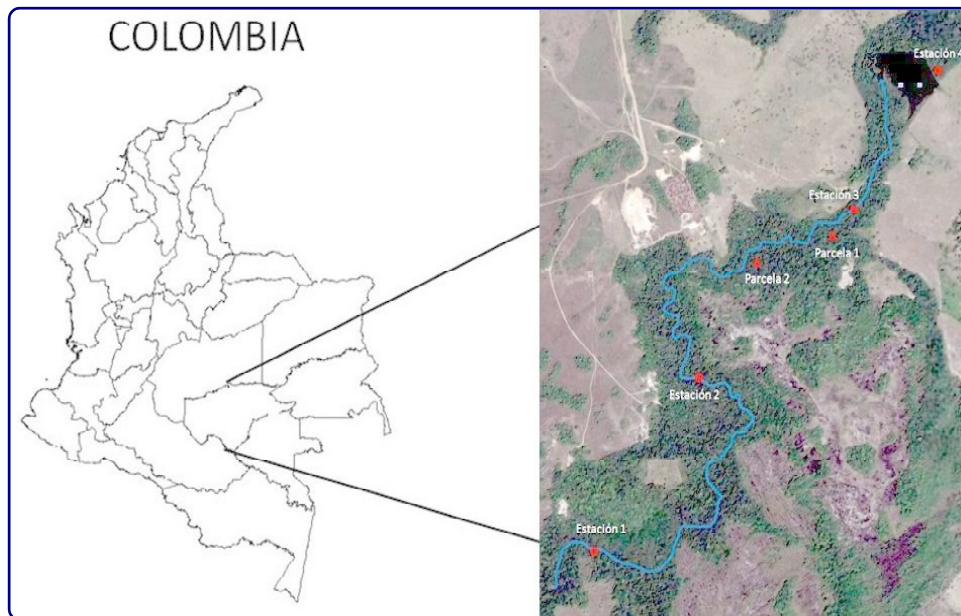

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA MICROCUENCA ABASTECEDORA DE
AGUA DEL ACUEDUCTO MUNICIPAL DE SAN JOSÉ DEL GUAVIARE**

**ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MICRO-WATER SHED THAT
SUPPLIES WATER TO THE ACUEDUCT SAN JOSÉ DEL GUAVIARE MONICIPALITY**



RESUMEN

Juan Carlos García-R., Ecólogo, Ph.D. Student
Massey University, New Zealand
juancagar@yahoo.com

Luis Fernando Galindez, Ecólogo.
Empo Aguas
San Jose del Guaviare
juacagar@yahoo.com
luisfer1026@hotmail.com

Se examinaron la diversidad vegetal y los macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca La María, Departamento del Guaviare, Colombia. Fueron establecidas dos parcelas de muestreo para determinar la diversidad y estructura vegetal del bosque protector de la microcuenca y cuatro estaciones para reconocer la calidad del agua a través de macroinvertebrados bioindicadores. Se registraron 139 individuos de 47 especies siendo las más abundantes *Socratea exorrhiza* (34 individuos), *Virola calophylla* (10 individuos) y *Goupia glabra*, *Lindackeria paludosa* y *Oenocarpus bataua* (seis individuos). Se estimó el índice biótico BMWP, para evaluar la calidad del agua, obteniendo valores aceptables para las tres primeras estaciones y entre dudosa y crítica para la última estación (posterior al embalse de distribución). Estos valores permiten determinar un agua de buena calidad para uso potable de la

**Recibido: 26 Septiembre 2011 *Aceptado 25 Octubre 2011*

comunidad de San José del Guaviare.

PALABRAS CLAVE

Macroinvertebrados acuáticos, microcuenca La María, Guaviare.

ABSTRACT

*We carried out a study of vegetation and aquatic macroinvertebrates in La María micro-basin, Guaviare, Colombia. Two plots were established to examine the vegetation diversity and structure of protective forest and four stations for recognize the water quality through macroinvertebrate bioindicators. There was registered 139 individuals of 47 species, being the most abundant *Socratea exorrhiza* (34 units), *Viola calophylla* (10 units) and *Goupia glabra*, *Lindackeria paludosa*, and *Oenocarpus bataua* (six units). It was considered the biotic index BMWP, as the water quality indicator, for obtaining acceptable values at the three first stations, while the values last station (after dam) are considered critics. These values allow determining good quality water for potable use.*

KEYWORDS

Aquatic macroinvertebrates, la María micro-basin, Guaviare.

1. INTRODUCCIÓN

Bajo una aproximación proceso-funcional, el ecosistema es una unidad ecológica formada por componentes bióticos y abióticos que interactúan y permiten modificarse mutuamente (Margalef, 1991). Dado que el significado de ecosistema no tiene límites espaciales ni temporales se idean modelos para realizar estudios eco-sistémicos, así como para introducir éstos en herramientas de

gestión. Por esta razón, la definición de ecosistema es conceptualmente aplicable a los ríos, los cuales son denominados ecosistemas lóticos.

Los ambientes lóticos son influenciados por los ecosistemas terrestres adyacentes y por las características de sus cuencas hidrográficas, tales como tipo de suelo, geología, vegetación y ocupación humana. La columna de agua en estos sistemas, así como los ambientes circundantes y las condiciones socio-culturales de la región, definen los procesos de erosión y sedimentación de las aguas y actúan sobre el caudal y la presencia y distribución de los organismos acuáticos.

