

# CESPEDESIA

Publicación del Instituto Vallecaucano de  
Investigaciones Científicas INCIVA



ISSN 0121-0866

Volumen 23

Números 73-74

Diciembre 1999




I N C I V A

Vol. 23 Nos. 73-74

CESPEDESIA

Diciembre 1999

*Jose Maria Vascon*  
Biologo Marino 

## **CESPEDESIA**

**Publicación en honor al científico y prócer de la independencia de Colombia  
JUAN MARÍA CÉSPEDES 1776 - 1848**

\*

**Dedicada a la divulgación de investigaciones científicas  
en los campos de los recursos naturales y sociales  
Boletín Científico de la Gobernación del Valle del Cauca**

\*

**Registrado en la Sección de Registro de la Propiedad Intelectual  
y Publicaciones del Ministerio de Gobierno. Resolución N° 0270  
de Marzo de 1972**

**Licencia del Ministerio de Comunicaciones No. 341  
Registro No. 516 de tarifa para Libros y Revistas  
Permiso No. 341 - Adpostal  
ISSN 0121 - 0866**

\*

**La responsabilidad de las ideas y conceptos emitidos en esta publicación,  
corresponde a sus autores.  
La colaboración es solicitada**

\*

**Toda correspondencia debe dirigirse a:  
CESPEDESIA - INCIVA  
Diagonal 28 No. 30 - 11 Cali - Colombia o  
Apartado Aéreo 5660 Cali, Colombia  
Fax No. 5583477 Cali  
E- Mail: [inciva1@cali.cetcol.net.co](mailto:inciva1@cali.cetcol.net.co)**

\*

**Se solicita canje. Pedese permuta. On demande  
échange. We ask for exchange. Man bittet um  
Publikationsaustausch**



*José Marín Riascos*  
Biólogo Marino 

# Cespedesia

---

---

Volumen 23

Números 73-74

Diciembre 1999

---

---

Editor: **Germán Parra Valencia M.Sc.**  
Asistente Editorial: **Liliana García Meneses**

## CONTENIDO

<b>NOTAS EDITORIALES</b> .....	7
<b>ARTÍCULOS</b>	
Composición y Estructura de las Comunidades de Peces de dos tributarios en la parte alta del río Cauca, Colombia <b>Pablo Lehmann Albornoz</b> .....	9
Estudio Biológico-Pesquero preliminar de tres especies ícticas del Alto Río Cauca. Embalse de Salvajina <b>Pablo Emilio Flórez Brand</b> .....	47
Aspectos Ecológicos y Morfológicos de una Población de “Chipi-Chipi” ( <i>Donax dentifer</i> Hanley, 1843 BIVALVIA: DONACIDAE) en Bahía Málaga, Pacífico Colombiano <b>José M. Riascos V. y H- Jörg Urban</b> .....	63
Evaluación del Efecto generado por la Extracción de Arena sobre la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos y la calidad Físico-Química del Agua en el río Los Robles, Departamento del Cauca <b>Mauricio Castillo Sánchez y Hildier Zamora González</b> .....	79

Estudio de Comunidades de Arañas (Aranae) del Parque Nacional Farallones de Cali, Colombia	
<b>Eduardo Flórez Daza</b> .....	99
Ojeada sobre algunos alimentos regionales del Chocó Biogeográfico	
<b>Víctor Manuel Patiño Rodríguez</b> .....	115
Distribución y diversidad florística en zoteas de las Comunidades Negras del río Cajambre (Pacífico Vallecaucano)	
<b>Mireya Leyton-C, Jesús E. Arroyo-V, Maribell González-A, María Valencia, Aubdon Rentería, Gabriel Rentería, Marciano Vallecilla y ODINCA- Consejo Comunitario</b> .....	139
Zonificación Agroecológica de la Vereda Aguaclara, Municipio de La Cumbre, Valle del Cauca	
<b>Fabián Alzate Osorio, Isabel Cristina Gómez Muñoz, Carlos Alberto Escobar Ch.</b> .....	159

#### **AVANCES DE INVESTIGACIÓN**

Nuevo Método para la Evaluación Rápida de la Biodiversidad de Plantas en Diferentes Usos de Tierras	
<b>Germán Escobar, Sam Fujisaka y Erik Veneklaas</b> .....	191

## **NOTAS EDITORIALES**

Presentamos a la comunidad científica el número 73-74 de la revista *Cespedesia* con una selección de artículos provenientes del resultado de las investigaciones realizadas por investigadores asociados del Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas INCIVA, y de investigadores independientes o de otras entidades, que aportan al conocimiento de la biodiversidad en la región.

Del departamento del Cauca se incluyen tres artículos: uno sobre peces de dos tributarios del alto río Cauca en donde se presentan aspectos sobre composición y estructura de las comunidades ícticas; el segundo es un estudio biológico pesquero del embalse Salvajina y el tercero es un trabajo sobre invertebrados dulceacuícolas que nos presenta una visión del avance de los estudios sobre la ecología de comunidades y el efecto que tiene sobre ellas la extracción de arenas.

Un artículo retrospectivo sobre alimentos regionales del Chocó Biogeográfico cobra vigencia en momentos en que se discuten estrategias para la seguridad alimentaria de la zona. Se complementa esta información sobre el Pacífico con un artículo sobre el manejo de zoteas que se propone en la actualidad para la producción agrícola en comunidades negras del río Cajambre y otro sobre la dinámica poblacional de una especie de bivalvo marino de importancia alimenticia como es el “Chipi Chipi”.

Con la presentación del resultado de la zonificación agroecológica realizada en una vereda del municipio de La Cumbre, Valle, y de un nuevo método para la evaluación rápida de la biodiversidad de plantas en diferentes usos de tierras, se siguen aportando elementos para el análisis territorial.

Se concluye esta entrega con un aporte al conocimiento de la biodiversidad de áreas protegidas a través de un artículo sobre comunidades de arañas del Parque Nacional Farallones en la cordillera Occidental del departamento del Valle del Cauca.

**GERMAN PARRA VALENCIA**



## COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE PECES DE DOS TRIBUTARIOS EN LA PARTE ALTA DEL RÍO CAUCA, COLOMBIA

Pablo Lehmann Albornoz

### RESUMEN

*A través de muestreos realizados entre octubre de 1997 y junio de 1998, en dos tributarios de la parte alta del río Cauca (Río San Miguel, y Zanjón Bagazal), se estudió la composición y estructura íctica, haciendo énfasis en la diversidad, similitud, distribución y abundancia; con relación a factores abióticos y bióticos de cada sistema hídrico. Las capturas se efectuaron en ambas corrientes utilizando las mismas redes, con una frecuencia de tres arrastres por estación. Se establecieron tres estaciones de muestreo, parte alta, media y baja, para cada una de las corrientes de agua. En total se capturaron 2010 especímenes, pertenecientes a 31 especies, las más abundantes fueron **Characidium fasciatum** (29.3%), **Astyanax microlepis** (14.1%) para el Zanjón; y **Bryconamericus caucanus** (15%), **Aequidens latifrons** (13.6%) para el río.*

---

*Pablo Lehmann Albornoz, Biólogo Universidad del Valle, Cali. Investigador asociado: \*PUCRS (MCP), Porto Alegre - Brasil; \*INCIVA, Cali; GEA, Universidad del Cauca, Popayán - Colombia.  
E-mail: pablolehmann@hotmail.com; plehmann@ucauca.edu.co*



*La abundancia relativa fue mayor en la estación media para ambas corrientes. El coeficiente de similaridad entre las dos corrientes de agua fue de 0.78, con variaciones a lo largo del año; y entre las estaciones la parte media presentó la mayor similaridad. El índice de diversidad<sup>1</sup> a lo largo del período de muestreo fue de 2.7 para el río y 2.4 para el zanjón; y entre las estaciones fue mayor para la parte baja de ambas corrientes. Once y quince especies se consideraron como constantes, doce y ocho como accesorias, una y cuatro como accidentales, respectivamente para el río y el zanjón.*

*Se determinó mediante un análisis MDS que el tipo de flujo (Re), la temperatura ambiente (°C) y la turbidez (JTU) son las variables que más influyen en la estructura de las comunidades de peces tanto para el Río San Miguel, como para el Zanjón Bagazal.*

*En los muestreos preliminares para la ejecución de este estudio, se colectó una especie no descrita del género *Callichthys*, perteneciente a la familia *Callichthyidae*, y presumiblemente dos especies más de las colectadas están aún sin describir. Perturbaciones tales como, la pesca ilícita, contaminación por residuos industriales, y la utilización de pesticidas, entre otros, están atentando directamente con el equilibrio natural de la población de peces del alto río Cauca.*

**Palabras Clave:** peces tropicales, biodiversidad, Río Cauca.

### ABSTRACT

*Between October 1997 and June 1998 the composition and structure of the fish communities of two tributaries of the Cauca River (San Miguel River and Bagazal Gully) were studied. Constancy of occurrence, diversity, similarity, distribution, and abundance were evaluated in relation to biotic and abiotic factors of the each hydric system. In each stream, three sampling stations were established in the upper, middle, and lower parts of the stream, respectively. At each station, three hauls were taken; the*

---

<sup>1</sup> Promedio

*same nets were used for the entire study. In total, 2010 specimens of 31 species were collected. The most common species in Bagazal Gully were Characidium fasciatum (29.3%) and Astyanax microlepis (14.1%), whereas in San Miguel River the most common taxa were Bryconamericus caucanus (15%) and Aequidens latifrons (13.6%). In both streams, the greatest relative abundance was found at the middle sampling station. The overall similarity coefficient between the two streams was 0.78, but fluctuations were observed throughout the study. Among sampling stations, the middle stations exhibited the greatest similarity. The diversity index was 2.7 for San miguel River and 2.4 for Bagazal Gully. In both streams, the lowest sampling station exhibited the highest similarity index. In San Miguel River and Bagazal Gully, respectively, 11 and 15 species were considered constant, 12 and eight were accessory, and one and four were accidental. MDS analysis revealed that flow type (Re), ambient temperature (°C), and turbidity (JTU) were the most important variables in influencing the fish community structures of both systems. During the initial stages of this study, an undescribed species of Callichthys (Callichthyidae), and another two species could not be identified and are presumably unnamed as well. Human activities, such as illicit fishing, contamination by industrial residues, and use of pesticides, among others, are directly threatening the natural equilibrium of the fish populations of the upper Cauca River.*

**Key words:** tropical fishes, biodiversity, communities, Cauca River, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

Son escasos los estudios ictiológicos llevados a cabo en la parte alta de la cuenca del Río Cauca (Eigenmann 1913; 1917; 1921; 1922; Miles 1943; Román-Valencia 1988, 1993; 1995) y más aún en los pequeños tributarios. Román-Valencia (1993), Cardona y Jiménez (1996) evaluaron la composición y la estructura de la comunidad de peces en un pequeño drenaje del Río La Paila y de un afluente directo del Río Cauca, respectivamente.

Probablemente el menor número de especies y el escaso valor comercial de la ictiofauna andina haya desviado los estudios ictiológicos hacia aquellas zonas como los llanos o el Amazonas, que son más diversas y donde muchas especies presentan importante valor comercial.

La diversidad biológica (aún no inventariada) que se afecta a pasos agigantados sufrirá pérdidas masivas en corto tiempo si se mantiene el ritmo actual de deterioro. Igual que los países desarrollados, los países en vía de desarrollo, en su mayoría tropicales, deben ampliar sus inventarios taxonómicos, sistemáticos y sus bibliotecas de referencia con el fin de cartografiar las especies e identificar los puntos prioritarios de conservación (Wilson 1989; Minelli 1993). Esto se debe tener muy en cuenta, ya que la zona de estudio es importante estratégicamente por su cercanía a grandes ciudades y en especial por los beneficios otorgados por la Ley 218 de 1995 (Ley del Paez) para el asentamiento industrial.

Las diferencias hidromorfológicas observadas entre las dos corrientes de agua en el sitio de estudio y los resultados de abundancia nos permiten realizar comparaciones con el trabajo realizado por Pavanelli y Caramaschi (1997) quienes obtuvieron datos de abundancia diferentes para dos arroyos cercanos y además pertenecientes a la misma cuenca (Río Paraná). Esa variabilidad en los resultados se puede atribuir a las características hidromorfológicas propias de cada una de las corrientes, teniendo en cuenta variables como el tipo de flujo (Re), la temperatura y la turbidez, las cuales influyen notoriamente en la composición y estructura de las comunidades de peces. Es importante homogeneizar el método de captura y las distancias entre las estaciones de muestreo para cada corriente, con el fin de evitar posibles causas de variación.

El volumen, la velocidad del caudal, la calidad del agua y el medio circundante son limitantes en cada sistema tributario para el albergue ocasional (migraciones) o permanente de la ictiofauna. Por tal motivo se efectuó el seguimiento mensual de parámetros físico-químicos, se determinó el tipo de vegetación predominante en cada corriente de agua, así como también se tuvo en cuenta las posibles perturbaciones antrópicas que pudiesen afectar el equilibrio ictiofaunístico de los sistemas mencionados (Lehmann, 1999).

El volumen de flujo (R) (m<sup>3</sup>/s) de cada estación, según la fórmula de Embody (1927), citada por Lagler (1956), calculado así:

$$R = \frac{WD\alpha L}{T}$$

Donde:

W= Ancho promedio de la corriente (m), D= Profundidad promedio (m), L= Longitud del trayecto (2m) de una bola de icopor, T= Tiempo promedio (s) que requiere la bola para atravesar la distancia L.

$\mu$ = Constante, (0.8 Si la estación presenta obstáculos, tales como rocas troncos, etc; 0.9 Si no presenta obstáculos la estación de estudio).

El número de Reynolds (Re) cuantifica el radio de inercia de las fuerzas viscosas en un fluido. Puede ser usado para distinguir los tipos de flujo, y para saber que tipo de fuerzas son experimentadas por un organismo en corrientes de agua. A un bajo Re, las fuerzas viscosas predominan y el flujo es laminar, y a un alto Re, las fuerzas de inercia predominan y ocurre la turbulencia, el flujo intermedio es de carácter transicional. (Allan, 1995).

Se utilizó el análisis multidimensional (MDS, definido por el coeficiente de similaridad de Bray Curtis, no siendo necesaria una estandarización), el cual se trabajó por su flexibilidad en la acomodación biológica (i.e. no correlacionada). La técnicas de correlación son inapropiadas en la observación integral de la estructura biótica y las variables medioambientales, un aprovechamiento más natural, es simplemente la comparación de las ordenaciones de estaciones por separado a partir de variables bióticas hasta las abióticas (según las ordenaciones producto de un stress mínimo). De hecho, la construcción fundamental aquí no es la ordenación en la figura, sino el grado entre la similaridad de matrices. Es apropiado comparar entre dos matrices, y así observar qué variable o grupo de variables pueden "explicar mejor" la estructura de la comunidad de peces (Clarke y Warwick 1994).

## RESULTADOS

### Vegetación Ribereña

En cercanías al área de estudio predomina la agricultura intensiva (caña de azúcar) y la ganadería extensiva. La presencia de bosques en esta zona, está restringida a una pequeña franja ribereña que delimita las corrientes de agua, franjas que no sobrepasan los 3 m de amplitud. La zona de bosque mejor conservada se encuentra en la parte alta del zanjón Bagazal, la cual comienza con una franja de bosque de 20 m de amplitud a una altura de 1110 msnm, y que se extiende hasta los 1500 msnm, alcanzando amplitudes aproximadas de 100 m.

Las otras zonas se caracterizan por el alto grado de perturbación antrópica, en donde los pocos árboles existentes se pueden considerar como barreras que contrarrestan periodos máximos de lluvia, evitando la erosión en las riberas. Además en época seca, estos árboles ayudan con sombrero al ganado y regulan la temperatura de las aguas.

### Parámetros Físico-químicos

Temperatura Ambiente (Fig. 2): Para el río San Miguel (A) se registró una temperatura promedio durante el año de estudio de 24.75 °C, en su parte alta 23.04 °C, parte media 25.54 °C, y en su parte baja 25.67 °C. Para el zanjón Bagazal (B) la temperatura promedio ambiente fue de 23.9 °C, en su parte alta 21 °C, parte media 25 °C y en su parte baja 25.7 °C.

Número de Reynolds (Re) (Fig. 3). 142590.5 se estimó para el río San Miguel (A), 102855.09 en su parte alta, 115633.59 en su parte media y 209282.74 en su parte baja. Para el zanjón Bagazal (B) el Re se estimó en 22761.6, en su parte alta 5973.9, en su parte media 28632.5 y en su parte baja 33678.3.

Turbidez (Fig. 4): El río San Miguel (A) registró en promedio 64.30 JTU, en su parte alta 20.83 JTU, en su parte media 80.83 JTU y 91.25 JTU en su parte baja. El zanjón Bagazal (B) presentó una turbidez promedio anual de 64.43 JTU, en la estación correspondiente a la parte alta se registró 6.7 JTU, en su parte media 95.8 JTU y en la parte baja 90.8 JTU.

El análisis de PCA, para la matriz conformada por 72 unidades de muestreo de ambas corrientes, señala que la temperatura ambiente registró un coeficiente lineal de -0.539, producto de la asociación de todas las variables estudiadas, y que junto a Re y a la turbidez explican en más de un 80 % la conformación estructural de la comunidades de peces en los drenajes estudiados.

**Precipitación Media.** (Fig. 4C). Se consideró, durante el periodo de estudio, dos épocas secas (diciembre a febrero y de junio a agosto), el verano continuó hasta el mes de septiembre, y dos épocas lluviosas (octubre - noviembre y de marzo a mayo). El fenómeno del niño influyó posiblemente en la amplitud mensual de la segunda temporada seca, ya que según datos históricos durante comienzos del mes de septiembre se iniciaban las lluvias, que se extendían hasta el mes de noviembre.

Durante el periodo muestreado (oct/97 - sep/98) fueron capturados en total 2010 ejemplares de peces, agrupados en cuatro órdenes y 11 familias. (Tabla 2).

La diversidad, abundancia, similitud, junto a otros índices se muestran en la Tabla 3.

## DISCUSIÓN

En estudios llevados a cabo en la parte Alta del Río Cauca, se encuentra que Eigenmann (1922) reporta 21 especies, Miles (1943) reporta 19 especies, Román-Valencia (1993) 18 especies y Diaz del Basto (1997) 17 especies en común al presente estudio; estos autores excepto Román-Valencia (1993) no reportaron ningún ciclido (e.g. *Aequidens latifrons*, *Caquetaia kraussii*, *Oreochromis niloticus niloticus*); ni a la familia Callichthyidae como presente para la parte alta del río Cauca, *Callichthys fabricioi* Roman-Valencia, Lehmann & Muñoz 1999, fue descrita simultáneamente al desarrollo de este estudio. Este bagre acorazado es conocido en la región con el nombre vulgar de "roño"; del mismo modo especies tales como "la picuda" *Salminus affinis*, "el agujeto" *Ctenolucius hujeta*, entre otras, no fueron registradas en los estudios conocidos. Varias de estas especies se presentan como el primer registro para la parte alta del río Cauca.

*Salminus affinis* fue reconocida como especie nativa y *Aequidens latifrons* (en sinonimia de *Aequidens pulcher*) se registró como especie exótica por Patiño (1973), quien equivocadamente afirmó la ausencia de la familia Callichthyidae para la parte alta del río Cauca, e infirió que el patrón de fluctuaciones extremas de *Salminus affinis* es la razón por la cual Miles no colectó esta especie durante su investigación. Es posible, además, que el factor limitante para capturar esta especie fue en su momento el método de colecta empleado, ya que este pez es sumamente rápido, y logra escapar de las redes comúnmente utilizadas como aparejo de pesca en este tipo de colectas.

Especies de pequeña talla, como *Ctenolucius hujeta*, *Carlastyanax aurocaudatus*, entre otras, se encuentran ahora en mayor abundancia en relación con lo registrado por Miles (1943), quien se refiere a *Carlastyanax aurocaudatus* (Eigenmann 1913) como una especie escasa para esa fecha, y según se verificó en la actualidad sólo se tienen colectados los ejemplares con los cuales se hizo la descripción original. Probablemente este estudio revela mediante la captura actual de estas especies menores, que la explotación irracional y sin control de sus principales predadores (Obs. Pers.) (e.g. *Salminus affinis*, *Zungaro zungaro*), los cuales son de importancia económica, provoca un incremento poblacional de especies "presa" que en épocas pasadas se les consideraban escasas o raras.

La ictiofauna neotropical es mucho más rica en número de especies pertenecientes a los órdenes Characiformes y Siluriformes, conformando generalmente la mayoría de especies en una comunidad de peces (Lowe-McConnell, 1987). Se corrobora que la ictiofauna trans-andina estudiada presenta un mayor número de especies con los characidos (16) seguida de los siluridos (10) (Tabla 2).

Se puede atribuir la diversidad alta a las diferencias hidromorfológicas en las distintas corrientes de agua. El río San Miguel presenta condiciones de mayor heterogeneidad física, de gran importancia para el albergue de peces de toda talla que favorecen el incremento de la diversidad en el medio acuático, por la interacción entre los mismos. Estudios realizados en corrientes cercanas afluentes del río Paraná en el Brasil, (Penczak et

al 1994, Pavanelli & Caramaschi 1997) determinaron pocas especies comunes, a diferencia con el presente estudio (Tabla 3 ). Estos resultados enfatizan el efecto del método de muestreo utilizado, la consideración de la distancia entre las áreas de muestreo, y en especial a la diferencia hidromorfológica entre hábitats sobre el estudio de la estructura de las comunidades de peces; estas son causas de variación en el análisis de los estudios mencionados.

La mayoría de interpretaciones relacionadas con la diversidad consideran las condiciones fisiográficas ambientales (Lowe-McConnell 1975, 1987; Schafer 1985). En general, ambientes espacialmente homogéneos alojan una fauna menos diversa (parte alta, río y zanjón) en comparación con los ambientes más complejos (parte media-baja, río y zanjón), ya que estos últimos ofrecen mejores condiciones de soporte y diferentes posibilidades de explotación de recursos.

