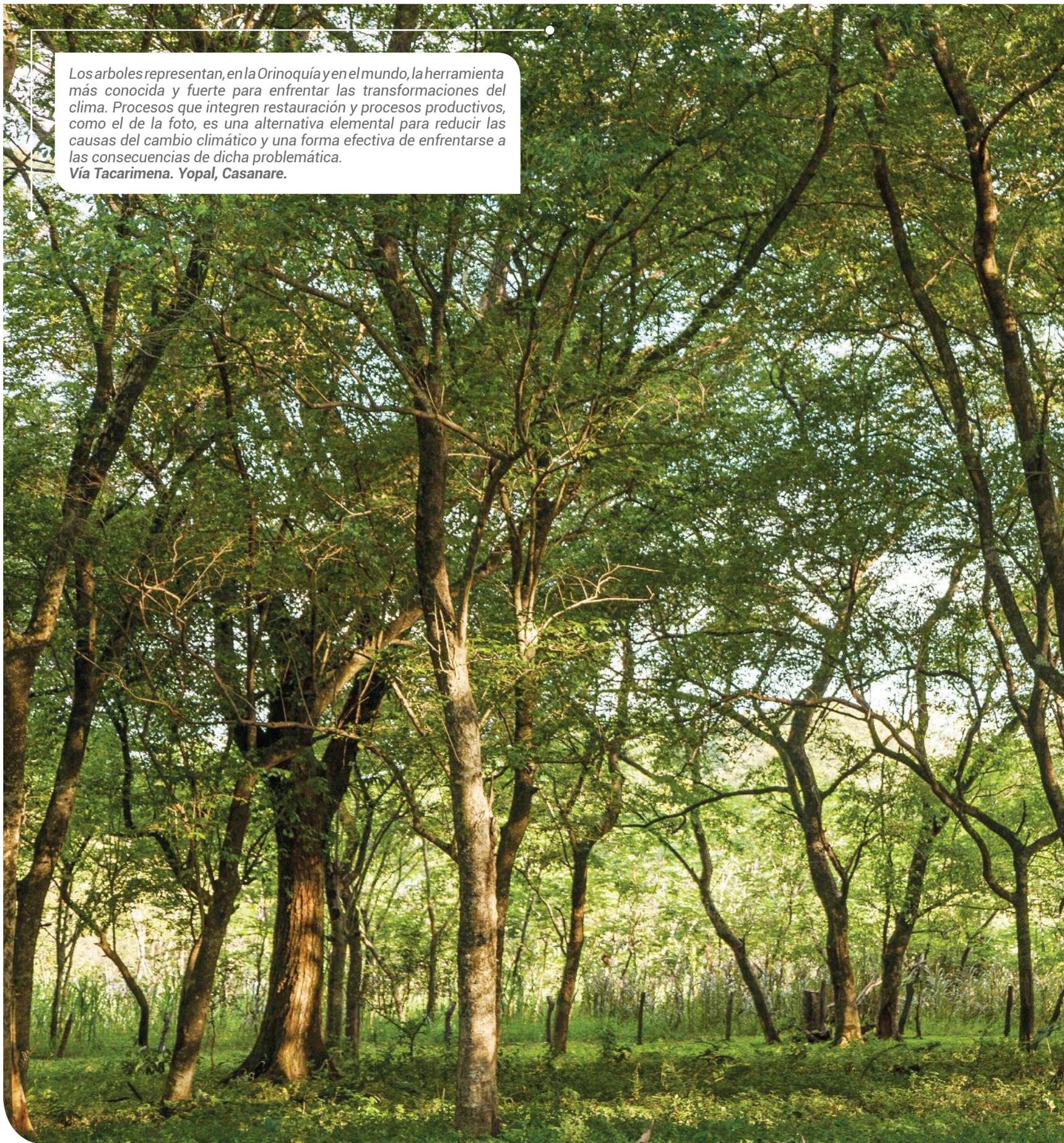
Las comunidades de la Orinoquía tienen características disímiles; la forma en que se comprende el espacio vital y comunitario en los asentamientos indígenas, como el de la foto, difiere a la visión de las ciudades intermedias que se aglomeran principalmente en el piedemonte y que son fruto de los colonos migrantes que provienen de la cordillera oriental.

Indígenas Sikuani, Comunidad Caño Lapa. Raudalito, Vichada.



Los árboles representan, en la Orinoquía y en el mundo, la herramienta más conocida y fuerte para enfrentar las transformaciones del clima. Procesos que integren restauración y procesos productivos, como el de la foto, es una alternativa elemental para reducir las causas del cambio climático y una forma efectiva de enfrentarse a las consecuencias de dicha problemática.

Vía Tacarimena. Yopal, Casanare.



CAPÍTULO 6. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN



MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Independientemente de los esfuerzos que se realicen en materia de mitigación, el clima cambiará en el futuro, o al menos en los próximos 20 años. Los modelos coinciden (incluso las proyecciones más optimistas) que habrá un aumento de temperatura de al menos 1,3 grados centígrados para la región de la Orinoquía.

En este sentido, es importante considerar los impactos que el cambio climático tendrá sobre cada uno de los sectores de la región, especialmente la ubicación geográfica del impacto y su magnitud. De igual manera es importante conocer la capacidad de adaptación que tiene cada territorio ante estas situaciones, y de esta manera conocer el nivel de riesgo que existe. Esta información es básica para poder proponer las medidas de adaptación que se requieran, especialmente la localización de dichas medidas para poder contrarrestar las amenazas del cambio climático.

Las medidas de adaptación deben responder a una amenaza o a un riesgo que ha sido identificado, cuantificado y localizado. En este sentido, se partió de la identificación

de los impactos del cambio climático sobre los diferentes sectores de la región (ganadería, agricultura, biodiversidad, servicios ecosistémicos, recurso hídrico, salud, infraestructura, minería e hidrocarburos). Dado que los impactos están espacializados, y que se construyeron indicadores de capacidad de adaptación, por lo tanto, en forma conjunta con actores locales se diseñaron medidas de adaptación que permitan reducir o evitar los impactos de cambio climático. Por ejemplo, los mayores impactos del cambio climático sobre la fauna endémica de los llanos ocurrirán en la zona nororiente de Vichada, donde se encuentran zonas de importancia estratégica como el PNN El Tuparro y la cuenca del río Bitá. En este caso, se espera una migración de parte de la fauna a zonas del sur y occidente del Vichada. Otras especies estarán amenazadas en gran parte del territorio, como la palma de Moriche en gran parte de Arauca y Casanare y en la zona centro y norte de Vichada. En este sentido, se identifica la zona sur del municipio de Cumaribo (Vichada), y el municipio de Mapiripán (Meta) como zonas estratégicas para la conservación de la fauna y flora de la

región. Allí es importante promover zonas de reserva de la sociedad civil, y la declaratoria de nuevas áreas protegidas que permitan conservar áreas con un nivel de intervención baja por parte del hombre, y que serán en el futuro los sitios estratégicos para el refugio de la fauna y flora amenazadas por cambio climático.

A continuación se presentarán algunas medidas que serán fundamentales para la adaptación en la región:



Gestionar las coberturas vegetales basadas en una planeación territorial que equilibre el desarrollo agrícola y la conservación, es la forma de lograr los objetivos en materia climática de la región. Para alcanzar esto se requiere de una infraestructura física y de información que provea el material vegetal idóneo para incidir en los paisajes rurales dotándolos de resiliencia climática. **Centro Experimental Las Gaviotas Cumaribo, Vichada.**



Puerto López, Meta

Implementación de sistemas silvopastoriles: esta medida busca implementar la siembra o favorecer la regeneración natural de árboles y/o arbustos que sirvan como sombrío a los animales y les permita escapar al estrés que puedan ocasionar las altas temperaturas. Estos árboles también podrán servir para forrajes, cercas vivas,

maderables, frutales, ornamentales, productores de leña y semillas, pero su función principal será el sombrío. Se recomienda implementar sistemas silvopastoriles intensivos y semi-intensivos para ganaderos mediana o altamente tecnificados que se encuentran en la zona del piedemonte, mientras que para ganaderos con un nivel

de tecnificación baja ubicados en suelos con baja fertilidad se recomienda árboles dispersos en potreros mediante regeneración natural.

Cosecha de agua: construcción de reservorios de agua que permitan garantizar agua para consumo animal en la época más seca en el departamento de Vichada, zona centro-norte del departamento de Casanare y la zona central del departamento de Arauca. Idealmente se podría complementar con la construcción de hidrosilos que permitan extraer y almacenar agua subterránea para los períodos de sequía más extremos.