Por este motivo, los sistemas lóticos deben ser comprendidos a través de su dimensión longitudinal, es decir, desde su nacimiento hasta su desembocadura, debido a que en este recorrido ocurren diferencias en profundidad y amplitud del canal, alteraciones en la cobertura del bosque alledaño y cambios en la velocidad de la corriente, principalmente. Asimismo, la dimensión lateral es importante, especialmente en las regiones tropicales, ya que los procesos de inundación son un componente relevante en la comprensión de la dinámica fluvial y el entendimiento de sus interacciones ecológicas (Monteiro y Gonzaga, 2006).

Cuando desea conservarse este tipo de ecosistemas, unas medidas de gestión que deben ser consideradas con el propósito de mantener sus atributos característicos son la evaluación de la diversidad de especies. Según Odum (1969), existen cuatro atributos característicos en un ecosistema: i) la estructura de la comunidad, ii) el flujo de energía, iii) los ciclos biogeoquímicos y iv) la regulación u homeostasis. Estos atributos cambian de una manera razonablemente predecible en el tiempo y espacio. Sin embargo, perturbaciones externas, ya sea por acción humana u otras, pueden provocar cambios en el patrón del equilibrio dinámico del sistema (Braun, 1979).

Para el conocimiento de los ecosistemas acuáticos se hace indispensable un análisis integral a través de sus características físicas, biológicas, paisajísticas, sociales y relaciones espacio-temporales, que brinde las bases propicias para la toma de decisiones sobre utilización, conservación y restauración del recurso. De esta manera, para establecer un plan de ordenamiento, gestión y manejo de los sistemas lóticos es prioritario iniciar estudios que permitan reconocer el estado actual de las cuencas, al igual que el seguimiento y monitoreo a las condiciones ecológicas de las mismas a través del

tiempo y el espacio.

La microcuenca La María, cuyo afloramiento se encuentra en el sector de La Lindosa, zona rica en recursos hídricos y de gran importancia en la región amazónica colombiana, es impactada principalmente por la ganadería. Esta actividad es antecedida por el corte y quema del bosque protector, al igual que por la explotación de arena, las cuales modifican la dinámica de las aguas y causan efectos directos e indirectos sobre estas. La evaluación preliminar de la microcuenca La María, que abastece el acueducto del municipio de San José del Guaviare, es esencial para contribuir al desarrollo y bienestar de sus habitantes, por tratarse de un recurso hídrico prioritario de preservación para guiar acciones de conservación y apoyar la toma de decisiones sobre el recurso. Este trabajo analiza preliminarmente el estado actual de la microcuenca del caño La María a través de una evaluación ecológica de la vegetación del bosque protector y la caracterización de su fauna béntica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de San José del Guaviare se encuentra localizado al Norte del Departamento, en la cabecera del trapecio amazónico colombiano en una franja de transición entre la Orinoquía y la Amazonia, con una extensión territorial de 16.313 km² y una altura de 150 msnm. (Figura 1).

Este cabo en la parte alta de la microcuenca La María

(aproximadamente 4 km de longitud), la cual forma el límite en la parte alta de las veredas El Progreso y El Retiro (2° 30' 30» N y 72° 42' 13» W), en la Serranía de La Lindosa. Los muestreos sobre los levantamientos vegetales fueron realizados en dos parcelas del bosque aledaño a la microcuenca y para los macroinvertebrados acuáticos (Figura 2). en cuatro estaciones ubicadas en la parte alta de la microcuenca (tres entre el nacimiento y antes de la represa y la última, posterior a la represa). El proceso se realizó durante el mes de enero de 2009.

En la parte alta de la microcuenca La María se encuentran 10 predios con influencia directa, siete localizados en la vereda El Retiro y tres en la vereda El Progreso. La tenencia y estado legal de los mismos indica que siete tienen documento de compra venta (seis en El Retiro y uno en El Progreso) y tres poseen título o escritura registrada en Instrumentos Públicos (uno en El Retiro y dos en El Progreso). El 70 % de los predios poseen compraventa debido a que esta zona es un área protegida y no puede ser titulada (CINDAP, 2008).

Fisiográficamente la zona de estudio se reconoce como una gran unidad conocida como La Serranía de La Lindosa. Esta zona presenta piedemontes coluvioaluviales y suelos superficiales, arenosos, con bajos contenidos de nutrientes y materia orgánica, encontrándose