Para ambas corrientes el número de especies disminuye con la altura. Aunque ocurren crecidas en las partes altas y bajas, por causa de las lluvias, las modificaciones ambientales que se producen en las partes bajas son más profundas que en las partes altas. En zonas bajas existe formación de hábitats variados por la inundación de terrenos, y la oferta alimentaria es mayor, en relación con factores bióticos y abióticos. Además, en las partes altas por la topografía del terreno, las crecidas no ocurren con el mismo grado de impacto. A pesar de incrementar en período de lluvias, hasta en nueve y cinco veces su volumen de flujo y hasta en tres y dos veces la velocidad de la corriente en la parte alta del río San Miguel y en el zanjón Bagazal respectivamente, las corrientes siguen teniendo un cauce mas o menos definido, debido a la topografía del terreno.

Con relación a la distribución espacial de las especies se encontró presente a *Bryconamericus caucanus*, *Characidium fasciatum*, *Gephyrocharax caucanus*, y *Oreochromis niloticus niloticus*, en la parte alta, media y baja en el río San Miguel; y para el zanjón Bagazal en sus tres estaciones *Characidium fasciatum* y *Poecilia caucana*. Por lo anterior se deduce que estas especies presentan amplia distribución a lo largo de todo el tramo de las corrientes.



El mayor índice de diversidad (2.74 bits) se registró en el río San Miguel, a pesar de encontrar un mayor número de especies en el Zanjón, lo cual se debe a que el índice de diversidad de Shannon y Wiener, tiene en cuenta el número de individuos totales.

Si los nichos son multidimensionales y la variación espacial en el ambiente tiende a ser autocorrelacionada, entonces se presenta una correlación positiva entre abundancia y distribución para las especies, diferenciándose sólo en muy pocos nichos dimensionales (Brown 1984); Para el río San Miguel *Bryconamericus caucanus* presentó la mayor abundancia y también una amplia distribución; lo mismo sucede para *Characidium fasciatum* en el Zanjón Bagazal. Además, Román-Valencia (1999) registra a *Bryconamericus Caucanus* también como abundante y de amplia distribución en la cuenca del río Cauca y Ranchería.

El Zanjón Bagazal presentó un índice de dominancia (McNaughton, 1968) de la comunidad de peces (43.5 %) más alto que para el río San Miguel, el cual se expresa como el porcentaje de abundancia que corresponde a las dos especies más comunes de la corriente de agua.

El índice de similaridad total calculado para ambas corrientes se considera alto (0.78), a pesar de que la ictiofauna varía anualmente entre las corrientes; esto se explica, por pertenecer las dos corrientes a la misma cuenca y por su cercanía una de la otra, en comparación al índice de similaridad (0.77) encontrado por Pavanelli & Caramaschi (1997) entre dos arroyos tributarios del río Paraná en Brasil.

Entre octubre de 1997 y septiembre de 1998, se diferencian dos períodos secos y dos períodos de lluvias. El primer período seco ocurre entre enero y febrero, el segundo período seco, más drástico, ocurre entre julio y agosto, registrándose la mayor temperatura ambiente y del agua, y la menor lectura de oxígeno disuelto, turbidez, ancho promedio, profundidad promedio, volumen de flujo, velocidad de la corriente, Número de Reynolds y precipitación media. Además, durante el mes de julio se colectó el mayor número de individuos y de especies para el Zanjón Bagazal, fenómeno que se atribuye a la gran concentración de individuos y a la facilidad para colectarlos en aguas poco profundas.

En el río San Miguel durante el mes de julio se capturó el mayor número de especies, como resultado de la disminución en los niveles de agua; además, el río San Miguel presentó características topográficas fluctuantes como quebradas afluentes y variedad en el tipo de sustrato a lo largo de su trayecto. A una mayor temperatura del ambiente y por consiguiente del agua, se incrementa la actividad alimenticia (Allan, 1995) en general de todas las especies que interactúan en la comunidad faunística, por consiguiente muchos peces salen de sus refugios y se exponen más a ser capturados durante este período (Rousenfell y Everhart, 1960).

El primer período de lluvias comienza en octubre y finaliza en diciembre, cuya precipitación media estuvo en los 110 mm. El segundo período de lluvias, inició en marzo y se extendió hasta mayo, con el registro de precipitación media más alto en abril (160 mm). Este período coincidió con los menores registros de temperatura ambiente, temperatura del agua y los mayores registros de oxígeno disuelto, turbidez, ancho promedio, profundidad promedio, volumen de flujo, velocidad de la corriente, número de Reynolds, así como también con un mayor número de individuos (en su mayoría jóvenes) capturados en el río San Miguel. La temperatura promedio del agua registrada para el río San Miguel es levemente inferior a la registrada para el zanjón Bagazal, debido a que el nacimiento del río se encuentra a una mayor altura (1300 m.s.n.m), por las quebradas afluentes y por el efecto de sombra de la vegetación ribereña. En su parte media y baja, la temperatura promedio del agua es mayor para el Zanjón debido a la poca vegetación ribereña, el menor volumen de flujo que transportan sus aguas, la falta de quebradas cercanas que drenen sus aguas, y por la extracción de volúmenes considerables de agua para riego agrícola.

La pérdida de vegetación ribereña, como es el caso observado en la zona de estudio, debido a la agricultura y otras actividades humanas, incrementan las temperaturas del agua en verano; esta es una causa importante de deterioro en la composición faunística (Karr and Schlosser, 1978).

La variación de la temperatura del agua que se registró para el Zanjón Bagazal (17°C - 27°C), fue mayor que para el río San Miguel (17°C - 25°C) durante el período de estudio.

Se evidencia que existe una mayor fluctuación de temperatura en pequeñas corrientes de agua (quebradas, zanjones y arroyos), especialmente si no están sombreadas, debido a los cambios día vs noche en la temperatura del aire y la absorción de radiación solar durante el día (Allan, 1995). Esto, incrementado a la baja tolerancia de los peces tropicales frente a los cambios de temperatura determina principalmente que las altas temperaturas sean, por consiguiente, un factor limitante para muchas especies.

La turbidez fue menor para la parte alta del Zanjón debido a la topografía del terreno de la estación de estudio, i.e., de vegetación ribereña abundante, de relieve no tan quebrado como en la parte alta del río de perfil inclinado y donde se registró turbidez aún en verano. Por el contrario la parte baja del Zanjón, registró una mayor turbidez que el río debido a que en los meses de verano se produce turbulencia inducida por canales de riego circulares y por la extracción de agua por medio de poderosas motobombas que desestabilizan el ecosistema, causando inclusive mortalidad en peces (Obs. Pers.). Para la parte baja de ambas corrientes se registró una turbidez similar considerada como alta. Esta variable influye en el arreglo de la comunidad de peces, principalmente en aquellas especies (e.g. *Brycon henni*, *Cordilancistrus sp.*, entre otros) sin adaptaciones para tolerar condiciones de alta turbidez (> 100 JTU), o que para su alimentación requieren el desarrollo de perifiton obtenido por el proceso fotosintético en aguas claras y de poca profundidad.

El oxígeno disuelto registró sus mayores lecturas durante el período de lluvias, y en especial la parte alta del río San Miguel, debido a la topografía del terreno. Esta mayor corriente continuamente renueva el agua que está en contacto con las estructuras de respiración de los peces (branquias, estructuras accesorias, etc), siendo la biota de estas aguas corrientes de varias formas altamente dependiente de la disponibilidad de oxígeno que va llegando a cada tramo a lo largo de su recorrido (Hynes, 1970). Por el contrario, en las partes medias y bajas durante el período seco, donde se registró la menor lectura de oxígeno disuelto, se evidenció que muchas de las especies (*Callichthys fabricioi*, *Ctenolucius hujeta*, entre otras) colectadas toleran estas condiciones gracias a sus características morfo-anatómicas (órganos y estructuras accesorias) que contrastan la escasez del oxígeno.

El registro del pH fue similar para ambas corrientes de agua, notándose una disminución durante los meses de época seca. El río San Miguel registró un ancho promedio mayor que para el zanjón en general para todas las estaciones, y una mayor variedad hidromorfológica. Para todas las estaciones la profundidad promedio del río San Miguel fue mayor que para el Zanjón, dificultándose la captura de peces en períodos de máximas lluvias.

Se registró un volumen de flujo general mayor para el río San Miguel, siendo este casi 12 veces el flujo del zanjón Bagazal en promedio anual. Los meses de lluvias provocan un aumento considerable en el volumen de flujo de las corrientes de agua, especialmente durante el mes de abril. Las partes bajas de cada corriente registraron la mayor lectura de volumen de flujo.

Existe una diferencia entre el flujo de cada corriente, hecho por el cual especies de mayor talla eran colectadas en el río San Miguel (*Prochilodus magdalenae*, *Zungaro zungaro*, *Rhamdia quelen*, entre otras), por presentar niveles más altos de agua; por el contrario, especies de menor talla (*Astyanax microlepis*, *Ctenolucius hujeta*, *Gephyrocharax caucanus*, *Callichthys fabricioi*, entre otras) prefieren refugiarse en el Zanjón, evitando posiblemente la predación de especies de mayor talla y sin tener dificultades por el bajo volumen de agua para sus migraciones, especialmente durante los meses de sequía.

El río San Miguel registra un mayor número de Reynolds, caracterizándose por ser de tipo turbulento que favorecen especies (*Brycon henni*, *Salminus affinis*, entre otras) que requieren para su metabolismo una mayor absorción de oxígeno. El zanjón Bagazal registra un número de Reynolds seis veces menor a la lectura promedio general presentada por el río San Miguel, por lo cual esta corriente se considera de tipo transicional. Este tipo de flujo lento es preferido por especies de talla generalmente pequeña y por aquellas que toleran bajos niveles de oxígeno durante los períodos de mayor sequía. Especies como *Callichthys fabricioi*, bajo condiciones anóxicas, toman el aire de la superficie del agua (Lehmann, 1999 obs. Pers), el cual es absorbido por un órgano respiratorio accesorio ubicado en el intestino (Reis, 1997 y referencias incluidas; Roman-Valencia et al., 1999); *Ctenolucius hujeta* presenta en

la mandíbula inferior unas estructuras a lado y lado a manera de "flaps" las cuales agita rápidamente para oxigenar un poco el agua y así tolerar bajos niveles de oxígeno (Vari, 1995).

La velocidad del agua y las fuerzas físicas asociadas colectivamente representan un importante factor ambiental que afecta los organismos de las aguas corrientes (tabla 4). La velocidad de la corriente determina el tamaño de las partículas del sustrato; ésta afecta los recursos alimenticios, transportándolos y removiéndolos. Y, por supuesto, la velocidad de la corriente presenta una fuerza física directa que los organismos experimentan en la columna de agua, así como también en la superficie del sustrato (Allan, 1995). Muchas especies de peces fueron encontradas frecuentemente en secciones de flujo rápido, o en aguas de flujo lento, pero no en ambas. La velocidad de la corriente promedio para el río San Miguel fue cinco veces mayor que la registrada para el zanjón Bagazal, siendo la parte alta del río la que registró la mayor velocidad, debido a la topografía quebrada del terreno. En esta sección habitan preferentemente peces de movimientos rápidos como la Sabaleta (*Brycon henni*), la Sardina (*Bryconamericus caucanus*) y peces adaptados para soportar la turbulencia como los loricaridos (*Cordilancistrus sp.*).

El sustrato es un aspecto complejo del medio físico, existe variedad de tipos de sustrato como el mineral (arena, canto rodado, grava, etc.), el orgánico, compuesto desde diminutos fragmentos orgánicos, árboles caídos, raíces de plantas, algas filamentosas, y otros animales. En esencia, el sustrato incluye todo sobre la superficie del fondo y al lado de las corrientes de agua, sin excluir la variedad de artefactos y escombros producto humano, sobre los cuales muchos organismos residen (Minshall 1984). El río San Miguel presentó un sustrato de características muy singulares en relación altitudinal. En su parte alta el sustrato es de tipo mineral, es decir de tipo pedregoso, donde piedras de tamaño considerable encañonan el cauce del río, y las de menor tamaño conforman el sustrato, condiciones que unidas a la claridad y baja profundidad de sus aguas, son favorables para un mayor crecimiento algal. Este recurso es explotado preferencialmente por peces de la familia Loricaridae, y a medida que se baja hacia la parte media se encontraron, cada vez más, piedras de menor tamaño, y tramos en los cuales el sustrato es de tipo lodoso con algo de material orgánico en descomposición como troncos,

raíces, etc., que posibilitan la residencia de un gran número de especies en esta zona. El sustrato de la parte baja es el más heterogéneo de las tres estaciones, presenta sustrato de piedras generalmente de pequeña talla, arena, grava, lodo, y material vegetal en descomposición, entre otros; esta variedad de condiciones físicas favorece e influye en la distribución de los peces (tabla 3), los cuales no solamente disponen de alimento y albergue, sino que también encuentran condiciones variadas para continuar con su ciclo de vida

Según Egglisshaw, (1964) el número de animales colectados depende fuertemente de la cantidad de detritus de plantas, como se registró para la parte alta del Zanjón Bagazal, donde el sustrato predominante fue el material vegetal en descomposición, como troncos, hojas, flores, frutos y raíces. Se colectó en este tramo un mayor número y variedad de especies en comparación con la parte alta del río San Miguel. Entre las especies que se registraron bajo estas condiciones de sustrato orgánico están *Carlastyanax aurocaudatus*, *Trichomycterus caliense*, *Bryconamericus caucanus*, *Piabucina sp*, entre otras.

El tamaño de la población en sistemas de corriente (ríos, zanjones, arroyos, etc.) depende más de los factores abióticos, como niveles de agua, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, que de los factores bióticos, los cuales serían especialmente importantes en el control y tamaño de las poblaciones en sistemas lenticos (lagos, lagunas etc).

Es importante tener en cuenta para estudios en comunidades de peces las variables analizadas, puesto que estas influyen notoriamente en la diversidad y abundancia de un ecosistema lotico tropical.

El flujo direccional del agua, es aquel que distingue a los ríos y corrientes en general, de otros medios acuáticos. Estudios de distribución ecológica, de adaptaciones anatómicas y de comportamiento de los organismos, junto al presente estudio, suministran amplia evidencia de que la corriente es de importancia directa sobre la biota propia de estos medios (Allan, 1995; Lehmann, 1999).

El análisis de escalamiento Multidimensional (MDS), nos revela según la ordenación del diagrama, que se agrupan 4 grandes grupos: (Fig. 5).

1. Zanjón parte alta.
2. Río parte alta.
3. Los de Zanjón de la parte media-baja junto a los de el Río de la parte media
4. Los del río parte baja

Las condiciones ambientales (i.e. particulares de cada zona de estudio) determinan si hay o no similitud en la estructura de la comunidad de peces entre dos tributarios relativamente cercanos.

Entre las dos corrientes, la parte media y baja del Zanjón en comparación con la parte media del Río San Miguel, presentan una estructura comunitaria de especies similar, corroborado por el análisis de PCA (Tabla 4), en donde el Re (Tipo de Flujo), la temperatura ambiente, la turbidez, y el pH son las variables que más determinan la composición y estructura de las comunidades de peces para cada estación y a su vez entre cada corriente de agua.

Entre las estaciones pertenecientes a una misma corriente de agua, se observó una clara diferenciación entre la parte alta del Zanjón y la media junto a la baja, sin embargo la parte media y la baja presentaron una estructura similar.

Entre la parte alta del Río San Miguel, la media y la baja se observa una mayor diferenciación, en el ensamblaje de la comunidad, debido a una variación marcada de las condiciones ambientales entre cada estación.

## CONCLUSIONES

Con los nuevos registros establecidos, el número de especies para la parte alta del Río Cauca puede sobrepasar las 60. Se identificaron 31 especies entre las dos corrientes de agua (Río San Miguel y Zanjón Bagazal), siendo las más abundantes *Bryconamericus caucanus* y *Characidium fasciatum*, respectivamente.

El análisis MDS -PCA basado en la similaridad de cada una de las estaciones de estudio en términos de composición de especies, es un método que estableció diferencias en el ensamblaje de la comunidad de peces, y sumado al análisis de componentes principales efectuado para las variables físico-químicas, se evidencia la similitud o diferencia entre las estaciones de cada corriente, entre cada cuerpo de agua y durante un período de tiempo, teniendo en cuenta las variables abióticas que influyen en la estructura de la comunidad de peces.

Según lo estudiado, la similitud o diferencia entre la estructura de la comunidad de peces entre dos corrientes de agua cercanas, y entre estaciones de un mismo drenaje, depende especialmente del tipo de Flujo (Re), la temperatura ambiente, la turbidez, el sustrato y el gradiente altitudinal.

Es probable que exista actualmente un aumento poblacional de especies de talla media y pequeña, debido a la extracción indiscriminada de los peces depredadores de estas especies como *Salminus affinis*, *Zungaro zungaro*, *Rhamdia quelen* entre otros, permitiendo así que especies que en el pasado se consideraban escasas, que incluso no se encontraron en épocas pasadas, durante este estudio se registraron por primera vez y con una abundancia considerable.

## AGRADECIMIENTOS

Doy las gracias a las siguientes personas e instituciones que hicieron posible la culminación de este trabajo: al Dr. César Román- Valencia, IUQ (Profesor asociado a la Universidad del Quindío, Armenia); al Dr. Efraín Rubio UV (Universidad del Valle); a Walther Van Sickle, presidente de IDEA WILD, por los equipos suministrados oportunamente (Redes de arrastre, GPS y Kit para la medición de parámetros); Andrea Valencia, Eduardo Gallo y Henry Cabezas por su colaboración en el trabajo de campo; al INCIVA por su apoyo y reconocimiento de este estudio; a los biólogos José Riascos y Marco A. Correa; a Raúl Ríos por las figuras de los peces; a los niños Mimer, Edwin y Macho, del pueblo de Lomitas (Buenos Aires, Cauca) por su compañía y gran ayuda en el trabajo de campo; y a mis padres Fabricio y Gloria.



**LITERATURA CITADA**

ALLAN, J.D. 1995. Stream Ecology, Estructure and function of running waters. Chapman & Hall. 388pp.

ALZATE-Marín, M. 1996. Aspectos de la biología de la langara *Trichomycterus caliense* y de *Astroblepus cyclopus*, en la cuenca alta del río Quindío, Alto Cauca. Trabajo de grado, Dpto de biología. Universidad del Quindío.

BROWN, J. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. American Naturalist. 124 (2): 255-279.

CALA, P., y C. Román-Valencia. 1994. Lista y distribución geográfica de las especies de la familia Characidae (Pisces: Characiformes) en Colombia. Biol. Educación. 4 (7): 15-23.

CARDONA, M. & J.L Jiménez. 1996. Composición y estructura de las comunidades de peces de la quebrada San Pablo, cuenca del Río la Paila, Alto Cauca, Colombia. Trabajo de grado, Programa de biología. Universidad del Quindío, 70 pp.

CARLING, P.A. 1992. The nature of the fluid boundary layer and the selection of parameters for benthic ecology. Freshwater Biol., 28, 273-84.

CLARK, K.R. & R.M. Warwick 1994. Change in Marine Communities. An Approach to Statistical Analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, UK. Natural environment reasearch Council. 144 pp.

DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. Inderena, Bogotá, Colombia, 391 pp.

DAVIS, J.A. and Barmuta, L.A. 1989. An ecologically useful classification of mean and near-bed flows in streams and rivers. Freshwater Biol., 21, 271-82.

EGGLISHAW, H.J. 1964. The distributional relationship between the bottom fauna and plant detritus in streams. *J. Anim. Ecol.*, 38, 19-33.

EIGENMANN, C. 1913. Some results from ichthyological reconnaissance of Colombia South America, Part II, *Indiana University Studies* (131): 1-30.

EIGENMANN, C. 1917. The American Characidae. *Mem. Mus. Comp.Zool.* XLIII Part 1: 1-102.

EIGENMANN, C. 1921. The American Characidae. *Mem. Mus. Comp.Zool.*, 43. (Part 30): 209-310.

EIGENMANN, C. 1922. The Fishes of the North Western South America. Part I: The fresh-water 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. *Mem. Carnegie Mus.*, 9: 346 pp., 38pls.

EMBODY, G.C. 1927. An outline Stream study and the development of a stocking policy. *Contr. Aquicult. Lab., Cornell Univ.*, 21pp., blank forms.

ESCHMEYER, W.N. 2000. *Catalog of Fishes.* California Academy of Sciences. Vol 3. 1000 pp.

ESPINAL, L.S. 1967. *Apuntes sobre ecología Colombiana.* Universidad del Valle. Departamento de Biología. 32 pp.

ESPINAL, L.S. 1967. *Apuntes sobre ecología Colombiana.* Universidad del Valle. Departamento de Biología. 32 pp.

ESPINAL, L.S. 1989. *Perfiles ecológicos de rutas Colombianas y de los Ríos Cauca y Magdalena.* Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín. 125 pp.

HYNES, H.B.N. 1970. *The ecology of running waters,* University of Toronto. Press, 555 pp.

KARR, J.R and Schlosser, I.J. 1978. Water resources and the land water interface. *Science*, 201. 229-234.

KREBS, C.J. 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y abundancia*. Segunda edición. Edit. Harla. México 753 pp.

LAGLER, K.F. 1956. *Freshwater Fishery Biology*. Second Edition. WM. C. BROWN Company *Publishers* Dubuque, Iowa. 421 pp.

LEHMANN, P. 1999. *Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del río Cauca, Colombia*. Tesis de pregrado. Universidad del Valle. Cali. 111 pp.

LOWE-McConnell, R.H. 1975. *Fish communities in tropical freshwaters*. Longman, N.Y: 337 pp.

LOWE-McConnell, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fishes communities*. Cambridge University Press, Cambridge, 382 pp.

LUCENA, C.A., A.S. Jardim y E.S. Vidal. 1994. Ocorrência, distribuição e abundância da fauna de peixes da praia de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Ser. Zool.*, Porto Alegre, 7, 3-27.

