



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMERICA

Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina - ICAA

Análisis de costos de oportunidad de la iniciativa de implementación temprana REDD en el sector Güejar-Cafre

Departamento del Meta - Colombia

Conservation Strategy Fund | Conservación Estratégica | SERIE TÉCNICA No. 27 | septiembre de 2014



Sandra Viviana Zamora Rivera
Alfonso Malky Harb

ENGILITY • IRG



Programa de Investigaciones Económicas
Aplicadas para la Conservación en la
Amazonía Andina

Análisis de costos de oportunidad de la
iniciativa de implementación temprana
REDD en el sector Güejar-Cafre
Departamento del Meta - Colombia

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo los términos del contrato N°AID-EPP-I-00-04-00024-00.

Las opiniones aquí expresadas son las del autor (es) y no reflejan necesariamente la opinión de USAID ni del Gobierno de los Estados Unidos.

Esta investigación ha sido producida por encargo de la Unidad de Apoyo de la Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) liderada por International Resources Group (IRG) y sus socios: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), Corporación de Gestión y Derecho Ambiental (ECOLEX), Social Impact (SI), Patrimonio Natural (PN) y Conservation Strategy Fund (CSF).

Autores:**Sandra Viviana Zamora Rivera**

Profesional Servicios Ecosistémicos PNN Sierra de la Macarena
Parques Nacionales Naturales de Colombia
raflexia2@yahoo.com

Alfonso Malky Harb

Gerente Técnico para la región Andes Amazonía
Conservación Estratégica, CSF
alfonso@conservation-strategy.org

Edición: Juana Rosa Iglesias López. Jr. Aguarico 654- 202 Breña, Lima

Foto de portada y contraportada: Río Güejar, municipio de San Juan de Arama. Por César A. Zárate, 2010

Diagramación: Calambur SAC

Imprenta: Billy Víctor Odiaga Franco. Av. Arequipa 4558, Miraflores

Tiraje: 500 ejemplares

Conservación Estratégica- CSF

Oficina en Perú
Calle Víctor Larco Herrera No. 215 - Lima
Teléfono: (+51-1) 6020775
andes@conservation-strategy.org

International Resources Group LTD

Sucursal Perú
Av. Primavera 543 OF. 302 - Lima
Teléfono: (+51-1) 6378153 / 6378154

Asociación Campesina para la Agricultura Agroecológica y el Comercio Justo en la Cuenca del Río Güejar - Agrogüejar

Calle 25C N° 19 D 18, Villavicencio, Colombia
Teléfono: (571) 3204956379
Correo electrónico: apiariovictorhmb@gmail.com

Parques Nacionales Naturales de Colombia

Cra 10 N° 20-30, Bogotá, Colombia
Teléfono: (57 1) 3532400
www.parquesnacionales.gov.co

Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas

Calle 72 N° 12-65, Bogotá (Colombia)
Teléfono: (571) 7562602
www.patrimonionatural.org.co

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-14276
ISBN 978-612-46730-2-3

Este documento puede ser descargado de las páginas web:

<http://www.amazonia-andina.org/amazonia-activa/biblioteca/publicaciones>

<http://conservation-strategy.org/es/reports>

Impreso en Perú

Todos los derechos reservados de acuerdo con el D. Leg 822 (Ley sobre Derechos de Autor). Prohibida su reproducción sin autorización previa de los autores.



Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Asociación Campesina para la Agricultura Orgánica y el Comercio Justo en la cuenca del río Güejar (Agrogüejar), especialmente a Victor Hugo Moreno, William Betancourt, Andrés Ayala, Henry Ortiz, Paola Londoño y Eliecer Marin por su valiosa participación en todo el proceso de investigación y en la recolección de la información socioeconómica base de los análisis realizados.

Un reconocimiento particular al proyecto Incentivos a la Conservación, componente 2 caso piloto Macarena, liderado por el Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas -Patrimonio Natural- y Parques Nacionales Naturales de Colombia, por la oportunidad de aportar elementos de análisis a la iniciativa de implementación temprana REDD del sector Güejar-Cafre, y también por aportar recursos de contrapartida a la investigación.

Un agradecimiento especial al Jefe de Área Protegida, Cesar A. Zárate, y al equipo del Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena: Arelis Arciniegas, Luz Dary Rodríguez, Pablo Paya, Jaime Castellanos, Manuela Camacho, Luis Fernando Gil, Mayerlei Martínez, Mauricio Camacho, Diana Ropain, quienes de manera permanente acompañaron los talleres y apoyaron las distintas actividades realizadas en campo.

Se reconoce y agradece el apoyo técnico brindado por los profesionales del proyecto REDD Amazonía, liderado por la Dirección Territorial Amazonía de Parques Nacionales Naturales, y especialmente al ingeniero forestal Carlos Abondano, profesional SIG quien asumió todo el proceso de generación cartográfica requerida en el análisis. Agradecemos también al revisor externo, Pablo Benítez del Banco Mundial, por sus valiosos aportes y sugerencias para el mejoramiento del documento en general.

A familiares y amigos que con amor y paciencia, supieron comprender la necesidad de dedicación e importancia de todo este proceso.

Finalmente gracias a la Unidad de Apoyo de la Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) por la beca de investigación otorgada.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	5
ÍNDICE	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE MAPAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN.....	19
Los mercados de carbono.....	21
Proceso REDD en Colombia e iniciativas de implementación temprana	22
ÁREA DE ESTUDIO	25
Importancia ecosistémica y co-beneficios	33
METODOLOGÍA	34
Caracterización del área y sistemas de producción	37
Universo de muestreo, tipo de muestreo y tamaño de muestra	41
Diseño y aplicación de encuestas socioeconómicas	44
Encuesta individual	44
Encuesta grupal	48
Recopilación y sistematización de información sobre contenidos de carbono en diferentes usos del suelo	51
Proyección de deforestación futura	54
Rentabilidad y valor presente neto de los usos del suelo	55
Consideración de supuestos y tratamiento de datos para estimación de rentabilidad	59

Generación de mapas de rentabilidad y costos de oportunidad	67
Estimación de costos de oportunidad	68
RESULTADOS	72
Actividades productivas predominantes	73
Rentabilidad de la actividad ganadera	82
Rentabilidad de la actividad agrícola	84
Trayectorias productivas	88
El cultivo de hoja de coca	90
Contenidos de carbono en bosques, cultivos y pastos	93
Carbono en bosques	93
Carbono en cultivos y pastos	95
Proyección de deforestación	98
Estimación de costos de oportunidad de deforestación evitada	101
CONCLUSIONES	111
DISCUSIÓN E INCIDENCIA EN POLÍTICA	115
BIBLIOGRAFÍA	120
ANEXOS	128

ÍNDICE DETABLAS

TABLA 1. Categorías y zonificación del AME Macarena por departamento ...	28
TABLA 2. Área deforestada por vereda durante los periodos 2000-2005 y 2005-2010, en el sector Güejar-Cafre	32
TABLA 3. Sistemas de Producción (SP) identificados en el sector Güejar-Cafre	38
TABLA 4. Aspectos generales incluidos en el formato de encuesta socioeconómica aplicada en el sector Güejar-Cafre	45
TABLA 5. Relación de aspectos económicos y productivos incluidos en la encuesta individual	46
TABLA 6. Relación del número de casos analizados por tipo de actividad productiva	48
TABLA 7. Relación de aspectos económicos y productivos incluidos en la encuesta grupal	49
TABLA 8. Rentabilidad obtenida por actividad productiva y por vereda	80
TABLA 9. Relación de valores mínimos y máximos de rentabilidad agrícola obtenidos	85
TABLA 10. Valores comparativos de rendimientos y rentabilidades agrícolas obtenidos en el sector Güejar-Cafre, y los reportados a nivel municipal	86

TABLA 11. Resultados de estimaciones de contenidos de carbono en bosques de tierra firme y bosque inundable en el sector Güejar-Cafre	93
TABLA 12. Contenido de carbono estimado a partir de muestras tomadas en campo	95
TABLA 13. Comparación de contenidos de carbono estimados en este estudio y otros	97
TABLA 14. Deforestación histórica estimada para el sector Güejar-Cafre entre 1990 y 2012	99
TABLA 15. Escenarios de precios por tCO ₂ e y relación porcentual de casos cuyos costos de oportunidad pueden cubrirse	105
TABLA 16. Costo de oportunidad (promedio ponderado) por hectárea en el sector Güejar-Cafre	106
TABLA 17. Contenidos de carbono (promedio ponderado) por hectárea en el sector Güejar-Cafre	107
TABLA 18. Costos de oportunidad en escenarios de compensación del 75% y 50% de la deforestación proyectada	108
TABLA 19. Estimación de beneficios por deforestación evitada en un plazo de 20 años	109
TABLA 20. Diferencias entre beneficios proyectados por deforestación evitada y costos de oportunidad	109

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. Área de Manejo Especial de la Macarena y su zonificación según Decreto Ley 1989 de 1989	27
MAPA 2. Ubicación del área de estudio de la investigación en el AME Macarena .	30
MAPA 3. Tamaño predial en el sector Güejar-Cafre	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema metodológico utilizado para el análisis de costos de oportunidad de la iniciativa de implementación temprana REDD en el sector Güejar-Cafre	36
FIGURA 2. Esquema para la identificación de las trayectorias productivas	51
FIGURA 3. Distribución de los casos según actividades agrícolas y/o pecuarias, y porcentaje de área dedicada a cultivos o pastos en 2012 en el Guejar-Cafre...	73
FIGURA 4. Relación de número de predios ganaderos por sistema productivo	75
FIGURA 5. Proporción representada por uso del suelo, según encuestas aplicadas	76
FIGURA 6. Área total en pastos y cultivos en 2012, por vereda	76
FIGURA 7. Cambio de uso del suelo ocurrido entre 1960-2012 en el sector Güejar-Cafre, según testimonios de participantes de la comunidad	77
FIGURA 8. Rentabilidad promedio por actividad productiva en el sector Güejar-Cafre	81
FIGURA 9. Diagrama de caja de la rentabilidad de la actividad ganadera (carne y leche)	83
FIGURA 10. Diagrama de caja de la rentabilidad de la actividad agrícola	84

FIGURA 11. Trayectorias productivas típicas identificadas para el sector Güejar-Cafre	89
FIGURA 12. Tasas de deforestación según periodo (1990-2012)	99
FIGURA 13. Valores promedio de VPN y costos de oportunidad expresados en CO ₂ e, según actividad productiva	101
FIGURA 14. Valores promedio de VPN y costos de oportunidad expresados en CO ₂ e, por trayectoria productiva	102
FIGURA 15. Emisiones evitadas y contenidos de carbono (tC/ha) según actividad productiva	104



Resumen
Abstract

La implementación de un esquema de compensación por conservación de los bosques tropicales reviste especial significación en regiones como el Área de Manejo Especial de la Macarena (AME Macarena), ubicada estratégicamente en Colombia, en el único sitio donde convergen los tres ámbitos ecosistémicos más importantes del país -andino, amazónico y orinocense-, pero donde, contradictoriamente, también se localizan las áreas boscosas con las mayores tasas de deforestación a nivel nacional.

Por lo anterior, y considerando el proceso institucional adelantado para la formulación de iniciativas de implementación temprana REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques) en sectores del AME Macarena, se propuso el análisis de costos de oportunidad en el sector Güejar-Cafre del municipio de Puerto Rico (Meta), el cual ha permitido comprender las dinámicas socioeconómicas y procesos de cambio de uso del suelo que se dan en un territorio en particular, pero que sin duda reflejan la situación que puede ocurrir también en toda la región del AME Macarena.

Este análisis considera la implementación de un esquema REDD, para lo cual se aproximaron los costos de oportunidad de poner en marcha ese esquema, estimando y comparando la rentabilidad de los diferentes usos del suelo, y teniendo en cuenta sus respectivos contenidos de carbono. Las principales etapas fueron: i) diseño y aplicación de 199 encuestas socioeconómicas, ii) estimación de los beneficios netos (rentabilidad US\$/ha) generados por cada actividad productiva, iii) síntesis y estimación de contenidos de carbono en bosques y otros usos del suelo, y iv) estimación y espacialización de los costos de oportunidad.

A partir de las estimaciones realizadas pudo concluirse que la actividad agrícola (especialmente el cultivo de yuca, con un promedio de US\$ 806/ha) tiene gran importancia en términos de seguridad alimentaria para la región y reporta los mayores beneficios netos, a pesar de que la actividad ganadera es la que ocupa una mayor extensión de tierra.

Respecto a los costos de oportunidad estimados con una proyección de 20 años, el 65% de los casos analizados presenta valores inferiores a los US\$ 5/tCO₂e, con un promedio de US\$2,89/tCO₂e y una rentabilidad actualizada (Valor Presente Neto, VPN) de US\$1.279/ha en promedio. En términos de deforestación esperada se proyectó que en los próximos 20 años se deforestarán 6.772 ha, a una tasa promedio anual de 2,2%. En base a esa información, se estimó el costo de oportunidad de evitar la deforestación en el área de estudio, considerando dos escenarios de deforestación evitada (75% y 50% del total de la deforestación proyectada), ascendería a US\$9,6 y US\$ 6,4 millones respectivamente.

Los posibles ingresos que se podrían generar, a través de un esquema REDD, bajo los mismos escenarios de deforestación evitada (75% y 50%) y con un precio de US\$ 6/tCO₂e, serían de US\$ 13,8 y US\$ 9,2 millones en los mismos 20 años, equivalentes a US\$ 693.405 y US\$ 462.270 anuales. De acuerdo a esas estimaciones se calculó que el precio mínimo al que debería negociarse cada VCU (Verified Carbon Unit) sería de US\$ 6/tCO₂e, cubriendo con ello el 75% de los costos de oportunidad en los casos analizados¹. Con un precio de US\$ 4/tCO₂e no sería posible cubrir ni siquiera los costos de oportunidad.

Según las estimaciones realizadas, los ingresos provenientes de las emisiones evitadas, asumiendo precios de US\$ 5/tCO₂e y US\$ 6/tCO₂e, cubrirían el 100% de los costos de oportunidad en el área de estudio; sin embargo, dado que además deben tenerse en cuenta los costos de transacción y de implementación en este tipo de iniciativas, los excedentes calculados en el mejor escenario de deforestación evitada (75% del área de estudio) permitirían cubrir tan solo el 20% de dichos costos. Por lo anterior, para cubrir los requerimientos de financiación en un 100% se hace necesaria la gestión de recursos adicionales a los que provendrían de las emisiones evitadas.

¹ La consideración de un precio de US\$ 6 es coherente con los registros reportados en el mercado voluntario entre 2011 y 2012 (Peters-Stanley & Yin, 2013), donde se observaron precios de US\$ 6,2 y 5,9/tCO₂e, respectivamente.

Finalmente puede resaltarse la utilidad de los resultados de este estudio en términos de su posible contribución, con elementos analíticos derivados de información primaria desde un enfoque ascendente (*bottom-up*)², al proceso que se adelanta a nivel nacional entorno a la Estrategia Nacional REDD y a otras iniciativas como “Visión Amazonía” y “Corazón de la Amazonía”, tomando en cuenta el creciente interés de tener una aproximación a los costos totales (oportunidad, implementación, transacción) de la implementación del mecanismo en el país y considerando que hasta el momento solo ha habido una aproximación desde enfoques descendentes (*top-down*), los cuales muchas veces pueden generar modelos simplistas de cambio de uso del suelo y tienden a generalizar dinámicas que son muy particulares en regiones como la del AME Macarena.

² Los estudios ascendentes (*bottom-up*) se basan en datos empíricos subnacionales sobre la rentabilidad del suelo. Asimismo, los cálculos de densidad de carbono (tC/ha) y los de costo de oportunidad por área (US\$/ha) son específicos para regiones y periodos de tiempo determinados. Por lo tanto, los cálculos de los costos de oportunidad dependen de la disponibilidad y de la calidad de la información local.

Opportunity costs, socio-economic dynamics, and land use changes were analyzed in the Colombian Amazon where Andes and Amazon ecosystems converge with the Orinoco watershed that are threatened due to high rates of deforestation. In planning for the implementation of REDD (reduced emissions from deforestation and degradation) and a compensation scheme to conserve tropical forests, opportunity costs to avoid deforestation were estimated and compared to the net return of alternative land uses and their respective carbon reserves.

Analytical steps included: 1) design and application of 199 socio-economic surveys; 2) estimated net returns per hectare generated for each productive activity; 3) estimated carbon content in forests and agricultural land uses; and 4) estimated opportunity costs for avoid deforestation.

Results from the study area of 4,260 ha indicate that agricultural crops, particularly yuca cultivation has the highest net benefit (\$806/ha) followed by plantains (\$658/ha) which are important for food security; whereas, livestock production and pasture generates \$106/ha (meat) and \$206/ha (milk) but accounts for the largest land use and occupies 90% of the area.

Using a 20 year projection, the opportunity costs of 65% of the cases analyzed provides an average net benefit for forest conservation of \$1,279/ha at an average value of \$2.89/tCO₂e. If the deforestation continues at the current annual rate of 2.2%, 6,722ha will be deforested or an opportunity cost (considering 75% and 50% of projected deforestation) calculated at \$9.2M and 6.4M respectively.

Scenarios from avoided deforestation and REDD compensation schemes over the next 20 years could generate an estimated \$13.8M and \$9.2M with a \$6/tCO₂e price covering 75% of the opportunity costs. Assuming a price of \$4/tCO₂e, it would be impossible to cover the opportunity costs.



Introducción

En el ámbito de las discusiones sobre cambio climático a nivel mundial en la Convención Marco de Naciones Unidas para Cambio Climático (CMNUCC), y a partir de la idea de incluir la reducción de emisiones por deforestación como medida global de mitigación de dicho cambio, en Indonesia, 2007 (Conferencia de las Partes-COP 13), se adoptó una decisión sobre el mecanismo de reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD) en los países en desarrollo, con el objeto de incentivar el reemplazo de prácticas generadoras de estos procesos, por otras que permitan la disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociadas a dichos cambios en el uso del suelo. Posteriormente, en la COP 16 (Cancún, 2010), se adoptó a REDD+ como un mecanismo de mitigación por aplicarse en los países en desarrollo, el cual involucra el manejo forestal sostenible, la conservación de los bosques y el aumento de las reservas de carbono (ONF Andina, 2014; World Bank, 2014).

Con la aprobación del “Marco de Varsovia para REDD+”, durante la COP 19 (Varsovia, 2013), el mecanismo REDD+ se constituye en una realidad, desarrollada en el contexto de la CMNUCC, que promueve las compensaciones por resultados alcanzados en términos de reducción de la deforestación y degradación para países en desarrollo con bosques (ONF Andina, 2014). Se acordó, a nivel mundial, que la implementación del mecanismo se efectuaría en tres fases: Preparación para REDD+, Implementación de REDD+ y Pago por resultados REDD+.

Para ello, en la actualidad, se promueve el desarrollo de actividades de implementación temprana y proyectos piloto que atiendan a las causas de deforestación en los diferentes países y contextos, así como también se fomenta, entre otros componentes, el fortalecimiento de capacidades, asistencia técnica y transferencia de tecnología en el proceso de recolección de datos, estimación de emisiones de deforestación y degradación de los bosques, monitoreo, reporte y verificación, los cuales -en su conjunto- aumentarán la probabilidad de éxito en la implementación de REDD en cada país.

No obstante, todavía falta definir algunos aspectos para que el mecanismo REDD+ sea totalmente operativo, destacando los siguientes: i) inclusión de REDD+ dentro del acuerdo Post-2020, ii) metodologías respecto a otros beneficios además del componente de carbono, iii) directrices detalladas acerca del Sistema de Información sobre Salvaguardas Ambientales y Sociales, iv) financiamiento para todas las fases de REDD+, especialmente para enfoques de no mercados, y v) articulación entre el mecanismo REDD+ en el marco de la CMNUCC y las iniciativas tempranas REDD que se adelantan en cada país (ONF Andina, 2014).

LOS MERCADOS DE CARBONO

A nivel mundial no existe uno, sino múltiples mercados de carbono con reglas propias, caracterizados por los tipos de activos comercializables y por los tipos de actores implicados. Se distinguen dos grandes categorías: i) los mercados de obligaciones, regulados por acuerdos internacionales (Protocolo de Kioto), de políticas nacionales o locales, y ii) los mercados voluntarios, que funcionan fuera de los compromisos reglamentados de reducción.

En el caso del mecanismo REDD, por el momento solo puede negociarse la reducción de emisiones a través del mercado voluntario— (Voluntary Emission Reduction- VER), con actores que compran reducciones de emisiones para “compensar” (total o parcialmente) o “neutralizar” sus impactos sobre el clima (Chenost *et al.*, 2010). Adicionalmente, según los acuerdos de Varsovia, el pago por resultados es otra opción de financiamiento para iniciativas REDD, proveniente de fondos bilaterales o multilaterales; p. e. Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) o BioCarbon Fund Initiative for Sustainable Forest Landscapes (ISFL), (World Bank, 2014), entre otros.

Entre 2011 y 2012 los precios promedio por tonelada de CO₂ equivalente en el mercado voluntario disminuyeron, pasando de US\$ 6,2 a 5,9/tCO₂e, respectivamente; sin embargo, este último sigue siendo significativamente mayor al precio de compensaciones reguladas de las Naciones Unidas, de menos de US\$1/tonelada (Peters-Stanley & Yin, 2013).

PROCESO REDD EN COLOMBIA E INICIATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN TEMPRANA

A nivel nacional el gobierno colombiano avanza en la construcción de la Estrategia Nacional REDD+ (versión 7.1) y, de manera articulada, se ha propuesto la meta de alcanzar una deforestación neta cero en el Amazonas para el 2020 (COP 15 y 16 de la UNFCCC) si se dispone de suficiente financiación internacional (MADS, 2013). Colombia también está comprometida a proteger los bosques amenazados, incrementando y fortaleciendo su Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

El gobierno, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), ha mostrado especial interés en apoyar la fase de implementación temprana REDD en el país, destacando el papel que pueden jugar las áreas que cuentan con una importante cobertura de bosques naturales, como la región Amazonía-Orinoquía. Dentro de este contexto, en el año 2009, la Dirección Territorial Amazonía-Orinoquía de Parques Nacionales Naturales de Colombia y Patrimonio Natural, Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas, iniciaron un proceso encaminado a analizar la pertinencia o viabilidad de formular y desarrollar iniciativas tempranas REDD en el Área de Manejo Especial de la Macarena (AME Macarena) y en el sector noroccidental del departamento del Guaviare, contratándose en 2010 a la Corporación Ecovera para realizar los estudios de prefactibilidad REDD en la zona mencionada.

Como resultado de dichos estudios, se encontró que existían las condiciones requeridas para la implementación de tres iniciativas tempranas REDD: i) en el área de jurisdicción de la Asociación Campesina para la Agricultura Orgánica y el Comercio Justo en la cuenca del río Güejar (Agrogüejar), sector Güejar–Cafre, al norte del Parque Nacional Natural (PNN) Sierra de la Macarena, ii) en el área de jurisdicción de la Asociación Campesina Ambiental de Losada Guayabero (ASCAL-G), al sur del PNN Tinigua, y iii) al noroccidente del departamento del Guaviare.

Cabe destacar que estas áreas representan algunos de los sectores donde el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM, 2010b) ha registrado las mayores tasas anuales de deforestación en el país, como en la Sierra de la Macarena, con 46.370 hectáreas deforestadas durante el periodo 2000-2005, seguida por el sur de la Amazonía colombiana con 42.679 hectáreas deforestadas.

Posteriormente, en el año 2012, mediante el apoyo de proyectos de cooperación financiados por la Unión Europea y por la Embajada de Holanda, se firmó un Convenio de Cooperación (el N° 001) entre Patrimonio Natural y la Alianza ONF Andina-Corporación Ecovera, para que entre otros productos específicos esta última formulara los documentos de diseño de proyecto (PDD, por sus siglas en inglés) para los tres sectores de trabajo priorizados ya mencionados.

Adicionalmente y de manera complementaria, la convocatoria hecha en 2012 por la Iniciativa para la Conservación de la Amazonía Andina (ICAA) para propuestas de Investigaciones Económicas Aplicadas para la Conservación de la Amazonía Andina se constituyó en una ocasión propicia para desarrollar un análisis de los costos de oportunidad de una de las iniciativas tempranas REDD, cuyos resultados se exponen en este documento. La relevancia de abordar este tipo de estimaciones radica en que se trata de un insumo clave para complementar el análisis de causas y agentes de deforestación, y facilita la identificación de opciones productivas alternativas para reducirla.

El objetivo central del análisis fue estimar los costos de oportunidad de evitar la deforestación en el área de influencia de la iniciativa de implementación temprana REDD en el sector Güejar-Cafre (municipio de Puerto Rico, departamento del Meta), en jurisdicción de Agrogüejar y área de influencia del PNN Sierra de la Macarena.



Área de estudio

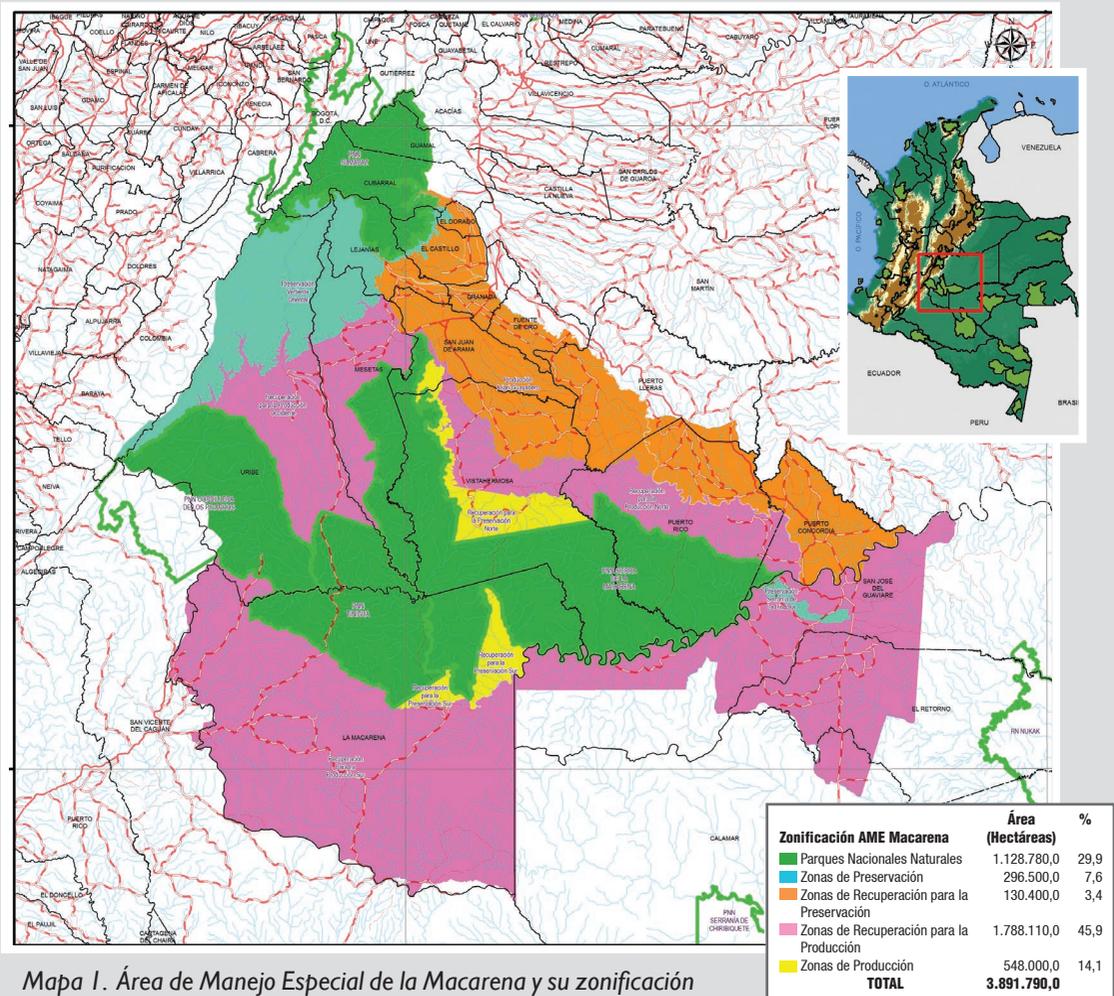
El sector Güejar-Cafre se circunscribe en un contexto biogeográfico y estratégico particular, entre otras razones porque se encuentra inmerso dentro del AME Macarena, definida y declarada como figura de ordenamiento ambiental del territorio mediante el Decreto Ley 1989 del año 1989 (Mapa 1). A través de la norma se buscó conciliar, en la denominada región de La Macarena, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables, y contribuir de esa manera a solucionar las problemáticas económicas y sociales que históricamente se habían configurado allí (Puentes, 2013).

En la actualidad la extensión territorial del AME Macarena es de 3.891.790 hectáreas (Tabla 1), en las que confluyen las regiones andina, orinocense y amazónica, conectando ecosistemas propios (páramos, subpáramos, bosques pedemontanos, bosques aluviales inundables, selva húmeda y sabanas, entre otros).

La declaratoria del AME Macarena establece dos figuras de ordenamiento ambiental y territorial: Parques Nacionales Naturales (PNN) y Distritos de Manejo Integrado de los Recursos Naturales (DMI). Los DMI a su vez están zonificados en cuatro categorías de manejo (Mapa 1). Teniendo en cuenta las figuras de ordenamiento y la zonificación de los DMI, existen dos tipos de áreas en el AME Macarena:

Áreas de estricta conservación: Conformadas por los Parques Nacionales Naturales, las zonas de preservación y las zonas de recuperación para la preservación.