Orocué, Casanare.

Mejoramiento genético de ganado bovino: existen razas de ganado bovino que son más resistentes que otras a condiciones de alta temperatura y humedad relativa, como es el caso de la raza San Martinero para la región de la Orinoquía. En este sentido, es importante se considere esta raza criolla en los programas de mejoramiento genético que actualmente se adelantan para la región. Esta es una medida que se requiere y es útil para todo el territorio ganadero de la Orinoquía.



Corpoica sede La Libertad, Villavicencio, Meta.

Uso de variedades de pastos mejorados: para los sitios con pasturas introducidas y mejoradas se plantea realizar renovación de pastos con variedades tolerantes y resistentes a encharcamientos y sequías. Actualmente se cuenta con disponibilidad de germoplasma para la región adaptados a condiciones extremas. Esta medida está orientada hacia la zona de piedemonte y las zonas cercanas a la carretera que de Villavicencio conduce a Puerto Gaitán, y hacia productores que presenten un nivel medio de tecnificación en ganadería.



Puerto Gaitán, Meta.



Caño Corcobado, vía Villavicencio - Acacias

Recuperación y rehabilitación de áreas protectoras de zonas de captación de agua: es importante poder consolidar el proceso de desarrollo forestal sostenible en las cuencas de los ríos Metica, Upía, Cusiana y Cravo Sur, orientado a recuperar, proteger, conservar y asegurar la regulación hídrica para

evitar el desabastecimiento del recurso hídrico o la reducción del caudal ecológico en las temporadas secas. Es necesario recuperar la regulación hídrica natural de las cuencas de las zonas montañosas, que permitan disminuir los impactos que se pueden derivar de tener eventos cada vez más extremos y

épocas tanto de lluvia como secas mas intensas y más largas. La recuperación de los bosques en el área montañosa y la protección del páramo es una prioridad.

Recuperación de bosque ripario: el bosque de ribera es un factor clave como protector frente a crecidas del río, fijador de cauces, como defensa de terrenos para cultivos y de gran valor ecológico. Las subcuencas prioritarias para esta medida son las que desembocan al río Meta, entre río Cusiana y río Cravo y entre la desembocadura del Río Pauto y Bocas de la Hermosa; la cuenca del río Guatiquía en su recorrido por el piedemonte; río Arauca; río Ariari en el trayecto que va hasta la desembocadura del río Guape, con especial atención en este último sitio.



Río Casanare, vía Hato Corozal - Tame.

Recuperación de suelos degradados: una de las medidas de adaptación más sencillas es la protección del suelo, ya que este es fundamental en la regulación hídrica de los cauces. Esta medida debe tener un especial énfasis en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán, ya algunas medidas sencillas ayudarán a proteger el suelo de la degradación. El pastoreo racional, la siembra de árboles dispersos en potreros, la rotación de cultivos, la labranza mínima, y el manejo de residuos de cosecha son medidas sencillas y económicas que permitirán avanzar en la protección del suelo.



Vía Cabuyaro - Puerto López, Meta.

Gestión y control de aguas subterráneas: el agua subterránea será un recurso fundamental en el futuro cercano de la región, especialmente porque la época seca será más prolongada y las fuentes superficiales no alcanzarán a cubrir la demanda de agua en la región. En este sentido, una medida urgente es conocer el estado real de las aguas subterráneas y monitorear su comportamiento durante el tiempo para poder regular su uso en un futuro próximo. Esta medida es prioritaria para la región de la Altillanura de Meta y Vichada.



Vía Cabuyaro - Puerto López, Meta.



Agricultura climáticamente inteligente: se requiere fortalecer las capacidades de los gremios y el sector privado en general en el uso de información climática y en la predicción agroclimática, que permita hacer un proceso de planificación de los cultivos acordes a las condiciones climáticas de cada localidad. Es necesario que se conozca, en primera

instancia, cuáles son los factores climáticos más limitantes de la producción en cada zona y para cada cultivo con el fin de poder enfocar los esfuerzos en estas variables climáticas. Es necesario avanzar en el entendimiento del clima a nivel local, y lograr predicciones climáticas más acertadas que permitan brindar a los productores información oportuna

para evitar daños por eventos extremos. También se considera en este enfoque el uso eficiente del agua y alternativas tecnológicas bajas en emisiones. Especialmente en Piedemonte, región del Ariari, Puerto López, Puerto Gaitán (Meta), Santa Rosalía (Vichada), piedemonte de Casanare y la zona centro del departamento de Arauca.

Variedades tolerantes o resistentes a altas temperaturas: se requiere avanzar en el desarrollo de líneas y variedades de arroz y maíz que toleren altas temperaturas diurnas y nocturnas en el piedemonte de Meta y Casanare. En el caso de estos dos cultivos, el desarrollo de un material comercial puede tomar hasta ocho años. Es necesario lograr financiamiento para investigación, que permita trabajar desde ya en las variedades adaptadas a las condiciones del clima que se presentarán en la región en los próximos 10 y 20 años. Igualmente hay que trabajar en variedades de ciclo corto y que toleren baja luminosidad y encharcamientos, ya que durante la época de desarrollo de estos cultivos se incrementará la precipitación.

Promoción de TeSAC: los TeSAC son territorios sostenibles adaptados al clima, los cuales han sido pensados en comunidades de pequeños productores o comunidades indígenas, en los cuales se hace una planificación participativa del territorio con miras a implementar las medidas necesarias para reducir los impactos del cambio climático. Allí se definen las medidas que estén más acordes a las condiciones socioeconómicas y culturales de cada comunidad. Esta medida tendrá gran relevancia en el departamento de Vichada.

Agricultura específica por sitio: esta medida busca usar información de lotes comerciales que permita analizar las tecnologías que mejor se adaptan a ciertas condiciones climáticas particulares que se presentan en cada zona y que esté acorde a las condiciones de suelo y pendiente de cada lote. Especialmente en Puerto López y Puerto Gaitán (Meta), Santa Rosalía (Vichada), piedemonte de Casanare y la zona centro del departamento de Arauca.



Puerto Gaitán,, Meta.



Práctica de estudiantes del Sena, vía Granada, Meta



Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali.



Parque Natural El Tuparro, vista desde el Cerro Tomas

Conectividad del paisaje: implementar y conservar corredores biológicos y matrices más amigables entre los fragmentos de bosque de los llanos, ecosistemas de sabana inundable y bosques andinos. Conectar los diferentes paisajes no perturbados o poco perturbados de los Llanos, permitirá la dispersión de la fauna a zonas climáticas

más adecuadas y también el flujo de genes entre las poblaciones, logrando que estas presenten una alta diversidad genética, la cual favorece el potencial adaptativo de las poblaciones a cambios en el clima. Estos corredores serán especialmente necesarios desde ahora en todo el departamento de Vichada, oriente de Casanare,

zona central y oriental del Meta y gran parte de Arauca, ya que estos corredores serán fundamentales para permitir la migración de algunas especies. Es necesario trabajar de la mano con los ganaderos de la región para que entiendan la importancia de esta medida.

Protección de zonas inundables: es necesario la protección de los asentamientos ubicados cerca de ríos que se desbordan en épocas de lluvias, y así disminuir el riesgo a sufrir pérdidas en infraestructura con especial atención en los municipios de Fortul, Tame, Puerto Carreño, Villanueva, Cabuyaro y San Carlos de Guaroa. La planificación del territorio es fundamental y en algunos casos podrá pensarse en zonas de amortiguamiento de crecidas de los ríos y en otros casos habrá que pensar en reasentamiento de hogares. Es fundamental evitar al máximo nuevos asentamientos en las zonas ribereñas.



Río Casanare, vía Hato Corozal - Tame

Promoción de áreas de reserva de la sociedad civil: con la presión del clima, muchas de las especies de fauna de la región se desplazarán buscando climas más adecuados para su supervivencia, lo que conducirá hacia zonas más pobladas por el hombre y con mayor presencia de cultivos comerciales. En este sentido, los sitios de reserva privada serán fundamentales para la protección de la fauna en los próximos años. Especialmente en sabanas inundables de Casanare y el oriente del departamento del Meta..



Tame, Arauca

Declaración de áreas protegidas: es importante que sitios que actualmente se encuentran en buen estado de conservación y que van a estar sometidos a una alta presión por amenazas climáticas se puedan mantener en buenas condiciones, ya que a pesar que sufrirán un impacto debido al cambio climático este será menor en la medida que se evite la intervención de estos sitios por parte del hombre. Este es el caso específico del río Bitá.