LUDWING, J.A & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: a primer methods and computing*. Jhon Wiley & sons, New York, E.U.A

McNAUGHTON, S.J. 1968. Structure and function in California grasslands. *Ecology* 49 : 962-972.

MILES, C. W. 1943. *Estudio económico y ecológico de los peces de agua dulce del Valle del Cauca*. Imprenta Dptal Cali. 1-97 pp.

MILES, C. W. 1947. *Los peces del Río Magdalena*. Editorial el Gráfico, Bogotá. 1-213pp.

MINELLI, A. 1993. *Biological Systematics. The state of Art*. Chapman. & Hall London 1ª ed.

MINSHALL, G. W. 1984. Aquatic insect-substratum relationship, in the ecology of aquatic insect, V.H. Resh and D. M. Rosemberg, eds., Praeger Scientific, New York, 358-400 pp.

NEBIOLO, E. 1987. Composición y estructura de la ictiofauna del río Chama, Venezuela. Bol. Soc. Venez. Cienc Nat. XLI (144): 167-184.

NOSS, R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation biology 4: 355-364.

PATIÑO, R. A. 1973. Especies de Peces introducidas al alto río Cauca. Céspedesia II. (5): 65-73.

PAVANELLI, C.S., y E.P. Caramaschi. 1997. Composition of the ichthyofauna of two small tributaries of the Paraná river, Porto Rico, Paraná State, Brazil. Ichthyol. Explor. Freshwaters, 8, (1): 23-31.

PENCZAK, T., A.A. Agosyinho & E. K. Okada. 1994. Fish diversity and community structure in two small tributaries of the Paraná river, Paraná State, Brazil. Hidrobiología, 294: 243-251.

REIS, R.E. 1997. Revision of the neotropical catfish genus *Hoplosternum* (Ostariophysi: Siluriformes: Callichthyidae), with the description of two new genera and three new species. Ichthyol. Explor. Freshwaters, 7 (4): 299-326.

REIS, R.E. 1998a. Anatomy and phylogenetic analysis of the neotropical callichthyidae catfish (Ostariophysi, Siluriformes). Zool. J. Linn. Soc., 124 (2), 105-168.

REIS, R.E. 1998b. Systematics, biogeography and the fossil record of the Callichthyidae: a review of the available data. In. Malabarba, L.R. et al. (eds). Phylogeny and Clasification of Neotropical Fishes. Edipucrs, Porto Alegre.

ROMAN-Valencia C. 1988. Clave taxonómica para la determinación de peces nativos del departamento de Quindío, subsistema alto río Cauca. Colombia. Actual. Biol., 17 (64): 107-113.

——— 1993. Composición y estructura de las comunidades de peces de la cuenca del río la Vieja, Alto Cauca. Colombia. Biol. Educ. 3 (5): 8-19.

——— 1995. Lista anotada de los peces de la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca. Boletín Ecotrópica. (29): 11-20.

ROMAN Valencia, C., P. Lehmann & A. Muñoz. 1999. Presencia del género *Callichthys* (Siluriformes: Callichthyidae) en Colombia y descripción de una nueva especie para el alto Río Cauca. *Dahlia – Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.* 3:53-62.

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Cockpit/7193/Callichthysfabricioi.html>

ROUSENFELL y Everhart, 1960. Ciencias de las pesquerías, sus métodos y aplicaciones. Salvat Editores. Barcelona 491 pp.

SCHAFFER, A. 1985. Fundamentos de ecología e biogeografía das águas continentais. Editora da universidade, Porto Alegre, 532 pp.

SILFVERGRIP, Anders. M.C. 1996. A systematic revision of the Neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). Thesis ph. D. Swedish Museum of Natural History. Stockholm. 156 pp.

VARI, R. P. 1995. The neotropical fish family Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): Supra and intrafamilial Phylogenetic Relationships, with a Revisionary Study. *Smithson. Contr. Zool.* 564: 1-97.

WILSON, E. 1989. La biodiversidad amenazada. *Invest. y Ciencia* (158): 64-71.

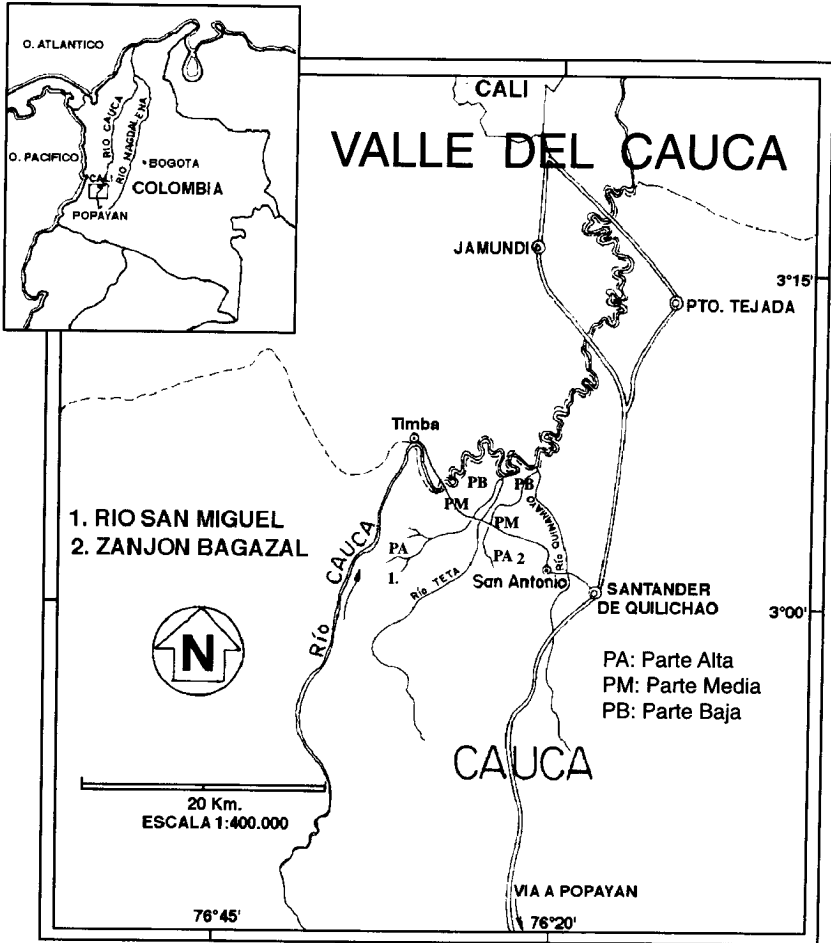


FIGURA 1. Localización de las zonas de muestreo (PA: Parte Alta; PM: Parte Media; PB: Parte Baja), río San Miguel (1) y zanjón Bagazal (2).

FIGURA 2. Temperatura ambiente (°C) promedio para cada estación de muestreo río San Miguel (A), zanjón Bagazal (B) cuenca parte alta río Cauca.

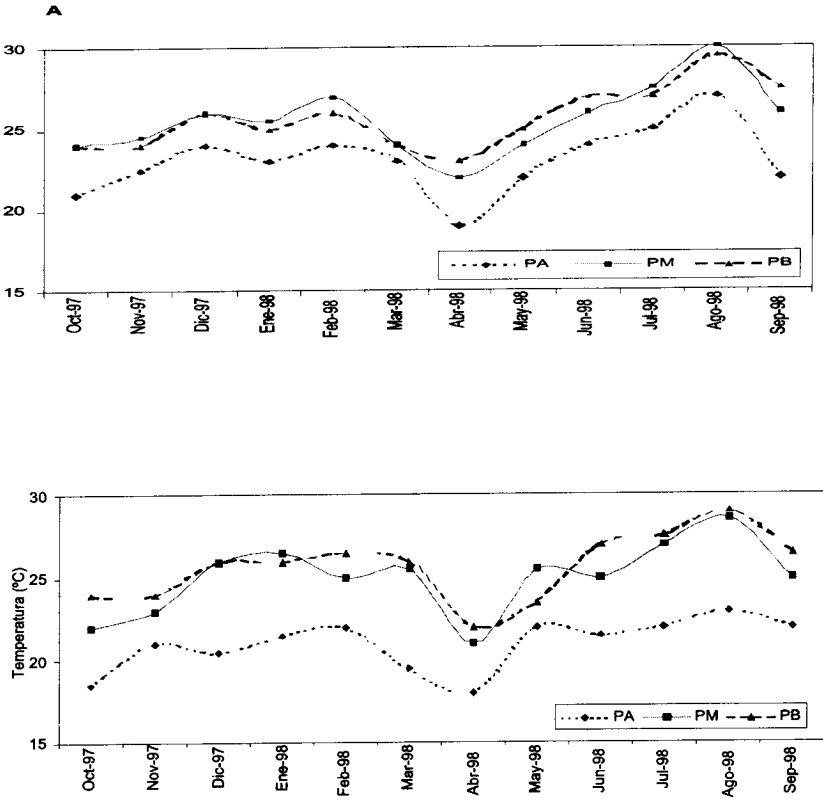


FIGURA 3. Número de Reynolds (Re) río San Miguel (A) y zanjón Bagazal (B), adaptado de Davis y Barmuta, (1989); y Carling, (1992).

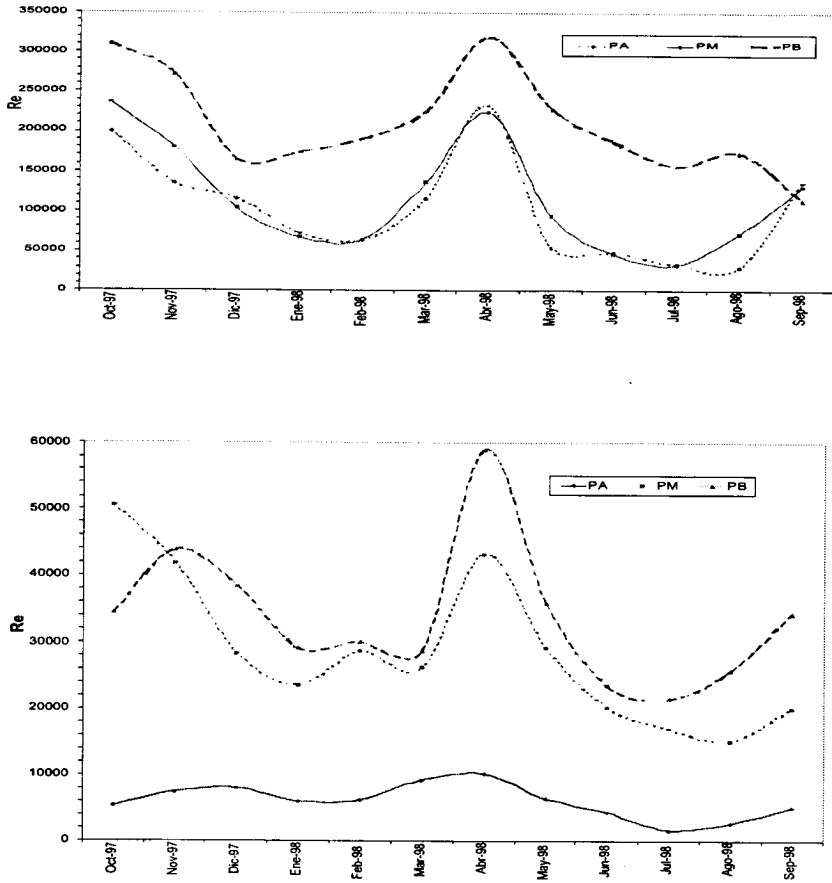
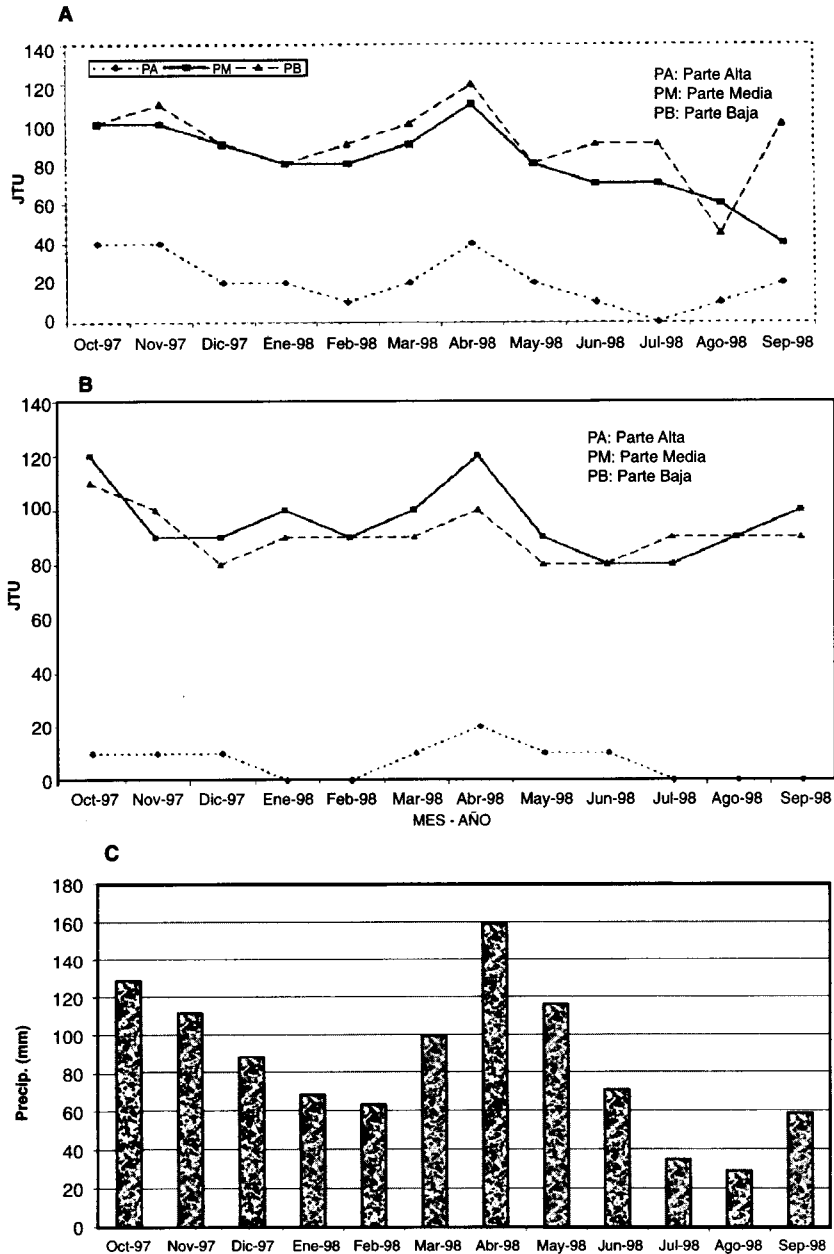




FIGURA 4. Turbidez (JTU) para cada estación del río San Miguel (A) y zanjón Bagazal (B). Precipitación media (C) (mm) (1997-1998).





**Tabla 1. Variables seguidas mensualmente durante el período de muestreo en cada una de las estaciones de estudio en el río San Miguel y Zanjón Bagazal, parte alta cuenca Río Cauca.**

Variable	Unidad de medición	Instrumento o método de medición
1. Temperatura ambiente	Grados centígrados (°C)	Termómetro
2. Temperatura del agua	(°C)	Termómetro
3. Oxígeno disuelto	Partes por millón (ppm)	Modificación Winkler-titulador LaMotte
4. pH	Iones hidrogenio	Colorimetría
5. Turbidez	Unidades jackson (JTU)	Comparativo- reactivo de turbidez, LaMotte
6. Ancho de la corriente (W)	Metros (m)	Metro
7. Profundidad (D)	(m)	Vara graduada
8. Velocidad de la corriente	Metros por segundo (m/s)	$V=(L)/\text{tiempo}$
9. Volumen de flujo (R)	(m <sup>3</sup> /s)	Ecuación de Embody (1927) $R=(WD\alpha L)/T$
10. Número de reynolds (Re)	-	Adaptado de Davis y Barmuta, (1989) y Carling, (1992). $Re=VD/v$
11. Color del agua	-	Obsevación directa
12. Tipo de sustrato	-	Observación directa (Lodo, arena, grava, detritos orgánico)
13. Altitud	m.s.n.m	Altímetro westminster
14. Coordenadas	Grados, minutos, segundos	GPS 2000 XL (° ' ")

*L*: Distancia recorrida por una bola de icopor (2 m).

$\alpha$ : Constante, 0.8 si la estación presenta obstáculos (Rocas, troncos, etc.); 0.9 si no presenta.

*v*: Índice de viscosidad a 20°C ( $1.004 \times 10E^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ )

**Tabla 2. Lista de las especies de peces colectadas en dos tributarios (río San Miguel, zanjón Bagazal) del río Cauca en su parte alta.**

Especie	Familia
<i>Argopleura magdalenensis</i> (Eigenmann, 1913)	CHARACIDAE
<i>Carlastyanax aurocaudatus</i> (Eigenmann, 1913)	
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	
<i>Astyanax microlepis</i> Eigenmann, 1913	
<i>Brycon henni</i> Eigenmann, 1913	
<i>Bryconamericus caucanus</i> Eigenmann, 1913	
<i>Characidium caucanum</i> Eigenmann, 1912	
<i>Characidium fasciatum</i> Reinhardt, 1866	
<i>Creagrutus brevipinnis</i> Eigenmann, 1913	
<i>Gephyrocharax caucanus</i> Eigenmann, 1912	
<i>Hyphessobrycon poecilioides</i> Eigenmann, 1913	
<i>Roeboides dayi</i> (Steindachner, 1878)	
<i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880	
<i>Ctenolucius hujeta</i> Valenciennes in Cuvier, 1850	CTENOLUCIIDAE
<i>Piabucina</i> sp.	LEBIASINIDAE
<i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879	PROCHILODONTIDAE
<i>Callichthys fabricioi</i> Román-Valencia, Lehmann y Muñoz, 1999	CALLICHTHYIDAE
<i>Imparfinis nemacheir</i> (Eigenmann y Fischer, 1916)	PIMELODIDAE
<i>Pimelodus grosskopffii</i> Steindachner, 1879	
<i>Zungaro zungaro</i> (Humboldt, 1821)	
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	
<i>Trichomycterus caliense</i> (Eigenmann, 1912)	TRICHOMYCTERIDAE
<i>Cordylancistrus</i> sp.	LORICARIIDAE
<i>Dasylicaria filamentosa</i> (Steindachner, 1878)	
<i>Hypostomus Plecostomus</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Sturisomatichthys leightoni</i> (Regan, 1912)	
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch y Scheneider, 1801)	STERNOPYGIDAE
<i>Poecilia caucana</i> (Steindachner, 1880)	POECILIIDAE
<i>Aequidens latifrons</i> (Steindachner, 1878)	CICHLIDAE
<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878)	
<i>Oreochromis niloticus niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	

\*Validez nombres científicos según Eschmeyer, 2000

**Tabla 3. Cálculos de diversidad, abundancia y similitud para cada corriente de agua: Río San Miguel (\*), Zanjón Bagazal (\*): (PA: Parte alta, PM: Parte media y PB: Parte baja).**

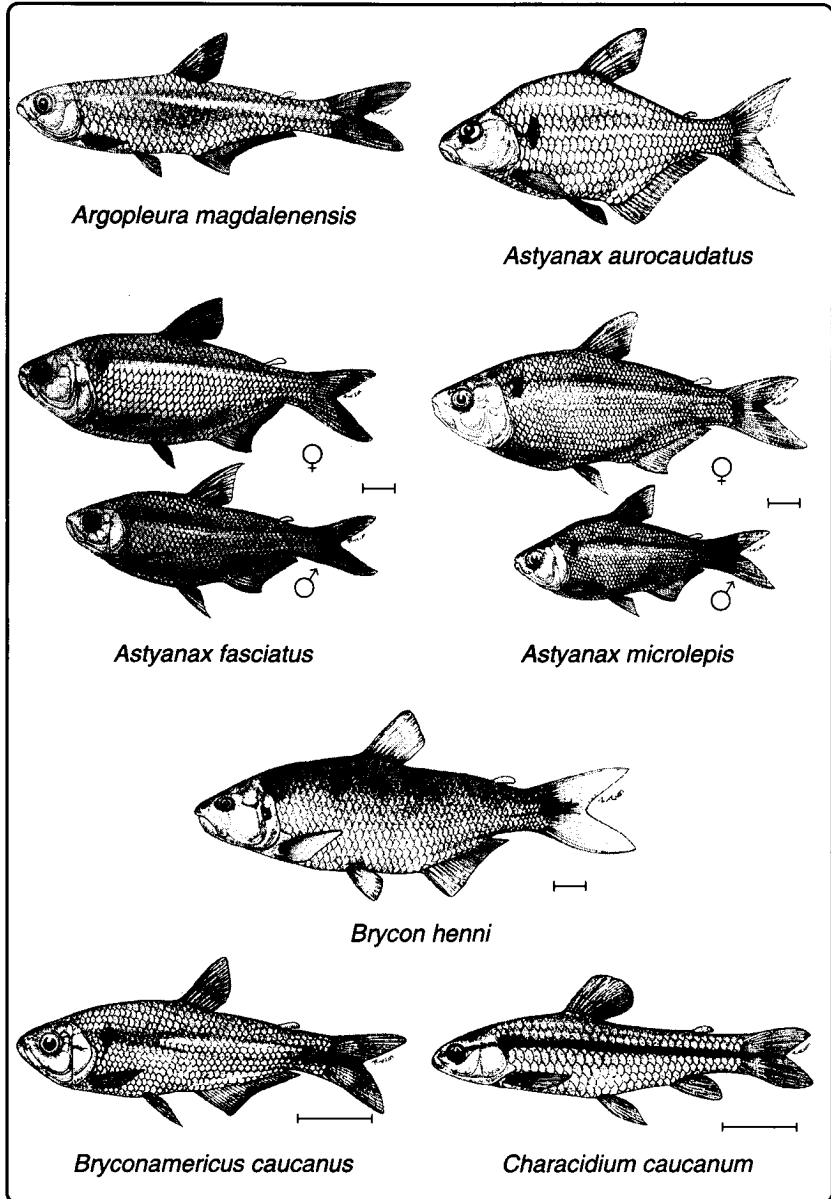
	Total		Max. - Mes		Min. - Mes		PA	PM	PB
No. de especies (*)	24	18	Agosto	9	Dic.	7	15	20	
(*)	27	22	Jul - Ago	9	Octubre	6	17	22	
H'	2.74	2.66	Agosto	1.94	Marzo	1.29	2.42	2.7	
Shannon y Wiener (*)	2.39	2.50	Sept.	1.57	Febrero	1.5	2.06	2.51	
E1	0.86	0.96	Dic.	0.69	Abril	0.66	0.89	0.9	
(*)	0.86	0.92	Dic.	0.69	Abril	0.66	0.89	0.9	
Indice de Equidad (*)	0.73	0.92	Nov.	0.57	Enero	0.83	0.73	0.18	
(*)	0.73	0.92	Nov.	0.57	Enero	0.83	0.73	0.18	
No. de individuos (*)	552	86	Abril	26	Dic.	121	258	173	
(*)	552	86	Abril	26	Dic.	121	258	173	
No. de especies comunes entre las dos corrientes	20 de 31 especies encontradas en total.								
Indice de similitud (GreigSmith, 1964)	0.7843 entre las dos corrientes.								
Indice de dominancia (*)	0.2860								
(*)	0.4350								