Áreas para el desarrollo sostenible: Conformadas por las zonas de producción y las zonas de recuperación para la producción.



Mapa 1. Área de Manejo Especial de la Macarena y su zonificación según Decreto Ley 1989 de 1989.

Fuente: Parques Nacionales Naturales, 2013.

En el AME Macarena se encuentran cuatro Parques Nacionales Naturales: dos de ellos, Sierra de la Macarena y Tinigua, con la totalidad de su territorio en esta Área, mientras que Sumapaz y Cordillera de los Picachos solo tienen parte de su territorio en la misma. Existen además tres DMI: Macarena Norte, Macarena Sur y Ariari-Guayabero (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2012). En la tabla 1 se presenta el número de hectáreas por categoría y departamento, según la zonificación existente para el AME Macarena.

TABLA 1. CATEGORÍAS Y ZONIFICACIÓN DEL AME MACARENA POR DEPARTAMENTO

Zonificación AME Macarena		Meta (ha)	Guaviare (ha)	%*
Parques Nacionales Naturales	Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena	629.280	-----	16,2
	Parque Nacional Natural Tinigua	208.000	-----	5,3
	Parque Nacional Natural Sumapaz	137.000	-----	3,5
	Parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos	154.500	-----	4,0
DMI Macarena Norte	Zona de Recuperación para la Producción Norte	272.610	-----	2,5
	Zona de Recuperación para la Preservación Norte	97.200	-----	7,0
DMI Macarena Sur	Zona de Recuperación para la Preservación Sur (1)	33.200	-----	0,9
DMI Ariari-Guayabero	Zona de Producción	548.000	-----	14,1
	Zona de Recuperación para la Producción Occidente	170.000	-----	4,4
	Zona de Recuperación para la Producción Sur	866.009	479.491	34,6
	Zona de Preservación Vertiente Oriental de la Cordillera	286.000	-----	7,3
	Zona de Preservación Sierra La Lindosa	-----	10.500	0,3
	Zona de Recuperación para la Preservación Sur (2)	10.810		
Total AME Macarena		3.891.790		100

*En relación a lo que representa cada zona en el AME Macarena.

Fuente: Parques Nacionales Naturales, 2012.

Por otro lado, esta Área de Manejo Especial presenta una particular relevancia ecosistémica en distintos niveles:

A escala local: Porque se constituye en corredor altitudinal para flujo y reposición de especies, adonde converge gran diversidad de ecosistemas de los ámbitos andino, amazónico y orinocense (73 tipos identificados), y un número considerable de endemismos³; así como otros importantes servicios ecosistémicos como la regulación hídrica.

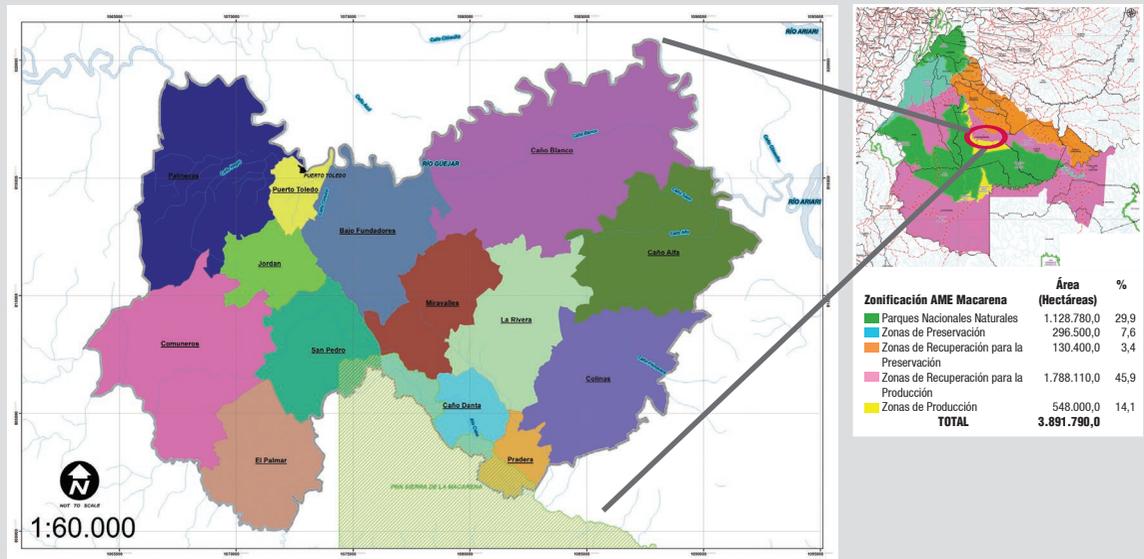
A escala regional: Porque es un área estratégica desde el punto de vista biogeográfico ya que cumple un papel fundamental de conexión entre los ámbitos andino, orinocense y amazónico, permitiendo una continuidad en el gradiente altitudinal entre elementos andinos, el piedemonte, la planicie orinocense y la planicie amazónica propiamente dicha,

A escala macrorregional: Porque el AME Macarena hace parte de las zonas identificadas como prioritarias para la conservación dentro de la cuenca amazónica, siendo varios de sus elementos reconocidos como importantes para el mantenimiento de condiciones ecológicas en términos de representatividad (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2012).

³ *Atendiendo a Gentry (1993): “Los sitios de gran endemismo y biodiversidad tienen una mayor evolución y, por tanto, ritmos más dramáticos de extinción” (citado en Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2005), lo cual parece ser una característica que le confiere vulnerabilidad ecológica al AME Macarena, sobre todo en las partes bajas de su gradiente altitudinal, teniendo en cuenta que está catalogada como un sitio de gran endemismo y biodiversidad (Parques Nacionales Naturales, 2012). Particularmente para el PNN Sierra de la Macarena, que ocupa un 16% del AME Macarena, se han descrito dos distritos biogeográficos, Macarena y Ariari-Guayabero, con tres características destacadas respecto a la biodiversidad biológica presente allí: albergue de ecosistemas únicos en el país, soporte de endemismos y gran variedad de fauna y flora.*

Esta región del AME Macarena es prácticamente el único continuo actual entre la vertiente cordillerana y la selva amazónica del país, presentando elevada vulnerabilidad y altísimas presiones por uso, las cuales -además de variados procesos de ocupación antrópica- han conllevado que el área presente un alto grado de fragmentación. Dichas presiones están relacionadas, en gran medida, con procesos de colonización orientada y/o espontánea a los que, en general, el sector de estudio Güejar-Cafre y el Bajo Ariari no han sido ajenos.

Específicamente el Güejar-Cafre, nuestra área de estudio, se localiza en un sector del AME Macarena, en el departamento del Meta (Bajo Ariari), y zona de influencia de Agrogüejar, que comprende 15 veredas del municipio de Puerto Rico (Mapa 2).



Mapa 2. Ubicación del área de estudio de la investigación en el AME Macarena.

Fuente: Elaboración propia a partir de información SIG/DTAM y Parques Nacionales Naturales, 2013.

Concretamente el sector se localiza en la zona de recuperación para la producción del DMI Macarena Norte, con una extensión de 42.858 hectáreas, donde habitan unas 579 familias colono-campesinas, provenientes de distintas regiones del país y asentadas en distintas épocas (el área de estudio comprende 35.131 ha). El límite sur del sector coincide con uno de los límites del PNN Sierra de la Macarena, constituyéndose en parte de la zona de influencia de esta área protegida.

La historia de poblamiento de esta región está ligada y se “refleja en un conjunto de procesos de orden social, económico y político que se concretan fundamentalmente en seis aspectos: el abandono de las instituciones y falta de políticas públicas; la extrema debilidad del capital social; los altos niveles de violencia asociados con la presencia de actores armados organizados; la profundización de la economía de la droga (cultivos de uso ilícito, procesamiento y tráfico); y la alta fragilidad ambiental de la región” (Agrogüejar, 2012), los cuales han determinado las formas de ocupación del territorio y el consecuente nivel de deterioro de los recursos naturales, fundamentales para el sostenimiento de procesos naturales, culturales y económicos.

Considerando la intervención antrópica en el sector específico de influencia de Agrogüejar, se estimó una tasa de deforestación anual de 954 ha en el periodo 1990-2000, y de 471 ha para el lustro 2000-2005 (Ecoversa, 2010), principalmente asociada con actividades productivas tales como la ganadería extensiva, agricultura, cultivos de uso ilícito, entre otras, que también generan considerables presiones al interior del área protegida, afectando su integridad ecológica. Además de este, existe otro reporte actualizado -obtenido del proceso de análisis de deforestación histórica para la iniciativa REDD- que registra una tasa de deforestación media anual de 322 ha/año para el periodo 2000-2005 y de 203 ha/año para el periodo 2005-2010 (Tabla 2).

TABLA 2. ÁREA DEFORESTADA POR VEREDA DURANTE LOS PERIODOS 2000-2005 Y 2005-2010, EN EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE

Veredas	Área de la vereda (ha)	Bosque 2012 (ha)	Área deforestada por periodos (ha)*	
			2000-2005	2005-2010
Pradera	679,31	400,27	30,66	7,03
El Palmar	2.134,08	1.766,68	77,02	51,77
Miravalles	1.850,23	1.074,62	57,54	16,87
Jordán	1.115,33	399,75	48,16	9,65
Palmeras	3.930,83	2.580,66	105,25	114,99
Puerto Toledo	575,17	286,39	18,76	10,46
Bajo Fundadores	2.694,71	1.378,02	83,52	65,21
Caño Alfa	3.302,57	1.103,31	70,62	104,26
San Pedro	1.998,56	960,03	70,08	14,70
Caño Blanco	6.104,93	3.680,26	162,79	211,58
Colinas	3.100,86	1.107,77	147,46	89,83
Caño Danta	1.198,69	686,05	43,29	26,61
La Rivera	2.457,71	1.087,53	82,97	59,16
Comuneros	3.985,35	2.208,92	195,80	78,83
Total	35.130,99	18.720,47	1.193,93	860,95

*Solo se consideran las veredas incluidas en el análisis (no se incluye Santa Lucía).

Fuente: Elaboración propia en base a información SIG-Alianza ONF-Ecovensa. Enero, 2013.

IMPORTANCIA ECOSISTÉMICA Y CO-BENEFICIOS

Si bien la iniciativa REDD del sector Güejar-Cafre ha tenido especial énfasis en el componente de carbono y los beneficios derivados de la deforestación evitada, es importante destacar los co-beneficios que puede generar este tipo de iniciativas para promover la conservación de los bosques, principalmente en áreas que, como esta, son relevantes para la conectividad entre diversos ecosistemas y para la conservación de las áreas naturales de la alta Amazonía occidental, garantizando una continuidad del paisaje en el contexto del AME Macarena a nivel regional y preservando servicios ecosistémicos como la provisión de agua, el control de procesos de sedimentación en las partes bajas, la facilitación de flujos genéticos entre las partes altas y la llanura, y la provisión de alimentos, materias primas y recursos genéticos, entre otros. Adicionalmente, en el nivel local, la provisión de bienes y servicios ecosistémicos como la regulación hídrica y climática, los productos forestales maderables y no maderables, el control de la erosión, entre otros, adquieren gran relevancia para la decisión de evitar la deforestación de los bosques, más allá de considerar únicamente su capacidad para el almacenamiento de carbono y su contribución a la mitigación del cambio climático.



{ Metodología

Es de amplio conocimiento, aunque todavía solo en ciertos sectores de la sociedad, que la deforestación y la degradación de los bosques constituyen las principales fuentes de emisión de CO₂ hacia la atmósfera, convirtiéndose en la tercera actividad a nivel mundial que más contribuye (18%) a la concentración de gases de efecto invernadero (GEI), luego del sector energético (26%) y del industrial (19%). Esta situación no es muy diferente en Colombia, por lo menos hasta el año 2004, cuando el cambio en el uso del suelo y la silvicultura (asociados a procesos de deforestación) conformaron la tercera actividad que generó mayores emisiones (14,5%), luego de la agricultura (38%) y de la energía (37%) (IDEAM, 2010a).

En este sentido, a nivel mundial y nacional se están haciendo muchos esfuerzos para enfrentar el problema de la deforestación, uno de ellos asociado con el desarrollo de sistemas de pagos para Reducir Emisiones causadas por Deforestación y Degradación (REDD) de los bosques en los países en desarrollo. Sin embargo, considerando que la deforestación ocurre, según la teoría económica más elemental, por decisión de los agentes de convertir el bosque en tierras para otros usos que produzcan los mayores beneficios financieros -el valor presente neto más alto- (Martin, 2008), es necesario realizar los análisis económicos de las decisiones que conducen a la conversión forestal a nivel nacional, o bien en los lugares donde se prevean acciones relacionadas con REDD, como es el área de estudio de esta investigación, estimando principalmente la diferencia de los beneficios netos entre la conservación de los bosques y los usos alternativos de la tierra. Esta diferencia se constituye en el costo de oportunidad de evitar la deforestación.

Estimar este costo permite también entender las causas económicas que conducen a la deforestación y a la degradación. Es claro que los agentes económicos, en su gran mayoría, no talan los bosques por el hecho de destruir y hacer daño, lo hacen porque esperan beneficios económicos. Estimar la magnitud de los costos de oportunidad ofrece un cálculo más o menos adecuado de las presiones responsables de la deforestación, mientras que entender cómo están distribuidos estos costos a lo largo de los diferentes grupos al interior de la sociedad nos revela quiénes ganan y quiénes pierden en REDD (Pagiola & Bosquet, 2010). Así mismo nos permite evaluar los lugares donde sería más

viable aplicar políticas o acciones orientadas a reducir la deforestación, según los contextos socioeconómicos analizados en cada caso.

El desarrollo metodológico se basó en aspectos fundamentales como: i) la caracterización del área y de los sistemas de producción predominantes, ii) la definición del tamaño muestral y su representación espacial (encuestas georreferenciadas), y iii) la consideración de variaciones inter-temporales como parte de estrategias productivas asumidas por los actores locales (consideración de trayectorias productivas). Aunque con ciertas variaciones, estudios como los de Malky *et al.*, 2012 y Aguirre *et al.*, 2013 han empleado metodologías similares, las cuales fueron consideradas para el diseño metodológico del presente análisis.

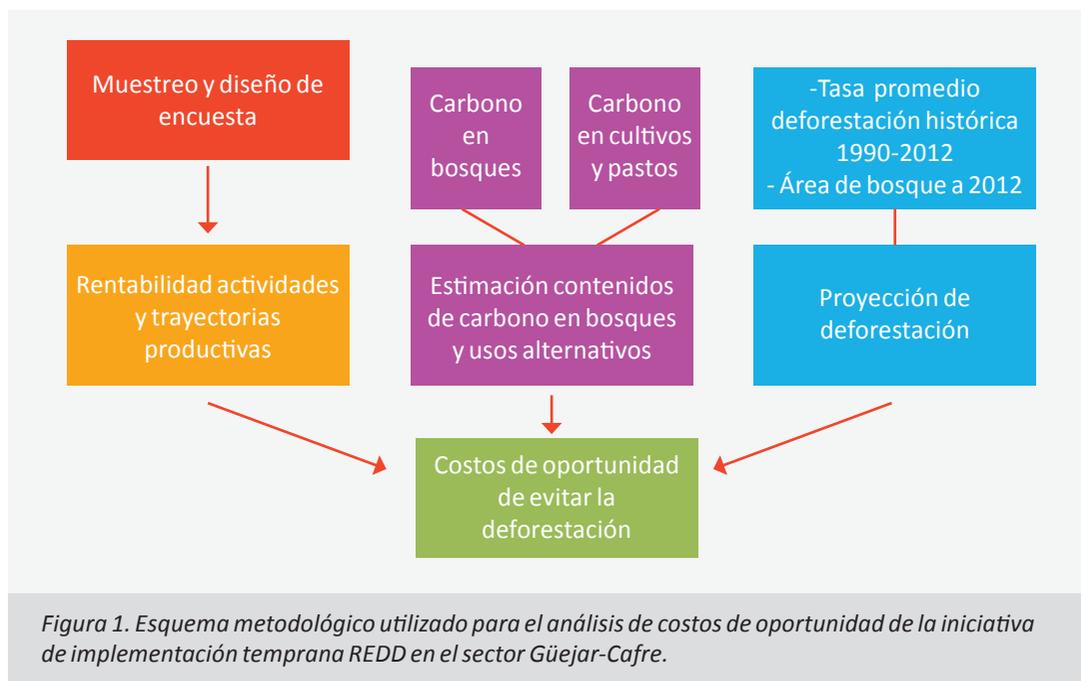


Figura 1. Esquema metodológico utilizado para el análisis de costos de oportunidad de la iniciativa de implementación temprana REDD en el sector Güejar-Cafre.

Fuente:Elaboración propia.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Se entiende por sistema de producción el conjunto de “las unidades funcionales espacio-temporales de producción del sector rural, asimilables al concepto predio o finca, cuya base es el manejo de ecosistemas transformados, o agroecosistemas, o la extracción de recursos de áreas silvestres o de baja intervención. Un sistema de producción puede representar varias fincas o predios que presentan características similares” (Rojas & Clavijo, 2003).

En este sentido, para el sector Güejar-Cafre, se habían identificado desde 2009 tres sistemas de producción (SP) principales, a partir de los cuales fue posible definir el tipo de muestreo y el tamaño de muestra representativa que debían considerarse para la aplicación de la encuesta socioeconómica, diseñada con el propósito de recopilar información primaria sobre los ingresos y costos (monetarios y no monetarios) de las principales actividades productivas que se desarrollan actualmente en el área de estudio. Los sistemas de producción utilizados como base se detallan en la siguiente tabla:

TABLA 3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN (SP) IDENTIFICADOS EN EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE

SP1	SP2	SP3
Jornaleo y actividades agrícolas de pancoger ⁴ (plátano, yuca, maíz) en extensiones menores a 15 ha, bajo condiciones de terrazas aluviales altas, medias y bajas.	Cultivos transitorios (maíz, frijol), ganadería bovina en pequeña escala y actividades de pancoger, con extensiones entre 15 y 50 ha, bajo condiciones de terrazas aluviales altas y medias.	Ganadería bovina y/o arrendamiento de pastos, y actividades agrícolas de pancoger (arroz, plátano, yuca), con extensiones mayores a 50 ha, bajo condiciones de terrazas aluviales altas y medias.
Área estimada: 18.173 ha.	Área estimada: 7.690 ha.	Área estimada: 2.693 ha.
469 predios.	263 predios.	230 predios.

Fuente: *Elaboración propia en base a superposición de mapas fisiográficos y tamaño predial. SIG/DTAM.*

La estimación de la extensión de cada sistema de producción y número de predios dentro de ellos se realizó a partir del cruce de los mapas temáticos, predial y de unidades fisiográficas disponibles, utilizando la herramienta SIG (Mapa 3).

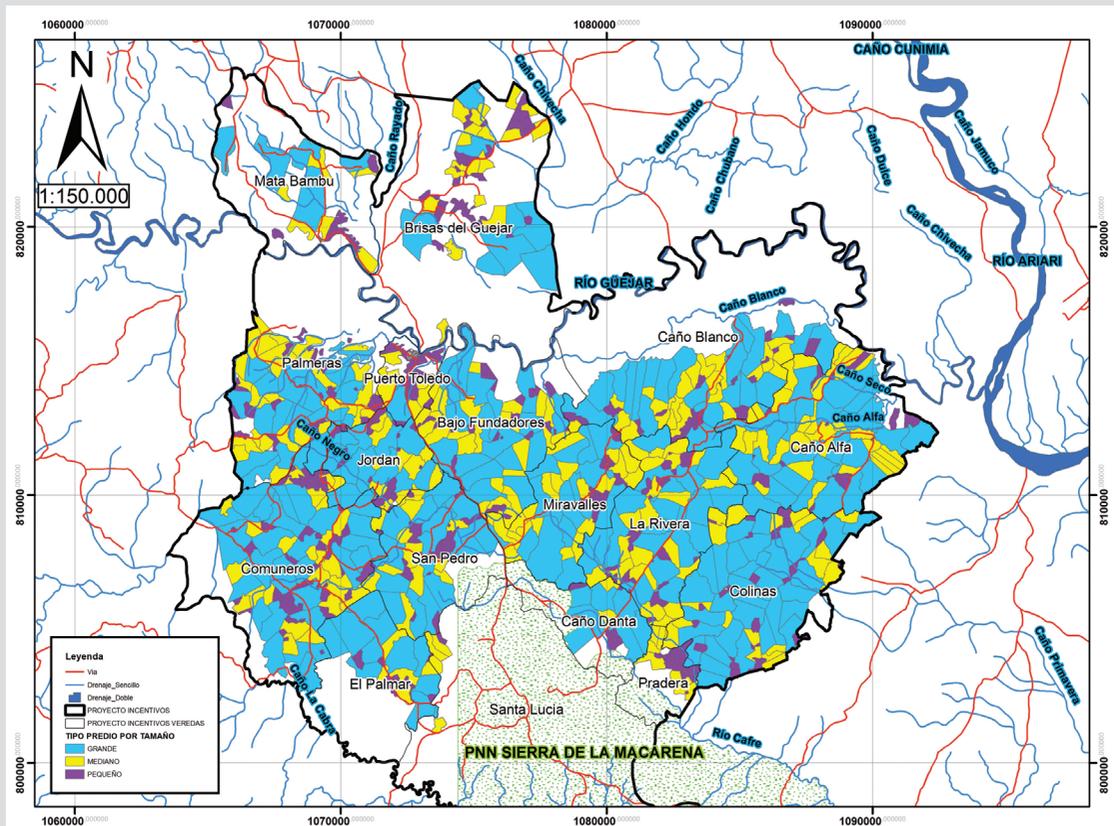
Como se observa, para la definición de cada sistema de producción se consideraron algunos aspectos fundamentales como las actividades productivas predominantes, tamaño de predios y su ubicación fisiográfica. A continuación se detallan algunas consideraciones al respecto:

⁴ *Se trata de aquellos cultivos agrícolas (por lo general transitorios) que sustentan el autoabastecimiento de las familias, garantizando su seguridad alimentaria.*

- a) Las actividades predominantes en la zona son las agrícolas de pancoger-cultivos transitorios y las pecuarias de ganadería bovina en pequeña escala; es decir, con unas 50 a 100 Unidades de Gran Ganado (UGG)⁵.
- b) Los tamaños de predios en el sector varían de entre menos de una Unidad Agrícola Familiar (UAF)⁶ hasta más de una; es decir, es posible encontrar predios con menos de 59 ha (el 79% de los casos) y con más de 80 ha (el 5% de los casos). El 16% de predios tiene un tamaño igual a la UAF. En Colombia esta unidades calculada por zonas relativamente homogéneas, por parte del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) sobre la base de las condiciones establecidas por la Ley 160 de 1994 para su definición. En el sector Güejar-Cafre, la UAF oscila entre 59 a 80 ha.
- c) En este sector, la unidad fisiográfica “terrazza” ha sido identificada como la predominante, presentando diferencias estructurales que obligan a subdividirla en terraza alta, media y baja. Algunas características particulares de estas subunidades evidencian las diferencias entre sí y la necesidad de incluir esta variable para la clasificación de sistemas de producción.

⁵ Una UGG corresponde a un macho adulto de 500 kg de peso, o a una hembra adulta de 450 kg, o a dos toretes o novillos, o a cuatro terneros o terneras. En cualquier caso este número de animales suma un equivalente a cerca de 500 kg de peso.

⁶ La Ley 160 de 1994 define la UAF como “la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio. La UAF no requerirá normalmente para ser explotada, sino del trabajo del propietario y su familia, sin perjuicio del empleo de mano de obra extraña, si la naturaleza de la explotación así lo requiere”.



Mapa 3. Tamaño predial en el sector Güejar-Cafre.

Fuente: SIG PNN Sierra de la Macarena - Mapa predial sector Güejar-Cafre. Esc. 1:100.000

La **terrazza alta** está dividida en dos subunidades (subpaisajes): laderas y cimas. Las laderas se extienden hacia la terraza media y en muchas ocasiones se confunden con ella. Sin embargo, la característica dominante en la terraza alta es la presencia importante de capas de gravilla petroférica, limitante fuerte para el uso y manejo de los suelos, mientras que en la terraza media esta presencia no es tan significativa y en muchas ocasiones está ausente. En las cimas de las terrazas altas ocurren casi exclusivamente procesos erosivos y degradativos, por sus condiciones de áreas residuales que no pueden recibir materiales excepto por vía eólica, y que por lo tanto están continuamente en un proceso de pérdida de sus componentes físicos y químicos, generando un empobrecimiento lento y continuo tanto del suelo como de la biodiversidad.

En la **terrazza media** existen mejores condiciones que en la terraza alta para el uso y conservación de la tierra: cimas amplias y planas, ausencia general de gravilla petroférica, ultisoles profundos, contenido medio de materia orgánica, sin capas impermeables en el perfil del suelo.

La **terrazza baja** es de menor antigüedad que las otras dos, pero presenta suelos viejos, muy evolucionados y quizás corresponda a una formación sedimentada a principios del Holoceno. Se caracteriza por un relieve plano, suelos profundos, buen drenaje, sin gravilla petroférica y con texturas francas en los primeros horizontes, inexistencia de peligro fuerte de erosión o movimientos masivos, lo que permite realizar un tipo de uso intensivo o semi-intensivo (Fundación Puerto Rastrojo, 2007).

UNIVERSO DE MUESTREO, TIPO DE MUESTREO Y TAMAÑO DE MUESTRA

Con la información cartográfica disponible y la definición de los sistemas de producción para el sector Güejar-Cafre se conformó un universo de 962 predios para aplicar un muestreo por conglomerado bietápico⁷, considerando a cada sistema de producción como grupo natural o conglomerado. De esta manera, se partió del supuesto de que cada uno de estos sistemas contendría toda la variabilidad de la población, por lo que podrían seleccionarse al azar algunos miembros de cada grupo para la aplicación de la herramienta de encuesta socioeconómica diseñada.

⁷ Este muestreo por conglomerado bietápico o en dos etapas consiste en tomar en una primera etapa conglomerados (unidades primarias), como en este caso lo fueron los sistemas de producción, y a continuación tomar un número específico de unidades o una muestra aleatoria de cada conglomerado seleccionado (unidades secundarias), siendo la suma de esas submuestras la que forma la muestra total.

Para la estimación del tamaño de la muestra en cada conglomerado, se tomó el número de predios de cada uno de los tres sistemas de producción descritos (469, 263 y 230 respectivamente) y se aplicó la siguiente fórmula para poblaciones finitas o conocidas (Martínez, 2012):

$$n = \frac{Z^2 N P Q}{(N-1)E^2 + Z^2 P Q} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

- n es el tamaño muestral.
- P es la proporción esperada del valor aproximado del parámetro por evaluar. Si no se conoce, usualmente se utiliza, como en este caso, $P=0,5$ que maximiza el tamaño muestral.
- N es el tamaño de la población. Corresponde al número de predios de cada sistema de producción.
- Q es $1-P$
- Z es el coeficiente obtenido a partir de un nivel de confianza prefijado ($1 - \alpha$). Este valor corresponde a 1,96 para un $\alpha=0,05$ y 2,58 para $\alpha=0,01$. Se utilizó en este caso un $\alpha=0,05$ ⁸.
- E es el error previsto. Se aplicó un margen de error de 10%.

⁸ El nivel de significación se simboliza por alfa (α) y se define como la probabilidad de rechazar erróneamente una hipótesis nula. Cuando se trabaja con un nivel de 5% el resultado es significativo; si se emplea el 1% el resultado es altamente significativo y si es del 10% se considera poco significativo (Martínez, 2012).

De esta manera se calculó un tamaño de muestra total por sistema de producción:

SP1 = 80 unidades	}	Total: 219 unidades
SP2 = 71 unidades		
SP3 = 68 unidades		

Esta cifra, entonces, correspondía al número total de encuestas socioeconómicas que debían realizarse en todo el sector; sin embargo, por cuestiones prácticas, para el momento de aplicación de la encuesta se hizo un ejercicio previo de verificación en campo del número de familias presentes en la zona, para así poder definir más acertadamente el total de encuestas posibles de aplicar. Esta labor fue adelantada por el equipo de trabajo del PNN Sierra de la Macarena, sobre la base de listados disponibles de familias y predios por vereda, de manera que pudo determinarse la presencia o ausencia de la familia y el uso predominante observable en el predio (pastos, cultivos pancoger, rastrojos, etc.). Se estimó un total de 275 familias presentes en el área de estudio en ese momento, asociadas a unos 701 predios.

Posteriormente se calculó el número de encuestas que debían efectuarse por núcleo veredal⁹, cruzando información de tamaños prediales, localización por unidad fisiográfica (terrazza alta, media y baja, y llanura aluvial)¹⁰ y la importancia relativa de cada vereda en términos de población aportada (Anexo A). De esta manera se estimó un número de predios por núcleo veredal de 260, 159 y 282 (núcleos 1, 2 y 3), y un total de 202 encuestas por aplicar, según la ecuación (1). Si se observa, esta cifra no estuvo tan distante de la calculada inicialmente a partir de un universo de 962 predios, con el que se obtuvo un tamaño de muestra de 219 encuestas.

⁹ Unidad de organización que agrupa veredas por su cercanía entre sí, que a su vez conforman la asociación Agrogüejar.

¹⁰ Información disponible por registros sistematizados del proceso de titulación de tierras adelantado en el sector por parte de Incoder, entre 2010 y 2011.