Parque Nacional Natural El Tuparro, Vichada





El cambio climático también puede ser una amenaza a los servicios ecosistémicos de la región, y por lo tanto, el grado de conservación y protección de los ecosistemas y sus elementos será fundamental para garantizar que estos servicios permanezcan en el tiempo. La protección de las cuencas y las fuentes hídricas, serán las bases para garantizar una actividad fundamental como la pesca, de la cual se favorecen gran parte de los habitantes de la región especialmente las comunidades más vulnerables, que dependen de este tipo de actividad y de otros servicios ecosistémicos para su supervivencia.

Pescador, río Orinoco, Puerto Carreño. Vichada.

Los diferentes tipos de bosque cumplen un rol principal en el ciclo del carbono. Los ecosistemas arbóreos tienen la particularidad de contener una gran cantidad de materia orgánica en un espacio reducido, esto implica que sean sumideros de carbono al almacenar este elemento de forma sólida en los tejidos vivos.

Tame, Arauca.



CAPÍTULO 7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN



MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación buscan reducir las emisiones de GEI a la atmósfera o aumentar la captura de carbono en los sistemas. Aunque es muy poco lo que se puede lograr en cuanto al cambio de clima en las próximas dos décadas, las medidas de mitigación que se adelanten en este tiempo serán fundamentales para definir el clima que tendrá la tierra a partir de 2050. Es por esto que todos los esfuerzos en materia de mitigación son altamente valorados. Las acciones de mitigación y adaptación ocurren a nivel local, el resultado global de mitigación es la suma de todos los esfuerzos locales. En este sentido, es necesario crear conciencia de la necesidad de actuar a nivel local, cualquier cambio por pequeño que parezca a la larga contribuirá a la solución de este gran problema.

En principio, el Plan busca identificar los sectores que más generan emisiones en la región y proponer alternativas de desarrollo bajas en emisiones. Igualmente se identifican opciones que capturen carbono dentro del sistema.

En materia de reducción de emisiones la región se debe concentrar en disminuir la deforestación y en lograr una

ganadería más eficiente. En este sentido, es fundamental concentrar gran parte de los esfuerzos en evitar la deforestación en el departamento del Meta. En cuanto a ganadería, se debe trabajar en lograr una mayor eficiencia de esta actividad en la zona del piedemonte con el fin de reducir la presión sobre los bosques y la sobreexplotación de la sabana nativa. No obstante, se debe tener en cuenta que la región cuenta con un gran potencial para las absorciones de carbono, y en este sentido cultivos forestales comerciales, cultivos de caucho, cacao y café, y la siembra de árboles en potreros serán fundamentales para una estrategia de mitigación. Algunas de estas medidas servirán al mismo tiempo como medidas de adaptación.



Existen varias alternativas en el sector agrícola y forestal que pueden ayudar a la meta de reducir emisiones y capturar más carbono. Aumentar la biomasa en su sistema agrícola mediante el componente arbóreo, incrementa la captura de carbono reduciendo el efecto invernadero y ayuda a prevenir la transformación de la temperatura del planeta tierra.
Plantación de Caucho, vía Puerto López, Puerto Gaitán.



Comunidad Caño Lapa, indígenas Sikuani. Raudalito, Vichada.

Programas y campañas que busquen reducir la deforestación: la deforestación es la principal fuente de emisiones en la región, en especial la región sur del departamento del Meta. Una preocupación actual es que con el proceso de postconflicto estos niveles de deforestación podrían aumentar considerablemente en los próximos años. Por esta razón, todo

el esfuerzo encaminado a reducir la deforestación en el sur de Meta será la principal medida de mitigación para la Orinoquía. Es necesario considerar que la actividad ganadera estará en niveles de riesgo muy altos en las próximas décadas, en este sentido habrá que trabajar con los pobladores locales en opciones que permitan generar ingresos a partir de la conservación de la riqueza natural

de la región. El turismo, cultivos con valor diferenciado, pago por servicios ambientales y actividades de biocomercio son algunas de las alternativas a considerar en un paquete de intervención.

Ganadería sostenible: se busca que los productores usen más adecuadamente el territorio, por lo tanto produzcan más carne y más leche en una menor superficie. En las zonas del piedemonte se promueve la intensificación sostenible de la ganadería, buscando lograr una mayor capacidad de carga animal y liberar áreas que puedan ser destinadas a la conservación de fuentes hídricas u otros usos del suelo con menor nivel de emisiones. Inicialmente enfocado en el piedemonte llanero, y en zonas próximas a vías primarias pero potencialmente extrapolable a toda la región.



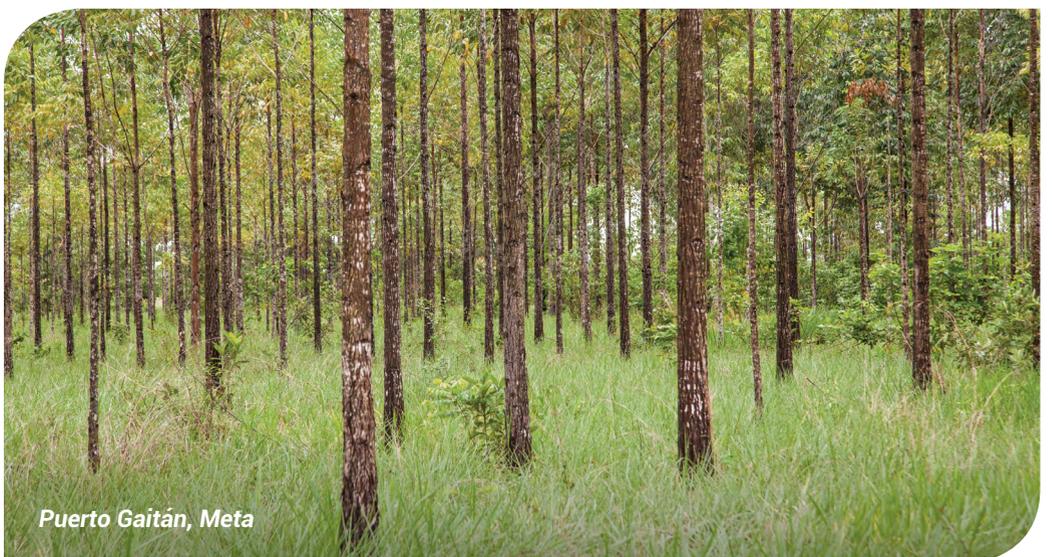
Puerto Gaitán, Meta.

Implementación del programa AMTEC en arroz: este programa promueve la implementación de una serie de prácticas de manejo del cultivo muy sencillas, que ayudarán a los productores de arroz a ser más eficientes en el uso de insumos. Por ejemplo, promueve técnicas de adecuación y nivelación de suelos y el uso de la maquinaria apropiada, esto conllevará a menor uso de agua y a reducción de emisiones. Esta medida tendrá como prioridad los municipios Paz de Ariporo, San Luis de Palenque, Trinidad, Maní, Yopal, Pore, Nunchía, Villanueva, Tauramenta y Aguazul (Casanare) y Villavicencio, Cabuyaro, Fuente de Oro, Puerto Gaitán y Puerto López.



Vía Yopal - Algarrobo, Casanare

Cultivos forestales comerciales: siembra de eucalipto, pino y latifoliadas introducidas las cuales permitirán captura de carbono. Los municipios con mayor potencial para el desarrollo de esta medida son las zonas de piedemonte de Tame y Saravena (Arauca), Villanueva, Monterrey, Tauramena, Yopal y hato Corozal (Casanare) y San Martín, Villavicencio, Cabuyaro (Meta) y la zona de altillanura de Puerto López y Puerto Gaitán (Meta) y La Primavera (Vichada). Es necesario avanzar en generar conocimientos e información sobre propagación y manejo de especies forestales nativas.



Puerto Gaitán, Meta



Puerto Carreño, Vichada.

Conectividad del paisaje a través de corredores biológicos: implementar y conservar corredores biológicos y matrices más amigables entre los fragmentos de bosque de los llanos, ecosistemas de sabana inundable

y bosques andinos. Esta acción permitirá aumentar el contenido de carbono en el sistema. La medida deberá desarrollarse principalmente en los municipios de Puerto Gaitán, Puerto Lleras, Vista Hermosa, San

Juan de Arama, Maní, Tauramena, Fuente de Oro, San Martín y La Macarena

Restauración de bosque: restaurar áreas de Bosque seco tropical, Bosque húmedo tropical, Bosque muy húmedo tropical, Bosque muy húmedo premontano. Muchas áreas que han sido intervenidas por el hombre en años recientes pueden ser recuperadas a través de restauración asistida. Los municipios donde se deberán hacer intervenciones principalmente son: Cubarral, Villavicencio, Guamal y Acacías, en el Meta así como Sabanalarga, Monterrey, Tauramena, Recetor, Aguazul, Chámeza, Támara y Yopal, en Casanare.



