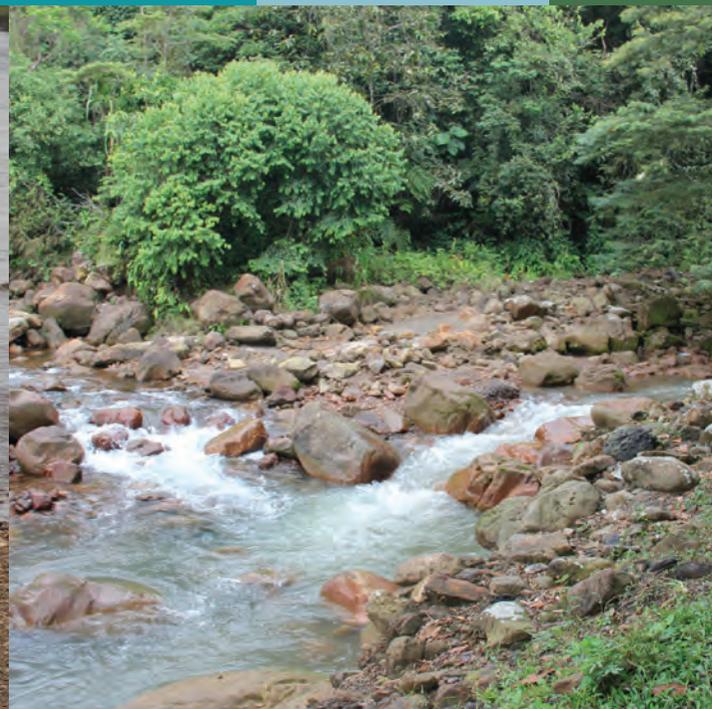
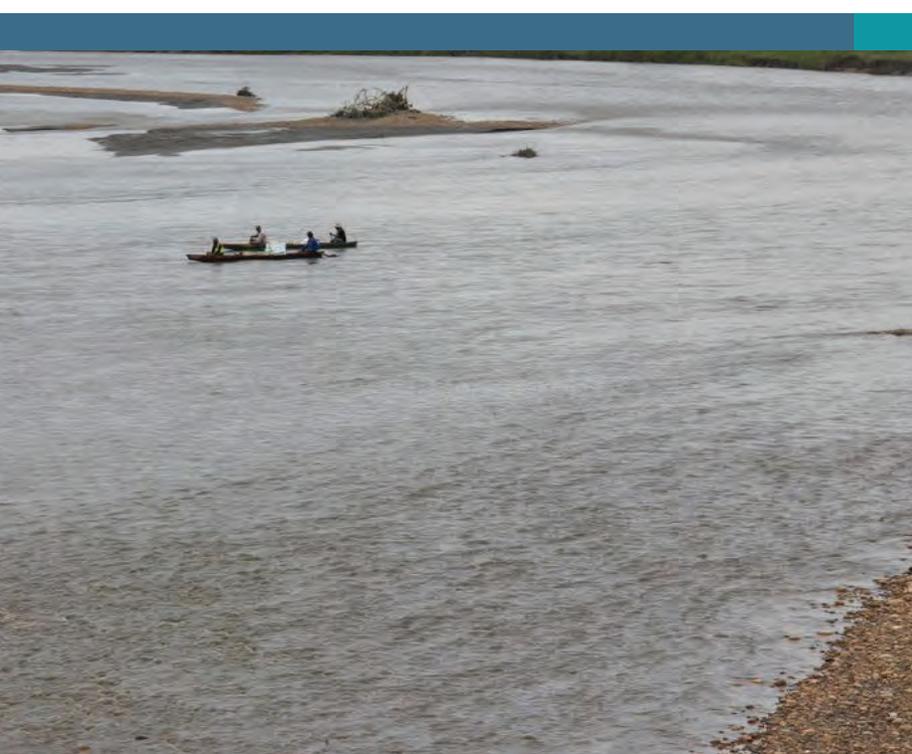




**CUENCA ALTA DEL RÍO META:
UNA MIRADA SOCIOAMBIENTAL
A LOS RÍOS **GUAYURIBA** Y **OCO**
Y AL CAÑO **QUENANE-QUENANITO****



**CUENCA ALTA DEL RÍO META:
UNA MIRADA SOCIOAMBIENTAL
A LOS RÍOS GUAYURIBA Y OCOA
Y AL CAÑO QUENANE-QUENANITO**



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
Km. 12 vía Puerto López- Vereda Barcelona
Tel (578) 6616800 Ext.130
Villavicencio (Meta)
www.unillanos.edu.co

Rector
Oscar Domínguez González

Decano
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería
Elvis Miguel Pérez Rodríguez

Director
Instituto de Ciencias Ambientales
de la Orinoquia Colombiana - ICAOC
Marco Aurelio Torres Mora

Directora
Maestría Gestión Ambiental Sostenible
Sandra Liliana Parada Guevara

ECOPETROL S. A.
Carrera 13 No. 36-24 - Tel (571) 2344000
Bogotá, Colombia
www.ecopetrol.com.co

Administrador del Convenio 5211592
Jairo Centeno Amaya

Gestor técnico del Convenio 5211592
Alexandra Patricia Chiquillo Olivieri

Fotografías
Equipo de trabajo Convenio 5211592

Modelos cartográficos
Oscar Javier Díaz Celis - Marcio Baquero

Edición, diseño y diagramación
Adriana Vásquez Cerón y Ricardo Vásquez Navas

ISBN: 978-958-8927-05-3

1000 ejemplares impresos
500 ejemplares en CD

Impresión
Ediprint S.A.S.
Bogotá, D.C. Colombia
2015

©Derechos reservados según la ley, los textos pueden ser
reproducidos total o parcialmente citando la fuente

Citación sugerida

Obra completa: Torres-Mora, M. A., Caro-Caro, C.I.,
Ramírez-Gil, H., Parada-Guevara, S. L., Trujillo-González,
J. M., Ajiaco-Martínez, R. E., Osorio-Ramírez D. P. y Díaz-
Celis, O. D. (editores). 2015. Cuenca alta del río Meta: Una
mirada socioambiental a los ríos Guayuriba y Ocoa y al caño
Quenane – Quenanito. 1ª ed. Villavicencio. Colombia. 180
pp.

Capítulos: Trujillo-González, J.M., Tovar-Hernández, N.,
Delgado-García, S., Vargas-Ahumada, D. y Torres-Mora, M.
A., Pp 160- 172. En: Torres-Mora, M. A., Caro-Caro, C.I.,
Ramírez-Gil, H., Parada-Guevara, S. L., Trujillo-González,
J. M., Ajiaco-Martínez, R. E., Osorio-Ramírez D. P. y Díaz-
Celis, O. D. (Ed.). 2015. Cuenca alta del río Meta: Una
mirada socioambiental a los ríos Guayuriba y Ocoa y al caño
Quenane – Quenanito. 1ª ed. Villavicencio. Colombia.



Contenido

Presentación.....	7
Introducción.....	10
1. Generalidades área de estudio.....	12
2. Diagnóstico socioeconómico y ecosistémico de los municipios que integran las cuencas de los ríos Guayuriba, Ocoa y caño Quenane-Quenanito.....	66
3. Macroinvertebrados y algas para el departamento del Meta.....	84
4. Peces: diversidad y aprovechamiento.....	96
5. Cobertura y uso del suelo.....	110
6. La huella hídrica como herramienta de gestión del recurso hídrico.....	156
Glosario.....	172
Participantes.....	174

Presentación

La Universidad de los Llanos en alianza estratégica con Ecopetrol S. A. viene desarrollando, desde el 2009, proyectos para el manejo ambiental de las cuencas hidrográficas del departamento del Meta. Estas sinergias han motivado la participación de los actores locales para la generación de conocimiento y proyección de alternativas de solución de las diferentes problemáticas ambientales que enfrentan. Es así como desde 2011, las comunidades de las cuencas de los ríos Guayuriba, Ocoa y caño Quenane-Quenanito, expresaron su preocupación por el deterioro ambiental causado por las actividades antrópicas, extractivas y de crecimiento urbanístico que afectan su entorno.

Para liderar las respuestas necesarias ante las problemáticas planteadas, la Universidad de los Llanos en cooperación con Ecopetrol S. A., desarrolló el proyecto "Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba y Ocoa y caño Quenane-Quenanito de la cuenca alta del río Meta, Orinoco, basado en estrategias educativas, investigativas y de proyección social"; esta se convierte en un punto de partida y referente, para entender las diversas dinámicas que aportan al funcionamiento con el funcionamiento y la complejidad de este territorio y que simultáneamente busca fortalecer los procesos de gestión integral de dichas cuencas.

Como primer producto de este proyecto es grato presentar el documento "Cuenca alta del río Meta: una mirada socioambiental a los ríos Guayuriba y Ocoa y al caño Quenane -Quenanito", como línea base del estado del conocimiento y diagnóstico del área de estudio, donde se exalta la motivación y participación de actores del área de influencia, especialmente el Consejo de la cuenca del río Guayuriba y el Comité Ambiental de Apiay.

Marco Aurelio Torres Mora

Director Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (ICAOC)

Introducción

La participación activa de actores que dinamizan una cuenca hidrográfica se ha convertido en un factor determinante en los últimos años pues esto garantiza la generación de espacios de discusión de temas sociales, políticos y técnicos en procura de generar decisiones acertadas para la restauración, mantenimiento y conservación de los sistemas naturales propios de cada territorio. En este sentido, los nuevos retos de la gestión de cuencas implican el enfoque multicriterio en función de la conservación de los recursos naturales, soporte para el desarrollo local.

Basado en este planteamiento, el Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana, asume la tarea de unir esfuerzos con las organizaciones comunitarias y la empresa, en la búsqueda de estrategias dirigidas a garantizar la sostenibilidad ambiental de los ríos Guayuriba y Ocoa y caños Quenane-Quenanito. En este sentido se generó el Convenio 5211594, suscrito entre la Universidad de los Llanos y Ecopetrol, al que se le denominó "Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba y Ocoa y caños Quenane y Quenanito de la cuenca alta del río Meta, basado en estrategias educativas, investigativas y de proyección social".

En el marco del convenio, se planteó la generación de la línea base del conocimiento de las cuencas a estudiar, a partir de la revisión de información secundaria plasmada en informes institucionales, de coyuntura, libros, artículos de investigación, entre otros, con el fin de identificar aspectos relevantes de la dinámica socioambiental.

En este proceso el primer tema abordado fue la caracterización del entorno físico de los cauces a estudiar, su ubicación, características climáticas, parámetros morfométricos,

división administrativo veredal, hidrografía y la problemática ambiental asociada a captaciones, vertimientos, trasvase de cuencas y explotación de material de arrastre. Desde allí se definieron las áreas de estudio: 76.040 ha para la cuenca del río Guayuriba; 28.290 ha para la del río Ocoa y para la del caño Quenane, 16.670 ha.

Una vez definido el espacio natural, en el segundo capítulo se profundizó el conocimiento de las dinámicas urbana y rural que se suceden alrededor de estos ríos. Se recopiló información sobre los municipios que administrativamente comparten estas cuencas: Guayabetal, Acacías, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López, y se avanzó en el conocimiento de los aspectos demográficos y condiciones de desarrollo, con el análisis de indicadores como el PIB per cápita, la incidencia de pobreza, Necesidades Básicas Insatisfechas, coeficiente de GINI, distribución de tierras y la situación de empleo.

En el estudio de la biodiversidad acuática, tema de los capítulos tercero y cuarto, se evidenció carencia de información, pues no hay levantamientos previos que den indicio de diversidad y estado de las comunidades de macroinvertebrados, microalgas (fitoperifiton) y peces, lo que muestra la necesidad de realizar investigación que permita conocer estos recursos bióticos, su estado actual y el impacto de las actividades antrópicas sobre los mismos. Tampoco se encontraron evaluaciones que indiquen la sostenibilidad del aprovechamiento de recursos pesqueros de consumo y de interés ornamental, que se da en estas cuencas.

La descripción general de las coberturas y uso del suelo de las cuencas de los ríos Guayuriba y Ocoa y del caño Quenane-Quenanito, se presentan en el capítulo quinto; también se

muestra el cambio, en la última década, de las áreas reportadas, debido a las diferentes actividades productivas.

En el sexto capítulo se trata el tema de la huella hídrica (HH) que forma parte del grupo de indicadores ambientales propuesto por Hoekstra y Hung (2002), fundamentado en el concepto de "Agua virtual" que hace referencia al agua necesaria para producir un bien o servicio. Este indicador se convierte en una herramienta para evaluar el uso del recurso hídrico a lo largo de una cuenca hidrográfica y se muestra allí una revisión de los estudios de HH en los sectores agrícola, doméstico e industrial a nivel global y nacional.

Existen vacíos de información para las cuencas objeto de estudio, por lo que se considera una prioridad avanzar en la estimación de esta huella en los diferentes sectores en cada una de las cuencas.

Con este trabajo se espera aportar elementos básicos que permitan direccionar las investigaciones y proporcionar los insumos requeridos en estrategias de gestión para la recuperación y conservación del recurso hídrico como eje central del desarrollo social y ecosistémico de estas áreas.



Generalidades del área de estudio

Diana Paola Osorio-Ramírez*, Oscar Javier Díaz-Celis*, Clara Inés Caro-Caro*, Jorge Duque-Cabrera**.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Orinoco ocupa aproximadamente la tercera parte de la zona continental del país con un área de 34.720.832 ha, un caudal total de 19.300 m³/seg y un rendimiento hídrico promedio de 56 lt/seg/km² (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia [Ideam], 2010, 2013). Aproximadamente el 65 % de la cuenca presenta altos excedentes hídricos y en el otro 35 % su oferta se considera entre normal y de excedentes.

Hidrográficamente la Orinoquia se divide en las cuencas de los ríos Arauca, Meta, Tomo, Vichada, Guaviare e Inírida y presenta una variación de la escurrimiento decreciente del piedemonte hacia la zona de las llanuras, encontrándose en la zona del piedemonte de la cordillera Oriental, la zona central que conforma la cuenca hidrográfica del río alto Guaviare, que recibe entre otros a los ríos Guayabero y Ariari y la cuenca hidrográfica del río alto Meta a la que llegan los ríos Guayuriba, Guatiquía, Humea y Upía.

A nivel hidrográfico la subcuenca del Meta tiene una superficie total de 8.271.500 ha, siendo después de la del Guaviare la segunda de mayor superficie (Ideam, 2013); tiene también el mayor número de tipos de humedales, en total 38, lo que refleja su riqueza ecosistémica acuática y terrestre (Lasso, Rial,

Colonnello, Machado-Allison y Trujillo, 2014). Específicamente la zona del alto río Meta es considerada un área estratégica (Rial, Lasso-Alcalá, Sarmiento, Pedraza y Rodríguez, 2010) y con oportunidad para la conservación de sus paisajes y biodiversidad, por ello, Ramírez et al. (2011) la presentan como la segunda zona en la clasificación porcentual de las áreas nominadas para la generación de prioridades de conservación, al ser zona de desove de grandes bagres, poseer varios servicios ecosistémicos de soporte de producción (principalmente el agua) y formar parte del refugio húmedo del pleistoceno.

Dentro de este contexto y como respuesta a la necesidad de particularizar la información socioambiental del alto río Meta, mediante un esquema de trabajo que integrara comunidades locales y academia, se desarrolló en el marco del convenio N° 5211592 suscrito entre la Universidad de los Llanos y Ecopetrol, el proyecto *“Levantamiento de la información bibliográfica y de campo para la construcción de línea base en los aspectos sociales, económicos y de la biodiversidad de los recursos ícticos bentónicos y de perifiton de los cauces objetos de estudio e iniciar el proceso de capacitación de la comunidad de los ríos Guayuriba, Ocoa y caño Quenane de la cuenca alta del río Meta, Orinoco”*.

* Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible (GIGAS). Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (ICAOC). Universidad de los Llanos, Km 12 Vía Puerto López Vereda Barcelona, Villavicencio-Colombia. dosorio@unillanos.edu.co; oscar.diaz.celis@unillanos.edu.co; clarainescaro@unillanos.edu.co; **jduque59@hotmail.com

Los cursos de agua de interés del estudio se encuentran ubicados en la región Orinoquia andina (río Guayuriba) y Orinoquia llanera (río Ocoa y caño Quenane), específicamente dentro de la subregión biogeográfica del Piedemonte andino muy fragmentado. Este se caracteriza por un nivel medio – bajo tanto en esfuerzo de muestreo como en conocimiento, a la vez que presenta un alto riesgo de deterioro (Fernández, Gonto, Rial, Rosales y Salamanca, 2010; Medina, Fernández, Andrade, 2010; Machado-Allison, Lasso, Usma, Sánchez-Duarte y Lasso-Alcalá, 2010). Estos argumentos fundamentan el enfoque sistémico del presente estudio

y el planteamiento central acerca del comportamiento ecológico del mismo.

A continuación se realiza una descripción general de las cuencas de los ríos Guayuriba y Ocoa y de la cuenca del caño Quenane-Quenanito, en la que se delimitan y presentan características morfométricas del cauce principal y de algunos tributarios importantes. De forma complementaria, se determinan el área de las veredas que hacen parte de cada una de las cuencas y se detallan los principales problemas ambientales identificados por diferentes actores sociales en diversos escenarios.



Río Guayuriba, zona media.

METODOLOGÍA

Para establecer una línea base orientada a la delimitación y conocimiento de las cuencas de interés, se realizó la revisión de fuentes secundarias de documentos técnicos tales como Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCH), Planes de Manejo Ambiental (PMA), entre otros. Sumado a ello, se generó información cartográfica e hidrográfica en la que se tuvo en cuenta los aspectos expuestos en el decreto 1729 del año 2002 sobre el marco legal para la zonificación hidrográfica de Colombia, los criterios para la clasificación hidrográfica y el inventario de cuencas del país que ha realizado el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam). De igual manera se consultaron diferentes planchas cartográficas provenientes del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), de la Gobernación del Meta y de las alcaldías

de Acacías, Villavicencio, Puerto López y San Carlos de Guaroa, específicamente de los POT, con las que se procedió al cálculo de los parámetros morfométricos directos y derivados, para la zona o cuenca de recepción e indirectos y derivados para la red de drenaje superficial.

Respecto al componente climático se revisaron bases de datos del Ideam, producidas en los últimos 25 años, de las 26 estaciones pluviométricas ubicadas en el área de influencia y se aplicó la metodología propuesta por Thornthwaite (1948) para la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), con la que se elaboró el balance hídrico climático y se estimaron los índices agroclimáticos para clasificar el clima de las cuencas hidrográficas en los sectores de interés para el estudio.



Habitantes zona alta río Guayuriba.

RÍO GUAYURIBA

La cuenca del río Guayuriba hace parte de la cuenca Blanco-Negro-Guayuriba, que está conformada por las subcuencas del río Blanco proveniente del Parque Nacional Natural Sumapaz, el río Negro procedente del Parque Nacional Natural Chingaza y el río Guayuriba, que es el resultado de la confluencia de los dos primeros a la altura del municipio de Guayabetal (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Parques Nacionales Naturales de Colombia [PNN], Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR], Corporación Autónoma Regional del Guavio [Corpoguavio], Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia [Corporinoquia], Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena [Cormacarena], 2012).

El 59 % de la cuenca Blanco-Negro-Guayuriba se encuentra en el departamento de Cundinamarca y el 41 % restante en el Meta. En el área de la cuenca tienen jurisdicción y competencia como autoridades ambientales, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (Corporinoquia) en el 46,20 % del área (163.179,55 ha), la mayor cobertura, seguida de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena (Cormacarena), con un 29,7 % (104.999,93 ha); el Parque Nacional Natural Sumapaz con el 8 % (28.136,12 ha), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) con el 7,14 % (25.246,57 ha), la Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio) con el 7,05 % (24.911,87 ha) y el Parque Nacional Natural Chingaza con el 1,89 % (6.692,79 ha) (MADS et al., 2012).

La cuenca Blanco-Negro-Guayuriba es de segundo orden y es afluente del río Meta, con un área total de 353.166,83 ha de las cuales 113.250 ha corresponden a la cuenca del río Guayuriba (Cormacarena e Instituto para la

Sostenibilidad del Desarrollo [ISD], 2010). En el año 2012, según resolución conjunta 02, fue aprobado y adoptado el POMCH del río Blanco – Negro – Guayuriba, señalando la importancia de esta cuenca como proveedora del recurso hídrico para el abastecimiento humano y otras actividades prioritarias para el desarrollo nacional y regional.



Vista del río Guayuriba desde la zona alta.



Bocas del Guayuriba.

UBICACIÓN

Para efectos de este estudio el espacio geográfico de la cuenca del río Guayuriba inicia en la zona donde se da la confluencia del río Blanco y el río Negro, en el sector del casco urbano del municipio de Guayabetal (Cundinamarca) en las coordenadas 1.020.419 E y 956.895 N, hasta la desembocadura de la corriente del río Metica en las coordenadas 1.109.118 E y 924.096 N, en inmediaciones del sector de Pajure, en los municipios de Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López (Meta) (Figura 1). Esta cuenca hidrográfica limita al norte con los municipios de Guayabetal y Quétame del departamento de Cundinamarca, al nororiente y norte con el municipio de Villavicencio, al oriente con el municipio de Puerto López, al sur con los municipios de San Carlos de Guaroa y Acacías, al suroccidente y occidente también con el municipio de Acacías y al noroccidente con el municipio de Gutiérrez (Cundinamarca); este cauce sirve de límite territorial entre los municipios de Acacías, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López en el departamento del Meta.

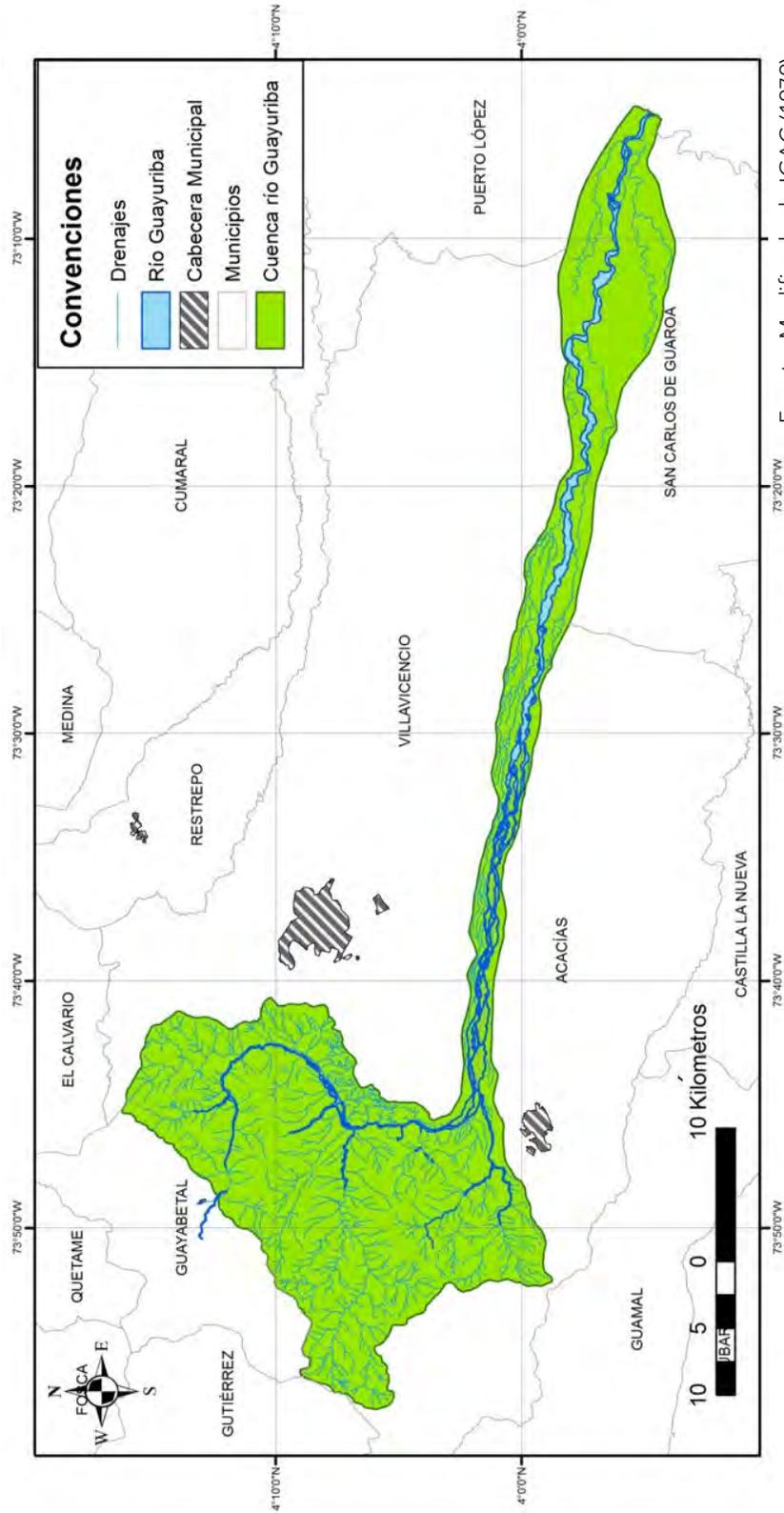
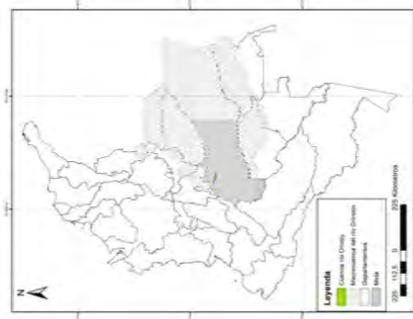
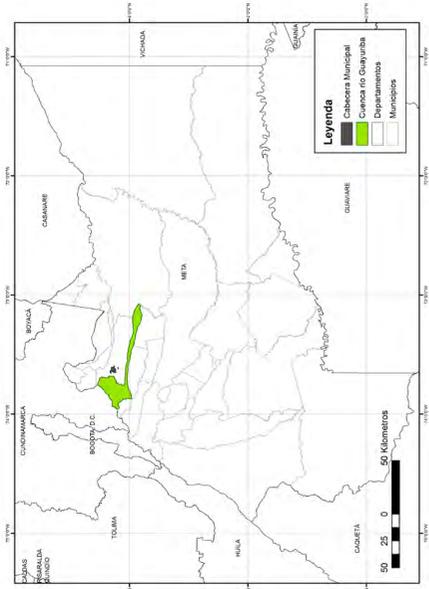
CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Respecto a la temperatura media mensual, los meses de enero, febrero y marzo son los de mayores temperaturas con valores de hasta 25 °C, mientras que junio y julio son los de menor temperatura con valores mínimos de 22,6 °C; esto se relaciona con la precipitación donde los meses más críticos son enero (58 mm) y febrero (100 mm) y los meses de mayor precipitación son mayo (526 mm) y junio (506 mm), con núcleos de alta precipitación en el sector de la quebrada Pipiral y el río Manzanares; la precipitación media anual de la cuenca es de 3.416 mm y la evaporación media anual es de 1.303 mm (Cormacarena e ISD, 2010).

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

La cuenca hidrográfica del río Guayuriba es de tamaño moderadamente grande, presenta forma oval oblonga en la zona alta y alargada en forma de canalón en la zona baja, con pendientes medias en la zona alta y planas en la zona baja. Está ubicada en un sector de materiales que presentan condición homogénea, granulación fina, resistentes a la erosión y con permeabilidad relativamente baja. Los drenajes de esta cuenca corren en todas las direcciones y es susceptible a la ocurrencia de crecientes súbitas y repentinas; la densidad del drenaje es buena y el tiempo de concentración o de evacuación de las aguas es alto.

Según Cormacarena e ISD (2010), la cuenca hidrográfica del Guayuriba tiene un área aproximada de 113.250 ha, de los cuales 49.180 ha pertenecen al municipio de Villavicencio, 43.810 ha al municipio de Acacías, 16.070 ha al municipio de San Carlos de Guaroa y 4.200 ha al municipio de Puerto López, con una longitud estimada del cauce de 118,1 km. Sin embargo, para este estudio se realizó verificación de los tributarios y por ende del área total de la cuenca hidrográfica, entendiéndose cuenca como un “área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor” (Decreto 1729 de 2002); así, para este caso fue excluida el área del río Negro (cauce que nace al occidente del municipio de Villavicencio en la vereda La Concepción y discurre paralelo al río Guayuriba), incluida en el POMCH del río Guayuriba, a razón de que este cauce tributa directamente al río Metica. Por ello, la nueva área definida para la cuenca hidrográfica del río Guayuriba fue 76.040 ha; dicha novedad generó modificaciones de las características morfométricas de la cuenca (Tabla 1).



Fuente: Modificado de IGAC (1979)

Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del río Guayuriba.

Tabla 1. Parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica del río Guayuriba.

Parámetros	Valores POMCH del río Guayuriba*	Valores de este estudio
Área	1132,5 km ²	760,4 km ²
Perímetro	305,4 km	269,70 km
Longitud axial	79,9 km	88,21 km
Ancho máximo	36,3 km	34,78 km
Ancho promedio	14,17 km	8,628 km
Factor forma o <i>gravelius</i>	0,177	0,098
Coeficiente compacidad	2,56	2,758
Índice de alargamiento	3,253	3,405
Índice de homogeneidad		0,185
Cota altitud mayor	NR	985 m s.n.m.
Cota altitud menor	NR	192 m s.n.m.
Pendiente media del cauce		0,007 %
Altitud media		685 m s.n.m.
Orientación de la cuenca	NW-SE	NW - SE
Longitud del cauce	118,1 km	118,45 km
Longitud total cauces	NR	1.578,73 km
Densidad drenaje	NR	2,074 km/km ²
Tiempo concentración	NR	1.052 minutos
Sistema de drenaje	Dendrítico en sector alto y Subparalelo en sector bajo	Dendrítico en sector alto y Subparalelo en sector bajo

Tomado de Cormacarena e ISD, 2010.

Respecto a la orientación del cauce, desde su formación en la confluencia del río Blanco - río Negro toma dirección hacia el oriente hasta llegar a la Quebrada Pipiral, luego se desvía en dirección sur hasta el río Sardinata y finalmente se desvía nuevamente hacia el oriente a su desembocadura en el río Metica.

Según la clasificación definida en el POMCH del río Guayuriba, en esta cuenca se pueden diferenciar tres zonas geográficas (Figura 2).

- Zona alta: inicia en la confluencia de los ríos Blanco y Negro a 3.700 m s.n.m., hasta el puente en la vía que de Villavicencio conduce a Acacías en la cota 525 m s.n.m. con coordenadas 1.034.734 E y 939.564 N; esta

zona abarca el 63,05 % (47.950 ha) del área total de la cuenca.

- Zona media: va desde el sector donde termina la zona alta hasta la derivación del caño Chichimene, a una altura de 440 m s.n.m., en las coordenadas 1.045.193 N 937.726 W con el 3,05 % (2.300 ha) de la cobertura del área total de la cuenca.

- Zona baja: está comprendida desde el sector donde termina la zona media hasta la confluencia con el río Metica, en Pajure, en las coordenadas 1.109.118 E y 924.096 N, en la cota 190 m s.n.m., con un 33,9 % de cobertura y un área de 25.790 ha.

DIVISIÓN ADMINISTRATIVA-VEREDAL DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA

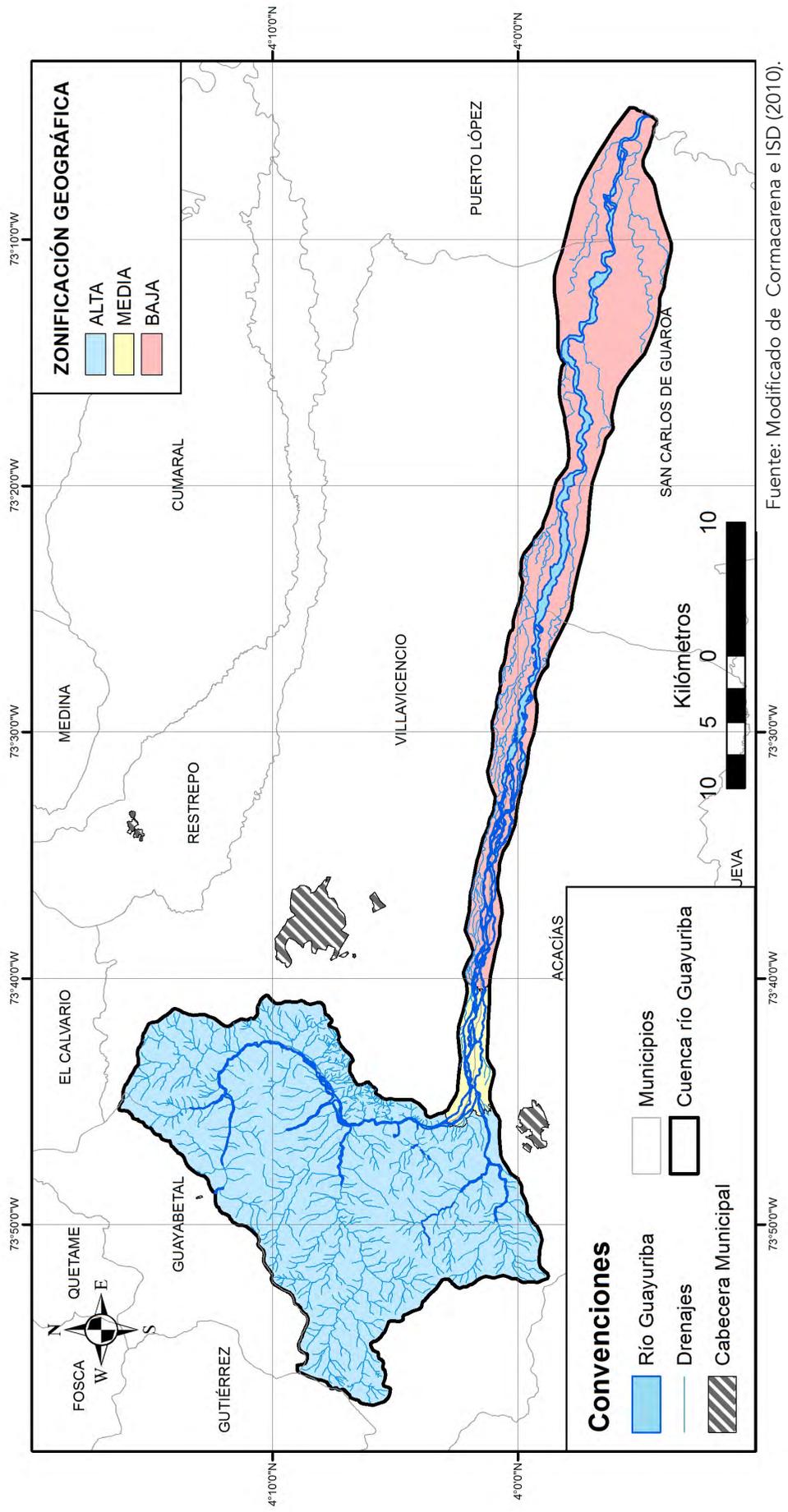
La cuenca se ubica en los departamentos de Cundinamarca y Meta, en cuatro municipios y está distribuida así: 4,26 % del área corresponde a jurisdicción de Guayabetal, el 51,87 % a Acacías, el 26,26 % a Villavicencio, el 3,17 % a Puerto López y el 14,44 % a San Carlos de Guaroa. La cuenca cuenta con un total de 52 veredas (Tabla 2 - Figura 3).



Cultivo de maracuyá, zona alta cuenca del río Guayuriba.

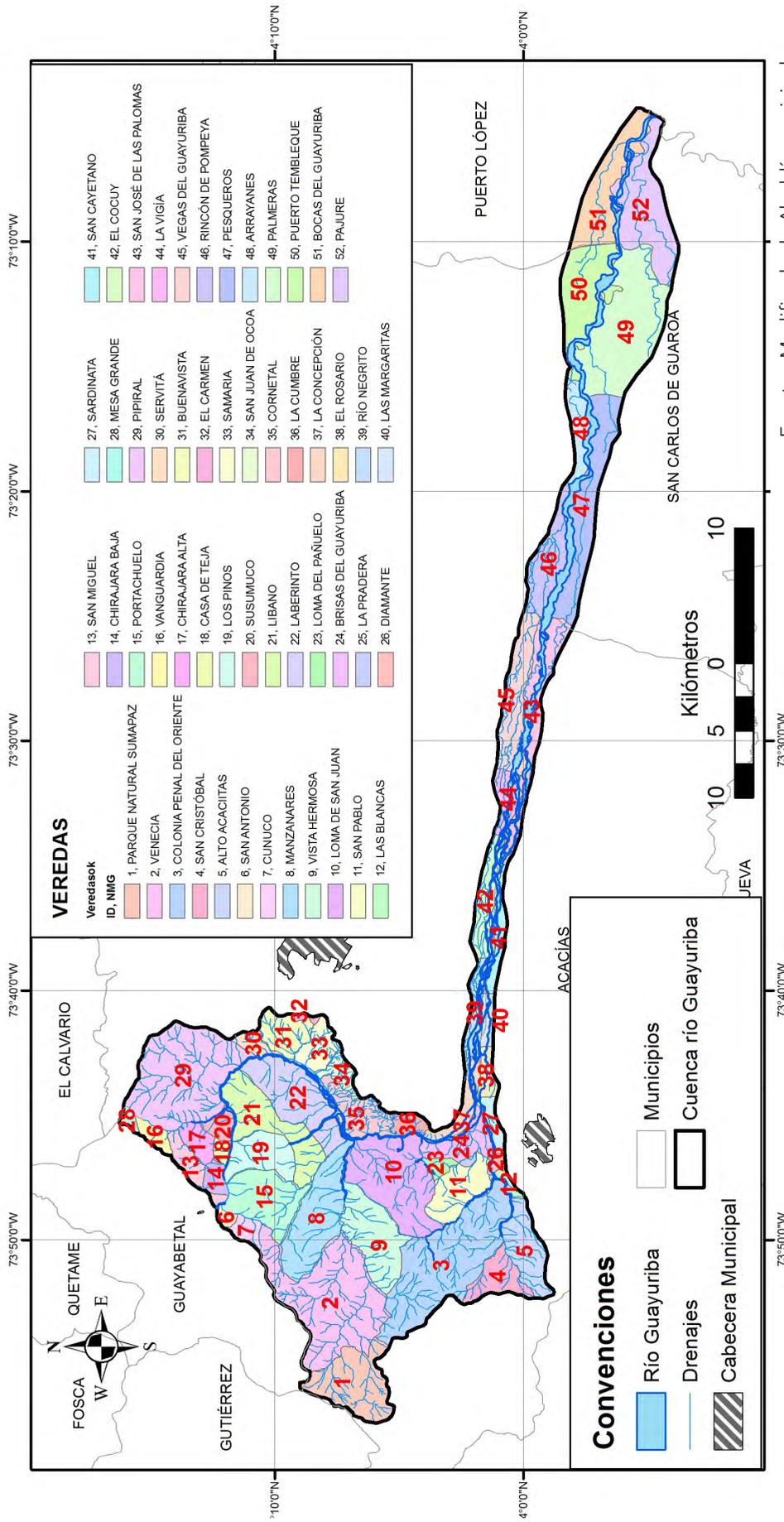


Zona media del río Guayuriba.



Fuente: Modificado de Cormacarena e ISD (2010).

Figura 2. Zonificación geográfica de la cuenca del río Guayuríba.



Fuente: Modificado de Alcaldía municipal de Acacias (2000); Alcaldía municipal de San Carlos de Guaroa (2000); Alcaldía municipal de Villavicencio (2000); IGAC (2014).

Figura 3. Mapa de la división administrativa - veredal de la cuenca del río Guayuriba.

Tabla 2. División administrativa-veredal de la cuenca del río Guayuriba. Área de cada vereda incluida dentro de la cuenca y porcentaje de cobertura respecto al total del área de la cuenca.

Zona	Municipio	Vereda	Área km ^{2*}	%
Alta	Guayabetal	Casa de teja	2,1	0,3
		Chirajara alta	5,5	0,7
		Chirajara baja	3,6	0,5
		Conucos	3,9	0,5
		Mesa grande	1,5	0,2
		San Antonio	1,6	0,2
		San Miguel	6,4	0,8
		Susumuco	4,2	0,6
		Vanguardia	3,7	0,5
Alta	Acacías	Alto Acacitas	15,3	2,0
		La Colonia	51,3	6,7
		Diamante	1,6	0,2
		La Pradera	0,7	0,1
		Laberinto	26,4	3,5
		Las Blancas	2,0	0,3
		Líbano	22,9	3,0
		Loma de San Juan	35,0	4,6
		Loma del Pañuelo	2,5	0,3
		Los Pinos	13,6	1,8
		Manzanares	26,2	3,4
		Parque Natural Sumapaz	23,9	3,1
		Portachuelo	20,6	2,7
		San Cristóbal	10,3	1,4
		San Pablo	14,4	1,9
		Venecia	53,3	7,0
		Vista hermosa	22,7	3,0
	Villavicencio	Buenavista	9,9	1,3
		Cornetales	12,9	1,7
		El Carmen	0,8	0,1

Zona	Municipio	Vereda	Área km ^{2*}	%
		La Cumbre	4,0	0,5
		Pipiral	48,3	6,4
		Samaria	8,1	1,1
		San Juan de Ocoa	4,8	0,6
		Servitá	3,7	0,5
		Media	Acacías	Brisas del Guayuriba
Sardinata	4,6			0,6
El Rosario	4,1			0,5
Las Margaritas	3,5			0,5
Villavicencio	La Concepción		8,3	1,1
	Río Negrito		7,7	1,0
San Carlos de Guaroa	Pesqueros		31,6	4,2
	Baja	Acacías	San Cayetano	7,2
San José de las Palomas			22,3	2,9
Villavicencio		Arrayanes	9,6	1,3
		Cocuy	12,4	1,6
		La Vigía	7,1	0,9
		Puerto Tembleque	24,8	3,3
	Rincón de Pompeya	17,3	2,3	
Vegas del Guayuriba		19,8	2,6	
	Puerto López	Bocas del Guayuriba	24,1	3,2
San Carlos de Guaroa	Pajure	30,7	4,0	
	Palmeras	47,5	6,3	
ÁREA TOTAL			760,4	100

*Corresponde al área incluida dentro de la cuenca.

HIDROGRAFÍA

La cuenca del río Guayuriba está constituida por cerca de 49 microcuencas hidrográficas aferentes al cauce mayor, de estas, 23 microcuencas tributan por la margen derecha y 26 por la margen

izquierda. Así mismo, recepta cerca de 26 cuerpos hídricos superficiales que tributan de manera directa, 12 de ellos por la margen derecha y 14 por la margen izquierda (Tabla 3 - Figura 4).



Vista desde la zona alta del río Guayuriba.

Tabla 3. Red de drenajes y jerarquización de redes hídricas del río Guayuriba.