El número de encuestas proyectadas por vereda se calculó a partir de la importancia relativa según número de familias en cada núcleo veredal, y se distribuyeron proporcionalmente en cada vereda por tamaño de predios y unidades fisiográficas (Anexo B).

Finalmente, por cuestiones logísticas, el número total de encuestas aplicadas efectivamente en campo fue de 199. En el Anexo C se presenta la relación de encuestas proyectadas y las aplicadas finalmente.

DISEÑO Y APLICACIÓN DE ENCUESTAS SOCIOECONÓMICAS

Dado que para la región se identificó relativamente poca variabilidad dentro de los sistemas de producción predominantes, se consideró el diseño y aplicación de dos tipos de encuesta: una *con orientación individual* para caracterización específica de predios y otra *con orientación comunitaria* para caracterización de la tendencia de uso del suelo en el sector, obtención de información sobre las trayectorias productivas predominantes, costos de adecuación de los terrenos, costos de insumos pecuarios y agrícolas, costos de transporte para venta y compra de ganado y de productos agrícolas, los cuales no varían significativamente entre uno y otro caso individual, por lo que se optó por recopilar esta información de manera grupal. La segunda encuesta se aplicó a tres grupos focales por núcleo veredal, conformados por entre 6 y 15 personas.

Encuesta individual

Los aspectos considerados en esta encuesta se subdividieron en ocho secciones y la información solicitada al encuestado correspondió a la del año 2012.¹¹

TABLA 4. ASPECTOS GENERALES INCLUIDOS EN EL FORMATO DE ENCUESTA SOCIOECONÓMICA APLICADA EN EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE

A. Información General	<ul style="list-style-type: none"> • Procedencia y permanencia en la región. • Dinámica de movilidad y ocupación de predios. • Cobertura y uso del suelo. • Prácticas culturales. • Actividades económicas principales.
B. Actividades Agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de actividad agrícola. • Ingresos y costos de actividad agrícola (monetarios – no monetarios).
C. Actividades Pecuarias	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de actividad bovina. • Ingresos y costos de actividad bovina (monetarios – no monetarios).
D. Actividades Especies Menores	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de actividad especies menores. • Ingresos y costos de actividad especies menores.
E. Características del Hogar	<ul style="list-style-type: none"> • Otras actividades generadoras de ingresos. • Gastos promedio para el sostenimiento de la familia. • Participación familiar en las actividades productivas.
F. Uso de Recursos Del Bosque	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de madera. • Otros productos del bosque.
G. Deforestación Actual e Histórica	
H. Relación Jurídica con el Predio	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica de compra y venta de tierras.

¹¹ El número total de preguntas fue de 136, el tiempo total destinado a la aplicación de las 199 encuestas fue de 40 días, contando con cinco encuestadores. El tiempo promedio de aplicación de cada encuesta fue de 70 minutos.

Fuente: Elaboración propia.

En la encuesta no se incluyó la actividad forestal como tal, ya que en el área de estudio no hay comercialización de productos maderables o no maderables obtenidos del bosque. Sin embargo, se incluyó una pregunta orientadora acerca del destino de los productos extraídos de los bosques (maderables y no maderables), para detectar posibles casos, pero en ninguno de ellos se registró la comercialización de este tipo de productos.

Algunos de los temas incluidos de manera específica para estimar los ingresos y costos de las actividades agrícolas y pecuarias, se señalan en la tabla 5.

TABLA 5. RELACIÓN DE ASPECTOS ECONÓMICOS Y PRODUCTIVOS INCLUIDOS EN LA ENCUESTA INDIVIDUAL

	Actividad productiva	Ingresos		Costos	
		Monetarios	No monetarios	Monetarios	No monetarios
Niveles de Producción (Rendimientos/ha)	Actividad agrícola	Precio unitario de mercado del producto cosechado.	Cantidad de la cosecha consumida en el hogar y destinada a los animales.	Precio unitario de insumos y jornales (agroquímicos, fertilizantes, semillas, otros).	N° de jornales de trabajo familiar asignado al cultivo.
		Cantidad vendida por cosecha.		Cantidad de insumos requeridos y de trabajo contratado por cultivo.	

Niveles De Producción (Rendimientos/ha)	Actividad pecuaria	Precio de mercado de animales de la especie k .	-	Precio de compra de animales de la especie k .	
		Número de animales vendidos de la especie k .	-	Cantidad de insumos requeridos para manejo de pastos (agroquímicos, semillas, etc.).	
		Rentas recibidas de terceros.	-	Costo de mantenimiento de pastos (jornales, arriendo maquinaria, etc.).	N° de jornales de trabajo familiar asignado al cuidado de pastos.
		Cantidad de derivado i vendido.	Cantidad de derivado i producido y consumido en el hogar.	Gastos en vacunas, medicamentos, alimentación, jornales para cuidado de animales.	N° de jornales de trabajo familiar asignado al cuidado de la especie k .
		Precio de venta del derivado i .	Precio de mercado del derivado i .		

Fuente: Elaboración propia en base a Hernández, 2008.

Es importante tener en cuenta que especialmente en regiones rurales el valor de la producción no siempre está expresado en dinero, pues varios productos y servicios tienen valor a pesar de no ser comprados o vendidos (por ejemplo, el aporte del trabajo familiar o el consumo familiar de las cosechas). Estos aspectos fueron considerados en la encuesta, con el fin de facilitar su identificación, cuantificación y expresión monetaria, y así alcanzar una mejor aproximación de los costos de oportunidad.

Finalmente, por las razones que se describen en los resultados, en el análisis final se utilizaron como referencia 152 observaciones. A continuación se presenta el número de encuestas asociadas a cada tipo de actividad productiva.

TABLA 6. RELACIÓN DEL NÚMERO DE CASOS ANALIZADOS POR TIPO DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA

Actividad pecuaria			Actividad agrícola					
Cría y ceba	Leche	Arrendamiento de pastos	Caña	Yuca	Plátano	Maíz	Arroz	Cacao
103	39	38	15	124	78	37	81	36

Fuente: Elaboración propia en base a la información de encuestas.

Cabe destacar que el número total de registros supera al de encuestas analizadas, debido a que una misma observación pudo contar con más de un tipo de actividad productiva.

Encuesta grupal

Como se mencionó antes, también se incluyeron en la encuesta -por grupos focales- otras consideraciones que han permitido aportar al análisis de causas, agentes y motores de deforestación, identificar las trayectorias de los distintos usos del suelo, analizar el proceso histórico de deforestación en la región y complementar algunos datos relacionados con costos de las actividades productivas (insumos, transporte, adecuación de tierras).

Algunas de las cuestiones planteadas en las encuestas grupales se dividieron en dos secciones.

TABLA 7. RELACIÓN DE ASPECTOS ECONÓMICOS Y PRODUCTIVOS INCLUIDOS EN LA ENCUESTA GRUPAL

<p>A. Costos de Actividades Agropecuarias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de terrenos para actividades agrícolas y pecuarias. • Precios de los insumos para la producción bovina. • Precios de los insumos para la producción agrícola. • Transporte de ganado hasta punto de venta o compra.
<p>B. Trayectorias Productivas Predominantes por Vereda</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Principal actividad productiva generadora de mayores ingresos en la vereda. • Distribución de las principales áreas productivas y de bosques en la vereda. • Uso anterior de las principales áreas productivas en la vereda. • Uso futuro que se dará a las principales áreas productivas en la vereda.

Fuente: Elaboración propia.

Para los costos de insumos agrícolas y pecuarios se partió del listado de productos registrados en las mismas encuestas y se procedió a consultar los precios en sitios de venta.

En cuanto a los costos de adecuación de terrenos se realizó un ejercicio grupal en el que se definieron valores promedio para actividades agrícolas y pecuarias. Este ejercicio evidenció que existen diferencias de costos según la etapa de adecuación de que se trate (socola, tumba y quema) y dependiendo del tipo de cobertura que se someta a adecuación (rastrojo, bosque, cañero). De esta manera se lograron definir los costos por etapa de adecuación y por tipo de cobertura comprometida.

Respecto a las trayectorias productivas, las cuales se relacionan con los cambios de uso del suelo a través del tiempo y con la conversión de coberturas forestales o no forestales a usos pecuarios, agrícolas u otros, cabe mencionar que su análisis es de mucha relevancia, ya que cada uno de estos usos genera diferentes rentabilidades e impactos sobre los niveles de carbono, lo que afecta a los costos de oportunidad (White *et al.*, 2011; citado por Aguirre *et al.*, 2013).

Se identificaron cinco tipos de uso en el ejercicio grupal, relacionados con dos categorías de trayectorias productivas:

De transición a otros usos: Una vez realizada la conversión del bosque en el tiempo, los espacios habilitados se utilizan para introducir algunos cultivos anuales, como el maíz o el arroz, y en una siguiente etapa, introducir otros usos de carácter permanente, como pastizales para la ganadería, cacao o caucho (Aguirre *et al.*, 2013).

Cíclico o de rotación: Se refiere a los procesos de usos de la tierra en los que los cultivos transitorios están seguidos por períodos de descanso y formación de barbecho, es decir tierra sin cultivos (Aguirre *et al.*, 2013).

En el caso del sector Güejar-Cafre, a través de ejercicios participativos realizados por núcleo veredal, se logró recopilar la información correspondiente a las trayectorias productivas predominantes en nueve de las quince veredas que conforman la asociación Agrogüejar. El procedimiento fue indagar sobre los cambios de uso del suelo durante los últimos 10 años (desde 2003), considerando las actividades productivas realizadas en la actualidad, y preguntando sobre las perspectivas futuras en relación a estas actividades, también para un periodo de tiempo de 10 años (2023). Con este propósito se utilizó una herramienta gráfica que permitió identificar los cambios de uso del suelo que se han presentado en el área y las tendencias futuras (Figura 2). El ejercicio se realizó por grupos para las veredas Caño Alfa, Colinas, Pradera, Caño Blanco, Rivera, Puerto Toledo, Palmeras,

Jordán y Miravalles, y contribuyó a la identificación de cinco trayectorias productivas típicas existentes en el sector, que se presentan en los resultados.



Figura 2. Esquema para la identificación de las trayectorias productivas.

Fuente: Elaboración propia en base a Malky et al, 2012.

RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE CONTENIDOS DE CARBONO EN DIFERENTES USOS DEL SUELO

En el proceso de análisis de costos de oportunidad de REDD es necesario contar con un valor de la reserva de carbono típica para cada uso de la tierra, el cual se utiliza para contabilizar el carbono y compararlo con un valor único de la rentabilidad calculada a Valor Presente Neto (VPN) (White & Minang, 2011). Por lo tanto, para este ejercicio fue indispensable disponer de estimaciones de contenidos de carbono en la región de estudio.

En este sentido, y en el marco del proceso de formulación de las tres iniciativas REDD del AME Macarena, incluida la del sector Güejar-Cafre, el IDEAM¹² estableció algunas

¹² A través del Convenio de Cooperación N° 33 de 2012 suscrito entre Patrimonio Natural e IDEAM para que este último hiciera la "Estimación de contenidos de carbono para el área piloto del escenario de referencia regional que abarca tres iniciativas de implementación temprana REDD en el AME Macarena y un sector noroccidental del departamento del Guaviare" y el cual finalizó en el mes de Septiembre de 2013.

parcelas temporales y estimó valores de contenidos de carbono en biomasa aérea y suelos, entre otras variables estructurales y de composición de los bosques. Por lo tanto, fue posible contar con información primaria sobre contenidos de carbono específicos en la zona de estudio.

Se estableció un total de 45 parcelas de 0,25 ha en los tres sectores, y específicamente en el sector Güejar-Cafre se instalaron 15 de ellas. Para estimar el contenido de carbono fue necesario hallar inicialmente la “biomasa aérea (BA), expresada en kilogramos (kg), calculada para todos los individuos arbóreos muestreados (se excluyeron palmas¹³), utilizando la ecuación alométrica para el bosque húmedo tropical generada por Álvarez *et al.* (2012), en donde la BA se expresa en función del diámetro normal (DAP), y la densidad específica de la madera (ρ). (Ecuación 2). Una vez calculada la biomasa aérea de los individuos, se obtuvo la biomasa aérea total de cada parcela (BAT; expresada en kg) al sumar la biomasa de todos los árboles vivos registrados en ellas. La BAT posteriormente se escaló a unidades de toneladas por hectárea (t/ha)” (Ramírez *et al.*, 2013)

$$BA = \exp(2,4061 - 1,289 \ln(D) + 1,169 \ln(D)^2 - 0,122 \ln(D)^3 + 0,445 \ln(\rho)) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

- BA* es la biomasa aérea viva en kg.
D es el diámetro en cm.
 ρ es la densidad específica de la madera.

¹³ Esto porque en la actualidad no se cuenta con ecuaciones alométricas específicas y validadas para las palmas, que permitan estimar su aporte a la biomasa aérea de los bosques, la cual aumentaría considerablemente los contenidos de carbono por ejemplo en el área de estudio, donde existe una alta abundancia de palmas.

Los valores promedio de biomasa aérea (t/ha) obtenidos se multiplicaron por 0,5, ya que como indica la mayoría de estudios relacionados con el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de los bosques tropicales, se asume que el contenido de carbono corresponde al 50% de la biomasa de los árboles vivos (MacDicken, 1997 & Fearnside *et al.*, 1999, citados por Yepes *et al.*, 2011; Chave *et al.*, 2005).

Adicionalmente, dada la posibilidad de obtener información primaria para la estimación de contenidos de carbono en otros usos del suelo diferentes al bosque, se cosecharon 4m² de coberturas de maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*), plátano (*Musa paradisiaca*) y 1m² de cobertura de pastos (*Brachiaria humidicola*) por muestra (Anexo D), todo lo cual fue pesado y luego extraídas las respectivas muestras (19 en total), que fueron enviadas al Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para estimación de porcentaje de cenizas y posterior cálculo de los contenidos de carbono orgánico. Los datos estimados de carbono y del peso total de lo cosechado por unidad de área (kg/m²) fueron después extrapolados a una hectárea por cada tipo de cobertura.

Además de estos cultivos transitorios, también se incluyó al cacao (*Theobroma cacao*) para las estimaciones de carbono, pero en este caso no se utilizó el método destructivo sino el indirecto, haciendo mediciones de diámetro en cada árbol, una en la base y otra en el punto de bifurcación del fuste, para luego hacer la estimación de biomasa aérea utilizando una ecuación alométrica desarrollada por el IDEAM y empleada en Colombia para esta especie (Yepes *et al.*, 2011). Finalmente se realizó la estimación de contenido de carbono.

$$BA = 10 \exp(-1,63 + 2,63 * \log_{10}(D30)) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

BA es la biomasa aérea viva en kg.

Log 10 es el logaritmo base 10.

D30 es el diámetro a 30 cm de la base.

Los datos de carbono de algunos de los cultivos y pastos analizados fueron comparados con información secundaria disponible para Colombia o para otros países tropicales, con el fin de validar la información generada en este análisis.

La información de carbono en bosques, cultivos y pastos fue utilizada para la estimación de costos de oportunidad de evitar las emisiones que serían ocasionadas por procesos de deforestación en la zona de estudio.

PROYECCIÓN DE DEFORESTACIÓN FUTURA

Para establecer cuánto costaría evitar la deforestación en el futuro en un ámbito determinado es necesario realizar una proyección de esta, siguiendo algunas de las metodologías disponibles. El IDEAM, como entidad encargada de la generación de información cartográfica sobre REDD en el país, adelantó parte de esta labor en un primer ejercicio de simulación de la deforestación en el marco de las “iniciativas de implementación temprana REDD en el Área de Manejo Especial de la Macarena y otras zonas de la Amazonía Colombiana”, generando un mapa de riesgo de deforestación (basado en probabilidades) hasta el año 2020, considerando la transición de bosque a pastos e incluyendo en total 51 variables entre categóricas y continuas, de las cuales las de mayor poder explicativo en el modelo fueron aquellas relacionadas con cercanía y accesibilidad (Arévalo & González, 2013).

Sin embargo, dado que los análisis de rentabilidad y costos de oportunidad en este estudio cubren un periodo de tiempo mucho más amplio (hasta 2032), y con el fin de guardar coherencia en los análisis, se optó por utilizar la tasa promedio de deforestación histórica estimada entre 1990 y 2012 para calcular el número de hectáreas de bosque que

se deforestarían anualmente entre 2013 y 2032¹⁴. El número de hectáreas proyectado fue empleado para estimar el costo de oportunidad de evitar la deforestación en toda el área de estudio, considerando escenarios de compensación bajo el mecanismo REDD, para el 75% y 50% de la deforestación proyectada.

RENTABILIDAD Y VALOR PRESENTE NETO DE LOS USOS DEL SUELO

La rentabilidad es también denominada beneficio neto, rendimiento neto o utilidad neta, y simplemente es una forma concisa de describir el concepto de beneficios menos costos, que sirve para representar el concepto general de los beneficios netos que reciben los usuarios del suelo a partir de un uso determinado de este (White & Minang, 2011). La fórmula general para el cálculo de rentabilidad en la moneda local por hectárea (\$/ha) se expresa de la siguiente manera:

$$\Pi = pq - c \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

- Π es la rentabilidad.
- p es el precio (\$/t).
- q es la cantidad (t/ha).
- c es el costo (\$/ha).

¹⁴ Se tomó una tasa promedio debido a que no fue posible disponer de un nuevo modelo espacializado para todo el periodo de análisis.

Los ingresos brutos (pq) surgen de la producción y venta de una actividad de uso del suelo (por ejemplo, cultivos, animales, madera). Los costos (c) surgen del uso de dos tipos de insumos: físicos (o capital) y mano de obra, necesarios para el desarrollo de una actividad específica (White & Minang, 2011).

Por su parte, el VPN, algunas veces denominado “valor presente”, hace parte del grupo de indicadores de costo-beneficio utilizados frecuentemente en evaluación de proyectos. Específicamente el VPN es la diferencia entre el valor actual de los beneficios brutos y el valor actual de los costos operativos e inversiones (DNP, 2012), y permite comparar flujos temporales de costos y beneficios. Dado que todo tipo de actividad productiva (temporal o permanente) se desarrolla en distintas fases (preparación, adecuación, intervención, mantenimiento, cosecha y post-cosecha), se requiere una contabilidad de varios años que las considere, lo cual se constituye en un elemento fundamental para representar los usos del suelo y las trayectorias de estos usos (White & Minang, 2011). Particularmente en este análisis fue importante tener una aproximación a la rentabilidad de los productores agrícolas y pecuarios, cuya dinámica de producción ha sido variable a lo largo del tiempo.

En conclusión, el VPN representa la riqueza adicional que se consigue con el proyecto o actividad evaluada. Es un indicador de la rentabilidad o viabilidad económica que tiene la actividad productiva evaluada al obtener un valor mayor a cero (0), y lo contrario si este es menor a cero (0). Con el análisis plurianual, el VPN es un flujo actualizado de rentabilidad (rentabilidad menos los costos de los insumos de capital, tierra y trabajo). La fórmula para su cálculo es:

$$VPN = \sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t}{(1+r)^t} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

- t es el año.
 T es la longitud del horizonte de tiempo .
 Π es la rentabilidad anual de los usos del suelo (\$/ha).
 r es la tasa de descuento.

Como se observa en la ecuación 5, debe considerarse una tasa de descuento (r) que es una medida financiera que funciona de manera inversa a la operación que se suele realizar con la tasa de interés y se utiliza para determinar el valor futuro de una inversión hecha en el presente. La tasa de descuento se emplea para determinar el valor en moneda de hoy del dinero pagado o recibido en algún momento futuro y, por tanto, se usa en el análisis de costo-beneficio con el fin de poner todos los flujos económicos producidos en distintos momentos en la moneda de un solo año, de manera que los costos y beneficios puedan ser comparables (Reid, 2009).

En el caso de estudio se utilizó una tasa de descuento de 9,53%, que corresponde a la tasa de interés nominal ofrecida por el Banco Agrario de Colombia¹⁵ para créditos en condiciones ordinarias; por ejemplo, para pequeños productores¹⁶. Esta tasa resulta de

¹⁵ Entidad financiera de Colombia que en una mayor proporción otorga créditos agropecuarios a pequeños, medianos y grandes productores con una tasa de interés efectivo anual que oscila entre 9,5 y 12% (Banco Agrario, 2014).

¹⁶ Según proyecto de Ley 134 de 2013, corresponde a aquel productor que cumpla con la condición de que sus activos totales no superen los doscientos cincuenta salarios mínimos legales mensuales vigentes (250 SMLMV), incluidos los de su cónyuge o compañero(a) permanente, según balance comercial. El SMLMV para 2014 es de \$616.000.

la suma de la tasa DTF¹⁷ más 5,5 puntos definidos por el banco mencionado (DTF+5,5 efectiva anual). No se considera otra tasa, por ejemplo la tasa social de descuento que en Colombia es del 12% (DPN, 2014), ya que las actividades productivas desarrolladas en el área de estudio son de pequeña escala y difícilmente los productores podrían acceder a créditos con tasas de interés tan altas¹⁸. No obstante, y para evaluar la variación de las estimaciones frente a otras tasas de descuento, se realizó un análisis de sensibilidad para tasas de 6%, 8%, 10% y 12% (Anexo I).

Luego de todas estas consideraciones, en nuestro estudio se aplicó un análisis de costos y beneficios actualizados en el tiempo a través del VPN, como paso previo para estimar los costos de oportunidad de evitar la transformación del bosque a usos productivos, durante un periodo determinado de tiempo (en este caso 20 años) y teniendo en cuenta las trayectorias de uso asignadas a cada caso analizado (Malky *et al.*, 2012).

La asignación de rentabilidad a cada caso analizado se hizo de la siguiente manera:

Año 0: Corresponde a la rentabilidad de la actividad (agrícola o pecuaria) más importante para el predio en términos económicos, identificada a partir de la información extraída de las encuestas socioeconómicas aplicadas.

¹⁷ *Depósito a Término Fijo (DTF) es una tasa de interés calculada como un promedio ponderado semanal por monto de las tasas promedio de captación diaria de los títulos de renta fija (CDT) a 90 días, pagadas por los bancos, corporaciones financieras, de ahorro y vivienda, y compañías de financiamiento comercial, en general por el sistema financiero. La DTF es calculada por el Banco de la República de Colombia con la información provista por la Superintendencia Bancaria hasta el día anterior, por lo que se concluye que la DTF tiene vigencia de una semana. La tasa de 4,03% utilizada para este estudio fue la estimada para la semana del 27 de enero al 2 de febrero de 2014.*

¹⁸ *Las tasas de interés bancario sirven como un buen indicador del valor temporal del dinero y reflejan el costo de oportunidad de obtener rentabilidad –no actual– en el futuro (White & Minang, 2011).*

Años 1 al 20: Se asignó rentabilidad de manera diferenciada a actividades agrícolas y ganaderas. En el caso de la ganadería se asignaron valores promedio del conjunto de actividades (carne, leche, pastos) por vereda¹⁹, y en el caso de la actividad agrícola de pancoger se asignaron rentabilidades promedio del conjunto de cultivos analizados por cada observación²⁰. En cuanto a los cultivos semipermanentes o permanentes se asignó el valor específico de cada uno de esos cultivos (cacao o caña) obtenidos en el análisis de rentabilidad.

Consideración de supuestos y tratamiento de datos para estimación de rentabilidad

Por diversas situaciones que más adelante se comentarán, tuvo que realizarse tratamiento a algunos de los datos obtenidos y asumir ciertos supuestos que permitieran cuantificar la rentabilidad neta de cada actividad productiva agrícola y pecuaria en el sector Güejar-Cafre.

¹⁹ Este procedimiento se aplica teniendo presente que en la trayectoria productiva de cada observación podrían desarrollarse actividades ganaderas asociadas tanto con el levante, cría y ceba (carne) o producción de leche como con el arrendamiento de pastos, por lo que se calculó un valor promedio; así mismo, atendiendo a la variabilidad de información entre observaciones en las actividades ganaderas, se estimó apropiado aplicar el promedio de rentabilidad por vereda y así poder reflejar de mejor manera las situaciones económicas futuras que puedan darse en el territorio.

²⁰ A diferencia de la actividad ganadera, en este caso las observaciones tuvieron valores de rentabilidad con mucho menor variabilidad, por lo que se utilizaron directamente las cifras obtenidas en cada una de ellas y se estimó el promedio de los cultivos registrados, considerando la dinámica de cambio de uso (en este caso de tipo de cultivo) en las trayectorias productivas asociadas con la agricultura de pancoger.

Inicialmente se identificaron todas las actividades productivas desarrolladas en el sector, sin incluir aquellas que se encontraban en un estado de desarrollo incipiente y para las cuales todavía no es posible estimar rentabilidades. Uno de estos casos es el del cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*), que se ha venido promoviendo por parte de algunas instituciones en el marco de procesos de reconversión y sustitución de cultivos de uso ilícito como la coca (*Erythroxylum coca*). Estos procesos han generado una dinámica social, económica y cultural muy particular, que trasciende en el comportamiento económico de los habitantes del sector. Esto, a pesar de las campañas de erradicación voluntaria y/o forzosa de este cultivo, que han producido apreciables reducciones del área sembrada en el sector.

Otros cultivos no comprendidos fueron aquellos, como el café, que aunque son importantes en términos culturales para el abastecimiento familiar, no representan áreas de siembra ni ingresos significativos.

Dentro de las actividades agrícolas incluidas estuvo el cultivo de caña panelera, yuca, plátano, maíz, arroz y cacao; y, dentro de las pecuarias, la ganadería de carne y leche, y el arrendamiento de pastos. En el Anexo E se presenta el número de casos registrados por actividad.

Una vez tabulada toda la información primaria recolectada, se procedió a homogeneizar las unidades reportadas según actividad productiva (kilo, tonelada, arroba, litros, galones, etc.), ya que el propósito era poder relacionar los ítems asociados a costos e ingresos y obtener finalmente la rentabilidad en US\$/ha de cada actividad.

Datos faltantes

Para solucionar los problemas de ausencia de alguna información en aquellos casos en los que la mayoría de esta estaba disponible, se realizaron ajustes utilizando datos de otras observaciones de la misma vereda. Los casos que no pudieron ajustarse ascienden a 25 observaciones.

Los datos más comunes que tuvieron que ser completados fueron: rendimientos (@/ha o kg/ha), ingresos, costo de mano de obra familiar, costos de insumos y costos de transporte. En cada caso se hizo un planteamiento diferente para la estimación.

i) Rendimientos

Para las actividades agrícolas, esta variable tuvo que ser considerada de manera diferencial por tipo de cultivo. Así por ejemplo, para la caña panelera, que solo tuvo registrados 15 casos (Anexo E), se obtuvo un valor promedio de aquellos que tenían información. Para la yuca, el plátano y el cacao fue posible obtener un promedio de producción por planta, pues se contó con la densidad de plantas sembradas; este valor se multiplicó luego por el número de plantas reportadas en los casos con vacíos de información, obteniéndose los rendimientos totales.

A diferencia de los cultivos anteriores, en el caso del maíz y del arroz es muy difícil conocer la producción por planta, así que simplemente se utilizaron los valores de rendimiento promedio por vereda, obtenidos a partir de la información primaria recolectada.

Volviendo nuevamente al caso particular de la caña panelera, se tuvo en cuenta la relación existente entre la cantidad de caña requerida para producir una unidad del producto final: la panela; por cada kg de panela se requieren 10 kg de caña (Comunicación personal, productor de vereda Caño Blanco).

ii) Ingresos

En cuanto a los ingresos generados por las actividades pecuarias se presentaron varias situaciones de tenencia de animales bajo la modalidad del “aumento”²¹, cuyas ganancias son liquidadas dos años después de lo pactado entre las partes (entiéndase por un lado el ocupante o propietario del predio y por otro el dueño de los animales). Se partió de un supuesto para asignar los ingresos que percibiría cada una de las personas que declararon negociar en esta modalidad, lo cual fue verificado con habitantes de la zona. Dicho supuesto considera que los terneros (0-12 meses) asignados al aumento pasan de tener un peso promedio inicial de 152kg a 312kg²², cuando ya están en su etapa adulta (≥ 24 meses); adicionalmente, para liquidar el negocio, por cada vaca adulta se incluye en la estimación un ternero que haya nacido durante el periodo del acuerdo, de manera que se suma la cantidad de animales y sus pesos actuales (kg), y se multiplican por los precios promedio por tipo de animal²³. El valor calculado total se divide entre dos, ya que los beneficios se reparten equitativamente entre los dos socios.

En los casos con ganadería de leche se aplicó una fórmula que sintetizara las distintas situaciones de consumo en el hogar, venta de leche y/o de productos transformados, para posibilitar la estimación de los ingresos totales en los casos respectivos.

²¹ Este es un tipo de negocio en el que el dueño de la tierra aporta las pasturas -comúnmente con la apertura de nuevas áreas para praderización-, el cuidado de los animales y algunos insumos menores como sal y melaza. Por su parte el socio capitalista aporta los animales y contribuye con la droga requerida durante el ciclo productivo, y con las vacunas. El negocio de esta modalidad se inicia con el avalúo de los novillos que se pretende llevar a levante y ceba, de tal manera que en el momento de la venta de los animales se descuenta el valor del avalúo y las ganancias se distribuyen en dos partes iguales.

²² Peso promedio para animales de edad adulta, obtenidos de las encuestas.

²³ Los precios promedio por kilo, calculados a partir de la información de las encuestas fueron: terneros \$3.433, novillos y toretes \$2.870 y adultos \$2.932 (pesos colombianos).

$$[(LC*PVL)+(LV*PVL)*210] + [(LT/3,3)*PVT)*26] \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

LC es la cantidad de litros de leche consumida por hogar/día.