Renovación de pasturas introducidas o mejoradas: esta acción permitirá aumentar el carbono almacenado en el suelo. El mal manejo de los pastos conlleva a la degradación de las pasturas y a la degradación del suelo, y a su vez a la pérdida del carbono almacenado en el suelo. Esta medida debe enfocarse especialmente en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán.



Siembra de cultivos con alto contenido de carbono en biomasa (cacao, caucho, palma): estos cultivos además de ser una alternativa económica para la región almacenan altos contenidos de carbono en su biomasa. Es necesario hacer una planificación del territorio para que estos cultivos tengan el menor impacto ambiental posible. Los municipios prioritarios para esta medida son Tame y Arauquita (Arauca), Zona de piedemonte de Yopal, Tauramena y Hato Corozal (Casanare) y San Martín, Villavicencio y Acacías (Meta).





Fundación Centro Experimental Las Gaviotas. Cumaribo, Vichada .

Regeneración natural en potreros: es necesario que los ganaderos destinen parte de sus áreas en potreros a la protección de fuentes hídricas y márgenes de los cauces y morichales. En este sentido se requiere un proyecto que promueva

el aislamiento de zonas para dejar en regeneración natural. Es necesario realizar aislamientos de algunas áreas de potreros para permitir la regeneración natural. Las quemas de las sabanas podría afectar esta medida, por eso esta acción debe

considerar opciones para evitar que las quemas alcancen a estos sitios. Estas medidas deben ir enfocadas especialmente al departamento de Vichada y cerca de los cursos de los ríos y las fuentes hídricas.

Promoción y fomento de uso de energías alternativas limpias: es necesario promocionar, promover y fomentar el uso de paneles solares con el fin de reemplazar otras fuentes de energía especialmente las que trabajan a partir del uso de gasolina y diésel. Esta medida es especialmente útil en el departamento de Vichada y en el oriente del departamento del Casanare. Esta tecnología puede entrar poco a poco a la región a través de programas y proyectos que fomenten su uso.



Tres Matas, Vichada.

Campañas para el uso de la bicicleta y campaña y cursos sobre conducción eficiente: campaña de promoción de uso de la bicicleta con entrega de kits de seguridad e incentivos para el uso de la bicicleta para los trabajadores e instalación de puntos de cicloparqueaderos. Mediante las campañas y cursos sobre conducción eficiente se busca que las personas apliquen ciertas técnicas de conducción de vehículos que permitirán un ahorro de combustible hasta de 30%, lo que además de reducir emisiones de GEI se convierte en un ahorro para las personas. Debe ir dirigido tanto a transporte público y privado. Esta medida debe enfocarse inicialmente a las cuatro ciudades capitales y luego a las cabeceras municipales con más de 50 mil habitantes, que corresponden a Acacias y Granada en el Meta.



Puente Alcaravan, río Ariari. Granada, Meta

Identificar las islas de calor en zonas urbanas y realizar el mejoramiento del arbolado y de zonas verdes: reemplazar árboles en mal estado orientados al confort térmico de la zona y por supuesto que incluya las otras consideraciones técnicas que se deben tener para esta acción, establecimiento de prados, siembra de nuevos árboles y arbustos. Esta medida será especialmente necesaria en las principales cabeceras municipales de los departamentos de Vichada y Arauca.



San Luis de Palenque, Casanare.



Las labores artesanales son una tradición de la región y hacen parte de su legado cultural. A pesar de que la globalización ha llegado a casi todos los rincones de la tierra, algunas personas, familias y comunidades han tratado de mantener viva esta tradición.
Indígena Sikuaní. Puerto Gaitán.



CAPÍTULO 8. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN Y ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO



Una parte importante de la lucha frente al cambio climático es retirar dióxido de carbono de la atmósfera, y una de las formas más efectivas y conocidas para hacerlo es mediante árboles. Los cultivos forestales comerciales son una alternativa de desarrollo y una medida de mitigación, que aprovecha la importante aptitud que tiene el territorio orinocense para múltiples especies de árboles utilizados en la industria de las resinas y las maderas.

Puerto Carreño, Vichada



Centro Experimental Las Gaviotas Cumaribo, Vichada.

Para enfrentar el cambio climático, la Orinoquía requiere un gran esfuerzo y profundas transformaciones donde se involucren todos los estamentos de la sociedad. Esto exige un cambio acelerado, donde múltiples intereses pueden generar tensiones, contado además con una región marcada históricamente por el conflicto, la debilidad de las instituciones públicas y la ausencia de estructuras organizativas consolidadas. Ante un reto de esta dimensión, las autoridades a diferentes escalas, los sectores económicos, la academia y la sociedad civil deben armonizar sus acciones para lograr llevar a cabo el PRICCO. Implementar este plan requiere que éste se constituya como una guía que sobrepase los devenires de la política y que sea añadido a las directrices regionales y locales para enfrentar las transformaciones que traerá el cambio climático.

Llevar a cabo las acciones expuestas en esta visión, de una región adaptada

al clima y de bajas emisiones de gases de efecto invernadero, necesita un andamiaje institucional que genere dirección, organización, otorgue legitimidad y procure un proceso constante de retroalimentación y aprendizaje. Esta necesidad encuentra respuesta en el Nodo Regional de Cambio Climático de la Orinoquía, dicho marco institucional facultado de responsabilidades con el decreto 298 de 2016, deberá ser el espacio de dirección, rendición de cuentas y armonización del PRICCO. El Nodo Regional, conformado por las autoridades ambientales del territorio, las gobernaciones, instituciones no gubernamentales y sectores productivos, es el espacio interinstitucional responsable de difundir y ejecutar el plan.

Sin embargo, un esfuerzo mayúsculo como el que supone el PRICCO, necesita no sólo de un espacio interinstitucional donde se impulse la ejecución de las medidas de

adaptación y mitigación, sino además de un soporte administrativo que se encargue que la multitud de acciones propuestas por el plan sean operativas. Dicha estructura implica una dirección general realizada por las Corporaciones Ambientales Regionales (Cormacarena y Corporinoquía) y las Gobernaciones (Arauca, Casanare, Meta y Vichada) apoyada por un equipo administrativo y técnico. Donde las principales funciones del personal de apoyo serán la consecución de recursos, la formulación de proyectos y la gestión de los mismos.

El soporte administrativo, bajo la dirección general y apoyado en el Nodo Regional de Cambio Climático de la Orinoquía, tendrá la responsabilidad de incorporar el PRICCO a instrumentos de gestión y planificación en el ámbito público, los planes de desarrollo (PMD, PDD), los planes de ordenamiento territorial (POT, PBOT, POMCAS, EOT),

proyectos de las ONG y planes de inversión de las empresas.

Procurar la financiación de un proyecto cuyo horizonte está en el 2040 exige un gran esfuerzo, a su vez imprescindible, para que las transformaciones que requieren en la región se ejecuten efectivamente en el territorio. Además, teniendo en cuenta que se visiona que la Orinoquía se convierta en dos décadas en un territorio compatible con el clima, los costos de implementar el PRICCO a cabalidad son altos.

La existencia de los recursos financieros para proceder con las transformaciones de implementación de las medidas de adaptación y mitigación es sólo uno de los factores habilitantes para la aplicación del PRICCO. La región requiere transformarse en otras dimensiones, no directamente relacionadas con cambio climático pero que al final determinarán el éxito de dicho macroproyecto. Reforzar la institucionalidad en la región, incrementar la capacidad técnica del capital humano, aumentar las tasas de innovación e investigación, mejorar la recolección de información, aumentar la capacidad de generación de recursos propios, son algunos elementos necesarios para que las

medidas de adaptación y mitigación tengan éxito. De estas necesidades generales se desprenden otras condiciones que son elementales y que constituyen retos para la región, más allá del clima, como lo son la desactualización predial y la inseguridad en algunas zonas.

Bajo la premisa de que dichas condiciones irán mejorando, paralelamente a la ejecución del plan, las fuentes de recursos financieros que aprovecharán estas condiciones sociales e institucionales, que se verán reflejadas en inversiones indirectas, al guiar a la región mediante la transformación de pautas de producción y consumo. Por otro lado, se encuentran las inversiones directas que las autoridades deberán realizar para impulsar la inversión privada y proveer los bienes públicos necesarios para que esta continúe. Bajo esta premisa se determina que el valor total del PRICCO es cercano a los 3,5 billones de pesos.