No.	Tributario	Microcuenca
Drenajes margen izquierda		
3	Caño San Miguelito	Qda Chirajara
5	Caño La Caridad	
6	Caño Duque	
8	Caño Macalito	
11	Varios tributarios NN	Qda Susumuco
12	Qda. Corrales	
13	Caño Seco	
15	Qda. San Vicente	Qda. Pipiral
	Qda. La Esperanza	
	Caño Nueva Zelandia	
	Qda. Diamante	
	Caño Blanco	
	Qda. Explayada	
16	Qda. Colorada	
18	Triburario NN	Caño Servitá
19	Caño Qda. Negra	
20	Caño El Agrado	Caño Pescado
	Qda. Vijogual	
	Qda. Alejandra	
22	Caño Vainilla	
23	Triburario NN	Caño Carbón
24	Caño Colorado	
26	Triburario NN	Qda. Tolima
29	Triburario NN	Qda. Cornetales
31	Qda. Portón	
35	Triburario NN	Qda. San Juan
36	Triburario NN	Caño San Luciano
37	Caño El Arullo	
42	Brazos varios del cauce mayor	
43	Triburarios NN	Caño Limones
44	Triburarios NN	Caño La Mona
46	Caño Arrecifes	
49	Caño Las Ánimas	
Tributaros menores 12		

No.	Tributario	Microcuenca
Drenajes margen derecha		
1	Qda. La Mina	Qda. El Estado
	Caño Caimal	
2	Qda. La Florencia	
4	Qda. Estoraque	
7	Qda. La Cascada	Qda. las Minas
9	Qda. San Miguel	
10	Qda. Quebraditas	
14	Cañada La Esperanza	
17	Triburario NN	Qda. El Líbano
21	Triburario NN	Qda. Florida
25	Caño Gallinetas	
27	Qda. Chupadero	Qda. El Intendente
28	Triburario NN	Qda. Guayabal
30	Qda. Cascabel	
32	Qda. Aguapanela	Qda. Blanca
	Qda. Guacamaya	
	Qda. Portachuelo	
	Qda. La Aguapanela	
	Qda. La Cuchara	
	Qda. Honda	
	Qda. Libertad	
33	Triburario Varios	Río Manzanares
34	Caño Marquetalia	Caño Borrachero
38	Caño Equeria	
	Caño Bavaria	Caño San Pablo
39	Triburario NN	Caño Arenal
40	Caño Chupadito	
	Caño La Promesa	
41	Varios tributarios NN	Río Sardinata
45	Triburario NN	Caño La Isla o Rico
47	Caño La Sierra	
48	Triburario NN	Caño San Cristóbal
Tributaros menores 14		

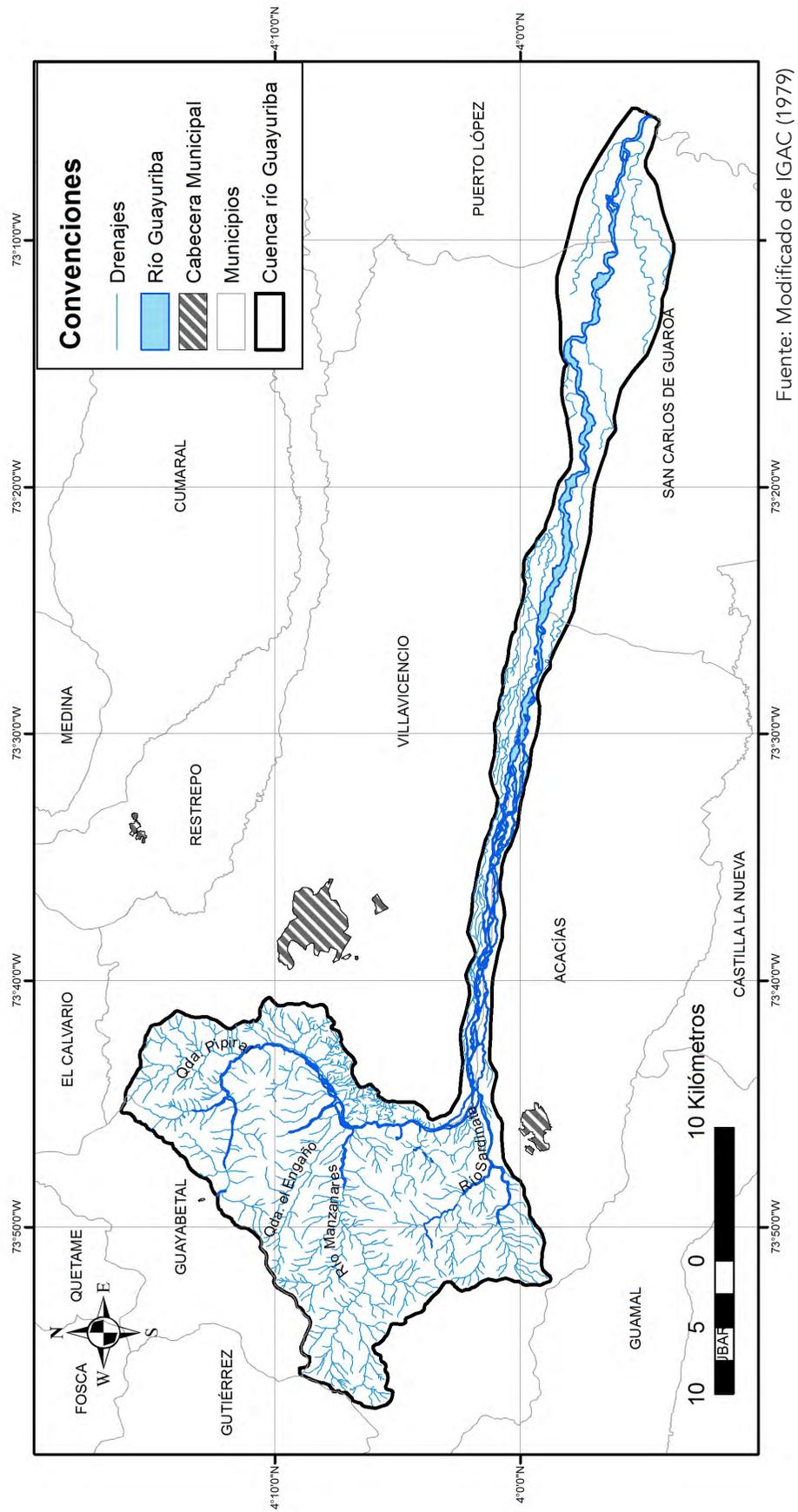


Figura 4. Mapa hidrológico de la cuenca del río Guayuriba.

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE ALGUNAS MICROCUENCAS DEL RÍO GUAYURIBA

Las microcuencas hidrográficas del río Guayuriba ubicadas en el sector de transición en la parte plana del área, son entre pequeñas y medianas, con formas de oval oblongas a rectangular oblongas, de pendientes planas a menores del 3 %. Están ubicadas en zonas de materiales homogéneos y permeabilidad relativamente baja y presentan baja y moderada susceptibilidad a la ocurrencia de crecientes súbitas y repentinas. Evidencian sistemas de drenaje superficial erosional

y deposicional de tipo subdendritico y meándrico, de densidades de drenaje entre moderadas y bajas, con moderados y altos tiempos de concentración para sus aguas.

Los principales elementos morfométricos de las microcuencas hidrográficas, tanto para el área de captación o de recarga de las microcuencas como para la zona de la red de drenajes, se relacionan en la tabla 4.



Sector Bocas del río Guayuriba.

Tabla 4. Parámetros morfométricos de las microcuencas hidrográficas de mayor tamaño que tributan al río Guayuriba.

Microcuencas	Oda. Pipiral	Oda. El Engaño	Río Manzanares	Río Sardinata
Área km ²	35,87	31,61	132,72	83,42
Perímetro km	26,48	33,23	61,27	47,28
Long. Axial km	9,61	12,55	20,73	13,97
Ancho medio km	3,73	2,52	6,40	5,97
Factor forma	0,388	0,201	0,309	0,427
Índice de compacidad	1,247	1,667	1,501	1,461
Pendiente media	16,62	15,15	12,07	10,37
Altitud media m s.n.m.	1575	1550	2100	1400
Orientación	NW-SSE	NW-SSE	W-E	NW-E
Longitud cauce km	9,92	13,56	25,47	17,35
Densidad drenaje km/km ²	1,37	1,44	1,71	1,64
Patrón drenaje	Dendrit	Dendrit	Dendrit	Dendrit
Tiempo concentración (minutos)	50,7	59,8	105,8	83,7

CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

Según IGAC (2004 a, b) la zona alta presenta un relieve con sistemas montañosos fluvioerosionales en forma de montañas ramificadas con pendientes mayores al 12 %, en esquistos, filitas areniscas y coberturas discontinuas de ceniza volcánica en algunos sectores, laderas medias y largas con cimas agudas y convexas que son afectadas por deslizamientos, terraceo y escurrimiento difuso. Tiene suelos con texturas de moderadamente gruesas y medias a finas, bien drenados, ligera o fuertemente ácidos, de fertilidad baja a alta, con presencia de cenizas volcánicas y susceptibles a la erosión. La vegetación corresponde a pastos enrastrados, relictos de bosques y algunos cultivos de producción o de pancoger.

En la zona media el relieve pertenece al *Piedemonte deposicional* conformado por terrazas coluvio-aluviales en sedimentos mixtos y aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas medianamente alterados; el terreno pasa de ligeramente ondulado a plano y tiene pendientes menores del 7 % y está presente en varios niveles de origen tectónico afectados por escurrimientos. Los suelos varían de superficiales a profundos, con texturas de medias a finas, de bien a pobremente drenados, son fuertemente ácidos y de fertilidad baja. La vegetación en esta parte de la cuenca presenta pastos enrastrados, relictos de bosques y algunos cultivos de agricultura tradicional como maíz, yuca y plátano entre otros, mezclados con distintas coberturas.

Finalmente la zona baja corresponde al denominado *Piedemonte tectonizado* y presenta relieve ligeramente ondulado de pendientes menores del 3 % y formas de microrrelieves plano-cóncavos que son afectados por encharcamientos en las áreas más bajas. Los suelos son profundos a moderadamente profundos, de texturas moderadamente finas, bien drenados, fuertemente ácidos, de fertilidad baja y susceptibles a los encharcamientos. La cobertura vegetal corresponde a un mosaico de herbáceas densas y bajas, pastos mejorados y agricultura intensiva de cultivos permanentes y transitorios. En la figura 5 se espacializan los tipos de suelo de la cuenca alta del río Guayuriba.

A nivel geológico se encuentran diversas unidades, sin embargo, predominan los depósitos del cuaternario representados en terrazas, depósitos aluviales y depósitos de derrubio ubicados en la parte baja de la cuenca. En la zona alta se encuentran unidades del paleozoico, cretáceo y terciario, compuestas por diversos tipos de rocas como areniscas, calizas, lutitas, arcillas y conglomerados (Cormacarena e ISD, 2010). Respecto a la hidrogeología de la cuenca, en la zona alta se presentan formaciones RFS que corresponden a rocas con flujos a través de fracturas y sedimentos; a su vez la zona media presenta formaciones SRF1 que corresponden a sedimentos y rocas con flujo intragranular y la zona baja presenta formaciones SRLA que incluyen sedimentos y rocas con limitados recursos de agua subterránea.

En cuanto a la geomorfología de la cuenca, el POMCH del río Guayuriba (Cormacarena e ISD, 2010) estableció cinco unidades:

1. Unidad montañosa de control estructural.

2. Unidad colinada de control estructural plegada, ubicada desde la vereda Alto La Cumbre hasta la vereda Brisas del Guayuriba.

3. Unidad montañosa erosional, localizada en tres sectores: loma la Esperanza al norte, sector del río Manzanares al occidente y en la vereda Buenavista al oriente.

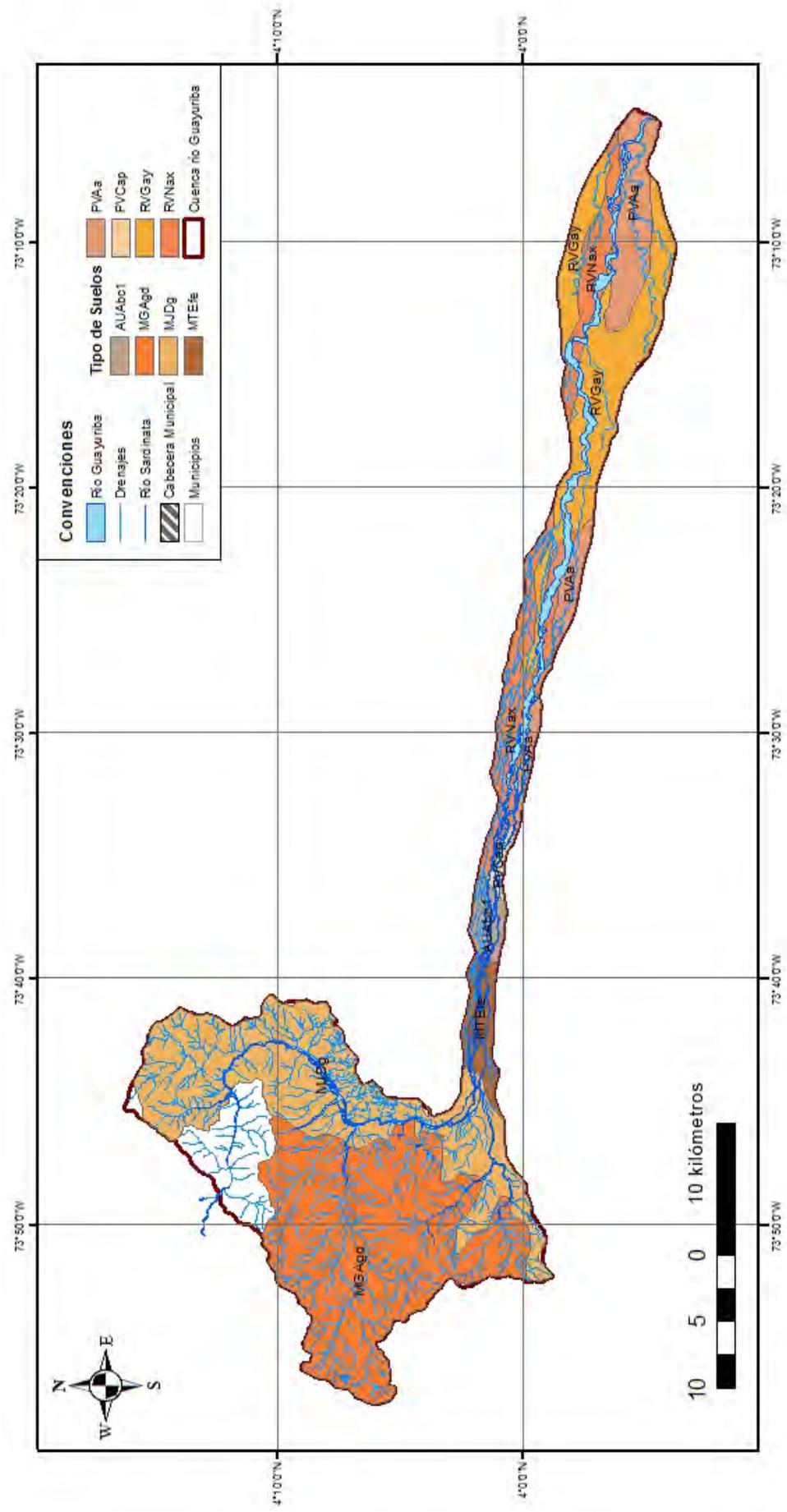
4. Unidad erosional de valles aluviales, se presenta en la zona alta con un extenso y delimitado valle en el sector del río que se ve afectado por la falla de Palermo.

5. Unidad de planicie aluvial de desborde, en la que se distinguen las georformas: terrazas, llanuras de inundación y llanura aluvial.

PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

En la cuenca se desarrollan distintas actividades que generan impactos ambientales sobre el cauce. En la zona alta por ejemplo, prevalecen captaciones de agua para uso doméstico, agua que luego de usada es trasvasada a otras cuencas, además se evidencian vertimientos de aguas producto de lavaderos de tractomulas y porquerizas. Otra actividad en la zona alta es la explotación de material de arrastre que modifica el sustrato y el cauce del río, esta actividad también se da en las zonas media y baja. En el tramo bajo de la cuenca se encuentran además vertimientos domésticos, de procesos agropecuarios y de producción de hidrocarburos, captaciones para uso agropecuario y trasvase para el uso en actividades agropecuarias.

Los problemas ambientales percibidos e identificados por los actores locales en los talleres realizados durante la formulación de los POMCH de la cuenca Blanco-Negro-Guayuriba (MADS et al., 2012) y del río Guayuriba (Cormacarena e ISD, 2010) se sintetizan en la tabla 5.



Fuente: IGAC, 2004b.

Figura 5. Mapa de suelos de la cuenca del río Guayuriba. Escala 1:100.000.

Tabla 5. Principales problemas ambientales percibidos por los actores locales de la cuenca hidrográfica del río Guayuriba (2010 – 2012).

Recurso afectado	Problema	Causa
Hídrico	Disminución de la oferta hídrica e incremento de sedimentos.	Deforestación en áreas de nacimiento y rondas.
		Demanda del recurso en temporadas secas para abastecimiento industrial, agrícola y doméstico.
		Fallas en los sistemas de conducción, fugas en tuberías de abastecimiento.
	Alteración de las propiedades físicas y químicas del agua.	Vertimientos de residuos líquidos domésticos e industriales (derrames de combustibles y grasas) y por aspersión aérea de agroquímicos.
	Alteración del comportamiento hidráulico del cauces.	Extracciones inapropiadas de material de arrastre.
Expansión de la frontera agrícola.		
Suelo	Erosión	Pérdida de cobertura boscosa.
	Pérdida de fertilidad del suelo.	Compactación del suelo.
		Alta tendencia al monocultivo.
	Pérdida de la microfauna y flora edáfica por alteración de condiciones físico-químicas del suelo.	Contaminación del suelo y subsuelo con el uso excesivo de agroquímicos y mala disposición de envases que conllevan a la pérdida de productividad.
		Subutilización del suelo por prácticas inadecuadas de cultivo.
Biótico	Disminución y alteración de ciclos biológicos de poblaciones de fauna y flora debido a alta presión antrópica sobre los ecosistemas de la cuenca y a la fragmentación ecosistémica.	Fragmentación ecosistémica y alteración de hábitats naturales.
		Disminución de los agentes polinizadores de especies forestales valiosas.
		Malas prácticas pesqueras en temporadas de veda.
		Afectación de fauna silvestre por incrementos de ruido y alteración del paisaje.
	Pérdida de especies de fauna y flora endémicas y reducción de las tasas de crecimiento de especies silvestres.	Poblaciones de fauna y flora afectadas por sequías.
		Muerte de fauna acuática por vertimientos y extracción de material de arrastre.
		Migración de individuos por pérdida de hábitats.

Cont. **Tabla 5.** Principales problemas ambientales percibidos por los actores locales de la cuenca hidrográfica del río Guayuriba (2010 – 2012).

Recurso afectado	Problema	Causa
Aire	Contaminación del aire.	Emisión de materiales fraccionados o particulados durante el beneficio del material explotado.
		Permanente actividad industrial y de tránsito vehicular en zonas aledañas a lugares poblados.
Continuas partículas flotantes en la atmósfera producto de prácticas agrícolas, industriales y del inadecuado manejo de residuos sólidos (quemadas).		
Emisión de gases por combustión.		
	Generación de enfermedades infecciosas y malos olores.	Aumento del volumen de CO ₂ , por el incremento de vehículos y disminución de las coberturas vegetales captadoras de este gas.
Político-institucional	Conflictos entre poblaciones por el uso del suelo.	Concentración de la propiedad.
		Expansión del área agrícola de empresas particulares en zonas con baja oportunidad para competir.
		Vacíos y falencias sobre la información predial por lo que se adjudican terrenos baldíos sin criterios de uso del suelo, se carece de titulación.
	Inconsistencias cartográficas y político administrativas relacionadas con límites veredales e información predial.	Errores en la cartografía oficial.
		Conflictos municipales por pertenencia en áreas de jurisdicción territorial.
	Débil articulación y presencia institucional en áreas de importancia ambiental.	Incumplimiento de las obras de mitigación y restauración por parte de las empresas privadas que desarrollan actividades extractivas en las áreas de ronda de río.
Inexistencia de un Sistema de Áreas Protegidas.		
Socio-económico	Afectación de la calidad de vida.	Aumentos de asentamientos humanos.
		Altos costos de insumos.
		Sistemas poco productivos.
		Baja productividad y economías de subsistencia.
		Problemas de salubridad por contaminación del agua de consumo.
		Pérdida de los valores ancestrales sobre los recursos naturales de la zona.
		Poblaciones afectadas por pérdida de cultivos, producción y bienes inmuebles.
		Afectación de la infraestructura vial por incremento en el volumen y peso del tráfico vehicular.

Fuente: Cormacarena e ISD, 2010; MADS et al. (2012).

RÍO OCOA

Este río hace parte de la cuenca del río Guatiquía, localizada sobre la parte montañosa de la cordillera Oriental con un 66 % en la zona alta y el 44 % restante en las partes planas a semiplanas de la planicie de la Orinoquia. Según la resolución 003, en el 2010 fue aprobado y adoptado el POMCH de la cuenca del río Guatiquía, por ser de importancia como proveedora del recurso hídrico para el abastecimiento humano y otras actividades prioritarias para el desarrollo nacional y regional.

La cuenca del río Guatiquía se ubica en los departamentos de Cundinamarca y Meta, específicamente en los municipios de Fómeque, El Calvario, San Juanito, Villavicencio, Cumaral, Restrepo y Puerto López. Nace en el páramo de Chingaza a 3.500 m s.n.m. y confluye con el río Humea a 175 m s.n.m., que posteriormente tributa al río Metica. Tiene un área total de 180.000 ha y la longitud del cauce principal es 141,90 km; el 50,7 % del área corresponde a bosques y áreas seminaturales, el 45,9 a territorios agrícolas, el 2,16 a territorios artificializados, el 1,1 a superficies de agua y el resto a humedales. En la zona alta predomina la vegetación de páramo, específicamente pajonales y el bosque alto denso andino, en la zona media el bosque alto denso andino y el bosque alto basal muy húmedo, área de piedemonte que hace parte del área biogeográfica denominada "Refugio de Villavicencio"; en la zona baja prevalecen los pastos manejados y pastos enmalezados con dominancia de herbazales. Por sus características topográficas presenta variaciones de precipitación desde bajos en su cuenca alta, muy altos en su cuenca media y relativamente medios en su cuenca baja (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena [Cormacarena], Parques Nacionales Naturales de Colombia [PNN], Centro Andino para la

Economía del Medio Ambiente [Caema], 2010).

La cuenca alta y media han sido afectadas por procesos de erosión por cárcavamiento extenso y profundo, socavación lateral y erosión laminar y movimientos en masa por pisadas de ganado, terraceo y deslizamientos activos. Los procesos de tipo agradacional afectan la cuenca media y baja produciendo sedimentación progresiva de la zona alta del río Guatiquía y del Ocoa, lo que genera disminución de la sección hidráulica y de su capacidad de transporte de caudal ocasionando desbordes e inundaciones en la zona baja de estos cauces (Cormacarena et al., 2010).

Esta cuenca tiene tres subcuencas con influencia de sectores urbanos que afectan la calidad del agua por los vertimientos de tipo doméstico e industrial: la subcuenca del caño Mayuga, el río Upín y río Ocoa, este último ocupa el 15,7 % del área total de la cuenca del río Guatiquía.



Río Ocoa, zona baja.

UBICACIÓN

La cuenca hidrográfica del río Ocoa nace y muere dentro del territorio municipal de Villavicencio. Nace al suroccidente del municipio en la vereda Samaria a 1.155 m s.n.m., en las coordenadas 1.042.578 E y 947.898 N, cerca de la divisoria topográfica del río Guayuriba y desemboca en el río Guatiquía en el sector de Murujuy, entre las veredas el Guamo e Indostán a 225 m s.n.m. aproximadamente, en las coordenadas 1.091.595 E y 948.468 N.

La cuenca del río Ocoa está delimitada por el norte con las estribaciones de la cordillera Oriental y la cuenca hidrográfica del río Guatiquía, por el oriente con el municipio de Puerto López, por el sur con las cuencas hidrográficas de caños Negros y los caños Quenane, Pachaquiario y Chocho y por el occidente con la cuenca hidrográfica del río Guayuriba (Figura 6).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La cuenca del río Ocoa presenta variación espacial de temperatura, pues disminuye desde la zona baja en la desembocadura al río Guatiquía (con temperaturas que promedian entre 19,5 °C de y 33,5 °C) hasta la zona más alta de la cuenca hidrográfica (15,5 °C de temperatura mínima a 30 °C de temperatura máxima). De igual manera, disminuye la radiación solar directa desde 1.720 horas/sol/año hacia el oriente a las 1.400 horas/sol/año hacia el noroccidente; la evapotranspiración (ETP) varía de los 1.370 mm/año en la zona baja a los 1.100 mms/año en su zona alta; la precipitación aumenta en esa dirección con 2.700 mm/año en la zona baja hasta los 5.000 mm/año en zona alta de la cuenca hidrográfica. La humedad atmosférica aumenta del 79 % en la zona baja hasta el 84 % en la zona alta.

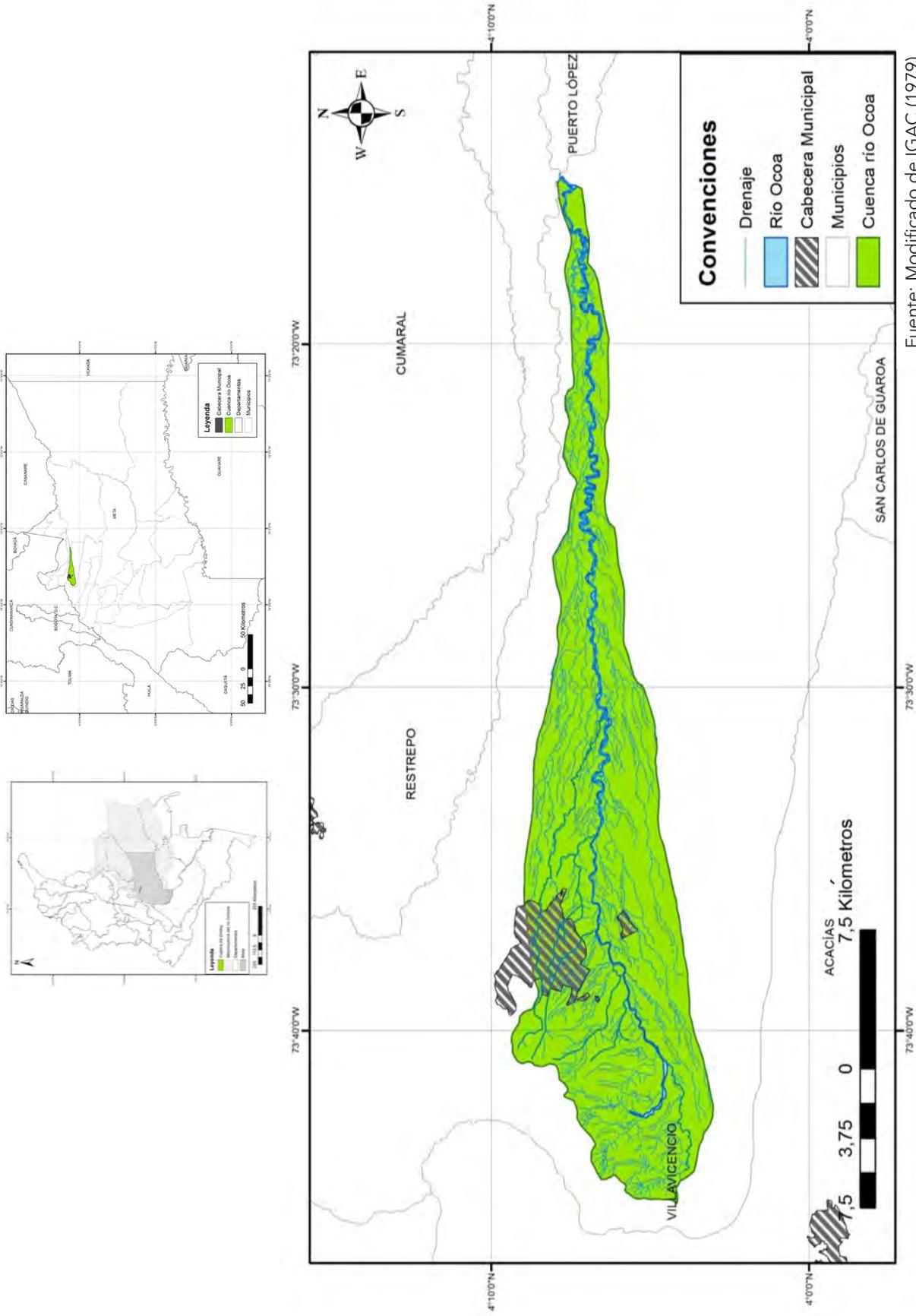
PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

La cuenca hidrográfica del río Ocoa es una cuenca que se puede considerar de tamaño mediano, más ancha en su parte territorial, alta y angosta en su parte baja. Está ubicada en una zona de materiales de condición homogénea, granulación fina, resistentes a la erosión y que presentan una permeabilidad relativamente baja, poco susceptible a la ocurrencia de crecientes súbitas y repentinas de sus aguas. Está orientada y radiada de manera irregular, presenta pendientes medias en su parte alta y planas en su parte baja, la densidad del drenaje es buena y tiene un tiempo de concentración o de evacuación de las aguas alto.

Según el POMCH del río Ocoa aprobado con la resolución 2.6.08.0671 del 3 de septiembre de 2008, la cuenca tiene un área de 27.665 ha, sin embargo, para efectos de este estudio, se realizó una verificación en la que se encontró que la cuenca tiene un área de 28.290 ha, lo que generó modificaciones de las características morfométricas de la cuenca (Tabla 6).



Rio Ocoa, zona media



Fuente: Modificado de IGAC (1979).

Figura 6. Ubicación geográfica de la cuenca del río Ocoa.

Tabla 6. Parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica del río Ocoa.

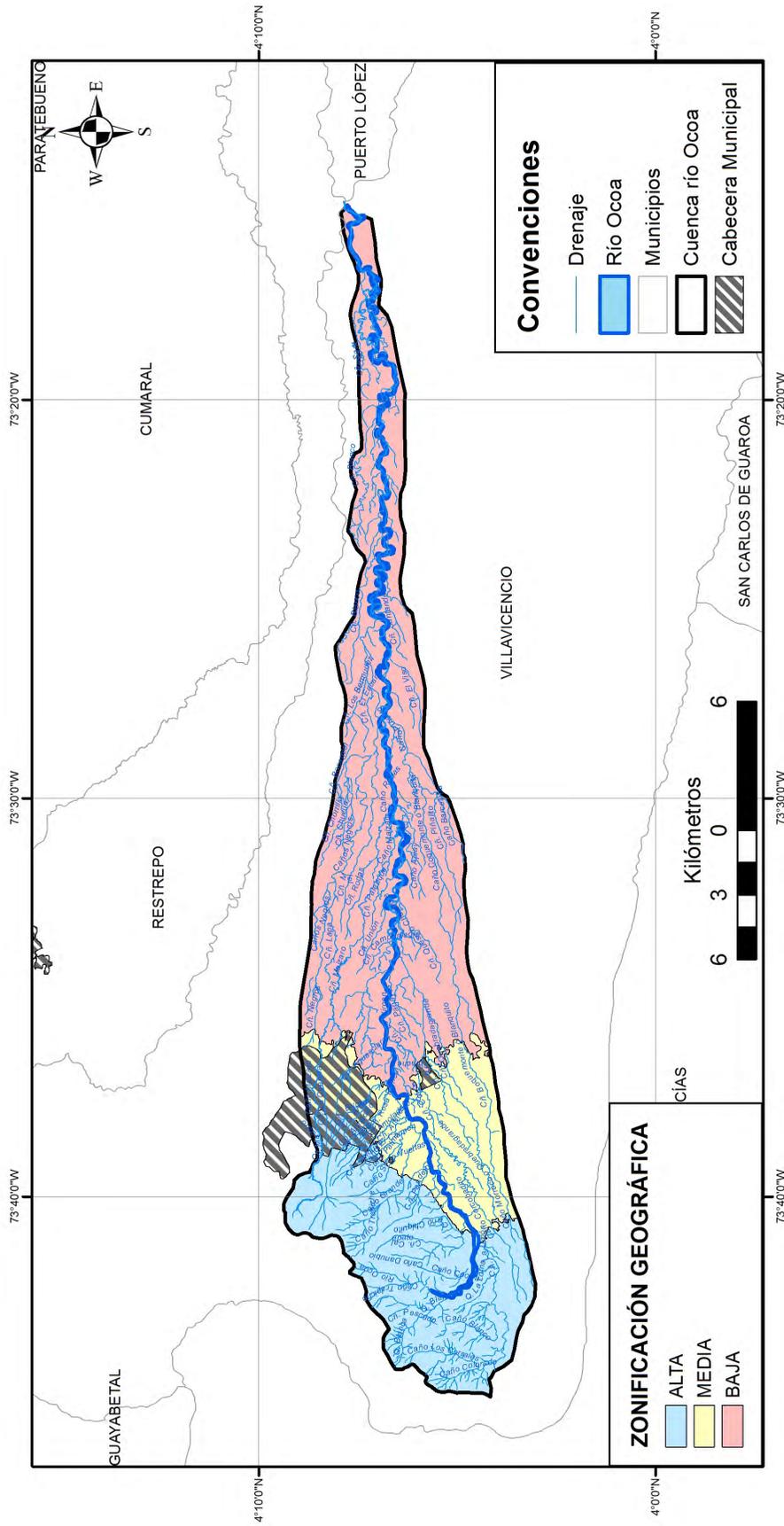
Parámetros	Valores del POMCH – 2005*	Valores de este estudio
Área	276,65 km ²	282,90 km ²
Perímetro	123,15 km	123,89 km
Longitud axial	56,325 km	54,89 km
Ancho máximo	10,575 km	10,49 km
Ancho promedio	4,912 km	5,154 km
Factor forma o <i>gravelius</i>	0,087	0,094
Coefficiente compacidad	2,088	2,078
Índice de alargamiento	6,482	6,525
Índice de homogeneidad	0,382	0,406
Cota altitud mayor	NR	1125 m s.n.m.
Cota altitud menor	NR	215 m s.n.m.
Pendiente media del cauce	2,45 %	0,013 %
Altitud media	622 m s.n.m.	622 m s.n.m.
Orientación de la cuenca	W-E	W-E
Longitud del cauce	68,55 km	68,45 km
Longitud total cauces	NR	806,62 km
Densidad drenaje	NR	2,851 km/km ²
Tiempo concentración	NR	528 minutos

NR No registra información

*Tomado de Cormacarena, 2005.

En la cuenca del río Ocoa se pueden diferenciar tres zonas geográficas (Figura 7): la zona alta que cubre el nacimiento del río Ocoa hasta el sector de Ciudad Porfía en la estación limnométrica Puente El Amor, en la cota 450 m s.n.m. aproximadamente, en las coordenadas 1.043.525 E y 942.517 N; esta zona abarca el 27,18 % que equivale a 7.690 ha del área total de la cuenca, presenta un relieve inclinado y el cauce con piedras y gravas sobre una matriz arcillo-arenosa. La zona media definida desde el sector donde termina la zona alta hasta el sector de la

vereda La Llanerita en la cota 400 m s.n.m. aproximadamente, con un área de 4.918 ha equivalente al 17,39 % del área, tiene un relieve plano y el cauce transporta arenas, gravas y guijarros sobre una base arenosa. Finalmente, la zona baja que comprende desde el sector donde termina la zona media hasta la confluencia con el río Guatiquía en el sector de Murujuy en la cota 210 m s.n.m. aproximadamente, con 15.682 ha es decir, el 55,43 % del área; tiene un relieve plano y el cauce transporta arenas, gravas y guijarros sobre una base arenosa.



Fuente: Elaborado por los autores

Figura 7. Zonificación geográfica de la cuenca del río Ocoa.

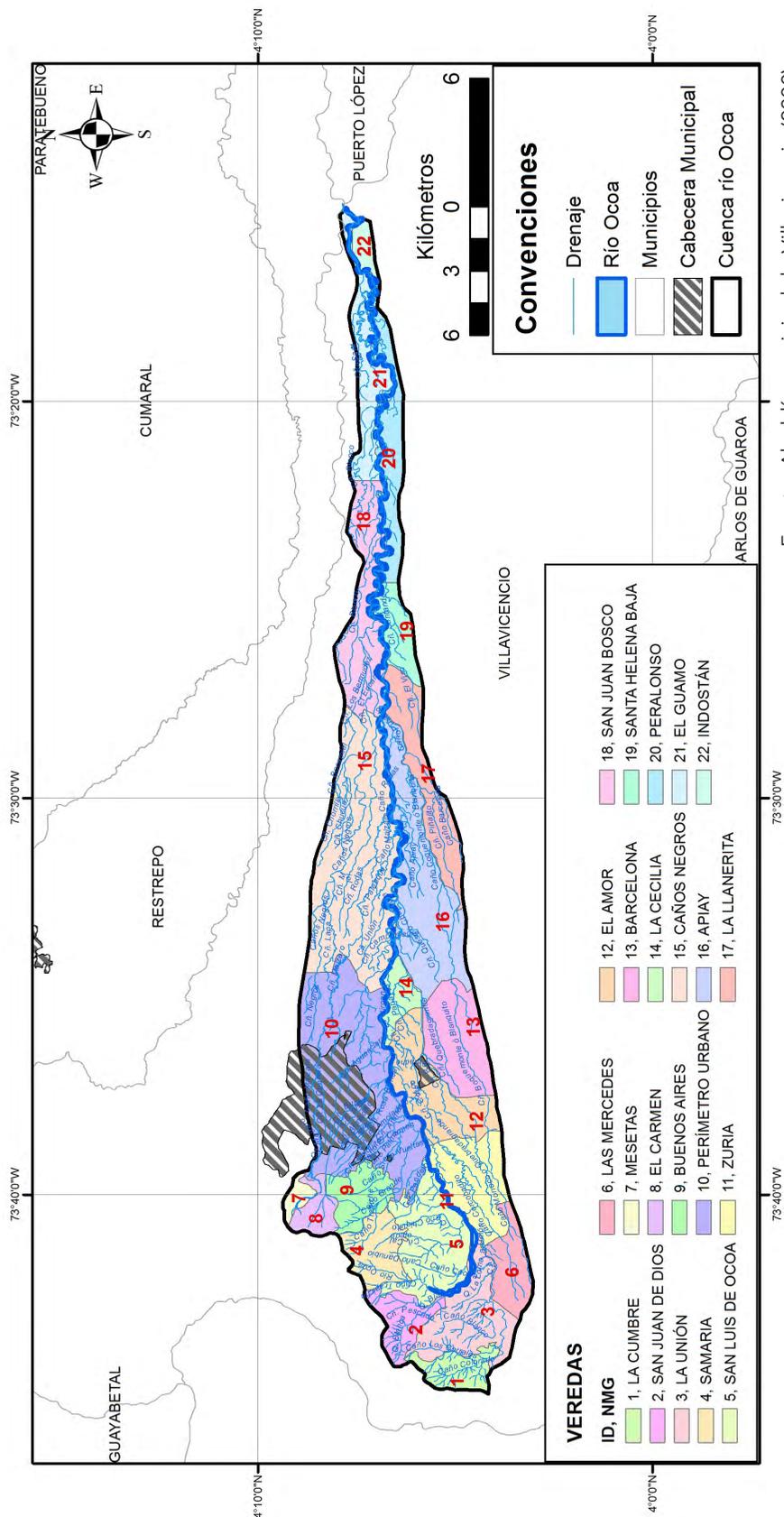
DIVISIÓN ADMINISTRATIVA-VEREDAL DE LA CUENCA DEL RÍO OCOA

El 100 % del área de la cuenca está ubicada en la jurisdicción del municipio de Villavicencio, distribuida de la siguiente forma: el 45,97 % (13.004 ha) se encuentra en el corregimiento 7, el 25 % (7.071 ha) en el corregimiento 1, el 9,4 % (2.659 ha) en el

corregimiento 2, el 4,61 % (1.304 ha) en el corregimiento 4 y 15,03 % (4.253 ha) corresponden al perímetro urbano (Tabla 7). La zona rural de la cuenca del río Ocoa está conformada por 21 veredas (Figura 8).

Tabla 7. División administrativa - veredal de la cuenca del río Ocoa. Área de cada vereda incluida dentro de la cuenca y porcentaje de cobertura respecto al total del área de la cuenca.

Zona	Corregimiento	Vereda	Área km ^{2*}	%
Alta	1	La Cumbre	5,6	2
		La Unión	13,9	4,9
		Las Mercedes	7,1	2,5
Alta-media		Zuria	13,1	4,6
Media-baja		San Luis de Ocoa	16,1	5,7
		El Amor	14,9	5,3
Alta	2	Buenos Aires	6,9	2,4
		El Carmen	3,9	1,4
		Mesetas	1,7	0,6
		Samaria	7,6	2,7
		San Juan de Ocoa	6,4	2,3
Baja	4	Indostán	2,2	0,8
		Peralonso	10,8	3,8
Media-baja	7	Barcelona	13,4	4,7
Baja		Apiay	24,5	8,6
		Caños Negros	40,1	14,2
		El Guamo	12,3	4,4
		La Cecilia	4,2	1,5
		La Llanerita	12,5	4,4
		San Juan Bosco	17,3	6,1
		Santa Helena baja	5,8	2
Alta-media-baja	Perímetro urbano	Perímetro urbano	42,5	15
Área total			282,9	100



Fuente: Alcaldía municipal de Villavicencio (2000).

Figura 8. Mapa de la división administrativa-veredal de la cuenca del río Ocoa.

HIDROGRAFÍA

La cuenca hidrográfica del río Ocoa tiene una densa red de cuerpos de agua que drenan por sus dos márgenes (Figura 9), entre los cuales los más importantes son: quebrada Blanca, caños La Unión, Corcovadito, Remache, Piñalito, El Viso, Colepato, Pendejo, Grande, El Amoladero, Buque, Cuerera, Maizaro y caños Negros. En total, la cuenca tiene cerca de 30

microcuencas hidrográficas aferentes al cauce mayor, de los cuales 13 tributan sus aguas por la margen derecha y 17 por el margen izquierdo, además de recibir cerca de 42 cuerpos hídricos superficiales que le tributan de manera directa, 22 de ellos por el margen derecho y 20 por el margen izquierdo (Tabla 8).



Río Ocoa, zona baja.

Tabla 8. Red de drenajes y jerarquización de redes hídricas del río Ocoa.

Nro.	Orden	Tributario	Microcuenca
Margen izquierdo			
3	2	Caño Cecilia	
5	3	Caño Danubio	
		Caño Chiquito	Caño Colepato
6	3	Caño Los Pendejos	
8	4	Caño Trapiches	Caño Grande
		Caño Carme	Caño Sietevueltas
		Caño Palma	
9	2	Caño Chiquito	Caño Amoladero
		Caño Arenoso	
10	2	Caño Tigre	Caño Rosablanca
		Caño Armadillo	
11	3	Caño Arroz	Caño Buque
		Tributario NN	
14	2	Caño Aguasclaras	Caño La Cuerera
17	2	Caño Campoalegre	
18	2	Caño Unión	
21	2	Tributario NN	Caño Maizero
		Caño Palenque	
23		Caño Lapa	Caños Negros
		Caño Chucua	Caño Bocamiel
		Caño Chorillanos	
26	2	Tributario NN	Caño Los Bermúdez
		Caño El Encanto	
28	2	Caño Miraflores	
29	2	Caño Blanco	
30	2	Caño Santa Clara	
Y adicionalmente, 20 tributarios menores directos.			

Nro	Orden	Tributario	Microcuenca
Margen derecho			
1	2	Caño Los Monos	
2	3	Qda. Negra	Caño Pescado Qda. Blanca
4	4	Caño Corrales	Caño Colorado
		Caño Blanco	
		Qda. La Loma	
7	2	Caño Corcovadito	
12	2	Caño Corcovado	
13	2	Caño La Virgen	
15	2	Caño Papayal	
16	3	Caño Morroco	Qda. Grande o Puente Remache
		Qda. Grande	
19	2	Caño Queso o Chavicure	
22	2	Caño Apiay	
24	2	Caño Boquemonte	Caño Piñalito
		Caño Barcelona	
25	2	Caño El Viso	
27	2	Caño Santander	
Y adicionalmente, 22 tributarios menores directos.			

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE ALGUNAS MICROCUENCAS DEL RÍO OCOA

Las microcuencas del río Ocoa en su zona alta son pequeñas, de formas entre oval redondas a oval oblongas, de pendientes medias menores del 15 %. Están ubicadas en zonas de materiales homogéneos y presentan una baja y moderada susceptibilidad a la ocurrencia de crecientes súbitas y repentinas; exhiben sistemas de drenaje superficial erosional de tipo dendrítico y subdendrítico, con moderada densidad de drenaje y se caracterizan por tiempos de concentración para sus aguas bajos y moderados.

Por su parte, las zonas media y baja, presentan microcuencas de tamaños entre pequeñas y medianas, de formas entre oval oblongas a

rectangular oblongas, de pendientes entre moderadas y casi planas menores del 3 %; están ubicadas en zonas de materiales homogéneos y permeabilidad relativamente baja, con baja y moderada susceptibilidad a la ocurrencia de crecientes súbitas y repentinas. Presentan sistemas de drenaje superficial erosional de tipo subdendrítico y subparalelo, con moderadas y bajas densidades de drenaje y moderados y altos tiempos de concentración para sus aguas, según sus tamaños.

En la tabla 9 se detallan elementos morfométricos de las principales microcuencas de la cuenca del río Ocoa.



Tabla 9. Parámetros morfométricos de las principales microcuencas hidrográficas del río Ocoa.

Microcuencas	Caño La Unión	Caño Grande	Caño Pendejo	Caño Buque	Caño Maizaro	Caño Cuerera
Área km ²	18,95	13,19	3,41	8,53	17,13	10,25
Perimetro km	22,69	17,76	11,38	19,76	42,07	20,72
Long. Axial km	7,33	6,47	4,61	8,17	19,18	8,86
Ancho medio km	2,59	2,04	0,74	1,04	0,89	1,16
Factor forma	0,353	0,315	0,160	0,128	0,047	0,131
Índice de compacidad	1,471	1,379	1,794	2,308	2,867	1,741
Pendiente media	5,91	7,92	11,68	10,04	2,71	1,48
Altitud media m s.n.m.	1650	805	715	820	830	450
Orientación	NW-SE	NW-SE	NW-SE	NW-SE	W-ESE	NW-SE
Longitud cauce km	4,63	9,98	5,02	8,46	36,07	10,81
Densidad drenaje km/km ²	3,11	3,02	3,31	2,74	2,78	2,22
Patrón drenaje	Dendrit	Dendrit	Sundend	Subparal	Subparal	Subparal
Tiempo concentración (minutos)	26,4	60,9	30,9	48,9	246,1	123,4

CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

Según IGAC (2004 a, b), el relieve de la zona alta de la cuenca del río Ocoa, corresponde al sistema montañoso estructural fluvioerosional compuesto por un complejo de montañas ramificadas, crestas y crestones homoclinales en areniscas, lutitas, esquistos, filitas, arcillolitas y conglomerados brechados, inclinado, quebrado y escarpado con pendientes entre el 7 % y el 25 %; registra presencia de laderas medias y largas con cimas agudas y convexas, afectadas por deslizamientos localizados y erosión laminar ligera. Los suelos son superficiales a profundos, de texturas medias a moderadamente finas, bien drenados, ácidos, de fertilidad baja y susceptible a la erosión. Presenta pastos enrastrados, relictos de bosques y algunos cultivos de producción o de pancoger.

En la zona media el relieve corresponde a una planicie de inundación en depósitos mixtos

aluviales, plano a ligeramente plano con pendientes menores del 5 %, un microrelieve cóncavo-convexo y de escarceos que es afectado por inundaciones y pedregosidad superficial. Los suelos son de superficiales a profundos, de texturas medias a finas, moderados de pobremente a fuertemente ácidos, de fertilidad baja y susceptibles a inundaciones. En cobertura vegetal tiene pastos mejorados, herbáceas bajas y densas, algunos relictos de matas de monte y algunos cultivos de pancoger.

En la zona baja el relieve es de terrazas agradacionales en depósitos mixtos aluviales en un relieve ligeramente ondulado de pendientes menores del 3 % y formas de microrrelieve plano cóncavo afectado en algunas oportunidades por encharcamientos en las zonas más bajas. Los suelos son superficiales a profundos, de texturas finas a moderadamente

gruesas, de bien a imperfectamente drenados, fuertemente ácidos, de fertilidad baja a moderada y susceptibles a los encharcamientos superficiales a profundos. La vegetación en este sector está compuesta por herbáceas densas y bajas, pastos mejorados, agricultura intensiva y cultivos transitorios de producción como arroz, maíz, soya, frutales y de pancoger.

La tipología de suelos de la cuenca del río Ocoa y su espacialización se muestra en la figura 10.