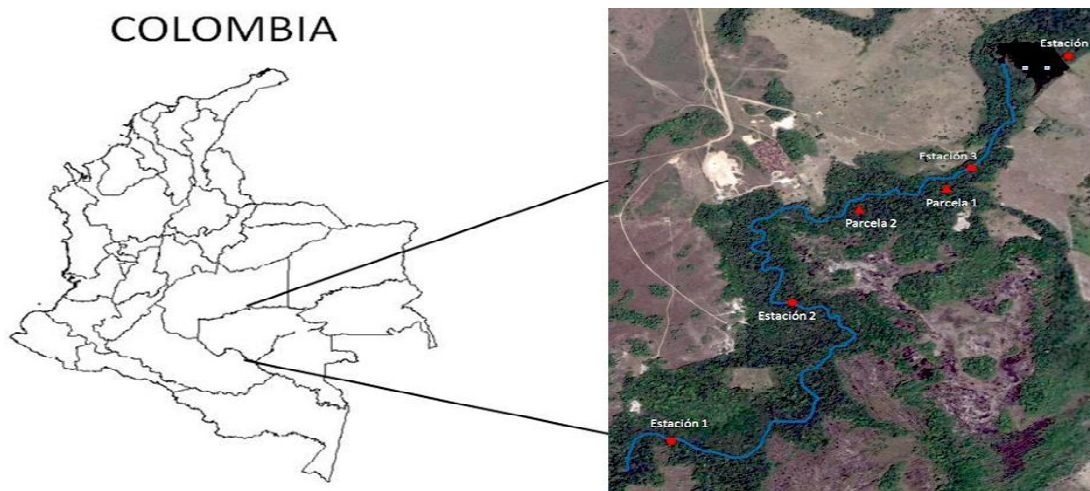


Figura 1. Ubicación del Departamento del Guaviare, Colombia. Fuente: DIVA GIS 5.2.0.2.



Figura 2. Localización del área de estudio en La microcuenca La María en donde se señalan las parcelas de vegetación (triángulos) y estaciones de muestreo de macroinvertebrados acuáticos (círculos). Fuente: Google Earth.

frecuentes afloramientos de roca y corazas petroféricas y gravillas en profundidad. Desde el punto de vista hidrológico el área está inmersa en la cuenca del río Orinoco, a través de los ríos Guaviare por un lado y el Río Inírida por el otro, los cuales, siguiendo cursos paralelos desembocan finalmente en el Orinoco donde forman la estrella fluvial colombiana. Las mayores elevaciones se presentan en el flanco occidental de la serranía con aproximadamente 300 m y pendientes superiores al 25%, contrario al flanco oriental que presenta pendientes más suaves inferiores al 6% (Galvis et al., 1979, IGAC, 1999).

En general, la distribución de las lluvias es de tipo monomodal, se inician generalmente a finales del mes de marzo o principios del mes de abril, prolongándose hasta mediados de noviembre. El verano comprende los meses de diciembre a febrero, donde el mes más seco es enero. La precipitación media de la zona asciende a 2800 mm/anales con 188 días de lluvia durante el año (INSTITUTO SINCHI y MINAMBIENTE, 1999). La humedad relativa promedio es 85%, los mayores registros se presentan durante los meses de mayo a julio, coincidiendo con las mayores precipitaciones, mientras que en los

meses secos (enero a febrero) la humedad disminuye a 75%. La temperatura media anual es de aproximadamente 26 °C, con temperaturas máximas que llegan a 35 °C y mínimas 16 °C.

Técnicas de muestreo

Para el estudio de composición florística se trazaron 2 parcelas de 0.1 ha (10 x 100 m) en la parte alta de la microcuenca La María, donde fueron inventariados todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm. A cada individuo se le registró la altura total, altura del fuste, DAP, nombre local y observaciones como color, olor, exudado, sabor entre otras. Posteriormente se tomaron dos muestras botánicas para su determinación taxonómica. El tamaño de las parcelas y método de muestreo fueron basados en los estudios realizados por Van der Hammen (1992), Urrego (1990), Duivenvoorden y Lips (1993), Rangel et al., (1995) y Rangel y Velázquez (1997).

Para determinar la diversidad de los organismos bentónicos se realizaron muestreos en cuatro estaciones (sitios de muestreo). Estos fueron colectados mediante el método de flotación utilizando una red de

Tabla 1. Composición florística de individuos con DAP_≥ 10 cm en la Parcela N° 1 (0.1 Ha).

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° INDIVIDUOS
ANNONACEAE	<i>Duguetia</i>	<i>Duguetia odorata</i> (Diels) J.F.Macbr.		1
ANNONACEAE	<i>Xylopia</i>	<i>Xylopia amazonica</i> R.E. Fr.	Tablón	1
APOCYNACEAE	<i>Couma</i>	<i>Couma macrocarpa</i> Barb.Rod.	Abichure	3
ARECACEAE	<i>Attalea</i>	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Palma real	1
ARECACEAE	<i>Oenocarpus</i>	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Seje	4
ARECACEAE	<i>Socratea</i>	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	Palma zancona	16
BOMBACACEAE	<i>Matisia</i>	<i>Matisia lasiocalyx</i> K.Schum.		2
BORAGINACEAE	<i>Cordia</i>	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.		1
BURSERACEAE	<i>Protium</i>	<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) Marchand	Careaño	1
BURSERACEAE	<i>Protium</i>	<i>Protium nodulosum</i> Sw.		1
BURSERACEAE	<i>Protium</i>	<i>Protium</i> sp1	Careaño	4
BURSERACEAE	<i>Protium</i>	<i>Protium</i> sp2		1
BURSERACEAE	<i>Tetragastris</i>	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Humb. & Bonpl. ex Kunth		1
CAESALPINIACEAE	<i>Macrolobium</i>	<i>Macrolobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.		1
CECROPIACEAE	<i>Coussapoa</i>	<i>Coussapoa orthoneura</i> Standl.		2
CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania</i>	<i>Licania</i> sp		1
CLUSIACEAE	<i>Tovomita</i>	<i>Tovomita brasiliensis</i> (Mart.) Mart.		1
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea</i>	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.		1
FABACEAE	<i>Swartzia</i>	<i>Swartzia oraria</i> R.S.Cowan	Huesito	2
FLACOURTIACEAE	<i>Euceraea</i>	<i>Euceraea nitida</i> Mart.		1
LAURACEAE	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea rubrinervis</i> Mez		1
LECYTHIDACEAE	<i>Gustavia</i>	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) A.C.Sm.		1
MELASTOMATACEAE	<i>Bellucia</i>	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Mispero	1
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i>	<i>Miconia oraria</i> Wurdack	Tuno	1
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i>	<i>Miconia</i> sp		1
MIMOSACEAE	<i>Parkia</i>	<i>Parkia discolor</i> Spruce ex Benth.	Dormidero	1
MORACEAE	<i>Perebea</i>	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.		1
MORACEAE	<i>Perebea</i>	<i>Perebea xanthochyma</i> H.Karst.		1
MORACEAE	<i>Pseudolmedia</i>	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	Leche Perra	1
MYRISTICACEAE	<i>Virola</i>	<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.		5