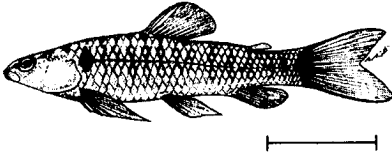
**Tabla 4. Análisis de componentes principales (PCA).**

Variable	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
Re (# de Reynolds)*	-0.434	-0.061	0.134	0.013	-0.127
Temp. ambiente	0.029	-0.539	0.095	-0.170	0.244
Turbidez	-0.185	-0.304	-0.614	0.085	0.417
PH	-0.153	0.230	-0.363	-0.843	-0.253
Velocidad flujo	-0.316	0.084	.438	-0.307	0.512
% de Variación	44.51	71.99	81.69	88.62	94.38

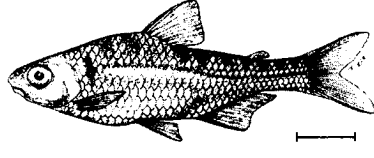
\*Tipo de flujo

**FIGURA 6. Especies de peces presentes en dos tributarios de la cuenca de la parte alta del río Cauca. Escala 1 cm.**

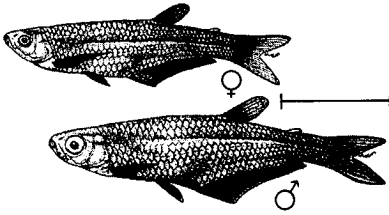




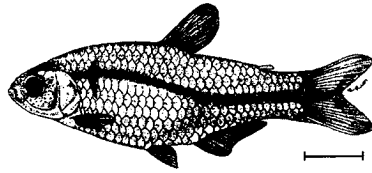
*Characidium fasciatum*



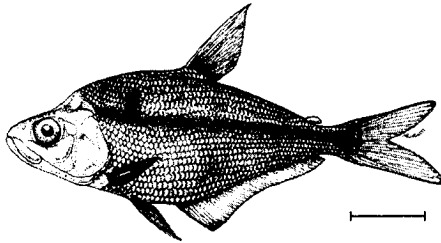
*Creagrutus brevipinnis*



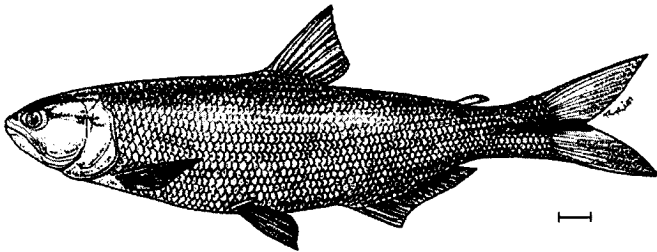
*Gephyrocharax caucanus*



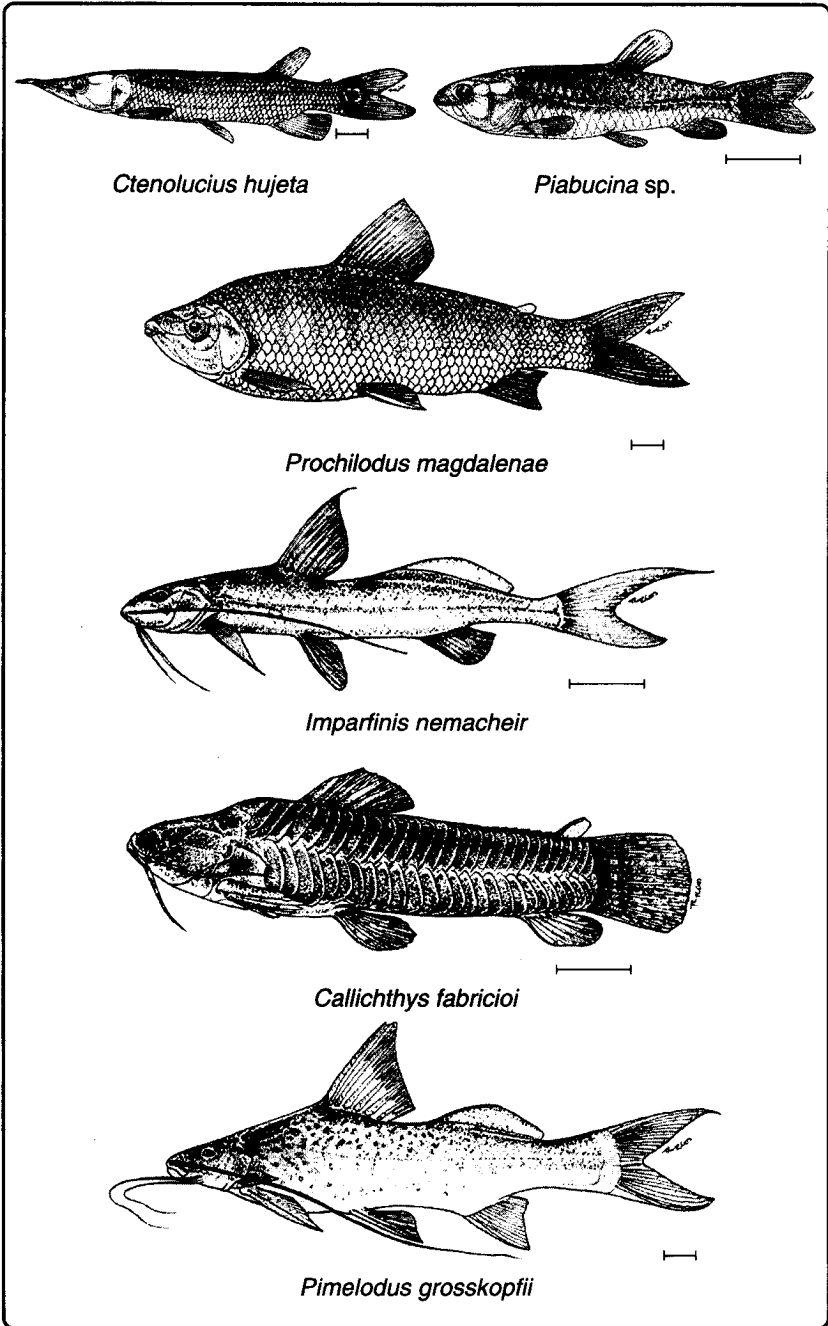
*Hyphessobrycon poecilioides*



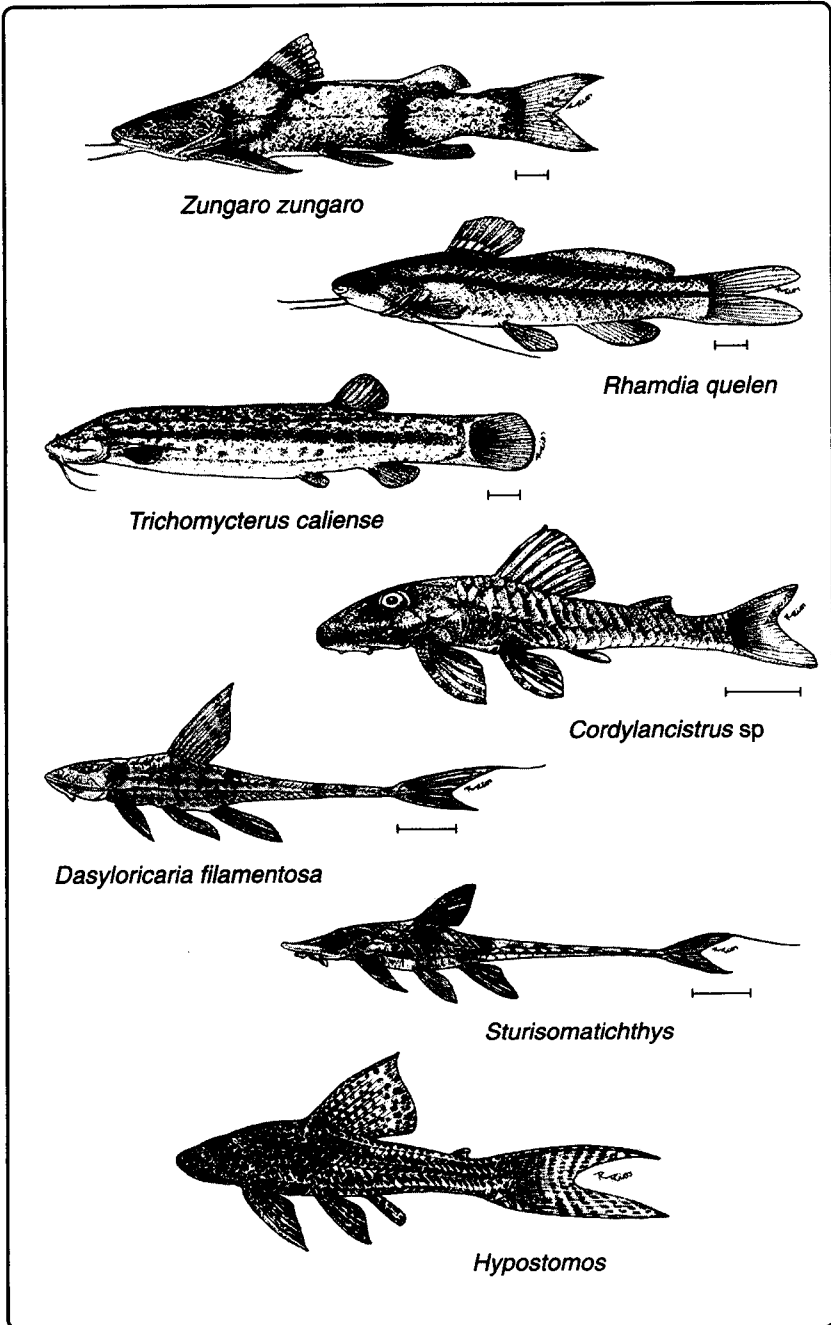
*Roeboides dayi*



*Salminus affinis*

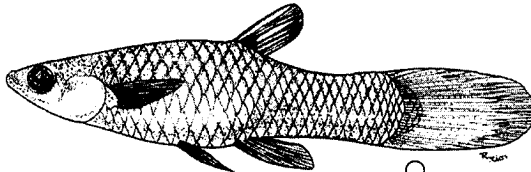




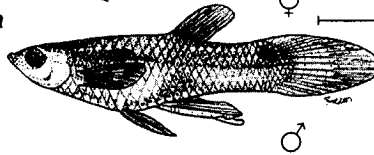




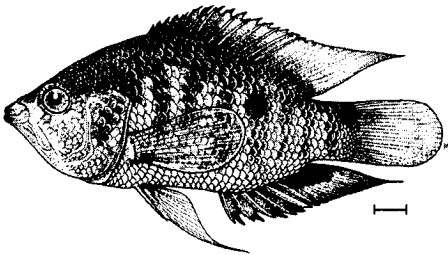
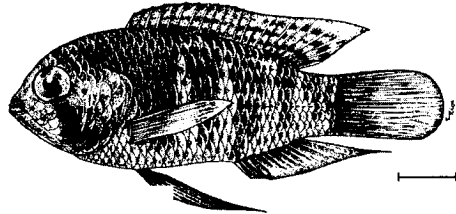
*Sternopygus macrurus*



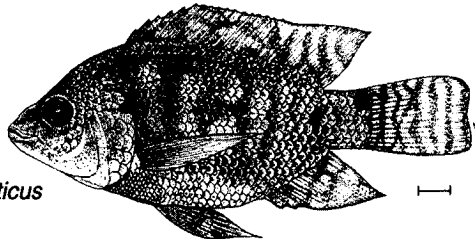
*Poecilia caucana*



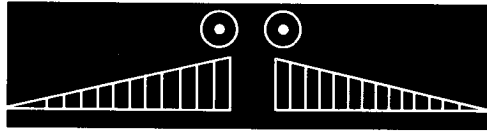
*Aequidens latifrons*



*Caquetaia kraussii*



*Oreochromis niloticus niloticus*



# ESTUDIO BIOLÓGICO-PESQUERO PRELIMINAR DE TRES ESPECIES ÍCTICAS DEL ALTO RÍO CAUCA EMBALSE DE SALVAJINA

Pablo Emilio Flórez Brand<sup>1</sup>

## RESUMEN

*En el presente trabajo se incluyen datos biológico-pesqueros de tres especies de peces de importancia económica del alto Río Cauca, en el Embalse de Salvajina, Departamento del Cauca, estas especies son: Barbudo, (*Pimelodus clarias*); Bagre sapo (*Pseudopimelodus bufonius*) y Sabaleta (*Brycon henni*) se registran observaciones preliminares de adaptación y crecimiento en estanques rurales, aspectos como talla media y mínima de madurez, épocas y sitios de reproducción alimentación de juveniles y adultos, contenidos estomacales, capturas artesanales, tallas medias de captura, distribución de frecuencia por tallas, esta información se complementa con un monitoreo de parámetros fisicoquímicos y productividad primaria del Embalse.*

---

<sup>1</sup> Biólogo Hidrobiología.

## ABSTRACT

*Biological and fishery data for three species of fish of main economical importance in the Cauca River are presented in this paper. The study was carried out in the Salvajina Dam, Departament of Cauca, Colombia using "Barbudo" (*Pimelodus clarias*), *Bagre sapo* (*Pseudopimelodus bufonius*) and "Sabaleta" (*Brycon henni*).*

*Observation on adaptation and growth in rural ponds, including medium and minimum sizes, places and periods of reproduction, Juvenile and adult fish feeding, stomachs conten, manual catches, medium size of catches, and size frequency distribution. These information is complemented with water quality data and primary productivity.*

**Palabras clave:** *Barbudo* (*Pimelodus clarias*), *Bagre sapo* (*Pseudopimelodus bufonius*); *Sabaleta*, (*Brycon henni*) Tallas, Capturas, Fecundidad, Embalse de Salvajina, Cauca, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

En el Embalse de Salvajina localizado en el Departamento del Cauca, se inicio desde el año 1985 un "Plan de Manejo Piscícola Pesquero", que contemplaba las observaciones preliminares de los aspectos biológicos de peces, macroinvertebrados acuáticos, Fito y Zooplancton; inventarios y repoblación íctica, extensión, capacitación y reglamentación pesquera.

El Embalse de Salvajina fue construido para: Generación hidroenergía, control de inundaciones, adecuación de tierras y disminución de la contaminación del río Cauca. Tiene una altitud de 1.100 m.s.n.m.; temperatura ambiente promedio de 24° C; precipitación promedio anual de 2.600 mm; longitud máxima de 32 km; ancho máximo de 1.2 km; una línea de costa de 112 km; profundidad de 154mt; profundidad media de 36.4 mt; área total de 2.124 Ha; volumen máximo de, 996x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>; volumen medio de 370x10<sup>6</sup>, m<sup>3</sup>; área de captación de 3,960 km<sup>2</sup>; tiempo de retención hidráulica de 0.33 años; caudal promedio de 144 m<sup>3</sup>/seg; caudal máximo de 1070 m<sup>3</sup>//seg y una capacidad instalada de generación de 270 megavatios (C.V.C.,1985)

El Embalse es alimentado por el río Cauca y el río Inguitó y una buena cantidad de quebradas de 2° orden que drenan a este.

Durante la época del llenado, se presentaron problemas de eutroficación por la descomposición de la materia orgánica sumergida. El primer año después de lleno, se originaron altas concentraciones de gas sulfhídrico y el nuevo ecosistema adquirió características anaerobias. A partir de 1987 se encontraron condiciones aeróbicas favorables para el desarrollo de la vida acuática. Actualmente la capa anaerobia del Embalse esta entre 50 a 70 mts. De profundidad, y se encuentran condiciones de estabilización proceso que se ha presentado aceleradamente, en comparación con otros Embalses teniendo en cuenta su reciente construcción (C.V.C.,1985).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

El embalse de Salvajina, se encuentra ubicado a 3 Km del municipio de Suárez, Departamento del Cauca, a 69 Km al suroeste de Cali y a 86 Km al noroeste de Popayán.

Tiene una altitud sobre el nivel del mar de 1100 m, temperatura ambiente promedio de 24°C, precipitación promedio anual de 2600 mm.

Los ejemplares de peces utilizados en el presente estudio fueron colectados entre 1987 y 1996, en 6 estaciones preestablecidos en el Embalse; las jornadas de trabajo efectuadas se realizaban al menos 1 ocasión cada 2 meses, se contó con la colaboración permanente de un auxiliar de campo, trabajador del Centro Pesquero de Mindalá, y de los pescadores artesanales de la región.

Para la captura de los peces se utilizó gran variedad de artes de pesca: líneas de mano, trasmallos, redes agalleras y atarrayas.

De cada ejemplar se tomaron datos de talla, peso, sexo y estado de madurez sexual, y además el sitio, el método de captura, la profundidad aproximada y la hora de captura.

Para la talla se tomó la longitud del esqueleto desde la punta del hocico hasta la base de la aleta caudal, medida con un íctiometro convencional en centímetros.

El peso se obtuvo por medio de una balanza triple brazo de 8 lbs de capacidad y un balanzón de 25 lbs de capacidad.

El sexo y el estado de madurez sexual se determinaron *in situ* para el caso de los ejemplares capturados por los pescadores antes de la evisceración, y para los capturados por nuestro equipo, se determinó en el laboratorio del Centro Pesquero antes de fijar en formol al 10%.

Para el estudio de fecundidad se tomaron al azar los ovarios de varios ejemplares de las 3 especies, los cuales se pesaron en fresco con una balanza de 1kg de capacidad. Se realizó el conteo de ovocitos en ovarios de ejemplares maduros estado V (ver tabla de Maier, anexa) de cada ovario se recogieron 3 secciones de la parte anterior, media y posterior, luego se promedió para tener la media por saco ovarico y posteriormente se duplico esta cantidad para obtener el total por cada gónada.

Para establecer los hábitos alimenticios y los contenidos estomacales se efectuaron observaciones en fresco cuando en número de ejemplares capturados era bajo, de lo contrario se fijaba en solución de formol al 4% y procurando analizarlas en el menor tiempo posible.

Para el procesamiento de la información se elaboraron histogramas de la distribución de frecuencias por tallas, se determinaron para las tres especies, las tallas mínimas y medias de madurez, para encontrar la talla media de madurez se utilizó la mediana de la distribución según Bazigos (1976), en Escobar et al (1983), e interpretada como la talla a la cual el 50% de la población esta madura.

Los datos reportados de capturas artesanales se obtuvieron a través de planillas que nos reportaban mensualmente los pescadores, en los que llevaban diariamente el registro de las extracciones por especie y la cantidad aproximada en kg o en número de sartas, dependiendo del peso, una sarta consiste en cuatro a ocho animales amarrados por un bejuco.

Los resultados fueron obtenidos con la colaboración de 4 a 6 parejas de pescadores permanentes del Embalse de Salvajina, quienes mensualmente nos suministraron esta información, la recolección de la información se complementó con encuestas directas y comunicación interpersonal con los pescadores y sus familias sobre las condiciones de

vida y el componente socioeconómico. También se realizaron visitas periódicas a los sitios de pesca para constatar que las artes de pesca cumplieran los requisitos de ojo da malla requeridos.

Los parámetros fisicoquímicos fueron monitoreados trimestralmente por parte del laboratorio de aguas de la C.V.C. Estas muestras de agua se tomaron a diferentes profundidades en tres estaciones ubicadas en la cola del Embalse, parte media y 500 mts. Aguas arriba de la presa, estos resultados se presentan en la tabla No. 1 y es el promedio de 8 años de muestreo. Algunos parámetros eran medidos In situ y otras en el laboratorio de acuerdo con los métodos estandar protocolizados en el Laboratorio Ambiental de la C.V.C..

Para el caso de la determinación de clorofila, se realizó mediante métodos estandar espectrofotométricos.

Los ejemplares juveniles de Sabaleta y Barbudo obtenidos para las observaciones preliminares de adaptación y crecimiento en condiciones de confinamiento fueron capturados en las bocanas de las quebradas San Martín y Nangues.