PVL es el precio de venta de litro de leche.

LV es la cantidad de litros de leche vendida.

LT es la cantidad de litros de leche transformada.

PVT es el precio de venta de kilo de queso o cuajada.

210 es el número de días promedio de producción de leche al año.

3,3 es la cantidad de litros de leche necesaria para producir un kilo de queso o cuajada.

26 es el número de días en que se hace transformación de la leche durante el año. Se obtiene dividiendo los días de producción (210) entre ocho días, que es la frecuencia promedio con que se elaboran productos derivados (queso o cuajada).

Los costos de la actividad ganadera fueron sintetizados a partir de la información suministrada directamente por los productores.

En cuanto a la actividad de arrendamiento de pastos, en los casos en que no se informó sobre el precio cobrado por animal, se estimaron los datos faltantes a partir de valores de referencia por vereda.

Respecto a las actividades agrícolas, y teniendo presente que un volumen importante de lo cosechado por las familias en el área de estudio es destinado al autoconsumo o al intercambio, se consideraron los “ingresos no monetarios” utilizando precios promedio de cada producto agrícola vendido, y se asignó un ingreso global según las cantidades cosechadas para autoconsumo. Los bienes de autoconsumo se valoraron a partir del precio en el lugar de venta, el cual incluye el costo de transporte en el que tendrían que incurrir las personas si no tuvieran los alimentos en casa y que, por tanto, representa un ahorro.

iii) Costo de mano de obra familiar

Considerando que a través de iniciativas como REDD se busca un cambio en la dinámica de uso del suelo, de manera que se logre detener o reducir la deforestación, es necesario enfatizar que en las pequeñas economías locales el desempleo causado por un cambio de este tipo, en el que deja de asignarse mano de obra a las labores agrícolas o pecuarias, puede tener incidencia en la dinámica poblacional, generando migraciones (Kniivilä & Saastamoinen, 2002), ya que -como sucede en el área de estudio- no existen trabajos de sustitución que permitan ocupar la mano de obra excedente. Este factor es importante para la estimación del costo de oportunidad de la mano de obra en regiones apartadas y con poca actividad económica, ya que dicho costo puede ser muy bajo e incluso cero para el caso del trabajo familiar.

En este sentido, en el área de estudio no existen muchas posibilidades para que los miembros de la familia con capacidad laboral y edad suficiente puedan vincularse formalmente al mercado laboral, a no ser que ofrezcan su mano de obra en calidad de jornaleros ocasionales en algunos de los predios que desarrollan actividades agrícolas o pecuarias. Una opción alternativa para algunas personas de la comunidad es la vinculación como “raspachines”²⁴ en zonas donde aún persiste el cultivo de coca, principalmente en veredas que, si bien no pertenecen al área de estudio, tienen un alto grado de relacionamiento comercial y se encuentran próximas geográficamente.

Las opciones de vinculación laboral formal se dan en ciudades intermedias o centros poblados muy lejanos del sector (Granada, Villavicencio), asociadas principalmente con la actividad petrolera (de gran auge en algunos de los municipios de la región). Sin embargo,

²⁴ Denominación dada a las personas que realizan las actividades de colecta o “raspa” de hoja de coca en cada planta sembrada.

esta actividad tampoco garantiza permanencia y estabilidad para el tipo de mano de obra no calificada que pueden ofrecer las personas de la comunidad.

En el análisis de rentabilidad fue necesario estimar el “costo no monetario” de la mano de obra familiar, la cual difícilmente puede encontrar una remuneración significativa por actividades extraprediales. Para realizar este cálculo, se estimó la proporción representada por la mano de obra contratada en los costos totales de producción agrícola y pecuaria por vereda, como aproximación a las posibilidades reales de los individuos de cada vereda de encontrar alternativas de trabajo remunerado en la región. Posteriormente se aplicó esa proporción al precio del jornal de la mano de obra contratada, como aproximación al costo de oportunidad de la mano de obra familiar.

De esta manera, atendiendo al concepto de costo de oportunidad como lucro cesante, se entiende que el valor de este se establece de acuerdo a la actividad cuyos ingresos podrían dejar de incorporarse (Acero *et al.*, 2004) a las rentas familiares, considerando entonces con dicho cálculo la posibilidad real de acceso al mercado laboral que tendría una persona de la comunidad si dejara de realizar actividades agrícolas y pecuarias en su predio por “conservar el bosque”.

El procedimiento adelantado para esto último estuvo conformado por los siguientes pasos:

1. Por cada actividad productiva y tipo de cultivo u orientación ganadera, se calculó el peso relativo (%) que tuvo la mano de obra contratada respecto a los costos totales de la actividad por cada caso.
2. Se estimó una proporción promedio por vereda.
3. Esta proporción promedio se aplicó al precio de jornal comúnmente pagado por los productores en el área (\$20.000), obteniendo así precios estándar por vereda.

4. Finalmente estos precios estándar por vereda se aplicaron a cada uno de los casos para obtener los costos totales de mano de obra familiar que, por supuesto, variaron de acuerdo al número de jornales registrados.

iv) Costos de insumos

En algunas actividades agrícolas que no tenían suficientes datos, ya fuera por la existencia de pocos productores vinculados al cultivo específico (como la caña panelera) o por la escasa utilización de insumos para la producción (como ocurre con la yuca, con solo cinco referentes), se obtuvo el valor promedio de los costos de los insumos por hectárea y se multiplicó por el área sembrada reportada en cada caso.

En otras situaciones (plátano, maíz, arroz y cacao) donde hubo mayor cantidad de datos, se utilizó la función MODA para encontrar el costo de insumos por hectárea más usualmente registrado en las encuestas. Esta función también fue empleada en las actividades pecuarias para estimar el costo de insumos por animal. El valor calculado se multiplicó por el número de animales reportados, complementando así la información faltante.

v) Costos de transporte

A partir de información suministrada por algunos de los pocos productores pecuarios que venden su ganado fuera del área de estudio, se estimaron los costos de transporte por animal en dos puntos: en el municipio de Guamal (a más de 146 km por carretera) y en el casco urbano del mismo municipio de Puerto Rico (a 57 km por el río Güejar)²⁵. En el caso de venta o compra de ganado en la misma área no se consideró el costo de transporte como tal, porque el único costo en el que incurre quien compra o vende es en

²⁵ Estos costos representan \$ 71.428/animal para llevar o traer de Guamal, y \$ 35.000/animal para llevar en la línea de transporte fluvial hasta Puerto Rico.

el pago de jornal a los vaqueros requeridos para el traslado de los animales, y este fue registrado de manera independiente por cada observación, así que ya estaría incluido.

Las ventas de productos agrícolas ocurren en su mayoría en las mismas veredas del área o incluso en el predio, y esporádicamente algunos venden en municipios intermedios. Solo la comercialización del cacao se realiza por completo fuera del área, en municipios como Granada, Puerto Lleras y casco urbano de Puerto Rico. Por lo anterior no se obtuvieron muchos reportes de costos de transporte, así que para asignar este costo a los casos que declararon unidades vendidas en el sector, se tomó como referencia el costo que tiene llevar o traer un bulto de 4 arrobas (es decir 50 kg) desde las veredas hasta el caserío de Puerto Toledo (\$10.000), que es el punto de venta más cercano.

Luego de tener todos los datos ajustados, se procedió a sintetizar la información para 152 observaciones -es decir, el 76% de las 199 encuestas iniciales-, que finalmente fueron las analizadas tras el proceso de depuración de la base de datos. Este proceso implicó la eliminación de observaciones que presentaban varias casillas sin información, no tenían coordenadas geográficas o mostraron inconsistencia en los datos.

GENERACIÓN DE MAPAS DE RENTABILIDAD Y COSTOS DE OPORTUNIDAD

Una vez consolidada la información de costos e ingresos, y obtenidos los valores de rentabilidad para cada observación, se procedió a espacializar los datos de cada actividad productiva en una capa vector y aplicar un método de interpolación que permitiera generar los mapas de rentabilidad para toda el área de estudio. El método utilizado fue el Inverse Distance Weighting (IDW), el cual parte del supuesto de que los objetos que están más cerca el uno del otro son más similares que los que están más separados.

Para predecir un valor en algún sitio sin información (p.e. sin dato de rentabilidad), el IDW usa los valores medidos alrededor de ese sitio: los más cercanos tienen más influencia sobre el valor predicho que los que están más distantes. IDW asume que cada punto con información tiene una influencia local que disminuye con la distancia. Se da mayor peso a los puntos más cercanos al sitio donde se va a predecir el valor, y este peso disminuye en función de la distancia.

De esta manera se construyeron los respectivos mapas de rentabilidad según actividad productiva (ganadería de carne y leche, arrendamiento de pastos, cultivos de caña, yuca, plátano, maíz, arroz y cacao) para todo el sector (Anexo F). En cada uno de ellos se establecieron cinco rangos que agruparon píxeles según valores de rentabilidad, y posteriormente se generó un mapa adicional de rentabilidad máxima de acuerdo a los valores asignados por píxel y por actividad, en base a los mapas preliminares.

Por último, a partir de la información georreferenciada de los costos de oportunidad estimados para cada una de las observaciones analizadas y mediante el uso del mismo método de IDW, se construyó un mapa donde fue posible visualizar el costo económico de evitar la deforestación para el sector de análisis (Anexo G), expresado en US\$/tCO₂e.

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE OPORTUNIDAD

El costo de oportunidad es un tipo de *tradeoff* o intercambio. En el contexto de REDD, representa el beneficio económico del uso alternativo del suelo al que se decide renunciar por reducir deforestación e impedir así su cambio de uso (es decir, por conservar el bosque). Este costo de oportunidad se expresa en términos de dinero y unidades físicas (White & Minang, 2011).

De esta manera, el análisis del costo de oportunidad de REDD genera una representación basada en términos monetarios (por ejemplo, US\$/ha, US\$/tC o US\$/CO₂e) que reflejan la *tradeoff* entre la reserva de carbono y la generación de rentabilidad sobre el suelo (White & Minang, 2011).

Los costos de oportunidad de REDD se estimaron considerando el VPN de cada observación y teniendo en cuenta la correspondiente trayectoria productiva, así como las diferencias de contenidos de carbono entre la primera y última actividad comprendida en la trayectoria (bosques vs. pastos, bosques vs. cultivos), para aplicar posteriormente esta ecuación:

$$COp. = \frac{VPN \text{ por observación}}{\Delta tC A_i \text{ y } A_f} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

COp. es el costo de oportunidad (US\$/tC).

VPN es el Valor Presente Neto por observación (de la 1 a la 152).

Δ es la diferencia en las toneladas de carbono (*tC*) de la actividad inicial (*A_i*) y final (*A_f*) de la trayectoria.

Posteriormente, para expresar este resultado en dióxido de carbono equivalente (CO₂e)²⁶, que es la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios gases de efecto

²⁶ El dióxido de carbono equivalente (CO₂e) corresponde a la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios gases efecto invernadero, basada en el potencial de calentamiento global de cada uno de ellos. Para convertir la cantidad de carbono (almacenado o emitido) por los ecosistemas forestales, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) recomienda emplear el factor de 44/12 = 3,67, que resulta de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono (12+(16x2)) por el peso específico del carbono (12). Este factor es el que multiplica la cantidad de carbono que almacenan las coberturas (tonelada de C/ha) para obtener la cantidad de dióxido de carbono equivalente (toneladas de CO₂ equivalente/ha) (Yepes et al., 2011).

invernadero, se multiplicó por el factor 3,67 que corresponde a la relación del peso atómico de una molécula de CO₂ con una de carbono, que es la unidad en la que se obtienen los datos con la ecuación 7 (Malky *et al.*, 2012).

Luego, partiendo del costo de oportunidad de evitar la deforestación según trayectoria productiva, se estimó el costo de oportunidad para toda el área de estudio. El promedio ponderado se obtuvo considerando el número de observaciones registradas en cada una de las cinco trayectorias productivas (A, B, C, D, E) y su importancia relativa (%) en el conjunto de datos, y el costo de oportunidad estimado para cada trayectoria productiva. La fórmula aplicada fue:

$$COp_{\cdot Pond} = [(\% Obs_{TA} * \overline{C.O}_{TA}) + (\% Obs_{TB} * \overline{C.O}_{TB}) + (\% Obs_{TC} * \overline{C.O}_{TC}) + (\% Obs_{TD} * \overline{C.O}_{TD}) + (\% Obs_{TE} * \overline{C.O}_{TE})]$$

Donde:

- $COp_{\cdot Pond}$ costo de oportunidad (promedio ponderado) por hectárea en toda el área de estudio.
- $\% Obs_{TA...TE}$ importancia relativa por número de observaciones registradas en trayectorias de la A hasta la E.
- $\overline{C.O}_{TA...TE}$ costo de oportunidad promedio estimada en trayectorias de la A hasta la E.

También se obtuvo el promedio ponderado de las diferencias de contenidos de carbono entre el bosque y los usos principales de las trayectorias productivas (pastos, cultivos de pancoger y cultivos permanentes), con el fin de estimar un único valor para toda el área (expresado en tCO₂e) y multiplicarlo por el costo de oportunidad ponderado. Hasta este

punto, se obtuvo el costo de oportunidad de evitar la deforestación en una hectárea de bosque, expresado en VPN.

Por último se consideró este VPN y la deforestación proyectada a 20 años en los dos escenarios posibles de deforestación evitada (75% y 50%), y se estimaron los costos de oportunidad totales de REDD para toda el área de estudio.



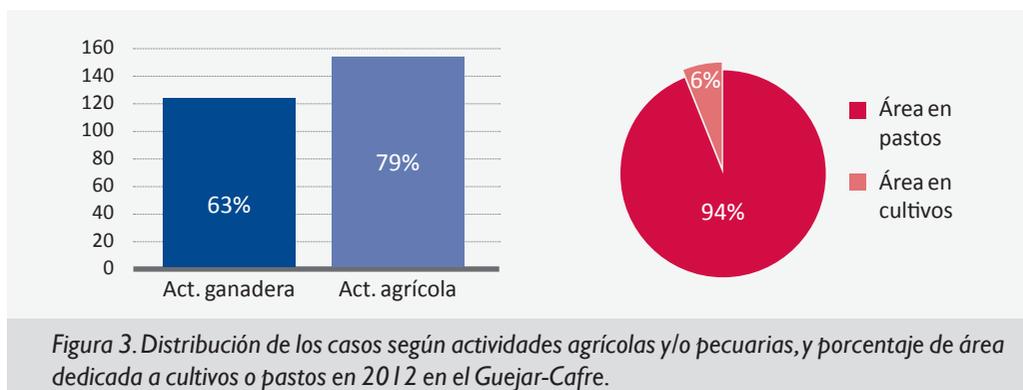
Resultados

Se presentan a continuación los resultados más importantes del proceso de análisis: caracterización y rentabilidad de las actividades productivas predominantes, trayectorias productivas identificadas, contenidos de carbono en bosques, cultivos y pastos, estimaciones de VPN y costos de oportunidad de la implementación del proyecto REDD.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS PREDOMINANTES

El área total analizada en las encuestas fue de 4.260 ha, de las cuales 4.005 correspondieron a pastos y solo 257 a cultivos temporales y/o permanentes, según lo reportado por las familias para el año 2012.

En términos generales se encontró que el 79% de los encuestados realiza actividades agrícolas en su predio, principalmente con cultivos temporales como yuca, arroz, maíz y plátano. Así mismo el 63% registra actividades ganaderas basadas en producción de carne (cría y ceba) y/o leche. Se identificaron varios casos de práctica de ambas actividades en distintas escalas de producción. El número de casos según actividad no guarda relación con las áreas destinadas a esas actividades, donde los pastos superan ampliamente a las áreas de cultivo (Figura 3).



Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

Considerando los sistemas de producción (SP) descritos en la sección de caracterización del área, y las variables consideradas para su definición (tamaño del predio, ubicación fisiográfica, actividad productiva), se encuentra que el factor más importante para diferenciar estos sistemas es el tamaño de predio. De esta manera, respecto a los 152 casos analizados se encuentran tres tipos de sistemas:

SP 1: Predios de menos de 15 ha, con actividades predominantes orientadas a cultivos de pancoger (yuca, maíz, arroz, plátano). Representan el 24% del total de casos. Solo nueve de ellos realizan actividades ganaderas (Figura 4).

SP 2: Predios con extensiones de entre 15 y 50 ha. Representan el 36% del total de casos, de los cuales el 79% se dedica a actividades ganaderas, incluyendo el arrendamiento de pastos. Tienen también cultivos de pancoger, sobre todo de yuca y plátano (Figura 4).

SP 3: Predios con más de 50 ha, donde la base económica es la ganadería (carne y leche) y su rentabilidad es considerablemente mayor que en el anterior. En este sistema el arrendamiento de pastos es más significativo y realizan también cultivos de pancoger, aunque en mucha menor escala. Representan el 40% del total de casos analizados, de los cuales el 90% se dedica a la actividad ganadera (Figura 4).

Por otro lado, la estructura de tamaños prediales presentada en la caracterización del área muestra que la mayoría de predios no llega a conformar una Unidad Agrícola Familiar (UAF) -es decir, poseen menos de 59 ha-, representando el 68% del total de casos analizados.

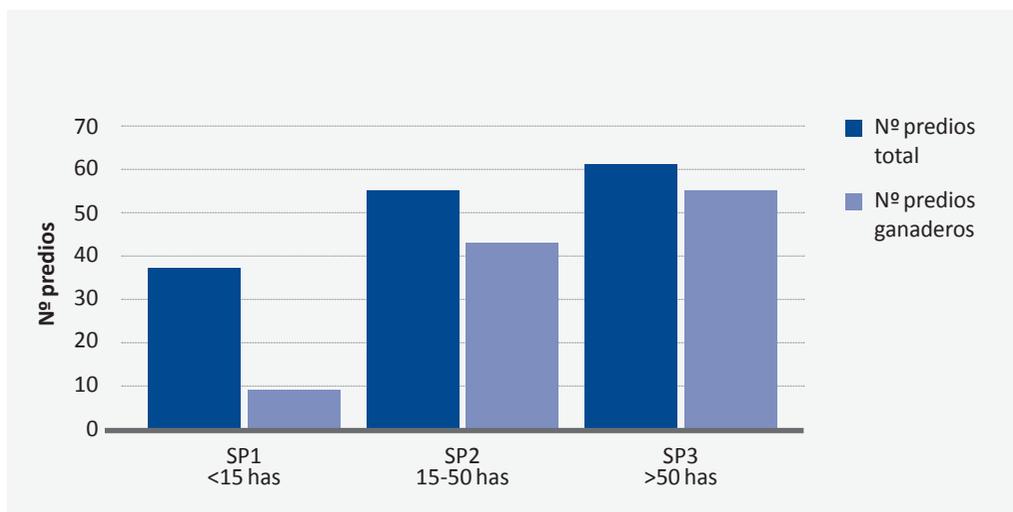


Figura 4. Relación de número y tamaño de predios ganaderos por sistema productivo.

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

En relación a los cultivos agrícolas, las áreas sembradas promedio en los predios varían entre 0,5 y 1 hectárea, siendo la yuca y el plátano los cultivos que menos terreno ocupan con 0,5 ha (aunque son los más comúnmente sembrados), luego del maíz, del arroz y de la caña que en promedio ocupan 0,74 ha. Por último, para la siembra del cacao se destina en promedio una hectárea del predio. Esta situación se ve reflejada en la figura 3, donde los cultivos agrícolas no superan el 6% del área total de predios encuestados, a diferencia de la alta representatividad de los pastos (94%), que constituyen el uso principal.

Por el contrario, y de manera contrastante, se observan las áreas dedicadas a pastos que en promedio se extienden en más de 286 ha por vereda, con un máximo en Caño Alfa (559 ha) y un mínimo en Puerto Toledo (30 ha) (Anexo H). A continuación se presenta la distribución de usos del suelo según registros en encuestas aplicadas.

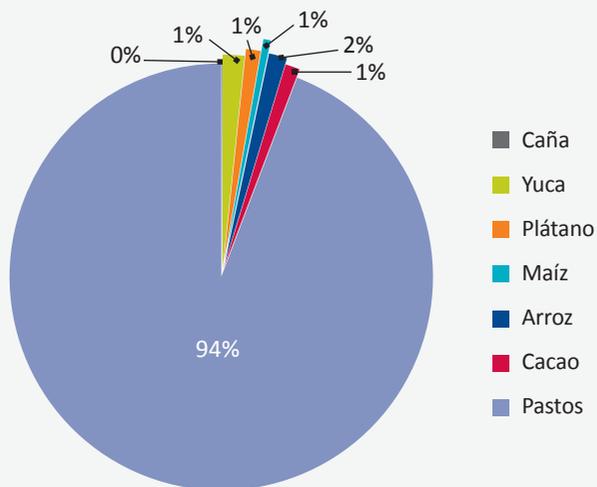


Figura 5. Proporción representada por uso del suelo, según encuestas aplicadas.

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

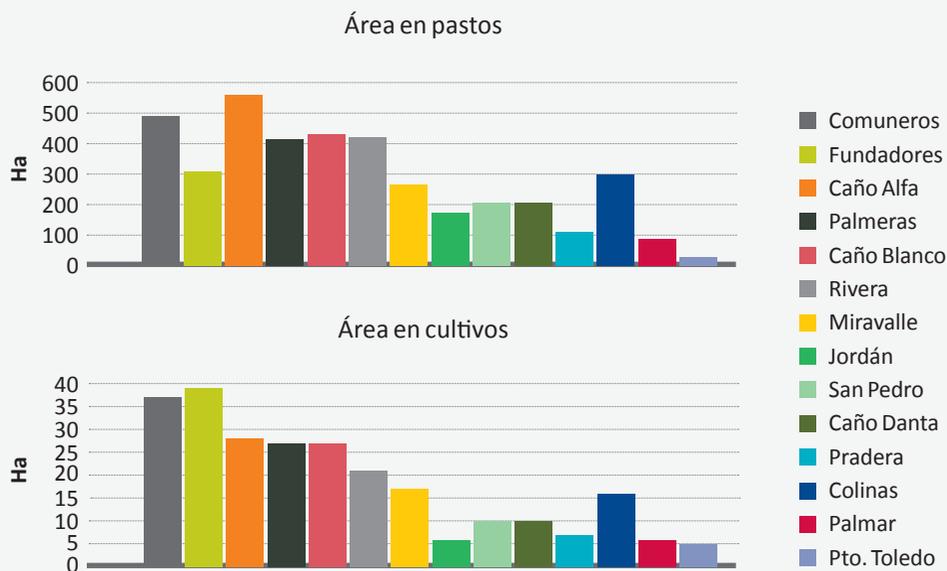


Figura 6. Área total en pastos y cultivos en 2012, por vereda.

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

Como se observa en la figura 6, las veredas con más de 300 ha destinadas a pastos son, en orden de importancia, Caño Alfa, Comuneros, Caño Blanco, Rivera, Palmeras y Fundadores. Cabe destacar que según los datos de deforestación histórica obtenidos para los periodos 2000-2005 y 2005-2010 es precisamente Caño Alfa la vereda con menor proporción de cobertura de bosques en 2010 (con solo el 30%) en relación a su área total, y una de las que registró mayor deforestación en ambos periodos, pese a la tendencia generalizada en el sector a la reducción de la tasa anual. Otras veredas donde también aumentó la deforestación fueron Caño Blanco y Palmeras, que coinciden con las de mayor área en pastos.

A manera de referente, y para confirmar esta tendencia de aumento de áreas en pastos a lo largo del tiempo, se presenta la siguiente figura, producto de un taller participativo realizado con la comunidad de 10 veredas en el mes de marzo de 2012, en cuyo marco se indagó sobre el proceso de deforestación histórica en la zona desde la década de 1960, con el fin de complementar información secundaria para la formulación del proyecto REDD (Figura 7).

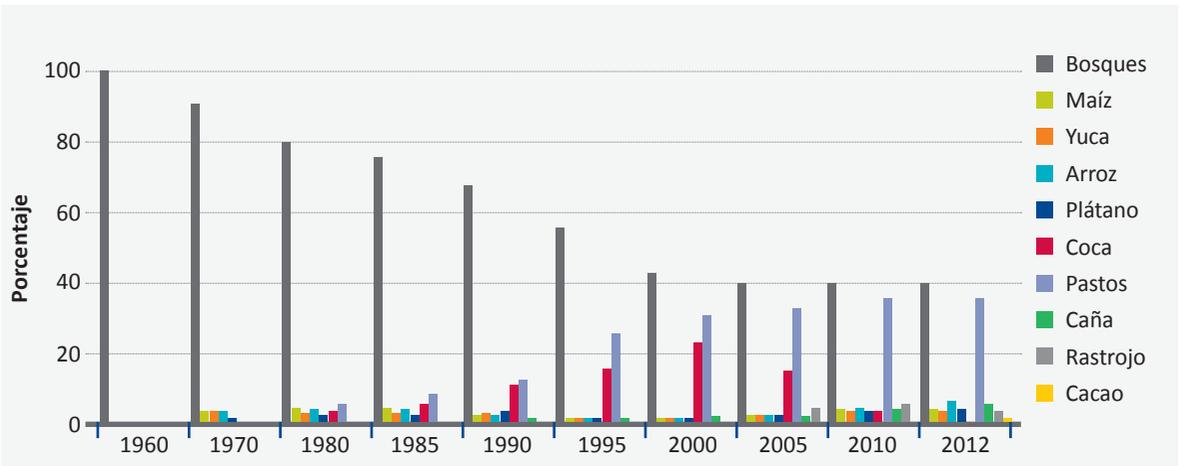


Figura 7. Cambio de uso del suelo ocurrido entre 1960-2012 en el sector Güejar-Cafre, según testimonios de participantes de la comunidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por participantes en taller de marzo de 2012.

Lo que se presenta allí es la proporción de área ocupada por cada tipo de uso o cobertura durante las décadas de 1960-1970-1980 y los lustros entre 1985 y 2012, confirmando lo expuesto en relación a la tendencia de aumento de áreas en pastos.

Así mismo se confirma la situación de los cultivos agrícolas de pancoger, cuyo establecimiento se dio principalmente con el objeto de garantizar la seguridad alimentaria de las familias, manteniéndose en niveles no significativos respecto al área ocupada. Por otro lado, los cultivos semipermanentes (caña) o permanentes (caucho-cacao) empiezan hasta ahora a establecerse y solo en ciertas veredas; por tanto, no representan áreas significativas. Sin embargo, los rendimientos y oportunidades de comercialización que puedan alcanzar determinarán su capacidad de expansión en términos de superficie.

Respecto al cultivo de hoja de coca se evidencia una curva normal en cuanto al área destinada a dicho uso, con un valor máximo en el año 2000 y un decrecimiento desde 2005 en adelante, cuando justamente se concentraron varias de las acciones de la política antidrogas en el país. Esto demuestra la reducción significativa que ha tenido el área sembrada con este cultivo en el sector.

Continuando con los análisis de este estudio, al observar las áreas de cada una de las veredas (Anexo H) se encuentra una alta relación entre su extensión total y la tendencia a presentar mayor cantidad de hectáreas en pastos (excepto en el caso de Colinas). Pese a que los casos analizados por vereda son relativamente pocos, en forma individual y en términos de hectáreas praderizadas representan más del 10% del área total de la vereda. En este sentido, hay gran diferencia entre el área de pastos promedio de las veredas más grandes (las primeras seis del Anexo H) versus las más pequeñas: 437 ha frente a 173 ha.

Respecto a las áreas cultivadas en 2012, que fue el año de referencia sobre el que se obtuvo la información, en promedio no se superaron las 18 ha, alcanzando un máximo en Fundadores (39 ha) y un mínimo en Puerto Toledo (5 ha). Así mismo las áreas cultivadas se

extienden más ampliamente en las veredas grandes, con 30 ha frente a 10 ha en promedio en las veredas pequeñas, pero en todo caso en mucho menor proporción que los pastos, como se observó en la figura 6.

Por último, respecto a la rentabilidad general obtenida por las distintas actividades agrícolas y pecuarias (tabla 8), se encuentra que la máxima rentabilidad por hectárea la genera la producción de yuca, con un valor máximo promedio de US\$1.304. Este resultado tiene sentido si se tiene presente que para la estimación de los beneficios netos se incluyó como “ingreso no monetario” el valor obtenido de multiplicar las cantidades destinadas al autoconsumo para la familia por el precio de cada producto en punto de venta, y no solo considerando las cantidades comercializadas. Además, este producto es parte fundamental tanto de la dieta alimentaria de los habitantes de la región como del sostenimiento de las especies menores en sus fincas, por lo que los volúmenes consumidos en el predio suelen ser altos. Según los datos analizados, el autoconsumo corresponde en promedio al 92% de lo que se cosecha. A continuación se presentan los resultados de rentabilidad promedio obtenida por vereda y por actividad productiva.

TABLA 8. RENTABILIDAD OBTENIDA POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA Y POR VEREDA

	Rentabilidad de actividad ganadera US\$/ hectárea			Rentabilidad de actividad agrícola US\$/ hectárea					
	Carne	Leche	Pastos*	Caña	Yuca	Plátano	Maíz	Arroz	Cacao
Comuneros	181	305	12	195	766	1.065	101	215	436
Fundadores	252	196	28	538	747	625	241	272	53
Caño Alfa	74	135	22	0	817	489	50	108	0
Palmeras	71	73	46	18	816	904	230	316	0
Caño Blanco	96	244	38	225	1.074	575	159	333	0
Rivera	82	169	29	0	518	740	159	286	0
Miravalle	43	0	32	14	1.209	940	111	84	0
Jordán	126	324	28	0	313	1052	0	269	22
San Pedro	63	0	17	0	858	1.000	0	18	0
Caño Danta	60	0	28	0	682	141	227	314	0
Pradera	197	240	2	0	1.036	204	0	177	0
Colinas	52	218	24	0	952	0	0	176	0
Palmar	67	0	21	0	190	127	0	283	0
Pto. Toledo	123	158	30	0	1.304	692	0	462	0
Promedio	106	206	26	198	806	658	160	237	170

* Se refiere al arrendamiento de pastos en el predio.