Tabla 2. Composición florística de individuos con $DAP \geq 10$ cm en la Parcela N° 2 (0.1 Ha).

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° de Individuos
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira</i>	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		1
ANNONACEAE	<i>Duguetia</i>	<i>Duguetia odorata</i> (Diels) J.F. Macbr.		2
ANNONACEAE	<i>Guatteria</i>	<i>Guatteria</i> sp		4
ARECACEAE	<i>Mauritia</i>	<i>Mauritia flexuosa</i>	Canangucho	1
ARECACEAE	<i>Astrocaryum</i>	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Cumare	2
ARECACEAE	<i>Oenocarpus</i>	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Seje	2
ARECACEAE	<i>Socratea</i>	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	Palma zancona	18
BURSERACEAE	<i>Protium</i>	<i>Protium guianense</i> (Aubl.) Marchand		1
BURSERACEAE	<i>Protium</i>	<i>Protium nodulosum</i> Sw.		1
BURSERACEAE	<i>Protium</i>	<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) Marchand		3
CELASTRACEAE	<i>Goupia</i>	<i>Goupia glabra</i> Aubl.		6
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea</i>	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.		1
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea</i>	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.		2
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i>	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão		3
FABACEAE	<i>Clathrotropis</i>	<i>Clathrotropis macrocarpa</i> Ducke		5
FLACOURTIACEAE	<i>Lindackeria</i>	<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg		6
LAURACEAE	<i>Aniba</i>	<i>Aniba cylindriflora</i> Kosterm.		1
LAURACEAE	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez		1
LAURACEAE	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea rubrinervis</i> Mez		1
MELASTOMACEAE	<i>Bellucia</i>	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana		3
MIMOSACEAE	<i>Parkia</i>	<i>Parkia discolor</i> Spruce ex Benth.	Dormidero	1
MORACEAE	<i>Perebea</i>	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.		1
MYRISTICACEAE	<i>Virola</i>	<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.		5
SAPINDACEAE	<i>Cupania</i>	<i>Cupania latifolia</i> Kunth		1
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea</i>	<i>Qualea paraensis</i> Ducke		1
TOTAL				73

Tabla 3. Resumen de datos de Densidad y Dominancia para la vegetación de la zona de muestreo en la microcuenca La María. Listado en orden descendente de acuerdo a la Densidad.

Especie	Densidad	Densidad	Dominancia	Dominancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
<i>Socratea exorrhiza</i>	34	24.46	5806.3	12.16
<i>Virola calophylla</i>	10	7.19	1948.1	4.08
<i>Goupia glabra</i>	6	4.31	3951.3	8.8
<i>Lindackeria paludosa</i>	6	4.31	3904.5	8.18
<i>Oenocarpus bataua</i>	6	4.31	1765.1	3.70
<i>Clathrotropis macrocarpa</i>	5	3.59	1528.5	3.20
<i>Bellucia grossularioides</i>	4	2.87	2389.6	5.01
<i>Guatteria</i> sp	4	2.87	2039.9	4.27
<i>Protium</i> sp1	4	2.87	2901.4	6.08

bentos (red Surber) sobre el lecho del río y removiéndola aguas arriba. Igualmente, fueron colectados los individuos adheridos al substrato y piedras del fondo. Una vez colectados se introdujeron para su conservación en frascos con alcohol al 70% con los siguientes datos: lugar de colección, nombre del colector y fecha.

Análisis de datos

El material botánico colectado fue secado en el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI sede Guaviare. Parte del material vegetal fue determinado en este instituto, empleando claves descriptivas, monografías y comparación con ejemplares que se encuentran en la colección del instituto. El material restante se procesó en el herbario de la Universidad Distrital de Colombia. Posteriormente, se realizaron los siguientes análisis: Densidad relativa de cada especie, Dominancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Índice de Valor de Importancia (IVI), Diversidad a través del índice Shannon-Wiener, Distribución por clases de altura y DAP, de acuerdo a Rangel y colaboradores (1997), y el Área basal.