### **MADUREZ SEXUAL EN PECES GRUPOS DE MAIER (Adaptados)**

<b>TESTÍCULOS</b>	<b>OVARIOS</b>
I. Testículos pequeños, vidriosos, transparentes, sin color o grisáceos.	Ovarios vidriosos, transparente, pequeño y paredes tirantes.
II. Testículos pequeños, rojo-blancuzcos, tirantes, con pocos vasos sanguíneos, no sale líquido.	Ovario totalmente opaco, naranja a rojo blancuzco, pequeño. Ovulos se pueden notar a simple vista.
III. Testículos totalmente opacos o blancos, longitud definitiva, rollizo tirante, libera líquido cuando se le presiona.	Ovario opaco, naranja o rojo-blancuzcos, ha alcanzado el tamaño y peso definitivos. Ovulos diferenciables, bien redondeados.
IV. Igual al anterior, pero libera líquido lechoso; las paredes bien estiradas.	Ovario rojo-grisáceo, algo transparente, óvulos bien diferenciables, con vitelo, transparentes se deslizan con facilidad.
V. Testículos opacos, blancos, con algo rojizo, liberan todavía espermatozoides, algo acortados con paredes distendidas.	Ovario gris a rojo oscuro, transparente algo acortado. Las paredes se arrugan y tienen algunos vasos sanguíneos, ningún óvulo opaco.

## RESULTADOS

### Talla mínima y media de madurez

En la tabla No. 1 se observan las tallas mínimas y medias para las tres especies ícticas objeto de este estudio: Barbudo, (*Pimelodus clarias*); Bagre sapo (*Pseudopimelodus bufonius*); y Sabaleta, (*Brycon henni*). Estas tallas se usaron, para formular las tallas mínimas de captura (T.M.C.), las cuales se reglamentan y se divulgan con el fin de que los pescadores capturen ejemplares de tallas superiores a la establecida.

**Tabla No. 1. Tallas mínimas y media de madurez sexual de tres especies ícticas del alto río Cauca. Embalse de Salvajina.**

ESPECIE	TALLA Mínima de madurez (cm)		TALLA Media de madurez (cm)	
	LT	LS	LT	LS
Barbudo <i>Pimelodus clarias</i>	30	23	36	28
Bagresapo <i>Pseudopimelodus bufonius</i>	40	32	47	38
Sabaleta <i>Brycon henni</i>	21	17.5	28	24

L.T.: Longitud Total

L.S.: Longitud estandar

En la tabla No. 2 se observa la composición porcentual de sexos por especie.

Para las tres especies fue común encontrar ejemplares maduros en todas las épocas del año.



**Tabla 2. Composición de sexos de tres especies ícticas del alto río Cauca. Embalse de Salvajina.**

ESPECIE	TOTAL	HEMBRAS	%	MACHOS	%
Barbudo <i>Pimelodus clarias</i>	228	136	59.6	92	40.4
Bagresapo <i>Pseudopimelodus bufonius</i>	135	87	64.4	48	35.6
Sabaleta <i>Brycon henni</i>	321	193	60.1	128	39.9

Para el Barbudo el lapso entre Abril y Mayo es el de mayor actividad reproductiva y el otro se presenta entre Noviembre – Diciembre, estas mismas épocas se presentan coincidentalmente para el Bagre sapo.

En el caso de la Sabaleta los períodos coinciden, pero tienen mayor amplitud, la primera época se presenta entre Marzo a Junio y la segunda entre Octubre a Enero.

Las tres especies en mención presentan dos períodos de madurez, en los cuales la mayoría de los ejemplares se encuentran maduros sexualmente, estas épocas coinciden con los periodos lluviosos o de aguas altas.

### Fecundidad

Por lo general la mayoría de las hembras de las tres especies presentaron el abdomen abultado cuando estaban maduras y los huevos fueron expulsados al ejercer una leve presión. Se realizaron conteos de ovocitos para las tres especies. De barbudo se pesaron 36 gónadas, 23 ovarios y 13 testículos de diferentes estados de madurez, de ellos 11 ovarios en el estado V. El promedio de ovocitos fue de 57.600 para tallas (L.T.) de 30 cm y 1.200 gr de peso.

Se pesaron 29 gónadas de Bagre sapo, 18 ovarios y 11 testículos, de las 18 hembras 7 de ellas se encontraban en estado V. El promedio de ovocitos fue 112.000 para tallas de 50 cm (L.T.) y pesos promedio de 2.200 gr. En el caso de las Sabaleta se pesaron 54 gónadas, 37 ovarios y

17 testículos, de los cuales 14 hembras se encontraron en estado V. El promedio de ovocitos fue de 12.600 para tallas de 24 cm y 500 gr. En promedio. La Tabla No. 3 recoge estos resultados.

**Tabla No. 3. Fecundidad de tres especies ícticas del alto río Cauca. Hábitos alimenticios**

ESPECIE	# OVARIOS ANALIZADOS	# OVOCITOS POR OVARIO	TALLA (LT) CM.	PESO (gr.)	# OVOCITOS POR kg.
Barbudo <i>Pimelodus clarias</i>	11	57.600	30	1.200	48.000
Bagresapo <i>Pseudopimelodus bufonius</i>	7	112.000	50	2.200	50.900
Sabaleta <i>Brycon henni</i>	14	12.600	24	500	25.200

Se analizaron en total 830 estómagos pertenecientes a las tres especies, de los cuales el 70.2% del total se encontraron vacíos (583 estómagos) y el 29.8% (247) tenían restos o estaban llenos. Tabla No. 4.

**Tabla No. 4. Relación del número de estómagos colectados por especie. Embalse de Salvajina.**

#### TOTAL ESTÓMAGOS

ESPECIE	VACÍOS	LLENOS	CON RESTOS
Barbudo <i>Pimelodus clarias</i>	156	43	39
Bagresapo <i>Pseudopimelodus bufonius</i>	129	30	16
Sabaleta <i>Brycon henni</i>	298	55	64

Las tres especies son omnívoras con tendencia a la carnivoría, en 128 estómagos de las tres especies se encontraron peces recién ingeridos correspondiente a caracidos y ciclidos; el resto son fragmentos de

músculos, huesos, escamas, alas de insectos, restos vegetales, detritus, cieno y algas, en la tabla No. 5 se presentan estos resultados.

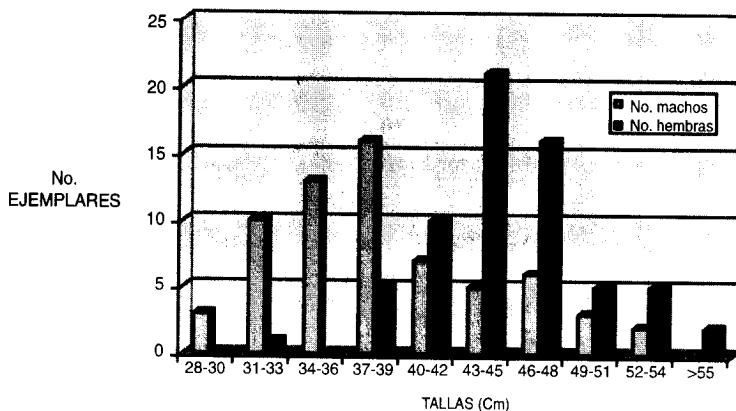
**Tabla No. 5 Composición de los contenidos estomacales para tres especies icticas del alto río Cauca. Embalse de Salvajina.**

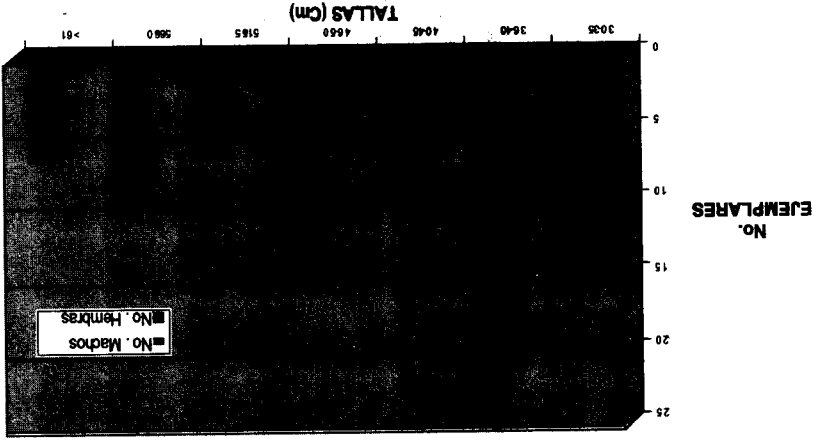
CONTENIDO	BARBUDO <i>Pimelodus</i> <i>clarias</i>	BAGRESAPO <i>Pseudopimelodus</i> <i>bufonius</i>	SABALETA <i>Brycon</i> <i>neni</i>
<i>Brycon</i> sp.	X	X	-----
<i>Pimelodus</i> sp.	X	X	X
<i>Oreochromis</i> sp.	X	X	X
<i>Astyanax</i> sp.	X	X	X
Escamas	X	X	X
Restos Insectos	X	X	X
Restos Vegetales	X	-----	-----
Algas X	X	-----	
Cieno X	X	-----	

### Tallas medias de captura

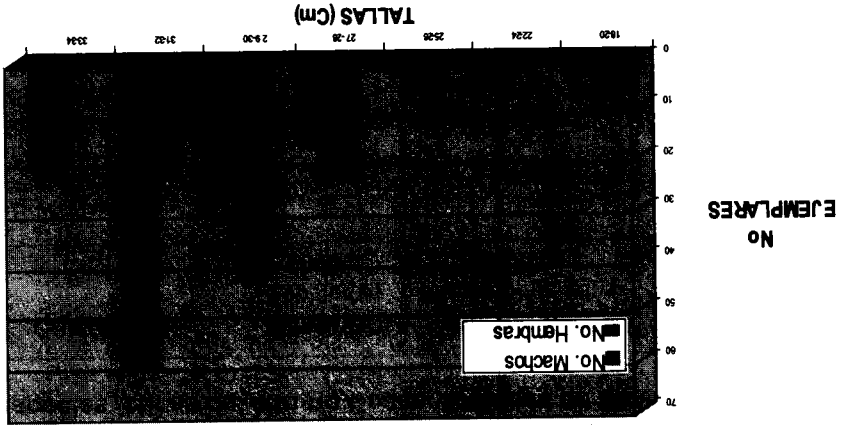
En las figuras 1,2 y 3 se muestra la distribución de frecuencias por tallas para cada especie, en esta distribución hay ejemplares de todas las tallas dentro de los rangos de longitudes encontradas.

**FIGURA 1  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA POR TALLAS  
BARBUDO**





**FIGURA 3**  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA POR TALLAS  
PARA SABALETA



**FIGURA 2**  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS POR TALLAS  
BAGRE SAPO

### Capturas artesanales

En el cuadro No. 6 reportan las capturas artesanales de los últimos nueve años en el Embalse de Salvajina, la información obtenida por medio de registros y planillas mensuales que suministraban los pescadores (6 parejas) periódicamente.

A pesar de ser un Embalse tan reciente, las cantidades extraídas son relativamente aceptables.

**Cuadro No. 6. Capturas Artesanales (en Kg.) en el Embalse de Salvajina.**

Año	Bagre	Barbudo	Sabaleta	Mojarra n.	Otros	Total
1988	3.076	385	203	324	61	4.069
1989	2.320	460	164	621	135	3.700
1990	95	105	6	2.939	82	3.226
1991	336	254	502	5.994	400	7.436
1992	387	830	550	5.081	469	7.316
1993	215	520	524	5.422	1.198	7.879
1994	224	580	1.205	7.440	2.017	11.466
1995	380	435	450	9.600	1.135	12.000
1996	<u>210</u>	<u>464</u>	<u>815</u>	<u>8.850</u>	<u>842</u>	<u>11.181</u>
<b>TOTAL</b>	7.243	4.033	4.419	46.271	6.339	68.225

### Caracterización Limnológica

Este monitoreo de los parámetros físico-químicos fue realizado por el laboratorio de Aguas, y se efectuó 4 veces al año en diferentes estaciones, los datos corresponden a la parte media del Embalse.

La tabla No. 7 muestra el promedio del periodo de 1987 a 1995, de 15 parámetros físico-químicos, el número de análisis por parámetro y los valores máximos y mínimos.

**Tabla No. 7. Parámetros físico-químicos del Embalse de Salvajina. Período 1987 – 1995.**

PARÁMETROS	No. ANÁLISIS	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO
Oxígeno disuelto (mg/l)	290	0.5	7.4	6.3
Dióxido de carbono (mg/l)	290	1.8	28.1	6.9
D.Q.O. (mg/l)	290	16.6	37.3	21.4
D.B.O5. (mg/l)	290	0.1	1.4	0.43
Temperatura (°C)	353	18.0	27.5	25.5
Turbiedad (F.T.V.)	275	1.2	104.5	20.4
Sólidos Suspendidos (mg/l)	275	1.8	94.5	23.2
Conduct. Eléctrica (umhos/cm)	275	47.8	340.0	78.3
PH (unidades)	275	5.8	8.0	6.8
Alcalinidad (mg/l)	275	8.8	37.4	14.7
Dureza (mg/l)	275	25.5	75.9	32.2
Cloruros (mg/l)	275	1.7	7.7	5.3
Nitratos (mg/l)	275	0.01	0.24	0.076
Fosfatos (mg/l)	275	0.003	0.105	0.035
Sulfatos (mg/l)	275	17.3	30.5	26.7

También se realizó una cuantificación de las concentraciones de clorofila, en mg/m<sup>3</sup> (es un promedio de 2 análisis por año). El cuadro No. 8 presenta estos resultados para el periodo 1989 – 1995. A diferentes profundidades. También se observa la penetración lumínica, medida por la visibilidad del disco de sechii.

**Tabla No. 8. Concentración de Clorofila, a (mg/m<sup>3</sup>) y visibilidad del disco de sechii en el Embalse de Salvajina Periodo 1989 – 1995.**

AÑO	PROFUNDIDAD (mts)					DISCO SECHII mts.
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	
1989	4.03	3.48	3.60	3.22	2.0	1.8
1990	4.70	3.70	1.97	1.78	1.18	2.2
1991	3.80	2.90	2.50	2.20	1.0	2.0
1992	7.88	7.58	7.28	7.0	-----	1.4
1993	10.26	7.68	4.14	-----	-----	1.1
1994	12.0	10.9	7.9	-----	-----	0.8
1995	-----	3.35	2.84	4.76	3.31	3.2

### CONCLUSIONES

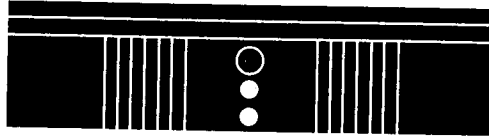
- El agua del Embalse de Salvajina es medianamente rica en materiales en disolución y nutrientes, a pesar de ser un cuerpo de agua reciente tiende a la estabilización. Se puede considerar un ecosistema oligotrófico con tendencia leve a mesotrofia.
- En épocas lluviosas la penetración lumínica disminuye por el aporte de nutrientes exógeno y se incrementan las poblaciones fitoplanctónicas, produciéndose así altas concentraciones de clorofila.
- De acuerdo a los estados de madurez gónadal, las especies Bagre sapo, Barbudo y Sabaleta, presentan ejemplares maduros todo el año, incrementándose en los periodos de Marzo, Abril y Mayo; y Octubre, Noviembre y Diciembre.
- Por lo general los machos de las tres especies maduran a una talla menor que la de las hembras.

- La Sabaleta y el Barbudo presentan 2 periodos reproductivos, siendo mayor el de primer semestre y disminuyendo en el de fin de año.
- El Bagresapo fue la especie más importante en las capturas artesanales, en los primeros años, luego sus volúmenes descendieron posiblemente por Sobrepesca, por ende, es la especie prioritaria para su reproducción artificial.



**LITERATURA CITADA**

- C.V.C. Informes parciales sobre monitoreo del Embalse de Salvajina. División de Aguas, Sección Control de Contaminación, Cali. 1986 – 1988.
- C.V.C Regulación del río Cauca obra fundamental para el desarrollo regional Subdirección Técnica, Cali 1985.
- ESCOBAR, J. et al. Tallas mínimas y medias de madurez del Bocachico en el embalse del Guájaro. INDERENA, Cartagena, 1983.
- FLÓREZ, P.E. Informes anuales internos C.V.C., Suárez Cauca 1990 a 1996.
- FLÓREZ, P.E. Aspectos Hidrobiológicos del Embalse de Salvajina, Suarez, 1989.
- KAPETSKY, J.M.; ESCOBAR, J.J.; ARIAS, P.A.; ZARATE, M. Algunos aspectos. Ecológicos de las ciénagas del plano inundable del Magdalena. Inderena, Cartagena. 1977. NEEDHAM, J.B. Y NEEDHAM, P.R. Los seres vivos de las aguas dulces. Barcelona, 1978. ODUM, E.P. Ecología. México, 1972. RODRIGUEZ, F. Y RODRIGUEZ, D. Estudio Ecológico-pesquero de la laguna de Jobo (Bolívar). Inderena, Cartagena. 1974.
- VEGA J.E. Y DIEZ de A.R. Notas limnológicas sobre el Embalse Quebradona y la Represa de Miraflores (Antioquía). Universidad nacional, Medellín. 1987.
- VILA, Y. Y FAGTTI, E. Taller internacional sobre ecología y manejo de peces en Lagos y Embalses Copescal Doc. Tec. No.4 Chile, 1986.
- VALDERRAMA, ET. AL. Determinación de las tallas medias de madurez y tallas Medias de captura del Bagre rayado en la cuenca del río Magdalena. En Trianea. No.2. Bogotá 1988.
- VILLABONA, C.A. Estudio preliminar de la Hidrobiología en la zona del Embalse Salvajina. Trabajo de grado Universidad de Antioquia. Medellín, 1984.



*José Marín Riascos*  
Biologo Marino 

**ASPECTOS ECOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS  
DE UNA POBLACIÓN DE "CHIPI-CHIPI"  
(*Donax dentifer* Hanley, 1843 BIVALVIA:  
DONACIDAE) EN BAHÍA MÁLAGA,  
PACÍFICO COLOMBIANO**

José M. Riascos V.<sup>1</sup> H.- Jörg Urban<sup>2</sup>

**RESUMEN**

*Donax dentifer* es un bivalvo común en playas arenosas del Pacífico colombiano, razón por la cual constituye un recurso valioso para la pesca artesanal en algunas regiones de la costa. En este estudio se dan a conocer aspectos ecológicos y morfológicos de esta especie. Con ese objetivo se realizaron muestreos mensuales, en los que se registró la distribución de tallas, densidad de la población y los patrones de reclutamiento en la zona intermareal. Estos aspectos se relacionaron con la fluctuación de algunos parámetros ambientales. Por otro lado se estudiaron las relaciones morfométricas de la concha y el peso corporal, la estructura gonadal y la proporción de sexos de la población. La

---

<sup>1</sup> Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas -INCIVA-. A.A.: 5660 Cali-Valle-Colombia. E-mail: pesarnoso@hotmail.com.

<sup>2</sup> Alfred - Wegener - Institute for Polar and Marine Research, Section of Benthic Ecology, Columbusstr. 27568 Bremerhaven Germany.

población mostró un marcado patrón de zonación vertical, tanto en talla como en densidad, patrón que se vio afectado cuando ocurrió el reclutamiento de individuos a la población. Con base en las observaciones morfológicas se estableció que las dimensiones de la concha de *D. dentifer* crecen en forma isométrica, pero la relación entre la longitud y el peso corporal es de tipo alométrico. La proporción de sexos estuvo marcada por una mayor abundancia de machos en la población.

### ABSTRACT

*In sandy beaches of the Colombian Pacific, Donax dentifer is an abundant bivalve species. Therefore, this bivalve is an important resource for the artisanal (small-scale) fishery in many places of this coast. The present study deals with its ecological and morphological. Monthly samples were taken, in order to describe the size and population density distribution and recruiting pattern in the intertidal zone. These aspects were related to the oscillations of some environmental parameters. Furthermore, morphometrics of the shell and body weight, gonadal structure, and population sex ratio were studied. The population showed a strong vertical zonation pattern both in density and size distribution but this pattern was affected by the recruiting of individuals to the population. Regarding the morphological results, we found that shell growth is isometric while the length-body weight relation is allometric. The sex ratio showed that males were more abundant than females. Additionally, reference information deal with male and female gonad morphology is presented.*

### INTRODUCCIÓN

*Donax dentifer* es un molusco bivalvo distribuido desde Guatemala hasta la provincia de Guayas, en el Ecuador (Coan, 1983), conocido en la costa pacífica colombiana como "chipi-chipi", al igual que la mayor parte de las especies del género *Donax*. En los ecosistemas de playa arenosa, comunes en la región, estos bivalvos forman parte de la fauna dominante y se encuentran en altas densidades. Por esta razón las poblaciones de *D. dentifer* representan un recurso importante para las

comunidades de pescadores artesanales, llegando incluso a generar excedentes para el sostenimiento familiar en algunas épocas del año, cuando la oferta de otros recursos disminuye. En algunos países la explotación de almejas representa una actividad económica importante; en Venezuela *D. denticulatus* está entre los bivalvos más consumidos por los pobladores de la costa (Etcheveres, 1975). En Costa Rica, aunque no existen estadísticas completas, *D. dentifer* es utilizada por los habitantes de la costa en su dieta (Palacios et al., 1983).

A pesar de la importancia de este recurso, existen pocos estudios referentes a la ecología y estructura poblacional del género *Donax* en áreas tropicales y subtropicales (Palacios et al., 1983). Dexter (1974), en su trabajo sobre la ecología de playas arenosas en Costa Rica y Colombia presentó estimaciones de la densidad poblacional de algunas especies del género *Donax*. Cantera y Contreras (1976) identifican a *D. panamensis* como recurso potencialmente aprovechable en la costa del Pacífico de Colombia. Más recientemente Ardila y Cantera (1988) resaltan la importancia de *D. assimilis* para la pesca artesanal en esta misma zona.