La tasa de cambio utilizada para todo el análisis fue de \$1.894 (pesos colombianos).

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

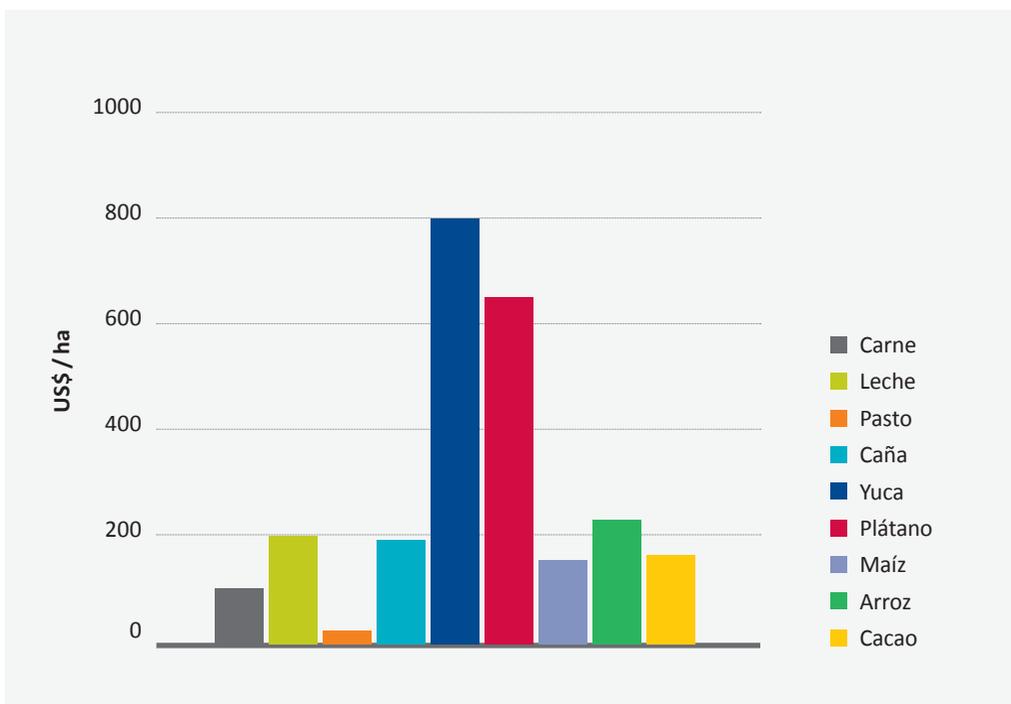


Figura 8. Rentabilidad promedio por actividad productiva en el sector Güejar-Cafre.

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

La segunda mayor rentabilidad la alcanza otro producto agrícola muy importante en la base alimentaria de los habitantes: el plátano, seguramente por las mismas razones expuestas para el caso de la yuca. De esta manera se observa que si bien las áreas en pastos ocupan la mayor extensión de los casos analizados, la actividad asociada a ellos, que es la ganadería, no genera la mayor rentabilidad.

Los detalles de los resultados de rentabilidad de las actividades ganaderas y agrícolas se presentan a continuación.

Rentabilidad de la actividad ganadera

La actividad ganadera representa en términos porcentuales más del 90% del uso del suelo en la muestra analizada. No obstante, en términos de rentabilidad por hectárea, no es la actividad que mayor beneficio económico genera a los habitantes, principalmente porque los costos de insumos y transporte son significativos en relación a los escasos ingresos que pueden obtener mediante la comercialización de ganado y/o la venta de leche. Algunos factores que pueden incidir en estos escasos ingresos son: i) el mal estado de las vías para la comercialización a centros urbanos cercanos, ii) los altos costos de insumos y transporte, y iii) inexistencia de un centro de acopio y transformación de leche local, entre otros. Lo anterior teniendo en cuenta la estructura de costos e ingresos analizados y también de acuerdo a testimonios locales.

Según las estimaciones realizadas, existen diferencias entre la rentabilidad generada por la ganadería de carne y la de leche (Figura 8), y aunque esta última se basa en poca cantidad de animales, el hecho de que no implique mayores costos de transporte (mercado interno) y que buena parte de la producción sea para consumo familiar hace que represente un mayor beneficio para la comunidad que la misma ganadería de carne. Según se observa en la tabla 8, la rentabilidad promedio de la producción de carne en todas las veredas es de US\$106, inferior a la de leche que es de US\$206.

Para graficar la variabilidad de la totalidad de los datos, y no solo los promedios entre veredas, se construyó un diagrama de caja que muestra los cinco estadísticos (mínimo, primer cuartil, mediana, tercer cuartil y máximo), útiles para visualizar la distribución de los datos y los valores atípicos identificados (Figura 9).

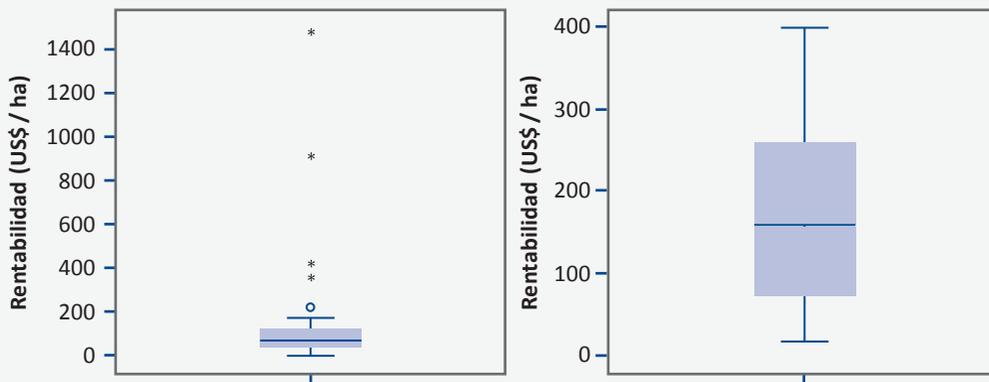


Figura 9. Diagrama de caja de la rentabilidad de la actividad ganadera (carne y leche).

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

En la figura 9 (izquierda) se muestra el diagrama correspondiente a la rentabilidad de la ganadería de carne, donde se identifican cuatro valores atípicos o extremos, fuera de las “cercas internas o bigotes”, que en este caso representan rentabilidades de US\$1.482, 912, 417, 360 y 222, superando los valores máximos del diagrama (asteriscos en figura izquierda). A la derecha se muestra el diagrama de la ganadería de leche y, como se observa, no se presentan datos extremos como en el primer caso. La mediana (las líneas negras en la mitad de las cajas) se ve menos influenciada por los valores extremos, llegando a US\$65 y US\$158 para ganadería de carne y leche, respectivamente. Los valores medios son US\$110 y US\$178, así que esta diferencia indica la influencia de los casos con valores extremos.

Según lo anterior, el 50% de las muestras presenta rentabilidades entre US\$37 y US\$106 en ganadería de carne, y entre US\$72 y US\$258 en producción de leche. No obstante, los valores atípicos identificados en ganadería de carne corresponden a aquellos casos que logran comercializar animales en pie a través de intermediarios y/o a aquellos

productores que económicamente tienen más posibilidades de acceder a mercados externos y cubrir los costos de transporte (como se ha dicho, el mal estado de las vías es un factor determinante).

Rentabilidad de la actividad agrícola

La yuca y el plátano son los cultivos que generan la mayor rentabilidad por hectárea, con valores promedio entre todas las veredas de US\$806 y US\$658, respectivamente (Tabla 8). Al igual que para el análisis de la rentabilidad ganadera se construyó un diagrama de caja para visualizar la simetría en la distribución de los datos y la influencia de valores extremos (Figura 10).

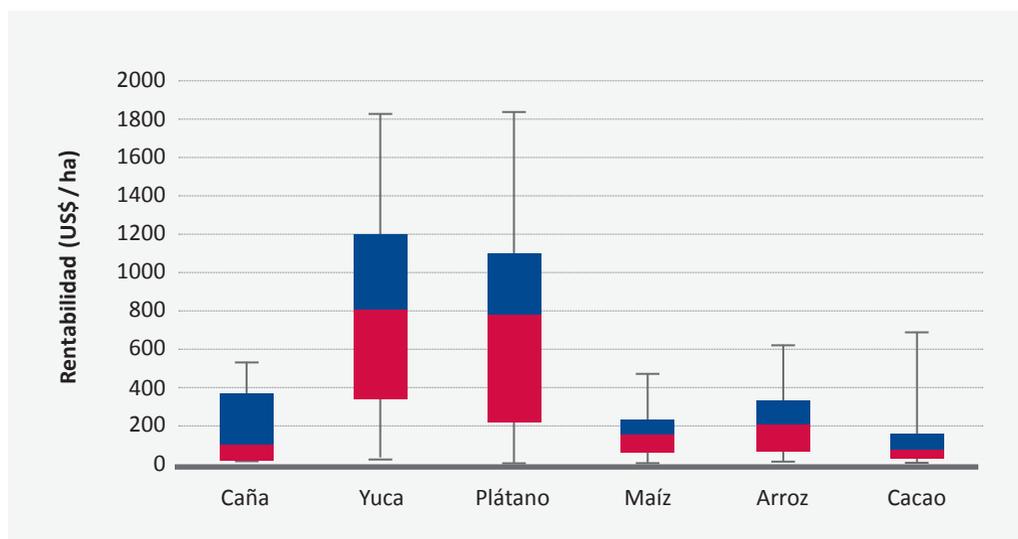


Figura 10. Diagrama de caja de la rentabilidad de la actividad agrícola.

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

En ninguno de los casos se observan valores atípicos o extremos, lo cual permite concluir que los datos se distribuyen con normalidad entre las “cercas internas o bigotes”. Por supuesto yuca y plátano tienen valores de mediana mucho más altos que los demás cultivos: US\$814 y US\$780, y muy cercanos a las medias respectivas (US\$817 y US\$731). Así mismo se aprecian mayores rangos de variación entre valores mínimos y máximos. De esta manera, el 50% de los casos tiene rentabilidades que oscilan entre US\$341 y US\$1.200 para la yuca, y entre US\$218 y US\$1.097 para el plátano.

En todos los cultivos se observa que la parte superior de la caja es mayor que la inferior, lo que indica que entre el 50 y el 75% de las rentabilidades están más dispersas que entre el 25 y el 50%, sobre todo en el caso del cacao.

A continuación se presentan los valores mínimos y máximos obtenidos en todos los cultivos analizados.

TABLA 9. RELACIÓN DE VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE RENTABILIDAD AGRÍCOLA OBTENIDOS

	Caña	Yuca	Plátano	Maíz	Arroz	Cacao
Mínimo	14	30	10	12	15	10
Mediana	107	814	780	153	211	74
Media	202	817	731	161	245	175
Máximo	538	1.823	1.843	474	621	689

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

Según se observa, la mayor diferencia entre valores máximos y mínimos se da en el caso del plátano, seguido de la yuca, mientras que la menor diferencia se da en el maíz. En relación a la yuca y al plátano, la mayor diferenciación ocurre por el rendimiento productivo alcanzado en cada predio que, como se señaló, en promedio no supera la

hectárea. Por tratarse de cultivos que recientemente se han incorporado a la actividad productiva en el sector, la caña y el cacao presentan muy pocos casos que permitan un mejor análisis de la rentabilidad generada. Por último, los productos agrícolas que son un poco más dinámicos en términos de comercialización, como el maíz y el arroz, no presentan valores de rentabilidad tan significativos, principalmente por un tema de altos costos de transporte e insumos que inciden finalmente en los beneficios netos que puedan generar.

Con fines comparativos se revisó información secundaria acerca de la rentabilidad y rendimientos generados en una hectárea de los mismos cultivos analizados, reportada para el municipio de Puerto Rico (Tabla 10), donde se ubica el sector en las evaluaciones agropecuarias que realiza anualmente la Gobernación del Meta (Gobernación del Meta, 2011). En el siguiente cuadro se observan las diferencias en términos de rentabilidad y rendimientos de los principales cultivos producidos en el sector, respecto al promedio municipal.

TABLA 10. VALORES COMPARATIVOS DE RENDIMIENTOS Y RENTABILIDADES AGRÍCOLAS OBTENIDOS EN EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE, Y LOS REPORTADOS A NIVEL MUNICIPAL

Cultivo	Rendimientos (@/ha)		Rentabilidad (US\$/ha)	
	Sector Güejar-Cafre ⁽¹⁾	Municipio de Puerto Rico	Sector Güejar-Cafre ⁽²⁾	Municipio de Puerto Rico
Caña	312	480	202	1.477
Yuca	480	1.360	817	1.315
Plátano	160	1.360	731	1.479
Maíz	100	128	161	73
Arroz	80	200	245	545
Cacao	12	24	175	1.086

⁽¹⁾ Corresponden a los valores más usuales en los casos analizados (estadístico MODA).

⁽²⁾ Corresponden a valores promedio de todos los casos analizados.

@ = Arroba, unidad de masa equivalente a 12,5Kg.

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas y evaluaciones agropecuarias de la Gobernación del Meta (2011).

En términos de rendimientos, puede observarse que todos los cultivos del sector Güejar-Cafre -excepto el maíz (que se aproxima al rendimiento promedio del municipio de Puerto Rico)- presentan una producción baja comparada con el registro a nivel municipal, representando menos del 50% de este nivel promedio. No es muy diferente la situación en términos de rentabilidad, ya que en la mayoría de los casos los valores no superan el 50% de la rentabilidad promedio municipal reportada. El caso excepcional es de nuevo el maíz, el cual obtiene una rentabilidad mucho mayor que el promedio del municipio de Puerto Rico.

Son justamente los cultivos de caña y cacao los que registran en el sector la menor rentabilidad, comparada con el promedio municipal (sin superar el 20% del valor de referencia), lo cual seguramente está asociado al hecho de que son cultivos que recién empiezan a ser incorporados en la dinámica productiva y aún no representan rentabilidad significativa pese a que tienen buen potencial en lo que se refiere a rendimientos.

En este sentido, según señala la Gobernación del Meta, el cacao “se ha constituido en la real sustitución de cultivos ilícitos, lo cual se refleja en el incremento de su siembra en los municipios con mayor presencia de conflicto social que deja el narcotráfico y se espera continúe su crecimiento como alternativa de producción viable” (Gobernación del Meta, 2011). Esta misma situación se ha observado en el sector Güejar-Cafre, donde un 90% de los casos de quienes actualmente han incorporado este cultivo en su sistema productivo, lo han hecho como parte de un proceso de reconversión productiva que anteriormente se basaba en buena medida en el cultivo de hoja de coca.

Finalmente, a partir de los resultados presentados puede concluirse que la actividad ganadera de pequeña escala en este sector, así como en algunas otras regiones del país, se constituye en un componente fundamental para el sostenimiento de las familias, pese a que -como se ha observado- no genere la suficiente rentabilidad. Una de las razones que se han identificado para que esto ocurra es que la tenencia de un número determinado

de animales “asegura” de cierta manera la satisfacción de eventuales necesidades económicas que puedan surgir de manera inesperada a nivel familiar, ya que a través de la venta inmediata se logra sortear cualquier situación financiera difícil. En segundo lugar, y a partir del conocimiento de la dinámica sociocultural de la región, la tenencia y manejo de ganado representa en términos de la percepción de la comunidad en general una mejor condición de vida que no necesariamente ocurre, pero que sin embargo se mantiene como imaginario social e incide en la ampliación de las áreas en pastos que sostienen. Un tercer aspecto que ha generado en los últimos años un mayor dinamismo en la actividad ganadera es el proceso de transición productiva en que se encuentra esta región, a partir de la finalización de un ciclo relacionado con la producción de hoja de coca y de un reciente cambio de uso del suelo hacia la praderización y establecimiento de áreas para la ganadería, identificada como una actividad alternativa para el sostenimiento familiar a corto plazo y además de muy fácil implementación, teniendo en cuenta los bajos niveles tecnológicos con que suele desarrollarse.

TRAYECTORIAS PRODUCTIVAS

Los resultados de los ejercicios grupales realizados permitieron evidenciar la existencia de cinco trayectorias productivas predominantes en toda el área de estudio, agrupadas según si estas partieron de cobertura con bosque o no. Cada trayectoria se identifica en la figura 11 con las letras A, B, C, D y E.

Según se observa, las tendencias principales se orientan hacia el establecimiento de pastos, porque incluso en los casos donde se proyecta el mantenimiento y aumento de áreas en cultivos de cacao o caucho, los participantes afirman que de acuerdo a los resultados que obtengan en el mediano plazo (hoy en día aún no hay producción) harán o no reconversión de esas áreas a pastos.

Por otro lado, la situación de tránsito en relación al cultivo de hoja de coca hacia pastos no es exclusiva de esta área, ya que se ha referenciado en otras zonas del país donde este cultivo ha sido la base de la economía regional y local por un tiempo considerable. Pese a que esta actividad se identificó en dos de las cinco trayectorias productivas, ya que hace parte del proceso histórico de uso del suelo desde hace 10 años, no fue considerada para el ejercicio de estimación del VPN de cada observación por tratarse de una actividad ilícita, con una serie de actuaciones gubernamentales asociadas a su control, como la erradicación voluntaria y/o forzosa de los cultivos, por lo que se espera que no vuelva a ser parte integral de los sistemas productivos y, por el contrario, en este momento se avanza en la reconversión productiva hacia alternativas productivas sostenibles en el sector. Sin embargo, más adelante se presenta, para tenerla como referente, la información relacionada con la rentabilidad del cultivo de hoja de coca que fue sintetizada a partir de comunicaciones personales con antiguos productores.

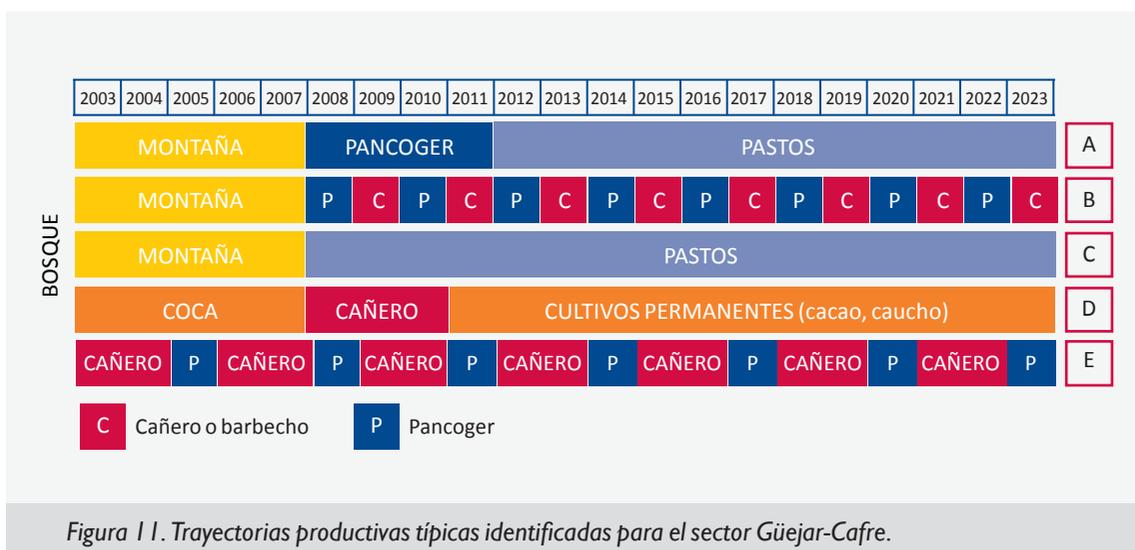


Figura 11. Trayectorias productivas típicas identificadas para el sector Güejar-Cafre.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de casos analizados (152), el 34% corresponde a la trayectoria A, 9% a la B, 11% a la C, 30% a la D y 16% a la E. Según lo anterior, por lo menos el 60% se asocia a una trayectoria que incluye la cobertura de pastos (considerando que por lo menos la mitad de la trayectoria D incluye también esta cobertura).

De acuerdo a la figura 11, los productores pasaron, por diferentes motivos (erradicación voluntaria o forzosa, decisión propia, oportunidades de financiamiento), de desarrollar una actividad productiva ilícita (cultivo de hoja de coca) a una lícita como la ganadería o cultivos permanentes (trayectoria D).

En cuanto a las actividades agrícolas, se observa que su desarrollo se sustenta fundamentalmente en el autoabastecimiento familiar y, por supuesto, se proyecta su mantenimiento futuro con la misma dinámica, dejando las tierras en descanso (cañero) uno o dos años intermedios para nuevas siembras de diferentes cultivos transitorios (trayectorias B y E).

Otra variación de esta condición es que los cultivos de pancoger tradicionales son utilizados como “fase intermedia”, para luego transitar hacia el establecimiento de pastos (trayectoria A) o bien directamente hacerlo a partir de la tumba del bosque (trayectoria C). Es importante considerar esta situación, ya que en el sector existen acuerdos socioambientales respecto a la posibilidad de tumba de bosque o “montaña” que tiene cada familia al año y, por tanto, para iniciar la actividad es suficiente poder desmontar dos o tres hectáreas, y a partir de allí ir ampliando progresivamente el área para pastos.

El cultivo de hoja de coca

Conviene señalar algunos aspectos relacionados con esta actividad aunque no se incluya formalmente dentro de los análisis de costos de oportunidad, y a pesar de que hoy no

se desarrolla en similares proporciones que hace ocho o diez años atrás, dado que al parecer aún representa una actividad relevante que incide en la dinámica económica y social que vive la comunidad colono-campesina del sector.

La actividad relacionada con este cultivo de uso ilícito continúa influyendo en la economía local, dado que varios jóvenes se vinculan a cultivos ubicados en veredas vecinas, fuera de la jurisdicción de la asociación Agrogüejar, aportando mano de obra para la recolección de la hoja como “raspachines” y generando ingresos para la familia. Esta representa una alternativa de trabajo, dadas las reducidas opciones de vinculación laboral existentes en sus propias veredas.

Sobre la base de información primaria suministrada por antiguos productores, fue posible averiguar algunos datos de base (costos, ingresos, rendimientos) que permitieron realizar aproximaciones sobre los valores de rentabilidad promedio del cultivo de hoja de coca, la que ascendería a US\$1.000²⁷ por hectárea (los costos promedio suman US\$3.400 y los ingresos US\$4.400). Los ingresos que puede obtener un jornalero que aporte su mano de obra a la recolección de la hoja de coca están determinados por la agilidad y capacidad de cada quien para cumplir esta labor, ya que el pago se hace en función a la cantidad de arrobas recogidas al día y, según testimonios, en un “tajo” (lote de cultivo) se alcanza a colectar siete arrobas, siendo este un rendimiento medio. El valor pagado por arroba es de US\$2,64.

²⁷ Se consideraron como costos: actividades de ahoyado y siembra, limpias, abonadas, insumos para mantenimiento de cultivos (crecer 500, malation-cipermetrina) y “quimiquiada” o extracción del alcaloide (soda cáustica, amoníaco, nitron, cal, ACPM, ácido sulfúrico, permanganato de potasio, etc). Y como ingresos: el 30% de lo cosechado, estimado en 138@ en el primer año (18@ a los seis meses, 60@ a los nueve meses y 60@ a los doce meses) y expresado en gramos.

Por otro lado, teniendo en cuenta información suministrada por los participantes en las reuniones grupales realizadas, existe una situación relacionada con este tipo de cultivo de uso ilícito que directa e indirectamente afecta el desarrollo de otras actividades productivas: la existencia de “áreas estériles”, asociadas al impacto ocasionado (sobre todo en 2010) por las aspersiones aéreas con glifosato como medida de erradicación forzosa de cultivos de hoja de coca, lo cual ha implicado que deba dejarse en descanso estas tierras durante cinco años o más, para que al cabo de este tiempo puedan ser incorporadas nuevamente al desarrollo de otras actividades productivas (como en la trayectoria B).

Esto, sumado a las condiciones edáficas del área de estudio (altos pH, niveles de toxicidad del aluminio, bajos contenidos de nutrientes y de materia orgánica, entre otras), restringe ampliamente el tipo de actividad productiva que pueda desarrollarse. En consecuencia, y como lo señala la autoridad ambiental competente en la zona, deben plantearse como actividades posibles la “reconversión de pequeña ganadería a modelos silvoagrícolas y/o agrosilvopastoriles, aprovechamiento racional de los frutos secundarios del bosque, usos de recuperación y restauración de los recursos naturales, reforestación con especies nativas, regeneración natural, sistemas agroecológicos, servicios ambientales” (Cormacarena, 2011). Sin embargo, estos modelos aún están por desarrollarse en el área.

Finalmente, contrastando la rentabilidad generada por esta actividad ilícita con la de mayor rentabilidad estimada en el área -es decir, la del cultivo de yuca-, se tiene que la primera supera en US\$194 a la segunda, representando el 24% de la rentabilidad estimada para la yuca, lo cual realmente no es tan significativo.

CONTENIDOS DE CARBONO EN BOSQUES, CULTIVOS Y PASTOS

Carbono en bosques

Según se mencionó en la sección metodológica, la estimación de contenidos de carbono en los bosques del sector estuvo a cargo del IDEAM, cuyos equipos instalaron en total 15 parcelas forestales temporales de 0,25 ha cada una.

En conclusión, se obtuvo un valor promedio de 124 toneladas de carbono por hectárea (en biomasa aérea) entre bosques de tierra firme y bosques inundables; no obstante, vale la pena destacar la mayor cantidad registrada en este último tipo de bosque, donde se obtuvo un valor promedio de 199 toneladas de carbono (cuantificadas a partir de solo cuatro parcelas establecidas) respecto a las 97 toneladas de carbono estimadas en los bosques de tierra firme (en las 11 parcelas restantes).

TABLA 11. RESULTADOS DE ESTIMACIONES DE CONTENIDOS DE CARBONO EN BOSQUES DE TIERRA FIRME Y BOSQUE INUNDABLE EN EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE

N°	Vereda	Tipo de bosque	Carbono suelos acumulado (cm)				Biomasa (t/ha)			Carbono (t/ha)			
			0-10	10-20	20-50	50-100	Aérea	Raíces	Total	Aérea	Raíces	Total	Carbono total
1	Miravallés	Tierra firme	37,74	64,61	106,32	131,07	87,00	21,09	108,08	43,50	10,54	54,04	185,12
2	Bajo Fundadores	Tierra firme	28,39	50,61	98,92	155,20	234,34	52,76	287,10	117,17	26,38	143,55	298,75
3	Bajo Fundadores	Tierra firme	20,57	34,09	66,09	98,90	141,93	33,17	175,09	70,96	16,58	87,55	186,45

N°	Vereda	Tipo de bosque	Carbono suelos acumulado (cm)				Biomasa (t/ha)			Carbono (t/ha)			
			0-10	10-20	20-50	50-100	Aérea	Raíces	Total	Aérea	Raíces	Total	Carbono total
4	Miravallles	Tierra firme	25,06	42,96	82,65	118,61	161,73	37,43	199,16	80,87	18,72	99,58	218,19
5	Rivera	Tierra firme	31,68	61,92	131,66	174,41	102,63	24,57	127,20	51,32	12,29	63,60	238,01
6	Caño Danta	Tierra firme	33,75	63,09	161,01	230,12	151,30	35,19	186,49	75,65	17,60	93,24	323,36
7	Pradera	Tierra firme	25,92	47,89	78,18	118,68	152,80	35,52	188,31	76,40	17,76	94,16	212,84
8	Caño Danta	Tierra firme	26,84	54,20	133,76	171,11	142,32	33,26	175,58	71,16	16,63	87,79	258,90
9	Bajo Fundadores	Bosque inundable	14,10	23,76	47,94	89,65	308,42	68,04	376,45	154,21	34,02	188,23	277,88
10	Caño Blanco	Bosque inundable	25,95	41,94	56,84	72,06	263,40	58,79	322,19	131,70	29,40	161,09	233,16
11	Bajo Fundadores	Bosque inundable	27,52	49,19	73,57	120,52	351,41	76,77	428,18	175,71	38,39	214,09	334,61
12	Bajo Fundadores	Bosque inundable	21,44	39,48	76,34	105,05	381,35	82,81	464,15	190,67	41,40	232,08	337,13
13	Comuneros	Tierra firme	70,62	108,24	159,54	177,94	137,83	32,28	170,11	68,92	16,14	85,06	263,00
14	El Palmar	Tierra firme	39,06	50,31	105,37	232,42	291,84	64,64	356,49	145,92	32,32	178,24	410,67
15	Santa Lucía	Tierra firme	21,28	53,07	109,66	150,40	121,48	28,72	150,21	60,74	14,36	75,10	225,51

Fuente: Ramírez et al., 2013.

El valor de carbono total presentado en la tabla 11 corresponde a la sumatoria del carbono del suelo acumulado entre los 50-100 cm de profundidad y el carbono total en biomasa aérea y en raíces.

Considerando el valor promedio obtenido -es decir, las 124 toneladas de carbono mencionadas-, se calcularon las toneladas de CO₂ equivalente utilizando el factor de 3,67 (explicado en la sección metodológica), obteniendo 455 toneladas.