La identificación de los macroinvertebrados se llevó a cabo en el laboratorio del Grupo de Investigaciones Entomológicas de la Universidad del Valle. Los ejemplares fueron determinados con ayuda de un estereoscopio hasta el nivel taxonómico de Familia y Género usando

las claves de identificación (originales y adaptaciones) de Roldan (1988), Merrit y Cummins (1996), Fernández y Domínguez (2001), Posada-García y Roldán (2003), Flint (1991), Domínguez et al. (2006), Springer (2006), Heckman (2008) y bibliografía disponible en la web. El tratamiento de los datos de la fauna bentónica fue realizado con el índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party).

El BMWP fue establecido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores y sólo requiere llegar hasta nivel de Familia basándose en datos de presencia o ausencia. El puntaje va de uno a diez de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles reciben la puntuación más alta. La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP. El puntaje promedio por taxón ASPT (Average Score per Taxon) es el puntaje BMWP dividido entre el número de los taxa y es un índice valioso para la evaluación del sitio, este va de cero a diez. Valores bajos de ASPT y BMWP indicaran condiciones graves de contaminación. En Colombia este método ha sido adaptado y denominado BMWP/Col, teniendo en cuenta los trabajos y adaptaciones citadas en Roldan (2003).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Vegetación-Riqueza Florística

En los dos levantamientos realizados en la parte alta de la microcuenca fueron registrados un total de 139 individuos representados en 25 familias, 38 géneros y 47 especies de plantas vasculares (Tabla 1 y 2). Las familias que presentaron mayor riqueza corresponden a Burceraceae con seis especies, seguida de Arecaceae con cinco especies y Annonaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Moraceae con tres especies. Los géneros que presentaron mayor número de individuos fueron *Socratea*, *Virola*, *Protium*, *Goupia* y *Oenocarpus*. Las especies más abundantes fueron *Socratea exorrhiza* con 34 individuos, *Virola calophylla* con 10 individuos, *Goupia glabra*, *Lindackeria paludosa*, *Oenocarpus bataua* con seis individuos y *Clathrotropis macrocarpa* con cinco individuos.

Vegetación-Densidad, Dominancia y Frecuencia

Las especies de mayor densidad relativa son *Socratea exorrhiza* (24.46), seguida por *Virola calophylla* (7.19) y

Goupia glabra, *Lindackeria paludosa* y *Oenocarpus bataua* (4.31). El área basal total fue de 477.3 m². Los valores máximos de dominancia de especies en el área de estudio son presentados por *Socratea exorrhiza* (12.16), seguida de *Goupia glabra* (8.28) y *Lindackeria paludosa* (8.18). Posteriormente se encuentran las especies *Protium sp1* (6.08), *Bellucia grossularioides* (5.01), *Guatteria sp* (4.27), y *Virola calophylla* (4.08) (Tabla 3). Las especies *Alchornea latifolia*, *Bellucia grossularioides*, *Duguetia odorata*, *Ocotea rubrinervis*, *Oenocarpus bataua*, *Parkia discolor*, *Perebea guianensis*, *Protium aracouchini*, *Protium nodulosum*, *Socratea exorrhiza*, *Virola calophylla* fueron las más frecuentes con un valor de 3.44, y las especies restantes presentaron una frecuencia de 1.72.

Vegetación-Diversidad y Estructura

De acuerdo al índice Shannon-Wiener la mayor diversidad se presentó en la parcela uno ($H = 3.04$) en comparación con la parcela 2 ($H = 2.77$). La menor diversidad en la parcela 2 se debe principalmente a que es un bosque secundario en estado de recuperación o sucesión temprana y a la alta frecuencia de la especie *Socratea exorrhiza*.

Los 139 individuos registrados presentaron un rango de altura entre 6-18 m. A partir de este rango se obtuvieron cinco clases según la distribución de altura dentro de las cuales el 49.6 % se encuentran en la clase III (12-14 m), sobresaliendo las especies *Protium sp1*,

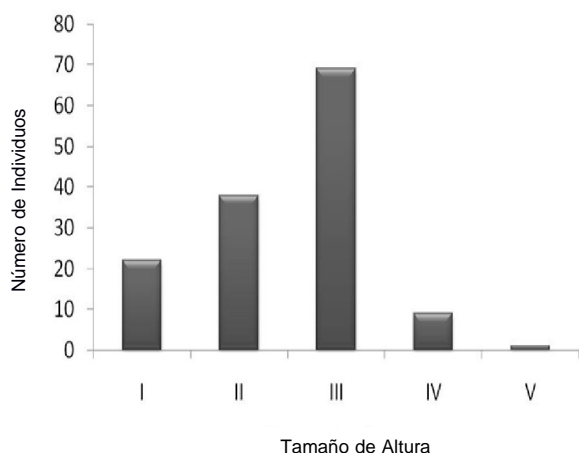


Figura 3. Número de individuos en cada clase de altura determinada (Clase I (6-8 m.) = 22 individuos, Clase II (9-11 m.) = 38 individuos, Clase III (12-14 m.) = 69 individuos, Clase IV (15-17 m.) = 9 individuos, Clase V (18-20 m.) = 1 individuo).

Matisia lasiocalyx, *Macrolobium acaciifolium*, *Xylopia amazónica*, *Perebea guianensis* y *Goupia glabra*.