Teniendo en cuenta los vacíos de información, en este estudio se analizan diferentes aspectos de la ecología y morfología de *D. dentifer*, considerados básicos para estudiar la dinámica poblacional, los ciclos naturales y entender el papel que juega esta especie en las comunidades de playa arenosa. Esto permitirá caracterizar y valorar el recurso para realizar un manejo adecuado y sostenible en el futuro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Area de estudio.** La investigación se realizó en la Bahía de Málaga, Valle del Cauca, Colombia (4°05' N y 77° 16' W), es una bahía de 18 km de largo por 7 de ancho, con una profundidad que varía entre 12 a 15 m y caracterizada por la presencia de varios ríos y quebradas que desembocan en la zona (Fig. 1). La bahía está constituida por sedimentos consolidados del período Terciario, donde son abundantes los acantilados, las playas rocosas, depósitos de fango y playas arenosas, principalmente en sus bordes, donde la vegetación predominante son los manglares. La temperatura superficial del agua permanece más o menos constante a lo largo del año con promedios entre 26 y 29° C (Rubio, 1984).

**Muestreos.** Desde julio/1997 hasta julio/1998, mensualmente se registró la densidad de *D. dentifer* en 12 cuadrantes de 0.25 m<sup>2</sup> distribuidos en dos transectos, uno perpendicular y otro paralelo a la línea de costa, para ello se tamizó el sedimento de cada cuadrante por un tamiz de 0.5 mm de ojo de malla. Cada individuo se midió (longitud del eje antero-posterior de la concha) y posteriormente fue liberado, una muestra de 60 a 70 animales se llevó al laboratorio para posteriores análisis.

**Distribución.** La densidad y talla promedio de los individuos en cada cuadrante se usó para describir la distribución de la población tanto en sentido perpendicular como paralelo a la línea de costa. Adicionalmente, con el fin de determinar los períodos y sitios de reclutamiento de la población se diseñaron tablas de frecuencias de tallas en intervalos de 1mm cubriendo todo el rango de tallas de la población (0 a 30 mm).

Mediante una rutina del programa FISAT se realizó un análisis de los patrones de reclutamiento de la población, definido como la cantidad de individuos que alcanzan una edad tal, que pueden ser detectados por un arte de pesca o método de muestreo. Simultáneamente con la toma de muestras, se registró la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto intersticiales para describir los cambios ambientales durante el periodo de estudio.

**Aspectos morfológicos.** En el laboratorio una submuestra mensual de 35 animales se pesaron en fresco y se tomaron las siguientes medidas: Longitud del eje anteroposterior de la concha (L), longitud del eje dorso-ventral o altura de la concha (H) y la distancia máxima entre las valvas unidas o grosor (G). Las tres variables se sometieron a un análisis de regresión, con el fin de determinar y analizar la relación de estas variables durante el crecimiento del animal, además se evaluó la relación entre el peso corporal total y la longitud (L).

Una segunda submuestra de 35 animales se usó para estudiar las variaciones en la proporción de sexos en la población y la estructura gonadal. Para ello los animales se abrieron por desprendimiento de los músculos abductores, se extrajo el manto, el sistema branquial y posteriormente se ubicó la región gonadal. Utilizando un bisturí se tomó una muestra del tejido gonadal y se realizó un extendido o frotis en un porta

objetos. La observación microscópica de los frotis gonadales permitió determinar el sexo de cada individuo según la presencia de gametos masculinos o femeninos.

## RESULTADOS

**Distribución.** Los individuos se encontraron enterrados en la arena durante la mayor parte del ciclo mareal, excepto cuando la marea inunda la parte más alta de la zona intermareal y los individuos se alimentan. Durante este corto periodo de tiempo los animales son arrastrados por las olas unos centímetros antes de que vuelvan a enterrarse. Sin embargo no se observaron migraciones siguiendo el ciclo mareal a lo largo de la playa, como es usual en otras especies del género. Debido a esto, se hizo posible analizar la distribución de la población en la zona intermareal.

En la figura 2 se muestran las fluctuaciones de densidad y talla (L) de individuos por cuadrante en los transectos perpendicular y paralelo a la línea de costa, datos acumulados durante el año de estudio. Obsérvese que existe un claro patrón en el transecto perpendicular a la línea de marea, en el cual los individuos más grandes tienden a distribuirse en las partes más altas de la zona intermareal, (cuadrantes 2 al 5, correspondientes a la zona mesolitoral superior) mientras los individuos pequeños o juveniles se ubican en las partes bajas. El mayor número de individuos, sin embargo, se encuentra en las partes medias, entre los cuadrantes 5 y 7 ó Mesolitoral Medio, donde las densidades son cercanas a los 139 individuos por m<sup>2</sup>. Aunque se observan variaciones tanto en talla de los individuos como en densidad en el transecto paralelo a la línea de costa, no existe una tendencia claramente definida.

El reclutamiento de individuos nuevos a la población se detectó en las partes inferiores de la playa, casi en el límite de marea baja, donde los reclutas permanecen enterrados. Aunque se presentó una continuidad en el reclutamiento, es posible detectar dos picos claros de reclutamiento en los meses de noviembre/97 y marzo/98. Los más bajos porcentajes de reclutamiento se presentaron en agosto/97 y enero/98 (Fig. 3).

La fluctuación de los parámetros ambientales estuvo marcada por la ocurrencia del fenómeno "El Niño" 97/98, durante el cual como es conocido, se presenta un calentamiento anormal de las masas de agua y se modifican varios parámetros físico-químicos del agua de mar. Parámetros como la temperatura, que fluctuó entre 26° C y 30° 3' C, alcanzaron valores bastante altos para la zona de estudio (Fig. 4).

**Aspectos morfológicos.** Un total de 417 animales se usaron para evaluar la relación entre la longitud (L), la altura (H) y el grosor (G); El análisis de regresión determinó que estas dimensiones varían en forma proporcional (isométrica) en todo el rango de tallas. Para ello se tomó la longitud (L) como variable independiente y separadamente H y G como variable dependiente. En ambos casos el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) está por encima de 0.98 (Fig. 5). En cuanto a la relación entre la longitud y el peso corporal, se encontró una relación de tipo exponencial con un buen ajuste de los datos a la ecuación de predicción ( $r^2=0.97$ ) (Fig. 6). La relación entre las variables se ajusta a una ecuación de la forma:  $Y = b X^\alpha$ , donde  $\alpha = 3.44$ .

La región gonadal de *D. dentifer*, se concentra alrededor de la masa visceral y es recubierta a su vez por el músculo pedal. Cuando la gónada se encuentra en estado de máxima madurez, previo al desove, el tejido reproductivo toma un color anaranjado y cubre totalmente la masa visceral, aumentando significativamente el tamaño corporal total. Después del desove el cuerpo se torna flácido y la región gonadal toma un color cristalino.

La observación microscópica de los frotis gonadales mostró que *D. dentifer* presenta sexos separados (condición dióica). No se observó ningún individuo con condición de hermafroditismo, como suele ocurrir con otros bivalvos. De 391 individuos analizados, el 55.5% de los individuos fueron machos, el 33% hembras y el 11.5% se catalogaron como inmaduros, es decir que la proporción macho/hembra es de 1.68.

En la figura 7 se observa la morfología y tamaño de los espermatozoides y los óvulos en los frotis gonadales. Los gametos masculinos presentan diferentes grados de madurez que se evidencia por la proporción de espermatozoides y la movilidad de los últimos. En

cuanto a los gametos femeninos, de mayor tamaño que los masculinos, presentaron tamaños y formas relativamente diferentes (redondos, ovalados y pedunculados).

## DISCUSIÓN

Quizá uno de los fenómenos mejor documentados de la biología del género *Donax* es el comportamiento de migración vertical con el ciclo mareal, al punto que se ha acuñado como el clásico ejemplo de comportamiento adaptativo de un organismo intermareal (Moore, 1958) por esta razón resulta curioso encontrar un comportamiento diferente para esta especie, que permanece enterrada ocupando lugares definidos y relativamente estables en la zona intermareal, independientemente del ciclo mareal. Wade (1967) observó que factores como las características del sedimento y la pendiente de la playa juegan un papel importante en *D. denticulatus*, especie que también se entierra en una zona definida. Para el caso de *D. dentifer* el amplio rango mareal, que en el Pacífico colombiano es de 3.7 en promedio, podría jugar un papel determinante en interacción con los factores ya mencionados.

El análisis de la distribución de *D. dentifer* indica que aunque existe un claro patrón de zonación vertical según el cual los individuos más grandes ocupan las zonas altas de la zona intermareal (mesolitoral superior), la población prácticamente ocupa toda la zona intermareal. De hecho en los meses de noviembre y marzo, cuando ocurre el reclutamiento de juveniles, la densidad en el mesolitoral inferior es mayor que la densidad en el mesolitoral superior. Debe entenderse, entonces, que la zonación vertical de la población no consiste en límites estáticos sino en tendencias dinámicas en tiempo y espacio.

Cantera *et al.* (1994) observaron que las poblaciones de *Donax* en el Pacífico colombiano muestran períodos de abundancia seguidos por períodos de rareza, casi al borde de la desaparición, cuando no existen condiciones favorables para la fijación larval al medio bentónico. Aunque esta investigación se realizó en un período que podría tomarse como crítico en términos de las condiciones ambientales imperantes durante un evento "El Niño" (EN), no se observaron fluctuaciones drásticas en la



densidad poblacional a lo largo del año. Además la estructura de tallas de la población indica una sucesión de cohortes relativamente continua. No obstante, es posible que las fluctuaciones poblacionales en esta especie opere en una escala temporal más amplia. Es importante anotar que el reclutamiento en el mes de marzo fue más abundante que el del mes de noviembre, lo que posiblemente pueda relacionarse con un efecto ambiental adverso del evento EN 97/98. Este evento alcanzó su fase crítica entre diciembre/97 y enero/98 cuando se observaron aves (*Phalacrocorax olivaceous*), y peces muertos (*Lile stolifera*, *Diodon holacanthus*, *Muraena clepsydra*) en varios puntos de la zona de estudio y sus alrededores. Probablemente condiciones ambientales menos críticas en marzo/98 habrían posibilitado la fijación de un mayor número de reclutas en ese mes.

De acuerdo con el análisis de las relaciones morfométricas entre la longitud, altura y grosor, puede concluirse que durante el crecimiento de *D. dentifer* la forma de la concha, descrita por estas dimensiones, se mantiene constante.

La proporción de sexos en *D. dentifer* indica un dominio numérico de los machos, esto contrasta con lo observado por Talledo (1980), quien encontró una proporción 1:1 aproximadamente en *D. peruvianus* en la costa peruana. Además Fretter y Graham (1969) determinaron que para los bivalvos en general las hembras tienden a ser más numerosas que los machos. Probablemente la proporción encontrada es consecuencia de un sesgo muestral, si se tiene en cuenta las fluctuaciones de la densidad poblacional en sentido horizontal de la playa (figura 2). Esto implicaría, entonces, algún tipo de selección espacial de machos y hembras en la población.

Aunque Pal (1996) ha propuesto que existe un marcado polimorfismo en cuanto a los gametos de los moluscos bivalvos, las observaciones disponibles sobre la morfología gonadal de *D. dentifer* son muy similares a lo encontrado por Talledo (1980) en relación con el tamaño y forma de los ovocitos en *D. peruvianus* en la costa del Perú. Este autor encontró ovocitos de forma esférica a ovalada y un tamaño de 43.5 $\mu$  en promedio, mientras que en el presente estudio el tamaño fluctuó entre 38 y 41 $\mu$ . El

único reporte encontrado sobre la morfología de los gametos masculinos en el género, indica también una gran semejanza con lo observado en este estudio. Chanley (1969) determinó que la longitud de un espermatozoide de *D. variabilis* es de 46 $\mu$  aproximadamente, presentan una cabeza en forma aguzada anteriormente y una cola mucho más larga, en el presente estudio se determinó un tamaño promedio de 49 $\mu$ .

**LITERATURA CITADA**

- ETCHEVERES, S. L. 1975. Notas ecológicas y evaluación del chipichipe *Donax denticulatus* (Linné, 1758) Bivalvia: Donacidae, en playa de Restringa, Isla Margarita, Venezuela. Memorias del II Simposio sobre Oceanografía biológica, Univ. de Oriente, Venezuela.
- ARDILA, C. L. y J. Cantera 1988. Diagnóstico de la pesca artesanal de moluscos en algunas regiones del Pacífico colombiano. Mem. VI Sem. Nal. Cienc. y Tec. del Mar. Santafé de Bogotá. Dic. 5 -7. p141-168
- CANTERA, J.R; R Neira y P. Arnaud. 1994. La Macrofauna de Playas Arenosas en las Bahías de Buenaventura y Málaga (Pacífico colombiano): Estructura espacial y dinámica temporal. Revista de Ciencias. Universidad del Valle. Cali. p 27-48.
- CANTERA, J. R. y R. Contreras. 1976. Informe preliminar sobre el potencial malacológico aprovechable en el Pacífico colombiano. Memorias Seminario sobre el Océano Pacífico Sudamericano. Sept. 1-5. Universidad del Valle. Cali - Colombia.
- CHANLEY, P. 1969. Larval development of the coquina clam, *Donax variabilis* Say, with a discussion of the structure of the larval hinge in the Tellinacea. Bull. Mar. Sci. 19(1): 214 -224.
- COAN, E. 1983. The Eastern Pacific Donacidae. The Veliger, 25 (4): 273-298.
- DEXTER, D.M. 1974. Sandy-beach fauna of the Pacific and Atlantic coasts of Costa Rica and Colombia. Rev. Biol. Trop., 22(1):51-66.
- FRETTLER, V. And A. Graham. 1969. Reproduction. 473 p. In: Physiology of mollusca. Wilbur, K.M. and Yongue, C.M. (Eds) New York, Academic Press.
- MOORE, H. B. 1958. Marine Ecology. John Willey & Sons Inc. N.Y., 493 pp. Pal, S.G. 1996. Some observations on the testes of *Donax lubrica* (Bivalvia: Donacidae). Malacological Review. Suppl. 6. pp.55-62.

PALACIOS, J., Cruz, R. y Pacheco, O. 1983. Estructura poblacional y cuantificación de *Donax dentifer*. Hanley, 1843 (Pelecypoda: Donacidae) en Playa Garza, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 31(2):163-166.

RUBIO, E. 1984. Estudio taxonómico preliminar de la Ictiofauna de la bahía de Málaga. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín. 14: 157-173.

TALLEDO, C.R. 1980. Algunas consideraciones bioecológicas de *Donax peruvianus*, (Deshayes, 1855) Tesis. Universidad Nacional Pedro Ruiz Rallo. Lambayeque - Perú.

WADE, B. 1967. Studies on the biology of the West Indian beach clam *Donax denticulatus* Linné. 1. Ecology. Bull. Mar. Sci. 17(1):149-174.

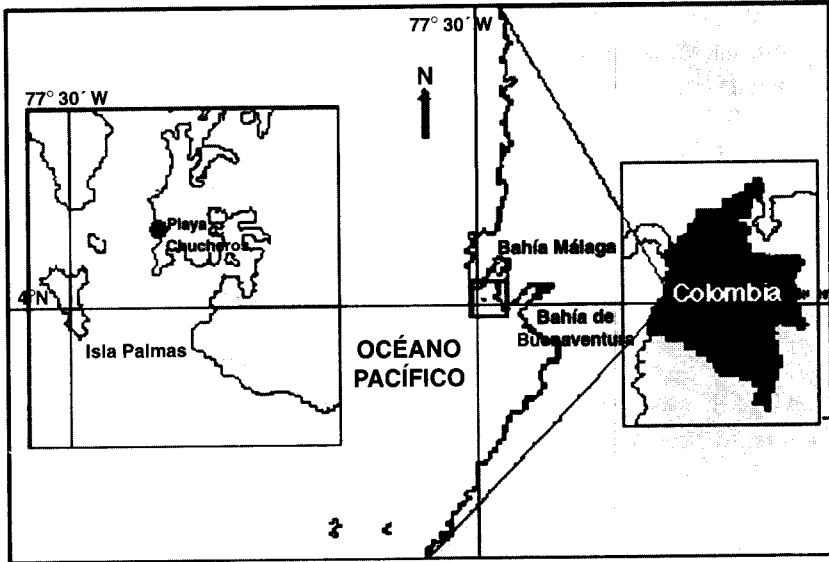


Figura 1. Área de investigación y localización del área de muestreo (Playa Chucheros- Bahía Málaga-Colombia).

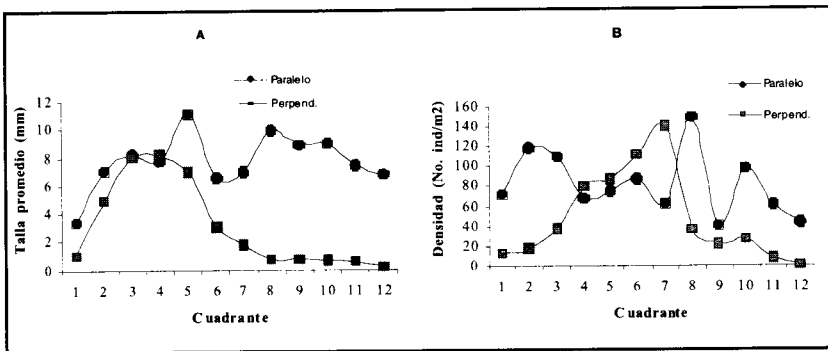


Figura 2. A: Distribución de tallas promedio de una población de *D. dentifer* por cuadrantes en transectos perpendicular y paralelo a la línea de costa. B: Distribución de la densidad de *D. dentifer* en los transectos perpendicular y paralelo a la línea de costa. En el transecto perpendicular el cuadrante 1 representa el punto más alto de la playa, y el 12 el más bajo.

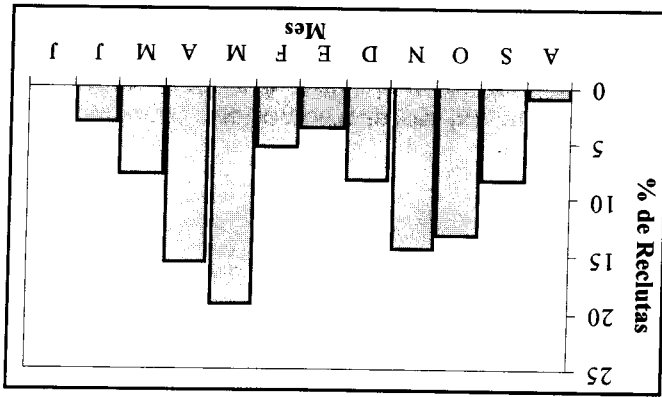


Figura 3. Patrones de reclutamiento de una población de *Donax dentifer* durante agosto/97 a julio/98.

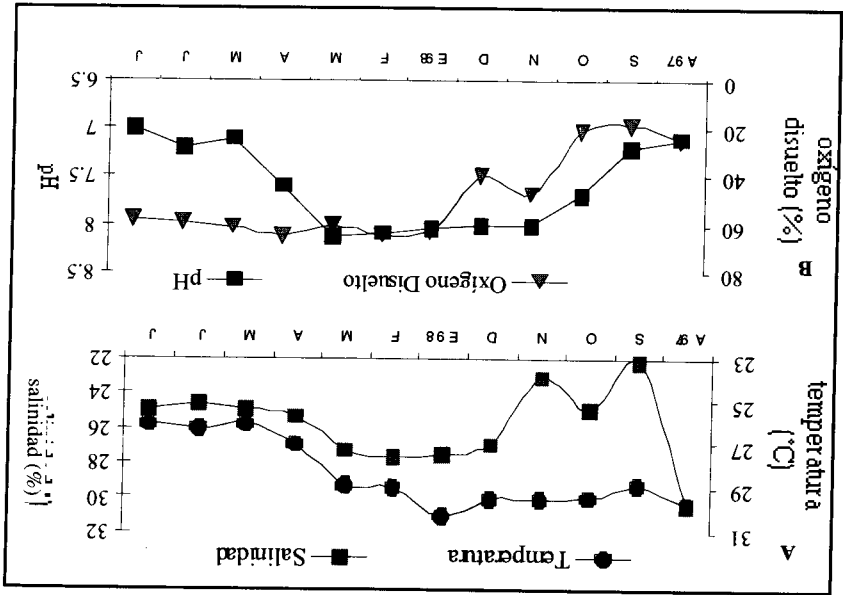


Figura 4. Variación temporal de la temperatura y la salinidad (A), y del oxígeno disuelto y el pH (B) en Playa Chucheros - Bahía Málaga para el período de agosto 1997 a julio 1998.

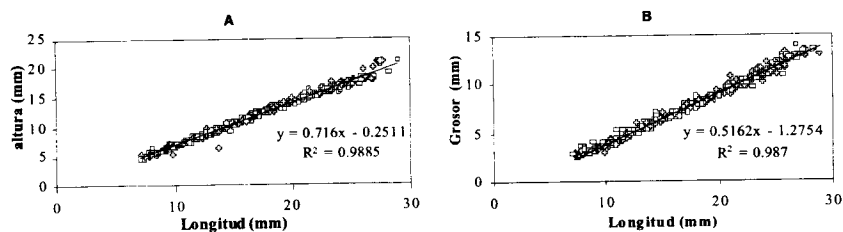


Figura 5. Relaciones morfométricas de las dimensiones de la concha de *Donax dentifer*. A. Análisis de regresión lineal entre la longitud (L) y la altura de la concha (H). B. Análisis de regresión lineal entre la longitud (L) y el grosor de la concha (G).