Carbono en cultivos y pastos

En la sección metodológica se mencionó que fue posible extraer muestras de cultivos de yuca, plátano, maíz y pastos para estimar la cantidad de carbono promedio en estos usos del suelo, información que se incluye en la siguiente tabla.

TABLA 12. CONTENIDO DE CARBONO ESTIMADO A PARTIR DE MUESTRAS TOMADAS EN CAMPO

Uso	Peso Húmedo muestra (Kg)	Peso Seco Muestra (Kg)	Total Cosechado en Campo (Kg)	Área Cosechada (M ²)	Biomasa Aérea (Kg)	Fracción de Carbono (%)	Contenido de Carbono (Muestra)
Yuca	0,26	0,066	13,728	4	3,432	0,424	1,455
	0,30	0,075	9,197	4	2,299	0,43	0,988
	0,28	0,071	7,052	4	1,763	0,429	0,756
	0,28	0,071	10,552	4	2,638	0,398	1,049
	Tonelada de Carbono por Hectárea⁽¹⁾						2,656

Uso	Peso Húmedo-muestra (Kg)	Peso Seco Muestra (Kg)	Total Cosechado en Campo (Kg)	Área Cosechada (M ²)	Biomasa Aérea (Kg)	Fracción de Carbono (%)	Contenido de Carbono (Muestra)
Maíz	0,291	0,0727	4,216	4	1,054	0,392	1,032
	Tonelada de Carbono por Hectárea⁽²⁾						1,032
Plátano	0,210	0,052	9,050	4	2,262	0,427	0,966
	0,327	0,082	4,800	4	1,200	0,397	0,476
	0,178	0,044	27,95	4	6,987	0,443	3,095
	0,302	0,075	16	4	4	0,446	1,784
	0,298	0,074	24	4	6	0,443	2,658
	Tonelada de Carbono por Hectárea⁽³⁾						22,449
Pastos	0,153	0,038	1,277	1	0,319	0,408	0,130
	0,152	0,038	1,895	1	0,473	0,52	0,246
	0,109	0,027	1,863	1	0,465	0,368	0,171
	0,136	0,034	1,695	1	0,423	0,437	0,185
	0,199	0,049	2,125	1	0,531	0,438	0,232
	0,173	0,043	1,280	1	0,320	0,382	0,122
	0,198	0,049	2,193	1	0,548	0,374	0,205
	0,209	0,052	1,941	1	0,485	0,427	0,207
Tonelada de Carbono por Hectárea⁽⁴⁾						1,875	

⁽¹⁾ Se obtuvo a partir del valor promedio de contenido de carbono en las muestras, llevado a tonelada y extrapolado a una hectárea (se multiplicó por 2.500 m² porque lo cosechado fue 4 m²).

⁽²⁾ Ídem (1).

⁽³⁾ Se obtuvo a partir de la suma total de los contenidos de carbono en las muestras, ya que cada una corresponde a una planta de plátano cosechada ocupando 4 m², por lo que luego se multiplicó por 2.500 para extrapolar a una hectárea.

⁽⁴⁾ Se obtuvo a partir del valor promedio de contenido de carbono en las muestras, llevado a tonelada y extrapolado a una hectárea (se multiplicó por 10.000 m² porque lo cosechado fue 1 m²).

A manera de comparación, se revisaron algunas fuentes secundarias que obtuvieron valores de contenidos de carbono en cultivos y pastos, en ámbito del bosque húmedo tropical.

TABLA 13. COMPARACIÓN DE CONTENIDOS DE CARBONO ESTIMADOS EN ESTE ESTUDIO Y OTROS

Uso	Contenido de Carbono Estimado en este Análisis (Tc/Ha)	Contenido de Carbono Estimado en Otros Estudios (Tc/Ha)	Referencia Bibliográfica
Pastos	1,88	1,9	Amézquita, 2008 (Bosque húmedo tropical, Amazonía, Colombia) en pastos <i>B. humidicola</i> .
		1,1	Amézquita, 2008 (Bosque húmedo tropical, Amazonía, Colombia) en pastos <i>B. decumbens</i> .
Yuca	2,66	3,43	Alegre, Arévalo & Ricse, 1998 (Bosque húmedo tropical, Amazonía, Perú).
		5,09	Barbarán, Ricse y Alegre, 2001 (Bosque tropical y subtropical, Ucayali, Perú).
Maíz	1,03*	6,79	Barbarán, Ricse y Alegre, 2001 (Bosque tropical y subtropical, Ucayali, Perú).
		7,86	Alegre, Arévalo & Ricse. 1998 (Bosque húmedo tropical, Amazonía, Perú).
Plátano	22,45	16,27	Alegre, Arévalo & Ricse. 1998 (Bosque húmedo tropical, Amazonía, Perú).
		19,06	Barbarán, Ricse y Alegre, 2001 (Bosque tropical y subtropical, Ucayali, Perú).
Arroz	-	21,67	Alegre, Arévalo & Ricse, 1998 (Bosque húmedo tropical, Amazonía, Perú).
Caña	-	9	Soejono, 2004. Tomado de White & Minang, 2011, Capítulo 5, p. 22.
Cacao	45,25	58	Lasco y otros, 2002. Tomado de White & Minang, 2011, capítulo 5, p. 22.

* Se trata de una sola muestra.

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas y bibliografía señalada.

Según se observa, hay una gran aproximación entre la mayoría de datos obtenidos en este estudio y los de referencia, excepto en el caso del maíz, principalmente porque se obtuvo la información de una sola muestra, lo cual no es representativo. Por esta razón, el valor de referencia utilizado para este cultivo fue el de 7,86 tC/ha (Alegre, Arévalo & Ricse, 1998). Para la caña y el arroz se utilizaron los valores de referencia de 9 y 21,67 tC/ha, ya que no se obtuvo información primaria de estos cultivos.

En cuanto al cultivo del cacao, se estimó un valor promedio de 45,25 tC/ha obtenido de tres parcelas evaluadas, con edades de cinco y 24 años. Los contenidos de carbono varían según la etapa de desarrollo del cultivo, y en nuestro caso el valor promedio por árbol en una edad de cinco años fue de 3,3 tC, y en el de 24 años de 19,6 tC. En un estudio de referencia (Aristizábal *et al.*, 2002), realizado en el departamento de Caldas (Colombia), se estimó un valor promedio por árbol de 4,06 tC en cultivos de cuatro años de edad, y de 14,31 tC en cultivos de 13 años, lo cual es muy aproximado a lo estimado en este estudio. Para el análisis se consideraron las 45,25 tC/ha.

PROYECCIÓN DE DEFORESTACIÓN

Según se señaló en la metodología, se tuvo que estimar el número de hectáreas de bosque que se deforestarían hacia 2032 aplicando la tasa histórica promedio, calculada en 2,22%. En la tabla 14 se presentan las áreas de bosques, áreas deforestadas y tasas calculadas en cuatro periodos históricos, y en la figura 12 se muestran las tasas promedio anuales estimadas para cada periodo.

TABLA 14. DEFORESTACIÓN HISTÓRICA ESTIMADA PARA EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE ENTRE 1990 Y 2012

Periodo	Área en bosque (ha) en el año final del periodo	Área deforestada (ha)		Tasa promedio anual (%)
		Total	Anual	
1990-2000	19.236	7.606	761	2,93
2000-2005	20.723	1.115	223	1,16
2005-2010	17.979	3.226	645	3,11
2010-2012	18.720	609	305	1,69
Promedio				2,22

Fuente: Elaboración a partir de mapas de Bosque/No Bosque (Esc. 1:100.000), generados por IDEAM (Cabrera et al., 2011).

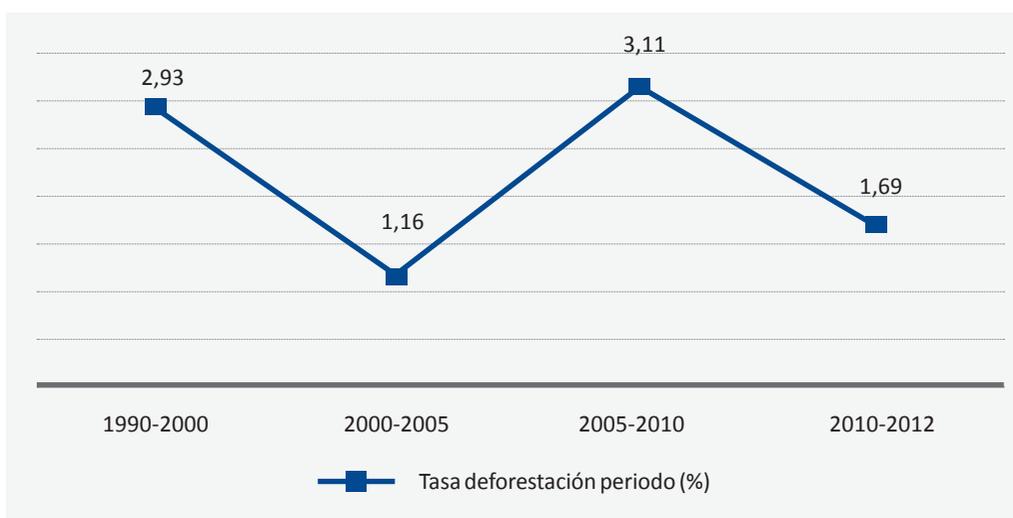


Figura 12. Tasas de deforestación según periodo (1990-2012).

Fuente: Elaboración propia a partir de mapas de Bosque/No Bosque (Esc. 1:100.000) generados por IDEAM (Cabrera et al., 2011).

Si bien mucha de la información generada a través del uso de imágenes de sensores remotos puede en ocasiones ser producto de falsas detecciones de cambios entre los periodos analizados (p.e. por errores de interpretación, de escala de análisis, de procesamiento de imágenes, etc.) -como seguramente podría suceder en cierta medida en este análisis multitemporal dada la variación de área de bosques entre periodos (sin desconocer la incidencia que pueden tener los procesos de sucesión secundaria o recuperación natural en el incremento de las áreas boscosas)-, es importante y de gran utilidad contar con dicha información para tener una aproximación a la dinámica histórica del cambio de uso del suelo para diversos análisis, como el que aquí nos ocupa.

Hecha esta salvedad, existe cierta coherencia en lo plasmado en la tabla 14 y en la figura 12, en tanto que en los periodos con menores tasas de deforestación (2000-2005 y 2010-2012) se registró mayor área de bosque y viceversa. En todo caso, se percibe en general una tendencia a la reducción de la tasa de deforestación; sin embargo, la tasa promedio anual tuvo una mayor variabilidad entre periodos, por lo cual fue más conservador considerar la tasa histórica promedio.

De esta manera, para el sector Güejar-Cafre se estimó una tasa promedio histórica de 2,22% anual (Tabla 14), y un área promedio deforestada de 483 ha anuales, siendo los periodos 1990-2000 y 2005-2010 los que registran los valores más altos. Considerando el área de bosque a 2012 y utilizando la tasa promedio mencionada, se estimó el número de hectáreas que se deforestarían anualmente hasta el año 2032.

Como resultado, partiendo de una cobertura en 2012 de 18.720 ha de bosque, se estima una pérdida de 6.772 ha en un periodo de tiempo de 20 años.

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE OPORTUNIDAD DE DEFORESTACIÓN EVITADA

Calculados los beneficios netos y el VPN para cada observación, considerando las trayectorias productivas asignadas, se estimaron los costos de oportunidad para tener una aproximación a los costos de compensación por deforestación evitada dentro de un esquema como REDD.

De las 152 observaciones analizadas, solo 38 tuvieron valores de costos de oportunidad superiores a los US\$6/tCO₂e y, de estos, seis alcanzaron más de US\$ 10. En la figura 13 se sintetizan los valores promedio de VPN y costos de oportunidad estimados por actividad productiva principal, desarrollada durante 2012.

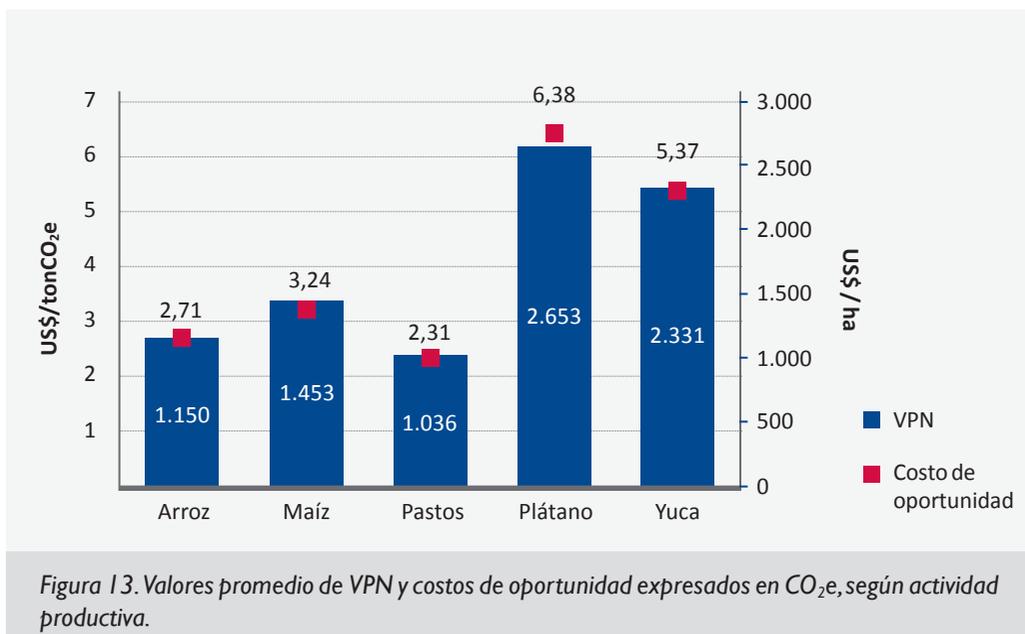


Figura 13. Valores promedio de VPN y costos de oportunidad expresados en CO₂e, según actividad productiva.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del cultivo de plátano, se consideró el contenido de carbono de 22,45 tC/ha calculado en este estudio y se obtuvo un costo de oportunidad de US\$ 6,38/tCO₂e promedio; por lo tanto, vale la pena destacar la importancia que tienen este y otros cultivos como la yuca que -según se mencionó en la sección de resultados asociados a la rentabilidad agrícola- son la base alimentaria de las familias en el sector y cuyos costos de oportunidad superan los US\$5/tCO₂e, como se observa en la figura 13.

De igual modo se estimaron estos mismos valores pero considerando el grupo de casos de cada trayectoria productiva, obteniendo lo siguiente:

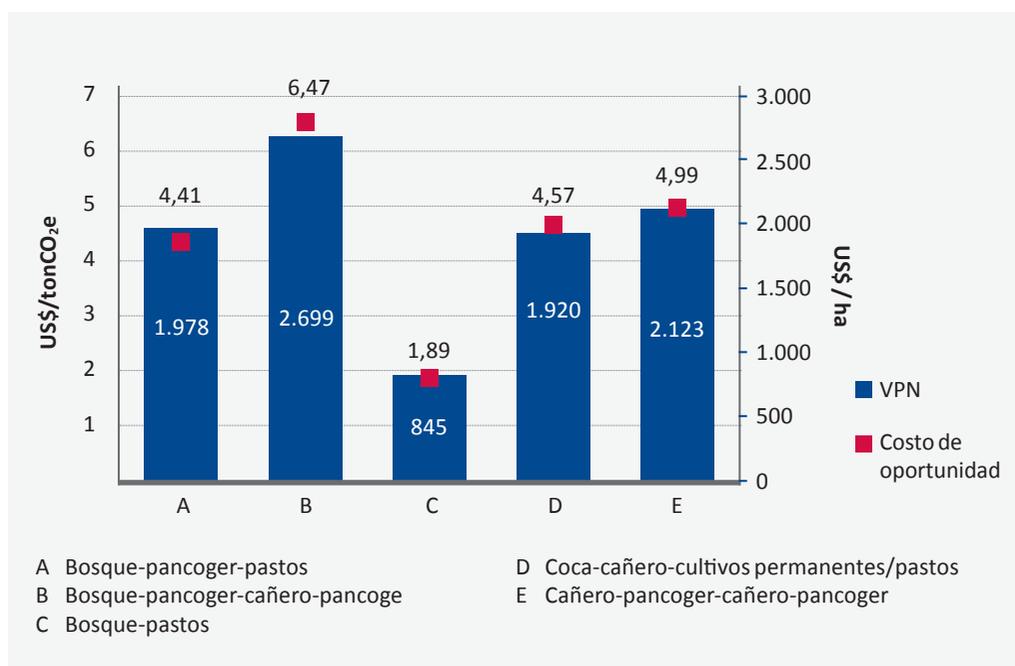


Figura 14. Valores promedio de VPN y costos de oportunidad expresados en CO₂e, por trayectoria productiva.

Fuente: Elaboración propia.

Según puede observarse en la figura anterior, las trayectorias productivas con mayor VPN y los costos de oportunidad más altos para la implementación de un mecanismo REDD en el sector Güejar-Cafre son las relacionadas con la producción agrícola de pancoger (B y E), muy por encima de las que se basan únicamente en la actividad pecuaria (C).

Analizando las trayectorias vinculadas a la actividad ganadera, se observa que existe gran diferencia en cuanto al costo de oportunidad dependiendo de la categoría de la trayectoria, esto es: i) si es directa; es decir, si el bosque es eliminado y de inmediato se transforma en potreros (trayectoria C), o bien, ii) si es de transición; es decir, si el bosque es eliminado y los espacios habilitados se utilizan para algunos cultivos anuales, hasta introducir pastos en una siguiente etapa (trayectoria A). En los casos analizados se obtuvo mayor VPN y costos de oportunidad en la segunda categoría, seguramente por los beneficios generados durante la producción y cosecha de cultivos de pancoger (yuca, plátano) antes de convertirse en pastizales.

En conclusión, se observa que debido a la incidencia de los cultivos de pancoger en la rentabilidad de las trayectorias productivas que los incluyen, tanto de manera exclusiva (B y E) como en aquellas donde actúan en una etapa intermedia (A) antes de llegar a la praderización²⁸, las actividades productivas relacionadas con estos cultivos representan los mayores costos de oportunidad.

²⁸ Es la presión ejercida por el incremento de la superficie de la tierra cubierta con pastos, como resultado de la acción antrópica con fines ganaderos o de valorización de la tierra en el contexto del modo de producción capitalista (SIAT-AC, 2014). El municipio de Puerto Rico (Meta), donde se ubica el área de estudio, presentó una tasa de praderización de 3.235 ha anuales entre 2002 y 2007, clasificándose con presión muy alta (Ibidem).

En el caso de la trayectoria D, que incluyó cultivo de hoja de coca en el año inicial, se consideraron como actividades sustitutivas para los años posteriores algunos cultivos permanentes como caucho, cacao, caña o pastos, a partir de la dinámica observada en campo hacia la transición de usos del suelo en el área de estudio.

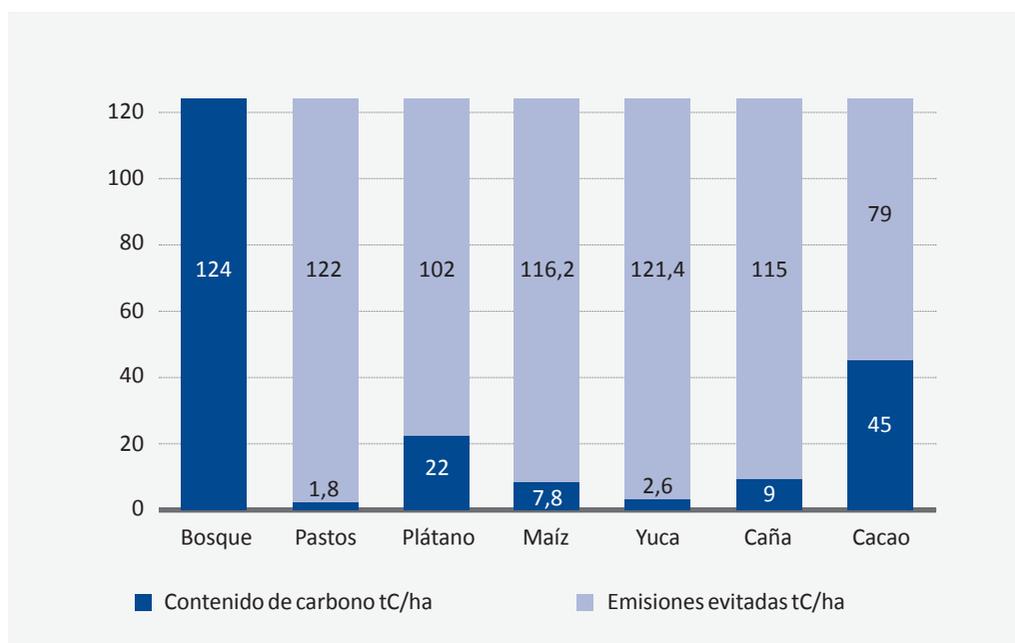


Figura 15. Emisiones evitadas y contenidos de carbono (tC/ha) según actividad productiva.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15 se observan las emisiones evitadas en toneladas de carbono por hectárea, según uso del suelo en el sector Güejar-Cafre, considerando tanto los valores de referencia como los estimados directamente en este estudio. Como es de esperar, las mayores emisiones ocurren al transformar el bosque a pastos (122 tC/ha).

El potencial que tienen los sistemas agroforestales para la reducción de emisiones de CO₂ puede evaluarse considerando el caso del cacao (Figura 15), que alcanzaría las 290 tCO₂e (79*3,67), siendo uno de los componentes arbóreos que más se incluye en sistemas de este tipo, los cuales contribuyen además a la disminución de la deforestación, al mantenimiento de carbono en estos sistemas en el mediano y largo plazo, a la generación de excedentes económicos y por supuesto al mejoramiento de las condiciones agroecológicas y conservación de los bosques y recursos naturales en general.

El 35% de los casos analizados registra un costo de oportunidad superior a los US\$5/tCO₂e²⁹, encontrando un máximo de US\$ 16,39 y un promedio de US\$ 7,39. En la tabla 15 se presenta el número de productores cuyos costos de oportunidad podrían ser cubiertos en otros escenarios posibles de precios por tCO₂e de US\$ 5,5; 6; 6,5 y 7.

TABLA 15. ESCENARIOS DE PRECIOS POR tCO₂e Y RELACIÓN PORCENTUAL DE CASOS CUYOS COSTOS DE OPORTUNIDAD PUEDEN CUBRIRSE

Escenario de precio por tCO ₂ e (US\$)	N° casos con costos de oportunidad ≤ al precio analizado	%*
5	99	65
5,5	109	72
6	114	75
6,5	126	83
7	131	86

* Respecto a las 152 observaciones analizadas.

²⁹ Se toma como referencia US\$ 5/tCO₂e, considerando el precio promedio para los tipos de créditos del VCS en proyectos REDD sometidos a validación (Peters-Stanley & Hamilton, 2012).

De esta manera se tiene que para cubrir por lo menos el 75% de los casos analizados es necesaria una compensación por US\$ 6/tCO₂e (Tabla 15). Sin embargo, es necesario analizar también el panorama en relación a la totalidad del área de estudio, utilizando valores promedio del costo de evitar deforestación y la deforestación proyectada.

Como se señaló en la sección de estimación de costos de oportunidad, para toda el área estos fueron estimados mediante el promedio ponderado de los costos de oportunidad de cada trayectoria productiva (Tabla 16), el promedio de las diferencias de los contenidos de carbono entre el bosque (124 tC/ha) y los usos principales (pastos, cultivos de pancoger y permanentes) (Tabla 17) y asumiendo una deforestación proyectada de 6.772 ha para el periodo de análisis.

TABLA 16. COSTO DE OPORTUNIDAD (PROMEDIO PONDERADO) POR HECTÁREA EN EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE

Trayectoria productiva	N° observaciones	Importancia relativa (%) "X"	Costo de oportunidad (US\$/tCO ₂ e) "Y"	Promedio ponderado (US\$/tCO ₂ e) "X"*"Y"
Trayectoria A	52	34%	4,41	1,50
Trayectoria B	14	9%	6,47	0,58
Trayectoria C	17	11%	1,89	0,21
Trayectoria D	45	30%	4,57	1,37
Trayectoria E	24	16%	4,99	0,80
Total	152	100%	-	4,46

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 17. CONTENIDOS DE CARBONO (PROMEDIO PONDERADO) POR HECTÁREA EN EL SECTOR GÜEJAR-CAFRE

Uso principal	Componente de referencia	Importancia relativa (%) ⁽¹⁾ "X"	Contenido de carbono promedio en los usos alternativos (tC/ha)	Diferencia en contenido de carbono (bosque-uso alternativo) tC/ha "Y"	Promedio ponderado "X"* "Y" (tC/ha)	Expresado en tCO ₂ e
Pasto	Pasto	50%	1,88	122,12	61,06	224,09
Pancoger	Yuca, maíz, plátano, arroz, caña	40%	12,73	111,27	44,51	163,35
Cultivos permanentes	Cacao, pastos	10%	23,56	100,44	10,04	36,85
Total					115,61	424,29

⁽¹⁾ Considerando el número de trayectorias que presentan determinado uso principal (p.e. 2 de 5 es el 40%).

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los promedios ponderados totales de las tablas 16 y 17, se tiene entonces que el costo de oportunidad de evitar la deforestación de una hectárea de bosque en el sector Güejar-Cafre, para un periodo de 20 años y expresado en valores presentes, es de US\$ 1.892.

Ahora bien, considerando las 6.772 ha mencionadas y el costo de oportunidad estimado expresado en VPN (US\$ 1.892), se evaluaron dos escenarios de deforestación evitada, cuyos resultados se presentan en la tabla 18.

TABLA 18. COSTOS DE OPORTUNIDAD EN ESCENARIOS DE COMPENSACIÓN DEL 75% Y 50% DE LA DEFORESTACIÓN PROYECTADA

Deforestación evitada A (ha)	5.079	Costo de oportunidad A VPN (US\$)	9.609.143
Deforestación evitada B (ha)	3.386	Costo de oportunidad B VPN (US\$)	6.406.095

A – Escenario de compensación del 75% de deforestación proyectada.

B – Escenario de compensación del 50% de deforestación proyectada.

Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo I se presenta el análisis de sensibilidad realizado con tasas de descuento de 6%, 8%, 10% y 12% para la obtención de los costos de oportunidad en toda el área, considerando las trayectorias productivas y los mismos escenarios de deforestación.

Finalmente, se estimaron las emisiones evitadas durante los 20 años y los posibles ingresos que se percibirían bajo el esquema REDD, analizando escenarios de compensación de 75% y 50% de la deforestación proyectada. Estos escenarios fueron definidos teniendo en cuenta, en el primer caso, la proporción de los productores cuyos costos de oportunidad podrían ser cubiertos (según la tabla 15) y, en el segundo, una proporción más conservadora; es decir, la mitad de la deforestación proyectada.

Aunque estas emisiones deberían formalmente ser estimadas como cantidades netas de reducción de emisiones, luego de hacer algunos descuentos por fugas (desplazamiento de actividades de deforestación, extracción de madera (p.e. leña)) u otras actividades, y además aplicar un factor de descuento para mitigar riesgos (buffer), estos cálculos preliminares permiten tener una aproximación a los ingresos que podrían generarse por venta de VCU (Verified Carbon Unit), según se indica en la tabla 19.

TABLA 19. ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS POR DEFORESTACIÓN EVITADA EN UN PLAZO DE 20 AÑOS

Escenario	Toneladas de CO ₂ evitadas	Beneficio neto promedio para 20 años, según precio de VCU (US\$/tCO ₂ e)			Beneficio neto promedio anual, según precio de VCU (US\$/tCO ₂ e)		
		US\$ 6	US\$ 5	US\$ 4	US\$ 6	US\$ 5	US\$ 4
A	2.311.351	13.868.108	11.556.757	9.245.405	693.405	577.838	462.270
B	1.540.901	9.245.405	7.704.504	6.163.604	462.270	385.225	308.180

A – Escenario de compensación del 75% de deforestación proyectada.

B – Escenario de compensación del 50% de deforestación proyectada.

Fuente: *Elaboración propia.*

Comparando los costos de oportunidad estimados para cada escenario con los posibles ingresos que se podrían generar (Tabla 20), se encuentra que un precio mínimo al que debería negociarse cada VCU es de US\$ 5/tCO₂e, cubriendo con ello el 100% de los costos de oportunidad en los dos escenarios analizados a partir de valores promedios. Considerando el resultado según los casos analizados (Tabla 15), este precio debería ser de US\$ 6/tCO₂e para cubrir en el momento actual al 75% de los productores encuestados. Por el contrario, con un precio de US\$ 4/tCO₂e no sería posible cubrir estos costos en ninguno de los escenarios.