En la cuenca del río Ocoa se encuentra la falla de Villavicencio-Colepato, que la hace susceptible a riesgo sísmico. De acuerdo a Cormacarena *et al.* (2010) a nivel geológico se encuentran las siguientes unidades:

Formación Areniscas de Cáqueza (KIAC): ubicada en la vertiente oriente, para este caso en la cabecera del río Ocoa, se presenta por una secuencia de areniscas finas silíceas, con delgadas intercalaciones de limolitas grises silíceas y calcáreas, areniscas limosas, lutitas grises o negras laminadas y arcillolitas de color ocre; en general las rocas están tan meteorizadas, que adquieren un carácter friable, es decir, que al desintegrarse generan un ripio areno-arcilloso fallada y formando anticlinales y sinclinales menores; esta unidad desarrolla un relieve bajo y relativamente suave.

Formación Fómeque (KIF): se encuentra en el área del nacimiento del río Ocoa y presenta una franja de unos 80 metros de ancho, donde alternan limolitas y arcillolitas grises, laminadas y duras e intercalaciones de areniscas arcillosas, grises de grano medio a conglomerático, friables, con abundantes fragmentos de cuarzo.

Formación Une (KSU): la unidad está compuesta por areniscas cuarzosas, de color

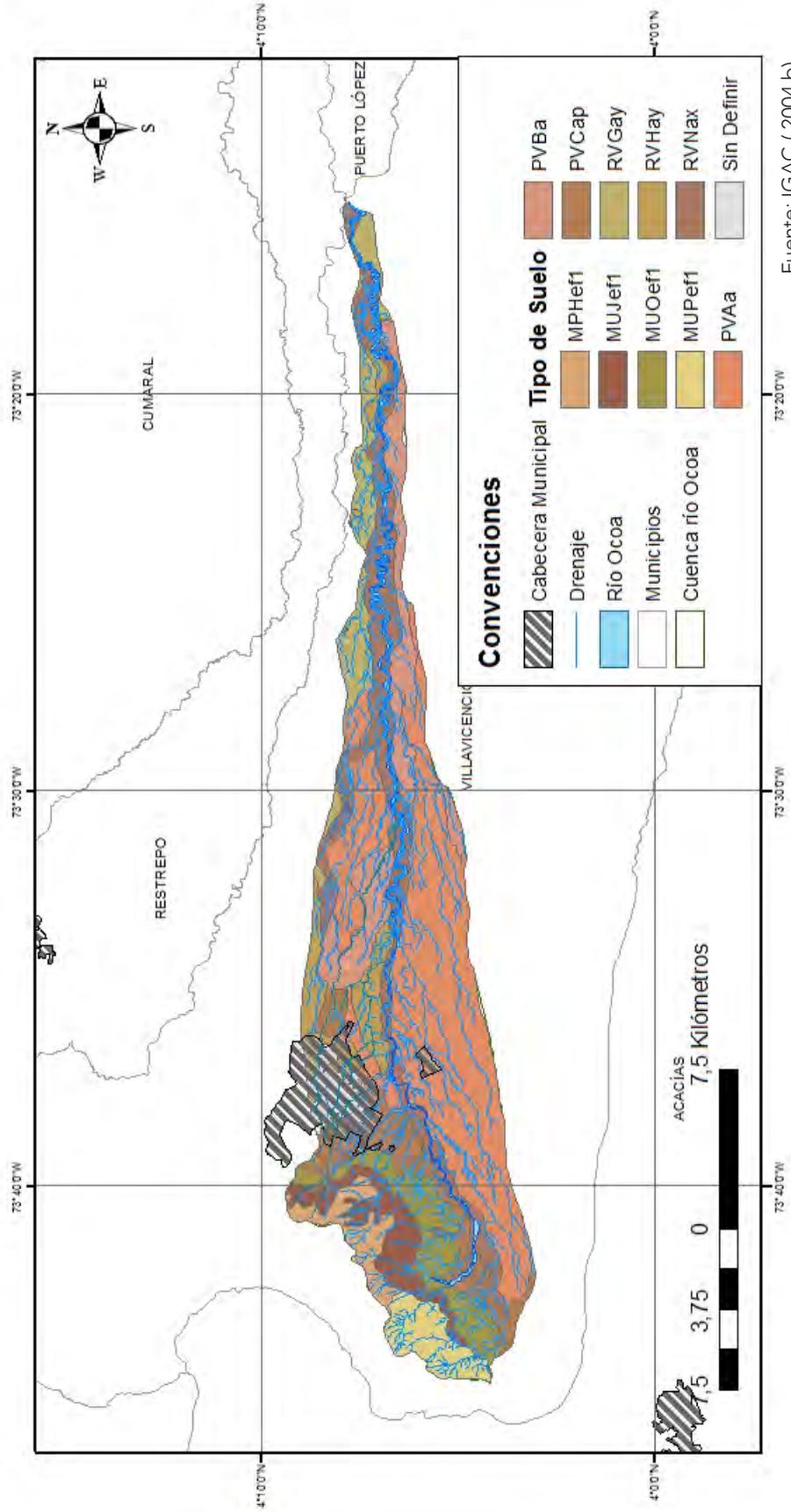
blanco amarillento, friables, de grano grueso a medio, ligeramente conglomeráticas en bancos de 10 m, separadas por lodolitas finamente estratificadas de color gris verde; afloran en la cuenca del río Ocoa y son explotadas como materiales de construcción.

Formación Chipaque (KSCH): unidad conformada por una secuencia de lutitas negras, entre las que se encuentran bancos de calizas, areniscas y calizas arenosas desde San Luis de Ocoa hasta el caño Tigre, al noroccidente de Villavicencio se extiende una franja en sentido nororiente-suroccidente, que ha sido exhumada por la falla Colepato.

Grupo Palmichal (KTP): presente en la cabecera del caño La Unión con una amplia franja en dirección nororiente – suroccidente, al igual que en la vereda San Luis de Ocoa afectada por la Falla Colepato; en este sector las areniscas se reconocen con facilidad por su carácter friable, es frecuente que presenten impregnaciones de petróleo e intercalaciones de lodolitas grises laminadas y un grado de fracturamiento, medio a muy denso.

Depósitos pliocuaternarios, para la cuenca se identificaron los siguientes depósitos:

- Formación La Corneta (TQLC) presente sobre la vía que conduce de Villavicencio a San Luis de Ocoa; estos depósitos están dentro de los denominados depósitos aluviales antiguos, que conforman las sabanas de los Llanos, pero que fueron levantados y basculados por acción de la falla Colepato, quedando así adosadas a la cordillera Oriental.
- Abanicos de Villavicencio y de Restrepo (QAA1) la zona de aporte de los materiales corresponde principalmente al caño Maizaro; se extiende hacia el nororiente hasta el río



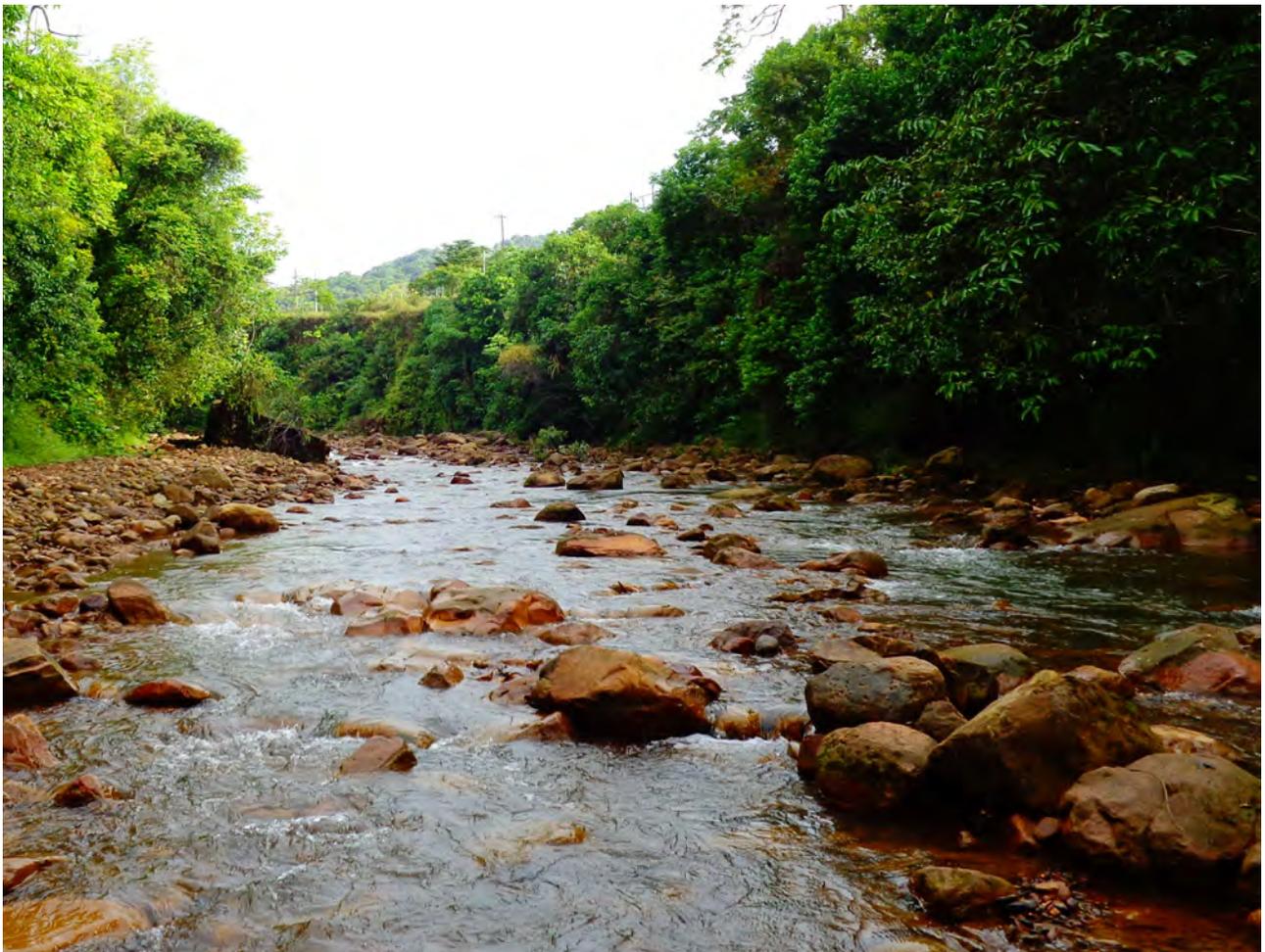
Fuente: IGAC (2004 b).

Figura 10. Mapa de suelos de la cuenca del río Ocoa. Escala 1:100.000

Guatiquía y hacia el sur-suroriente hasta el caño Grande y el río Ocoa. Su espesor es constante, con un promedio de siete metros, aunque cerca del ápice puede alcanzar hasta 18 metros. Se presentan otros abanicos de poca extensión a lo largo del contacto piedemonte-sabana de los Llanos Orientales

en los cauces de caño Grande-Los Pendejos, río Ocoa y caño la Unión.

- Depósitos de Terrazas Bajas (QTB) se despliegan a lo largo del río Ocoa y se levantan sobre los aluviones recientes mediante escarpes de 4 a 7 metros.



Río Ocoa, sector vereda San Luis de Ocoa.

PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

En la cuenca se desarrollan diferentes actividades antrópicas que generan impactos ambientales sobre el cauce. De este modo, en la zona alta prevalecen las captaciones de agua para uso doméstico y sus vertimientos, al igual que los impactos propios del turismo; en la zona media sobresalen los vertimientos domésticos, además de los vertimientos producto de industrias de grasas vegetales, plantas de sacrificios de pollos y de la termoeléctrica; finalmente en la zona baja, aparte de los vertimientos domésticos, está la producción de hidrocarburos y las captaciones para usos agropecuarios.

En la tabla 10, se observan los problemas ambientales percibidos por los actores locales durante los talleres realizados para elaborar el POMCH del río Ocoa (FOXI, 2005) y en el Plan indicativo de manejo ambiental del centro poblado San Luis de Ocoa (Guzmán, 2011).

El cauce del río Ocoa oferta sus aguas para actividades agropecuarias, forestales y mineras. Por otro lado, es el principal receptor de vertimientos, junto con sus tributarios: caño Grande, Buque, Maizaro, Cuerera, Pendejo, Tigre, Arenoso, Siete Vueltas, en los que se han identificado más de 100 vertimientos; además, al transitar por el sector sur del centro urbano de Villavicencio, en un recorrido aproximado de 17 km en sentido occidente-oriente, se ve afectado principalmente por servir de sumidero del 80 % de las aguas residuales urbanas de la ciudad y de los asentamientos y comunidades ubicadas en sus márgenes, impidiendo el normal funcionamiento del ecosistema (Cormacarena *et al.*, 2010, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio [EAAV], 2010).

En el 2010 se elaboró el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento del municipio

Tabla 10. Principales problemas ambientales percibidos por los actores locales de la cuenca hidrográfica del río Ocoa (2005 - 2011).

Recurso afectado	Problema	Causa
Hídrico	Contaminación por vertimientos de aguas servidas en la zona media y baja de la cuenca.	Falta de construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.
Aire	Generación de malos olores y contaminación por residuos sólidos y líquidos.	Disposición inadecuada de los residuos sólidos y líquidos.
Suelo	Procesos erosivos.	Generación de cárcavas por sobrepastoreo y susceptibilidad geomorfológica.
		Procesos de urbanización en zonas no aptas.
	Desconocimiento de eventos de riesgo asociados a su localización geográfica, por parte de la comunidad.	Falta de capacitación en gestión del riesgo ante un evento catastrófico.
		Falla geológica en la zona "colepato"
Biótico	Deforestación	Deforestación con el fin de realizar procesos de expansión urbana.

Tomado de FOXI, 2005; Guzmán, 2011.

de Villavicencio, en el que se proponen procesos de planificación entre las entidades pertinentes, para establecer plantas de tratamiento de aguas residuales, la recuperación del espacio público, del drenaje natural urbano y la vegetación ribereña que permitirá el manejo de aguas lluvias en el futuro y evitará que la ciudad se inunde en las zonas bajas, por la obstrucción de las secciones hidráulicas de los caños (EAAV, 2010).

CAÑO QUENANE-QUENANITO

El cauce del caño Quenane-Quenanito es tributario directo del río Negro que confluye al río Metica. El río Negro nace al occidente del municipio de Villavicencio en la vereda La Concepción, por la confluencia de pequeñas quebradas de la zona montañosa de la misma vereda, donde se conoce como río Negrito (Díaz y Daza, 2009), después de la confluencia del caño La Candelaria se denomina río Negro (IGAC, 1979). Se desplaza en sentido occidente-orientado, casi paralelo al río Guayuriba, en una extensión aproximada de 38 km; al iniciar la vereda Bajo Pompeya toma dirección nororientado. Desde su nacimiento hasta la confluencia a las bocas del río Humea tiene una longitud aproximada de 164 km. El río discurre con una pendiente promedio aproximada del 0,43 %.

El principal tributario del río Negro es el caño Quenane-Quenanito, de gran importancia ambiental para las comunidades rurales asentadas en el área de influencia, por ser un recurso estratégico que oferta sus aguas para las actividades industriales y mineras de la zona, como para algunas actividades de uso agropecuario, doméstico, recreativo local y de turismo (Alonso et al., 2012).

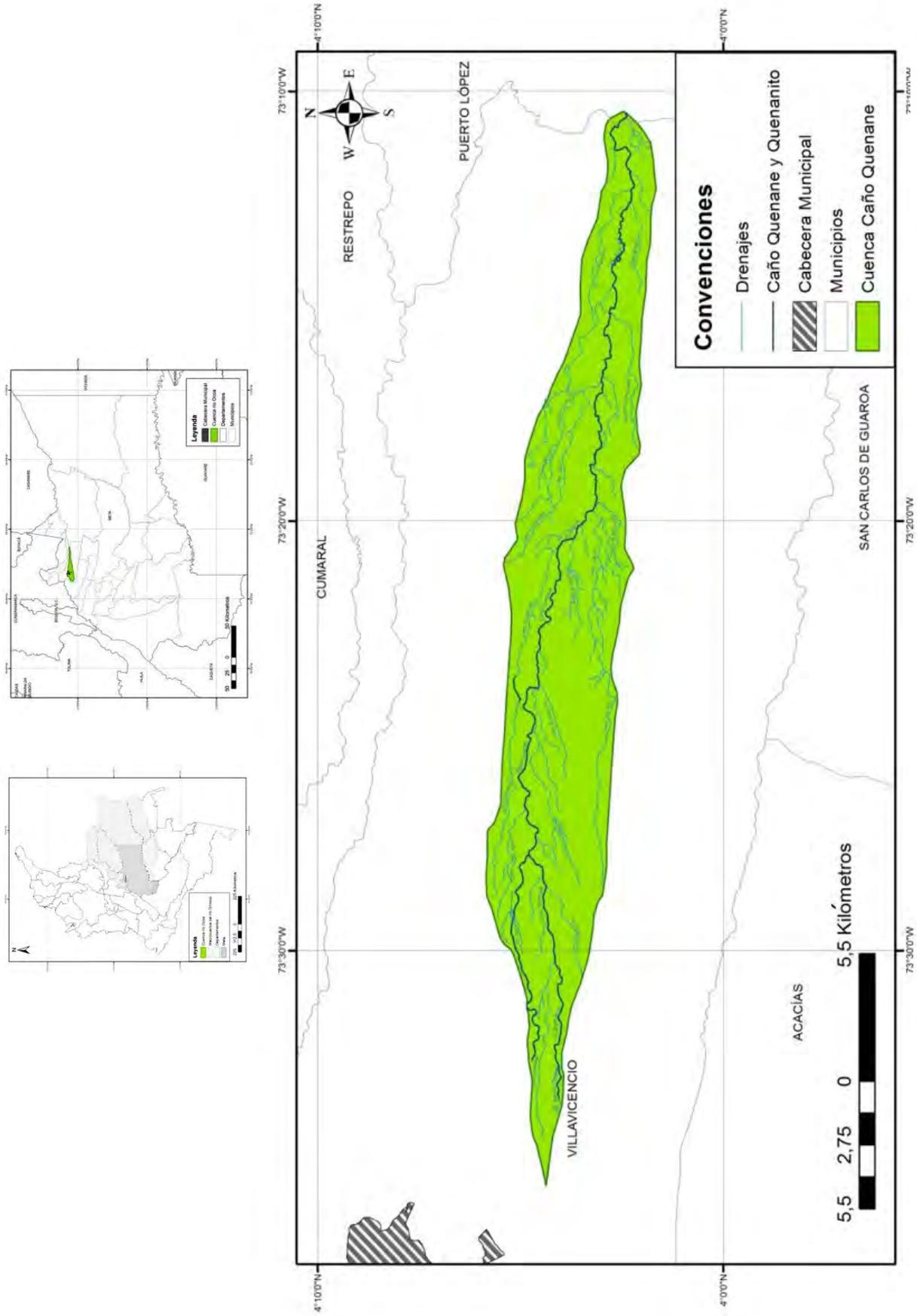
UBICACIÓN

La cuenca del caño Quenane-Quenanito se ubica en la zona noroccidental del departamento del Meta, desde el piedemonte llanero en jurisdicción del municipio de Villavicencio hasta las terrazas del municipio de Puerto López; nace en la base de la fuerza aérea de Apiay a una altura de 375 m s.n.m. en la vereda Apiay del municipio de Villavicencio en las coordenadas 1.056.054 E y 942.307 N y tributa al río Negro a una altura de 200 m s.n.m. en la vereda Pachaquiario en el municipio de Puerto López (Meta) en las coordenadas 1.100.204 E y 938.598 N (Figura 11).

La cuenca del caño Quenane-Quenanito está delimitada hacia el norte por las cuencas hidrográficas del río Ocoa y el caño Pachaquiario; por el orientado con el municipio de Puerto López; por el sur con la cuenca hidrográfica del río Caños Negros y por el occidente con la cuenca hidrográfica del río Ocoa.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La cuenca hidrográfica del caño Quenane-Quenanito presenta una variación de temperatura promedio entre 19,6 °C de temperatura mínima a los 33,5 °C de temperatura máxima; La precipitación pasa de los 2.500 mm/año en la zona baja de la cuenca, a los 4.000 mm/año en la zona más alta, en su sector noroccidental; de igual manera aumenta la humedad atmosférica del 79 % en la zona baja hasta el 81 % en la parte alta, respecto a la ETP varía de los 1.400 mm/año en la zona baja a los 1.250 mm/año en la zona alta.



Fuente: Modificado de IGAC (1979).

Figura 11. Ubicación geográfica de la cuenca del caño Quenane-Quenanito.

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

La cuenca del caño Quenane-Quenanito es de tamaño pequeño, más ancha en la zona territorial media y angosta en la zona alta y baja, en general con forma alargada. Está ubicada en zona de materiales que presentan condición homogénea, granulación fina, resistentes a la erosión y una permeabilidad relativamente baja, poco susceptible a la ocurrencia de crecientes súbitas y repentinas. Está orientada y radiada de manera regular, presenta pendientes planas en toda su extensión, la densidad del drenaje es buena y el tiempo de concentración o evacuación de las aguas es muy alto (Tabla 11).

Tabla 11. Parámetros morfométricos de la cuenca hidrográfica del caño Quenane-Quenanito.

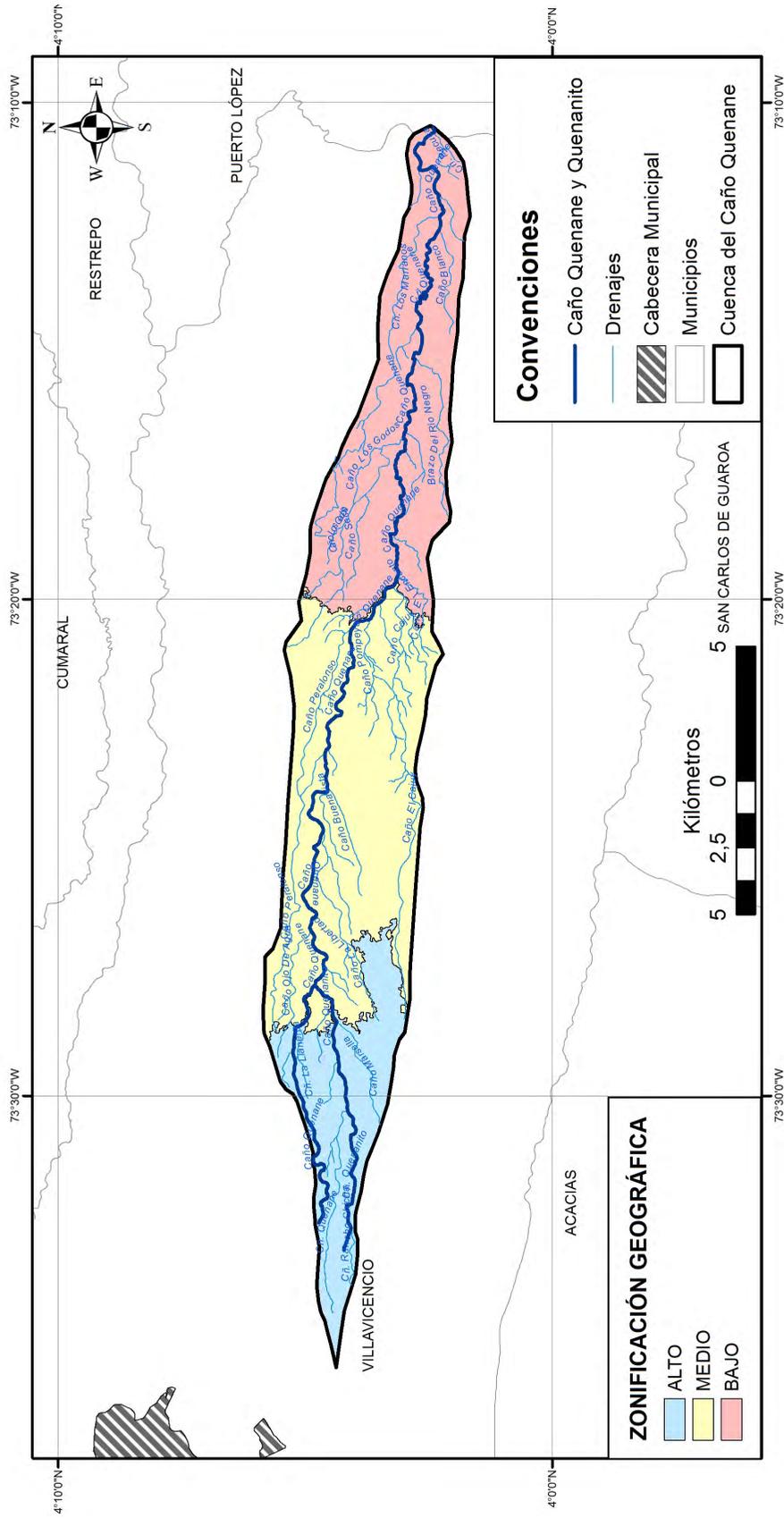
Parámetros	Valores
Área	166,69 km ²
Perímetro	96,51 km
Longitud axial	45,97 km
Ancho máximo	5,47 km
Ancho promedio	3,626 km
Factor forma o <i>gravelius</i>	0,079
Coefficiente compacidad	2,109
Índice de alargamiento	8,843
Índice de homogeneidad	0,629
Cota altitud mayor	383 m s.n.m.
Cota altitud menor	208 m s.n.m.
Pendiente media del cauce	0,004 %
Altitud media	305 m s.n.m.
Orientación de la cuenca	W - E
Longitud del cauce	48,37 km
Longitud total cauces	275,21 km
Densidad drenaje	1,651 km/km ²
Tiempo concentración	668 minutos

Esta corriente se considera “no veranera” ya que no hay flujo continuo de agua en época seca. La mayor parte del lecho se seca, a excepción de algunas láminas y sitios como represas o balnearios (Gutiérrez et al., 2010).

La cuenca se ha dividido en tres sectores geográficos (Figura 12). La zona alta que comprende desde la zona de su nacimiento aproximadamente en la cota 375 m s.n.m. hasta el sector de la vereda La Llanerita en la cota 325 m s.n.m. aproximadamente con un área de 3.235 ha. La zona media va desde donde termina la parte alta hasta el sector de Alto Pompeya en la cota 250 m s.n.m., con un área de 7.506 ha y la zona baja va desde el sector donde termina la zona media hasta las bocas de su confluencia con el río Negrito, en la cota 200 m s.n.m. aproximadamente, con un área de 5.926 ha.



Caño Quenane, zona media



Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 12. Zonificación geográfica de la cuenca del caño Quenane – Quenanito.

DIVISIÓN ADMINISTRATIVA-VEREDAL DE LA CUENCA DEL CAÑO QUENANE-QUENANITO

La cuenca está ubicada en un 99,7 % en el municipio de Villavicencio y el 0,3 % restante en el municipio de Puerto López. Integra en su área a 12 veredas (Figura 13), donde la vereda de mayor cobertura en kilómetros cuadrados es Puerto Colombia y la de menor cobertura es Pachaquiario (Tabla 12).

Tabla 12. División administrativa-veredal de la cuenca del caño Quenane-Quenanito. Área de cada vereda incluida dentro de la cuenca y porcentaje de cobertura respecto al total del área de la cuenca.

Zona	Corregimiento	Vereda	Municipio	Área km ² *	%
Alta	7	Apiay	Villavicencio	3,71	2,2
		Barcelona		1,14	0,7
		La Vigía		1,35	0,8
Alta-media		Bella Suiza		11,43	6,9
		La Llanerita		13,51	8,1
		Santa Helena Baja		30,11	18,1
		Santa Rosa		2,43	1,5
Media-baja	4	Alto de Pompeya	Villavicencio	30,48	18,3
		Peralonso		16,86	10,1
		Rincón de Pompeya		14,53	8,7
		Puerto Colombia		40,56	24,3
Baja	N/A	Pachaquiario	Puerto López	0,57	0,3
Total			166,7	100	

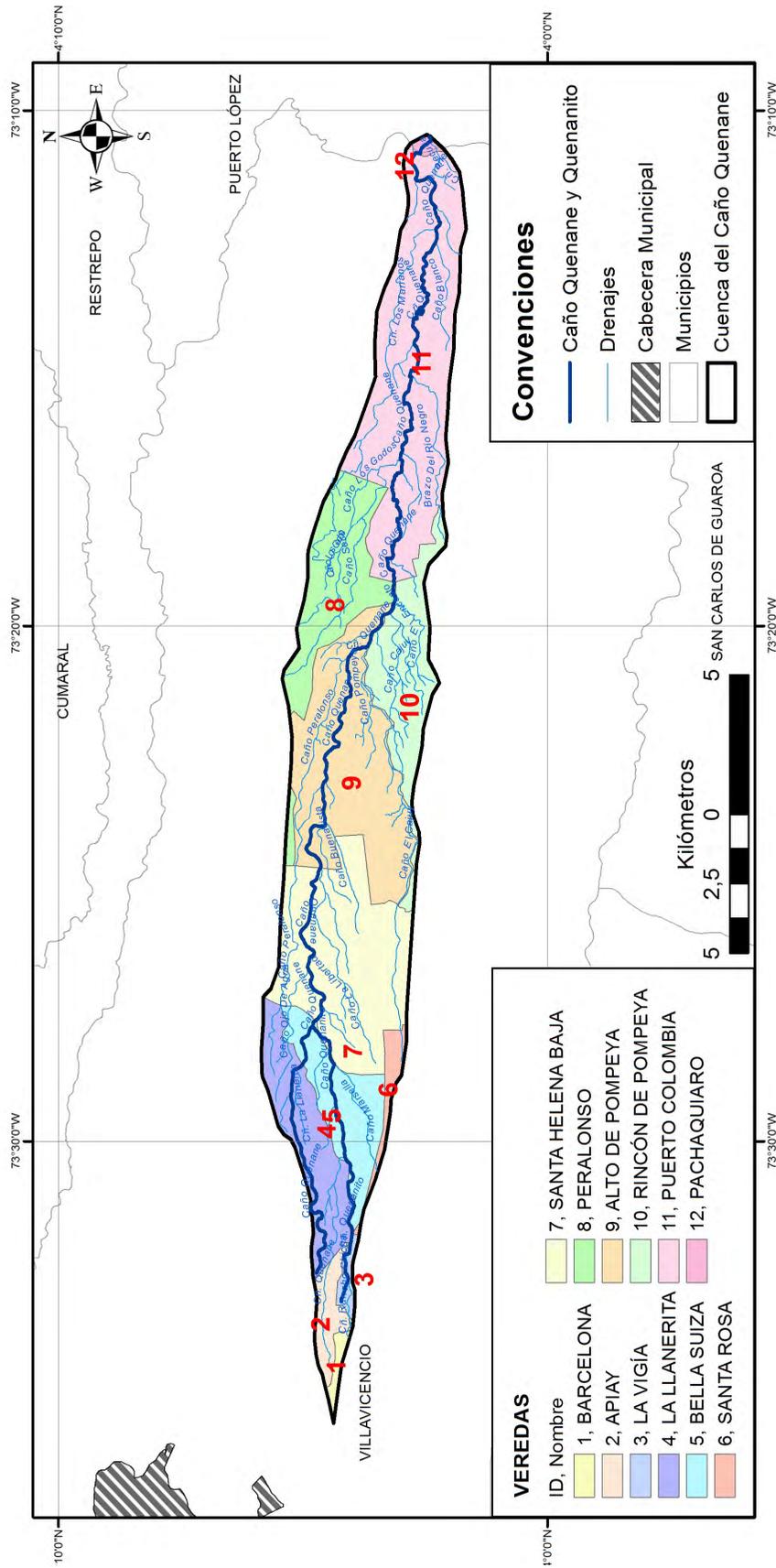


Figura 13. Mapa de la división administrativa - veredal de la cuenca del caño Quenane-Quenanito.

HIDROGRAFÍA

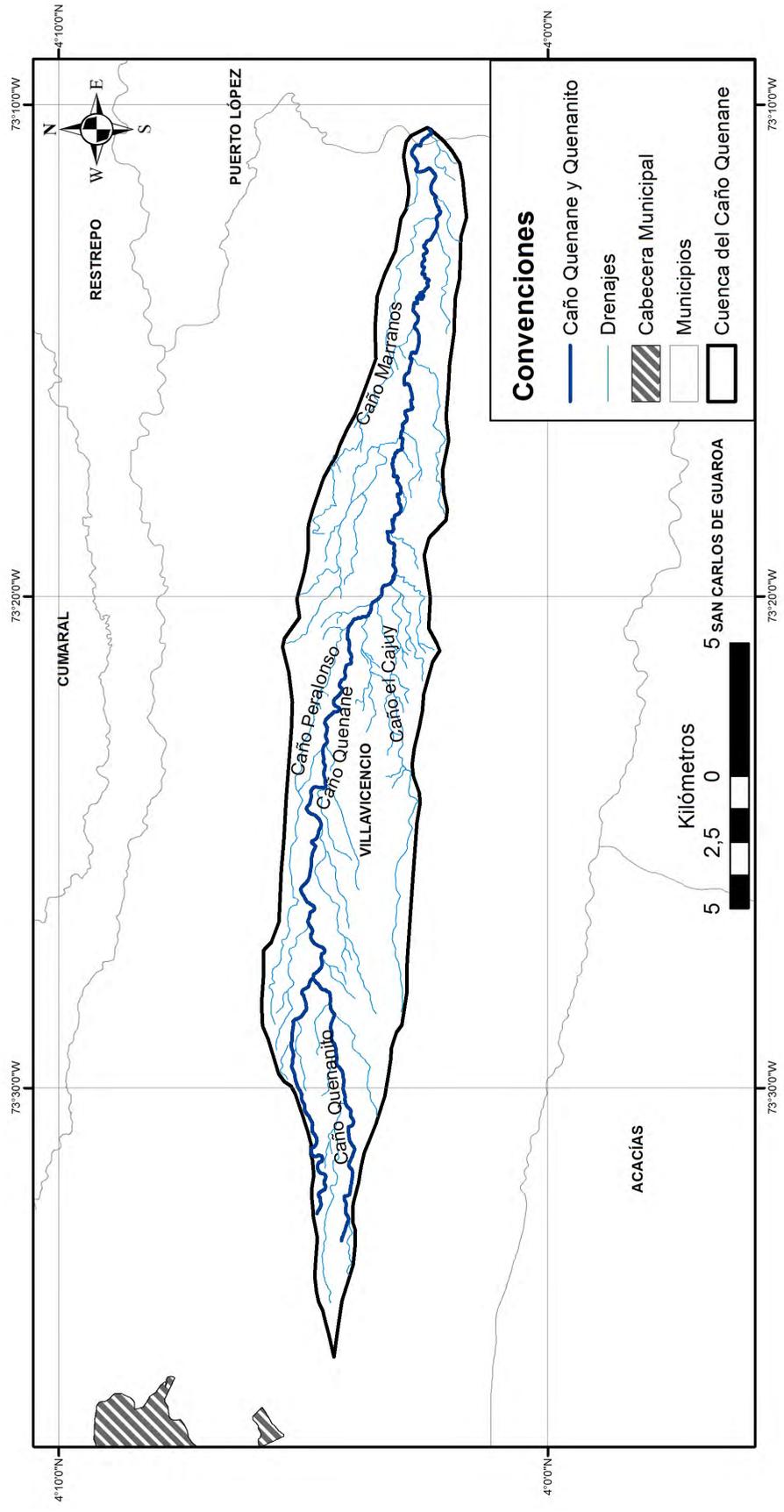
Esta cuenca se encuentra alimentada por una moderada red de cuerpos de agua que drenan por sus dos márgenes (Figura 14), entre los cuales los más importantes son: caño Quenanito o Rancho Chicha, Marsella, La Libertad, Pompeya, El Cajuy, El Encanto, en el margen derecho y los caños La Llanerita, Ojo de Agua, Peralonso, Los Godos y Los Marranos en el margen izquierdo . En total se determinaron cerca de 15 microcuencas hidrográficas aferentes al cauce mayor, de los cuales siete tributan

sus aguas por la margen derecha y ocho por la margen izquierda, además de recibir cerca de 15 cuerpos hídricos superficiales que le tributan sus aguas de manera directa, cuatro de ellos por su margen derecha y 11 por su margen izquierda (Tabla 13).

En la tabla 14 se presentan los parámetros morfométricos de los cauces que tributan al caño Quenane-Quenanito y tienen longitud mayor a 10 km.



Caño Quenane,
sector El Naranjal.



Fuente: Modificado de IGAC (1979).

Figura 14. Mapa hidrológico de la cuenca del caño Quenane-Quenanito.

Tabla 13. Red de drenajes y jerarquización de redes hídricas del caño Quenane-Quenanito.

Nro.	Orden	Tributario	Microcuenca
Margen Izquierda			
5	2	Tributario NN	Caño La Libertad
6	2	Tributario NN	Caño Buenavista
8	2	Tributario NN	Caño Pompeya
9	3	Tributario NN	Caño El Cajuy
10	2	Tributario NN	Caño El Encanto
12	2	Tributario NN	Brazo río Negro
13	2	Caño Blanco	
15	2	Tributario NN	Caño Pesca
Tributarios menores directos 11			

Nro.	Orden	Tributario	Microcuenca
Margen Derecha			
1	2	Rancho Chicha o Quenanito	
2	2	Tributario NN	Caño Marsella
3	2	Tributario NN	Caño La Llanerita
4	2	Tributario NN	Caño Ojo de Agua
7	2	Caño Peralonso	
11	2	Caño Seco	Caño Los Godos
14	2	Tributarios NN	Caño Los Marranos
Tributarios menores directos 4			

Tabla 14. Parámetros morfométricos de las microcuencas hidrográficas del caño Quenane-Quenanito.

Microcuencas	Caño Peralonso	Caño El Cajuy	Caño Marranos
Área km ²	13,92	20,22	11,67
Perímetro km	33,88	37,27	29,68
Long. Axial km	15,49	16,83	13,08
Ancho medio km	0,90	1,19	0,89
Factor forma	0,058	0,071	0,068
Índice de compacidad	2,561	2,351	2,451
Pendiente media	0,38	0,43	0,18
Altitud media m s.n.m.	295	295	230
Orientación	W-ESE	W-E	W-ESE
Longitud cauce km	16,86	18,54	16,61
Densidad drenaje km/km ²	1,49	1,49	1,56
Patrón drenaje	Subparal	Subparal	Subparal
Tiempo concentración mm	291,1	299,7	385,1



Caño Quenane, sector SENA.



Caño Quenane-Quenanito, sector El Naranjal.

CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

Según el IGAC (2004 a, b) el relieve de la zona alta corresponde al denominado Piedemonte deposicional conformado por terrazas coluvio-aluviales en sedimentos mixtos y aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas medianamente alterados, de ligeramente ondulado a plano y pendientes menores del 5 % en varios niveles de origen tectónico afectados por escurrimientos. Los suelos fluctúan de superficiales a profundos, con texturas de medias a finas, de bien a pobremente drenados, son fuertemente ácidos y de fertilidad baja. La vegetación se caracteriza por presentar herbáceas densas y bajas con sinusia arbórea en algunos sectores y pastos mejorados, algunos relictos de bosques y matas de monte.

En la zona media y baja el relieve presenta terrazas agradacionales en depósitos mixtos aluviales en un relieve ligeramente ondulado

de pendientes menores del 7 % y formas de microrrelieves plano cóncavos que son afectados en ocasiones por encharcamientos. Los suelos son superficiales a profundos, de texturas finas a moderadamente gruesas, bien e imperfectamente drenados; son fuertemente ácidos, fertilidad baja a moderada y susceptibles a encharcamientos. La vegetación en este sector está compuesta por herbáceas densas y bajas, pastos mejorados, agricultura intensiva y cultivos transitorios de producción como arroz, maíz, soya, frutales y de pancoger. En la figura 15 se representan las unidades de suelos establecidas para la cuenca del caño Quenane-Quenanito.

En términos de geología la zona alta de la cuenca corresponde a la zona geológica del piedemonte y cordillera, y la parte media y baja a la zona geológica de los Llanos Orientales (Alonso *et al.*, 2012)

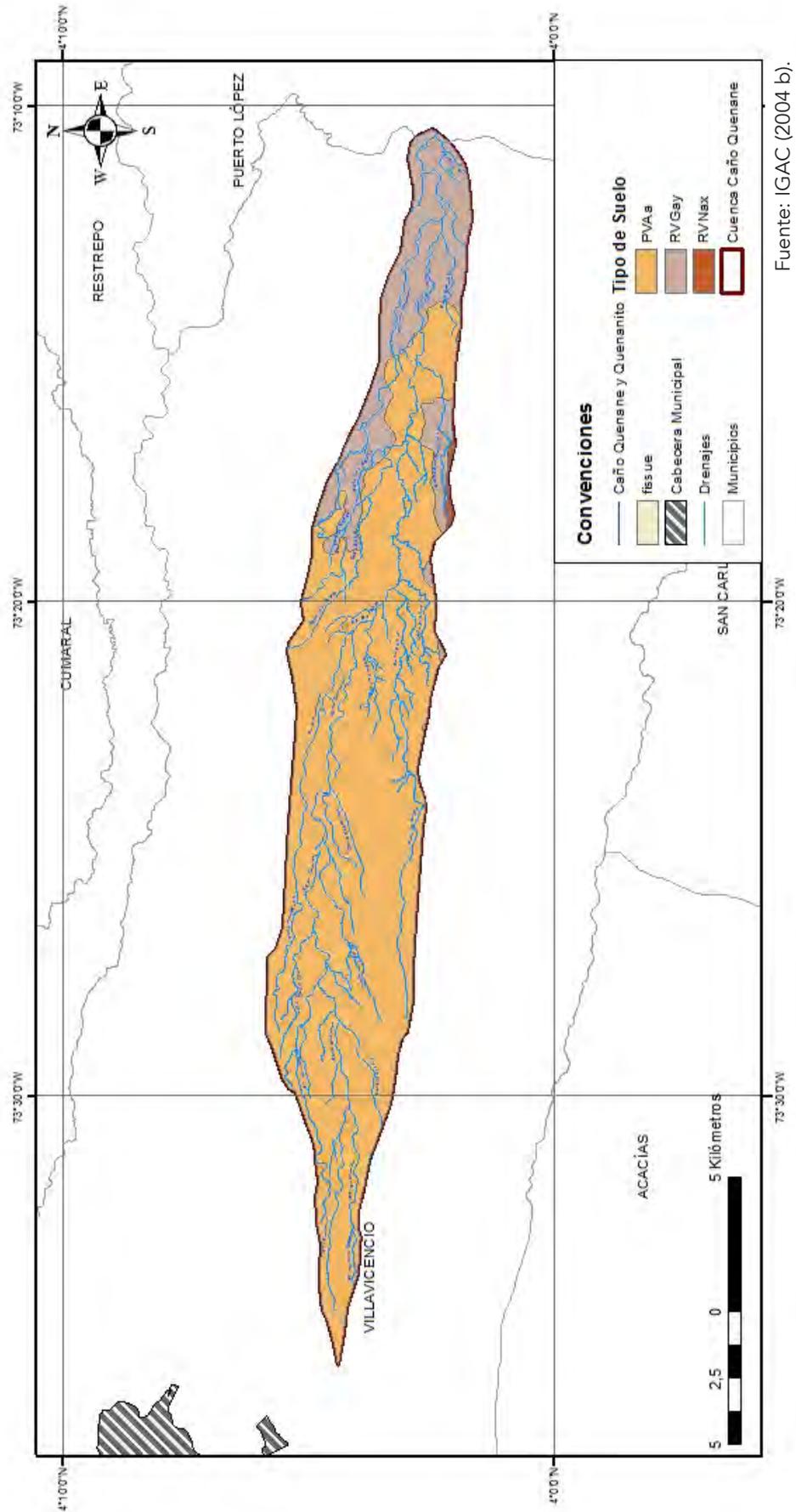


Figura 15. Mapa de suelos de la cuenca del caño Quenane-Quenanito Escala 1:100.000.

PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

En la cuenca del caño Quenane-Quenanito se desarrollan diferentes actividades antrópicas asociadas a las oportunidades económicas dadas en la zona. Es así como en la zona alta y media prevalece el turismo y en la zona baja actividades asociadas a la producción de hidrocarburos y agropecuaria.

Sobre la base de los resultados de los estudios de Gutiérrez, Pulido, García-Rubio, Rojas y García-Gomez (2010) y Alonso et al. (2012), en la tabla 15 se sintetizan los problemas ambientales identificados por los actores locales.

Gutiérrez *et al.* (2010) reportan que el río se ha secado por periodos de hasta tres meses, lo cual no es habitual, pues la comunidad asegura que históricamente se secaba máximo un mes, esto como consecuencia de la degradación ambiental a la que se ha sometido esta cuenca. El caño carece de capacidad de recarga ya que la contaminación, deforestación, uso inadecuado del recurso, infraestructura y demás actividades antrópicas han generado un avanzado estado de deterioro (Alonso *et al.*, 2012).



Confluencia del caño Quenane-Quenanito al río Negro.

Tabla 15. Principales problemas ambientales percibidos por los actores locales de la cuenca del caño Quenane-Quenanito (2010- 2012).

Recurso afectado	Problema	Causa
Hídrico	Afectación en la zona de recarga.	Terraplén que cruza y corta la zona de recarga del caño Quenane.
		Alteración de la red hidráulica-conectividad acuíferos.
		Trasvase de agua proveniente del caño Piñalito por desagüe procedente de la base de la FAC.
	Poca capacidad de infiltración y retención del agua.	Deforestación de bosques de galería y zona de ronda hídrica.
Suelo	Degradación y erosión de suelos.	Agricultura intensiva, ganadería extensiva.
Biótico	Alteración de ecosistemas.	Industria minera de extracción e infraestructura vial y domiciliaria.
Político institucional	Insuficiente integración de políticas ambientales y sectoriales.	Desarticulación entre instituciones que convergen en el caño Quenane-Quenanito.
Socio económico	Asentamientos y parcelaciones.	Implantación de nuevas formas de producción asociadas a modelos insostenibles.
	Actividades recreativas y de turismo.	
	Concentración de la tenencia de la tierra.	Agroindustria
	Débil tejido social.	Intereses particulares.
Desconocimiento de normas, estrategias y mecanismos organizacionales.		