Para direccionar las formas en que se consume y produce hacia patrones más sostenibles se requieren nuevas regulaciones, algunas son responsabilidad de los municipios, gobernaciones y autoridades ambientales, como también se necesitan cambios

en la normatividad nacional, que la dirección general del PRICCO deberá discutir con las autoridades competentes.

Por otro lado, aquellas inversiones directas para proveer bienes públicos y subsidios que apoyen las transformaciones privadas tendrán que venir de fuentes regionales, donde sobresalen los presupuestos de inversión de municipios, gobernaciones y autoridades ambientales. En apoyo de dichos rubros existen otras fuentes nacionales como el Fondo de Compensación Ambiental, Fondo Nacional Ambiental, Fondo Adaptación y las líneas de apoyo de Finagro.

Es claro que, de acuerdo a la institucionalidad internacional, estos planes son una oportunidad para apalancar recursos internacionales, donde, dadas las medidas de adaptación y mitigación propuestas, los fondos más relevantes para la región son el Green Climate Fund, el Fondo Biocarbono, el Clean Technology Fund, la Iniciativa Climática Internacional y el Fondo para el Clima y los Bosques de Noruega.

Las trochas conectan a las poblaciones en las tierras de la Orinoquía, las cuales también pueden ser afectadas por los cambios en el régimen de precipitación. Los impactos serán diferentes en cada localidad, ya que el grado de conexión con los procesos globales es diferente. Por lo tanto, el patrón de desarrollo de cada asentamiento humano, por pequeño que sea, deberá responder a los condicionantes del clima cambiante.
Fundación Centro experimental Las Gaviotas. Cumaribo. Vichada





La especie humana tiene una alta capacidad de adaptación, y lo ha demostrado conquistando los diferentes paisajes de la tierra, desde aquellos donde abunda el agua hasta donde dicho líquido es una rareza. El cambio climático supone un reto en cuestión de velocidad y necesidad de adaptación a unas condiciones climáticas que la humanidad como especie nunca ha enfrentado, el reto del siglo XXI es mayúsculo.

Puerto Carreño, río Meta. Vichada.



CAPÍTULO 9. ESQUEMA SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN



A diferencia de otras zonas en Colombia los cauces de los ríos en la Orinoquía tienen altos niveles de conservación, en especial aquellos ubicados donde las poblaciones son pequeñas y la presión del desarrollo humano no es tan palpable. Esta es una riqueza que no se contabiliza en los indicadores económicos más conocidos. La principal forma de proteger este patrimonio es asegurar que las coberturas arbóreas junto a los cauces permanezcan.
Parque Nacional Natural El Tuparro, Meta.

El esquema de seguimiento y evaluación consiste en una guía de ruta donde se deben utilizar una serie de indicadores y métodos de medición que brinden información sobre el grado de implementación de las medidas y su efectividad. Esto permite que durante el transcurso de la implementación del plan se cuente con información sobre el desempeño de las medidas con el fin de tener retroalimentación permanente que permita tomar decisiones y hacer ajustes correspondientes. Esto permitirá que se logre un uso más eficiente de los recursos y que se documenten las lecciones aprendidas.

Para este seguimiento y evaluación se cuenta con una batería de indicadores para poder hacer seguimiento a las variables que se quieren evaluar, y se cuenta con una línea base que sirve como punto de referencia de lo que sucedería de no implementarse las medidas identificadas. El PRICCO tiene incorporado todo el planteamiento metodológico para hacer una evaluación intermedia que permita identificar avances y problemas en el proceso de implementación del plan pero también en la efectividad de las medidas, como también contempla una evaluación final que permita documentar los cambios logrados con el plan y sistematizar las lecciones aprendidas durante todo el proceso de implementación que servirá como documento de referencia en la formulación de futuros planes.

El PRICCO cuenta con indicadores para cada medida de mitigación y adaptación. Las primeras medidas en función de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se reduzcan o las absorciones de carbono que se incrementen con respecto a la línea base. Los valores de reducción y absorciones son estimados a partir de los factores de referencia que emplea IDEAM en la Tercera Comunicación Nacional (TCN). Mientras que la identificación y medición de indicadores de adaptación resulta un poco más compleja, ya que el objetivo de cada medida cambia entre los sectores analizados (ganadería, agricultura, biodiversidad, recurso hídrico, salud, infraestructura, minería e hidrocarburos) y en las amenazas que cada medida trata de afrontar. Por ejemplo, los reservorios de agua buscan reducir los riesgos de pérdidas de animales en los períodos secos, mientras que los árboles dispersos en potrero buscan reducir la pérdida de peso de los animales debidas a estrés calórico por altas temperaturas. A pesar que se trata de dos medidas para ganadería, las dos buscan resolver problemas de naturaleza distinta, y por esta razón, los indicadores de efectividad de las medidas son distintos también.

En algunos casos las medidas pueden ser complementarias para lograr un mismo objetivo, como el caso de los corredores biológicos y el fomento de reservas de la sociedad civil y la declaración de nuevas

áreas protegidas que conducen a la protección de la biodiversidad en riesgo. En estos casos, un indicador es usado para evaluar el desempeño de varias medidas en conjunto.

A continuación se presenta una lista corta de lo que se quiere seguir y evaluar:

Agropecuario:

- Cambio en la calidad nutricional de las pasturas (sabana nativa y pastos mejorados).
- Ganancia de peso de los animales.
- Pérdida y ganancia en la producción de leche.

Agroindustria:

- Pérdida y ganancia de la productividad en los sectores del maíz, arroz y la soya.

Recurso hídrico:

- Cambio en caudales.

Dimensión humana:

- Número de casos de dengue y malaria.
- Número de viviendas afectadas por inundaciones.

Biodiversidad:

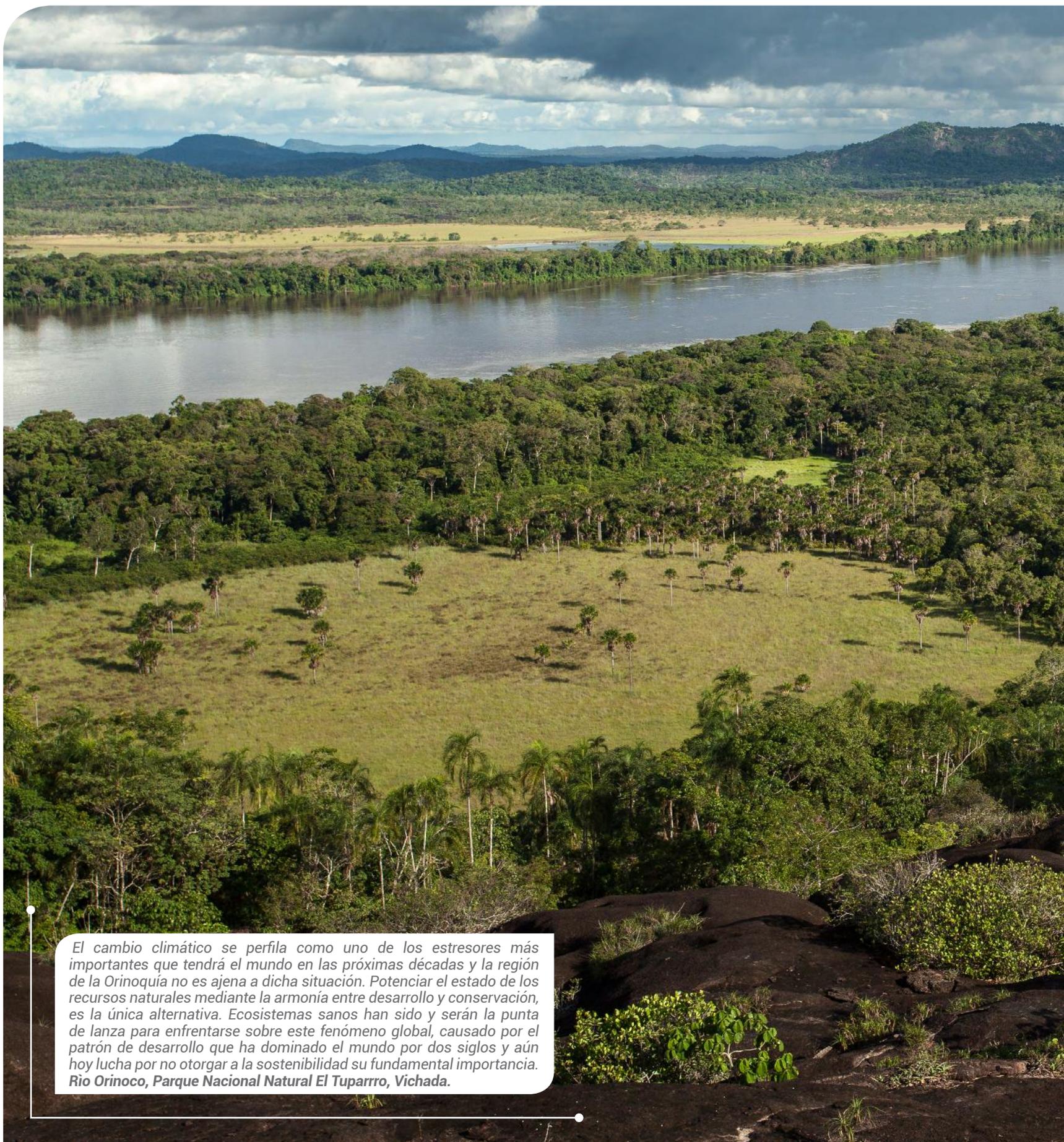
- Zonas con ausencia de especies endémicas.
- Zonas con ausencia de especies Cis Andina.
- Zonas con ausencia de especies Cis Trans Andina.