TABLA 20. DIFERENCIAS ENTRE BENEFICIOS PROYECTADOS POR DEFORESTACIÓN EVITADA Y COSTOS DE OPORTUNIDAD

Escenario	Diferencia beneficios y costos de oportunidad		
	US\$ 6/tCO ₂ e	US\$ 5/tCO ₂ e	US\$ 4/tCO ₂ e
A	4.258.965	1.947.614	- 363.738
B	2.839.310	1.298.409	- 242.491

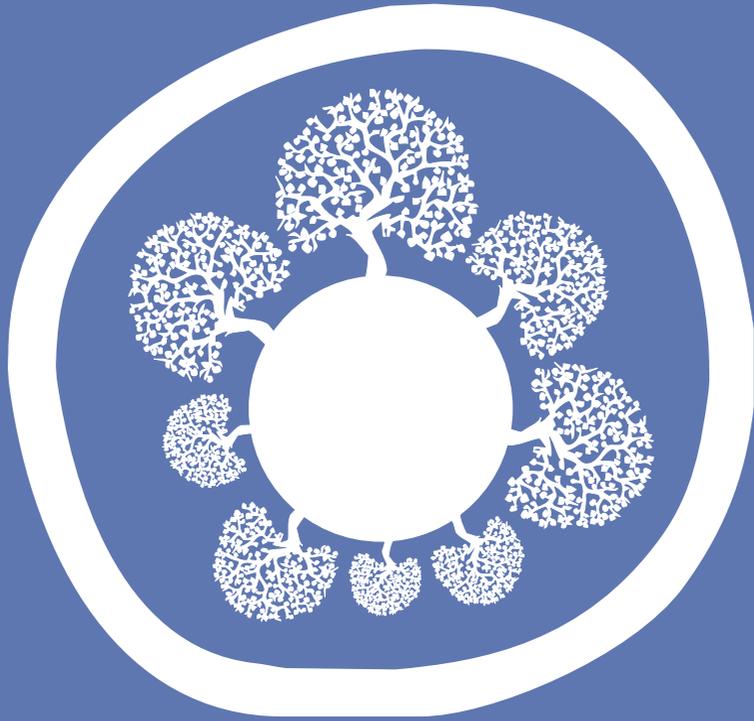
Fuente: *Elaboración propia.*

De manera concluyente se tiene entonces que los ingresos provenientes por las emisiones evitadas, estimadas con precios de US\$ 5/tCO₂e y US\$ 6/tCO₂e, cubrirían el 100% de los costos de oportunidad en el área de estudio; sin embargo, considerando que además hay que tener en cuenta los costos de transacción e implementación en este tipo de iniciativas, los excedentes calculados (Tabla 20) en el mejor escenario de deforestación evitada (Escenario A: 75%) permitirían cubrir tan solo el 20% de estos costos.

Esta última estimación se hace teniendo como referencia la estructura de costos identificada en el proyecto REDD realizado en el Parque Natural Regional Corredor Puracé-Cueva de los Guácharos³⁰, en el que se estima que el 45% de los costos totales corresponde a los de oportunidad, el 40% a los de implementación y el 15% a los de transacción-institucionales (González *et al.*, 2012).

Por las anteriores consideraciones, se hace necesaria la gestión del 80% de los costos de transacción e implementación, los cuales representarían el 35% de los costos totales requeridos para el logro de los objetivos que se planteen en torno a la implementación de la iniciativa REDD en el sector Güejar-Cafre.

³⁰ Se utiliza como referente general este estudio realizado en el departamento del Huila (Colombia), pese a que las condiciones biofísicas, socioeconómicas y culturales sean muy disímiles a las del sector Güejar-Cafre.



Conclusiones

A partir de las estimaciones de rentabilidad realizadas pudo concluirse que prácticamente la única alternativa que se desarrolla de manera amplia, en términos de uso del suelo en el nivel local (94% del área analizada), es la ganadería, pero no es la más rentable (US\$ 156/ha en promedio). Por el contrario, la actividad agrícola (especialmente el cultivo de yuca, con un promedio de US\$ 806/ha) tiene gran importancia en lo referente a seguridad alimentaria para la región y reporta los mayores beneficios netos.

Esta cuestión puede estar relacionada con el hecho de que la producción ganadera es de pequeña escala (50 UGG), con una tenencia promedio de animales de 20 cabezas, asociada a un bajo nivel tecnológico que no permite una producción sostenible y apta para las condiciones biofísicas del área de estudio. Adicionalmente los altos costos de transporte generados por las difíciles condiciones de las vías de acceso dificultan la comercialización y la generación de excedentes económicos por parte de las familias.

Desde el punto de vista de las trayectorias productivas identificadas, existen diferencias en los costos de oportunidad según la categoría -es decir, si el cambio de uso del suelo se da de manera directa (bosque-pastos) o transitoria (bosques-pancoger-pastos), encontrando que debido a la incidencia de los cultivos de pancoger en la rentabilidad de las trayectorias productivas que los incluyen, las actividades relacionadas con estos cultivos tienen los mayores costos de oportunidad.

Respecto a los costos de oportunidad estimados con una proyección de 20 años, el 65% de los casos analizados presenta valores inferiores a los US\$5/tCO₂e, con un promedio de US\$ 2,89/tCO₂e y una rentabilidad actualizada (VPN) de US\$ 1.279/ha en promedio. El restante 35% muestra una rentabilidad promedio de US\$ 3.127/ha y un costo de oportunidad de US\$7,39/tCO₂e. En términos de la deforestación proyectada, se encuentra que a 2032 esta afectaría a 6.772 ha, considerando una tasa promedio anual de 2,2%. El costo de oportunidad para toda el área de estudio, con dos escenarios de evitar deforestación (75% y 50% de la deforestación proyectada), se calcula en US\$ 9,6 y US\$ 6,4 millones, respectivamente.

Por otra parte, las emisiones evitadas en los mismos escenarios de deforestación proyectada serían de 2,3 y 1,5 millones de tCO₂e, respectivamente; sin embargo, para que estas estimaciones sean mucho más acertadas deberían considerarse las emisiones que pudieran generarse fuera de las áreas de proyecto (fugas) y el *buffer* que sugiere la metodología VM0015³¹ para la formulación de proyectos REDD, de manera que se incluyan todas aquellas situaciones externas que afecten el balance de emisiones netas de CO₂ producidas como consecuencia del proyecto. No obstante, ese análisis supera los alcances del presente estudio.

A partir de estas cifras y de un precio de US\$ 6/tCO₂e por VCU se podrían percibir ingresos anuales de US\$ 693.405 y US\$ 462.270 según cada escenario de deforestación evitada. Los ingresos provenientes por las emisiones evitadas, estimados con precios de US\$ 5/tCO₂e y US\$ 6/tCO₂e, cubrirían el 100% de los costos de oportunidad en el área de estudio. Sin embargo, considerando que además hay que tener en cuenta los costos de transacción y de implementación, los excedentes calculados en el escenario de deforestación evitada del 75% y según las estimaciones de distribución de costos realizadas por González *et al.* (2012), permitirían cubrir tan solo el 20% de estos costos.

El potencial de las actividades productivas alternativas que recién empiezan a implementarse en el área de estudio puede contribuir a la reducción de los costos de oportunidad por el hecho de que algunos de sus componentes, como sucede en el caso de los sistemas agroforestales o silvopastoriles, acumularían considerables cantidades de carbono en el mediano y largo plazo, generando además gran variedad de beneficios adicionales (económicos, agroecológicos, sociales, ambientales, entre otros).

³¹ La VM0015 es una de las metodologías aprobadas por el Verified Carbon Standard (VCS) que opera uno de los programas líderes de créditos de gases de efecto invernadero y emite certificados a desarrolladores de proyectos.

La actividad del cultivo de coca, no presentaría una rentabilidad muy superior (solo de US\$ 194) a la de la actividad con mayor rentabilidad estimada (yuca), y por tanto no representaría una amenaza para el sector, por lo menos desde el punto de vista meramente económico. Lo anterior se afirma a partir de información facilitada durante el estudio, pero no como resultado del análisis incluyendo el cultivo de hoja de coca dentro de las actividades productivas que se realizan en el sector, pues por parte de los encuestados no se aportó información al respecto y tampoco era de interés proyectar y actualizar rentabilidades basadas en actividades ilícitas, más aún considerando que se está dando un proceso de transición hacia el desarrollo de actividades productivas en un marco de legalidad. No obstante la dinámica que se dé a futuro entorno a este cultivo en el sector Güejar-Cafre, dependerá de factores de distinta índole, que están fuera del alcance del análisis realizado.

A partir del proceso de recolección de información mediante la aplicación de las encuestas, y de las afirmaciones hechas por los participantes durante la socialización de resultados, se evidencia que los habitantes de la región no tienen la costumbre de registrar los costos e ingresos que les generan las distintas actividades productivas que realizan, y según ellos mismos concluyen: “Es importante empezar a tener en cuenta los registros financieros de la finca”.



Discusión e incidencia
en política

Entender y reconocer la actual situación económica de las actividades productivas desarrolladas en sectores como Güejar-Cafre, que hace parte de la zona con función amortiguadora de una importante área protegida de carácter nacional -el Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena-, se constituye en un elemento relevante para la discusión y toma de decisiones a nivel de la administración del área, ya que a partir de algunos de los resultados obtenidos como la baja rentabilidad de las actividades productivas, y en especial de la actividad ganadera, podría proyectarse la tendencia de lo que ocurrirá con las coberturas boscosas que existen al interior del área protegida.

Si bien no se incluyeron en el análisis, los casos con rentabilidad negativa (35 en la actividad ganadera y 143 en la agrícola) representan una realidad de la economía local, por lo que es importante mencionar algunos aspectos que podrían incidir en dicha situación:

- 1.** La actividad ganadera de pequeña escala en el sector se constituye en un componente fundamental para el sostenimiento de las familias pese a que, como se evidenció, no genera la suficiente rentabilidad. Una de las razones es que la tenencia de un número determinado de animales “asegura” la satisfacción de eventuales necesidades económicas que puedan surgir de manera inesperada a nivel familiar. Otra es que la tenencia y manejo de ganado representa en términos de la percepción de la comunidad en general una mejor condición de vida, que no necesariamente siempre ocurre, pero que sin embargo se mantiene como imaginario social. Una tercera razón es que la praderización y establecimiento de áreas para la ganadería se identifica como una actividad alternativa para el sostenimiento familiar en el corto plazo y además de muy fácil implementación, teniendo en cuenta los bajos niveles tecnológicos con que suele desarrollarse.
- 2.** La actividad agrícola tiene importancia en términos de la producción para el autoconsumo familiar, y no tanto en la generación de excedentes, ya que como se demostró en muchos casos los costos superan a los ingresos obtenidos. Esto se refleja

en el hecho de que el 92% del volumen de la cosecha agrícola, principalmente de productos de yuca y plátano que son parte fundamental de la dieta alimentaria de los habitantes del sector, es destinado al autoconsumo.

3. Por último, las actividades asociadas con el cultivo de hoja de coca han disminuido su influencia directa en el sostenimiento de la economía familiar en este sector; sin embargo, se percibe cierta incidencia de manera indirecta a través de la vinculación de una cantidad considerable de mano de obra (jornaleo) en otras áreas aledañas donde persiste este tipo de cultivos.

No es posible tener certeza del grado de influencia de la actividad ilícita basada en el cultivo de hoja de coca en los resultados obtenidos, pues su dinámica e importancia en la situación económica del sector podría incidir en los costos de oportunidad. No obstante, a lo largo del estudio se hicieron algunas aproximaciones que permitieron valorar dicha incidencia de manera general. Igualmente, como se señaló en el documento, el proceso de transición en que se encuentra la región permite inferir que esta actividad no estaría distorsionando en gran medida los resultados alcanzados.

Los resultados obtenidos y los análisis sintetizados en este estudio parecen demostrar que es importante la consideración de elementos económicos en la evaluación de posibles mecanismos como REDD, u otro tipo de iniciativas que pretendan contribuir al ordenamiento ambiental y territorial. Muchas veces estos elementos económicos son obviados y no se logra entender -como en el caso de REDD- las causas ni las decisiones que conducen a la deforestación y degradación de los bosques, uno de los aspectos más preocupantes en el Área de Manejo Especial de la Macarena. Muchas veces solo se reconocen aspectos culturales, ambientales, productivos, infraestructurales pero no los de fondo como los económicos, que en combinación con los anteriores pueden definir el éxito o fracaso en la implementación de este tipo de iniciativas.

Los resultados alcanzados podrían servir de referencia para analizar lo que pueda suceder en términos de los costos de oportunidad por implementar un mecanismo REDD a nivel de otras comunidades colono-campesinas vinculadas al Área de Manejo Especial de la Macarena, considerando las múltiples similitudes que existen entre ellas. Por lo pronto, en el ámbito de las otras dos iniciativas de implementación temprana REDD que se encuentran en formulación en dicha área y en un sector del noroccidente del departamento del Guaviare, el presente estudio tendrá incidencia en términos de facilitar y/o apoyar el desarrollo de estimaciones de costos de oportunidad para esas iniciativas, las cuales han manifestado su interés en replicar la metodología. De esa manera sería posible evaluar de manera conjunta los tres casos y validar o no la factibilidad de implementar proyectos REDD en esta Área de Manejo Especial, donde justamente se generan algunas de las tasas de deforestación más altas en Colombia.

Adicionalmente, el estudio contribuye con elementos analíticos al proceso que se adelanta a nivel nacional entorno a la Estrategia Nacional REDD, ya que es de interés tener una aproximación a los costos totales (oportunidad, implementación, transacción) de la implementación del mecanismo en el país, así como a las actuales iniciativas del gobierno colombiano para alcanzar una deforestación neta cero en el Amazonas en el 2020 (según COP 15 de la UNFCCC), mediante proyectos complementarios como “Visión Amazonía” y “Corazón de la Amazonía” cuyos objetivos son aumentar la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático, fortalecer los SINAP de los países amazónicos, aportar al logro de los objetivos del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) de Aichi a nivel regional y generar procesos de desarrollo sostenible.

Por su parte, los resultados relacionados con la rentabilidad económica generada por las distintas actividades productivas no solo permitirán orientar de mejor manera a las instituciones competentes y a la misma comunidad colono-campesina, sino también encaminar las acciones o inversiones futuras que se hagan, teniendo en cuenta muchos de los aspectos analizados en este estudio en relación con los ingresos y costos (monetarios y

no monetarios), y no simplemente basándose en los aspectos técnicos para la producción agropecuaria, lo cual si bien es importante no es determinante para la generación de excedentes económicos en el ámbito familiar. La vinculación de aspectos ecológicos, económicos, culturales y sociales en la proyección de acciones en la implementación de políticas en zonas como la del Área de Manejo Especial de la Macarena es trascendental para intentar enfrentar, de la manera más eficiente posible, la creciente deforestación de los bosques, así como para lograr el ordenamiento territorial y ambiental en esta región tan importante para la conservación de los recursos naturales.



Bibliografía

- ACERO, R., GARCIA, A., CEULAR, N., ARTACHO, C. & MARTOS, J. (2004). "Aproximación metodológica a la determinación de costes en la empresa ganadera". Archivos de Zootecnia, 53: 91-94.
- AGROGUEJAR (2012). "Plan de Desarrollo Sostenible -Vida en mi vejez y la niñez-" Proceso de constitución de Zona de Reserva Campesina Ariari-Guejar-Cafre. Documento ejecutivo.
- AGUIRRE, M., LEGUIA, D. & MALKY, A. (2013). "Costos de oportunidad de evitar la deforestación en el Área de Amortiguamiento de la Zona Baja de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas (RECC), Ecuador". Conservación Estratégica. Serie Técnica N° 24.
- ALEGRE, J., ARÉVALO, L. & RICSE, A. (1998). *Reservas de carbono según el uso de la tierra en dos sitios de la Amazonía Peruana*. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, 18 al 20 de Octubre del 2001, Valdivia (Chile).
- AMÉZQUITA, M. (2008). "Captura de carbono en sistemas de pasturas y silvopastoriles en cuatro ecosistemas de América tropical vulnerables al cambio climático". Foro Nacional Ambiental. Documento de Políticas Públicas 27, Bogotá (Colombia).
- ARÉVALO, P. & GONZÁLEZ, J. (2013). "Selección de modelos para la simulación de la deforestación en el área de estudio". Informe proyecto Iniciativas de Implementación Temprana REDD+ en el Área de Manejo Especial de la Macarena –AMEM- y otras zonas de la Amazonía colombiana. IDEAM y Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

- ARISTIZÁBAL, J., GUERRA, A., GUTIÉRREZ, B. & ROMERO, M. (2020). “Estimación de la tasa de fijación de carbono en el sistema agroforestal nogal cafetero (*Cordia alliodora*) – cacao (*Theobroma cacao*) – plátano (*Musa paradisiaca*)”. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- BARBARAN, J., RICSE, A. & ALEGRE, J. (2001). *Cuantificación de biomasa y carbono en principales sistemas de uso del suelo en Campo Verde (Ucayali, Perú)*. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales, 18 al 20 de Octubre del 2001. Valdivia (Chile).
- BÖRNER, J. & WUNDER, S. (2008). “Paying for avoided deforestation in the Brazilian Amazon: from costs assessment to scheme design”. *International Forestry Review*, Vol. 10 (3).
- CABRERA, E., GALINDO, G. & VARGAS, D. (2011). “Protocolo de Procesamiento Digital de Imágenes para la Cuantificación de la Deforestación en Colombia, Nivel Nacional Escala Gruesa y Fina”. IDEAM, Bogotá (Colombia).
- CHAVE, J.C., ANDALO, C., BROWN, S., CAIRNS, A., CHAMBERS, J., EAMUS, D., FÖLSTER, H., FROMARD, F., HIGUCHI, N., KIRA, T., LESCURE, J.P., NELSON, B.W., OGAWA, H., PUIG, H.; RIÉRA, B. & YAMAKURA, T. (2005). “Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests”. *Oecología*, 145: 87-99.
- CHENOST, C., GARDETTE, Y-M., DEMENOIS, J., GRONDARD, N., PERRIER, M. & WEMAËRE, M. (2010). “Los mercados de carbono forestal”. UNEP, French Development Agency, World Bank, Bio Carbon Fund, ONF International.
- CORBELLA, R. & FERNÁNDEZ DE ULLIVARRÍ, J. (2006). “*Materia Orgánica del Suelo*”. Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

CORMACARENA (2011). “Plan Integral de Manejo veredas de Agrogüejar, municipio de Puerto Rico. Fase de formulación y seguimiento”. Contrato 359 de diciembre 2010.

DNP (2012). “Manual de soporte conceptual para el uso de la metodología general para la formulación y evaluación de proyectos”. Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas - Subdirección de Proyectos e Información para la Inversión Pública. Bogotá (Colombia).

DNP (2014). Tasa social de descuento. Recuperado el 15 de enero de 2014 de «www.dnp.gov.co/PreguntasFrecuentes/InversionesyFinanzasPúblicas.aspx»

ECOVERSA (2010). “Análisis de prefactibilidad de tres iniciativas REDD+ en la Amazonia Colombiana”. Informe Final.

FUNDACIÓN PUERTO RASTROJO (2007). “Ordenamiento ambiental de las áreas destinadas a la constitución de Zonas de Reserva Campesina en los municipios de Puerto Rico y Puerto Concordia, Meta”. Contrato de consultoría N° AN-002 de 2007. Informe Final.

GOBERNACIÓN DEL META (2011). “Evaluaciones Agropecuarias”. Informe de Coyuntura año 2011. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo rural. Unidad de Planeación y Desarrollo Rural.

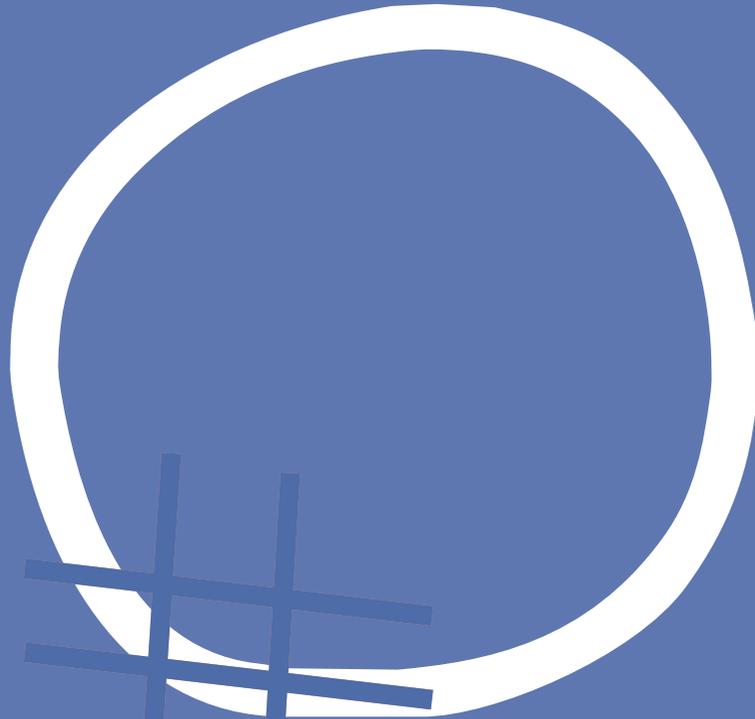
GONZÁLEZ, N., GRONDARD, N., MARTINET, A. & LAVAUX, H. (2012). *Assesing the costs of avoiding deforestation and forest degradation in Colombia. Initial Results and Application of a REDD+ Cost Assessment Tool to plan and monitor all types of costs.* Proyecto Informe Final. (Documento en elaboración).

- HERNÁNDEZ, D. (2008). “Medición del costo de oportunidad asociado a la destinación del suelo a conservación: estudio de caso área de drenaje del río Chorreras”. Trabajo de Grado programa de Maestría en Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. Universidad de los Andes, Facultad de Economía.
- IDEAM (2010a). “Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”. Resumen Ejecutivo, p.19. República de Colombia.
- IDEAM (2010b). “Cuantificación de la tasa de deforestación para Colombia, periodos 1990-2000 y 2000-2005”. Resumen Ejecutivo. Proyecto Capacidad Institucional Técnica y Científica para apoyar proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación REDD en Colombia, p. 16.
- IGAC (1999). “Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia”. Análisis geográficos N° 27 y 28. Bogotá (Colombia).
- KNIIVILÄ, M. & SAASTAMOINEN, O. 2002. “The opportunity costs of forest conservation in a local economy”. En *Silva Fennica*, 36 (4): 853–865.
- MADS (2013). *Colombia’s Low Deforestation Development Vision for the Amazon*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, octubre.
- MALKY, A., LEGUIA, D. & LEDEZMA, J.C. (2012). “Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada en el noreste amazónico de Bolivia”. *Conservación Estratégica*. Serie Técnica N° 22, enero.
- MARTIN, M. (2008). “Deforestación, cambio de uso de la tierra y REDD”. *Unasylva*, 230, Vol. 59.

- MARTINEZ, C. (2012). “Estadística y Muestreo”. 13° ed. Bogotá: Eco Ediciones.
- ONF ANDINA (2014). *Boletín técnico N° 13*, Enero-Febrero.
- PAGIOLA, S. & BOSQUET, B. (2010). *Estimando los costos de REDD a nivel de país*. Forest Carbon Partnership Facility. Banco Mundial. Traducción al español por Edgar Maraví.
- PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA (2012). *Plan de Manejo Básico 2012-2017*. Dirección Territorial Orinoquía – Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena. (Documento en proceso de revisión).
- PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA (2005). “Plan de Manejo Básico 2005-2009”. Dirección Territorial Amazonía Orinoquía – Parque Nacional Natural Tinigua.
- PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA (2013). *Plan de Manejo Básico 2014-2019*. Dirección Territorial Orinoquía – Parque Nacional Natural Tinigua. (Documento en proceso de revisión).
- PETERS-STANLEY, M. & HAMILTON, K. (2012). “Developing Dimension: State of the Voluntary Carbon Markets 2012”. A report by Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance.
- PETERS-STANLEY, M. & YIN, D. (2013). “Maneuvering the mosaic: State of the Voluntary Carbon Markets 2013”. A report by Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance.

- PHILLIPS, J.F., DUQUE, A.J., YEPES, A.P., CABRERA, K.R., GARCÍA, M.C., NAVARRETE, D.A., ÁLVAREZ, E. & CÁRDENAS, D. (2011). "Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos". IDEAM. Bogotá (Colombia).
- PUENTES, E. (2013). *Políticas ambientales de conservación y conflictos en áreas protegidas. El caso de la "Sierra de La Macarena" (1948-2009)*. (Tesis de Maestría sin publicar). Bogotá: Autor.
- RAMIREZ, S., PHILLIPS, J.F., PEÑA, M.A., YEPES, A.P. & CABRERA, E. (2013). "Estimación de contenidos de carbono para el área piloto del escenario de referencia regional que abarcaría las tres iniciativas de implementación temprana REDD+ en el Área de Manejo Especial de la Macarena (AMEM) y otras zonas de la Amazonía". IDEAM. Convenio de Cooperación N° 033 de 2012. Informe final. Bogotá (Colombia).
- REID, J. (2009). *Tasa de descuento*. Conservation-Strategy.org. Recuperado el 23 de noviembre de 2013 de «www.conservation-strategy.org/es/hydrocalculator-help-article/tasa-de-descuento»
- RICHARDS, M. & PANFIL, S.N. (2010). "Manual for Social Impact Assessment of Land-Based Carbon Projects. Version 1". Forest Trends, Climate, Community & Biodiversity Alliance, Rainforest Alliance and Fauna & Flora International. Washington D.C.
- ROJAS, A. & CLAVIJO, J.C. (2003). "Proyecto Desarrollo Sostenible Ecoandino, conceptos y metodología". UAESPNN.

- ROSA, T., FLECK, L. & AMEND, M. (2011). Modelo Para Cálculo do Custo Oportunidade do Desmatamento Evitado (MCODE V1.0). Conservação Estrategica. Versão 1.0 Agosto.
- SIATAC-AC (2014). Portal del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana, www.siatac.siac.net.co/web/guest/praderizacion1
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (1989). “La Macarena, Reserva Biológica de la Humanidad”. Centro de Estudios Sociales (CES). Facultad de Ciencias Humanas.
- WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. (2008). “Estimating the costs of reducing forest emissions”. Working Paper 42. Indonesia, CIFOR.
- WHITE, D. & MINANG, P. (2011). “Estimación de los costos de oportunidad de REDD+”. Manual de capacitación. Washington D.C., Banco Mundial. ICRAF.
- WORLD BANK (2014). “State and Trends of Carbon Pricing 2014”. Washington, D.C., World Bank.
- YEPES, A.P., NAVARRETE, D.A., DUQUE, A.J., PHILLIPS, J.F., CABRERA, K.R., ALVAREZ, E., GARCÍA, M.C. & ORDOÑEZ, M.F. (2011). “Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-carbono en Colombia”. IDEAM. Bogotá (Colombia).



Anexos

ANEXO A.

NÚMERO DE FAMILIAS Y PREDIOS POR VEREDA, Y SU IMPORTANCIA RELATIVA POR NÚCLEO VEREDAL

Vereda	N° Familias	%	N° Predios	%
Caño Alfa	44	35	74	28
Caño Blanco	30	24	55	21
Colinas	19	15	66	25
Rivera	28	22	47	18
Pradera	6	5	18	7
Núcleo 1	127	100	260	100
San Pedro	6	10	37	23
Comuneros	40	68	87	55
Palmar	5	8	13	8
Caño Danta	8	14	22	14
Núcleo 2	59	100	159	100
Puerto Toledo	7	8	89	32
Palmeras	26	29	69	24
Jordán	16	18	33	12
Fundadores	24	27	52	18
Miravalles	16	18	39	14
Núcleo 3	89	100	282	100
Total	275		701	

Fuente: Elaboración propia en base a información verificada en campo.

ANEXO B.