En el estrato más bajo (clase I = 6-8 m), se encuentran el 15.8%, sobresaliendo las especie *Attalea maripa*, *Swartzia oraria*, *Socratea exorrhiza*, *Duguetia odorata*, *Lindackeria paludosa*, *Protium aracouchini*. En el rango más alto (clase V = 18-20 m) se encontró un solo individuo correspondiente a la especie *Lindackeria paludosa* (Figura 3).

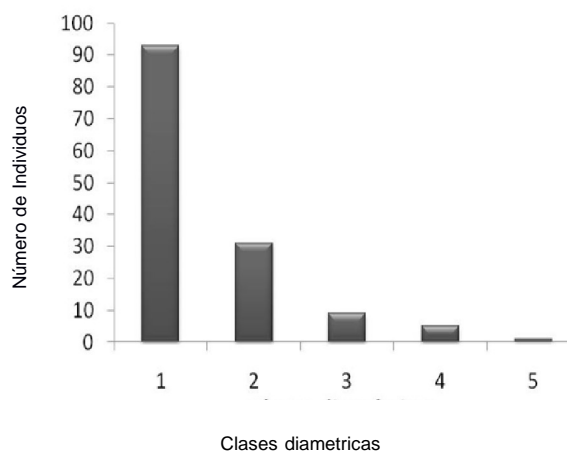


Figura 4. Número de individuos por clase diamétrica en las parcelas de estudio (Clase 1 (10-19.9 cm.) = 93 individuos, Clase 2 (20-29.9 cm.) = 31 individuos, Clase 3 (30-39.9 cm.) = 9 individuos, Clase 4 (40-49.9 cm.) = 9 individuos, Clase 5 (50-59.9 cm.) = 1 individuo).

En cuanto a la estructura horizontal, los individuos del área de estudio presentaron un rango diamétrico mínimo de 10 cm hasta un máximo de 52 cm.

A partir de este rango se obtuvieron cinco clases diamétricas, donde el mayor número de individuos lo reporta la clase 1 (10-19.9 cm.) con 93 individuos, en el cual se encuentran *Bellucia grossularioides*, *Duguetia odorata*, *Clathrotropis macrocarpa*, *Matisia lasiocalyx* y *Virola elongata*.

En la clase de mayor DAP (clase 5 = 50 – 59.9 cm.) se registró tan solo un individuo perteneciente a la especie *Lindackeria paludosa* (Figura 4).

Tabla 5. Listado taxonómico de macroinvertebrados acuáticos identificados en cada zona de muestreo (1 = cerca al nacimiento, 2 = zona intermedia, 3 = antes del embalse captador, 4 = después del embalse captador). SD= sin determinar.

Estación	Clase	Orden	Familia	Genero	N° ejemplares	Observación
1	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	SD	2	
	Insecta	Neuroptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	1	
			Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i>	5
		Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Macronema</i>	1	
				<i>Smicridea</i>	7	
				<i>Chimarra</i>	1	
		Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	1		
			Polycentropodidae	<i>Polypectropus</i>	3	
		Polycentropus	<i>Polycentropus</i>	1		
			Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	2
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	3	
				<i>Miroculis</i>	3	
		Coryphoridae	<i>Coryphorus</i>	1		
			Coleoptera	Elmidae	SD	3
Hemiptera	Hydrophilidae	SD	3	Adultos		
		Pleidae	<i>Neoplea</i>	3	Adultos	
Diptera	Chironomidae	SD	1			
Subtotal					40	
2	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	3	
				<i>Limnocoris</i>	1	
	Odonata	Lestidae	<i>Archilestes</i>	3		
			Gomphidae	<i>Erpetogomphus</i>	3	
				<i>Agriogomphus</i>	1	
	Libellulidae	<i>Macrothemis</i>	1			
		Neuroptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	1	
	Plecoptera		Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	1	
		Ephemeroptera		Coryphoridae	<i>Coryphorus</i>	1
	Leptophlebiidae		SD		1	
Diptera	Chironomidae	SD	1			
Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	2		
Subtotal					19	
3	Insecta	Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	1	
				Notonectidae	<i>Notonecta</i>	4
		Veliidae	<i>Microvelia</i>	1		
			Odonata	Gomphidae	<i>Agriogomphus</i>	1
		Lepidoptera	Pyrilidae	SD	1	
				Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Miroculis</i>
	Trichoptera	Odontoceridae	SD	1		
Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	2		
Subtotal					14	
4	Insecta	Neuroptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	1	
				Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>
		Megapodaqronidae	SD	1		
			Coenagrionidae	<i>Argia</i>	4	
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	15	
Subtotal					22	
TOTAL					95	

Tabla 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las principales especies en el área de estudio.