Fuente: Gutiérrez, Pulido, García-Rubio, Rojas, García-Gómez (2010); Alonso et al. (2012).





Caño Quenane.

CONCLUSIÓN

El análisis y la generación de información de la línea base acerca de las cuencas hidrográficas de los ríos Guayuriba y Ocoa y del caño Quenane-Quenanito, de la parte alta del río Meta, permiten conocer y delimitar las áreas objeto de intervención por diferentes actividades humanas; así mismo, propician el entendimiento de impactos asociados a algunas de las problemáticas ambientales enunciadas por la comunidades locales. De esta forma, se pueden enfocar estudios fundamentados en necesidades reales y puntuales de cada una de las cuencas y a la vez formular proyectos y estrategias que garanticen una gestión ambiental con objetivos claros y plazos definidos, pertinentes al contexto propio de cada cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía municipal de Acacías. (2000). Plan básico de ordenamiento territorial municipio de Acacías. Informe técnico.
- Alcaldía municipal de San Carlos de Guaroa. (2000). Esquema de ordenamiento territorial, municipio de San Carlos de Guaroa. Informe técnico.
- Alcaldía municipal de Villavicencio. (2000). Plan de ordenamiento del municipio de Villavicencio. Informe técnico.
- Alonso Lozano, C., Cerquera Trujillo, C., Enciso Aldana, Y., Aristizabal Morales, C. (2012). *Plan de manejo ambiental de la microcuenca del caño Quenane del municipio de Villavicencio y Puerto López departamento del Meta*. (Informe final). Villavicencio: Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena (Cormacarena), Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia (UAESPNN) y Centro Andino para la Economía del Medio Ambiente (CAEMA). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Guatiquía* (2010). Villavicencio: Cormacarena, UAESPNN y CAEMA. Recuperado de http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=13&contenido_in=100&titulo=POMCH%20RIO%20GUATIQUIA
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena e Instituto para la Sostenibilidad del Desarrollo. (2010). *Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guayuriba, 2010*. (Resumen ejecutivo). Villavicencio: Cormacarena E ISD.
- Díaz Guarnizo, E. C., Daza Díaz, N. R., (2009). *Villavicencio rural*. (Informe técnico). Villavicencio: Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria - Alcaldía de Villavicencio.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio (EAAV). (2010). *Plan de saneamiento y manejo de vertimientos del área urbana del municipio de Villavicencio*. Tomo I-II. Expediente No 97-0851. Villavicencio: EAAV.
- Fernández, A., Gonto, R., Rial, A., Rosales, J., Salamanca, B. y Córdoba, M. (2010). Flora y vegetación de la cuenca del río Orinoco. En: Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo, F. y Rial, A. (Ed.). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (125- 195). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- FOXI (Corporación Fuerza Oxígeno). *Plan de ordenación de la cuenca del río Ocoa, municipio de Villavicencio, Meta* (2005). (Informe final, fase de aprestamiento y diagnóstico). FOXI. Recuperado de: http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=13&contenido_in=102&titulo=POMCH%20RIO%20Ocoa
- Gutiérrez, A., Pulido, S., García Rubio, F., Rojas, J. y García Gómez, C. (2010). *Evaluación del recurso hídrico de una microcuenca para el diseño de un esquema de compensación o pago por servicios ambientales*. Colombia: Corpoica.
- Guzmán, M., Mesa, N., Ojeda, S., Gutiérrez, A., Medina, J. y Roza, L. (2011). *Plan indicativo de manejo ambiental del centro poblado San Luis de Ocoa, municipio de Villavicencio, Meta, Colombia*. (Informe final). Villavicencio: Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia* (2013). Bogotá, D.C.: Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, noviembre de 2013.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *El Meta: un territorio de oportunidades* (2004 a). Bogotá, D.C.: IGAC.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Meta* (2004 b). Bogotá, D.C.: IGAC.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Cartografía base de Colombia. Escala 1:25.000, plancha número 266IVA*, 1979. Bogotá, D.C.: IGAC.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac). (2014). *Capa de veredas de la actualización catastral del municipio de Puerto López vigencia 2014*.

Lasso, C. A., Rial A., Colonnello G., Machado-Allison A., Trujillo F. (Ed.). (2014). *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Machado Allison, A., Lasso, C. A., Usma, J., Sánchez Duarte, P. y Lasso Alcalá, O. (2010). Peces. En: Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo, F. y Rial, A. (Ed.), *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (217-257). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).

Medina, C., Fernández, F. y Andrade, C. (2010). Insectos: Escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas. En: Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo, F. y Rial, A. (Ed.), *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (197-215). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Corporación Autónoma Regional del Guavio, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo

Especial La Macarena. *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Blanco-Negro-Guayuriba, Fase de aprestamiento* (2012). MADS, CAR, Corpoguavio, Corporinoquia, Cormacarena. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=3121>

Ramírez, W., Matallana, C., Rial, A., Lasso, C. A., Corzo, G., Díaz Pulido, A. y Londoño Murcia, M. (2011). Establecimiento de prioridades para la conservación. En: Lasso, C. A., Rial, A., Matallana, C., Ramírez, W., Señaris, J., Díaz Pulido, A., Corzo G., Machado-Allison A. (Ed.). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible* (43-61). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).

Rial, A., Lasso Alcalá, O., Sarmiento, C., Pedraza, C. y Rodríguez, J. (2010). *Resumen ejecutivo*. En Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo F. y Rial, A. (Ed.). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (27-38). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).

Thorntwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geograph.* (38) 55.





Zona alta, río Guayuriba

Diagnóstico socioeconómico y ecosistémico de los municipios que integran las cuencas de los ríos Guayuriba, Ocoa y caño Quenane-Quenanito

Johanna Ariza-Marín*, Johanna Patricia Rodríguez-Tellez, Ximena Bustamante-Castiblanco*, Jorge Enrique Ortiz-Villar, Hernán Tiuso -Ramírez, Juan Manuel Trujillo-González*, Marco Aurelio Torres-Mora*, María De Vargas.

INTRODUCCIÓN

Para facilitar la identificación de las presiones antrópicas, los conflictos sociales y la diversidad de intereses existentes sobre los recursos naturales en las cuencas de los ríos Guayuriba, Ocoa y los caños Quenane y Quenanito, en esta sección se presenta una línea base de información sobre los municipios donde se localizan estas cuencas: Acacías, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López. Trabajando sobre los aspectos relevantes de la relación seres humanos-sociedad-naturaleza se busca visualizar las condiciones de las diversas cuencas y establecer estrategias para su adecuado manejo y recuperación.

En cuanto a los aspectos ecosistémicos, a manera de introducción, se presentan generalidades de la biodiversidad existente en el departamento del Meta, incluyendo características particulares de los municipios en estudio, sus ecosistemas y algunas problemáticas derivadas del inadecuado manejo de los recursos naturales. Sobre lo sociodemográfico se analiza el comportamiento de la población en el departamento y de los municipios, incluyendo morbilidad, mortalidad y esperanza de vida. Así mismo, se revisan elementos relacionados con infraestructura y cobertura de los sectores

salud y educación. Finalmente, a partir del desempeño económico, se analizan aspectos productivos según ramas de actividad, el PIB per cápita, la incidencia de pobreza, necesidades básicas insatisfechas, coeficiente de GINI, distribución de tierras, y la situación de empleo en la zona de estudio.



Vivienda de la zona alta de la cuenca del río Guayuriba.

* Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible (GIGAS). Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (ICAOC). Universidad de los Llanos. johanaarizam@hotmail.com; johana.rodriguez.tellez@unillanos.edu.co; ximenabustamantec@gmail.com; jorgeortizvillar@hotmail.com; hernantiuso@hotmail.com; jtrujillo@unillanos.edu.co; marcotorres@unillanos.edu.co; mcdevargas@gmail.com

METODOLOGÍA

Con el fin de establecer una línea base de conocimiento útil para los propósitos de gestión ambiental de las cuencas mencionadas, se recopiló información de fuentes secundarias para la construcción de un diagnóstico socioeconómico y ambiental. En este sentido, fueron revisados documentos como planes de desarrollo, de ordenamiento territorial, de ordenación y manejo de cuencas, informes sectoriales y otra literatura disponible y relevante para la identificación del estado socioeconómico y ecológico de los municipios de Acacías, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López.

Sumado a ello, se empleó el marco conceptual del modelo de libertades y oportunidades de Amartya Sen para organizar la información en una base de datos con miras a la construcción de indicadores socioeconómicos relacionados con los siguientes componentes: a) igualdad de oportunidades para niños y niñas, considerando aspectos como escolaridad, acceso a agua potable, saneamiento básico y electricidad; b) desarrollo humano, que abarca esperanza de vida y tasa de analfabetismo, entre otros; c) libertad económica, que cubre aspectos como ingresos, PIB per cápita, propiedad, producción, empleo e infraestructura; y finalmente, d) gestión de recursos naturales, que organiza información relacionada con biodiversidad, áreas protegidas y gestión de residuos.

Empleando la información recopilada, se generó un documento de análisis de las dinámicas socioeconómicas del departamento del Meta y de los municipios en estudio durante el período 2003-2012. En este orden de ideas, para el análisis de la dinámica población se tomaron cifras y proyecciones poblacionales 2005-2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2005), a partir de las cuales el equipo social,

autor de este capítulo, realizó los cálculos de crecimiento, distribución espacial, estructura por sexo y edades, observando las diferencias de información presentadas en otros documentos consultados. Adicionalmente, para el análisis de la dinámica económica, se construyó una matriz de datos de los diez años tomados como periodo de estudio, cuya información fue útil para construir gráficas del comportamiento y las tendencias en el tiempo de los diferentes factores, los cuales a su vez se constituyen en el insumo base del análisis presentado a continuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización ecosistémica

El departamento del Meta posee diversos ecosistemas estratégicos que brindan importantes bienes y servicios ambientales a su población. Entre ellos se destaca la presencia de ecosistemas de páramo, un privilegio con el que cuentan solo seis países en el mundo, y cuya superficie en el departamento es de 145.541 ha, es decir, el 5 % de la superficie del total de páramos del país (MADS, 2012; PNN, 2014). Igualmente, en la zona de estudio se encuentran ecosistemas lénticos entre los que sobresalen varias lagunas significativas para las dinámicas ecológicas y socioeconómicas de la región como la laguna de Lomalinda en el municipio de Puerto Lleras, la laguna San Vicente en Puerto Rico, la laguna Carimagua y el humedal Maiciana en Puerto Gaitán, entre otros. Así mismo, cabe mencionar las lagunas de Cañadas en Cabuyaro, Garcero en Guamal, Castilla en Castilla La Nueva y Palmeras en San Carlos de Guaroa. Por último, entre los sistemas lénticos, se identifica la presencia de morichales, esteros, pantanos y zonas de inundación periódica o parcial (Cormacarena, 2010).

Es importante resaltar el alto número de propiedades privadas que han adoptado la figura de reservas de la sociedad civil, en el departamento, aportando a la protección de 21.168,14 ha, cobijadas por esta figura (Fundación Horizonte Verde, 2011). De estos datos se puede inferir un valioso compromiso de la sociedad civil con la conservación de los recursos naturales de la región.

En cuanto a su topografía, los municipios de Acacías y Villavicencio presentan especialmente dos tipos de relieve, de un lado el montañoso de la cordillera Oriental que incluye zonas de bosque andino y en el caso de Acacías, también páramos; y por otro lado, el sistema de llanura donde predomina la vegetación de sabanas, matas de monte y selvas de galería (Cormacarena, 2006; Contraloría municipal de Villavicencio, 2009). Aquí es importante mencionar el problema de deforestación que existe en estos municipios, causado por varias razones, como la concentración y diversidad de los frentes de colonización debido a su ubicación estratégica en relación al centro del país; las dinámicas de expansión de la frontera agropecuaria, la siembra de cultivos ilícitos, el tráfico ilegal de madera, y a actividades más cotidianas como el uso de madera para combustible, la producción de carbón vegetal y la construcción de cercas o viviendas (Contraloría municipal de Villavicencio, 2009).

De otro lado, los municipios de Puerto López y San Carlos de Guaroa se caracterizan por tener suelos de altillanura y de planicie aluvial cuya importancia radica en su capacidad para amortiguar las grandes avalanchas de los ríos y en la aptitud de sus tierras para la agricultura. Entre las actividades de uso de suelos se destacan la ganadería y agricultura extensivas además de la pesca;

estas actividades se desarrollan generalmente en zonas de vegetación arbustiva, áreas de interés ambiental y bosques de galería (Cormacarena, 2006; Alcaldía San Carlos de Guaroa, 2012).

Respecto a la fauna, en los municipios de Acacías y Villavicencio se destaca la presencia de mamíferos como chigüiro, lapa, picure, venado sabanero, venado cola blanca, tigrillo, canaguaro, gato de monte, oso palmero, oso mielero, nutria, cachicamo sabanero y cachicamo montañoso; reptiles como babilla, boa, iguana, tortuga y gran variedad de serpientes; y aves como gallineto de monte, gallineta azul, cormorán, garzón, garzas, gavilán, loro (curumare, cara sucia, real, playero), halcón, arrendajo, gavilán y turpial. Adicionalmente, en ecosistemas de páramo, en Acacías, se ha identificado la presencia de dos especies en peligro de extinción: el oso de anteojos y el puma o león de montaña (Cormacarena, 2006; Contraloría municipal de Villavicencio, 2009). En el caso de los municipios de San Carlos de Guaroa y Puerto López se ha identificado la presencia de especies como: armadillo, mono aullador, mico maicero, mico titi, perezoso, puerco espín, ardilla, chucha, osos hormiguero y palmero, perro de agua, comadreja, chigüiro, danta, murciélago, vedado, saíno, lapa, tigrillo y canaguaro (Cormacarena, 2006). No obstante, es importante anotar la notable disminución de especies de fauna que viene registrándose en los últimos años, causada entre otros por el tráfico ilegal con fines comerciales, de autoconsumo o la caza indiscriminada para propósitos "medicinales" y curativos; cuyo trasfondo tiene mucho de falta de conciencia y conocimiento ambiental (Cormacarena, 2006; Alcaldía San Carlos de Guaroa, 2012).



Pescadores llegando de la faena de pesca.

DIAGNÓSTICO SOCIODEMOGRÁFICO

La dinámica demográfica del departamento del Meta, durante el periodo 2005-2012 evidencia cambios sustanciales en cuanto al crecimiento poblacional, distribución espacial y estructura por sexo y edad, tanto a nivel departamental como a nivel de los municipios de Acacías, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López. Según proyecciones poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para 2012 el Meta presenta una población de 906.805 habitantes con un crecimiento poblacional del 14,8 % entre el 2005 y el 2012. A nivel municipal, Villavicencio registra el mayor número habitantes correspondiente al 49,5 % del total departamental, lo cual evidencia una gran concentración en comparación con la diversidad de porcentajes en los otros municipios: Acacías (7,1 %), Puerto López (3,6 %) y San Carlos de Guaroa (0,9 %).

En cuanto al crecimiento poblacional, durante los años analizados el índice más alto se registra en San Carlos de Guaroa (26,8 %), lo cual puede estar relacionado con el auge de actividades productivas como el cultivo de palma. En contraste, Puerto López registra un crecimiento moderado (11 %) que podría estar relacionado con la situación de violencia que vive este territorio y el auge de las actividades económicas a gran escala en el vecino municipio de Puerto Gaitán, principalmente la industria de hidrocarburos y la agricultura industrial. Por su parte, en el crecimiento poblacional de Villavicencio (17,6 %), está dinamizado por su ubicación estratégica, nodo geográfico entre la Orinoquia y el centro del país, y además por ser una localidad que recibe un número significativo de víctimas de desplazamiento forzado (DNP, 2014).

En el departamento del Meta se observa una distribución poblacional en las zonas urbanas

correspondiente al 73 % en el año 2005, que para el año 2012 aumento en dos puntos porcentuales, confirmando la tendencia de movilidad del sector rural a los cascos urbanos. Contrariamente, a nivel municipal se observa en San Carlos de Guaroa una mayor proporción de su población en el área rural, 52 % en año 2012, mientras que en el municipio de Acacías solo se registra 15 %. En muchos casos la población campesina habitan en los centros urbanos y sus ingresos económicos son obtenidos en las labores agrícolas en las zonas rurales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2011).

Finalmente, otras dinámicas poblacionales relevantes se refieren a la distribución de la población por género y edad. Sobre la estructura de género se observa en el departamento Meta un 49 % de mujeres en el año 2005, lo cual indica una diferencia porcentual mínima con la población masculina, que se mantiene para el año 2012.

En lo relativo a la distribución de la población por edad se observa como en el año 2005 un 32,4 % de los habitantes del Meta correspondía a los niños y adolescentes de 0 a 14 años; en el año 2012 este grupo representa un 29,5 %, lo cual refleja una disminución de 2,9 puntos porcentuales. En contraste, se han incrementado las personas mayores de 60 años, que pasaron de representar el 7,5 % en el 2005 al 8,6 % en el 2012. Los hombres y mujeres entre 15 y 59 años, quienes soportan el peso de la economía, eran el 59,9 % de la población en 2005 y en el año 2012 corresponden al 61,9 % (DANE, 2011).

Observado el comportamiento demográfico en el área de estudio, es pertinente exponer las condiciones de acceso de la población a los servicios de salud, infraestructura y los

factores de morbilidad y mortalidad, que junto a otros aspectos se constituyen en elementos fundamentales de la calidad de vida de los seres humanos. En esta línea, la afiliación a seguridad social en salud en el departamento del Meta al año 2011, como se muestra en la tabla 1, evidencia que un 50 % de la población se encuentra en régimen contributivo, el 49,1 % en el subsidiado y el 0,9 % excepcional. A nivel de municipios, Villavicencio presenta el índice más alto de afiliación en el

régimen contributivo con 65 %, seguido de Acacías con 56,4 %. En los casos de San Carlos de Guaroa y Puerto López la mayoría de pobladores se ubican en el régimen subsidiado con un 57,2 % y 66 % respectivamente (Supersalud, 2011); esta situación puede estar dada por las condiciones de ruralidad de los habitantes de estos municipios, donde las oportunidades de empleo asalariado y de educación son limitadas.

Tabla 1. Número de personas afiliadas a seguridad social en salud.

Municipio	Contributivo	Subsidiado	Excepción	Total
Meta	380.141	373.811	6.951	760.909
Acacías	36.427	27.376	814	64.617
Villavicencio	267.168	139.737	4.016	410.921
San Carlos de Guaroa	3.414	4.568	8	7.990
Puerto López	8.563	16.903	163	2.562



Diálogos con pobladores de la zona alta de la cuenca del río Guayuriba.

En relación a la infraestructura en salud, el departamento del Meta cuenta con el Hospital Departamental de Villavicencio, al que son remitidos desde todos los municipios del departamento, los pacientes críticos con nivel de complejidad dos, los casos de tercer nivel deben ser trasladados a los centros de Bogotá D.C. (Alcaldía de San Carlos de Guaroa, 2011). Así mismo, Villavicencio cuenta con el mayor número de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) habilitadas por la Secretaría Departamental de Salud, registrando un total de 278 en el año 2011. En distintas condiciones se encuentran Acacías con un solo hospital de baja complejidad y Puerto López con un hospital de primer nivel de atención y tres puestos de salud en los centros poblados de Puerto Guadalupe, Remolino y Pachaquiario. En las demás zonas rurales se llevan a cabo Brigadas de Salud (Secretaría Local de Salud de Villavicencio, 2011; Alcaldía de Acacías, Secretaría Local de Salud, 2008; Concejo de Puerto López, 2012).

Otro ámbito relevante e indicador de las condiciones de vida es la morbilidad. En el periodo 2008-2010 el índice más alto se registró en el municipio de Acacías, con 3.379 casos de parasitosis intestinal, probablemente relacionada con la contaminación de aguas o la inadecuada manipulación de alimentos en el momento de la cocción. En Villavicencio, la hipertensión es la enfermedad con mayor registro en el año 2011 con un total de 3.354 eventos, posiblemente a raíz de hábitos alimenticios inadecuados; por su parte, en San Carlos de Guaroa la intoxicación por plaguicidas fue un factor determinante de las alteraciones de salud de la población (Alcaldía de Acacías y Secretaría Local de Salud, 2008; Alcaldía de Villavicencio, 2008; Secretaría Local de Salud de Villavicencio, 2011; Concejo de Puerto López, 2012).

En lo que respecta al índice de mortalidad en el departamento del Meta, entre los años 2007-

2011, se presenta un incremento en el número de casos, pasando de 3.637 a 5.670 muertes (Supersalud, 2011). Las principales causas de muerte en el grupo de municipios analizados son cáncer, afecciones cardíacas, homicidios y accidentes de tránsito; este último tipo de evento en el caso del municipio de Puerto López, por ejemplo, representa más del 14 % de los decesos. En relación a la mortalidad entre los niños menores de cinco años, durante el periodo 2005-2010 se evidencia un incremento en la tasa departamental, pasando de 12,8 a 15,1 (1.000 nv), siendo el momento más álgido el comprendido entre años 2006 a 2009, que supera los niveles nacionales (SIID, 2010).

Por otro lado, teniendo en cuenta que la calidad de vida está estrechamente relacionada con el adecuado balance entre asentamientos humanos y entorno natural, es pertinente observar en qué medida la población que habita los territorios estudiados cuenta con acceso a servicios básicos como agua potable y saneamiento básico (alcantarillado y recolección de residuos sólidos), pues en la medida en que estos servicios son limitados, se dan disposiciones no apropiadas y perjudiciales para la salud y el ambiente, dificultando el alcance de los objetivos del desarrollo sustentable y equitativo. Al respecto, en el departamento del Meta para el periodo 2005-2010, el índice de cobertura de agua oscila entre 81 % a 92 %, superado en los municipios de Villavicencio, Acacías y Puerto López; en San Carlos de Guaroa la cobertura se mantuvo en 75 % entre los años 2005 a 2007, registrando un incremento del 22 % en los dos últimos años analizados.

De igual manera, de acuerdo a la información encontrada en los planes de desarrollo 2012-2015 de los cuatro municipios, el agua que se consume no es potable a raíz de la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de la misma, siendo Puerto López uno de los lugares con mayores fallas en el servicio,

debido a lo rudimentario de la infraestructura del acueducto (tres pozos profundos con sistema de bombeo), lo cual genera que el suministro se limite a unas pocas horas al día (Alcaldía de Puerto López-Meta, 2012). Por ello, es necesario que las autoridades municipales reflexionen sobre los planes de manejo de los acueductos municipales y en temas de calidad de agua para el consumo humano, con el fin de prevenir casos de morbilidad infantil por enfermedades diarreicas, entre otros problemas.

En relación al servicio de alcantarillado, según Informe de Cifras Socioeconómicas del Meta (2010), la cobertura departamental durante los años 2007 a 2010 pasó de un 76 % al 93 %, con un incremento de 17 puntos porcentuales; lo que es particularmente significativo en Villavicencio donde se registra para el año 2010 una cobertura del 97 %, equivalente a un incremento del 12 % respecto al año 2007. Sin embargo, estas cifras no evidencian las condiciones particulares de las zonas rurales, que en su mayoría no cuentan con este servicio y por ello se ven obligadas a utilizar formas artesanales como letrinas, pozos sépticos o simplemente al vertimiento de las aguas negras en las fuentes de agua más cercanas o en potreros. Así, es importante anotar como “La consecuencia es que la supervivencia de la infancia en territorios rurales está amenazada, dada la estrecha relación entre baja oferta de servicios de agua y saneamiento con la prevalencia de enfermedades y la mortalidad infantil” (PNUD, 2011).

Sobre la recolección de basuras, la cobertura del servicio en el departamento del Meta es de 95,6 % (SSPD, 2014). Es importante tener en cuenta que estas cifras nuevamente no reflejan la situación de las zonas rurales, donde el manejo de los residuos sólidos se hace de forma tradicional mediante incineración, entierro en zonas de cultivo o arrojándolas sin precaución en fuentes hídricas o terrenos baldíos.

Continuando con la revisión de los elementos determinantes del desarrollo humano, es importante destacar la educación como una herramienta indispensable para generar capacidades que aporten al trabajo colectivo y por ende al mejoramiento de la calidad de vida, por lo que se hace necesario asegurar el acceso y la cobertura escolar de niños y jóvenes. A continuación se presenta un esbozo de la situación de acceso a la educación básica primaria, secundaria y media en los municipios del presente estudio. Cabe anotar que para futuros análisis se considera importante generar reflexiones sobre la calidad y los contenidos de estos procesos educativos, más allá de las cifras estadísticas, que no necesariamente reflejan la multiplicidad de dinámicas sociales que se desprenden de los modelos y procesos educativos existentes.

La cobertura neta en educación básica primaria para el periodo de análisis 2005-2010 en el departamento del Meta, oscila entre 90,8 % y 100,6 %; en el caso de los municipios, San Carlos de Guaroa ha mantenido una tendencia estable con tasas que oscilan entre 106,3 % y 116,6 %, seguido por Acacías que igualmente supera el índice departamental, en tanto Puerto López registra el índice más bajo (SIID, 2010; Gobernación del Meta, 2010). En cuanto a cobertura neta en educación secundaria para el departamento del Meta se observa en este periodo un incremento de 12 puntos porcentuales, mientras a nivel municipal Acacías mantuvo una tendencia ascendente, destacándose el año 2009 con una cobertura de 96 %; en contraste, Villavicencio registró un comportamiento irregular y Puerto López presenta los índices más bajos (SIID, 2010). Sobre la cobertura en educación media, los cuatro municipios presentan índices inferiores al 50 %, de todas formas superiores a la cobertura del departamento del Meta que presentó su mayor nivel en el año 2010 con un 38 %.

En este caso, nuevamente Acacias registra los niveles más significativos, mientras los registros más bajos se presentan en San Carlos de Guaroa y Puerto López (SIID, 2010).

Los datos anteriores, reflejan como los índices de cobertura en educación más significativos se presentan en educación primaria en contraste con la baja cobertura

del ciclo de educación media. Posiblemente estas diferencias pueden explicarse por la deserción escolar asociada a la necesidad trabajar para contribuir a la economía familiar, las limitaciones económicas y en algunos casos por el reclutamiento forzado de adolescentes por grupos al margen de la ley (Gobernación del Meta, 2010).



Barreras vivas en la cuenca del río Ocoa

La información socioeconómica presentada a continuación sobre los municipios de Acacías, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López, es el resultado de un proceso de análisis sobre las dimensiones de dinámica productiva, la incidencia de pobreza, las condiciones de vida y desigualdad, el empleo y la distribución de la mano de obra en distintos sectores productivos e infraestructura vial.

Al observar el comportamiento del Producto Interno Bruto Departamental (PIBD) en términos reales se identifica una tendencia de crecimiento sostenida durante la última década, con un aumento significado cercano al 120 % entre 2007 y 2012. Este desempeño ha sido el resultado de una mayor actividad en varios sectores, entre los que se encuentran la agroindustria, el turismo y en mayor importancia, la explotación de minas y canteras principalmente de petróleo y gas, las cuales han casi triplicado su participación, alcanzando a significar cerca del 60 % del PIBD. De hecho, el departamento ha pasado de producir 39.972 barriles diarios en el año 2009 a más de 518.000 en el año 2013. Puerto Gaitán y Castilla La Nueva generan cerca del 70 % de esta producción, mientras la participación de Acacías, Villavicencio y Puerto López es de 18 %, 7,3 % y 0,3 % respectivamente (Banco de la República y DANE, 2008-2012).

En contraste, el sector agropecuario ha sido desplazado hacia porcentajes menores, situación que se evidencia en el descenso paulatino de las actividades de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, las cuales pasaron de significar en el 2003 el 16,33 % del PIB departamental al 6,67 % en año 2011 (Banco de la República y DANE, 2004-2011). Por su parte, en la producción agrícola es posible identificar cuatro cultivos que se destacan por su relevancia en el contexto productivo departamental, ya sea por su impacto ambiental, volúmenes de producción o pertinencia dentro de lo que se

ha establecido como las apuestas productivas del Meta. Estos productos de importancia para el análisis socioeconómico de la zona de estudio son el arroz, la palma de aceite, el caucho y los cítricos, a estos se suman inversiones agroindustriales recientes en caña, maíz y soya en el municipio de Puerto López.

La siembra y producción arroceras ha decrecido en los últimos cinco años, llegando a reducirse cerca de la mitad en los municipios de Villavicencio y Puerto López, principales productores dentro de los cuatro municipios analizados. Por su parte, la producción de caucho, cuyo auge se originó en 2009, se encuentra concentrada en el municipio de Puerto López y ha pasado de niveles de producción inferiores a las 30 toneladas a aproximadamente 1.200 toneladas en los últimos cuatro años (Secretaría de Agricultura del departamento del Meta, 2013). Por su parte, la palma de aceite, producto destacado en los municipios de San Carlos de Guaroa y Acacías, ha mantenido una tendencia productiva ascendente durante los últimos cinco años, llegando a cerca de 107.000 y 40.000 toneladas para cada municipio respectivamente. Mientras tanto, dentro del grupo de municipios analizados, Villavicencio lidera la producción de cítricos, pasando de producir 18.900 toneladas en 2008 a 29.540 en 2012 (Secretaría de Agricultura del departamento del Meta, 2013).

De otro lado, como efecto del aumento en las cifras de los últimos años, el PIB per cápita departamental se encuentra desde 2007 en niveles superiores al promedio nacional que para ese año se encontraba en \$8.830.000, frente a \$10.890.000 en el departamento del Meta; para el año 2011 alcanzó \$9.770.000 en el promedio nacional y \$21.950.000 para el departamento (Banco de la República y DANE, 2007-2012). Cabe anotar que se trata de una cifra que refleja únicamente el comportamiento del PIB respecto al componente demográfico pero que no supone

la distribución equitativa del ingreso entre los ciudadanos, ni una posibilidad real de acceso a bienes y servicios por parte de los grupos sociales marginales. En ese sentido, las cifras de incidencia de pobreza y pobreza extrema, por ejemplo, reflejan que en términos de ingresos la realidad dista bastante de lo que muestra el PIB per cápita, de hecho, dado un umbral de ingreso de aproximadamente \$200.000 en 2011, el nivel de pobreza a nivel departamental era del 30 % y el nivel de

pobreza extrema, con un umbral de \$90.000 era de 8,4 % (DANE, 2013). Igualmente, este panorama se refleja en situación de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), particularmente desfavorable en el municipio de San Carlos de Guaroa, contrario a Villavicencio donde se observan mejores cifras de cobertura. A continuación, en la Tabla 2 se presenta el comportamiento de este indicador para los municipios en estudio en el año 2012.

Tabla 2. Necesidades Básicas Insatisfechas en el año 2012.

Municipio	Cabecera	Resto	Total
Acacías	21,5 %	28,4 %	22,6 %
Villavicencio	16,1 %	32,2 %	17,0 %
San Carlos	36,9 %	38,5 %	39,0 %
Puerto López	27,3 %	42,9 %	32,8 %

Sumado a lo anterior, cabe destacar el coeficiente de Gini departamental calculado por el DANE, el cual durante el período de análisis se mantuvo en niveles cercanos a 0,5, apenas algunos puntos por debajo del total nacional (0,548 en 2011), cifra que ubicó a Colombia en el octavo lugar del ranking de países más desiguales del mundo (Agencia Central de Inteligencia [CIA], 2012). A ello cabe agregar una fuerte tendencia a la concentración de la propiedad rural en el departamento, lo cual se refleja en la concentración del 80 % del territorio en un 9 % de predios, en tanto los minifundios y microfundios constituyen el 21 % de los predios y corresponde solo al 1,1 % del área total. No obstante, es importante resaltar la función social que cumplen los pequeños predios, pues sus poseedores son familias campesinas cuyas actividades de subsistencia son fundamentales para la seguridad alimentaria de la región (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2012).

En materia de empleo, se observa a nivel departamental que la tasa de ocupación se mantuvo estable durante la última década oscilando entre 55 % y 57 %. Por su parte, la tasa de desempleo permaneció en niveles cercanos al 10 %, pero con la información obtenida se pudo establecer que solo el 44 % de la población económicamente activa del departamento se encuentra ocupada (Banco de la República y DANE, 2003-2012). A nivel municipal se observa que en Villavicencio las actividades con mayor participación de la fuerza de trabajo corresponden al comercio y la hostelería (restaurantes y hoteles), abarcando cerca del 40 % de la población trabajadora. En seguida, se encuentran el transporte, las comunicaciones y la construcción, con cerca de un 10 % de la población activa en cada una de ellas (Banco de la República y DANE, 2012). Para el caso de los demás municipios la distribución en ramas de actividades está dada de la siguiente manera:

Tabla 3. Distribución de la población trabajadora por sector.

Municipio	Industrial	Comercial	Servicios
Acacías	10,19 %	11,70 %	8,54 %
San Carlos de Guaroa	10,29 %	11,70 %	0,43 %
Puerto López	6,50 %	5,86 %	1,00

Fuente: Federación Colombiana de Municipios, 2013.

Por último, en este punto es importante resaltar la infraestructura de transporte como factor de análisis, dado que su correcto funcionamiento además de permitir la conectividad del departamento con el resto del país y con los mercados internacionales, contribuye a la creación de lazos fuertes a nivel interregional, potencializando las ventajas comparativas del territorio, como se refleja en el documento Conpes 3797, donde

se establecen diversos planes al respecto. Así, la Ruta del Amanecer Llanero conformada por los corredores Bogotá-Villavicencio con 90 km y Villavicencio-Puerto Gaitán con 190 km, se destaca por la movilización de turistas y productos agropecuarios, siendo el transporte de la producción petrolera el elemento más destacado en este flujo vial (Secretaría de Planeación Departamental, 2011).



Vía de acceso en la zona baja de la cuenca del río Ocoa.





Zonas urbanas, zona media de la cuenca del río Ocoa.

PROSPECTIVAS DE ESTUDIO

A partir del análisis inicial realizado con base en la información encontrada sobre los aspectos socioeconómicos y ambientales de la cuenca, se considera clave anotar que existen grandes vacíos de información a nivel local, por lo que profundizar en el análisis se dificulta. En este sentido, es importante, además de enriquecer la información presentada, establecer mecanismos de investigación sobre las realidades de las veredas, tomando en cuenta las particularidades del ámbito rural que tiene la zona de trabajo y estudio del presente proyecto. Es prioritario trabajar en la construcción de una línea base donde los principales vacíos puedan ser subsanados y en la construcción de una base informativa que no dependa de momentos coyunturales y literatura gris de difícil acceso. Con ello se esperaría poder corroborar los resultados presentados, contrastando la información secundaria con la recolectada directamente en campo con los pobladores de los municipios del área del proyecto.

En el caso del presente proyecto, esta tarea se encuentra a cargo del equipo de trabajo social, cuyo objetivo es precisamente el acercamiento directo con las comunidades del área de influencia, de forma que se pueda conocer de primera mano su situación actual, intereses, conflictos y en una fase posterior, aportar a la identificación de alternativas que permitan el mejoramiento de su calidad de vida, en el marco de un manejo ambiental sostenible de la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Acacías, Secretaria Local de Salud. (2008). *Plan de salud territorial Municipio de Acacías, Meta 2008 - 2011*. Acacías: Alcaldía de Acacías
- Alcaldía de San Carlos de Guaroa. (2012). *Programa de Gobierno 2012 – 2015 Municipio San Carlos de Guaroa*. San Carlos de Guaroa: Alcaldía San Carlos de Guaroa
- Alcaldía de Villavicencio. (2008). *Plan de Salud Territorial. Municipio saludable por una ciudad decente*. Villavicencio: Alcaldía de Villavicencio
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional - Meta*. (2003). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2004). Villavicencio. Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2005). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2006). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2007). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2008). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2009). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2010). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2011). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Banco de la República y DANE. *Informe de Coyuntura Económica Regional- Meta*. (2012). Villavicencio: Banco de la República - DANE
- Central Intelligence Agency (CIA). (2012). The World Factbook. Recuperado de <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2172rank.html>
- Concejo de Puerto López. *Plan de desarrollo del municipio de Puerto López – Meta: Gestión, desarrollo y equidad social para el periodo constitucional 2012-2015*. Puerto López: Concejo de Puerto López
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2014). *Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES 3797. Política para el desarrollo integral de la Orinoquia: Atillanura*. Recuperado de: www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=GrmcQ5IN9OM%3D&tabid=1813
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Ciclo de foros regalías y Región. Regalías y región: Eje de desarrollo para los Llanos*. Villavicencio: Foros Semana.
- Federación Colombiana de Municipios. (2013). *Ficha Municipal Acacías - Meta. Información municipal para la toma de decisiones*. Federación Colombiana de Municipios.
- Federación Colombiana de Municipios. (2013). *Ficha Municipal Puerto López - Meta. Información municipal para la toma*

- de decisiones. Federación Colombiana de Municipios.
- Federación Colombiana de Municipios. (2013). *Ficha Municipal San Carlos de Guaroa - Meta. Información Municipal para la toma de decisiones*. Federación Colombiana de Municipios.
- Federación Colombiana de Municipios. (2013). *Ficha Municipal Villavicencio - Meta. Información Municipal para la toma de decisiones*. Federación Colombiana de Municipios.
- Fundación Horizonte Verde. (2011). *Las reservas naturales del Nudo Orinoquia en su rol de conservación de la biodiversidad*. Villavicencio: Horizonte Verde.
- Gobernación del Meta. (2011). *Análisis de la situación de Salud en el Departamento del Meta*. Secretaria seccional de salud del Meta.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2012). *Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia*. Bogotá D.C.: IGAC.
- Martínez, C. (2001). *Migraciones Internas en Colombia*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona-Centro de Estudios Demográficos.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá D.C.: MAVDT.
- Morales, M., Otero, J., Van der Hammen, T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza, C., Rodríguez, N., Franco, C., Betancourth, J. C., Olaya, E., Posada, E. y Cárdenas, L. (2007). *Atlas de páramos de Colombia*. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Colombia rural: Razones para la esperanza*. Bogotá: Pnud.
- Secretaría de Agricultura del Departamento del Meta. (2013). *Información agrícola por municipios 2011-2012*. Villavicencio.
- Secretaría de Planeación Departamental. (2011). *Información socioeconómica e infraestructura de los 29 municipios del departamento del Meta*. Villavicencio.
- Secretaria Local de Salud. (2011). *Boletín epidemiológico 1 Situación en Salud del municipio de Villavicencio*. Villavicencio.
- Secretaria Local de Salud. (2011). *Boletín epidemiológico 1 - Situación en Salud del municipio de Villavicencio*. Villavicencio.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2014). *Informe Sectorial del Servicio Público de Aseo 2013*. Bogota. Recuperado de: <http://www.superservicios.gov.co/content/download/8255/70135/version/1/file/Informe+Sectorial+del+Servicio+Público+de+Aseo.pdf>
- Superintendencia Nacional de Salud. (2011). *Departamento del Meta: resumen información a 31 de diciembre 2011*. Villavicencio.

ENTRADA Y SALIDA
DE CARROTSANGUE
A 100 m.

30





RIO QUENANE

Vía Villavencio - Puerto López, puente sobre el caño Quenane- Quenanito.

Comunidades acuáticas: macroinvertebrados y algas para el departamento del Meta

Fabián Moreno-Rodríguez*, Diana Paola Osorio-Ramírez**, Clara Inés Caro-Caro**.

INTRODUCCIÓN

Las corrientes lólicas, como los ríos y quebradas, son ecosistemas de aguas corrientes, asociadas comúnmente a lugares de erosión, transporte y sedimentación de materiales (Roldán, 1992). Estos sistemas varían de acuerdo con la velocidad de su flujo, temperatura, materia en suspensión y otros factores que determinan a su vez la flora y la fauna que se encuentran a lo largo de la corriente.

Los ecosistemas fluviales se encuentran sometidos a numerosas perturbaciones causadas por las actividades humanas, que generan cambios en las características físicas, químicas y biológicas de las fuentes de agua, ocasionan problemas en la calidad del agua (Elosegi y Sabater, 2009) y producen cambios en la estructura y funcionamiento de las comunidades biológicas que albergan los ríos.

El monitoreo de los ecosistemas acuáticos lólicos, está basado en el conocimiento de la composición, abundancia y dinámica de poblaciones y comunidades biológicas que habitan y forman parte de este, con los que se evidencia que la contaminación provoca una serie de modificaciones físicas y químicas que repercuten en la composición y distribución de las comunidades de dichos ecosistemas (Ospina y Peña, 2004).

Una de las comunidades que responde a estas perturbaciones es la de macroinvertebrados bentónicos, es decir, invertebrados que habitan en el lecho fluvial (Barbour, Gerritsen, Snyder, Stribling, 1999; Bonada, Prat, Resh y Statzner, 2006; Roldán y Ramírez, 2008) que pueden verse afectados al modificar las condiciones ambientales de sus hábitats naturales; el estudio de esta comunidad permite evaluar el grado de alteración al que está sometido un ecosistema fluvial (Roldán y Ramírez, 2008).

Por otro lado, las algas del perifiton son un componente fundamental de las comunidades bióticas acuáticas que se desarrollan sobre superficies sólidas sumergidas (Ramírez y Viña, 1998; Odum, 1972) y juegan un papel importante en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. Su estudio es importante para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos como indicadores de la calidad del agua y de procesos que como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas.

*Grupo de Investigación: Evaluación Manejo y Conservación de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros (GHIPES Unillanos).

**Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible (GIGAS). Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (ICAOC). Universidad de los Llanos.
fabian.morenorodriguez@gmail.com; dosorio@unillanos.edu.co;
clarainescaro@unillanos.edu.co

Al carecer de información que aclare la situación actual de las comunidades acuáticas de macroinvertebrados y de perifiton para la región de la Orinoquia, especialmente para el departamento del Meta, se hace necesario realizar un revisión bibliográfica con

el propósito de conocer el estado actual de estas comunidades en la región, como línea base para generar estudios sobre el estado y condición de los ríos presentes en esta parte del país, así como las implicaciones que las actividades antrópicas generan en estos.



Confluencia de Quebrada Blanca al río Ocoa.

METODOLOGÍA

Para establecer el estado del arte del conocimiento de las comunidades acuáticas: macroinvertebrados y perifiton, se revisó la literatura disponible en publicaciones científicas, trabajos de grados y documentos técnicos de investigaciones realizadas para el departamento del Meta.

RESULTADOS

El departamento del Meta posee un potencial hidrobiológico relevante frente a otros departamentos de Colombia, sin embargo y pese a este potencial, es poco lo que se conoce de este aspecto, pues los esfuerzos por avanzar en el conocimiento y entendimiento de las características ecológicamente funcionales de la región han sido escasos. En cuanto a estudios limnológicos específicamente, se han realizado ejercicios académicos por parte de la Universidad Nacional a manera de informe técnico, es así como Bossa, Tusso, Chan, Martínez, Olivares y Zambrano (2007) realizaron un estudio ecológico regional de los Llanos Orientales en el Centro Ecoturístico Cafam Llanos, en la ciudad de Puerto López, en el cual se colectan ejemplares de diferentes comunidades y por métodos variados, que permitieron dar un análisis estimativo. Posteriormente Casallas, Cifuentes, Gutiérrez, Ledezma, Ramírez y Vargas (2008) realizaron la comparación de ocho cuerpos de agua en un gradiente altitudinal, en dos regiones de la Orinoquia colombiana (piedemonte y altillanura), comparando las condiciones entre los ríos y viendo posibles confluencias entre ellos.

Posteriormente Abuhatab, Álvarez, Andrade, Moreno, Redondo y Rivera (2009) contribuyen al conocimiento del estado de los cuerpos de agua, mediante la caracterización limnológica de ocho corrientes en la región de la Orinoquia colombiana en relación con el

gradiente altitudinal, ya que en esta región la altitud determina la estructura y composición de los ecosistemas, lo que se ve reflejado en su complejidad y en gran biodiversidad. Continuando con esta línea y ampliando aún más la información ecológica de estos ecosistemas Álvarez, Cantor, Corona, Giraldo, González y Martínez (2010) realizan el análisis limnológico de siete cuerpos de agua localizados entre la zona de alta montaña desde Bogotá hasta la región orinocense de Villavicencio, que refuerza la premisa sobre importancia de la variación altitudinal en estos ecosistemas y su aporte a la estabilidad de ecosistemas de otras regiones que dependen de la estabilidad de estos para su bienestar.

Muñoz, Suárez, Robles, Ramírez, Mora y Torres (2010) realizaron la caracterización ecológica de tres ecosistemas lóticos de la Orinoquia colombiana durante el período de lluvias, que es fundamental para la dinámica ecológica de la región. Por su parte Caro-Caro, Torres-Mora y Ramírez-Gil (2011) presentan la caracterización físico-química, microbiológica y biológica, de la cuenca del río Orotoy en relación con el gradiente altitudinal en un período hidrológico y posteriormente Abril, Alarcón, Corona, Delgadillo, González y Minorta (2011) estudian cuatro sistemas lóticos de la Orinoquia colombiana, centrandose en las características físicas y químicas que determinan las relaciones entre los sedimentos de estos ríos y las comunidades de perifiton, en ambientes como la altillanura y el piedemonte.

Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos de los ambientes lóticos y lenticos de Colombia han sido poco estudiados, a pesar de su importancia como bioindicadores carecen de líneas claras de investigación que permitan

entender más estas comunidades y sus formas de interacción con los ecosistemas presentes en el país (Roldán y Ramírez, 2008). Sin embargo, se han desarrollado estudios en los que se involucran aspectos de estas comunidades y aportan elementos importantes para el manejo, control y conservación de los recursos hidrobiológicos en el país.

En la década de los 90 se inicia de manera continua la investigación de estos grupos en la región, con información relevante sobre la ecología de la artropofauna asociada a macrófitos acuáticos en esteros ubicados en Puerto López (Rubiano y Reyes, 1994). Este estudio abre el camino a investigaciones relacionadas como la de Arévalo, Gómez y Guillot (1995), que comparan la macrofauna asociada a macrófitas en tres ambientes loticos del piedemonte llanero.