NÚMERO DE FAMILIAS CON PREDIOS PEQUEÑOS (≤ 15 HA), MEDIANOS (15-50 HA) Y GRANDES (≥ 50 HA) POR UNIDAD FISIAGRÁFICA: TERRAZA ALTA (TA), TERRAZA MEDIA (TM), TERRAZA BAJA (TB) Y LLANURA ALUVIAL (LLA), Y NÚMERO DE ENCUESTAS SOCIOECONÓMICAS POR VEREDA

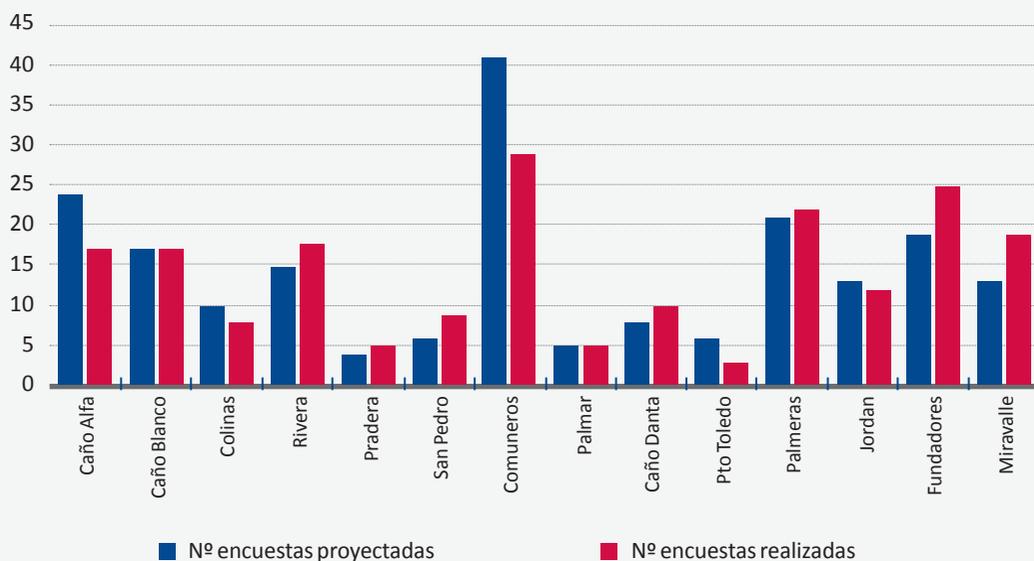
Veredas		≤ 15 HA				15-50 HA				≥ 50 HA				N° Encuestas
		TA	TM	TB	Lla	TA	TM	TB	Lla	TA	TM	TB	Lla	
Caño Alfa	N° familias	8	3	0	1	12	6	0	2	8	3	0	1	24
	%	18	7	0	2	27	14	0	5	18	7	0	2	
	Enc. Proyec.	4	2	0	1	7	3	0	1	4	2	0	0	
Caño Blanco	N° familias	2	1	0	1	9	2	3	1	4	3	2	2	17
	%	7	3	0	3	30	7	10	3	13	10	7	7	
	Enc. Proyec.	1	1	0	1	5	1	2	1	2	2	1	1	
Colinas	N° familias	5	0	0	0	4	0	0	0	10	0	0	0	10
	%	26	0	0	0	21	0	0	0	53	0	0	0	
	Enc. Proyec.	3	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	0	
Rivera	N° familias	4	0	0	0	14	0	0	0	10	0	0	0	15
	%	14	0	0	0	50	0	0	0	36	0	0	0	
	Enc. Proyec.	2	0	0	0	8	0	0	0	6	0	0	0	
Pradera	N° familias	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4
	%	50	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	
	Enc. Proyec.	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
Núcleo 1													70	

Veredas		≤ 15 HA				15-50 HA				≥ 50 HA				N° Encuestas
		TA	TM	TB	Lla	TA	TM	TB	Lla	TA	TM	TB	Lla	
San Pedro	N° familias	1	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	6
	%	17	0	0	0	17	0	0	0	67	0	0	0	
	Enc. Proyec.	1	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	
Comuneros	N° familias	16	1	0	0	11	1	0	0	8	3	0	0	41
	%	40	3	0	0	28	3	0	0	20	8	0	0	
	Enc. Proyec.	16	1	0	0	11	1	0	0	8	3	0	0	
Palmar	N° familias	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	%	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Enc. Proyec.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Caño Danta	N° familias	3	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	8
	%	38	0	0	0	25	0	0	0	38	0	0	0	
	Enc. Proyec.	3	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	
Núcleo 2													60	
Puerto Toledo	N° familias	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	%	14	43	29	14	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Enc. Proyec.	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Palmeras	N° familias	7	0	1	0	7	1	2	2	2	1	2	1	21
	%	27	0	4	0	27	4	8	8	8	4	8	4	
	Enc. Proyec.	6	0	1	0	6	1	2	2	2	1	2	1	
Jordán	N° familias	10	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	13
	%	63	0	0	0	25	0	0	0	13	0	0	0	
	Enc. Proyec.	8	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	
Fundadores	N° familias	3	0	0	0	10	0	0	0	8	0	0	3	19
	%	13	0	0	0	42	0	0	0	33	0	0	13	
	Enc. Proyec.	2	0	0	0	8	0	0	0	6	0	0	2	
Miravalles	N° familias	5	0	0	0	5	0	0	0	5	1	0	0	13
	%	31	0	0	0	31	0	0	0	31	6	0	0	
	Enc. Proyec.	4	0	0	0	4	0	0	0	4	1	0	0	
Núcleo 3													72	

Fuente: Elaboración propia en base a listado de familias presentes y cruce de mapas temáticos de tamaños prediales y unidades fisiográficas.

ANEXO C.

RELACIÓN DE ENCUESTAS PROYECTADAS Y REALIZADAS



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D.

DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS TOMADAS EN CAMPO PARA ESTIMACIÓN DE CARBONO

Uso del suelo	N° muestras tomadas	Veredas
Yuca	4	Pradera
Maíz	2	Toledo
Plátano	5	Fundadores
Pasto	8	Pradera-fundadores
Cacao	23*	Pradera-fundadores

* Árboles medidos.

Fuente: *Elaboración propia.*

ANEXO E.

NÚMERO DE CASOS REGISTRADOS EN LAS ENCUESTAS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA

Actividad	Cultivo / Tipo Act.	Nº Casos
Agrícola	Caña Panelera	15
	Yuca	134
	Maíz	38
	Plátano	88
	Arroz	89
	Cacao	48
Pecuaría	Ganadería Carne	113
	Ganadería Leche	40
	Arriendo De Pastos	41

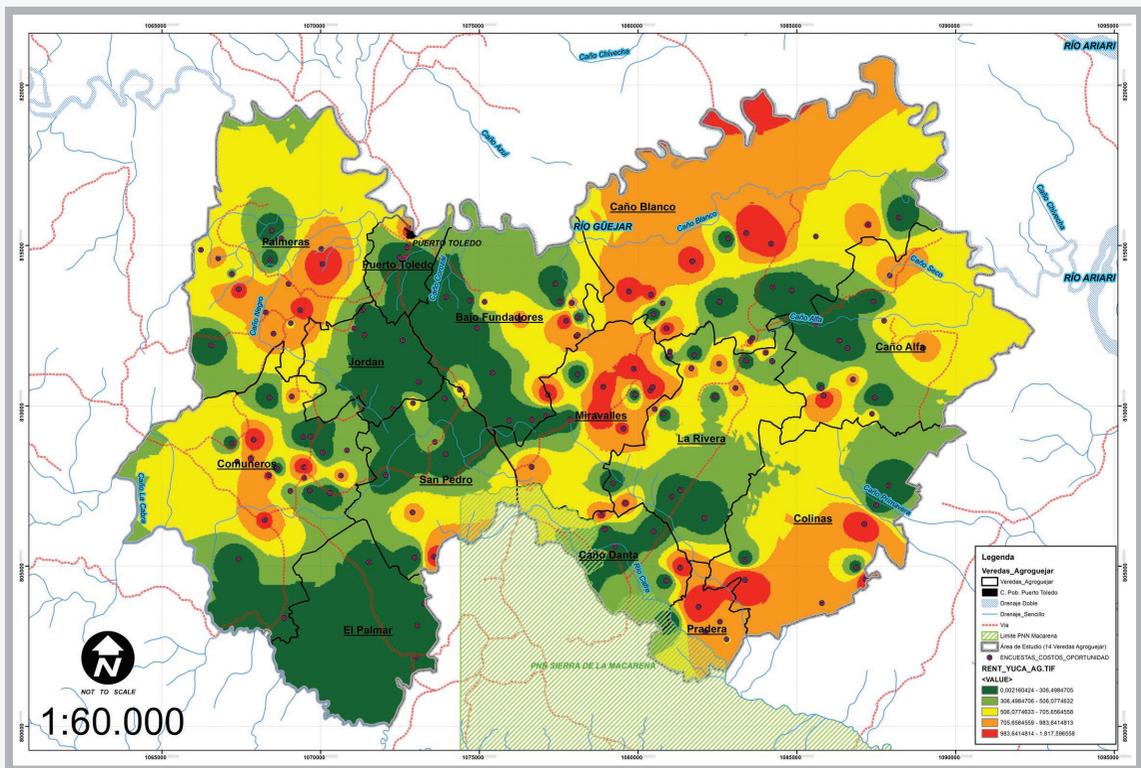
En esta tabla se consideran todos los encuestados que declaran dedicarse a estas actividades productivas, sea o no su actividad principal generadora de ingresos. Por lo tanto la suma de casos supera las 199 encuestas aplicadas.

Fuente: Elaboración propia.

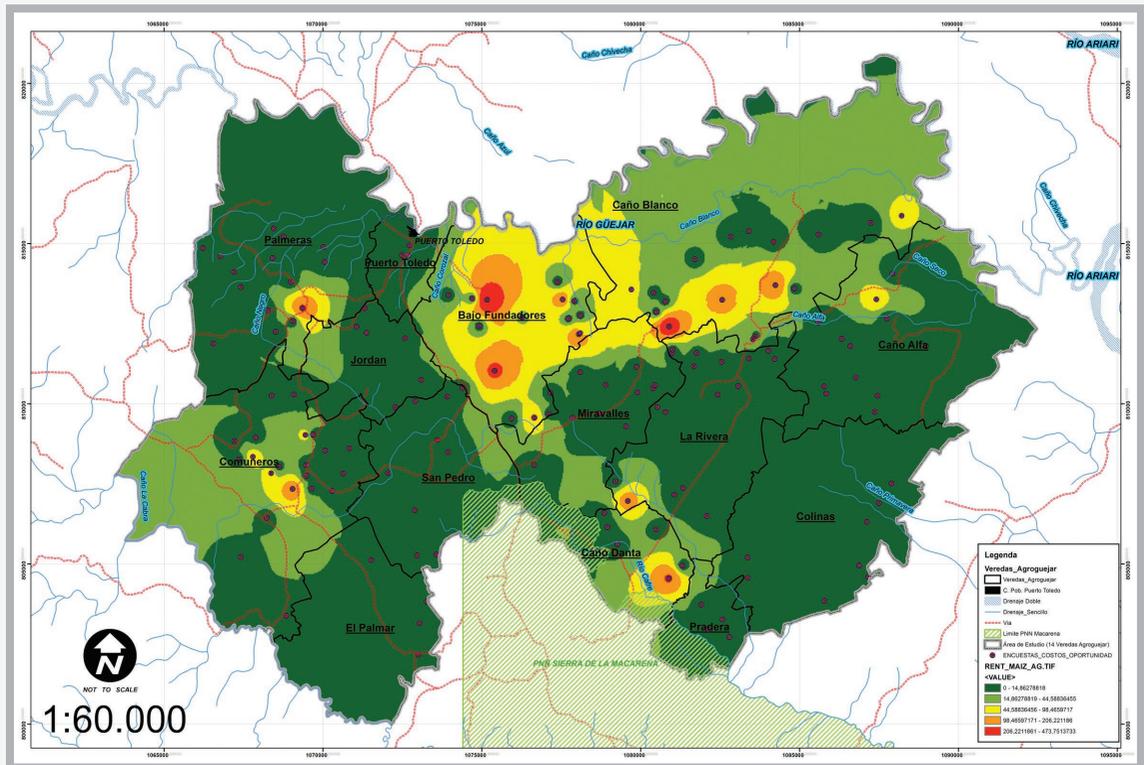
ANEXO F.

MAPAS DE RENTABILIDAD Y DE MÁXIMA RENTABILIDAD

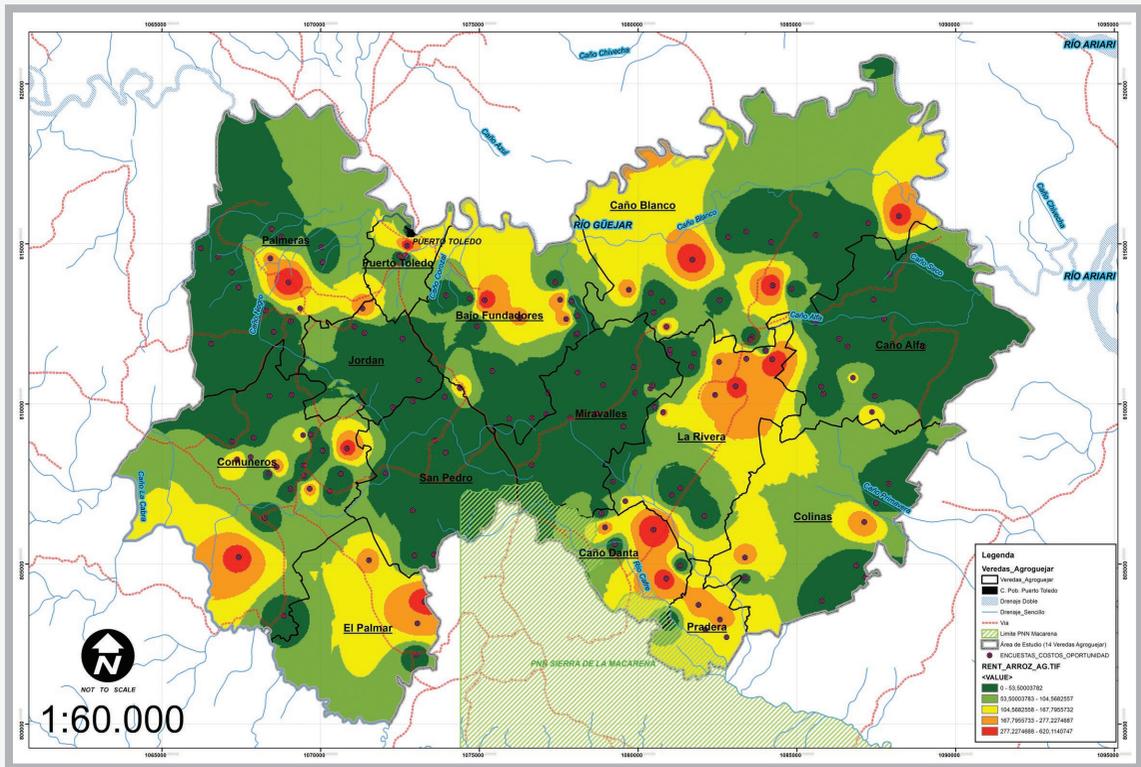
Rentabilidad yuca



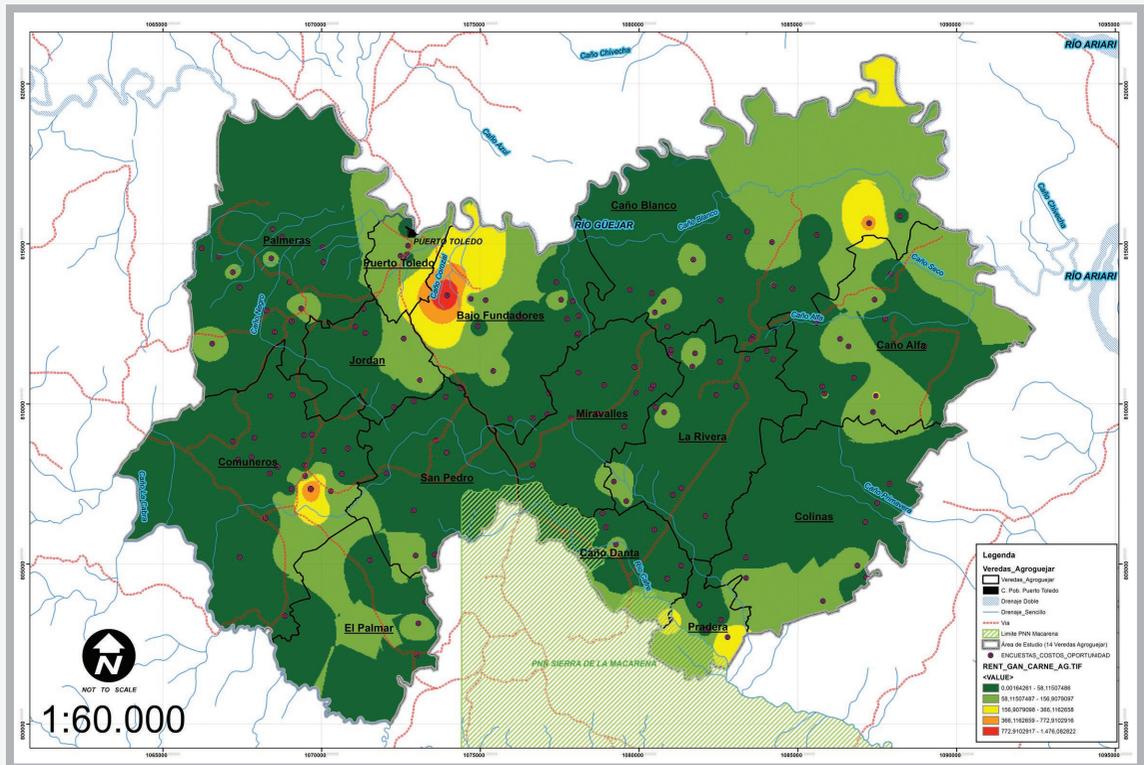
Rentabilidad maíz



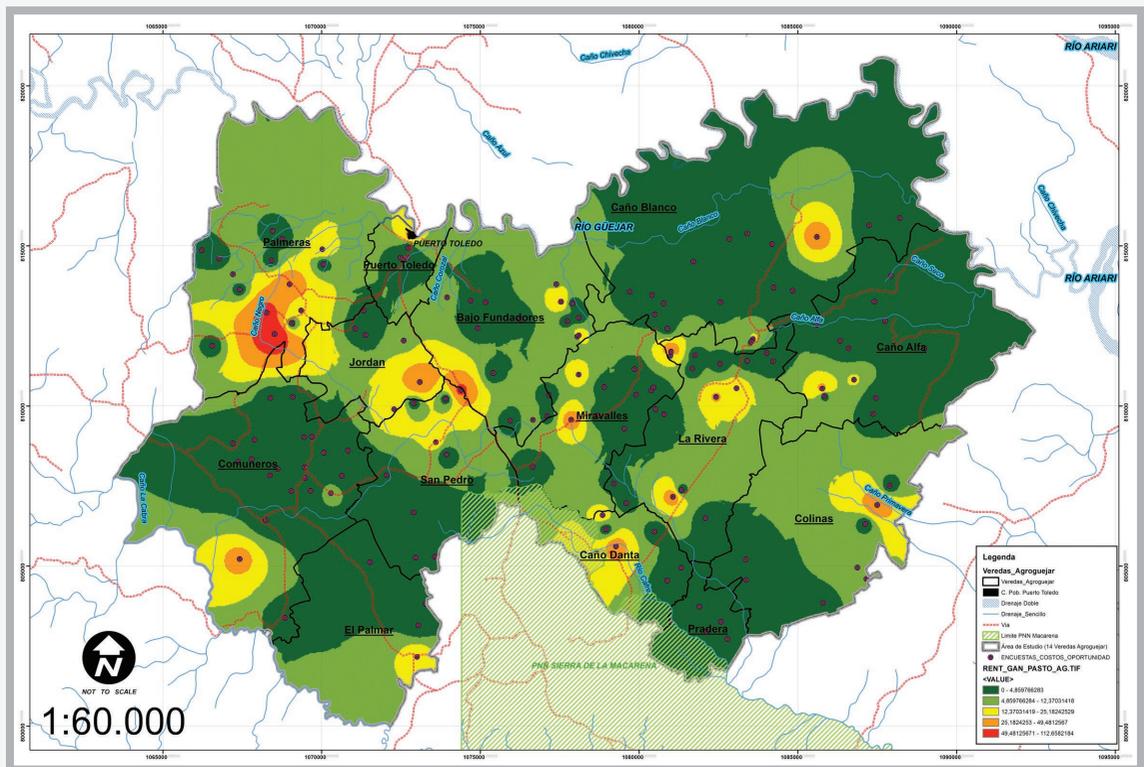
Rentabilidad arroz



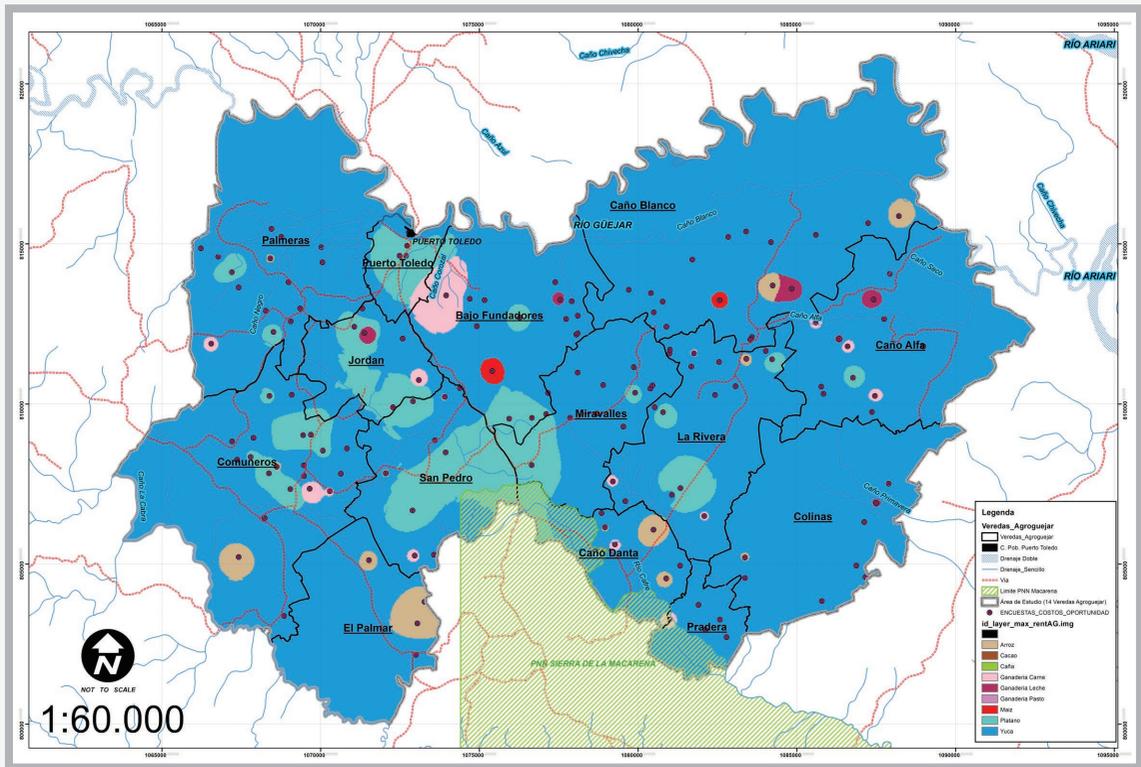
Rentabilidad ganadería de carne



Rentabilidad arrendamiento de pastos

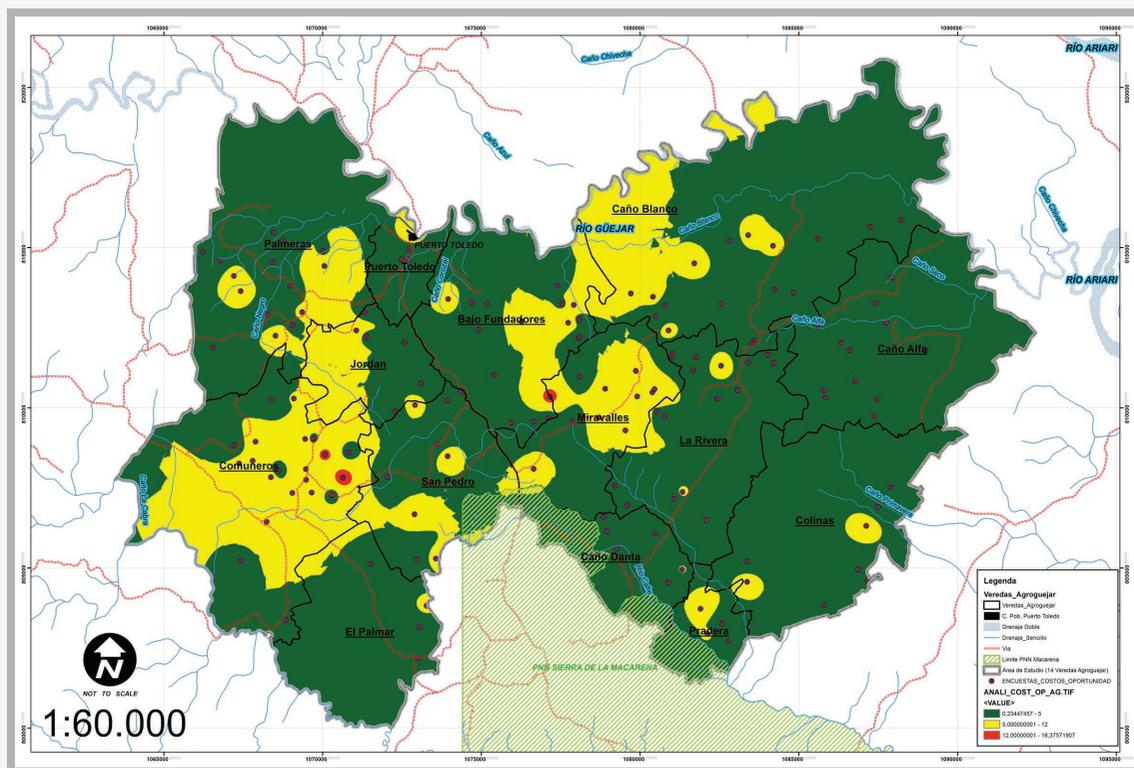


Máxima rentabilidad



ANEXO G.

MAPA COSTOS DE OPORTUNIDAD (US\$/tCO₂e)



ANEXO H.

ÁREA DESTINADA A CULTIVOS Y PASTOS EN 2012 POR VEREDA (Ha)

Vereda	Área Vereda	Pastos	Caña	Yuca	Plátano	Maíz	Arroz	Cacao
Comuneros	3.985	488	0,25	7,68	6,55	3,25	11	8,55
Fundadores	2.695	308	1,75	6,75	9,63	5	5,75	9,63
Caño Alfa	3.302	559	0	9	2,5	5,50	3,50	7,75
Palmeras	3.931	414	1	8	6,25	3,63	7	1,25
Caño Blanco	6.105	430	6,75	6,28	2	5,75	5	1
Rivera	2.458	420	0,50	9	2,33	0,75	8,58	0,25
Miravalle	1.849	267	0,25	5,73	3,72	0,50	6,67	0,30
Jordán	1.115	173	0	1,37	1,25	0	0,50	3,25
San Pedro	1.822	206	0,25	3	1,50	1	1,50	3
Caño Danta	748	207	0	1,46	0,38	0,50	5,83	2
Pradera	428	113	0	1,75	0,25	0	1,50	3,25
Colinas	3.101	298	0	3,75	2,50	0	7	3
Palmar	2.134	90	0	1,75	1,75	0	1,75	1
Pto. Toledo	575	30	0	0,25	2,59	0,67	0,50	0,67
Total	-	4.003,00	10,75	65,77	43,2	26,55	66,08	44,9

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO I.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SEGÚN TASAS DE DESCUENTO (TD) DE 6%, 8%, 10% Y 12%

El análisis de sensibilidad para la estimación de costos de oportunidad se realizó a partir de los datos originales y los valores promedio de los casos analizados por trayectoria productiva.

I. Costo de oportunidad (promedio ponderado) por hectárea y según trayectoria productiva, sector Güejar-Cafre

Trayectoria productiva	N° observaciones	Importancia relativa (%)	Costo de oportunidad (US\$/tCO ₂ e) con TD 6%	Costo de oportunidad (US\$/tCO ₂ e) con TD 8%	Costo de oportunidad (US\$/tCO ₂ e) con TD 10%	Costo de oportunidad (US\$/tCO ₂ e) con TD 12%
Trayectoria A	52	34%	5,05	4,66	4,35	4,09
Trayectoria B	14	9%	7,81	6,98	6,34	5,82
Trayectoria C	17	11%	2,40	2,08	1,83	1,63
Trayectoria D	45	30%	5,43	4,90	4,48	4,14
Trayectoria E	24	16%	6,04	5,39	4,88	4,48
TOTAL	152	100%	-	-	-	-

Trayectoria productiva	Promedio ponderado (US\$/tCO ₂ e) con TD 6%	Promedio ponderado (US\$/tCO ₂ e) con TD 8%	Promedio ponderado (US\$/tCO ₂ e) con TD 10%	Promedio ponderado (US\$/tCO ₂ e) con TD 12%
Trayectoria A	1,72	1,58	1,48	1,39
Trayectoria B	0,70	0,63	0,57	0,52
Trayectoria C	0,26	0,23	0,20	0,18
Trayectoria D	1,63	1,47	1,34	1,24
Trayectoria E	0,97	0,86	0,78	0,72
TOTAL	5,28	4,77	4,38	4,05

Σ Promedio ponderado = Importancia relativa de la trayectoria x costo de oportunidad.

2. Costo de oportunidad expresado en VPN

Valor Presente Neto (US\$/ha) con TD 6%	Valor Presente Neto (US\$/ha) con TD 8%	Valor Presente Neto (US\$/ha) con TD 10%	Valor Presente Neto (US\$/ha) con TD 12%
2.240	2.024	1.858	1.718

VPN promedio = Σ Promedio ponderado x contenido de carbono promedio por hectárea.

3. Costos de oportunidad en escenarios de compensación del 75% y 50% de la deforestación proyectada

Escenario	Deforestación proyectada (ha)	Costo de oportunidad en VPN (US\$)			
		TD 6%	TD 8%	TD 10%	TD 12%
A	5.079	11.376.960	10.279.896	9.436.782	8.725.722
B	3.386	7.584.640	6.853.264	6.291.188	5.817.148

A – Escenario de compensación del 75% de deforestación proyectada.

B – Escenario de compensación del 50% de deforestación proyectada.

Costo de oportunidad total = VPN promedio x N° hectáreas proyectadas según escenario.

Fuente: Elaboración propia.



¿Qué es ICAA?

La Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) es un programa regional de largo plazo creado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), que suma e integra los esfuerzos de más de 40 organizaciones socias, locales e internacionales, para fortalecer la conservación del bioma amazónico en Colombia, Ecuador y Perú.

Los objetivos de ICAA son: 1) contribuir con la reducción de la tasa de deforestación y la pérdida de biodiversidad; 2) lograr que los aspectos clave de gobernanza de recursos naturales funcionen de manera más efectiva; y 3) mejorar la calidad y la sostenibilidad de los medios de vida de las poblaciones amazónicas. A través de esta iniciativa, USAID reafirma su compromiso con la conservación y el desarrollo sostenible en la Amazonía Andina.

Nuestra Meta

Conservar el bioma amazónico en Colombia, Ecuador y Perú.

Conservación Estratégica-CSF

CSF sustenta los ecosistemas y las comunidades humanas a través de estrategias de conservación impulsadas por la economía. Nuestros cursos, investigaciones y experiencia contribuyen al desarrollo inteligente, cuantifican los beneficios de la naturaleza y crean incentivos duraderos para la conservación.

Con la colaboración de:



ISBN: 978-612-46730-2-3



9 786124 673023