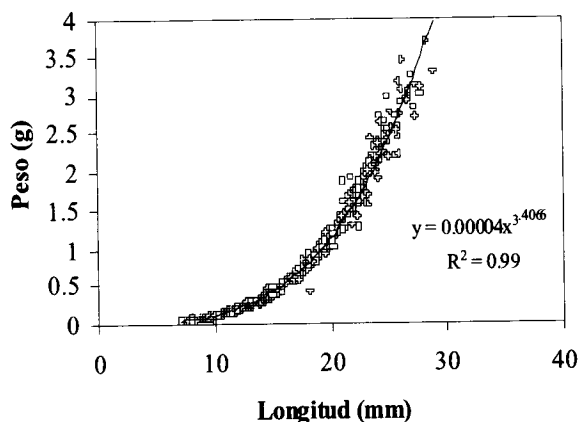
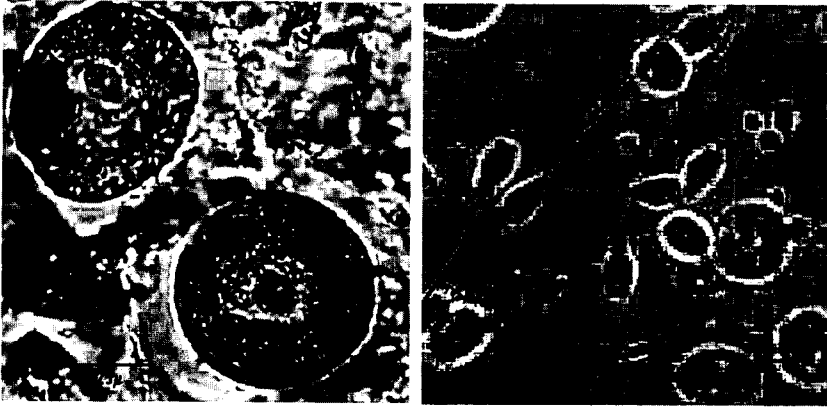
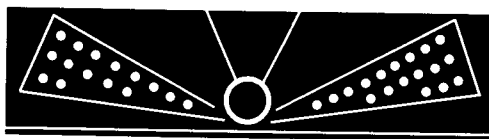


Figura 6. Análisis de regresión entre la longitud del eje anteroposterior de la concha y el peso corporal total en una población de *D. dentifer*.



**Figura 7. Microfotografía de la estructura gonadal de *D. dentifer*. Los óvulos (izquierda) presentan un núcleo translúcido, de tamaño variable según el estado de madurez (20-55 $\mu$ ). Los espermatozoides (derecha) tienen una cabeza de 7 $\mu$  y una cola de 45 $\mu$  aproximadamente.**





**EVALUACIÓN DEL EFECTO GENERADO POR  
LA EXTRACCIÓN DE ARENA SOBRE LA  
COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS  
BENTÓNICOS Y LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA  
DEL AGUA EN EL RÍO LOS ROBLES,  
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

Mauricio Castillo Sánchez<sup>1</sup> & Hildier Zamora González<sup>2</sup>

**RESUMEN**

*Con el fin de evaluar el efecto de extracción de arena sobre un ecosistema acuático se realizaron entre agosto de 1997 y agosto de 1998 monitoreos mensuales de la calidad físico-química del agua del río Los Robles y seis muestreos bimensuales de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. Se seleccionaron tres zonas de muestreo, definidas con base en la localización de la extracción de arena: zona de baja intensidad extractiva, de alta intensidad y de autorrecuperación. Las*

---

<sup>1</sup> *Magíster en Recursos Hidrobiológicos Continentales. Asistente Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad del Cauca. Cl. 2 No. 1 A 25 (Urb. Caldas), Popayán, Colombia E. mail: jmauricio99@hotmail.com*

<sup>2</sup> *Magíster en Ecología. Profesor Departamento de Biología. Universidad del Cauca. Cl. 5 No. 4-70, Popayán, Colombia. E. mail: hildier@latinmail.com*

dos primeras se subdividieron en tres sitios de muestreo, así: antes, durante y después de la extracción.

*Se concluyó que a pesar de las diferencias estadísticas resultantes en varios de los parámetros físico-químicos, tanto por meses como por lugares de muestreo, y de los valores relativamente altos de sólidos suspendidos totales, cloruros y sílice, el ecosistema se conserva dentro de límites admisibles para el normal desarrollo de la biota acuática. De otro lado, el índice consolidado de diversidad fue de 2.5; sin embargo, la diversidad y el número de individuos sufrieron una reducción significativa en los sitios "durante", debido fundamentalmente a la destrucción y transformación de hábitats ocasionado por dicha actividad antrópica.*

**Palabras claves:** macroinvertebrados bentónicos, físico-química del agua, extracción de arena.

### ABSTRACT

*With the purpose of evaluating the effect of extraction of sand on an aquatic ecosystem, they were carried out among August of 1997 and winter of 1998 monthly monitoreos of the physical and chemical quality of the water of the river "Los Robles", and six bimonthly samplings of the community of benthic macroinvertebrates. Three sampling areas were selected, defined with base in the localization of the extraction of sand: area of low extractive intensity, of high intensity and of autodepuration. Both first were subdivided in three sampling places, this way: before, during and after the extraction.*

*It is concluded that in spite of the resulting statistical differences in several of the physical-chemical parameters, as much for months as for sampling places, and of the relatively high values of totals floating solids, chlorides and silica; the ecosystem is conserved inside acceptable limits for the normal development of the aquatic biota. On the other hand, the consolidated index of diversity was of 2.5; however, the diversity and the number of individuals suffered a significant reduction in the places "during", due fundamentally to the destruction and transformation of hábitats caused by this human activity.*

**Key words:** *benthics macroinvertebrates, physical and chemistry of the water, extraction of sand.*

## INTRODUCCIÓN

La actividad antrópica ha generado serios daños en los ecosistemas acuáticos, derivados de acciones como la contaminación doméstica, agrícola e industrial y la extracción desmedida de materiales para la construcción como arena, grava y piedra; lo cual va en detrimento de la calidad y disponibilidad del recurso. A pesar de ello, los sistemas naturales en general poseen la capacidad de soportar alteraciones debidas a la presencia de agentes foráneos mediante los procesos internos de autodepuración.

El deterioro de un ecosistema se produce cuando la cantidad y calidad de desechos introducidos o magnitud del tensor superan su capacidad de autodepuración (Tortorelli & Hernández); de lo cual hay muchos casos en el país. En el caso particular del Departamento del Cauca la extracción de materiales de arrastre se hace de 82 ríos y quebradas. En la zona Norte los volúmenes reportados están por encima de 550000 m<sup>3</sup>/año, de los cuales el 40% corresponden a extracciones manuales y el 60% restante a extracciones mecanizadas. En la zona Sur los volúmenes reportados están por 250000 m<sup>3</sup>/año, de los cuales el 70% se extrae por sistemas manuales<sup>3</sup>.

En la bibliografía revisada, no se encontró en el Departamento del Cauca una investigación específica en la que se hiciera un análisis del efecto de la extracción de arena (para construcción de obras civiles) en un río sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, y tal parece que en Colombia existen muy pocos estudios al respecto. En términos generales, lo que se ha hecho son básicamente estudios limnológicos; evaluaciones de contaminación por residuos domésticos, agrícolas e industriales; estudios de diversidad y bioecología de taxa de insectos acuáticos en particular; y análisis anatómicos y morfológicos para efectos de clasificación taxonómica.

---

<sup>3</sup> Información suministrada por la Oficina de Recurso Hídrico de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (C.R.C.) Popayán, 1998.

Ante la situación expuesta surgió la necesidad de realizar la presente investigación, la cual consistió en una evaluación del efecto generado por la extracción de arena sobre el río Los Robles, Departamento del Cauca; para lo cual se estudió la fauna bentónica y se analizaron los diferentes parámetros físico-químicos del agua. Con tal fin, se practicaron muestreos periódicos durante un año; información que se analizó cualitativa y cuantitativamente, de lo cual se obtuvieron resultados y conclusiones, que constituyen un referente para fines de gestión ambiental y de continuidad en esta clase de investigaciones.

### **Descripción y delimitación del área de estudio**

El área de estudio en particular corresponde realmente a una microcuenca (que a su vez hace parte de la cuenca del río Los Robles) cuya área es de 54.8 Km<sup>2</sup> y la altura media (Alvord) de 2341 m.s.n.m. Su perímetro es de 442.2 Km. y la longitud de la corriente principal es de 33742 m.

Con base en el método de jerarquización de drenajes según Strahler, se encontró un total de 809 corrientes correspondientes a cinco órdenes, las cuales suman un total de 279500 m. De otra parte, la temperatura ambiente para el área de estudio manifestó un rango de variación durante el período de investigación de 13 °C a 26 °C en horas de la mañana y de 18 °C a 29 °C en horas de la tarde. Mientras que la temperatura del agua fluctuó entre 12.7 °C y 21.6 °C en horas de la mañana y entre 16.4 °C y 21.2 °C en horas de la tarde.

Para la realización de la investigación se delimitaron tres zonas o estaciones de muestreo sobre el río Los Robles, ubicadas en las partes alta y media de la cuenca. Las zonas o estaciones de muestreo fueron definidas con base en la localización de la extracción de arena, cuyo impacto sobre el ecosistema es objeto de esta investigación. Tales zonas son:

- **Zona A, o de baja intensidad extractiva.** Localizada en las cercanías a la inspección de Chiribío, Municipio de Sotará, a 2050 m.s.n.m.; corresponde a la zona de vida: bosque húmedo - montano bajo (bh-MB),

según clasificación de Holdrige (1978). Es el primer lugar de extracción de arena detectado en el río, con volúmenes bajos de extracción, la cual se hace de manera artesanal empleando herramientas conocidas como rola, carretilla y saranda.

**- Zona B, o de alta intensidad extractiva.** Ubicada a 1900 m.s.n.m., en la vereda de Poblaceña. Según Holdridge (1978), se trata de la zona de vida: bosque muy húmedo - premontano (bmh-PM). En este lugar se realiza una actividad intensiva de extracción de arena, empleando para este efecto volquetas, palas y carretillas; aunque no se trata de una explotación mecánica, la forma en que aquí se practica la actividad extractiva es mucho más agresiva, pues la volqueta transita sobre el río y se abren caminos en las riveras para que pueda movilizarse y cumplir sus tareas.

**- Zona C, o de autorrecuperación.** Localizada en la vereda Los Robles, a una altura de 1720 m.s.n.m.; se toma como un punto de comparación, ya que se asume que se trata de una zona en la cual el ecosistema acuático se encuentra en etapa de autorrecuperación, pues es un lugar donde no se practica extracción de materiales debido a que se trata de un tramo donde el río se encañona, dificultando así la actividad extractiva. Corresponde a la zona de vida : bosque húmedo - premontano (bh-PM) (Holdrige, 1978).

En las dos primeras zonas o estaciones se delimitaron a su vez tres sitios de muestreo, así:

- Sitio 1, o lugar ubicado antes de la extracción de arena
- Sitio 2, o lugar ubicado durante la extracción de arena, es decir, donde se practica directamente la actividad extractiva
- Sitio 3, o lugar ubicado después de la extracción de arena

Tal delimitación se hizo con el fin de realizar un análisis comparativo de la variación de los diferentes parámetros a evaluar.

## METODOLOGÍA

### **Determinación de la calidad físico-química del agua**

Se efectuó un muestreo mensual en forma aleatoria durante 12 meses, de agosto/97 a agosto/98 (un solo registro por lugar de muestreo/mes). Se escogió este período de tiempo con el fin de contemplar los períodos de lluvia y sequía que se pudieran presentar a lo largo de todo el año.

La mayoría de parámetros (alcalinidad total, dureza total, acidez total, pH, nitritos, nitratos, hierro total, cobre, calcio, cloruros y sulfuros) se determinaron en campo por métodos colorimétricos, usando para ello el kit de reactivos Aquamerck. La concentración de oxígeno también se midió directamente en campo mediante el método modificado de Winkler (con reactivos Aquamerck); el porcentaje de saturación se calculó a partir de la misma concentración de oxígeno. La turbidez y los parámetros químicos de aluminio, manganeso, sílice, fosfatos y amonio se determinaron en el Laboratorio de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad del Cauca (previa refrigeración de las muestras), mediante el espectrofotómetro Merck SQ-118, utilizando reactivos de alta precisión Spectroquant. Los sólidos suspendidos totales (s.s.t.) se midieron en el Laboratorio de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, empleando el método de evaporación en horno de 103 °C a 105 °C por una hora. De otro lado, la temperatura del agua, los sólidos disueltos totales (s.d.t.) y la conductividad, se midieron directamente en el río con el equipo Hach conductivity/TDS meter. Para la medición de la velocidad del agua y posterior cálculo del caudal se empleó un molinete electrónico A.O.T.T.C. - 2. Para el caso de velocidad del agua y del caudal se tomó un registro por zona o estación de muestreo.

### **Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos**

Paralelamente a la determinación de parámetros físicoquímicos se realizaron los muestreos de macroinvertebrados con una periodicidad bimensual. Se tomó una muestra por sitio de muestreo con su respectiva réplica. Para su recolección se utilizó la red de pantalla y el método

manual. Luego de tomar las muestras respectivas, los organismos se fijaron en frascos con alcohol al 70% para ser transportados al laboratorio, donde se identificaron mediante observaciones al microscopio estereoscópico Nikon SMZ-1 con el apoyo de claves y guías taxonómicas. Con base en los lugares y meses de muestreo se determinó: la estructura de la comunidad, la similitud (índice de Sorensen), dominancia (índice de Simpson) y diversidad (índice de Shannon-Weaver).

### **Análisis estadístico**

Se utilizó el diseño de bloques con tres muestras dependientes para examinar las condiciones antes, durante y después de la extracción en cada zona de acuerdo a los meses de muestreo. El análisis de datos se hizo mediante análisis de covarianza (ANCOVA) de medidas repetidas. También se aplicó un diseño con dos factores (2 vías) con el fin de determinar la variación de los diferentes parámetros en cada una de las zonas y en cada uno de los meses de muestreo; en este diseño se aplicó tanto el análisis de varianza (ANOVA) multifactorial de dos vías, como el de covarianza (ANCOVA). El programa de análisis estadístico utilizado fue el SPSS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Del análisis físico-químico**

En términos generales, a pesar de las distintas clases de diferencias significativas y de interacciones presentadas en la mayor parte de las variables, con base en los meses, sitios y zonas de muestreo, tales parámetros se conservan dentro de los límites admisibles para el desarrollo de la vida en el agua (Tabla 1).

Del análisis de los resultados se deriva que las aguas del río Los Robles en el área de estudio son aguas lentas, relativamente limpias y claras, no contaminadas, con buena oxigenación, con un pH ligeramente alcalino y con relativamente baja concentración de sólidos disueltos; condiciones que las hacen aptas para el normal desarrollo de la biota acuática.

En cuanto a la conductividad, se puede afirmar en general que es relativamente baja, a pesar de reportarse diferencias significativas entre sitios y zonas de muestreo. Estos valores medianamente bajos (Tabla 1) favorecen el desarrollo de una comunidad diversa de organismos bentónicos, ya que se considera que a bajas conductividades corresponden frecuentemente altas diversidades de especies, debido a los efectos de este parámetro sobre los procesos osmóticos (Machado & Roldán, 1981); aunque es de aclarar, que en este estudio no se presentó una correlación estadística entre este parámetro y el índice de diversidad.

De otra parte, con base en los niveles registrados de dureza (medias entre 41.5 y 42.3) y de calcio (medias entre 13.7 y 14.7), se deduce que se trata de aguas blandas (Sawyer & McCarty, 1967) y medianamente productivas (Ohle, 1934), respectivamente; aspecto que sumado a los valores relativamente altos de alcalinidad (representada principalmente por bicarbonatos), ratifican un ecosistema en condiciones apropiadas para el óptimo crecimiento de la fauna béntica. Así mismo, las bajas concentraciones en general presentadas por fosfatos, nitritos, amonio, sulfuros, manganeso, cobre, hierro y aluminio, evidencian un ecosistema con baja productividad primaria y bajas tasas de degradación de materia orgánica (Roldán, 1992); situación que revela el estado oligotrófico del río en el área de estudio.

Los parámetros cuyos valores resultaron relativamente altos, influidos en gran parte por la extracción de arena, fueron: los s.s.t., los cloruros, y el sílice; este último puede deberse más al tipo de sustrato—dadas las altas concentraciones encontradas también en la zona de autorrecuperación—, o a la no completa recuperación del río en ese lugar por la acción del tensor (actividad extractiva). A pesar de ello, estas variables se conservan dentro de límites tolerables para la biota (Tabla 2).

En el caso particular de la zona C, ésta manifiesta recuperación del ecosistema, representada básicamente en los valores significativamente menores obtenidos de s.s.t., s.d.t. y conductividad, en relación con las zonas de extracción (A y B).

A excepción de la situación anteriormente referida, se puede afirmar en términos generales, que la extracción de arena en el área de estudio y



durante el período de investigación no está afectando de manera drástica la calidad físico-química del agua.

### **Del análisis de macroinvertebrados**

Se colectaron en total 5756 individuos durante todo el período de muestreo, distribuidos en 4 phyla, 6 clases, 14 órdenes, 41 familias y 58 géneros (Tabla 3). La clase más abundante fue la Insecta con el 95.4% (5493 especímenes) del total de individuos colectados; le siguieron en su orden: Gastrópoda con el 1.4% (82 individuos o especímenes), Turbellaria con el 1.2% (72 individuos), Bivalvia con el mismo porcentaje (70 individuos), Oligochaeta con el 0.7% (38 individuos) y Crustácea con un 0.02% (1 individuo). Con respecto a los órdenes encontrados, estos se especifican en la Tabla 4.

**Dominancia:** Se presentaron algunos géneros (8) en los cuales se hayan distribuidos la mayoría de los individuos (el 83.8%); entre ellos, se consideran tres los de mayor abundancia en la comunidad: Leptonema (24.6%), Thraulodes (17.2%) y Simulium (15.2%) (Figuras 1, 2 y 3). No obstante, en toda el área de estudio la dominancia es baja, pues el índice consolidado es equivalente al 13.2%; ello significa que la estructura de la comunidad está representada por varias especies (58 géneros), donde buena parte de ellas participan con un número representativo de individuos.

Es de resaltar, que en los sitios de extracción fueron los quironómidos los que en general dominaron en la comunidad, pues en el sitio A2 esta familia dominó con el 37.2% del total de individuos colectados en ese lugar; mientras que en el sitio B2 su presencia representó el 16.1%, abundancia que compartió con los géneros Leptonema (18.6%) y Thraulodes (16.7%). Tal parece, que la actividad extractiva de cierta manera "favorece" la presencia de la familia Chironomidae, muy posiblemente debido en parte a las condiciones del hábitat resultante - fundamentalmente sustrato arenoso - y a la reducción de competencia y predación por la disminución o ausencia de otras poblaciones, como es el caso del género Corydalus.

Teniendo en cuenta que usualmente la abundancia de individuos de la familia Chironomidae se encuentra asociada con aguas contaminadas

o con altas tasas de degradación de materia orgánica (Roldán 1988, Ramírez & Viña 1998), podría pensarse que el tipo de presencia de quironómidos en esos sitios se debe más a algún tipo de afluente - como vertimientos de aguas residuales - que al ambiente propiciado por la extracción de arena. Situación que se descarta inicialmente, debido a que en general las condiciones físico-químicas del agua son propias de aguas no contaminadas y con bajo grado de descomposición de materia orgánica, tal como se mencionó anteriormente.

Queda el cuestionamiento, si de verdad la familia Chironomidae en general puede ser considerada como indicadora de aguas intervenidas o con altas tasas de degradación de materia orgánica. De ahí la importancia de profundizar para llegar a precisar mejor hasta el nivel de género o de especie, y así, saber con propiedad cuáles serían los grupos taxonómicos de esta familia que efectivamente puedan emplearse como bioindicadores.

**Similitud:** En términos generales se puede afirmar que hay un alto grado de similitud entre las comunidades del bentos de los diferentes sitios de muestreo, cuyo índice promedio fue del 68.1%. Entre zonas la similaridad también se considera relativamente alta, pues el índice respectivo supera el 50%. En cuanto a épocas de muestreo se refiere, se aprecia una similaridad bastante alta entre los diferentes meses, pues el índice de similitud se mantuvo por arriba del 70%; lo cual parece indicar que no hubo diferencias sustanciales entre las estructuras de comunidad durante el año de estudio, aún teniendo en cuenta los meses más alejados

**Diversidad:** Se deduce que existe una mediana diversidad de fauna bentónica en toda el área de estudio, pues el índice consolidado es de 2.5; valor que está influenciado fundamentalmente por dos factores: la alteración sobre el ecosistema acuático debido principalmente a la extracción de material de arrastre y la ubicación de las estaciones de muestreo. Pues es de tener en cuenta, que la biota acuática tiende a ser muy diversa en las partes altas y disminuye gradualmente a medida que se descende a las partes bajas (Roldán, 1992).

Teniendo en cuenta que la diversidad de especies está dada en función del número de especies presentes y sus abundancias relativas (Naundorf, 1994), es pertinente resaltar que los números más bajos de individuos

fueron registrados en los sitios “durante”: A2 con 374 (6.5% del total de individuos colectados en toda el área de estudio) y B2 con 579 especímenes (10.1%). Siguieron en abundancia los sitios “después”: A3 con 815 (14.2%) y B3 con 924 (16%). Entre tanto, y de acuerdo a lo esperado, los lugares de muestreo con mayor número de individuos colectados fueron: el sitio A1 con 1047 (18.2%), el sitio B1 con 973 (16.9%) y la zona C con 1044 (18.1%), estación en la que existe cierto grado de recuperación del ecosistema, lo cual se refleja en su comunidad biótica.

En el análisis de diversidad por sitios, el índice de diversidad más alto, como era de esperarse, se presentó en el sitio 1 de la zona A1, pues se trata del lugar de mayor altitud y uno en los que no se manifiesta actividad extractiva alguna. En cambio, en aquellos sitios en los cuales se realiza extracción de arena se reportaron los valores medios más bajos de diversidad; mientras que en los sitios posteriores a dicha extracción se alcanza a apreciar una pequeña recuperación reflejada en el leve incremento del índice de diversidad (Tabla 5).

Desde el punto de vista estadístico, el índice de diversidad presentó diferencia altísimamente significativa entre sitios e interacción con meses; es decir, que en los tres sitios la diversidad no se manifiesta de igual manera, y esto a su vez está estrechamente relacionado con la época de muestreo, pues la mencionada diferencia depende de los meses (Figuras 4 y 5).

La diferencia significativa radica entre los sitios “durante” y los demás sitios de muestreo, pues se puede inferir a partir del análisis que los sitios “antes” y “después” de las dos zonas son estadísticamente iguales. Teniendo en cuenta que existe interacción con meses, la mencionada diferencia se manifiesta claramente en los muestreos correspondientes a los meses de octubre/97, diciembre/97 y febrero/98 (Figura 5).