Estudios posteriores permitieron conocer las dinámicas y relaciones existentes entre los grupos de macroinvertebrados y los ecosistemas que habitan, iniciando otra etapa en el conocimiento. Es así como se propone estudiar el efecto de la disponibilidad de Seston y las variaciones del hábitat sobre la composición y estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados bénticos en medios lóticos del piedemonte llanero (Medina y Guillot, 1996). Una vez reconocida la importancia de algunos grupos taxonómicos se realizan estudios para ampliar el conocimiento de su organización y composición, es el caso de Amaya (2009) con el inventario de la odontofauna del Norte del departamento del Meta.



Muestreo con red Surber de macroinvertebrados acuáticos.

Para el año 2010 debido al interés y la necesidad de manejo de los recursos de la región se diseñan planes de ordenamiento de cuencas hidrográficas como el realizado por Cormacarena y el ISD (2010) para el río Guayuriba, en el que se incorpora los bioindicadores como fuente importante de información para entender el estado de las fuentes hidrográficas de la región. Al mismo tiempo se desarrollan trabajos sobre especies importantes para la estabilidad de estos ecosistemas como la investigación de Valencia y Campos (2010) realizan un aporte al conocimiento de algunas familias y especies de camarones de agua dulce de los ríos Amazonas y Orinoco y resaltan la importancia de estos animales en los ecosistemas loticos de Colombia.

Algas

El estudio de las algas en ambientes acuáticos es fundamental al mantener en gran parte la vida y los flujos de energía en los ecosistemas, al ser parte de los productores primarios en ríos y lagos. Es por esto que su entendimiento es esencial para comprender las dinámicas ecosistémicas y las redes tróficas. Canosa (1988) en su estudio de la influencia del pulso de inundación en la producción y acoplamiento del bacterioplancton, el fitoplancton y el zooplancton en ambientes acuáticos de planos inundables, hace un aporte importante al conocimiento de la interacción ecológica de estos tres grupos fundamentales para la producción primaria y secundaria de sistemas acuáticos.

Posteriormente Lozada y Guillot (1992) realizan el estudio comparativo de la comunidad fitoplanctónica en las lagunas Menegua y Mateyuca en el municipio de Puerto López, para entender la composición de estos ecosistemas, con la identificación

de las familias y especies relevantes para cada uno. En 1995, estos mismos autores, desarrollan el estudio comparativo de la productividad primaria y biomasa de algas epilíticas en tres sistemas lóticos del piedemonte llanero, que aporta información sobre la productividad primaria llevada a cabo en estos sistemas gracias al aporte de estas microalgas. Camacho y Duque (1998) estudian el fitoplancton en dos lagos de meandro de la llanura de inundación del río Meta durante dos períodos del año, tratando de ver variaciones temporales en la composición y estructura de estos sistemas lenticos.

Para el 2003, Sánchez, Galvis y Victoriano estudian la relación entre las características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río Meta (Colombia); peces que consumen algas del perifiton de los sistemas que habitan, lo que genera conocimiento sobre las interacciones entre estos dos grupos. En los últimos años debido a la creciente explotación petrolera en la región, se hace evidente el deterioro de estos ecosistemas y por ende aumenta la necesidad de conocerlos, es así como Vera-Parra, Marciales-Caro, Otero-Paternina, Cruz-Casallas y Velasco-Santamaría (2011) analizan el impacto del agua asociada a la producción de una explotación petrolera sobre la comunidad fitoperifítica del río Acacías durante la temporada de lluvias, análisis que permite evaluar como es afectada esta comunidad y los posibles efectos de esta actividad en la estabilidad de comunidades asociadas.



Muestreo de algas adheridas a sustrato rocoso.





Caño Maizaro antes de confluir al río Ocoa.

CONCLUSIÓN

Con esta revisión se evidencia la necesidad de aumentar la investigación y el conocimiento de estas comunidades biológicas, el estado actual de su biodiversidad y de los sistemas acuáticos, con el objetivo de llenar vacíos de información que generan dudas sobre los efectos que las actividades económicas actuales y el aumento de la población, causan a los ríos del departamento. Por esta razón, entre otras, se considera necesario aumentar los esfuerzos y priorizar aspectos relevantes que permitan estudiar de una manera puntual, el estado actual de estas comunidades en la región, como indicadores sobre el estado de los ríos presentes en esta parte del país, así como las de implicaciones que las actividades antrópicas generen en estos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, A., Alarcón, M., Corona, C., Delgadillo, I., González, J. D. y Minorta, V. (2011). *Caracterización físico-química de cuatro sistemas lóticos en la Orinoquía colombiana* [Informe]. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Abuhatab, Y., Álvarez, J., Andrade, C., Moreno, M., Redondo, S. y Rivera J. (2009). *Caracterización limnológica de ocho corrientes en la región de la Orinoquía colombiana en relación con el gradiente altitudinal* (Informe). Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Álvarez, C., Cantor, C., Corona, C., Giraldo, L., González, A. y Martínez A. (2010). *Análisis limnológico de siete cuerpos de agua localizados entre la zona de alta montaña desde Bogotá hasta la región orinocense de Villavicencio, Colombia* (Informe). Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Amaya, C. (2009). *Inventario de la odontofauna (Anisoptera: Odonata) del Norte del Departamento del Meta, Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Bogotá.
- Arévalo, C., Gómez, D. y Guillot, G. (1995). *Estudio comparativo de la macrofauna asociada a macrófitos acuáticos en tres ambientes lóticos del piedemonte Llanero* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., Stribling, J.B. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Second edition. EPA 841-B-99-002. Washington, D.C.: U.S Environmental Protection Agency; Office of Water.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H. y Statzner, B. *Developments In Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches*. Annu. Rev. Entomol. 2006. 51: 495– 523.
- Bossa, A., Tusso S., Chan, L., Martínez, D., Olivares I. y Zambrano, D. (2007). *Estudio Ecológico Regional de los Llanos Orientales en el Centro Ecoturístico Cafam Llanos, Puerto López, Meta*. (Versión preliminar Informe). Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Camacho, K. y Duque, S. (1998). *Fitoplancton en dos lagos de meandro de la llanura de inundación del río Meta (Caquetá Medio) durante dos periodos del año* [tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Canosa, B. (1988). *Influencia del pulso de inundación en la producción y acoplamiento del bacterioplancton, el fitoplancton y el zooplancton en ambientes acuáticos de planos inundables* [tesis de pregrado]. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Bogotá.
- Casallas, D., Cifuentes, L., Gutiérrez, A., Ledezma, E., Ramírez, A. y Vargas, C. (2008). *Comparación de ocho cuerpos de agua en un gradiente altitudinal en dos regiones de la Orinoquía colombiana (piedemonte y altillanura)* (Informe). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Caro-Caro, C. I., Torres- Mora, M. A., y Ramírez-Gil, H. (Ed). (2011). *Determinación y formulación de la medidas socioambientales asociadas a la recuperación del río Orotoy, en el área de influencia de la Superintendencia*

de Operaciones Central Ecopetrol, municipios de Acacías y Castilla La Nueva. Libro resumen. Villavicencio: Universidad de los Llanos.

Cormacarena (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena), ISD (Instituto para la Sostenibilidad del Desarrollo). (2010). Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guayuriba. Parte 5, Bioindicadores - Informe. Villavicencio.

Elósegui, A., Sabater, S. (2009). *Conceptos y técnicas en Ecología Fluvial*. Madrid: Fundación BBVA.

López, M., Guillot, G. (1995). *Estudio comparativo de la productividad primaria y biomasa de algas epilíticas en tres sistemas lóticos del Piedemonte Llanero* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.

Lozada, L. y Guillot, G. (1992). *Estudio comparativo de la comunidad fitoplanctónica en las lagunas Menegua y Mateyuca en el municipio de Puerto López, Meta, Colombia*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.

Medina, R. y Guillot, G. (1996). *Efecto de la disponibilidad de Seston y variaciones del hábitat sobre la composición y estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados bénticos en medios lóticos del Piedemonte Llanero* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.

Muñoz, A., Suarez, C., Robles, I., Ramírez, D., Mora, G. y Torres, J. (2010). *Aproximación a la caracterización ecológica de tres ecosistemas lóticos de la Orinoquia colombiana durante el periodo de lluvias* (Informe). Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Odum, E. P. (1972). *Ecología*. México: Tercera edición Interamericana.

Ospina, N. y Peña, E. (2004). Alternativas de monitoreo de calidad de aguas: Algas como Bioindicadores. *Acta Nova*. (2:4): 513-517. Bolivia.

Ramírez, A. y Viña, G. (1998). *Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y Estadísticas de análisis*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano - BP Exploration.

Roldán, G. (1992). *Fundamentos de limnología tropical*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Roldán, G. y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología neotropical*. 2 Ed. Medellín: Universidad de Antioquia.

Rubiano, L. y Reyes, C. (1994). *Estudio ecológico de la artropofauna asociada a macrófitos acuáticos en los esteros Piscilago y El Vigía ubicados en Puerto López, Meta* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.

Sánchez, R., Galvis, G. y Victoriano, P. (2003). Relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río Meta (Colombia). *Gayana*, 67(1), 75-86.

Valencia, D. y Campos, M. (2010). Camarones de agua dulce de los afluentes colombianos de los ríos Amazonas y Orinoco (Palaemonidae, Euryrhyndidae, Sergestidae). *Caldasia*, 32(1):221-234.

Vera-Parra, N., Marciales-Caro, L. y Otero-Paternina A., Cruz Casallas P. y Velasco Santamaría Y. (2011). Impacto del agua asociada a la producción de una explotación petrolera sobre la comunidad fitoperifítica del río Acacías (Meta, Colombia) durante la temporada de lluvias. *Orinoquia*, 15(1):31-40.





Concepción baja

4

Peces: diversidad y aprovechamiento

Hernando Ramírez-Gil y Rosa Elena Ajiaco-Martínez*

INTRODUCCIÓN

Ancestralmente la vida de los pobladores de la Orinoquia ha estado ligada a sus ríos, y los peces se constituyeron en un recurso natural básico para su seguridad alimentaria, situación que actualmente es vigente para muchas comunidades ribereñas. La importancia de los peces en la dieta y en épocas más recientes en la generación de recursos económicos y de empleo, como consecuencia de la diversificación del uso (ornamental, consumo y pesca deportiva), ha despertado el interés de la comunidad científica que busca, no solo conocer su biodiversidad sino también, identificar procesos de alteración y degradación ambiental a través de ellos.

El crecimiento en las actividades económicas en la región orinocense en general y en particular en las cuencas de los ríos Guayuriba y Ocoa y caños Quenane y Quenanito, ha avanzado a pasos agigantados en los últimos 10 años con el incremento de las actividades minero energéticas, agropecuarias, turísticas y la ampliación de los centros poblados. Este proceso se ha adelantado sin consideraciones ambientales y viene afectando no solo la calidad de las aguas de estos cuerpos de agua sino también los recursos allí contenidos, limitando la potencialidad de los servicios ecosistémicos que tradicionalmente han prestado las comunidades de peces a los habitantes de estos cauces.

Con el ánimo de identificar el estado actual del conocimiento sobre los peces y su

aprovechamiento en los ríos Guayuriba y Ocoa y los caños Quenane y Quenanito, se revisó la literatura disponible sobre investigaciones realizadas no solo en esta zona sino en toda la Orinoquia, para obtener información del estado de la biodiversidad y de su aprovechamiento.

METODOLOGÍA

Para establecer el estado del arte del conocimiento de la biodiversidad íctica y su uso en los cauces a estudiar, se tuvo como fuente de información primaria las publicaciones científicas, documentos técnicos y cartográficos, que reportaban especies ícticas y su uso en los cauces objeto de estudio y en la cuenca del río Meta.

Se realizaron entrevistas con los habitantes de los sectores aledaños a los cauces, indagando inicialmente sobre las especies observadas, para obtener antecedentes históricos de especies que la comunidad observó, que no hayan sido reportadas en estudios anteriores. La información obtenida se organizó y clasificó en una base de datos, teniendo en cuenta si eran trabajos de sistemática, de ecología o de uso de los peces. Finalmente se analizó

*Grupo de Investigación: Evaluación Manejo y Conservación de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros (GHIPES Unillanos). Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (ICAOC). Universidad de los Llanos. hramirezgil@gmail.com; reajaco@gmail.com

contrastando las diferentes fuentes, temas y conceptos, para sintetizar el estado del arte en el conocimiento de la biodiversidad íctica y su uso en los cauces estudiados.

RESULTADOS

Los estudios de especies ícticas en la Orinoquia colombiana se remontan a principios del siglo pasado con trabajos como los de Eigenmann (1914, 1919, 1921 y 1922) y Myers (1930), quienes hacen los primeros reportes de especies para la región especialmente en la parte alta del río Meta. Posteriormente nuevas investigaciones incrementan los listados, dentro de las cuales cabe destacar las realizadas por Myers y Weitzman (1960), Géry (1963, 1966), Cala (1977, 1991 a, 1991b), Silfvergrip (1988), Galvis, Mojica y Rodríguez (1989), Galvis, Mojica, Provenzano, Lasso, Taphorn, Royero, Castellanos, Gutiérrez, Gutiérrez, López, Mesa, Sánchez y Cipamocha (2007), Maldonado-Ocampo (2000, 2001, 2004), Lasso, Mojica, Usma, Do Nascimento, Taphorn, Provenzano, Lasso-Alcalá, Galvis, Vásquez, Lugo, Machado-Allison, Royero, Suárez y Ortega-Lara (2004), Lasso, Usma, Villa-Navarro, Sierra-Quintero, Ortega-Lara, Mesa, Patiño, Lasso-Alcalá, Morales, González-Oropeza, Quiceno, Ferrer y Suárez (2009), Maldonado-Ocampo, Lugo, Bogotá-Gregory, Lasso, Vásquez, Usma, Taphorn y Provenzano (2006), Maldonado-Ocampo y Bogotá-Gregory (2007), Maldonado-Ocampo, Vari y Usma (2008), Urbano-Bonilla, Zamudio, Maldonado-Ocampo, Bogotá-Gregory, Cortés-Millán y López (2009) y Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez (2011).

Todos estos estudios señalan que la Orinoquia colombiana es una de las regiones más diversas en especies ícticas de agua dulce, con aproximadamente 658 catalogadas hasta el año 2008, que equivalen al 46 %

del total registrado para Colombia estimado en 1.454 especies (Maldonado *et al.* 2008; Lasso *et al.* 2009) sin que se tengan listas que incluyan las nuevas especies encontradas en trabajos más recientes.

Para la cuenca del río Meta, Lasso *et al.* (2004), reportaron 378 especies de peces, número que posteriormente se incrementa a 467 (Maldonado *et al.* 2009) y que en los últimos registros se estima en 567 especies (Villa-Navarro, Urbano-Bonilla, Ortega-Lara, Taphorn y Usma, 2011). En el piedemonte llanero Galvis *et al.* (2007), basados en muestreos de varios caños, hacen un inventario de 93 especies, no obstante colectas realizadas en el canal principal del río Orotoy permiten la descripción de 113 (Ramírez-Gil, Ortega-Lara, Ajiaco-Martínez y Pineda-Argüello, 2011). Estos resultados indican que deben realizarse más esfuerzos para poder establecer la diversidad íctica de la cuenca del río Meta y en especial de la región del piedemonte Llanero.

Específicamente no se han publicado resultados de levantamientos en los ríos Guayuriba y Ocoa y de los caños Quenane y Quenanito, tan solo se tienen referencias puntuales de algunas especies en los ríos Guayuriba y Ocoa (Tabla 1), en el caño Quenane y en algunos afluentes del río Ocoa, basados en estudios de Galvis *et al.* (2007) y en la descripción de *Chaetostoma formosae* de Ballen (2011).

De acuerdo con los registros encontrados en la literatura existe un mayor predominio de las especies pertenecientes a los órdenes Siluriformes con el 42 % (cuatro familias, ocho especies) y Characiformes con el 37 % (cuatro familias, siete especies) seguido por los Perciformes con el 16 % (una familia, tres especies) y último los Cyprinodontiformes con el 5 % (una familia, una especie) como se aprecia en la figura 1.

Tabla 1. Especies reportadas para los ríos Guayuriba y Ocoa y caño Quenane.

Orden	Familia	Especie	Uso	Sitio de reporte
CHARACIFORMES	Curimatidae	<i>Steindachnerina guatheri</i>		Caño La Unión
	Crenuchidae	<i>Characidium steindachneri</i>	Ornamental	Caño La Unión, río Guayuriba
		<i>Characidium gr zebra</i>	Ornamental	Caño La Unión, caño Seco, Cola de pato y Siete vueltas
	Characidae	<i>Astyanax gr bimaculatus</i>		Caño La Unión
		<i>Bryconops giacopini</i>		Caño La Unión
		<i>Charax metae</i>		Caño La Unión
	Ctenoluciidae	<i>Boulengerella lateristriga</i>	Ornamental	Caño La Unión
SILURIFORMES	Trichomycteridae	<i>Ochmacanthus alternu</i>		Caño La Unión y Caño Suria
	Callichthyidae	<i>Corydoras metae</i>	Ornamental	Caño La Unión
	Loricariidae	<i>Chaetostoma formosa</i>	Ornamental	Río Ocoa y C. Quenane
		<i>Farlowella vittata</i>	Ornamental	Caño La Unión
		<i>Lamontichthys llanero</i>	Ornamental	Caño La Unión
		<i>Reniloricaria eingemanni</i>	Ornamental	Caño La Unión
	Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia orinoco</i>		Caño La Unión y río Guayuriba
		<i>Nemuroglanis mariai</i>		Caño La Unión
CYPRINODONTIFORMES	Rivulidae	<i>Rivulus limancochae</i>		Caño La Unión y río Guayuriba
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Aequidens metae</i>	Ornamental	Caño La Unión
		<i>Aequidens sp.</i>	OrnamentaL	Caño La Unión y río Guayuriba
		<i>Crenicichla geayi</i>	Ornamental	Caño La Unión

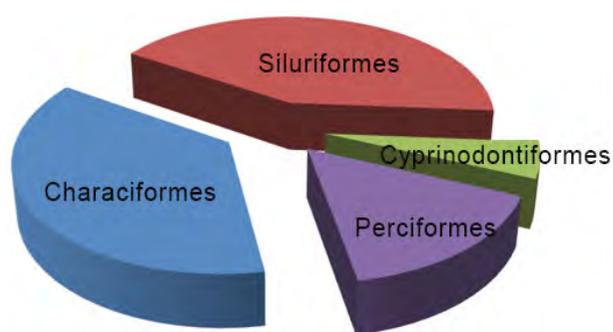


Figura 1. Ordenes más representativos de las especies ícticas, registradas en la literatura en los ríos Guayuriba, Ocoa y caño Quenane.

APROVECHAMIENTO

Adicional a la importancia biológica y ecológica de los peces, estos se han aprovechado en la región desde tiempos ancestrales como fuente de alimento para las comunidades indígenas, y en la actualidad como generadores de recursos económicos en las pesquerías de especies de consumo y de interés ornamental.

Desde el punto de vista del uso del recurso, también los estudios en la Orinoquia colombiana iniciaron en el alto Meta, con las evaluaciones a las pesquerías de consumo y ornamentales realizadas por Scully, Blanco, Garzón y Torres (1980), Malvestuto, Scully y Garzón (1980) y Garzón y Valderrama (1988). En la región se aprovechan comercialmente 57 especies para consumo (MADR-CCI, 2010 a), con una captura estimada para el año 2010 de 1030,6 t (MADR-CCI, 2011) y 103 especies ornamentales con desembarcos de 11.760.000 unidades (MADR-CCI, 2011).

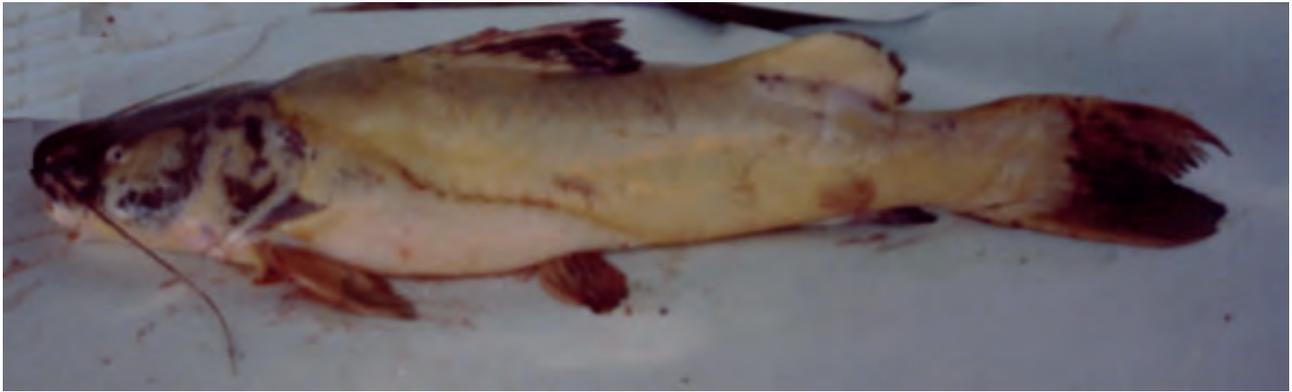
A nivel de los ríos Guayuriba y Ocoa y de los caños Quenane y Quenanito, se conoce la existencia de pesquerías comerciales de especies de consumo en el área de influencia del río Guayuriba, sin embargo el único

trabajo reportado es el de Ajiaco-Martínez y Ramírez-Gil (1990), quienes estiman para el ciclo 1987-1988 un desembarco de 43,3 t con un listado de 19 especies capturadas tanto en el río Guayuriba como en el río Metica, que se presenta en la tabla 2.

En las entrevistas realizadas a los habitantes ribereños del río Guayuriba, además de las especies presentadas en la tabla 2, se reporta la captura de *Ageneiosus cf. pardalis* (chancleto), *Hemisorubim platyrhynchus* (doncella), *Plagioscion squamosissimus* (sardinata) y *Trachelyopterus galeatus* (bagre sapo).

Tabla 2. Especies de consumo comercializadas en el área de influencia del río Guayuriba.

Especie	Nombre común
<i>Zungaro zungaro</i>	Amarillo
<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Apuy
<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Baboso
<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i>	Bagre rayado
<i>Pseudoplatystoma metaense</i>	Bagre tigre
<i>Pinirampus pinirampu</i>	Barbiancho
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Blancopobre
<i>Prochilodus mariae</i>	Bocachico
<i>Piaractus brachypomus</i>	Cachama
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	Cajaro
<i>Sorubim lima</i>	Cucharo
<i>Brachyplatystoma rosseauixii</i>	Dorado
<i>Calophysus macropterus</i>	Mapurito
<i>Pimelodus blochii</i>	Nicuro
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Paletón
<i>Mylossoma duriventris</i>	Palometa
<i>Hydrolycus scomberoides</i>	Payara
<i>Pterodoras rivasi</i>	Sierra cagona
<i>Oxidoras niger</i>	Sierra copora
<i>Leiarius marmoratus</i>	Yaque



Amarillo (*Zungaro zungaro*), la especie más representativa en las capturas comerciales del río Guayuriba.

De las especies de consumo registradas en el área de Bocas del Guayuriba (Figura 2), se destaca *Z. zungaro* que representó el 66 % de la captura total (Ajiaco-Martínez y Ramírez-Gil, 1990). Se le considera uno de los grandes bagres, con tallas que alcanzan hasta los 165 cm de longitud estándar (Ramírez-Gil, Ajiaco-Martínez y ÁlvarezLeón, 2002). Es importante anotar que se reproduce en la zona de la confluencia del río Guayuriba con el río Metica (Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez, 1990).

Del total de especies comercializadas en la región del río Guayuriba nueve de ellas, están catalogadas con algún grado de amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en el Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (2012), tal como se presentan en la tabla 3.

En cuanto a peces ornamentales, en Villavicencio se comercializaron 2.700.000 ejemplares de 43 especies en el año 2010 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Corporación Colombia Internacional (CCI) (2011). De ellas, las cantidades

comercializadas de *C. metae* (corredora meta), *C. formosa* (cucha albina) y *F. vittata*, *L. llanero* y *R. eingemanni*, representaron el 22 % del total (Tabla 4).

De las otras especies reportadas por Galvis *et al.*, (2007), como peces ornamentales las cantidades son bajas y no son visibilizadas por la estadística disponible.

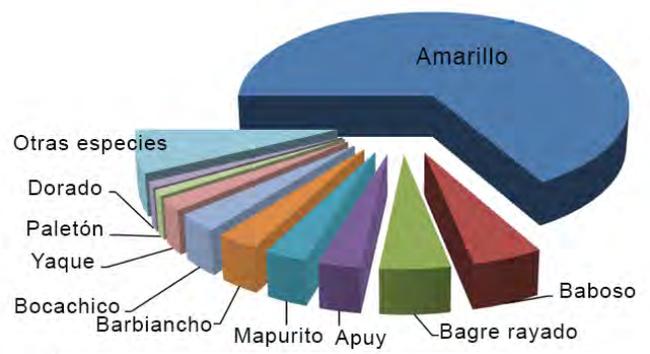


Figura 2. Composición porcentual de las capturas de peces de consumo en Bocas del Guayuriba (1987-1988). Fuente: Ajiaco-Martínez y Ramírez-Gil, 1990.

Tabla 3. Listado de especies comercializadas en el área de influencia de Bocas del Guayuriba, catalogadas en el Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (2012).

Especie	Nombre común	Categoría	Autor
<i>Zungaro zungaro</i>	Amarillo	Vulnerable	Ramírez-Gil et al. 2012a
<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Apuy	Vulnerable	Ramírez-Gil et al. 2012b
<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Baboso	Vulnerable	Ramírez-Gil et al. 2012c
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Blancopobre	Vulnerable	Ajiaco-Martínez et al. 2012
<i>Sorubim lima</i>	Cucharo	Casi Amenazada	Buitrago-Suárez y Álvarez León, 2012
<i>Brachyplatystona rosseauixii</i>	Dorado	Vulnerable	Agudelo et al. 2012
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Paletón	Casi Amenazada	Ramírez-Gil et al. 2012d
<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i>	Bagre rayado	Vulnerable	Ramírez-Gil et al. 2012e
<i>Pseudoplatystoma metaense</i>	Bagre rayado, cabezón	Vulnerable	Ramírez-Gil et al. 2012f

Tabla 4. Cantidades comercializadas de peces ornamentales reportados para la zona de estudio.

Especie	Nombre común	Cantidad comercializada (número de ejemplares)
<i>Chaetostoma formosa</i>	Cucha albina	286.866
<i>Farlowella vittata</i>	Loricaria	158.839
<i>Lamontichthys llanero</i>		
<i>Reniloricaria eingemanni</i>		
<i>Corydoras metae</i>	Corredora meta	156.464
TOTAL		602.169



Corredora meta (Corydoras metae), especie comercializada como ornamental en el área de Villavicencio y capturada en el caño La Unión, afluente del río Ocoa.

CONCLUSIÓN

Si bien en el nuevo siglo, el interés por establecer la biodiversidad de peces en la Orinoquia se ha incrementado, es claro que las áreas de muestreo aún son limitadas teniendo en cuenta la gran extensión de la cuenca. Esto se hace más evidente si se tiene en cuenta que la zona del piedemonte y específicamente la región del alto Meta, que fue una de las primeras en ser exploradas, a pesar de tener fácil acceso por su cercanía a centros urbanos como Bogotá y Villavicencio, cuenta con muy poca información al respecto y es poco el esfuerzo por conocer el recurso y sobre todo el estado actual de su biodiversidad.

Igualmente se hace evidente mediante el presente trabajo que no se han publicado resultados de levantamientos en los ríos Guayuriba y Ocoa y de los caños Quenane y Quenanito; tan solo se tienen referencias puntuales de algunos de los afluentes del río Guayuriba y el conocimiento de que las actuales presiones antrópicas sobre estas subcuencas producto de los vertimientos de aguas residuales (industriales, agroindustriales y domésticas), así como la extracción de material de cantera, la deforestación e invasión de sus márgenes, terminarán por disminuir la diversidad ictica sin que alcancemos a conocerla.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, E., Bonilla Castillo, C. A., Gil Manrique, B. D., Gómez, G. A., Acosta Santos, A., Alonso, J. C., Ramírez-Gil, H. y Ajiaco-Martínez, R.E. (2012). *Brachyplatystoma rosseauxii*. En: Mojica, J.I., Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Ed.). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (92-95). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales, Colombia.
- Ajiaco-Martínez, R. E. y Ramírez-Gil, H. (1990). *Análisis de la captura comercial de especies de consumo en Bocas del Guayuriba, parte alta del río Meta* (Orinoquia) 1987-1988. (Informe Técnico). Puerto López: Inderena.
- Ajiaco-Martínez, R. E., Ramírez-Gil, H., Agudelo, C. y Lasso, C. A. (2012). *Brachyplatystoma vaillantii*. En: Mojica, J. I., Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Ed.). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (96-98). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Ballen G.A. (2011). A new species of *Chaetostoma* Tschudi (Siluriformes: Loricariidae) from Colombia with a definition of the *C. anale* species group. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 51(26):383-398
- Buitrago-Suárez, U., Álvarez León, R. (2012). *Sorubim lima*. En: Mojica, J.I., Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Eds). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Cala, P. (1977). Los peces de la Orinoquia colombiana: lista preliminar anotada. *Lozania (Acta Zoológica Colombiana)*. 24:1-21.
- Cala, P. (1991^a). Nuevos registros de peces para la Orinoquia colombiana. I Rajiformes, Clupeiformes, Characiformes y Gymnotiformes. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*. 4(1-2):89-99
- Cala, P. (1991b). Nuevos registros de peces para la Orinoquia colombiana, II. Siluriformes, Atheriniformes, Perciformes y Pleuronectiformes. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. 4(1-2): 100-112.
- Eigenmann, C.H. (1914). On new species of fishes from the río Meta Basin of Eastern Colombia and on albino o blind fishes from near Bogotá. *Indiana University Studies*. 23:229-230.
- Eigenmann, C. H. (1919). Peces Colombianos de las cordilleras y los Llanos al oriente de Bogotá. *Boletín Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales*. 62-65: 126-136.
- Eigenmann, C. H. (1921). Peces Colombianos de las cordilleras y los llanos al oriente de Bogotá. *Boletín Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales*. 67:191-199.
- Eigenmann, C. H. (1922). The fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panama, and the Pacific slopes of Ecuador and Peru. Together with an appendix upon the fishes of the río Meta in Colombia. *Memoirs of the Carnegie Museum*. 9 (1):1-346
- Galvis, G., Mojica, I. y Rodríguez, F. (1989). *Estudio ictiológico de una laguna de desborde del río Metica*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia; Fondo FEN Colombia.
- Galvis, G., Mojica, J. I., Provenzano, F., Lasso, C. A., Taphorn, D., Royero, R., Castellanos,

- C., Gutiérrez, A., Gutiérrez, M.A., López, Y., Mesa, L., Sánchez, P. y Cipamocha, C. (2007). *Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Incoder, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales.
- Garzón, F. y Valderrama, M. (1988). Evaluación de la captura y el esfuerzo de las pesquerías de consumo del alto río Meta, en la Orinoquia colombiana. *Trianea* (Act. Cient. Tecn. Inderena). 1:209-228.
- Géry, J. (1963). Preliminary descriptions of seven new species and two new genera of characoid fishes from the upper río Meta in Colombia. (Contribution N° 34). *Tropical Fishes Hobby*. 12(5): 25-32, 41-48
- Géry, J. (1966). *Axelrodia riesei*, a new characoid fish from upper Río Meta in Colombia (With remarks concerning the genus *Axelrodia* and description of similar, sympatric, *Hyphessobrycon*-species. *Ichthyologica*. 33: 111-120.
- Gobernación de Cundinamarca. (s.f.) *Plan de Desarrollo 2008-2011 de Gutiérrez, el desarrollo sigue su marcha*. Cundinamarca: Gobernación de Cundinamarca.
- Lasso, C. A., Mojica, J. I. , Usma, J. S. Maldonado, J. DoNascimento, C. , Taphorn, D. Provenzano, F. Lasso Alcalá, O., Galvis, G., Vásquez, L., Lugo, M., Machado Allison, A., Royero, R., Suarez, C., Ortega Lara, A. (2004). Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana*. 5 (2): 95-158.
- Lasso, C. A., Usma, J.S., Villa, F., Sierra Quintero, M.T., Ortega Lara, A., Mesa, L. M., Patiño, M.A., Lasso Alcalá, O.M., Morales M.B., González-Oropeza, K., Quiceno, M., Ferrer, A., Suárez, C. F. (2009). Peces de la Estrella Fluvial Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y Orinoco (Orinoquia colombiana). *Biota Colombiana*. 10(1-2):89-122.
- Maldonado-Ocampo J. A. (2000). *Peces de Puerto Carreño: lista ilustrada*. Bogotá: Fundación Omacha.
- Maldonado-Ocampo J. A. (2001) Peces del área de confluencia de los ríos Meta, Bitá y Orinoco en el municipio de Puerto Carreño Vichada, Colombia. *Dahlia – Revista de la Asociación Colombiana de Ictiología*. 4:61-74.
- Maldonado-Ocampo, J. A. (2004). Peces de la Orinoquia colombiana: una aproximación a su estado actual de conocimiento. En: Diazgranados, M. C., Trujillo, F. (Ed.). *Fauna acuática en la Orinoquia colombiana*. (Pp. 303-368). Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Departamento de Ecología y Territorio, Pontificia Universidad Javeriana.
- Maldonado-Ocampo J. A, Lugo, M., Bogotá Gregory, J. D., Lasso, C. A., Vásquez, L., Usma, J. S., Taphorn, D. y Provenzano, F. (2006). Peces del río Tomo, Cuenca del Orinoco, Colombia. *Biota Colombiana*. 7(1):113-128.
- Maldonado-Ocampo J. A. y Bogotá Gregory J. D. (2007). Peces. En: Villarreal-Leal, H., Maldonado-Ocampo, J. A. (Comp.) *Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro* (Sector NE), Vichada, Colombia (Pp. 237-245). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Maldonado-Ocampo J. A., Vari, R. P. y Usma, J. S. (2008). Check List of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*. 9(2):143-237.
- Malvestuto, S., Scully, R. y Garzon, F., (1980). Catch assessment survey design for monitoring the upper Meta river fishery, Colombia, South

- America. International Center for Aquaculture, Auburn University. *Research and Development Series*, (27). 15 p.
- Ministerio del Medio Ambiente y Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) (2002) *Guía Ambiental para el Manejo del Arroz*. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/documentos/guia_ambiental_subsector_arrocero.pdf
- Myers, G. A. (1930). Fishes from the upper Rio Meta basin, Colombia. *Proceeding of the Biological Society of Washington*. 43:45-72.
- Myers, G. S. y Weitzman, S. H. (1960). Two new species collected by general Thomas D. White in Eastern Colombia. *Stanford Ichthyological Bulletin*. 4(4): 98-109.
- Ramírez-Gil, H. y Ajiaco-Martínez, R. E. (1990). *El amarillo Paulicea luetkeni Steindachner 1876 (Pisces:Pimelodidae) observaciones biológico pesqueras y su estado actual en el alto Meta*. Informe Técnico). Puerto López, Meta: Inderena.
- Ramírez-Gil, H., Ortega Lara, A., Ajiaco-Martínez, R. E. y Pineda Arguello, I. Z. (2011a). *Ictiofauna del río Orotoy, distribución e importancia*. (Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible). Villavicencio: Universidad de los Llanos.
- Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R. E. y Álvarez León, R. (2002). *Paulicea luetkeni*. En: Mojica, J. I., Castellanos C., Usma, J. S. y Álvarez León, R. (Ed.). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (123-125). Serie Libro rojo de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Ramírez-Gil, H. y Ajiaco-Martínez, R. E. (2011). Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Orinoco. En: Lasso, C. A., Gutiérrez, F. P., Morales Betancourt, M., Agudelo, E., Ramírez-Gil, H. y Ajiaco-Martínez, R. E. (Ed.). *II Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia* (Capítulo 6. 168-198). Bogotá D.C.: Instituto de Investigaciones de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R. E., Agudelo, E., Lasso, C. A., Álvarez León, R. (2012a). *Zungaro zungaro*. En: Mojica, J. I., Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Ed.). *Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (192-195). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R. E., Bonilla Castillo, C., Agudelo, E., Lasso, C. A., Álvarez León, R. (2012b). *Brachyplatystoma juruense*. En: Mojica, J.I., Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Ed.). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (86-88). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R.E., Bonilla-Castillo, C., Agudelo, E., Lasso, C.A., Álvarez León, R. (2012c). *Brachyplatystoma platynemum*. En: Mojica, J.I., Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Eds). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (89-91). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R.E., Agudelo, E., Lasso, C. A., Álvarez León, R. (2012d). *Sorubimichthys planiceps*. En: Mojica, J.I.,

Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Ed.). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (252-254). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.

Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R.E., Lasso, C.A. (2012e). *Pseudoplatystoma orinocoense*. En: Mojica, J. I., Usma, S., Álvarez León, R., Lasso, C. A. (Eds). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (168-170). Bogotá, D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.

Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R. E., Lasso, C. A. (2012f). *Pseudoplatystoma metaense*. (165-167). En: Mojica, J. I., Usma, S., Álvarez R., Lasso, C. (Ed.). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales, Bogotá, D.C. Colombia.

Scully, R., Blanco, M. C., Garzon, F. y Torres, M. (1980 a). *The Upper Meta River system ornamental fishery*. Project N1 AID/LA-C-1176. Auburn: The international Center for Aquaculture, University of Auburn.

Scully, R., Blanco, M. C., Garzón F. y Torres, M. (1980 b). *Social and economic conditions among upper Meta river fishermen*. Project N1 AID/LA-C-1176. Auburn: The international Center for Aquaculture, University of Auburn.

Silfvergrip, A. (1988). *On the fish fauna of the upper river Meta*. Swedish: Museum of Natural History, University of Lund.

Urbano Bonilla, A., Zamudio, J., Maldonado-Ocampo, J. A., Bogotá Grégory, J. D., Cortes Millán, G. y López, Y. (2009). Peces del piedemonte del departamento de Casanare, Colombia. *Biota Colombiana*. 10: 149-162.

Villa Navarro, F. A., Urbano Bonilla, A. Ortega-Lara, Taphorn D. C. y Usma Oviedo, J. S. 2011. Peces del Casanare. (120-137). En: Usma, J. S. y Trujillo, F. (Ed.). *Biodiversidad del departamento del Casanare, identificación de ecosistemas estratégicos*. Gobernación del Casanare, WWF, Bogotá D. C.





Río Guayuriba

Coberturas y uso del suelo

Diana Paola Osorio-Ramírez, Oscar Javier Díaz-Celis*, Marcio Baquero-Galvis*, María del Pilar Salazar-Arias, Cirilo Cárdenas-Gelves, Paula Andrea Duarte-Guarín, Clara Inés Caro-Caro*.*

INTRODUCCIÓN

La transformación de los ecosistemas como resultado de actividades humanas, puede ser causada por múltiples factores que actúan en diferentes escalas de tiempo y espacio (Almeida, Nava, Ramos, Espinosa, Ordoñez y Jujnovsky, 2007). Así, los entornos naturales se han convertido en paisajes fragmentados por actividades como la agricultura, la ganadería y la extracción de recursos naturales, causas principales de afectación de la diversidad biológica (Sala, Chapin, Armesto, Berlou, Bloomfield, Dirzo, Huber-Sanwald, Huenneke, Jackson, Kinzig, Leemans, Lodge, Mooney, Oesterheld, Poff, Sykes, Walker, Walker y Wall, 2000) y motores directos de transformación, que reflejan la manera en que la sociedad se desempeña en el territorio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2014). De esta manera, las diferentes formas de apropiación modifican el uso del suelo y por ende las coberturas, lo que implica cambios sustanciales en ámbitos políticos y de acción, con lo que se expresan las interdependencias entre las actividades humanas y los ecosistemas. En este contexto se hacen necesarios procesos de planeación y diseño de acciones que aseguren el bienestar de la sociedad (MADS, 2012; Galán, Balvanera y Castellarini, 2013) y garanticen la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005).

Por lo anterior, es importante determinar las coberturas, la aptitud y los usos que se dan al suelo, ya que estos evidencian los tipos de intervención y las transformaciones generadas. El conocimiento de las coberturas

y los usos del suelo, mediante un análisis físico-biótico permite caracterizar y espacializar las diferentes unidades de paisaje, en este caso, a nivel de cuenca y así determinar las áreas donde no existe intervención, donde esta es moderada o donde cambia completamente o desaparece la cobertura vegetal existente. Uno de los atributos importantes a establecer es la aptitud de los suelos, entendida como la capacidad de producción con base en su estructura y composición, pues al asociar este atributo con los usos actuales, se evidencian las actividades que generan los conflictos de uso del suelo. Con esta información se pueden diseñar acciones y establecer responsabilidades en pro del funcionamiento de los ecosistemas.

En este capítulo se explica la importancia de determinar las coberturas, usos y conflictos de uso del suelo, junto con una breve descripción de su marco normativo. Por otro lado, según la información secundaria compilada, se presenta un histórico de las áreas sembradas y en general de las actividades productivas de los municipios que conforman las cuencas. Finalmente, se realiza una descripción general del estado de conocimiento de las coberturas y uso del suelo para la cuenca de la Orinoquia y específicamente para las cuencas de los ríos Guayuriba y Ocoa y del caño **Quenane-Quenanito**.

* Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible (GIGAS). Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (ICAOC). Universidad de los Llanos, Km 12 vía Puerto López Vereda Barcelona, Villavicencio, Colombia.
dosorio@unillanos.edu.co; oscar.diaz.celis@unillanos.edu.co; baquero.marcio@gmail.com; pilar7816@gmail.com; andre.-37@hotmail.com; cirilo.cardenas@unillanos.edu.co; clarainescaro@unillanos.edu.co.

GENERALIDADES

La “cobertura” de la tierra, es la cubierta (bio) física que se observa sobre su superficie (Di Gregorio, 2005). En su acepción más amplia, esta no solo describe la vegetación y elementos antrópicos existentes sobre la Tierra, sino también los cuerpos de agua y afloramientos rocosos. Dentro de las clasificaciones de coberturas se encuentran: territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales [Ideam], 2010.

La determinación de las diferentes coberturas y usos del suelo son de gran importancia pues permiten evidenciar la transformación que sufren los paisajes naturales debido a la continua expansión de las actividades humanas. Actividades que son cada vez más rápidas e impactantes por los procesos de tecnificación en la agricultura, la ganadería, por la expansión urbana y por la aparición de nuevos asentamientos humanos de forma no planificada.

A lo anterior se debe sumar como aspecto fundamental, el uso inadecuado del suelo, que ignora la aptitud y la capacidad, es decir, las propiedades físicas, químicas y morfológicas, además de la oferta ambiental del suelo, deteriorando su calidad y riqueza. De allí la importancia de identificar las áreas donde los cambios en las coberturas y los usos del suelo inadecuados generan degradación de tierras (sobreutilización), al igual que las zonas donde existe subutilización, ya que su potencial es mayor (Guerra, 2014). Con esto queda resaltada la discrepancia entre el uso que hace el hombre de su medio ambiente y aquel que debería tener de acuerdo a la oferta natural (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2002) , para desde

allí realizar un análisis que permita encontrar y definir acciones que favorezcan el correcto uso de los recursos (Barreira, 2012) disponibles permitiendo que los sectores agrícola y ambiental sean sostenibles en el tiempo.

NORMATIVIDAD

- Decreto 2811 de 1974 libro segundo, parte VII, títulos I y II, habla del suelo agrícola y de los usos no agrícolas del suelo.
- Código de minas, decreto 2655 de 1988: regula la competencia de los diferentes organismos, entidades del estado y particulares, sobre las actividades de exploración, explotación, prospección, transporte, beneficio, aprovechamiento y comercialización de los diferentes recursos no renovables encontrados en suelo y subsuelo, sean propiedad privada o de la nación.
- Decreto Reglamentario 2462 de 1989. Hace referencia a la explotación de los distintos materiales empleados para la construcción.
- Ley 388 de 1997, capítulo IV artículos 30 al 35, habla sobre las diferentes clases de suelos municipales y regula su uso en referencia a los planes de ordenamiento territorial municipales, propendiendo por un uso racional y equitativo, evitando posibles conflictos de tipo ambiental, fundamentando el ordenamiento del territorio sobre los principios de la función social y ecológica de la propiedad, la prevalencia del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios, en la búsqueda del desarrollo sostenible.

METODOLOGÍA

Para establecer una línea base orientada al conocimiento de coberturas y uso del suelo de las cuencas de interés, se revisaron fuentes

secundarias de documentos técnicos tales como Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCH), Planes de Manejo Ambiental (PMA), entre otros. Adicionalmente, se realizó la búsqueda de bases de datos de información agropecuaria, respecto a áreas sembradas, para dar un estimativo histórico de cómo han sido las dinámicas en el territorio.

Para realizar la cartografía presentada en este documento, la información fue extraída principalmente de las capas de información (shapes files) generados en Romero, Galindo, Otero y Armenteras (2004), Cormacarena e ISD (2010), Cormacarena *et al.* (2010) e IDEAM (2010), así como la cartografía base del IGAC, disponible al momento de trabajo (años 1979 - 1981). Los cortes de información para las áreas de interés se generaron desde el Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana (CAOC), oficina SIG. La información geográfica temática utilizada y generada, se referenció al sistema de coordenadas GCS MAGNA Bogotá con proyección Transverse Mercator, con el fin de obtener información estandarizada según la cartografía oficial del país.

ANTECEDENTES

Respecto a la temática de coberturas y uso de la tierra, la información esta consignada principalmente en informes técnicos de las entidades competentes en el país y en algunos documentos científicos. A continuación, se presenta en orden cronológico la relación de los estudios consultados para la Orinoquia, con énfasis en el departamento del Meta.