Especie	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
<i>Socratea exorrhiza</i>	24.46	3.45	12.16	40.07
<i>Virola calophylla</i>	7.19	3.45	4.08	14.72
<i>Goupia glabra</i>	4.32	1.72	8.28	14.32
<i>Lindackeria paludosa</i>	4.32	1.72	8.18	14.22
<i>Oenocarpus bataua</i>	4.32	3.45	3.70	11.46
<i>Bellucia grossularioides</i>	2.88	3.45	5.01	11.33
<i>Protium</i> sp1	2.88	1.72	6.08	10.68
<i>Guatteria</i> sp	2.88	1.72	4.27	8.88
<i>Clathrotropis macrocarpa</i>	3.60	1.72	3.20	8.52
<i>Protium nodulosum</i>	1.44	3.45	2.99	7.88
<i>Protium aracouchini</i>	2.88	3.45	1.38	7.71

Vegetación-Índice de valor de importancia (IVI)

Las especies con mayor porcentaje de importancia ecológica para la vegetación presente en la microcuenca La María son *Socratea exorrhiza* (IVI = 40.07 %), siendo la especie con mayor densidad, seguida por las especies *Virola calophylla* con (14.72 %), *Goupia glabra* (14.32%), *Lindackeria paludosa* (14.22%), *Oenocarpus bataua* (11.46%), *Bellucia grossularioides* (11.33%) y *Protium* sp1 (10.68%) (Tabla 4).

Macroinvertebrados acuáticos

Fueron identificados un total de 95 especímenes distribuidos en 24 familias, pertenecientes a las clases Turbellaria, Insecta y Malacostraca (Tabla 5).

La mayoría de familias presentes en el cuerpo de agua poseen una puntuación superior a seis, siendo Perlidae, Gomphidae y Odontoceridae las más sensibles, las más tolerantes Chironomidae e Hydrophilidae, mientras que Pyralidae es la única familia que se ubica en el punto medio de tolerancia.

Tabla 6. Aplicación del método BMWP/Col a las familias identificadas en cada muestra. La familia Coryphoridae (Ephemeroptera) no se encuentra incluida en el listado de Roldan (2003), por lo tanto no se tuvo en cuenta para esta aplicación.

Estación	Familia	BMWP/Col	ASPT
1	Planariidae	7	6.92
	Corydalidae	6	
	Coenagrionidae	7	
	Hydropsychidae	7	
	Philopotamidae	9	
	Polycentropodidae	9	
	Perlidae	10	
	Leptophlebiidae	9	
	Elmidae	6	
	Hydrophilidae	3	
	Pleidae	8	
	Chironomidae	2	
TOTAL		83	
2	Naucoridae	7	7.33
	Lestidae	8	
	Gomphidae	10	
	Libellulidae	6	
	Corydalidae	6	
	Perlidae	10	
	Leptophlebiidae	9	
	Chironomidae	2	
	Palaemonidae	8	
	TOTAL		
3	Naucoridae	7	8
	Notonectidae	7	
	Veliidae	8	
	Gomphidae	10	
	Pyralidae	5	
	Leptophlebiidae	9	
	Odontoceridae	10	
	Palaemonidae	8	
TOTAL		64	
4	Corydalidae	6	7
	Calopterygidae	7	
	Megapodagrionidae	6	
	Coenagrionidae	7	
Leptophlebiidae	9		

Tabla 7. Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col y significado del valor obtenido para cada muestra

Estación	Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado
1	II	Aceptable	83	Aguas ligeramente contaminadas
2	II	Aceptable	66	Aguas ligeramente contaminadas
3	II	Aceptable	64	Aguas ligeramente contaminadas
4	III – IV	Dudosa- Crítica	35	Aguas moderadas a muy contaminadas

De acuerdo al puntaje designado a cada una de las familias encontradas (Tabla 6), la composición de la comunidad refleja que el estado o calidad del agua fue aceptable para los tres primeros sitios de muestreo (cerca al nacimiento, zona media y antes del embalse) mientras que la calidad del agua del sitio cuatro (después del embalse) se encuentra entre dudosa y crítica (Tabla 7).

Es importante tener en cuenta que la diversidad de cada zona de muestreo es un factor bastante influyente en el resultado del valor total de BMWP/Col obtenido, lo cual se puede observar principalmente en la estación cuatro (después del embalse) en donde a pesar de presentar una menor cantidad de familias, estas poseen un puntaje relativamente alto. Los valores obtenidos de ASPT para cada sitio (37) respaldan una buena calidad de agua para cada sitio.

Estos valores permiten determinar un agua de buena calidad para uso potable. Sin embargo, la calidad disminuye en la estación posterior al embalse debido a la poca movilidad del agua por su represamiento y posiblemente a la contaminación causada por el acceso de ganado a la quebrada.

La información del presente estudio acerca de los macroinvertebrados acuáticos (indicadores de calidad de agua) es nueva para el área. Estos resultados indican que el agua de la microcuenca es de buena calidad

cumpliendo con los requerimientos necesarios para consumo humano. En cuanto al bosque protector de la microcuenca, según el índice de Shannon, posee una diversidad vegetal media comparada con otros estudios del área (ver CDA, 2006; CINDAP; 2008), lo cual es causado por la alta intervención de procesos antrópicos, que a su vez influyen en el ciclo hidrológico de la microcuenca.

4. RECOMENDACIONES

La cobertura y amplitud de la zona boscosa es reducida, amenazando a corto plazo la disponibilidad de agua para el municipio. Por tal motivo, deben tomarse medidas de protección de la microcuenca y afluentes menores para asegurar el flujo continuo de agua en todas las épocas.

Estudios de caudales y volúmenes de agua del embalse demuestran que estos parámetros son muy bajos para atender con el servicio a toda la población de San José del Guaviare, cuya empresa de acueducto actualmente abastece solo el 33% de la población (Nelson Montero, com. pers.).