El ser humano es solo una especie de ser vivo en un mundo donde conviven entre 5 y 50 millones de especies. La biodiversidad del Orinoco debe recordar que el rol de los seres humanos debe ser el de cuidar y potenciar el fenómeno de la vida. Los riesgos que se ciernen sobre el planeta son reales y la materialización de los mismos dependerá de la madurez de las poblaciones a la hora de asumir los retos del siglo XXI.

Vía Yopal- Orocué. Casanare.





El cambio climático se perfila como uno de los estresores más importantes que tendrá el mundo en las próximas décadas y la región de la Orinoquía no es ajena a dicha situación. Potenciar el estado de los recursos naturales mediante la armonía entre desarrollo y conservación, es la única alternativa. Ecosistemas sanos han sido y serán la punta de lanza para enfrentarse sobre este fenómeno global, causado por el patrón de desarrollo que ha dominado el mundo por dos siglos y aún hoy lucha por no otorgar a la sostenibilidad su fundamental importancia. Rio Orinoco, Parque Nacional Natural El Tuparro, Vichada.

CAPÍTULO 10. VISIÓN DE REGIÓN RESILIENTE



ORINOQUÍA RESILIENTE

Es necesario avanzar en la construcción de un territorio resiliente frente a las amenazas del cambio climático. Un primer paso para lograrlo es contar con información de buena calidad de los diferentes elementos y sectores que conforman el territorio. Con información detallada de clima, suelo, caudales de los ríos, agua subterránea, cobertura vegetal, estadísticas de producción y uso de insumos, inventarios de biodiversidad en todas las regiones, entre otros. Igualmente se deben tener los recursos necesarios para la administración y análisis de la información. Se debe contar con los mecanismos necesarios para que los resultados de los análisis de la información lleguen a los usuarios finales y tomadores de decisiones a diferentes niveles, instituciones públicas y privadas de nivel nacional, regional y local. Es necesario igualmente identificar los potenciales impactos del cambio climático y las regiones con mayores riesgos. Posteriormente es necesario definir las medidas de adaptación y mitigación requeridas y su implementación.

La planificación del territorio

es fundamental, la cual debe ir acompañada de la integración de información espacial de diferentes sectores, puesto que de tal manera se entiende las necesidades, las implicaciones y las interrelaciones de los diferentes sistemas; se pueden diseñar territorios que respeten las capacidades biofísicas y las sensibilidades del entorno, bajo condiciones de un clima cambiante. La gestión del recurso hídrico será elemental para lograr un territorio resiliente, debe contar con la capacidad de mantener gran parte del desarrollo económico que tiene y se espera en la región, bajo escenarios de excesos de lluvia y eventos extremos, y al mismo tiempo períodos más largos e intensos de sequías; la protección de las fuentes hídricas y el mejoramiento de su regulación hacia la zona de montaña serán asuntos ineludibles e inaplazables. Así mismo, se necesitará la conservación de morichales y bosques de galería, necesariamente acompañado de aislamiento de áreas de potreros dado que de este modo se permite la regeneración natural y el aumento de la conectividad mediante corredores biológicos.

Ahora más que nunca es necesario enfocar gran parte de los esfuerzos y recursos en la meta de disminuir la deforestación, e incluso promover la restauración de áreas que ya han sido deforestadas, la declaratoria de nuevas áreas protegidas, reservas de la sociedad civil y fomentar la siembra de forestales comerciales en zonas que han sido típicamente ganaderas. Estas medidas son una apuesta por encontrar sinergias entre mitigación y adaptación.

La ganadería es una actividad que ocupa gran parte del territorio y una planificación de la producción podría contribuir enormemente a la construcción de un territorio resiliente. En la zona del piedemonte y zonas cercanas a carreteras primarias y secundarias predominan los pastos introducidos o mejorados pero con muy mal manejo. Aquí se podría intensificar la producción ganadera, acompañada de la incorporación de siembra de árboles en potreros, respetando, protegiendo y recuperando los bosques de galería, diseñando corredores biológicos que mejoren la conectividad del paisaje, e incluso el establecimiento de algunas áreas con sistemas silvopastoriles. En cuanto a sabana nativa, se puede



Las llanuras inundables son un ecosistema natural que no tiene áreas protegidas en las dimensiones necesarias. Dicho ecosistema cumple importantes funciones de regulación hídrica y tiene un alto potencial para proveer al humano de diferentes servicios. Apoyar las iniciativas de las autoridades ambientales para conservar este ecosistema estratégico, es elemental para enfrentar el cambio climático.
Parque Wisirare. Orocué, Casanare.

fomentar el pastoreo racional para combatir la degradación de los suelos y las quemas, junto con la protección de las fuentes de agua y los aislamientos de algunas zonas de potreros, para permitir la regeneración natural. En algunos casos se puede promover el cambio de pasturas a cultivos con alto contenido de carbono en sus sistemas, tales como caucho,

cacao y café. Es necesario que estos sistemas se promuevan con diseños de paisaje que permitan mantener la conectividad.

Si se logra generar un desarrollo bajo en carbono y con alternativas adaptadas al clima respetando la riqueza natural de la región, se podría alcanzar un territorio resiliente frente al cambio climático.

El cambio climático y otras transformaciones del planeta ocasionadas por el hombre están causando una masiva extinción que afecta desde especies microscópicas hasta animales de gran tamaño. El manejo correcto de la biodiversidad de la región es tanto un deber, como una oportunidad económica importante para la Orinoquía.
Caimán Llanero. Parque Wisirare. Orocué - Casanare.



La actividad ganadera es sumamente importante en la Orinoquía, no sólo por ser un elemento central de su economía, sino porque se ha consolidado como un referente cultural. Lograr que esta actividad sea un sinónimo de sostenibilidad y manejo adecuado de los ecosistemas, es uno de los retos principales de la región para enfrentar el cambio climático.
Vía Yopal -Orocué. Casanare.



Los territorios se conectan a través del agua, en gran medida las zonas bajas dependen de las lluvias y regulación hídrica que ocurre en las zonas altas. El aseguramiento de la provisión del agua en zonas bajas, depende de la correcta conservación de ecosistemas estratégicos como los páramos.
Páramo de Sumapaz. Cundinamarca - Meta.



Valorar las oportunidades de las que dispondrán las generaciones venideras es el eje central de la ética ambiental. Un nuevo patrón de desarrollo compatible con el clima recaerá en decisiones donde se deberán tener en cuenta los deseos de aquellos que aún no son escuchados.
Institución Educativa. Tres Matas - Vichada.





El paisaje de la Orinoquía podrá transformarse fuertemente en los próximos años. Tanto el contexto climático como el económico pueden precipitar cambios abruptos. La planeación, visión a largo plazo, esfuerzo interinstitucional y la innovación son las guías ante este futuro incierto, donde el objetivo es lograr una región resiliente al clima y respetuosa de la atmósfera.

Carimagua - Meta.



ANEXOS

Tabla 10. Especies de vertebrados seleccionadas para realizar la evaluación sobre el impacto del cambio climático en la Orinoquía.