A nivel nacional IGAC y Corpoica (2002) realizaron la zonificación de los conflictos de uso de la tierra en Colombia. En cuanto a la región de la Orinoquia encontraron que la cobertura y el uso predominante de la tierra estaban representados por vegetación de sabana (52%), tierras en pastos (30%), tierras en bosques (13%), cuerpos de aguas y pantanos (3%), tierras de agricultura (15%) y otras coberturas (1%), estas últimas representadas en vegetación rupícola (0,89%), matorrales (0,28%) y zonas urbanas (0,04%). Además, determinaron que el 30,3% del área regional presenta tierras intensamente transformadas que representan específicamente para el departamento del Meta, plantaciones de palma africana y pérdida de la vegetación de sabana arbustiva.

Tabla 1. Estimado de uso del suelo nacional y para la región de la Orinoquia.

Renglón productivo	Meta (ha)	Casanare (ha)	Arauca (ha)	Vichada (ha)	Orinoquia (ha)	Nacional (ha)
Agrícola	261.275	95.418	39.237	15.353	411.283	4.326.912
Pecuario	4.661.209	3.406.648	1.692.701	5.555.884	15.316.442	37.135.336
Bosques	396.458	445.333	132.199	684.630	1.658.620	7.939.554
Otros usos	64.524	47.073	58.997	36.488	207.082	1.606.524
TOTAL	5.383.446	3.994.472	1.923.134	6.292.315	17.593.420	51.008.326

Fuente: Corporinoquia, 2002.



Zona alta de la cuenca del río Guayuriba.

Para el mismo año, Corporinoquia (2002) estimó que en la región de la Orinoquia el 87,05 % del suelo estaba ocupado por actividades pecuarias extensivas, en alto grado. Por el contrario, solo el 9,42 % del área estaba representado en usos forestales y el 2,33 % en uso agrícola, comportamiento regional que se refleja en los usos a nivel

departamental (Tabla 1). Adicionalmente, al realizar un comparativo de lo sucedido con el uso del suelo en el período 2002-2012, específicamente para el departamento del Meta, es evidente que se mantiene la actividad pecuaria como el renglón productivo que mayor área ocupa en el territorio (Tabla 2).

Tabla 2. Comparativo de uso del suelo en hectáreas, para el departamento del Meta en el periodo 2002 - 2012.

Renglón productivo	2002	2012
Agrícola	261.275	221.592
Pecuario	4.661.209	4.783.086
Bosques	396.458	235.823
Otros usos	64.524	93.560
TOTAL	5.383.446	5.334.061

Fuente: Corporinoquia (2002), DANE- ENA (2012).

Por otro lado, Romero *et al.* (2004) en el mapa de ecosistemas para la cuenca del Orinoco colombiano, clasificaron los ambientes terrestres para dar un estado de los ecosistemas de la región en el año 2000, como insumo de línea base para identificar el cambio de los ecosistemas a través del tiempo. Dos años después, Correa, Ruiz y Arévalo (2005) realizan una revisión de referentes y reportan para el departamento del Meta 22 estudios de uso del suelo; sin embargo, no presentan las referencias bibliográficas ni un análisis de los aspectos temáticos de los estudios consultados.

Por otro lado, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI], 2007 realizó el balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana, donde determinó las coberturas de la tierra para el año 2006. Este estudio cubrió 27.304 ha del departamento Meta y reportó que la cobertura predominante para esta área fue: bosques naturales (78,8 %) y áreas de pastos (10 %). Otro trabajo que cubrió parte del área del departamento del Meta, fue el realizado por Santana y Salas (2007); los autores analizaron los cambios en la ocupación del suelo ocurrido en las sabanas entre 1987 y 2001, periodo que muestra cambios significativos en un 30 % del área estudiada; la conversión de pastos nativos a pastos introducidos

fue el cambio significativo más extenso (26,7 %), seguido de la eliminación del bosque de galería para implantación de pastos introducidos y agricultura en 1,86 % y 0,9 %, respectivamente; finalmente la conversión de pastos introducidos a suelo desnudo (erosionado) representó el 0,9 % del área total. A su vez, en el año 2011, Rodríguez (2011) establece la cobertura y uso del suelo y los cambios temporales ocurridos para el período 1986-2003, en el piedemonte depositacional del municipio de Villavicencio. Delimita tres coberturas y señala que la cobertura bosque disminuyó en 77,60 % y los bosques de galería en 27,46 %, en tanto que la cobertura palma africana aumento.

Como parte de la información institucional oficial, el IDEAM genera los mapas de coberturas de la tierra para los años 2000-2002 y 2005-2009 a escala 1:100.000, mediante la adopción, adaptación y unificación para Colombia de la metodología CORINE Land Cover, con los que se busca garantizar la compatibilidad y escalamiento de la información, para estudios y monitoreos a nivel regional y local (Ideam, 2012a, b).

Desde otro enfoque, como zona hidrográfica IAvH (2013) estableció los patrones de cambio de cobertura para la zona hidrográfica del Meta, a nivel temporal. Para el año 2007,

reporta predominio de áreas de herbazal inundable (27 %) y de tierra firme (17 %). Respecto a áreas de producción encuentra pastos con el 17 % de cobertura, mosaico de pastos y cultivos con el 11 %, arroz, cultivos y otras plantaciones en menor porcentaje, ocupan alrededor de 85.000 ha de un área total de 8.280.000 ha. La pérdida de área en todas las coberturas naturales entre el año 1987 y 2007 fue de 29,8 %; tal es el caso de las áreas de tierra firme que perdieron 292.000 ha, herbazal 420.000 ha y las zonas inundables de bosques 235.000 ha; áreas que fueron convertidas a pastos y cultivos de arroz, en el caso de los herbazales. Por otra lado, se detectaron 90.000 ha quemadas, además de plantaciones que afectaron progresivamente varios tipos de coberturas, donde los más afectados fueron los herbazales (13.000 ha) y los bosques inundables (12.000 ha). Al revisar la información existente de las cuencas de interés (río Guayuriba, río Ocoa y caño Quenane Quenanito), se encuentran vacíos

de información y escalas inapropiadas para realizar algún tipo de análisis en detalle. Tal es el caso de la información presentada en el POMCH del río Guayuriba, con escala 1:50.000 o los modelos generados en los Planes de Ordenamiento Territorial como por ejemplo el PBOT del municipio de Acacías (escala 1:100.000) o casos en los se carece de esta información, como el EOT del municipio de San Carlos de Guaroa.

USO AGRÍCOLA

El año 2011 se registra el mayor valor para el área sembrada en el departamento del Meta, de la cual, el 78 % corresponde a terrenos de cultivo que permanecen sin sembrar (Barbecho), comportamiento similar al del año 2012, aunque con una leve disminución del área total agrícola. Para el 2013 las áreas de descanso disminuyen y aumentan las áreas destinadas para cultivos permanentes (Tabla 3).



Cultivo de arroz en la zona baja del río Ocoa.

Para los municipios que conforman las cuencas de interés, en este caso Acacías, Villavicencio, Puerto López y San Carlos de Guaroa en la actividad agrícola predominan los cultivos de palma africana (*Eleais sp.*) y el arroz (*Oryza sativa*).

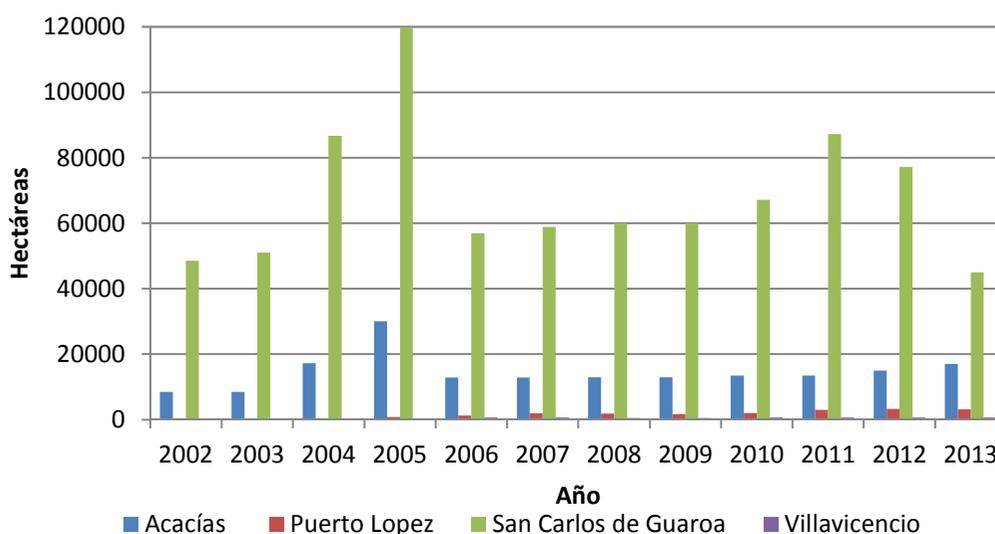
Palma africana. A nivel nacional, el departamento del Meta ha aportado el 33 % en promedio de área del total nacional para la producción y es el departamento con el mayor registró de incremento (75.000 ha) en áreas cultivadas (MADR, 2012). En la zona, el

auge en el cultivo de palma africana tuvo su mayor expresión, en cuanto a área sembrada, en el año 2005, específicamente en el municipio de San Carlos de Guaroa (Figura 1), municipio de mayor extensión en cultivos de palma de aceite en el departamento con una área de 30.000 ha para el 2010 y 43.600 ha para el 2011 (Gobernación del Meta, 2011). El municipio de Acacías presenta el mismo comportamiento en cuando a área sembrada que San Carlos de Guaroa, pero en menor proporción.

Tabla 3. Distribución del suelo en uso agrícola para el departamento del Meta. Área en hectáreas.

Año	Total agrícola	Transitorios	Permanentes	Barbecho	Descanso
2010	193.479	52.250	81.647	57.342	2.240
2011	300.467	46.462	155.330	236.004	3.904
2012	221.592	53.412	94.137	182.883	9.307
2013	244.544	37.243	115.662	64.171	540

Fuente: Reestimación DANE-ENA (2010, 2011, 2012 y 2013).



Fuente: Gobernación del Meta (2006, 2005 y 2014); Base agrícola del Meta 2007-2012; Secretaría de Agricultura del departamento del Meta (2013).

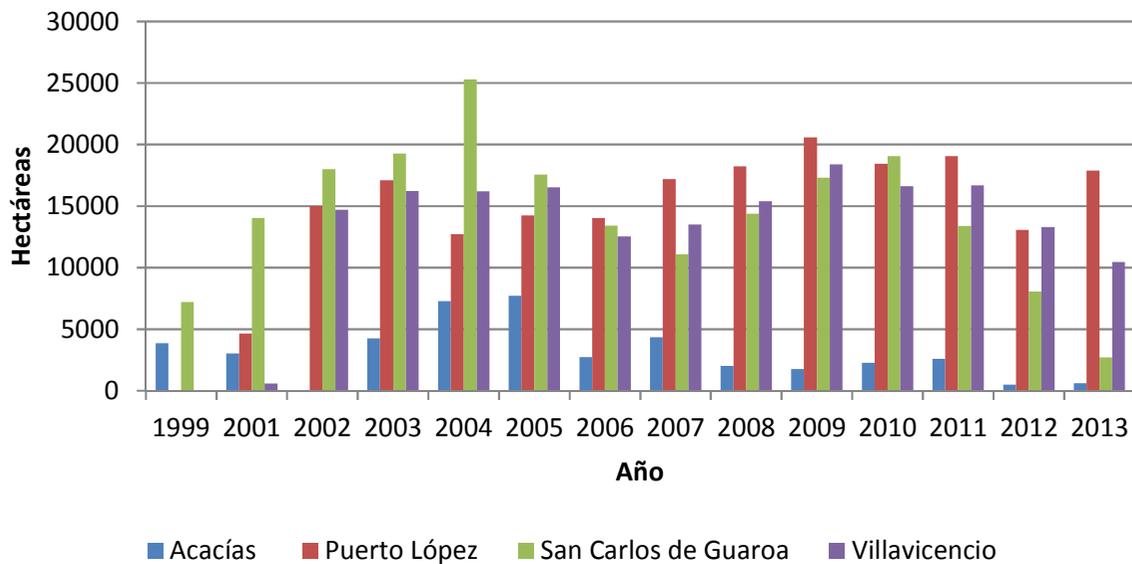
Figura 1. Área sembrada de palma africana en el período 2002 – 2013 en los municipios de Acacías, Puerto López, San Carlos de Guaroa y Villavicencio del departamento del Meta.

Arroz. Los Llanos Orientales ocupan el segundo lugar de las zonas arroceras del país. Casanare y Meta, son los departamentos cuyos indicadores de la dinámica de crecimiento o decrecimiento del área, afectan el comportamiento del cultivo en todo el país (Fedearroz, 2011). En el Meta, los municipios arroceros por excelencia son Villavicencio, Puerto López, Fuente de Oro, Cabuyaro, Granada, San Carlos de Guaroa, San Martín y Acacías.

Respecto a los municipios de interés, para el periodo 1999 al 2005, San Carlos de Guaroa fue el municipio con mayor área sembrada, pasó de 7.204 ha a 25.283 ha sembradas que corresponden al 31 % del área total del

municipio. Entre los factores que permitieron este compartimiento, cabe mencionar, que en los años 2002 y 2003 hubo buenos rendimientos y producciones, precios de mercado, pocos problemas fitosanitarios y valor bajo del precio de arrendamiento, que permitió la ampliación del área sembrada.

Para el periodo 2005 al 2013, el municipio con mayor área fue Puerto López, donde el año de mayor producción fue 2009 con 20.586 ha. Por su lado, Acacías es el municipio de menor área sembrada de arroz, durante el periodo evaluado (Figura 2). Actualmente, algunas de las áreas destinadas para este cultivo, han sido reemplazadas por el cultivo de palma africana.

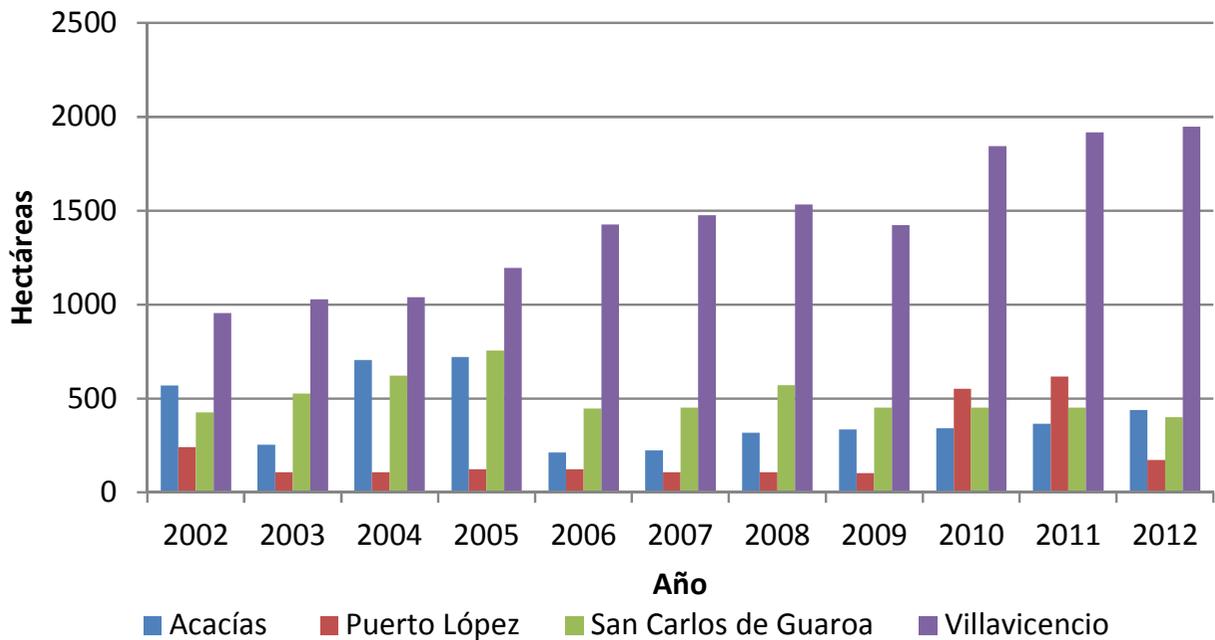


Fuente: Gobernación del Meta (2006, 2005 y 2014); Base agrícola del Meta 2007 – 2012; Secretaría de Agricultura del departamento del Meta (2013).

Figura 2. Área sembrada de arroz en el período 1999 – 2013 en los municipios de Acacías, Puerto López, San Carlos de Guaroa y Villavicencio del departamento del Meta.

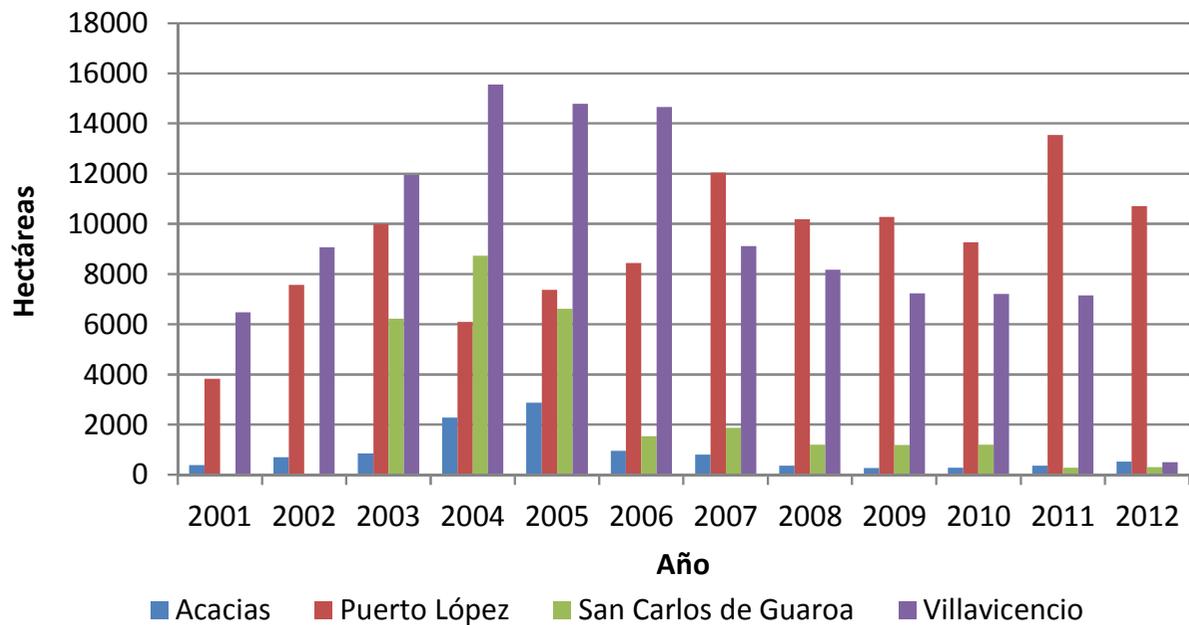
Otros cultivos. El municipio de Villavicencio se destaca por tener la mayor área sembrada en cultivos de tipo perennes y transitorios. En cuanto a los cultivos perennes la información asociada es la del área sembrada de arazá, cacao, café, cítricos, guanábana, guayaba, stevia y yuca. Villavicencio, entre el año 2002 y el 2012 ha incrementado el área de siembra muy por encima de los otros municipios. Para el 2012 el área de siembra de este tipo de cultivos ocupaba el 1,46 % del área total del municipio (Figura 3).

Respecto a cultivos transitorios como algodón, caña azucarera, lulo, maíz, maracuyá, papaya, patilla, piña, plátano y soya, en el periodo 2001-2006, Villavicencio presentó la mayor área de siembra con cultivos como maíz, maracuyá, piña y plátano. Por otro lado, Puerto López mostró un incremento del área de siembra para los años 2002-2003 y los años 2007-2012 con lo que se incrementa el área de uso del suelo de tipo agrícola, para este municipio (Figura 4).



Fuente: Gobernación del Meta (2006 y 2005); Base agrícola del Meta 2007 – 2012; Secretaría de Agricultura del departamento del Meta (2013).

Figura 3. Área sembrada de cultivos perennes en el período 2002 – 2012 en los municipios de Acacías, Puerto López, San Carlos de Guaroa y Villavicencio del departamento del Meta.



Fuente: Gobernación del Meta (2006 y 2005); Base agrícola del Meta 2007 – 2012; Secretaría de Agricultura del departamento del Meta (2013).

Figura 4. Área sembrada de cultivos transitorios en el período 2001 – 2012 en los municipios de Acacias, Puerto López, San Carlos de Guaroa y Villavicencio del departamento del Meta.

USO PECUARIO

Como se mencionó anteriormente, el uso predominante en la región como en el departamento del Meta es el pecuario. En el periodo 2010-2013 este uso disminuyó en 246.543 ha, especialmente en la cobertura de vegetación especial, entre ellas la sabana (Tabla 4). Para este uso, no se encontró información disponible a nivel municipal.



Ganadería en la zona baja de la cuenca del río Ocoa.



Ganadería en la zona baja de la cuenca del río Ocoa.

Tabla 4. Distribución del suelo en uso pecuario para el departamento del Meta. Área en hectáreas.

Año	Total pecuario	Pastos y forrajes	Malezas y rastrojos	Vegetaciones especiales*
2010	4.988.555	2.379.748	606.439	2.002.368
2011	4.715.965	2.665.318	843.885	1.206.762
2012	4.783.086	2.625.769	683.659	1.473.658
2013	4.742.012	2.867.948	916.679	957.385

Fuente: Reestimación DANE- ENA (2010, 2011, 2012 y 2013).

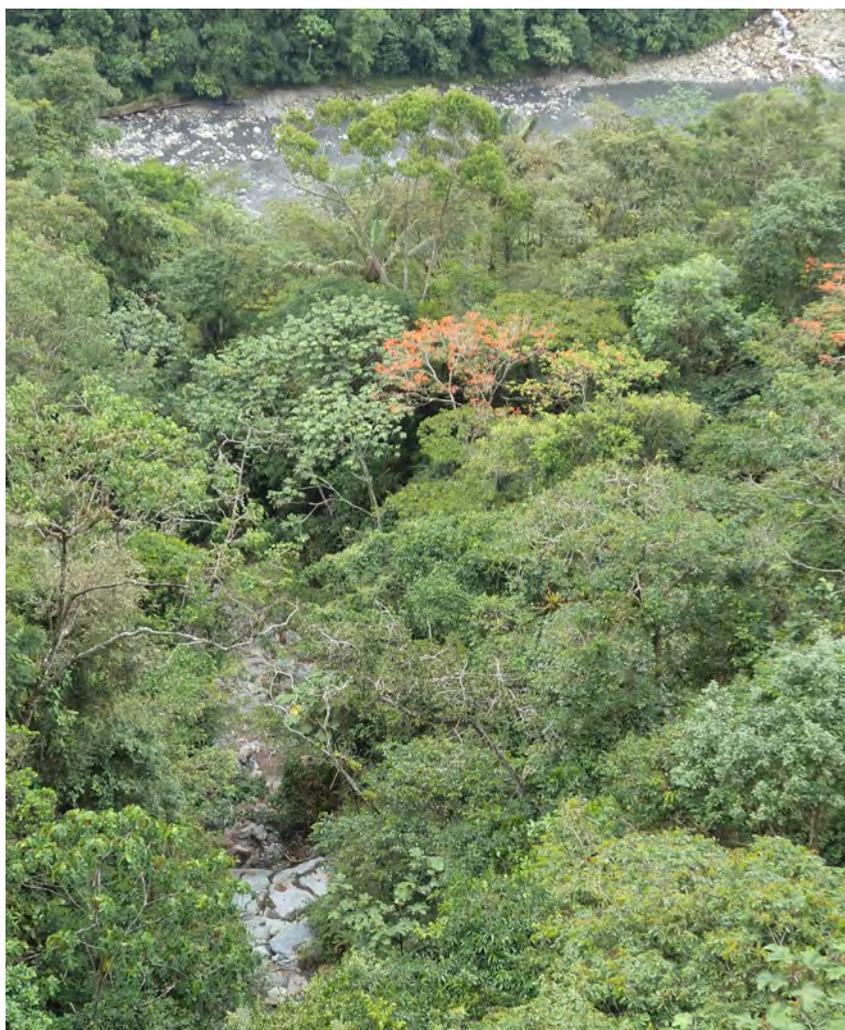
* Corresponde a la sumatoria de área en vegetación de la sabana xerofítica y de páramos

USO EN BOSQUES

Según los registros del DANE para el departamento del Meta entre el año 2010 y 2013 hubo incremento del área de bosque en 271.645 ha (Tabla 5). Para este uso, no se encontró información disponible a nivel municipal.

Tabla 5. Distribución del suelo en bosques para el departamento del Meta.
Área en hectáreas

Año	Total bosques	Bosques naturales	Bosques plantados
2010	50.170	47.274	2.896
2011	206.016	189.482	16.534
2012	235.823	211.468	24.354
2013	321.815	306.529	15.286



Área boscosa, zona alta de la cuenca del río Guayuriba.

COBERTURAS Y USO DEL SUELO

CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA

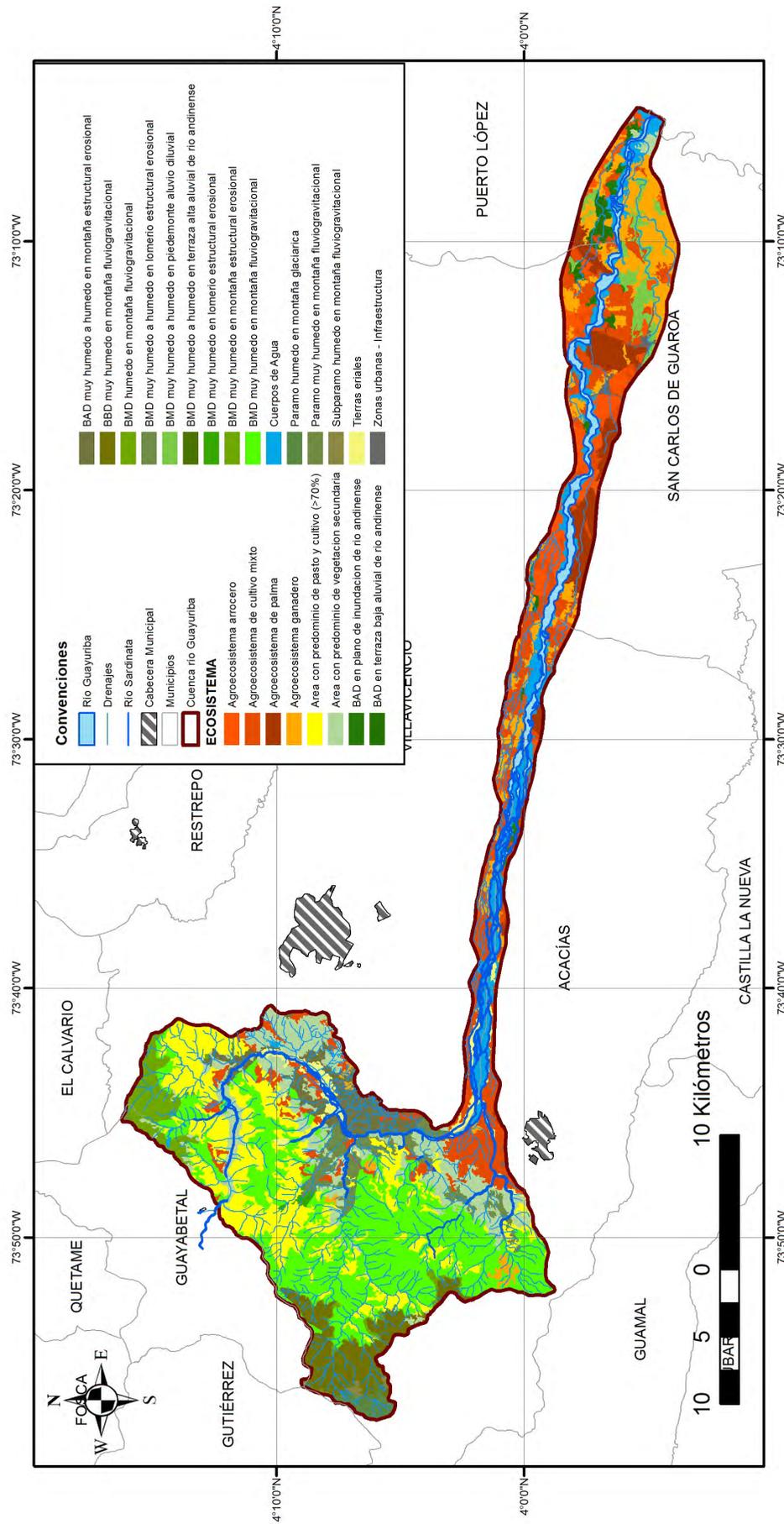
Según la información secundaria consultada, respecto a ecosistemas en la cuenca del río Guayuriba, en la zona alta predominan el bosque montano densa (BMD) muy húmedo en montaña fluviogravitacional, con el 20,23 % del área, el 11,55 % que corresponde a áreas con predominio de pasto y cultivo (> 70 %) y el 8,96 % de áreas con predominio de vegetación secundaria. Para la zona media y baja el ecosistema con mayor área es el agroecosistema de cultivo mixto, con el 13,44 % del área y el agroecosistema ganadero en un 7,52 % del área (Figura 6, Anexo 1).

Al confrontar lo anterior con lo presentado en IDEAM (2010), considerando que tiene la misma escala (1:100.000) y en relación con las coberturas y uso del suelo para el periodo 2000-2002 (según la clasificación CORINE Land Cover), predomina el bosque denso alto de tierra firme (38,9 %) y el mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (7,62 %) para la zona alta y pastos limpios (17,27 %) para la zona baja (Figura 7, Anexo 2). Al comparar estos resultados con los presentados en Cormacarena e ISD (2010), quienes realizan un ajuste de las categorías propuestas en el CORINE Land Cover y con una escala de trabajo menor (1:50.000), coinciden en que el 40,8 % del área es bosque natural denso. Por otro lado, determinan que el 9,8 % corresponde a pastos enmalezados o enastrojados, el 8 % a zonas de playas, arenas y dunas y el 7,6 % a áreas de arroz, específicamente para la zona baja (Figura 8, Anexo 3). De esta manera se puede concluir, que el porcentaje de la coberturas en los nueve años de los que se cuenca con información, no presentan grandes variaciones.

Con base en información obtenida en jornadas de reconocimiento de la cuenca y según IGAC (2004), Cormacarena (2010), Arias, Cancino, García, Ortíz, Ramos, Restrepo y Tejeiro (2011) y Guzmán, Moreno, Zuluaga, Orjuela, Vargas y López (2012), se presenta la ocupación y usos a nivel veredal (Figura 9). En términos generales se encontró que en la zona alta se realiza pastoreo extensivo y recolección de maderas, fibras y frutos para uso doméstico, al igual que siembra de hortalizas, maíz y otros. En la zona media alta, el suelo se usa para el pastoreo extensivo y la agricultura tradicional con especies como maíz, yuca, plátano, entre otros, mezclada con otras coberturas. Por último, en la zona media y baja el uso del suelo está dispuesto para la agricultura de arroz, palma africana aceitera, pastos mejorados y algunos cultivos de pancoger.

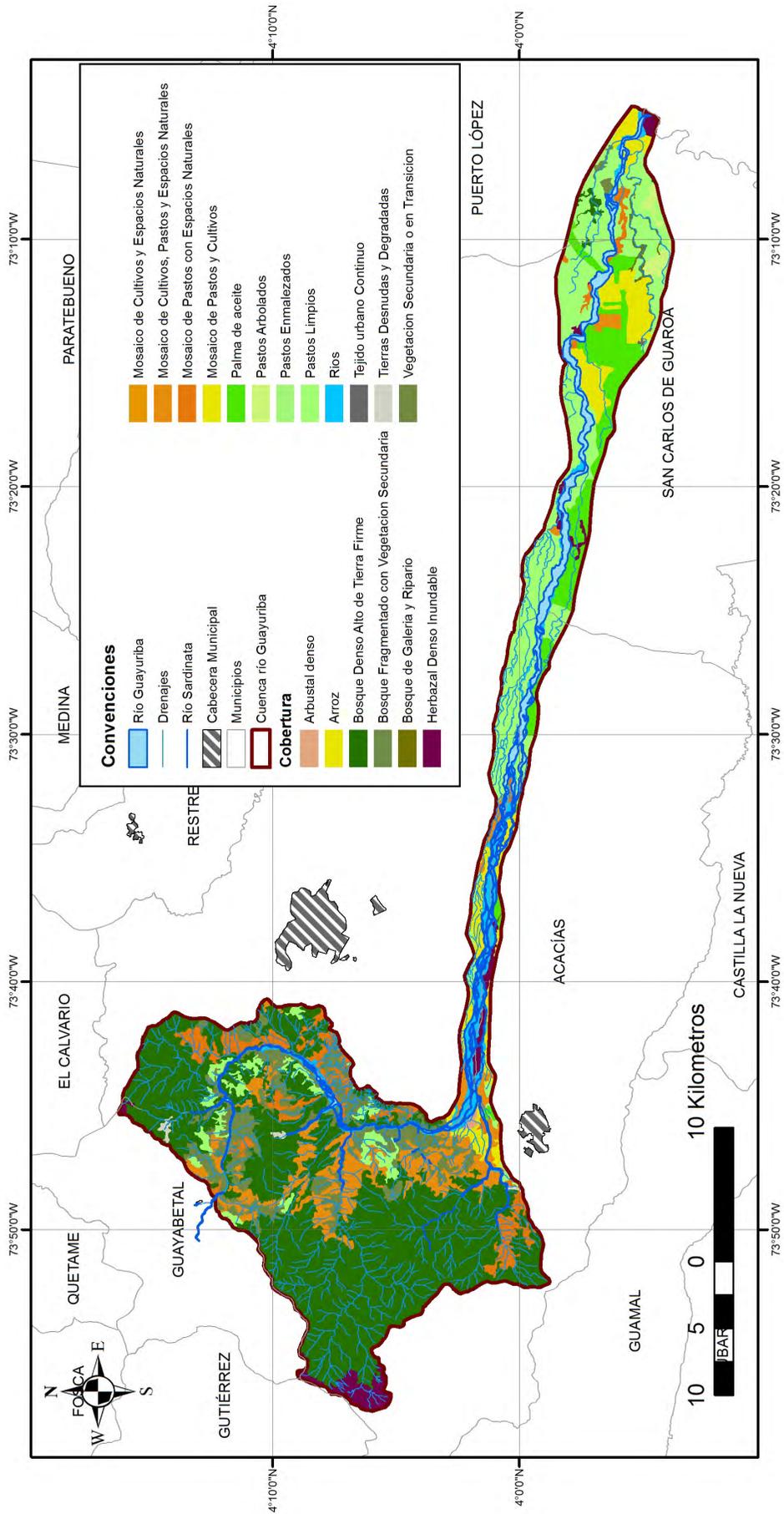


Cultivo de plátano, zona baja de la cuenca del río Guayuriba



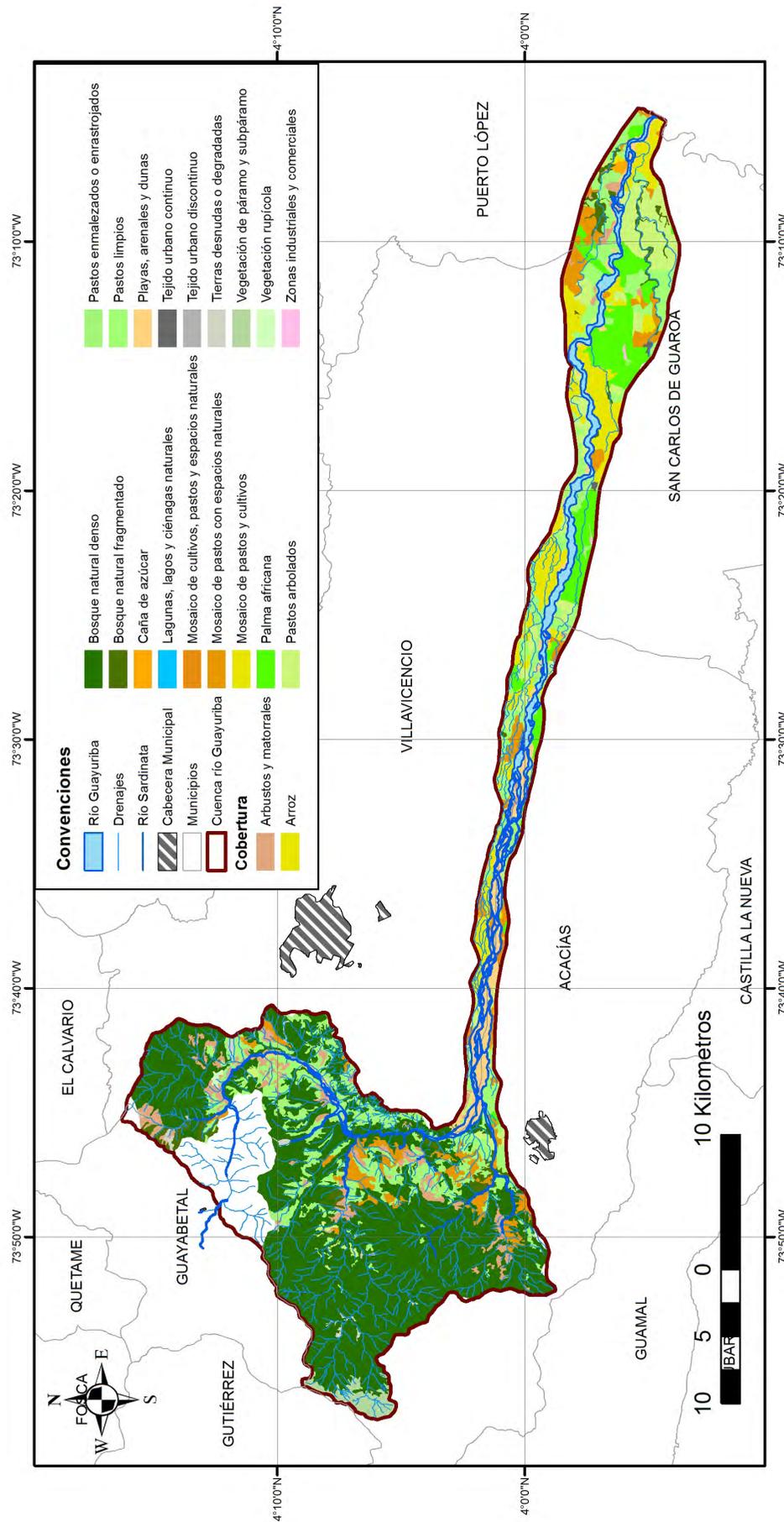
Fuente: Romero et al., 2004.

Figura 6. Mapa de ecosistemas de la cuenca del río Guayuriba, año 2000, escala 1:100.000.



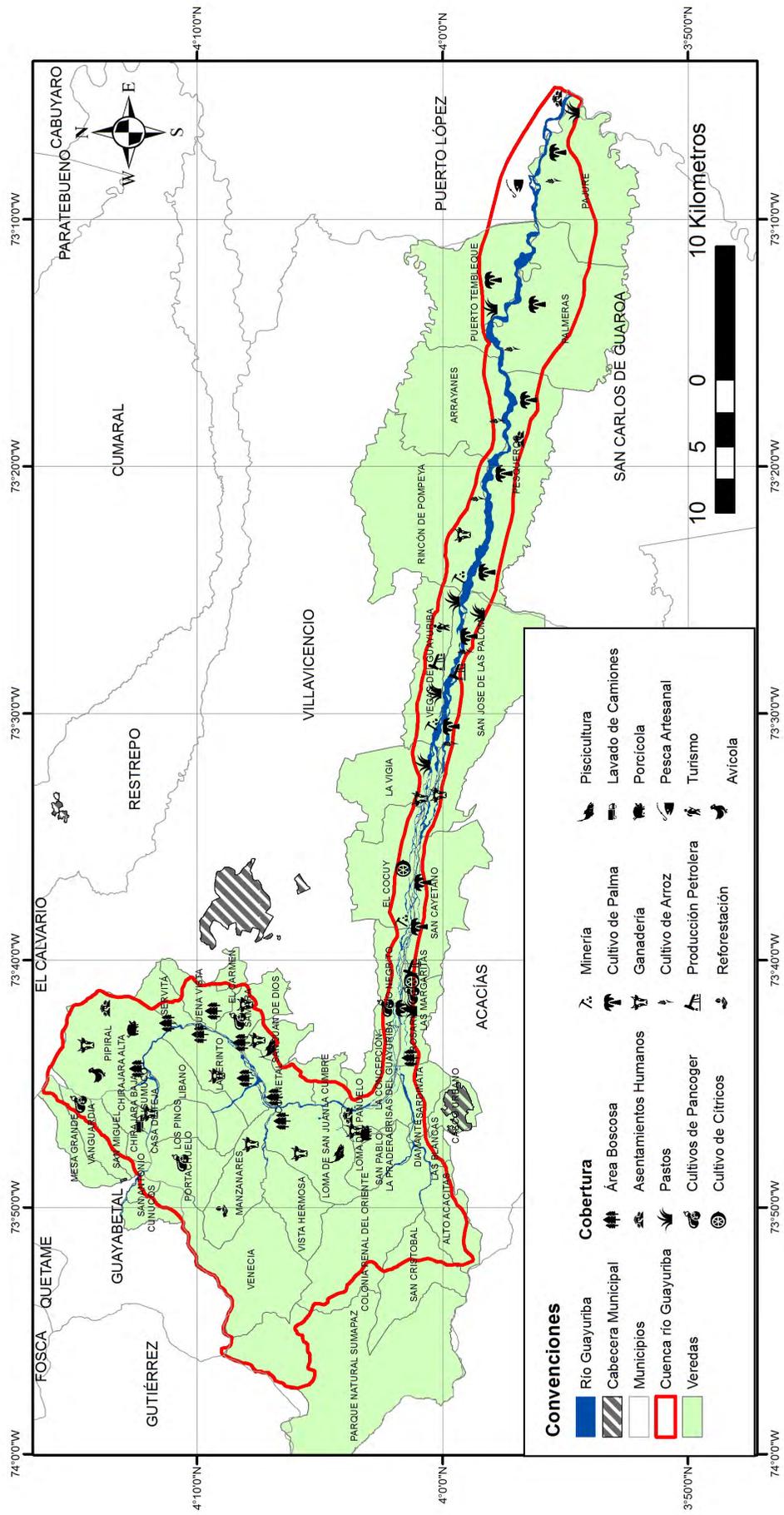
Fuente: IDEAM, 2010.

Figura 7. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Guayuriba, para el periodo 2000-2002, escala 1:100.000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover.



Fuente: CORMACARENA e ISD, 2010

Figura 8. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Guayuriba, para el año 2009, escala 1:50.000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustadas por Cormacarena e ISD (2010).



Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 9. Mapa de ocupación y usos del suelo, cuenca del río Guayuriba.2000-2002, escala 1:100.000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover.



Cultivos de palma, margen del río Guayuriba

CUENCA DEL RÍO OCOA

En la cuenca del río Ocoa, en términos de ecosistemas predominó para el año 2000 el agroecosistema de cultivo mixto con un 44,62 % del área total, seguido del agroecosistema ganadero (17,03 %) y zonas urbanas (18,9 %). Por otro lado, solo el 3,9 % del área correspondió a bosque montano denso muy húmedo a húmedo en piedemonte aluvial diluvial (Figura 10, Anexo 4).

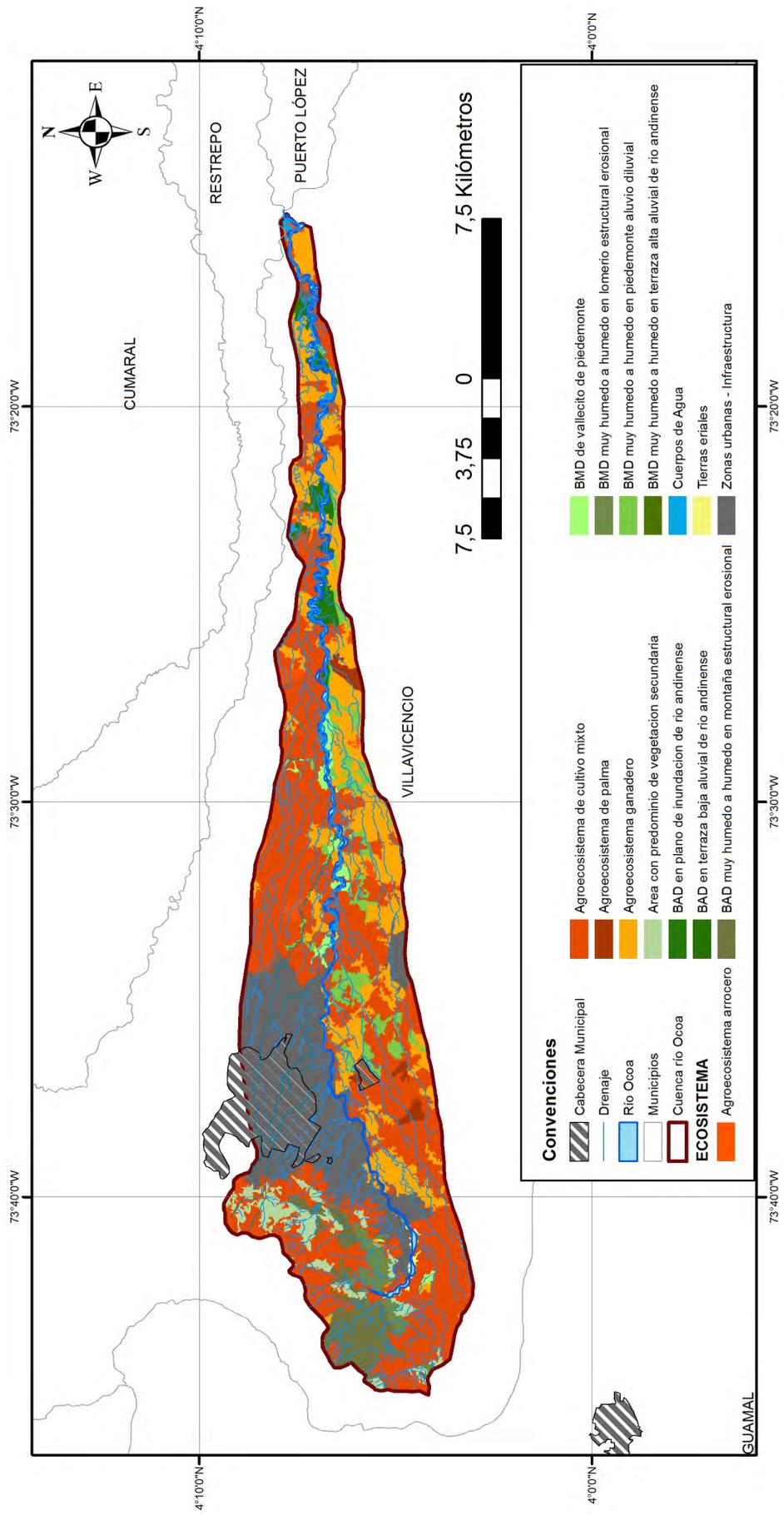
A diferencia de lo encontrado, en el periodo 2000- 2002 por el Ideam (2010) y para el periodo 2005 - 2007 Cormacarena et al. (2010), teniendo en cuenta que se trabajó con diferentes escalas, las coberturas del suelo predominantes son los pastos limpios con un 38 % y 40,8 % respectivamente, asociados con las actividades socioeconómicas y culturales

de la población y el área de bosque denso con un 11 y 12 % respectivamente (Figuras 11 y 12, Anexos 5 y 6).