Es importante abordar este tipo de estudios de manera más amplia, especialmente en aspectos de inventarios y monitoreo del caudal, a través de la determinación de Caudales Mínimos Ecológicos para reconocer las frecuencias de distribución y futuro aprovechamiento ante la creciente demanda del recurso.

Debe iniciarse la ejecución de sistemas de restauración ecológica de la microcuenca, procediendo con su aislamiento para garantizar la protección del bosque y los procesos de regeneración natural. Limitar el acceso de ganado e implementar sanciones a las quemadas intencionalmente.

Efectuar medidas de control en aspectos relacionados con saneamiento básico y zonificación ecológica del área con fines de manejo mediante programas que incluyan educación ambiental, orientación de ecoturismo y monitoreo y aseguren la conservación de la biodiversidad. Debe realizarse un tratamiento para recuperar el espejo de agua en la presa captadora, la cual está siendo rápidamente ocupada por macrofitas acuáticas, a causa del proceso interno de eutrofización, y que se manifiesta en la calidad del agua de la estación posterior al embalse (dudosa-crítica).

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de Nelson Montero, Diana Montoya, herbario de la Universidad Distrital de Colombia, Instituto Sinchi, los habitantes de San José del Guaviare y la Empresa de acueducto EMPOAGUA E.S.P.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ediciones Blume, Madrid. 820 pp.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Nororiente Amazónico - CDA. (2006). Plan de manejo zona de preservación Serranía de La Lindosa y su área de influencia.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CINDAP. (2008). Proyecto piloto demostrativo de atención integral para la recuperación de las microcuenca de los caños El Retiro, Negro, Lajas y La María, fuentes abastecedoras del acueducto de San José del Guaviare.
- Domínguez, E.; Molineri, C.; Pescador, M.L.; Hubbard, M y Nieto, C. (2006). Ephemeroptera de América del Sur. En: Adis, J., Arias, J. R., Rueda-Delgado, G. y K. M. Wantzen (Eds): Biodiversidad acuática en América Latina (ABLA). Vol. 2. Pensoft, Sofia-Moscu. 646 pp.
- Duivenvoorden J.F. y Lips, J.M. (1993). Ecología del paisaje del Medio Caquetá. Memoria explicativa de los mapas. Tropenbos-Colombia, Bogotá.
- Fernández, H. R. y Domínguez. E. (2001). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Editorial Universitaria de Tucumán. Tucumán, Argentina.
- Flint, O.S. (1991). Studies of Neotropical caddisflies, XLV: The taxonomy, phenology and faunistic of the Trichoptera of Antioquia, Colombia.
- Smithsonian contributions to zoology 520:1-113.
- Galvis, J.; Huguett, A.; y Ruge. P. (1979). Geología de la Amazonía Colombiana Boletín Geológico INGEOMINAS, Vol. XXII (3):3-86.
- Heckman, C. (2008). Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata-Zygotera. Springer. Estados Unidos. 687 pp.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. (1999). Paisajes Fisiográficos de Orinoquía - Amazonía (ORAM) Colombia. Análisis Geográficos. 27-28:186-134.
- Instituto Sinchi y Ministerio del Medio Ambiente. (1999). Guaviare: población y territorio. Tercer Milenio Editores. Bogotá. 199 pp.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos. Cooperación Técnica de la República Federal Alemana (GTZ). 57 pp.
- López, R. (2005). Análisis florístico y estructural de la vegetación del sector nororiental de la Serranía La Lindosa, Guaviare, Colombia. Tesis de Pregrado Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Margalef, R. (1991). Teoría de los sistemas ecológicos. Publicacions Universitat de Barcelona.
- Martinez, L. y Vanegas, D. (1997). Sistema de Información Geográfica para la Amazonia: el caso Guaviare. TROPENBOS Colombia.
- Merrit, R., y Cummins, K. (1996). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt publishing company. Estados Unidos de América. 3a ed. 862 pp.
- Monteiro, A. y Gonzaga. G. (2006). Ecología de macrófitas acuáticas em ecosistemas lóticos. Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia, 35 (1): 11-14.
- Odum, E. (1969). The Strategy of Ecosystem Development. Science, New Series, 164 (3877):

262-270.

Posada-García, J. y Roldán-Pérez, G. (2003). Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia. *Caldasia* 25(1):169-192.

Rangel, J.; Aguilar, M.; Sánchez, H.; Lowy, P.; Garzón, A.; Sánchez, L. (1995). Región de la Amazonia. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia. Diversidad Biótica I. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 83-103 pp.

Rangel, J.; y Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: J.O. Rangel-Ch., P. Lowy-C. & M. Aguilar-P. Colombia Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia & IDEAM. Santafé de Bogotá. 59-87 pp.

Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN- Bogotá. Colombia. 217 pp.

Roldán, G.(2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, uso del método BMWP/Col. 1a ed. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Springer, M. (2006). Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 54: 273-286.

Urrego, L.E. (1990). Apuntes preliminares sobre la composición y estructura de los bosques inundables en el Medio Caquetá, Amazonas, Colombia. *Colombia Amazónica* 4: 23-30.

Van der Hammen, T. (1992). Historia, ecología y vegetación. Corporación Colombiana para la Amazonia Araracuara, Bogotá. 411 pp.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.