Grupo	Especie	Servicio Ecosistémico	Subregiones donde habita	Categoría de Amenaza (IUCN)
Mamíferos	<i>Alouatta seniculus</i>	Dispensor de semillas, carne de monte, cultural	Cis y Transandina	Preocupación menor
Mamíferos	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Carne de monte, piel, cultural	Cisandina	Preocupación menor
Mamíferos	<i>Dasyus sabanicola</i>	Carne de monte, cultural, control de poblaciones de insectos	Llanos	Casi Amenazada
Mamíferos	<i>Tayassu pecari</i>	Carne de monte, cultural y arquitecto del ecosistema	Cis y Transandina	Vulnerable
Mamíferos	<i>Bassaricyon alleni</i>	Dispensor de semillas	Amazonas y piedemonte	Preocupación menor
Mamíferos	<i>Lontra longicaudis</i>	Regulación de peces de sistemas dulceacuicolas, cultural	Cis y Transandina	Preocupación menor
Mamíferos	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Regulación de peces de sistemas dulceacuicolas, cultural	Cisandina	Vulnerable
Mamíferos	<i>Tapirus terrestris</i>	Carne de monte, cultural y arquitecto del ecosistema	Cis y Transandina	Vulnerable
Mamíferos	<i>Inia geoffrensis humboldtiana</i>	Regulación de las poblaciones de peces, cultural	Llanos	Datos insuficientes
Anfibios	<i>Hypsiboas lanciformis</i>	Controlador de poblaciones de Insectos	Cisandina	Preocupación menor
Anfibios	<i>Lithodytes lineatus</i>	Controlador de poblaciones de Insectos	Cisandina	Preocupación menor
Anfibios	<i>Dendropsophus mathiassoni</i>	Controlador de poblaciones de Insectos	Cisandina	Preocupación menor
Anfibios	<i>Scinax blairi</i>	Controlador de poblaciones de Insectos	Llanos	Preocupación menor
Anfibios	<i>Pristimantis frater</i>	Controlador de poblaciones de Insectos	Piedemonte andino-orinoquense	Vulnerable
Aves	<i>Eudocimus ruber</i>	Controlador de poblaciones de invertebrados acuáticos	Cis y Transandina	Preocupación menor
Aves	<i>Crax alector</i>	Carne de monte, cultural, dispersora de semillas	Cisandina	Vulnerable
Aves	<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Dispensor de semillas, cultural, controlador de especies de insectos y cría de aves	Piedemonte andino-orinoquense	Preocupación menor
Aves	<i>Neochen jubata</i>	Dispensor de semillas, cultural, Controlador de poblaciones de invertebrados acuáticos	Cisandina	Casi Amenazada
Aves	<i>Penelope jacquacu</i>	Carne de monte, cultural, dispersora de semillas	Cisandina	Preocupación menor
Aves	<i>Crotophaga major</i>	Controlador de poblaciones de Insectos y pequeños vertebrados	Cis y Transandina	Preocupación menor

Grupo	Especie	Servicio Ecosistémico	Subregiones donde habita	Categoría de Amenaza (IUCN)
Aves	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Dispersor de semillas, cultural	Cisandina	Preocupación Menor
Peces	<i>Cichla orinocensis</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Cisandina	No evaluado
Peces	<i>Hydrolycus scomberoides</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Cisandina	No evaluado
Peces	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Cisandina	No evaluado
Peces	<i>Potamotrygon motoro</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Cisandina	Datos insuficientes
Peces	<i>Zungaro Zungaro</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Cisandina	Datos insuficientes
Reptiles	<i>Podocnemis expansa</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Cisandina	En peligro
Reptiles	<i>Podocnemis vogli</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Llanos	No evaluado
Reptiles	<i>Podocnemis unifilis</i>	Carne de monte, cultural y recreativo, controlador otras especies acuáticas	Cisandina	Vulnerable
Reptiles	<i>Gonatodes riveroi</i>	Controlador de poblaciones de Insectos	Llanos	No evaluado
Reptiles	<i>Cocrodylus intermedius</i>	Carne de monte, cultural, controlador de otras especies acuáticas	Llanos	En peligro crítico

Fuente: elaboración propia

Anexo: ejemplo de ficha de medida de adaptación y/o mitigación cambio climático

Recuperación y restauración de áreas protectoras en zonas de captación de agua	
Objetivo de la medida	Esta medida tiene como objetivo aumentar la resiliencia frente al cambio climático de unas cuencas particulares en zonas estratégicas del piedemonte. A su vez se busca mediante la conservación y restauración de estructuras boscosas andinas se mantenga un importante sumidero de carbono y se reduzcan emisiones asociadas a la transformación de las coberturas.
Descripción de la medida	El análisis de vulnerabilidad realizado determinó que la zona del piedemonte a pesar de no presentar grandes cambios en producción hídrica, es vulnerable debido a que el territorio corresponde a cuencas con una gran demanda hídrica. En las zonas más altas y de mayor inclinación de las cuencas las coberturas boscosas son importantes para la regulación hídrica, sin embargo en dichas zonas ha habido disturbios causados por humanos que han transformado los bosques andinos poniendo en condición de vulnerabilidad los dependientes de los cauces hídricos de zonas bajas. Por ende se busca consolidar un proceso de conservación de bosque andino aledaño a cuencas del piedemonte de la Orinoquía para disminuir la presión del cambio climático. A su vez se requiere restaurar predios que actualmente se encuentran bajo explotación agropecuaria y que son claves en el proceso de drenaje para las cuencas priorizadas. Esto implica mantener la masa boscosa andina en jurisdicción de los departamentos por donde las cuencas pasan y aumentar la masa boscosa en detrimento de otras coberturas asociadas a agricultura y ganadería. Se estima que la medida cueste 15.000 millones de pesos
Acciones requeridas	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diagnóstico de las cuencas donde se incluya: estado de la vegetación, especies nativas, ecosistemas, fuentes hídricas y procesos erosivos. • Reuniones con la comunidad: agricultores, ganaderos, alcaldías municipales, fundaciones, instituciones y personas interesadas. • Socializar la propuesta con los actores que más influyen en el consumo hídrico de la cuenca, tales como: agricultores, ganaderos, empresas privadas, alcaldías, fundaciones, instituciones y público en general. • Erradicación de especies invasoras. • Búsqueda y selección de las semillas. • Identificar y estudiar jurídicamente los predios objeto de compra con dineros municipales. • Realizar los procesos administrativos y financieros de compra de predios y traspaso de la propiedad. • Encerrar los predios comprados en pastos para permitir una restauración espontánea.
Hipótesis de adaptación / mitigación	Esta medida generaría mejor regulación hidrológica disminuyendo la acentuación estacional intranual e interanual de las lluvias en la oferta hídrica. Esto constituye una medida de adaptación ya que el clima futuro aumentará la variabilidad tanto intranual como interanual, convirtiéndose en un estresor que puede ser modulado por una correcta gestión de las coberturas vegetales en zonas de captación. Por otro lado, ya que la transformación de coberturas que se busca con esta medida son pastos hacia aglomeraciones de arboles, esto implica aumentos de carbono en biomasa área (Cicero, 1998) y por ende una forma de mitigar el cambio climático.
Lugar de aplicación de la medida	<ul style="list-style-type: none"> • Metica: con la participación de los municipios de Cubarral, Villavicencio, Guamal y Acacías se lograría adquirir las 400 hectáreas en pasto en 2020. • Upía: con la participación de los municipios Sabanalarga, Monterrey y Chámeza se lograría obtener las 2.300 hectáreas en 2035. • Cusiana: con la participación de los municipios de Chámeza, Tauramena, Recetor, Aguazul y Yopal se lograrían adquirir 9.000 hectáreas para 2040. • Cravo Sur: con la participación de Yopal y Támara se lograría consolidar las 1.600 hectáreas en pasto en 2029.
Cobeneficios	Disminución de la producción de sedimentos, conservación de obras hidráulicas, disminución de la pérdida de nutrientes por arrastre de sedimentos, conservación del suelo, protección de los ecosistemas, conservación de especies nativas, reducción del riesgo asociado a eventos climáticos extremos, generación de empleo por la utilización de mano de obra local, aumento en la capacidad de retención de agua en el suelo.
Fuentes de financiación	Cormacarena, Corporinoquia, Alcaldías Municipales, Gobernaciones de los departamentos de Meta y Casanare, Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio, Acueducto y Alcantarillado de Yopal, The Multilateral Investment Fund (MIF) of the IDB Group, World Bank Carbon Funds and Facilities
Entidades involucradas	Alcaldías Municipales, Gobernación de los departamentos de Meta y Casanare, Cormacarena, Corporinoquia, Asociaciones de Usuarios de distritos de riego, Asociaciones comunitarias, ONGS, Organizaciones Indígenas, Organizaciones Ambientales, Investigadores en conservación y restauración