En jornadas de reconocimiento de la cuenca y según IGAC (2004), FOXI (2005), Guzmán et al. (2011), se identificó que en la zona alta el uso de los suelos se centra en agricultura tradicional con especies como maíz, yuca, plátano y otros, en mezcla con otras coberturas. En la zona media se encuentra la agricultura de cultivos transitorios como el arroz, cultivos permanentes como la palma africana y la ganadería extensiva. Finalmente, en la zona baja se encuentran áreas destinadas al turismo, la agricultura de arroz, palma africana aceitera, pastos mejorados y algunos cultivos de pancoger (Figura 13).

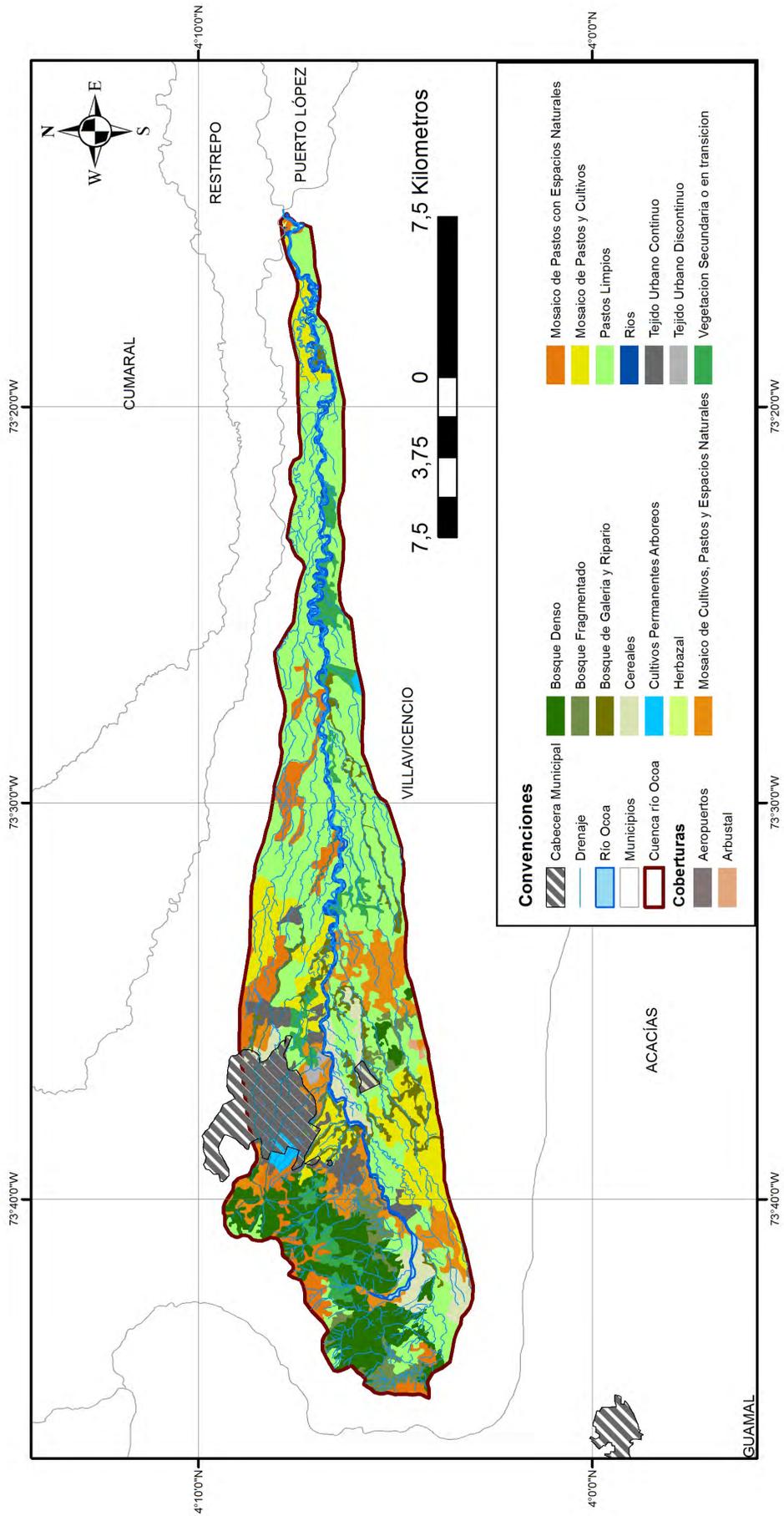


Pastos limpio-manejados, vereda Caño Negros, zona baja de la cuenca del río Ocoa.



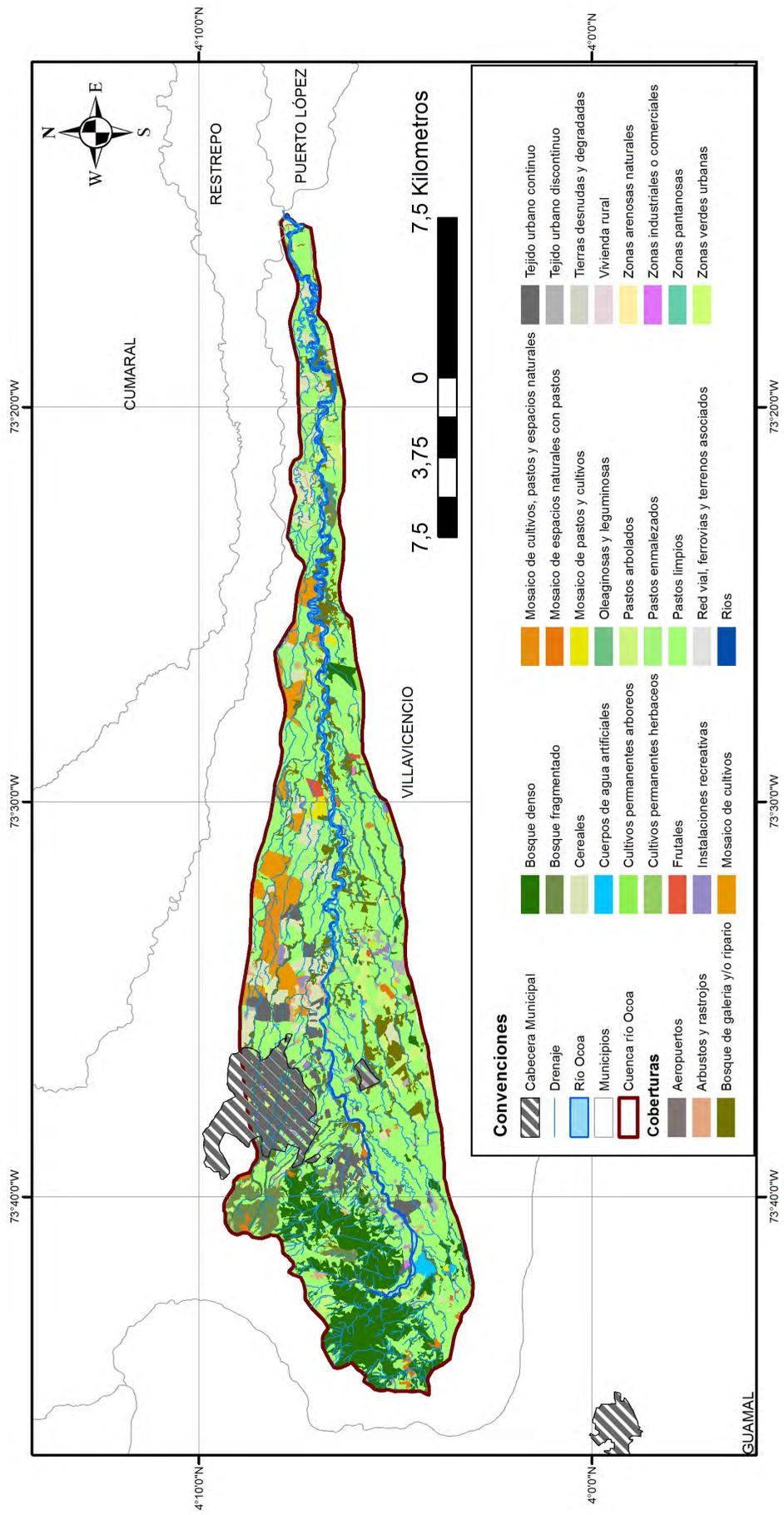
Fuente: Romero et al., 2004.

Figura 10. Mapa de ecosistemas de la cuenca del río Ocoa, año 2000, escala 1:100.000.



Fuente: IDEAM, 2010.

Figura 11. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Ocoa, para el año 2000-2002, escala 1: 100.000. Categorías analizadas según la clasificación de CORINE Land Cover.



Fuente: Cormacarena et al., 2010.

Figura 12. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Ocoa, para el periodo 2005 -2007, escala 1:25.000. Categorías adaptadas según CORINE Land Cover.

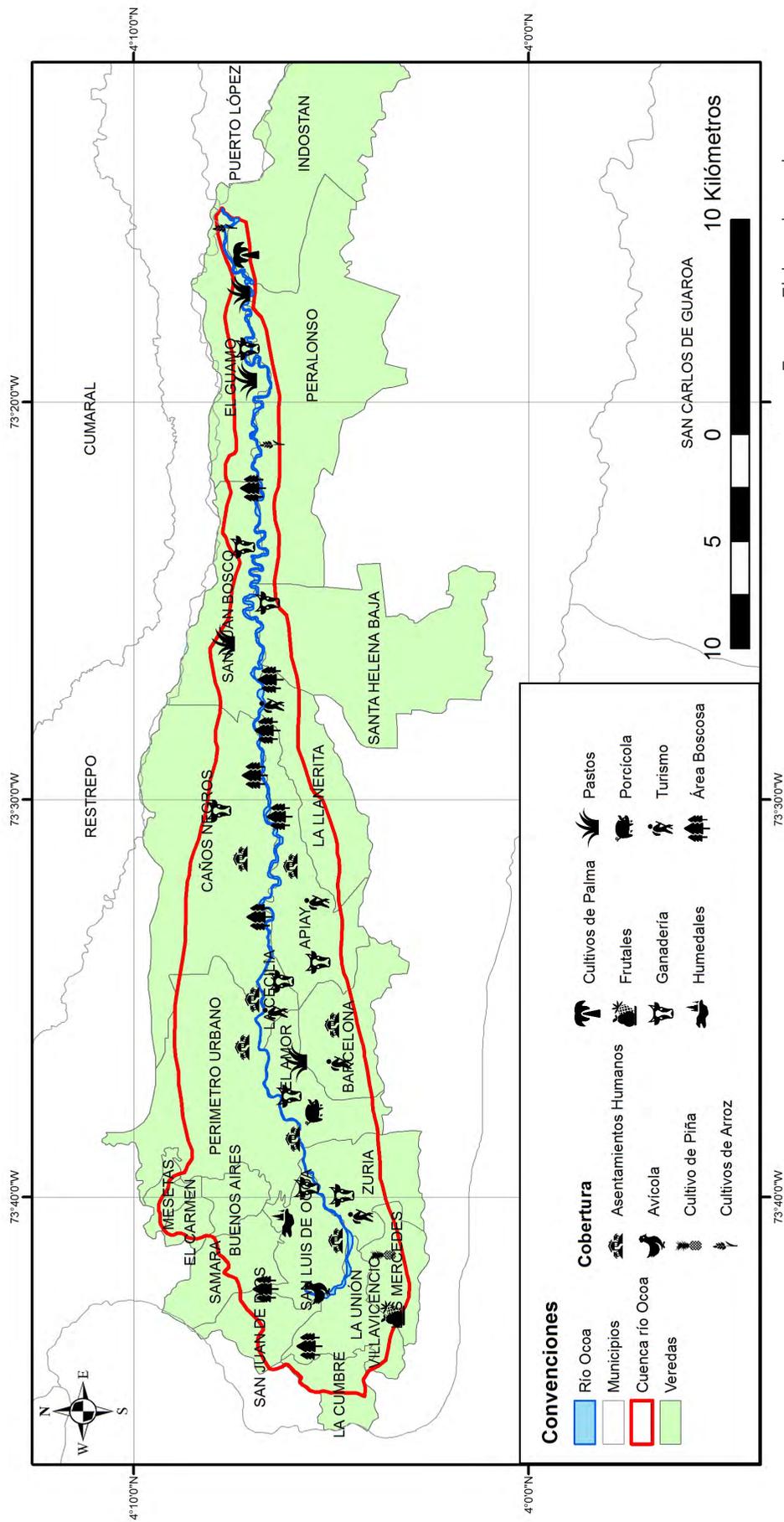


Figura 13. Mapa de ocupación y usos del suelo, cuenca del río Ocoa.



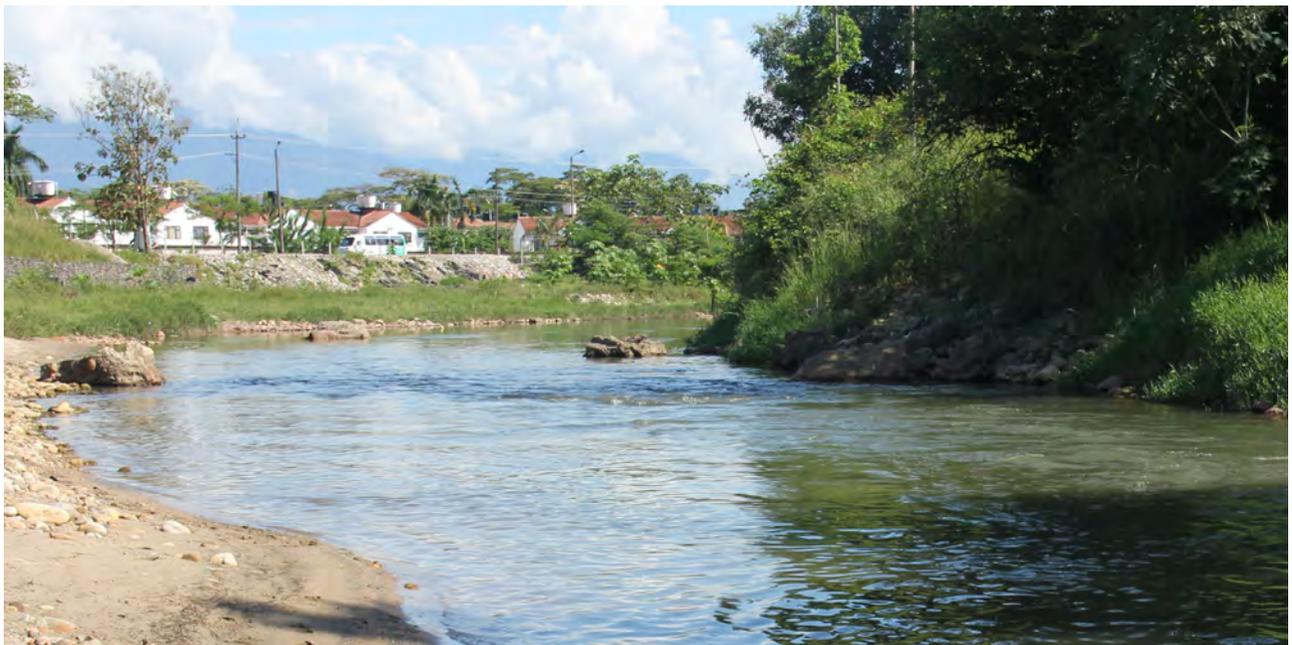
Cultivo de papaya, vereda , zona baja de la cuenca del río Ocoa.

CUENCA DEL CAÑO QUENANE – QUENANITO

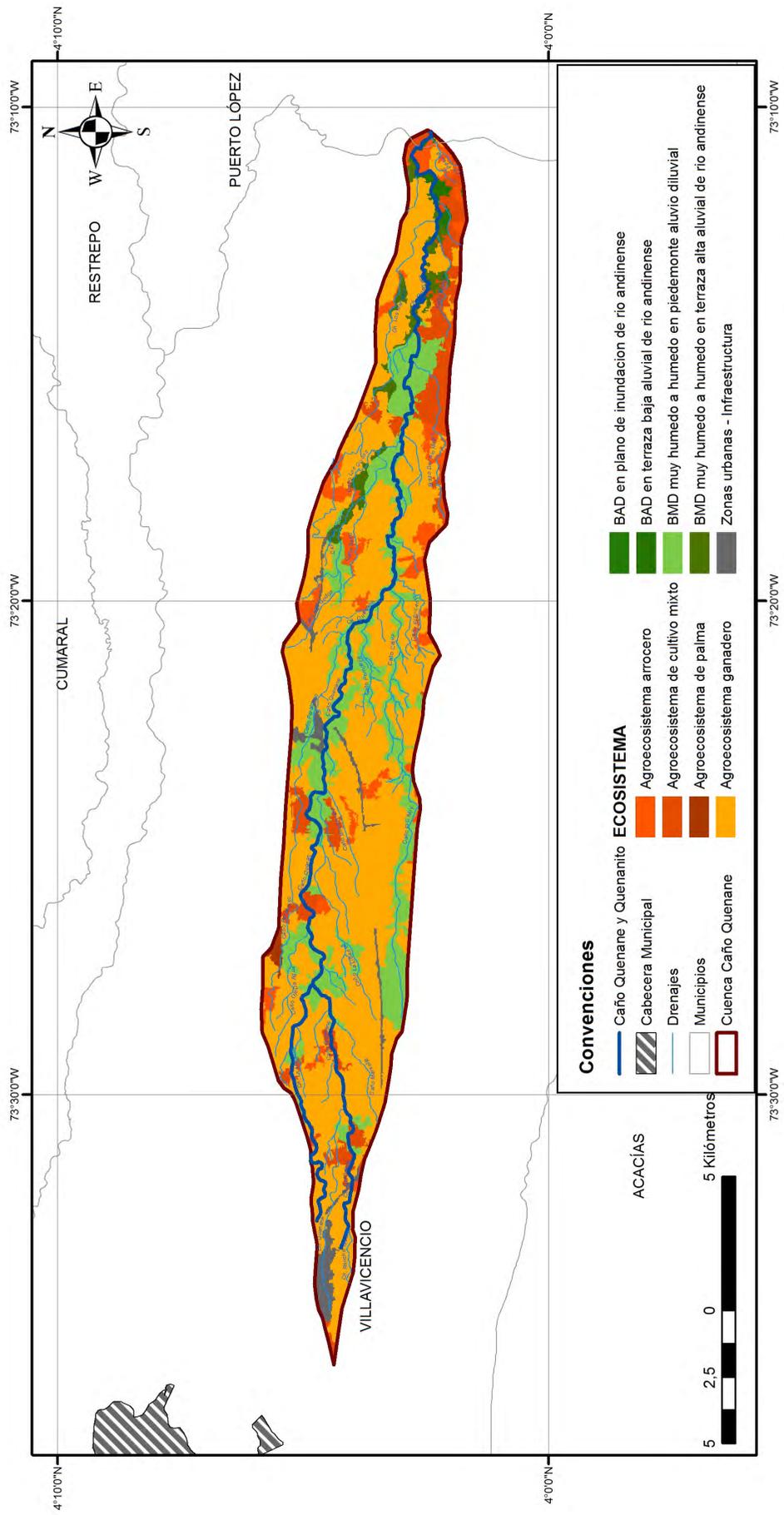
El ecosistema predominante de esta cuenca es el agroecosistema ganadero (61 %) (Figura 14, Anexo 7), que en términos de uso del suelo equivale a pastos limpios con un 84,3 % del área total de la cuenca y solo el 7,4 % del área, correspondiente a zonas de bosque (Ideam, 2010) (Figura 15, Anexo 8).

En el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Villavicencio 2000, se determinó que el 50 % del área pertenece a la categoría de áreas suburbanas y el 50 % restante a área pecuaria. En el POT se plantea que “para las áreas suburbanas, las intensidades máximas de uso del predio deben ser del 30 % y el 70 % restante ser destinado como área de conservación de la vegetación nativa existente, de no ser así, el propietario debe establecer, recuperar y/o mantener cobertura boscosa natural”. Dicha propuesta no se cumple ya que en Gutiérrez, Pulido, García, Rojas, García (2010) encontraron que el 60 % del caño presenta cobertura vegetal de mala calidad.

En jornadas de reconocimiento y según León, Rojas, Romero, Pinzón y Carrillo (2009); Osorio-Ramírez, Pinzón, Ortiz, Quevedo y Camacho (2009); Gutiérrez, Pulido, García, Rojas y García (2010); Guzmán, Mesa, Ojeda, Gutiérrez, Medina y Rozo (2011), Alonso (2012); Bernal, Obando, Hernández, Méndez y Alba (2012), se identificó que en la cuenca del caño Quenane se realiza explotación de petróleo por el campo de la Superintendencia de operaciones Apiay SOA, perteneciente a la operadora de Ecopetrol S. A, que ocupa un 3 % del suelo superficial. Otro uso del suelo característico de la cuenca es la ganadería de explotación extensiva y en menor proporción la agricultura y áreas destinadas para el turismo. En esta cuenca, es de resaltar la ampliación de sectores suburbanos en los centros poblados, en la que se evidencia proliferación indiscriminada de viviendas debido al crecimiento industrial (Figura 16).

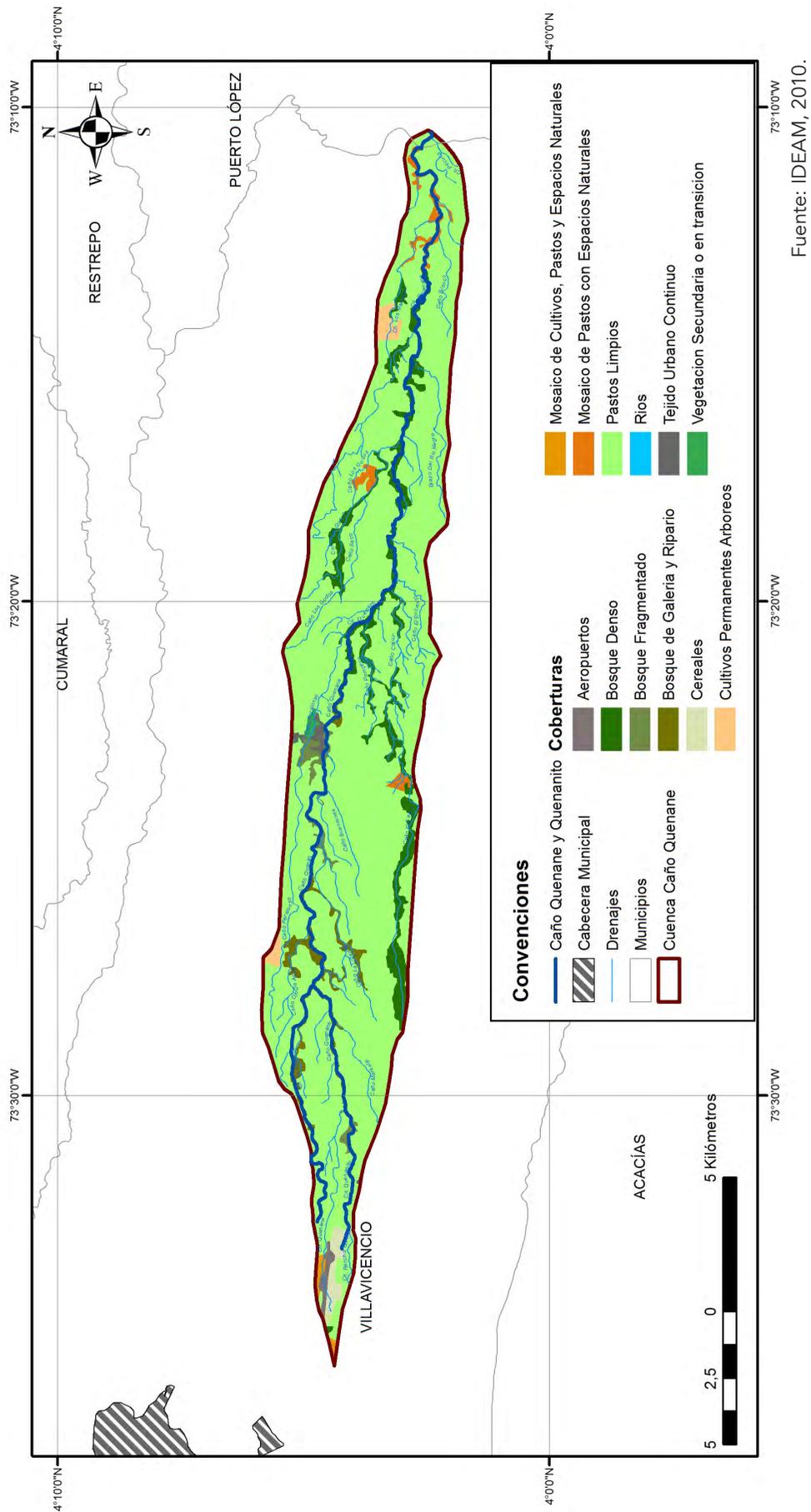


Zona urbanas, zona media de la cuenca del río Ocoa.



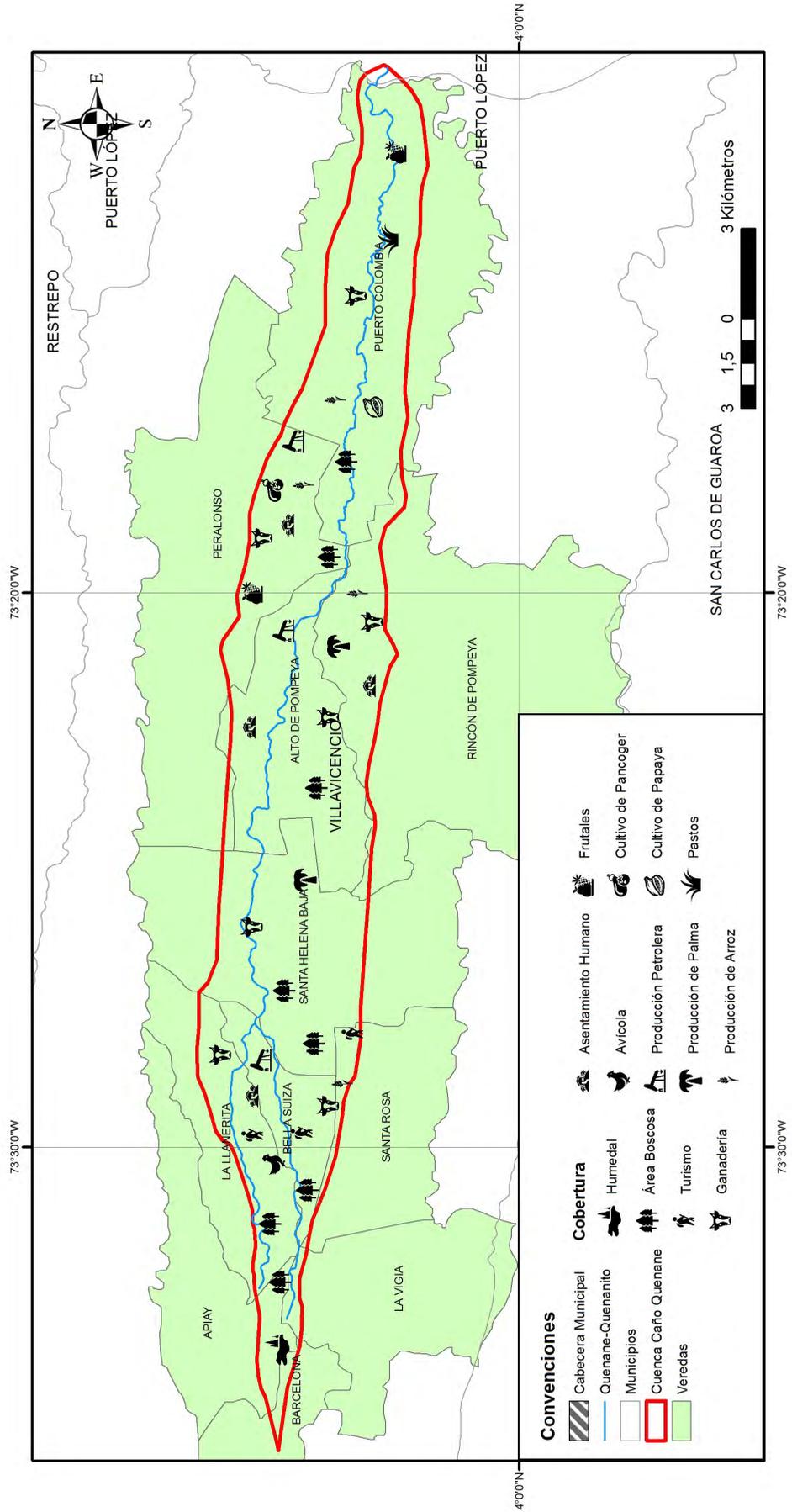
Fuente: Romero et al., 2004.

Figura 14. Mapa de ecosistemas de la cuenca del caño Quenane – Quenanito, año 2000, escala 1:100.000.



Fuente: IDEAM, 2010.

Figura 15. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del caño Quenane-Quenanito, para el año 2000-2002, escala 1:100.000. Categorías analizadas según la clasificación de CORINE Land Cover.



Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 16. Mapa de ocupación y usos del suelo, cuenca del caño Quenane – Quenanito.





Potreritos arbolados, Ocoa.

CONCLUSIÓN

Por las diferencias en escalas de trabajo y la falta de información, se hace necesario generar modelos de coberturas, usos y conflictos de usos del suelo, con escala de trabajo 1:25.000, con el fin de establecer las coberturas y asociar las diferentes actividades antrópicas. Lo anterior es fundamental para la determinación de conflictos y para la generación de alternativas de uso que mitiguen el impacto de las diferentes actividades humanas, que se realizan en las cuencas objeto de estudio.

REFERENCIAS

- Alcaldía municipal de Acacías. (2000). *Plan básico de ordenamiento territorial municipio de Acacías*. Informe técnico.
- Alcaldía municipal de San Carlos de Guaroa. (2000). *Esquema de ordenamiento territorial, municipio de San Carlos de Guaroa*. Informe técnico.
- Alcaldía municipal de Villavicencio. (2000). *Plan de ordenamiento del municipio de Villavicencio*. Informe técnico.
- Almeida, L., Nava, M., Ramos, A., Espinosa, M., Ordoñez, M. y Jujnovsky, J. (2007). Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta ecológica número especial 84-85*: 53-64.
- Alonso, C. A., Cerquera, C. P., Encizo, Y. M., Aristizabal, C.J., Carrillo, C. A., Salamanca, S. M., Beltran D. A. e Ibarra J. A. (2012). *Plan de manejo ambiental de la microcuenca del caño Quenane del municipio de Villavicencio y Puerto López*. Departamento del Meta: Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, X cohorte.
- Arias, A., Cancino, P. S., García, J., Ortiz, S. V., Ramos, C., Restrepo, J. L. y Tejeiro, A. (2011). *Plan indicativo de manejo ambiental para el centro poblado de la vereda Pipiral en el municipio de Villavicencio - Meta*. Villavicencio: Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, IX cohorte.
- Barreira, P., González, V. y Bosque, J. 2012. Detección de errores temáticos en el CORINE Land Cover a través del estudio de cambios: Comunidad de Madrid (2000-2006). *Estudios Geográficos*, 73(272), 7-34.
- Bernal, S. I., Obando L. Y., Hernández, E., Méndez, M. A. y Alba, D. A. 2012. *Plan de manejo ambiental - vereda Apiay*. Villavicencio: Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, XI cohorte.
- Correa, H. D., Ruiz, S. L., Arévalo, L. M. (Ed.). (2005). *Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica*. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia. (2002). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2002 – 2012*. Villavicencio: Corporinoquia.
- Corporación Fuerza Oxígeno (FOXI). (2005). *Plan de ordenación de la cuenca del río Ocoa, Municipio de Villavicencio – Meta*. (Informe final, fase de aprestamiento y diagnóstico). Recuperado de: [http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=13&contenido_in=102&titulo=POMCH %20RIO%20Ocoa](http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=13&contenido_in=102&titulo=POMCH%20RIO%20Ocoa).
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena - Cormacarena, Instituto para la Sostenibilidad del Desarrollo (ISD). (2010). *Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guayuriba*. (Resumen ejecutivo). Villavicencio: Cormacarena e ISD.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena - Cormacarena, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Centro Andino para la Economía del Medio Ambiente (Caema). (2010). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Guatiquía*. Recuperado de: [http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=13&contenido_in=100&titulo =POMCH %20RIO%20GUATIQUIA](http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=13&contenido_in=100&titulo=POMCH%20RIO%20GUATIQUIA)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). (2013). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Resultado anuales. Anexos – Cuadros de salida-2013*. Recuperado de: <http://>

www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). (2012). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Resultados por departamento. Históricos 2012. Anexos – Cuadros de salida- 2012*. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). (2011). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Resultados por departamento. Anexos – Estimaciones 2011 para 22 departamentos*. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2010). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Resultados por departamento. Anexos – Reestimaciones 2010 para 22 departamentos*. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria>

Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra, conceptos de clasificación y manual para el usuario versión 2 del programa*. Roma, Italia.

Evaluación de Ecosistemas del Milenio. (2005). *Ecosystems and human wellbeing: synthesis*. Washington, DC.: Island Press. Recuperado de: www.millenniumassessment.org/.

Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz). (2011). *Dinámica del sector arrocero de los Llanos Orientales de Colombia. 1999-2011*. Primera edición. Fondo Nacional del Arroz. ProduMedios. Recuperado de: http://www.fedearroz.com.co/doc_economia/Dinamica_del_sector_arrocero_en_los_Llanos_orientales.pdf

Galán, C., Balvanera, P. y Castellarini F. (2013). *Políticas públicas hacia la sustentabilidad:*

Integrando la visión ecosistémica. México: Conabio.

Gobernación del Meta. (2014). *Evaluaciones agropecuarias año 2012-2013*. Secretaría de desarrollo agroeconómico. Villavicencio: Gobernación del Meta.

Gobernación del Meta. (2011). *Informe coyuntural 2011. Evaluaciones agropecuarias*. Villavicencio: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Gobernación del Meta. (2006). *Evaluaciones agropecuarias Informe de Coyuntura año 2006*. Villavicencio: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Unidad de Planeación y Desarrollo Rural.

Gobernación del Meta. (2005). *Evaluaciones agropecuarias Informe de Coyuntura años 2004 y 2005*. Villavicencio: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Unidad de Planeación y Desarrollo Rural.

Guerra Rodríguez, S. (2014). *Determinación del conflicto de uso de suelo para las veredas las Petacas y La Correa del municipio de Puerto Rondón dentro de la cuenca del río Cravo Norte en el departamento de Arauca*. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperada de: Julio de 2015]. URL: <http://hdl.handle.net/10654/11729>

Gutiérrez, A. J., Pulido, S.X., García, F., Rojas, J., García, C. (2010). *Evaluación del recurso hídrico de unas microcuencas para el diseño de un esquema de compensación o pago por servicios ambientales*. Colombia: Corpoica.

Guzmán, J. E., Moreno, M. V., Zuluaga, L. L., Orjuela, M. L., Vargas, L. y López, A. (2012). *Propuesta plan de acción ambiental para la vereda Servita, municipio de Villavicencio, Meta*. Villavicencio: Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, IX cohorte.

Guzmán, M. del R., Mesa, N. B., Ojeda, S. M., Gutiérrez, A., Medina, J. J. y Rozo L.A. (2011). *Plan indicativo de manejo ambiental del centro poblado San Luis de Ocoa, municipio de Villavicencio – Meta*. Villavicencio: Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, XI cohorte.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAVH. (2013). *Plan estratégico de la macrocuenca del río Orinoco. Fases I y II*. Bogotá: 4D elements consultores.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). (2007). *Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana*. Bogotá: Sinchi.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2012^a). *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia. Escala 1:100.00. Periodo 2005-2009*. Recuperado de: https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/20121202_Mapa_Coberturas_Tierra_Metodo_CLCC_periodo_2005-2009.pdf.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2014). *Capa de veredas de la actualización catastral del municipio de Puerto López Vigencia 2014*. Formato digital.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2012^b). *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia. Escala 1:100.00. Periodo 2000-2002*. Recuperado de: https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/20121202_Mapa_Coberturas_Tierra_Metodo_CLCC_periodo_2005-2009.pdf.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2010). *Mapa de coberturas de la Tierra, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000 periodo 2000- 2002*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

(MAVDS), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), Parque Nacionales Naturales de Colombia, Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá: IDEAM.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2002). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Capítulo II Cobertura y uso actual de las tierras de Colombia*. Recuperado de: [https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/Conflictos%20Uso%20de%20la%20Tierra/20120730_Zon_%20conf_uso_tierra_\(Cap%202%20Cobertura\)%20.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/Conflictos%20Uso%20de%20la%20Tierra/20120730_Zon_%20conf_uso_tierra_(Cap%202%20Cobertura)%20.pdf)

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2004). *El Meta: un territorio de oportunidades*. Bogotá: IGAC.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (1981). *Cartografía base. Cartografía base para el departamento del Meta. Escala 1:25.000, Geodatabase; XF; Arcinfo*. Bogotá: IGAC.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (1979). *Cartografía base. Cartografía base para el departamento del Meta. Escala 1:25.000, Geodatabase; XF; Arcinfo*. Bogotá: IGAC.

León, L. D., Rojas, R., Romero, M.A., Pinzón, A. y Carrillo, W. (2009). *Plan indicativo de manejo ambiental para el centro poblado de la vereda Alto Pompeya (Villavicencio- Meta)*. Villavicencio: Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, V cohorte.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). *Anuario estadístico del sector agropecuario*.

Recuperado de: http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/popup2uniNuke_2011.asp?cod=843

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAVDS), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Pnud). (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Bogotá, D.C.: MAVDS y Pnud.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAVDS). (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Recuperado de: https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Biodiversidad/010812_PNGIBSE_2012.pdf

Osorio Ramírez, D. P., Pinzón, S. M., Ortiz, R., Quevedo, J. C., Camacho, A. (2009). *Plan indicativo de manejo ambiental para la vereda Rincón de Pompeya (Villavicencio Meta)*. Villavicencio: Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, V cohorte.

Romero, M., Galindo, G., Otero, J. y Armenteras, D. (2004). *Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Rodríguez, A. F. (2011). *Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de campo, piedemonte de Villavicencio, Meta*. (Tesis, para optar al título de Magister en geomática). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ingeniería Agronómica, Bogotá.

Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D. M., Mooney, H. A., Oesterheld, M., Poff, N. L., Sykes, M. T., Walker, B.H., Walker, M. y Wall, D. H. (2000). *Biodiversity: global biodiversity scenarios for the year 2100*.

Science 287: 1770–1774.

Santana, L. M., Salas, J. (2007). *Análisis de cambios en la ocupación del suelo ocurridos en sabanas de Colombia entre 1987 y 2001, usando imágenes Landsat*. *GeoFocus*. 7:281-313.

Secretaría de Agricultura del Departamento del Meta. (2013). *Información agropecuaria por municipios 2011-2012*. Villavicencio: Secretaria de Agricultura.

ANEXOS

Anexo 1. Ecosistemas en hectáreas y porcentaje de coberturas de la cuenca del río Guayuriba, para el año 2000 a escala 1:100.000.

Ecosistema	Hectáreas	%
Agroecosistema arrocero	3038,3	4,0
Agroecosistema de cultivo mixto	9910,4	13,0
Agroecosistema de palma	2803,5	3,7
Agroecosistema ganadero	5716,4	7,5
Área con predominio de pasto y cultivo (>70 %)	9771,8	12,9
Área con predominio de vegetación secundaria	6811,4	9,0
BAD en plano de inundación de río andinense	361,3	0,5
BAD en terraza baja aluvial de río andinense	738,1	1,0
BAD muy húmedo a húmedo en montaña estructural erosional	2496,3	3,3
BBD muy húmedo en montaña fluviogravitacional	3481,5	4,6
BMD húmedo en montaña fluviogravitacional	1829,7	2,4
BMD muy húmedo a húmedo en lomerío estructural erosional	2146,7	2,8
BMD muy húmedo a húmedo en piedemonte aluvial diluvial	1474,1	1,9
BMD muy húmedo a húmedo en terraza alta aluvial de río andinense	20,2	0,0
BMD muy húmedo en lomerío estructural erosional	125,4	0,2
BMD muy húmedo en montaña estructural erosional	431,9	0,6
BMD muy húmedo en montaña fluviogravitacional	15400,3	20,3
Cuerpos de agua	6898,8	9,1
Páramo húmedo en montaña glaciárica	627,2	0,8
Páramo muy húmedo en montaña fluviogravitacional	34,2	0,0
Subpáramo húmedo en montaña fluviogravitacional	148,4	0,2
Tierras eriales	1484,9	2,0
Zonas urbanas - infraestructura	293,7	0,4

Fuente: Romero et al 2004.

Anexo 2. Coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Guayuriba, para el periodo 2000-2002, escala 1:100.000. Categorías analizadas según la clasificación Corine Land Cover.

Cobertura	Hectáreas	%
Arbustal denso	82,9	0,11
Arroz	2781,6	3,66
Bosque de galería y ripario	355,2	0,47
Bosque denso alto de tierra firme	29621,7	38,95
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	3349,3	4,40
Herbazal denso inundable	1814,4	2,39
Mosaico de cultivos y espacios naturales	0,1	0,00
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5794,2	7,62
Mosaico de pastos con espacios naturales	3539,0	4,65
Mosaico de pastos y cultivos	1758,6	2,31
Palma de aceite	4412,8	5,80
Pastos arbolados	506,4	0,67
Pastos enmalezados	182,4	0,24
Pastos limpios	13134,7	17,27
Ríos	5486,8	7,22
Tejido urbano continuo	16,8	0,02
Tierras desnudas y degradadas	159,0	0,21
Vegetación secundaria o en transición	3044,9	4,00

Fuente: Ideam, 2010

Anexo 3 coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Guayuriba, para el año 2009, escala 1:50.000. Categorías analizadas según la clasificación Corine Land Cover, ajustadas por Cormacarena e ISD (2010).

Cobertura	HECTÁREAS	%
Arbustos y matorrales	2770,32	3,9
Arroz	5443,02	7,7
Bosque natural denso	28948,39	40,9
Bosque natural fragmentado	1810,34	2,6
Caña de azúcar	87,52	0,1
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,95	0,0
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	276,24	0,4
Mosaico de pastos con espacios naturales	4222,97	6,0
Mosaico de pastos y cultivos	86,19	0,1
Palma africana	4275,84	6,0
Pastos arbolados	4015,78	5,7
Pastos enmalezados o enrastrados	6973,47	9,8
Pastos limpios	4832,84	6,8
Playas, arenales y dunas	5679,93	8,0
Tejido urbano continuo	62,88	0,1
Tejido urbano discontinuo	11,50	0,0
Tierras desnudas o degradadas	305,31	0,4
Vegetación de páramo y subpáramo	919,14	1,3
Vegetación rupícola	60,40	0,1
Zonas industriales y comerciales	37,47	0,1

Fuente: CORMACARENA e ISD, 2010.

Anexo 4 Ecosistemas en hectáreas y porcentaje de coberturas de la cuenca del río Ocoa, para el año 2000 a escala 1:100.000.

Ecosistema	Hectáreas	%
Agroecosistema arrocero	338,200	1,20
Agroecosistema de cultivo mixto	12624,836	44,62
Agroecosistema de palma	266,200	0,94
Agroecosistema ganadero	4818,556	17,03
Área con predominio de vegetación secundaria	829,255	2,93
BAD en plano de inundación de río andinense	462,134	1,63
BAD en terraza baja aluvial de río andinense	8,063	0,03
BAD muy húmedo a húmedo en montaña estructural erosional	1168,229	4,13
BMD de vallecito de piedemonte	336,408	1,19
BMD muy húmedo a húmedo en lomerío estructural erosional	434,953	1,54
BMD muy húmedo a húmedo en piedemonte aluvial diluvial	1111,453	3,93
BMD muy húmedo a húmedo en terraza alta aluvial de río andinense	59,907	0,21
Cuerpos de Agua	382,639	1,35
Tierras eriales	103,337	0,37
Zonas urbanas - Infraestructura	5347,461	18,90

Fuente: Romero et al., 2004.

Anexo 5. Coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Ocoa, para el año 2000-2002, escala 1: 100.000. Categorías analizadas según la clasificación de Corine Land Cover.