Anexo: lista de productos generados durante el Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía

Componente planificación y preparación

- Informe con la línea base para los componentes de: Biodiversidad, Recurso Hídrico, Minería e Hidrocarburos, Agropecuario y Agroindustria y Dimensión Humana para la región
- Informe de diagnóstico de la región en materia de adaptación al cambio climático
- Informe de diagnóstico de la región en materia de mitigación del cambio climático
- Informe con la identificación de las nuevas políticas, proyectos y programas en materia de cambio climático que sean relevantes para la región.
- Informe con la propuesta de articulación entre los instrumentos de planificación y el Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía.
- Informe con la identificación de actores claves relacionados con la temática de cambio climático en la Orinoquía.
- Informe con cuatro inventarios departamentales de gases de efecto invernadero con base año 2010 y proyección de emisiones de gases de efecto invernadero a 2040

Componente de gestión de la información

- Informe con el análisis de los patrones hidroclimáticos de la región de la Orinoquía
- Informe con el análisis de los patrones climáticos extremos, a nivel histórico, para la región de la Orinoquía.
- Informe con la proyección climática de la precipitación media, temperatura máxima, temperatura mínima, brillo solar y humedad relativa para 3 escenarios de cambio climático para 2040 en la región de la Orinoquía
- Informe con la proyección climática de eventos extremos para 3 escenarios de cambio climático para 2040 en la región de la Orinoquía.
- Informe con la identificación de los posibles impactos del cambio climático en la biodiversidad, recurso hídrico, minería e hidrocarburos, agropecuario / agroindustria y dimensión humana.
- Mapa con la georreferenciación de los eventos y efectos, los elementos del sistema que se puedan ver afectados y los atributos de los posibles impactos.
- Informe con el análisis de vulnerabilidad para tres escenarios de cambio climático para 2040 en la región de la Orinoquía.
- Informe con la caracterización del riesgo climático para la región.
- Informe con la identificación, caracterización y análisis de percepción del riesgo de las comunidades indígenas
- Informe con la descripción y análisis del comportamiento esperado del ecosistema y los sectores económicos de cara a los efectos y eventos asociados al cambio climático.

Plan integral de adaptación y mitigación

- Informe con los alcances generales de las medidas de adaptación y mitigación
- Informe con la priorización de las medidas desde los criterios de reducción de GEI, reducción del riesgo climático y aprovechamiento de oportunidades emergentes del cambio climático.
- Informe con el portafolio concertado de medidas de adaptación y mitigación para la Orinoquía.
- Informe con la estimación del costo implícito para cada una de las medidas de adaptación y mitigación identificadas y priorizadas.
- Informe con las medidas de reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques que son útiles desde una perspectiva de adaptación y mitigación
- Informe con las medidas de adaptación y mitigación prioritarias para la región.
- Informe con las experiencias aprendidas de otros procesos similares al Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía.
- Informe con los roles y responsabilidades de los actores de la región en los programas del Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía.
- Informe con los tiempos de ejecución de las medidas de adaptación y mitigación.
- Informe con las fuentes de financiación públicas y privadas de orden nacional que pueden apoyar la ejecución de las medidas de adaptación y mitigación.
- Informe con las fuentes de financiación de orden internacional que pueden apoyar la ejecución de las medidas de adaptación y mitigación.
- Informe con estrategias administrativas innovadoras para la generación de recursos para la financiación del plan.
- Informe con los mecanismos de operatividad para la ejecución de los recursos del plan.
- Informe con el reglamento operativo del plan.

Sistema de seguimiento y evaluación

- Informe con los indicadores de seguimiento determinados para las medidas de adaptación y mitigación.
- Informe con la propuesta de seguimiento y evaluación del Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía.
- Informe con la propuesta de evaluación del impacto final del Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía.

Estrategia de educación

- Informe con la estrategia de educación de cambio climático para la Orinoquía.
- Informe con la guía para la promoción de la educación desde un sentido práctico.
- Informe con la propuesta para incluir en los PRAUS de la región el tema de cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnell N.W. et al, a. M. (2004). Climate and socio-economic scenarios for global-scale climate change impacts assessments: characterising the SRES storylines. *Global Environmental Change*, 3 - 20.
- Benavides, J. (2010). El desarrollo económico de la Orinoquía. Bogotá: CAF, Redesarrollo.
- BGCI, (2016), Botanic gardens conservation international, Climate Change and Plants, en: <https://www.bgci.org/policy/climate-change-and-plants/>
- Ceballos, G., Ehrlich, P., Barbosky, A., Dudik M, Ferrier, S., Guisan, A., & Hijmans, R. (2015). Accelerated modern human induced species losses entering the 6th mass extinction. *Science*, Adv.1.
- Cicero. (1998). Reforestation and climate change mitigation. Oslo.
- Correa, H., Ruiz, S., & Arévalo, L. (2005). Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá: CorpOrinoquía, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ.
- DANE. (2005). La visibilización estadística de los grupos étnicos colombianos, Bogotá,
- DANE (2010). Proyecciones municipales 2006-2020, Publicaciones oficiales, Bogotá. OJO Revisar año en el texto
- DNP (2011). Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. DNP, Bogotá D.C.
- DNP (2014). Impactos económicos del cambio climático en Colombia, Publicaciones oficiales, Bogotá
- ICA. (2016). Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional Agropecuario. Colombia.
- IDEAM, (2015). Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100, Publicaciones oficiales, Bogotá
- IDEAM. (2012). Catálogo de Patrones de Coberturas de la Tierra Colombia. Bogotá
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015). Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- IGAC (2012). Resguardos indígenas, Bogotá
- INCODER. (2010). Resguardos indígenas legalmente constituidos. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural.
- IPCC. (2007). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). IPCC.
- IPCC (2014). Cambio climático 2014: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Available online at https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf.
- Jiménez, D. Delerce, S. Dorado H. (2015). Identificación de factores limitantes de la producción en arroz en Colombia. Informe Final convenio MADR – CIAT.
- Lasso, C. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Editores). (2010). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. IAvH, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia) Bogotá, D.C., Colombia. Páginas 27- 70
- Ruíz, F. (2010). Cambio climático en temperatura, precipitación y humedad relativa usando modelos meteorológicos de alta resolución (Panorama 2011-2100). IDEAM-METEO, Bogotá D.C.
- Swiss Re (2015). Sigma Report No 2/2015 – Natural catastrophes and man-made disasters in 2014: Convective and Winter storms generate most losses.
- Swiss Re Economic Research and Consulting. (2015): Sigma world insurance database.
- Thuiller, W. (2007). Biodiversity climate change and the ecologist. *Nature*, 448: 550-552.
- UPRA. (2015a). Departamento de Arauca: Vocación de uso del suelo, cobertura de la tierra, zonificación para plantaciones forestales comerciales, tamaño de la propiedad, producción agrícola. Obtenido de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria: <https://sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental/arauca>
- UPRA. (2015b). Departamento de Vichada: Vocación de uso del suelo, Cobertura de las tierras, Conflictos de uso, Zonificación para plantaciones forestales comerciales, Suelos potenciales para adecuación de tierras, Producción agrícola. Obtenido de Unidad de Planificación Rural Agrícola : <https://sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental/vichada>
- UPRA. (2015c). Departamento del Casanare: Vocación de uso del suelo, cobertura de la tierra, Zonificación para plantaciones forestales comerciales, tamaño de la propiedad, producción agrícola. Obtenido de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria: <https://sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental/casanare>
- UPRA. (2015d). Departamento del Meta: Vocación de uso del suelo, Cobertura de las tierras, Zonificación para plantaciones forestales comerciales, Suelos potenciales para adecuación de tierras, Producción agrícola. Obtenido de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria: <https://sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental/meta>
- Urna de Cristal. (2017) "Así Invierte El Gobierno En Los Llanos Orientales Y La Orinoquía | Urna De Cristal". urnadecristal.gov.co. N.p., 2017. Web. 28 Apr. 2017.
- Viloria, J. (2009). Geografía económica de la Orinoquía. Cartagena: Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional. Banco de la República.
- CIPAV, WWF Colombia, y Fundación Horizonte Verde. (1998). "Informe Técnico, Diagnóstico y definición de prioridades para la conservación y manejo de la Biodiversidad en la Orinoquía colombiana "

LA PRESENTE EDICIÓN DE 1.000 EJEMPLARES
SE IMPRIMIÓ EN LIBRE EXPRESIÓN CREATIVOS S.A.

CALI, MAYO DE 2017