Coberturas	Hectáreas	%
Aeropuertos	1,932	0,007
Arbustal denso	32,854	0,116
Arroz	1192,736	4,216
Bosque de galería y ripario	1234,977	4,365
Bosque denso alto de tierra firme	3048,329	10,775
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	777,290	2,748
Herbazal denso inundable	8,165	0,029
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2225,021	7,865
Mosaico de pastos con espacios naturales	1852,880	6,550
Mosaico de pastos y cultivos	3096,555	10,946
Palma de aceite	219,856	0,777
Pastos limpios	10754,630	38,015
Ríos	569,079	2,012
Tejido urbano continuo	1892,859	6,691
Tejido urbano discontinuo	72,370	0,256
Vegetación secundaria o en transición	1310,638	4,633

Fuente: IDEAM, 2010.

Anexo 6. Coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Ocoa, para el periodo 2005-2007, escala 1:25.000. Categorías adaptadas según Corine Land Cover.

Coberturas	Hectáreas	%
Aeropuertos	1,84	0,007
Arbustos y rastrojos	330,72	1,172
Bosque de galería y/o ripario	2628,90	9,312
Bosque denso	3380,52	11,975
Bosque fragmentado	756,21	2,679
Cereales	1440,63	5,103
Cuerpos de agua artificiales	101,38	0,359
Cultivos permanentes arbóreos	41,90	0,148
Cultivos permanentes herbáceos	16,61	0,059
Frutales	86,46	0,306
Instalaciones recreativas	166,03	0,588
Mosaico de cultivos	1023,70	3,626
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	243,23	0,862
Mosaico de espacios naturales con pastos	164,07	0,581
Mosaico de pastos y cultivos	159,23	0,564
Oleaginosas y leguminosas	8,57	0,030
Pastos arbolados	899,64	3,187
Pastos enmalezados	2256,25	7,992
Pastos limpios	11524,49	40,823
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	12,00	0,043
Ríos	245,58	0,870
Tejido urbano continuo	1732,67	6,138
Tejido urbano discontinuo	259,96	0,921
Tierras desnudas y degradadas	71,35	0,253
Vivienda rural	44,56	0,158
Zonas arenosas naturales	352,06	1,247
Zonas industriales o comerciales	44,43	0,157
Zonas pantanosas	0,98	0,003
Zonas verdes urbanas	236,38	0,837

Fuente: CORMACARENA et al, 2010.

Anexo 7 Ecosistemas en hectáreas y porcentaje de coberturas de la cuenca del caño Quenane-Quenanito, para el año 2000 a escala 1:100.000.

Ecosistema	Hectáreas	%
Agroecosistema arrocero	927,2938	6
Agroecosistema de cultivo mixto	1339,0521	8
Agroecosistema de palma	53,5144	0
Agroecosistema ganadero	10198,1012	61
BAD en plano de inundación de río andinense	0,2573	0
BAD en terraza baja aluvial de río andinense	131,3980	1
BMD muy húmedo a húmedo en piedemonte aluvial diluvial	3155,4833	19
BMD muy húmedo a húmedo en terraza alta aluvial de río andinense	417,3370	3
Zonas urbanas - Infraestructura	447,4410	3

Fuente: Romero et al, 2004.

Anexo 8. Coberturas y uso del suelo de la cuenca del caño Quenane-Quenanito, para el año 2000-2002, escala 1:100.000. Categorías analizadas según la clasificación de Corine Land Cover.

Cobertura	Hectáreas	%
Aeropuertos	62,583	0,375
Bosque de galería y ripario	408,640	2,451
Bosque denso	1247,813	7,486
Bosque fragmentado	0,069	0,000
Bosque fragmentado	208,341	1,250
Cereales	144,961	0,870
Cultivos permanentes arbóreos	144,038	0,864
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	53,502	0,321
Mosaico de pastos con espacios naturales	240,126	1,441
Pastos limpios	14065,841	84,383
Ríos	1,138	0,007
Tejido urbano continuo	59,744	0,358
Vegetación secundaria o en transición	32,216	0,193

Fuente: IDEAM, 2010.





6

La huella hídrica como herramienta de gestión del recurso hídrico

Juan M. Trujillo-González, Naisly A. Tovar-Hernández, Sandra M. Delgado-García, David A. Vargas-Ahumada y Marco A. Torres-Mora*

INTRODUCCIÓN

La huella hídrica (HH) forma parte del grupo de indicadores ambientales propuesto por Hoekstra y Hung en el 2002 y está fundamentado en el concepto de "Agua virtual" que hace referencia al agua necesaria para producir un bien o servicio¹. La huella hídrica es un indicador que contempla el uso del agua dulce tomando en cuenta el gasto de agua directo e indirecto de un producto o un consumidor a lo largo de la cadena de suministro.

El concepto de huella hídrica fue desarrollado en analogía al de huella ecológica (Wackernagel y Rees, 1995), y se considera un indicador multidimensional ya que muestra el uso de agua dulce, discriminando su fuente, volumen y contaminación, además de su especificación espacial y temporal, lo que implica que la HH de cada lugar y en cada tiempo es distinta (Falkenmark, 2003), de esta manera permite identificar "hotspots" o puntos críticos en donde por un periodo, se puede presentar escases del recurso hídrico en sus componentes verde, azul y gris (Hoekstra et al., 2011).

La HH azul se refiere al uso de agua dulce subterránea y superficial, la HH verde está relacionada con el consumo de recurso hídrico correspondiente al agua lluvia antes que inicie la escorrentía (Hoekstra y Hung, 2002). En los dos casos se considera el agua utilizada en la elaboración de un producto por un individuo,

una comunidad o un país, al igual que la cadena de suministro y el agua que se incorpora o evapora, es decir, el agua que deja de estar disponible en determinada área, por ejemplo, en una cuenca hidrográfica (Hoekstra et al., 2009). Finalmente, la HH gris está relacionada con la contaminación y se define como el volumen de agua dulce necesario para asimilar la carga de contaminantes generados en la producción de bienes y servicios, teniendo como referencia los estándares de calidad de agua aplicados por la entidad reguladora de cada territorio (Hoekstra, Chapagain, Aldaya y Mekonnen, 2009). En el caso de las cuencas de los ríos Ocoa y Guayuriba y caño Quenane – Quenanito, la autoridad ambiental es Cormacarena. En los tres casos los resultados se expresan en volumen de agua por unidad de producto o volumen por unidad de tiempo (Chapagain y Hoekstra, 2004). La HH total está compuesta por un componente indirecto y otro directo, en este último el agua que retorna a la cuenca de donde fue tomada no debe ser considerada en el cálculo (Hoekstra, Chapagain, Aldaya y Mekonnen, 2011).

* Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible – GIGAS. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana – ICAOC. Universidad de los Llanos, Km 12 Vía Puerto López Vereda Barcelona, Villavicencio, Colombia. E-mails: jtrujillo@unillanos.edu.co; ntovar@unillanos.edu.co; sandra.delgado@unillanos.edu.co; dvargas@unillanos.edu.co; marcotorres@unillanos.edu.co.

¹ El concepto de agua virtual es propuesto por el profesor John Anthony Allan del King's College de Londres en 1993, cuando investigaba acerca de posibles soluciones a la escasez de agua en Medio Oriente.

Investigadores de la Water Footprint Network (WFN), en español Red de Huella Hídrica, proponen un marco general metodológico para la evaluación de la HH en la cual se consideran cuatro fases (Figura 1).

En la primera fase debe establecerse cuál es la situación de importancia a la que se quiere medir la HH, en qué parte del proceso, la temporalidad, además, debe establecerse el nivel de detalle del estudio. El proceso de contabilidad depende de las dimensiones consideradas en la fase anterior. Luego se evalúa la sostenibilidad de la HH desde una perspectiva ambiental, social y económica y finalmente, se plantean estrategias o políticas que contribuyan en la gestión del recurso hídrico.

De acuerdo con las recomendaciones de Hoekstra *et al.* (2011), estas evaluaciones se pueden clasificar según el nivel de detalle espacio-temporal: en el nivel A o generalizado, se toma como referencia información global (bases de datos), este nivel de detalle es adecuado cuando el objetivo es identificar los productos y componentes significativos a nivel mundial. El nivel B ó enfoque regional, evalúa con base en promedios nacionales, regionales o con datos específicos de un área geográfica; las HH se especifican por mes pero utilizando información de varios años. En el nivel C, el agua representa la huella

geográfica y temporal explícita y se determina sobre datos precisos, insumos utilizados y fuentes exactas de estos insumos, la resolución espacial mínima a nivel de cuencas pequeñas (100-1000 km²), este último caso se aplica en las evaluaciones de HH de las cuencas de los ríos Guayuriba y Ocoa y del Caño Quenane-Quenaito.

Según Aldaya, Niemeyer y Zárate (2011), el nivel C, es un esquema útil para comprender los requerimientos totales de agua de un área geográfica en un tiempo definido, necesarios para sustentar los sistemas de producción agrícola, industrial y los volúmenes necesarios para abastecer las poblaciones que se asientan en el territorio o en sus alrededores. En este mismo sentido, se recomienda considerar la cuenca como la unidad de estudio y dentro de ella los sectores que dinamizan el uso del agua (Salmoral, Dumont, Aldaya, Rodríguez, Garrido y Llamas, 2011).

Basados en lo anterior el "Proyecto Cuencas", plantea realizar la evaluación de la HH en los sectores: agrícola, industrial y doméstico, como principales dinamizadores del recurso hídrico a nivel nacional. El presente capítulo tiene como objetivo, mostrar una revisión de los estudios de HH en cada sector a nivel global y nacional, a partir de información publicada en fuentes indexadas, tesis e informes institucionales.

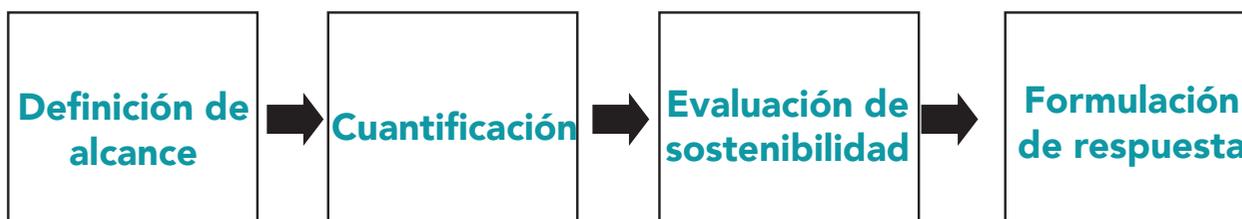


Figura 1. Fases de la evaluación de la huella hídrica según la Water Footprint Network

SECTOR AGRÍCOLA

La mayoría de estudios de la HH alrededor del mundo están enfocados en los procesos agrícolas, debido a que estas actividades productivas son las que demandan cantidades importantes de agua, aproximadamente un 92 % de la HH global. En la siguiente figura (Figura 2), se muestra la distribución sectorial de la HH a nivel mundial en un periodo de 9 años (1996 – 2005) (Mekonnen y Hoekstra, 2011).

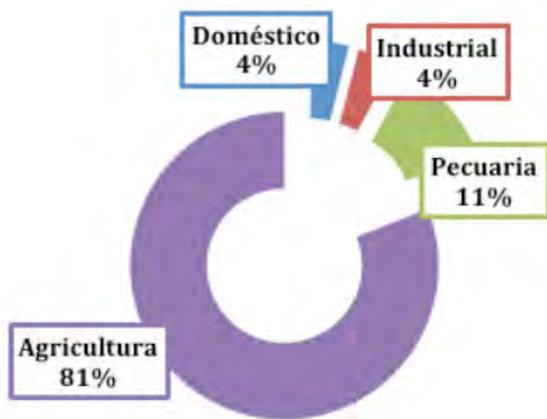


Figura 2. Distribución sectorial de la huella hídrica de la producción mundial en el periodo de 1996-2005 (Mekonnen y Hoekstra, 2011).

En la agricultura es necesario analizar los tres componentes de la HH de forma independiente, puesto que en el sistema productivo se utilizan diferentes fuentes hídricas y estas ejercen menor o mayor presión a la dinámica de los sistemas naturales. Así, la HH verde refleja el uso del agua lluvia aprovechada directamente por los cultivos, mientras que la HH azul se

asocia a la cantidad de agua que se extrae de una fuente superficial o subterránea; en este sentido, contar con una HH con predominancia de HH verde significa que el sistema de producción aprovecha al máximo las condiciones agroecológicas de una región determinada y cuando predomina la HH azul se indica presión sobre los sistemas hídricos superficiales y/o subterráneos. Por otro lado, la HH gris es la cantidad de agua que se necesita para diluir la carga contaminante que genera el uso de productos tales como: pesticidas, fertilizantes químicos y orgánicos entre otros, en la actividad (Gerbens-Leenes, Hoekstra y Van der Meer 2009). Del mismo modo, la HH agrícola total está directamente relacionada con el rendimiento del cultivo, por tal razón los cultivos con un alto rendimiento se asocian a HH menores (Mekonnen y Hoekstra, 2010).

En estudios realizados en América del Sur sobre la HH, se ha estimado que para la producción agrícola se requiere aproximadamente 918.000 Mm³/año (millones de metro cúbicos por año), equivalente a un 10 % de la HH de la producción global. Los países con mayor HH son Brasil, Argentina y Colombia, que suman un 80 % del total de la HH de la producción (Mekonnen y Hoekstra, 2010) del continente. En Colombia el sector agrícola es el principal consumidor de agua con un 54,0 %, del volumen de agua total usada por los diferentes sectores (Ideam, 2010). Cabe anotar aquí al departamento del Meta, donde la agricultura es una de las principales actividades económicas, destacando los cultivos de palma de aceite y arroz que ocuparon el 32 y 24 % respectivamente de su área cultivada para el año 2011.

En el país, los primeros estudios sobre el uso del agua en las actividades agrícolas los adelantó Pérez (2006), quien evaluó esta relación (uso de agua – agricultura), asociada a los cambios en los modelos de desarrollo de la economía colombiana entre 1961 y 2004, particularmente, al papel que ha jugado el comercio internacional como dinamizador de estos usos. En el estudio encontró que la huella hídrica de la agricultura en Colombia ha aumentado como producto del crecimiento económico, reflejado en cantidad de áreas sembradas, de producción agrícola y en el cambio estructural de los cultivos.

Posteriormente fue publicado el estudio de la HH en la agricultura para Colombia “Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica” (Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], 2012a), donde se evalúa la HH azul, verde y gris, de los cultivos más representativos del país (café, plátano, maíz, caña de azúcar, arroz, palma de aceite y yuca). Según esta investigación la HH total se distribuyó en 88 % HH verde (34.242 Mm³/año), el 7 % HH azul (2804 Mm³/año), y el 5 % HH gris (2098 Mm³/año) (Figura 3). En lo referente a los cultivos de arroz y palma de aceite, juntos suman el 17% de HH verde, 53 % HH azul y el 26 % HH gris del total de la HH agrícola del país (WWF, 2012a).

A nivel departamental, en el Meta, la HH total se encuentra entre los 2.052,5 y 4.204,2 Mm³/año, siendo la huella hídrica verde la que tiene mayor representación con valores superiores a 1.660 Mm³/año, seguida de la huella hídrica gris con valores entre 38,9 y 79,2 Mm³/año y

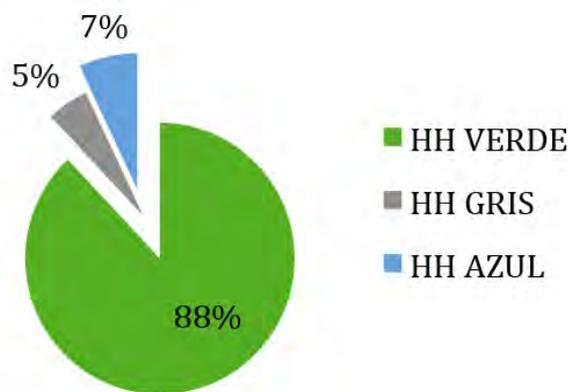


Figura 3. Distribución porcentual de los componentes de la huella hídrica del sector agrícola de Colombia – 2008(Mm³/Año) (WWF, 2012a).

la huella hídrica azul con valores entre 0,1 y 2,0 Mm³/año, lo que muestra que los sistemas de producción agrícolas aprovechan la oferta climática regional (WWF, 2012a).

Por otro lado, en el país se realizó un ejercicio de evaluación de HH con enfoque en la gestión de cuenca hidrográfica para el río Porce en el departamento de Antioquia, encontrando que la HH del sector agrícola fue de 250 Mm³/año para el periodo de 2005-2010, distribuida en el 93% HH verde, el 5% HH azul y el 2% HH gris. El café se reporta como el cultivo con mayores requerimientos de agua con el 31%, seguido por la caña, la papa y el plátano con valores del 19, 15 y 8 % respectivamente, estos cuatro cultivos aportan más del 70% de la huella hídrica del consumo total (Builes, 2013) de esta cuenca.



Vertimiento industria palmera, Inspección de Palmeras, San Carlos de Guaroa.



Tanques de almacenamiento del acueducto municipal de Acacías, Vereda Alto Acaciitas.



Cultivo de palma en el sector del puente El Palmar.

SECTOR INDUSTRIAL

La metodología estándar utilizada para el cálculo de la HH en los diferentes estudios del sector industrial a nivel mundial, está fundamentada en la metodología de la Water Footprint Network. Así mismo, la Organización Internacional de Normalización ISO, generó la ISO 14046 que establece los principios, requisitos y directrices para una correcta evaluación de la HH de productos, procesos y posibles impactos ambientales relacionados con el agua.

A nivel mundial, los estudios de HH de la agroindustria consideran dentro de su cuantificación las etapas de producción de las materias primas y todos los demás procesos que hacen parte de la cadena (Arévalo, Sabogal, Lozano y Martínez, 2012). De este modo, Andreea, Teodosiu y Robu (2012), identificaron que el 99 % de la HH total de la elaboración del vino esta relacionada con la producción de la uva. Así mismo, en la producción de biocombustibles el principal gasto de agua se relaciona con las materias primas, por ejemplo en el caso de la producción de etanol según (Gerbens-Leenes *et al.*, 2012), el maíz es mas competitivo respecto al uso de agua frente o otras materia primas como la caña; sin embargo, este producto esta asociado con la seguridad alimentaria (Yang y Liu, 2009).



Almacenamiento de agua para uso doméstico rural.

SECTOR DOMÉSTICO

Los recursos hídricos son de vital importancia para la producción de alimentos, el mantenimiento de los ecosistemas y la protección de la salud humana (Gleick, 1996). La HH de la población se refiere al volumen total de agua dulce consumida y contaminada ya sea para la producción de bienes como los alimentos de origen agrícola, los alimentos de origen animal, los textiles, los electrodomésticos, entre otros, o por los servicios consumidos en una comunidad, que están representados en el aseo, la jardinería, la cocción de alimentos y demás actividades que demandan agua. Para determinar la HH del sector doméstico se tiene en cuenta la HH azul y la HH gris tanto de uso directo como indirecto como se presenta en la ecuación 1. La HH de una comunidad se determina sumando la HH de cada consumidor (Hoekstra *et al.*, 2011). Para el caso del "Proyecto Cuencas" se tendrá en cuenta el componente directo de la HH azul y se realizará una primera aproximación a la HH gris.

$$HH_{\text{consumidor}} = HH_{\text{directa}} + HH_{\text{indirecta}}$$

(Ecuación 1)

Desde la aparición del concepto, se han desarrollado diversos estudios sobre HH a nivel mundial, sin embargo, la evaluación de este indicador abordada desde el sector doméstico ha tenido poca relevancia en las investigaciones debido a su bajo porcentaje de participación en la HH total. En los casos en los que se ha contemplado se analiza generalmente la HH indirecta. Los estudios más relevantes se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de participación del sector doméstico en la HH total de un país o cuenca hidrográfica.

Lugar	% de participación del sector doméstico en la HH total	Fuente
Canadá	6	WWF, 2012b
Estados Unidos	4	WWF, 2012b
México	5	WWF, 2012b
Francia	3	Ertug et al., 2013
Cuenca río Heihe (China)	4 (doméstico e industrial)	Z. Zeng et al., 2012
Mundial	3,6	Hoekstra y Mekonnen, 2012

En China se desarrollaron evaluaciones de HH en cuencas hidrográficas como la del río Heihe y el río Amarillo, pues a raíz de la creciente escasez de agua, sienten la necesidad de cuantificar la HH desde diferentes sectores. En estas cuencas las problemáticas por insuficiencia de agua son tan drásticas que en época seca la cuenca no puede satisfacer la demanda ni humana ni natural del recurso, por lo cual, si el agua es captada por la población para su uso doméstico o industrial, se presenta degradación ecológica y muerte de la vegetación ribereña (Zeng, Liu, Koeneman, Zárate y Hoekstra, 2012; Feng, Siu, Guan y Hubacek, 2012).

Así mismo, países como Francia, Reino Unido y España tienen investigaciones sobre uso de agua en los que incluyen el sector doméstico (Ercin, Mekonnen y Hoekstra, 2013; Yu, Hubacek, Feng y Guan, 2010; Moratilla, Molina y Fwernández, 2010; Salmoral et al., 2011). Algunas de estas investigaciones aplican la metodología de la WFN y otras desarrollan enfoques como el de *In-put* y *out-put*, que les permiten hacer estimaciones a nivel local desde una perspectiva muy general; otras añaden indicadores como agua virtual e indicadores económicos y

sociales. Algunos de estos estudios al no tener datos específicos, de carácter local, aplican la metodología con datos asumidos o promediados según bases de información de cada municipio o región, por tal razón los resultados pueden no ser precisos o cercanos a la realidad de una cuenca hidrográfica o un país. Con base en esto, el estudio de Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica, afirma que se deben tomar en cuenta factores locales para dar un contexto real y útil al concepto (WWF, 2012b).

En América Latina Vázquez y Buenfil (2012) investigaron sobre la HH del consumo nacional para el periodo 1996-2005 y determinaron que un colombiano tiene una HH de 1.375 m³/hab/año, encontrándose por debajo del promedio regional, el cual está en 1.783 m³/hab/año. Bolivia alcanza el mayor promedio con 3.468 m³/hab/año, resultado influenciado por el alto consumo de carne bovina; el resultado más bajo es Nicaragua con 912 m³/hab/año (Figura 4). Finalmente, esta investigación recomienda como la mejor forma de reducir la HH, cambiar los hábitos de consumo de bienes y servicios, y mejorar tecnológicamente los procesos para dar un uso más eficiente al recurso hídrico.

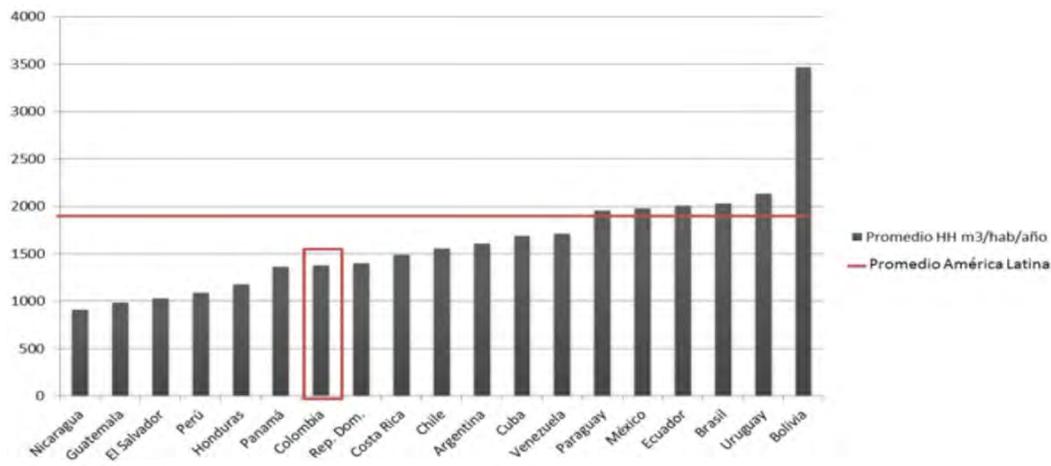


Figura 4. Promedio de la huella hídrica de un habitante al año.

Fuente: (Vázquez y Buenfil, 2012)

A nivel nacional, únicamente se encuentra un estudio de huella hídrica que incluye el sector doméstico en su evaluación y es el realizado en la cuenca del río Porce en Antioquia, en donde se aplica la metodología de la WFN, estimando realmente el agua usada y contaminada por la población de la cuenca en un espacio geográfico y tiempo determinado.

A pesar de que la información primaria para realizar el cálculo fue obtenida de algunas bases de información de orden nacional o municipal, esta investigación es la primera aproximación a la huella hídrica del sector doméstico de una cuenca hidrográfica en el país.

Dentro de los resultados para el sector doméstico, la HH azul total de la cuenca del río Porce es $-135.408.699 \text{ m}^3/\text{año}$, es negativa debido a que la cantidad de agua importada es mayor a la cantidad de agua captada en el interior de la cuenca. La HH por habitante al año es de $-1,20 \text{ m}^3$. Respecto a la HH

gris de la cuenca, es importante mencionar que se basaron en dos lineamientos de calidad para las concentraciones máximas permisibles, las normas internacionales y los objetivos de calidad del río Aburrá-Medellín. El resultado de la HH gris con relación a las normas internacionales fue de $21.509 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y de $6.709 \text{ Mm}^3/\text{habitante}$; de acuerdo a los objetivos de calidad (0-2 años), fue de $1.623 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y $506 \text{ Mm}^3/\text{habitante}$ (Arango, Martínez y Ríos 2013).

Para terminar hay que mencionar la importancia del análisis o evaluación de sostenibilidad de la HH del sector, puesto que ésta busca principalmente comparar la HH de la población con lo que el río puede soportar de manera sostenible, aproximándonos a sostenibilidad desde tres dimensiones: la ambiental, la social y la económica y se pueden formular diferentes impactos de carácter primario o secundario, de acuerdo a la huella hídrica azul o gris (Hoekstra et al., 2011).

PROSPECTIVAS

Según estudios realizados el consumo del agua a nivel mundial se ha triplicado en los últimos 50 años, actualmente se consume unos 6,9 billones de m³ y se estima que en los siguientes 40 años aumente en un 40 %, debido al incremento de la población mundial, el crecimiento de las ciudades, el aumento en producción de alimentos, la industrialización y el cambio climático (Departamento Técnico de Festo [DTF], 2013).

El recurso hídrico en el mundo tiene una demanda insostenible de diversos sectores como el agrícola, el industrial y el doméstico, además del impacto que ejercen estos sectores, el agua es fundamental para otras actividades que en determinadas cuencas se pueden transformar en presiones significativas sobre las fuentes hídricas (Maestu, Gómez, Gutiérrez y Martínez-Valderrama, 2007; Rosegrant y Kline, 2002).

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantean algunas proyecciones respecto al uso del agua para cada uno de los sectores estudiados:

En lo que concierne al sector doméstico, se estima que en el 2025 el mundo tendrá 2.000 millones de personas más de las que tiene hoy día, este crecimiento demográfico sin lugar a duda desencadenará conflictos por el agua, debido a que es necesario abastecer del recurso a toda la población (la demanda aumenta), cada vez hay menos agua disponible (la oferta disminuye) y seguramente la distribución siga siendo inequitativa (Ideam, 2010).

En cuanto al sector agrícola no solo es el que consume el mayor volumen de agua a nivel mundial, sino que también es uno de los sectores que menor valor de uso da al recurso (Bathia y Falkenmark, 1992). Esta situación se ve con gran preocupación por parte de

los gobiernos y los entes internacionales, debido al importante papel de las actividades agrícolas en la producción de alimentos y materias primas, en la salud y la nutrición humana, en los procesos industriales y en general en el desarrollo económico de las naciones (Pingali, 2006).

El agua es fundamental para los procesos industriales, pues funciona como insumo en la producción y en la transformación de materias primas. Dentro de estos procesos se pueden reconocer actividades como lavado, dilución, transporte, refrigeración o sencillamente el agua que se incorpora dentro del producto transformado (Maestu, et al., 2007). Considerando el crecimiento económico, el sector industrial deberá mejorar la competitividad con nuevas oportunidades de mercado, adoptando nuevas tecnologías, siendo más eficientes, con un crecimiento y diversificación de productos con mayor valor agregado.

Teniendo en cuenta lo anterior y que la competencia por el recurso hídrico entre los diferentes sectores cada vez va teniendo mayor intensidad, se observan problemas en el desarrollo de las actividades en varios países y conflictos entre los consumidores del recurso (Bathia y Falkenmar, 1992).

Generalmente a los usos del agua no se les da la importancia necesaria y no se tiene en cuenta que son fundamentales para asegurar la sustentabilidad de la oferta hídrica en el mundo (Rosegrant, 2002). Lo anterior refleja la necesidad de que existan políticas que estén encaminadas a mejorar la gestión de los recursos hídricos, a través de indicadores como la huella hídrica (Icaza, 2011).



Zona alta Vereda Loma del Pañuelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ercin Ertug, A., Martínez Aldaya, M. y Hoekstra, A. (2011). *Corporate Water Footprint Accounting and Impact Assessment: The Case of the Water Footprint of a Sugar-Containing Carbonated Beverage*, Springerlink.com. Water Resour Manage.
- Ercin Ertug, A., Mekonnen, M. M. y Hoekstra, A. Y. (2013). Sustainability of national consumption from a water resources perspective: The case study for France. *Ecological Economics*. (88) 133–147.
- Falkenmark, M. (2003). Freshwater as shared between society and ecosystems: from divided approaches to integrated challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358 (1440), 2037-2049.
- Feng, K., Siu, Y. L., Guan, D. y Hubacek, K. (2012). Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. *Applied Geography*.
- Gerbens Leenes, W., Hoekstra, A. Y. y Van der Meer, T. (2009). The water footprint of bioenergy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106 (25): 10219-10223.
- Gerbens Leenes, W. y Hoekstra, A. Y. (2012). *The water footprint of sweeteners and bio-ethanol*, *Environment International*. Elsevier Ltd.
- Gleick, Peter. (1996). Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs. *Water International*, 21:2, 83-92.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A., Aldaya, M. y Mekonnen, M. M. (2009). *Water Footprint Manual: State of Art 2009*. Enschede, Netherlands: Water Footprint Network.
- Hoekstra, A. Y., y Chapagain, A. K. (2008). *Globalization of Water Resources: Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Hoekstra, A. Y. y Hung, P. Q. (2002). Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Value of Water Research Report*. Series No.11. Netherlands: UNESCO-IHE.
- Hoekstra, A. Y. y Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity. *PNAS*. 109(9): 3232–3237.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., Mekonnen, M. M., (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting The Global Standard*. London: Earthscan.
- Icaza Domínguez, Evelyn Yolanda. (2011). Tesis especialización. *Análisis macroscópico de la huella hídrica a nivel mundial. Relaciones socio-económico-hidrológicas*. Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2010). *Estudio Nacional del Agua (ENA)*. Bogotá: IDEAM.
- Mekonnen, M. M. y Hoekstra, A. Y. (2010) The Green, Blue and grey Water Footprint of Crops and Derived crop products. *Value of Water Research Report Series No. 47*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
- Mekonnen, M. M. y Hoekstra, A. Y. (2011). *National Water Footprint accounts. The green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Volume 1y 2.
- Mekonnen, M. M. y Hoekstra, A. Y. (2011). The water footprint of electricity from hydropower. *Value of Water Research Report*. Series No. 51, Unesco-IHE, Delft, the Netherlands.
- Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM). (2007). *El agua en la economía española: situación y perspectivas. (Informe integrado del análisis económico de los usos del*

- agua en España. Artículo 5 y Anexo III de la Directiva Marco de Agua). Madrid: MIMAM.
- Moratilla, F., Molina, M., Fernández, M. (2010). La huella hídrica en España. *Revista de Obras Públicas* N° 3.514.
- Pérez Rincón, M. A. (2006). Comercio exterior y flujos hídricos en la agricultura colombiana: análisis para el periodo 1961-2004. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. 4, 3-16.
- Pingali, P. (2006). *El crecimiento agrícola y desarrollo económico: una visión a través de la lente de la globalización*. El discurso presidencial a la 26a. Conferencia Internacional de Economistas Agrícolas, Gold Coast, Australia, Agosto de 2006.
- Rosegrant, M. W., Cai, X. y Cline, S. A. (2002). *Panorama global del agua hasta el año 2025. Cómo impedir una crisis inminente*. Colombo, Sri Lanka: Instituto Internacional para el Manejo del Agua.
- Ruini L., Marino M., Pignatelli S., Laio F., Ridolfi L., (2013). Water footprint of a large-sized food company: The case of Barilla pasta production. *Water Resources and Industry*. 1–2, 7–24
- Salmoral, G., Dumont, A., Aldaya, M., Rodríguez, R., Garrido, A. y Llamas, M. (2011). *Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir*. Observatorio de Agua, N°3. España: Fundación Botín.
- Vázquez, R. y Buenfil, M. O. (2012). Huella hídrica de América Latina: retos y oportunidades. *Aqua-LAC*. 4 (1), 41 - 48.
- Wackernagel, M. y Rees, W. (1995). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC, and Philadelphia, PA: New Society Publishers.
- World Wildlife Fund (WWF). (2012a). *Una Mirada a la Agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica*. Cali: WWF.
- World Wildlife Fund (WWF). (2012b). *Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica*. México: WWF en colaboración con AgroDer y Sab Miller.
- Yang, H., Zhou, Y., Liu, J., (2009). Land and water requirements of biofuel and implications for food supply and the environment in China. *Energy Policy*. 37, 1876–1885.
- Yang, Y., Hubacek, K., Feng, K. y Guan, D. (2010). Assessing regional and global water footprints for the UK. *Ecological Economics*. 69, 1140–1147.
- Zeng, Z., Liu, J., Koeneman, P. H., Zarate, E. y Hoekstra, A. Y. (2012). Assessing water footprint at river basin level: a case study for the Heihe River Basin in northwest China. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 2771–2781.





Río Ocoa, vereda San Luis de Ocoa.

Glosario

- **Abanicos:** área en donde por un cambio brusco de la pendiente, se depositan materiales de una corriente fluvial en forma de segmento de cono.
- **Agua azul:** agua de lluvia que, tras su escorrentía o percolación, queda disponible en ríos, presas, acuíferos u otros. Susceptible de ser transportada, se puede usar para riego o para uso residencial o industrial.
- **Agua verde:** agua de lluvia que queda en el suelo como agua útil para las plantas, naturales o cultivadas. Se aprovecha "in situ".
- **Agua virtual:** indicador que da una idea del volumen de agua usado para producir un determinado alimento, elaborar una mercancía o prestar un servicio.
- **Algas epilíticas:** algas que crecen en la superficie de las rocas.
- **Ambientes lenticos:** son cuerpos de agua cerrados que no presentan corriente continua y permanecen en un mismo lugar; por ejemplo lagos, lagunas, esteros y pantanos.
- **Ambientes loticos:** son todos aquellos cuerpos de agua caracterizados por la presencia de una corriente como los ríos y arroyos.
- **Balance hídrico:** cómputo cuantitativo entre las aportaciones de agua entrante, la que se almacena y la saliente, en un dominio hidrográfico y durante un intervalo dado, como expresión del principio de continuidad o de conservación de la materia.
- **Biodiversidad:** diversidad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado.
- **Calidad del agua:** conjunto de propiedades del agua, en relación con parámetros físicos, químicos, biológicos y organolépticos, que la hacen adecuada para determinados usos.
- **Características morfométricas:** son las características que refieren a la forma, tamaño y dimensiones de un objeto.
- **Cauce:** lecho de los ríos y arroyo.
- **Caudal ecológico:** caudal que contribuye a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantiene, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.
- **Confluencia:** lugar donde se unen dos o más cursos de agua.
- **Consumo de agua:** extracción de agua en la que no hay devolución a la fuente de origen, debido a evaporación o incorporación a un producto.
- **Crestones homoclinales:** tipo de relieve montañoso que presenta pliegues o arrugas en la superficie en un costado y escarpes abruptos en el otro.
- **Cuenca hidrográfica:** área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitentes, que confluyen en un curso mayor que a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.
- **Dendrítico:** tipo de drenaje dentro de los cuales los cauces se agrupan sucesivamente, con apariencia similar a un árbol ramificado.
- **Dulceacuícola:** organismo que vive en agua dulce.
- **Escorrentía:** parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo y se concentra en los cauces y cuerpos de agua.
- **Esquistos:** rocas producto de otras rocas más pequeñas, transformadas por altas presiones y temperaturas con formas onduladas.
- **Evapotranspiración:** transferencia de agua hacia la atmósfera como resultado de la evaporación y la transpiración de la planta.
- **Filitas areniscas:** roca transformada por altas presiones y temperaturas, a partir de otras rocas, con diferentes tonos pero la misma textura.

- **Granulación:** tipo de estructura del suelo que depende del tamaño de las unidades y de los poros.
- **Huella hídrica:** la huella hídrica es un indicador de uso de agua que tiene en cuenta tanto el uso directo como indirecto por parte de un consumidor o productor.
- **Íctico:** palabra que indica relación con el pez.
- **Macrófitas:** vegetación adaptada a la vida acuática.
- **Meándrico:** tipo de drenaje, donde los cauces forman curvas en zig-zag con presencia de algunas madres viejas.
- **Microcuencas hidrográficas:** áreas de tierra que delimitan el curso de un drenaje sencillo, las cuales finalizan al verter a un río o quebrada más grande.
- **Peces ornamentales:** son aquellos peces que se capturan para ser mantenidos vivos en acuarios como elementos decorativos.
- **Permeabilidad:** es una propiedad que tiene el suelo permitir un flujo, ya sea de agua o aire, sin alterar su estructura interna.
- **Permeabilidad:** es una propiedad que tiene el suelo permitir un flujo, ya sea de agua o aire, sin alterar su estructura interna.
- **Pesquería:** actividad organizada para la captura de peces con el objeto de su comercialización.
- **Pliocuatnarios:** área con rocas, con una edad de hasta 5,3 millones de años.
- **Relictos de bosques:** vestigio de algún tipo de flora que alguna vez hubo en la zona y que en el presente sólo está dicha muestra de vegetación.
- **Rendimiento hídrico:** es la cantidad de agua que puede pasar por la superficie de la cuenca, en un intervalo de tiempo.
- **Resistencia a la erosión:** es la capacidad del suelo de almacenar agua, como humedad, para evitar las alteraciones que puede causar los factores climáticos.
- **Servicios ecosistémicos:** se entiende como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Se clasifican en de provisión, regulación, culturales y de soporte.
- **Subdendrítico:** tipo de drenaje superficial donde los cauces tienen una forma casi paralela entre ellos como con forma de raíz.
- **Tributario:** afluente menor de un sistema hidrográfico.

Participantes

Nombre	Formación	E-mail
Adrián Ferley Lozada Nocua	Ingeniero Agrónomo	adrianlozadan@gmail.com
Ana María Oliveros Monroy	Biólogo	anmaolmo12@gmail.com
Ana Mercedes Barraza de Aguas	Biólogo	anabarrazadea@gmail.com
Andrés Gilberto Zárate Baquero	Estudiante de Administración en Salud Ocupacional	andreszaratebaquero@gmail.com
Andrés Jeronimo Chavarro	Economista	ajchavarrov@gmail.com
Ángel Horacio Rodríguez Pérez	Estudiante de Ingeniería Agronómica	angelrodriguez1087@gmail.com
Armando Ortega Lara	Biólogo	ictiologo@hotmail.com
Bianey Argenis Cortés Zambrabo	Tecnólogo en Sistemas de Gestión Ambiental	bianju08@hotmail.com
Camilo Castañeda Cardona	Estudiante de Ingeniería Agronómica	camilocastanedac@gmail.com
Carlos Daniel Fajardo	Baquiano	calor.fajardo@unillanos.edu.co
Cirilo Cárdenas Gelves	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	cirilo.cardenas@unillanos.edu.co
Clara Inés Caro Caro	Biólogo	clarainescaro@unillanos.edu.co
Cluadia Tatiana Sierra	Estudiante de Ingeniería Agronómica	tatianasierra2331@gmail.com
Daniel Ávila Nausan	Conductor	daniel.avila@unillanos.edu.co
Daniel Blanco Malagón	Ingeniero Ambiental	danielblancom08@gmail.com
David Andrés Vargas	Ingeniero Agrónomo	dava82@live.com
David Mauricio Amaya	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	mauricioamayap@hotmail.com
Diana Paola Osorio Ramírez	Biólogo	dposorior@gmail.com / dosorio@unillanos.edu.co
Diego Fernando Bonilla	Estudiante de Ingeniería Agronómica	diego.bonilla@unillanos.edu.co
Diego Fernando López Baquero	Estudiante de Contaduría Pública	diego_est_iemc@hotmail.com
Edward Fabián Marente Moreno	Técnico en Sistemas	edward-932011@hotmail.com
Edwin Hernando Holguín	Auxiliar	edwin1448@gmail.com
Eliana Marín Álvarez	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	elis.1414@hotmail.com
Fabián Moreno Rodríguez	Biólogo	fabian.morenorodriguez@gmail.com
German Darío Baquero Salamanca	Ingeniero de Sistemas	germanbaquero@gmail.com
Gonzalo Gómez Casiano	Auxiliar	gonzalo.gomez@unillanos.edu.co
Hernan Tiuso Ramírez	Profesional en Salud Ocupacional	hernantiuso@hotmail.com
Hernando Ramírez	Biologo	hramirezgil@gmail.com
Iván Parda Nagai	Profesional Cine y Televisión	ivancho_prada@hotmail.com
Jaime Andrés Bohórquez Rozo	Técnico	jandresbohorquez@gmail.com
Jairo Raúl Barrios (q.e.p.d)	Contadur público	nilisset@hotmail.com
Johana Ariza Marín	Economista	johanaarizam@hotmail.com
Johanna Patricia Rodríguez Tellez	Profesional en Ciencias Sociales	johanna.rt@hotmail.com
John Jairo Rincón	Ingeniero Agrónomo	rincon.jairo83@gmail.com
Jorge Bolaños Briceño	Economista	jorgebolanos@yahoo.com
Jorge Ortiz Villar	Médico Veterinario Zootecnista	jorgeortizvillar@gmail.com
José Ismael Rojas Peña	Estudiante de Biología	rtjose110@gmail.com

Nombre	Formación	E-mail
Juan Camilo Borrero Benavides	Ecólogo	juank.borrero@hotmail.com
Juan David Mahecha Pulido	Ingeniero Agrónomo	jdmahechap@gmail.com
Juan Manuel Trujillo González	Ingeniero Agrónomo	jtrujillo@unillanos.edu.co
Juan Sebastián Duran Ahumanda	Biólogo	sebastianklon89@gmail.com
Julio Andrés Castaño Arboleda	Conductor	jcastaño@unillanos.edu.co
Laura Andrea Ortega Corredor	Biólogo	laurandreaoc@gmail.com
Liliana Palma Silva	Biólogo	lilianapalm@hotmail.com
Luis Gonzalo Salinas Jiménez	Biólogo	biobaetodes@gmail.com
Marcio Baquero Galvis	Geógrafo	baquero.marcio@gmail.com
Marco Aurelio Torres Mora	Biólogo	mtorres38@gmail.com
Marcos Ramírez	Conductor	nayiberrey@hotmail.com
María Cristina de Vargas Ortíz	Psicóloga social	mcdevargas@gmail.com
María del Pilar Salazar Arias	Licenciada en Producción Agropecuaria	Pilar7816@hotmail.com
María Eugenia Pachón Calderón	Ingeniera Forestal	mariaeugenial96@gmail.com
Mario Javier Sánchez Guevara	Relaciones internacionales	masaja83@hotmail.com
Monica Leandra López García	Ingeniera Ambiental	monicaleandra1979@hotmail.com
Naisly Ada Tovar Hernández	Ingeniero Agrónomo	naislytovar@gmail.com
Neiser Armando Sánchez López	Tecnólogo en Recursos Naturales	neiser.san@hotmail.com
Nidia Lisset Clavijo	Contador público	nilisset@hotmail.com
Omar Rolando Aldana Chacón	Estudiante de Administración Ambiental	Aldanaomar59@gmail.com
Oscar Iván Vargan Pineda	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	bambam3004@hotmail.com
Oscar Javier Díaz Celis	Ingeniero electrónico	oscardiazcelis@gmail.com
Oscar Javier Gutiérrez Oviedo	Estudiante de Ingeniería Agronómica	ing.javieroviedo@gmail.com
Paula Andrea Duarte Guarín	Tecnóloga en Recursos Naturales	andre.-37@hotmail.com
Robinson Martínez	Técnico en Preservación de Recursos Naturales	robinmartinez1994@hotmail.com
Roger Gonzalo Farfán Salomón	Técnico en recursos naturales	roger_farfan@hotmail.com
Ronald Adriano Novoa Forero	Estudiante de ingeniería industrial	novoa_forero@hotmail.com
Rosa Elena Ajiaco-Martínez	Bióloga	rajiaco@unillanos.edu.co
Sandra Liliana Parada Guevara	Bióloga	salipa11@gmai.com
Sandra Milena Delgado García	Licenciada en Producción Agropecuaria	sandra.delgado@unillanos.edu.co
Sergio Alejandro Martínez Díaz	Estudiante de Ingeniería Agroindustrial	ingmartinezdiaz@hotmail.com
Sergio Iván Muñoz Yañez	Abogado	sergio.munoz@unillanos.edu.co
Sindy del Pilar Guzmán	Estudiante de Ingeniería Agronómica	pilar.guzman@hotmail.com
Walter López García	Tecnólogo en Recursos Naturales	wollt-29@hotmail.com
William Rodríguez	Baquiano	willmartinez6111@gmail.com
Ximena Bustamante	Enfermera	ximenabustamantec@gmail.com
Yeferson Andrés Castaño	Estadístico	jacastanot@unal.edu.co
Yenny Maritza Estupiñan Albarracín	Ingeniero de Sistemas	yeny_estupinan@hotmail.com
Yuliana Sandoval Salamanca	Ingeniera Ambiental	yulisalan18@yahoo.es



Este material se publica en el marco del convenio 5211592 suscrito entre Unillanos y Ecopetrol "Identificación de alternativas de manejo ambiental de los ríos Guayuriba y Ocoa y los caños Quenane-Quenanito de la cuenca alta del río Meta, Orinoco, basado en estrategias educativas, investigativas y de proyección social".