En el caso particular de los sitios “durante”, se presenta una correlación directa entre el índice de diversidad y los meses de muestreo (coeficiente de Pearson de 0.45); lo cual quiere decir, que en ese lugar existe una tendencia de incremento de la diversidad a medida que transcurren los meses (Figura 6). La explicación radica en parte en el hecho de que la actividad extractiva estuvo más acentuada entre los meses de

octubre/97 y enero/98, favorecida por las lluvias, según lo verificado en las salidas de campo y las conversaciones sostenidas con los areneros; época durante la cual la comunidad bentónica se ve diezmada. Al disminuir más adelante la intensidad en la extracción del material de arrastre se posibilita la recuperación de la comunidad y por tanto el aumento de su diversidad.

En síntesis, a pesar de las diferencias estadísticas y de las interacciones presentadas, los lugares donde no se hace directamente la extracción (A1, A3, B1, B3 y C) manifestaron una diversidad media (índice entre 1.6 y 3.0); entre tanto, los sitios de extracción (A2 y B2) presentaron una baja diversidad (índice inferior a 1.6). Por lo tanto, se puede corroborar que la actividad extractiva si influye en la reducción de la diversidad y número de individuos de la comunidad de macroinvertebrados, debido fundamentalmente a la destrucción y transformación de hábitats.

### **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación (Instituto de Posgrado y Departamento de Biología), por la disponibilidad de recursos físicos que posibilitaron la realización de la investigación.

Al magíster Silvio Carvajal Varona por su asesoría en el análisis estadístico, al ingeniero Luis Jorge González por su orientación en los aspectos hidrológicos del proyecto y al magíster Guillermo Vásquez Zapata por su asesoría en el análisis físico-químico.

Al magíster Gerardo Naundorf Sanz por sus orientaciones en el proceso de formulación del proyecto y su asesoría en los métodos de análisis físico-químico, y al biólogo Huberto Ortiz, quien también participó en el proceso de formulación del proyecto

A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca por el apoyo logístico para la elaboración del informe final del trabajo.

A aquellos estudiantes de los programas de Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán y de Licenciatura en Biología de la Universidad del Cauca, que al igual que algunos amigos personales, colaboraron eficientemente como auxiliares de campo y de laboratorio en las oportunidades en que se consideró necesario su apreciado servicio.

**LITERATURA CITADA**

HOLDRIDGE, Leslie. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Editorial IICA. San José de Costa Rica.

MACHADO, Tito & Roldán, Gabriel. 1981. Estudio de las características físico-químicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes. Revista Actualidades Biológicas. Universidad de Antioquia. 10 (35): 3-19. Medellín.

NAUNDORF, Gerardo. 1994. Conceptos básicos sobre la diversidad. Documento de clase. Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales, Universidad del Cauca. Popayán.

RAMÍREZ, Alberto & Viña, Gerardo. 1998. Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Santafé de Bogotá.

ROLDÁN, Gabriel. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.

ROLDÁN, Gabriel. 1988. Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquía. Universidad de Antioquia. Medellín.

TORTORELLI, María del Carmen & Hernández Domingo. Calidad de agua de un ambiente acuático sometido a efluentes contaminantes. En: Lopretto, Estela & Tell, Guillermo. Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur.

VÁSQUEZ, Guillermo. 1994. Guía: Caracterización físico-química de aguas naturales. Universidad del Cauca. Popayán.

**Tabla 1. Registro de parámetros físico-químicos por zonas de muestreo con su respectiva media y desviación estándar.**

VARIABLES	ZONA A (Baja intensidad extract.)		ZONA B (Alta intensidad extract.)		ZONA C (Autorecuperación)	
	S	X	S	X	S	X
OXIGENO (% saturación)	91.0	9.8	91.0	10.4	97.0	9.7
TURBIDEZ (UNF)	6.5	11.4	6.8	11.8	7.1	13.6
S.D.T. (mg/l)	66.1	12.3	60.1	6.6	55.2	5.8
ALCALINIDAD (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	126.0	39.7	97.7	34.3	103.3	30.2
DUREZA (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	41.5	9.5	42.0	8.8	42.3	14.4
PH	7.5	0.1	7.5	0.1	7.4	0.3
CONDUCTIVIDAD (us/cm)	133.1	23.0	120.5	12.9	109.7	11.4
FOSFATOS (mg/l)	0.009	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
AMONIO (mg/l)	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.07
NITRITOS (mg/l)	0.01	0.01	0.04	0.1	0.02	0.09
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.27	0.1	0.71	0.3	0.98	0.6
VELOCIDAD (m/s)	0.26	0.07	0.21	0.1	0.24	0.1
SULFUROS (mg/l)	0.002	0.005	0.007	0.02	0.002	0.004
MANGANESO (mg/l)	0.1	0.1	0.07	0.08	0.09	0.2
COBRE (mg/l)	0.04	0.1	0.05	0.1	0.05	0.09
HIERRO TOTAL (mg/l)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
CALCIO (mg/l)	14.7	3.4	13.7	4.0	14.4	3.8
ALUMINIO (mg/l)	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.06

**Tabla 2. Registro de sólidos suspendidos totales, cloruros y sílice por zonas de muestreo con su respectiva media y desviación estándar.**

VARIABLES	ZONA A (Baja intensidad extract.)		ZONA B (Alta intensidad extract.)		ZONA C (Autorecuperación)	
	X	S	X	S	X	S
S.S.T. (mg/l)	172.1	136.6	152.5	114.3	97.4	71.1
CLORUROS (mg/l)	15.5	4.4	12.9	3.3	13.8	5.3
SILICE (mg/l)	15.9	9.5	16.6	10.0	16.2	9.8

**Tabla 3. Número de taxa registrados durante el año de estudio según el lugar de muestreo.**

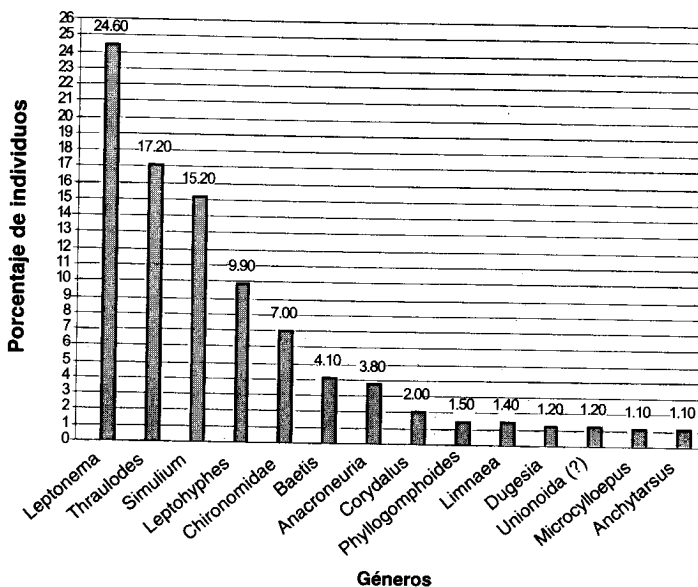
TAXA	Zona A			Zona B			Zona C	
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3		
SUBTOTAL SITIOS								
CLASES	2	5	4	3	5	5	4	
ÓRDENES	10	10	12	11	11	13	12	
FAMILIAS	27	19	25	23	27	30	23	
GÉNEROS	37	21	31	29	32	40	29	
INDIVIDUOS	1047	374	815	973	579	924	1044	
<b>SUBTOTAL ZONAS</b>	<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>	<b>TOTAL ÁREA</b>
CLASES	5			5			4	6
ÓRDENES	13			13			12	14
FAMILIAS	34			33			23	41
GÉNEROS	45			44			29	58
INDIVIDUOS	2236			2476			1044	5756

**Tabla 4. Órdenes de macroinvertebrados bentónicos con su respectivo porcentaje y número de individuos.**

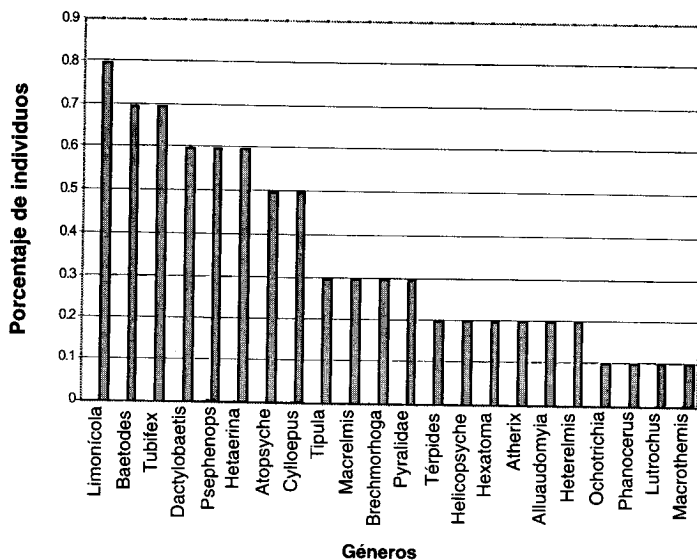
ORDEN	PORCENTAJE	NÚMERO DE INDIVIDUOS
EPHEMEROPTERA	32.7	1885
TRICHOPTERA	25.8	1483
DIPTERA	24.0	1380
COLEOPTERA	4.1	236
PLECOPTERA	3.8	220
ODONATA	2.5	144
NEUROPTERA	2.0	117
BASOMMATOPHORA	1.4	82
TRICLADIDA	1.2	72
UNIONOIDA (?)	1.2	70
TUBIFICIDA	0.7	38
LEPIDOPTERA	0.35	20
HEMIPTERA	0.14	8
AMPHIPODA	0.02	1



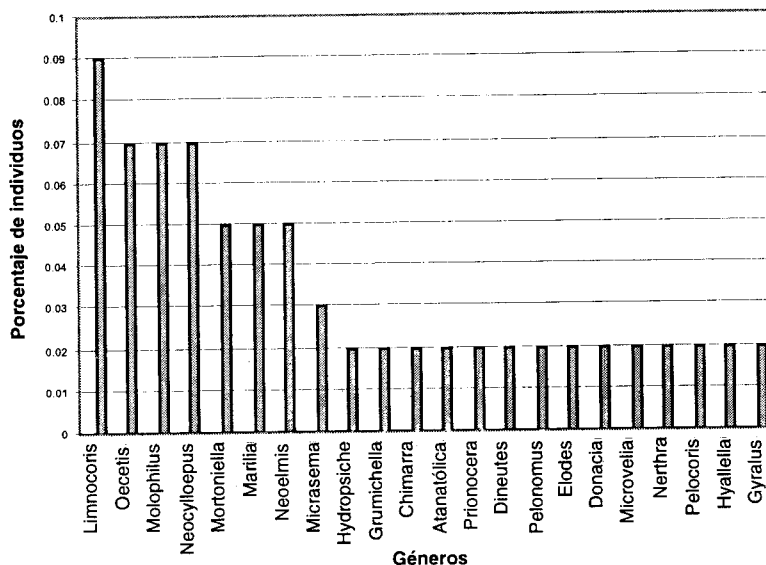
**Figura 1. Estructura de la Comunidad de Macroinvertebrados del Area de Estudio. (Géneros que representan más del 1% de la comunidad).**



**Figura 2. Estructura de la Comunidad de Macroinvertebrados del Area de Estudio. (Géneros que representan entre el 0,1% y el 1,0% de la comunidad).**



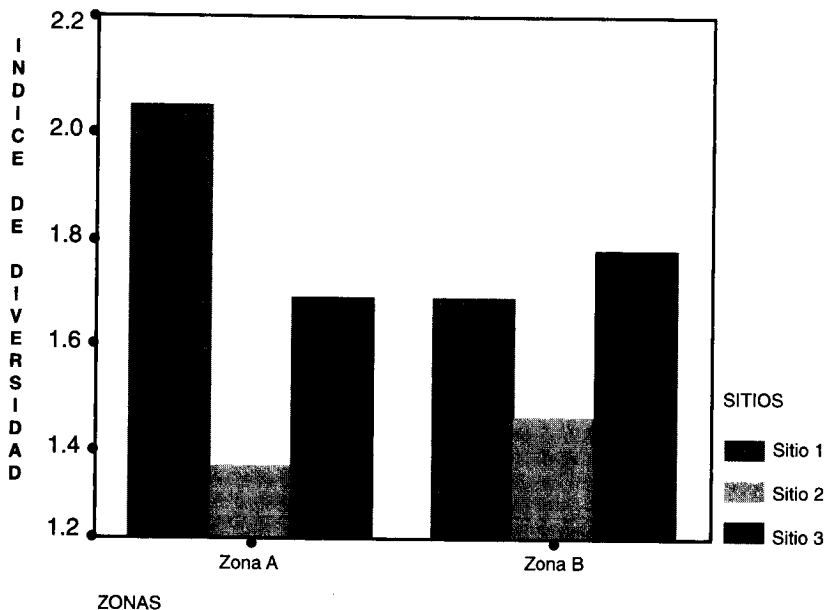
**Figura 3. Estructura de la Comunidad de Macroinvertebrados del Área de Estudio. (Géneros que representan entre el 0,01% y el 0,09% de la comunidad).**



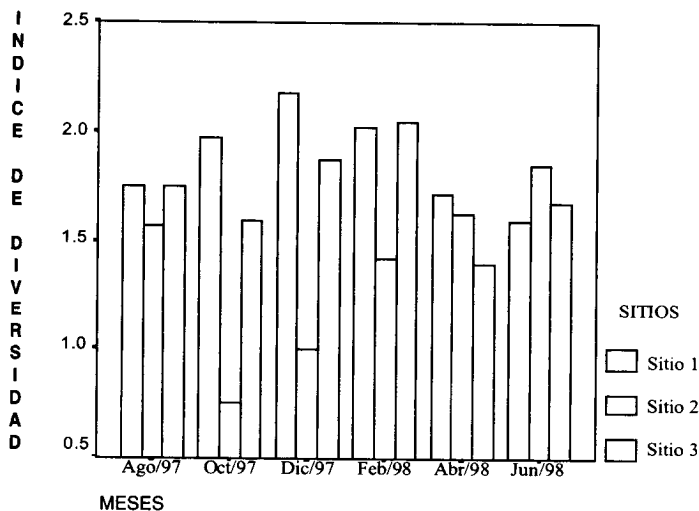
**Tabla 5. Valores medios del Índice de diversidad para cada sitio de muestreo con su respectiva desviación estándar.**

VARIABLE	ZONA A (Baja intensidad extractiva)						ZONA B (Alta intensidad extractiva)					
	Sitio A <sub>1</sub> (Antes)		Sitio A <sub>2</sub> (Durante)		Sitio A <sub>3</sub> (Después)		Sitio B <sub>1</sub> (Antes)		Sitio B <sub>2</sub> (Durante)		Sitio B <sub>3</sub> (Después)	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
ÍNDICE DE DIVERSIDAD	2.1	0.4	1.3	0.5	1.7	0.5	1.7	0.3	1.4	0.4	1.8	0.3

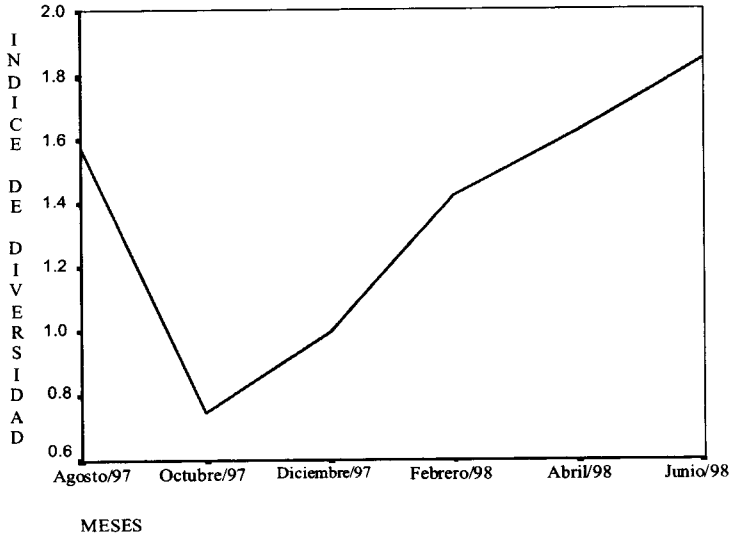
**Figura 4. Índice de diversidad por sitios de muestreo en cada zona (A y B).**



**Figura 5. Variación del índice de diversidad por sitios y meses de muestreo.**



**Figura 6. Correlación entre el índice de diversidad presentado en los sitios “durante” (lugares de extracción) y los meses de muestreo.**





## ESTUDIO DE COMUNIDADES DE ARAÑAS (ARANAE) DEL PARQUE NACIONAL FARALLONES DE CALI, COLOMBIA

Eduardo Flórez Daza

### RESUMEN

*La fauna de arañas (Arachnida: Aranae) fue muestreada en un bosque muy húmedo tropical, ubicado en el Parque Natural Nacional de Los Farallones de Cali, en el Departamento del Valle del Cauca (Suroccidente de Colombia), mediante el empleo de diversas técnicas de captura.*

*Se reseña la diversidad detectada (familias y morfoespecies), su abundancia (número de individuos), preferencia de microhábitats, eficiencia de los métodos de captura, incluyendo índices de riqueza de especies, diversidad.*

*Los resultados obtenidos revelan un total de 522 especímenes colectados, los cuales fueron agrupados en 159 morfoespecies, 24 familias y dos Subórdenes. Las familias más diversas fueron Araneidae, Theridiidae Linyphiidae, Tetragnathidae, y Salticidae.*

---

*Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo, 7495, Santafé de Bogotá, Colombia.*

*Los microhábitats preferidos por la araneofauna muestreada se ubican en los estratos de vegetación arbustiva, vegetación baja y en el suelo. Las técnicas de captura manual, agitación de follaje arbóreo y de barrido con red entomológica fueron las más efectivos para el muestreo de la diversidad de arañas.*

**Palabras claves:** Arañas, diversidad, ecología, técnicas de captura, Colombia.

### ABSTRACT

*The spider fauna (Arachnida: Araneae) was sampled in the very wet subtropical forest in the Parque Nacional de los Farallones de Cali, in the Departamento del Valle del Cauca (Southwest of Colombia), by using diverse capture technicals.*

*Its register the detected diversity (families and morphospecies), preference of microhabitats, efficiency of the capture methods, including indexes of species richness, diversity and number of species estimated.*

*The results obtained show a total of 522 specimens, grouped in 159 morphospecies, 24 families and two Suborders. The families with major diversity were Araneidae, Theridiidae Linyphiidae, Tetragnathidae and Salticidae.*

*The microhabitat preferred by the araneofauna sampled were located in the arbustive and low vegetation. The sample manual method, sweeping with entomological net and shaking of foliage, were the most effectiveness for sampling the diversity of spiders.*

**Key words:** Spiders, diversity, ecology, sample technicals, Colombia

### INTRODUCCIÓN

Las arañas conforman el grupo animal de depredadores más diversificado en los ecosistemas terrestres, Moulder & Riechle (1976), Nyffeler et al. (1994), participando activamente en la regulación de las

poblaciones de sus presas potenciales entre las que se destacan los insectos.

Al interior del Orden Araneae se presentan diferencias ecológicas de relevancia, que han permitido a diversos autores abordar el estudio de comunidades mediante la agrupación en gremios o grupos funcionales, como método práctico que facilita el análisis y comprensión de un grupo tan particularmente diversificado y de altos niveles de abundancias poblacionales (Uetz 1979; Hatley & MacMahon 1980; Dobel et al. 1990 y Young & Lockley 1994).

El presente estudio se realizó dentro de un proyecto global sobre el estudio de la araneofauna del Departamento del Valle. Esta contribución se presenta entonces como un aporte particular reseñando información básica acerca de la diversidad y algunos parámetros ecológicos de las comunidades de arañas en un bosque muy húmedo subtropical del Parque Nacional de los Farallones de Cali.

## METODOLOGÍA

### **Área de estudio:**

El Parque Nacional de los Farallones de Cali se encuentra ubicado en la Cordillera Occidental, abarcando 150.000 has., distribuidas entre sus dos vertientes (occidental y oriental).

La zona de muestreo se circunscribió en los alrededores del Centro de Educación Ambiental "El Topacio", en comprensión del municipio de Cali, departamento del Valle, Colombia, en un rango de alturas entre los 1500 y 2000 msnm. La temperatura media es de 19° C, y la precipitación anual es de 3000 mm., correspondiendo en consecuencia a un bosque de tipo muy húmedo subtropical (Espinal, 1968).

La topografía es montañosa y las especies vegetales más representativas se encuentran el higuerón, el balso, cedros, yarumos, robles, y el nogal.

Los muestreos fueron realizados durante una salida de campo de 14 días en el mes febrero de 1994, en los cuales se observaron y colectaron arañas en jornadas diurnas y nocturnas, empleando diversas técnicas de captura, involucrando el esfuerzo de dos colectores. Las técnicas utilizadas fueron: Colecta manual, barrido con red entomológica, agitación de follaje arbóreo, trampas de hoyo (pitfall), embudos de berlesse y revisión manual de hojarasca.

Una descripción detallada de las técnicas de muestreo y de las pruebas estadísticas empleadas se presenta en Flórez (1997, 1998).

## RESULTADOS

La determinación del material colectado, arrojó un total de 522 individuos, agrupados en 159 morfoespecies, y 24 familias, tabla 1. En la misma tabla se presenta el número de morfoespecies representadas por un solo individuo o singulares ("singletons") y los valores de los índices de riqueza, diversidad y estimado de diversidad de especies.

Las familias más diversas (con mayor número de morfoespecies) fueron Araneidae, Theridiidae, Linyphiidae, Tetragnathidae y Salticidae, como se ilustra en la figura 1, mientras que las familias más abundantes (con mayor número de individuos) fueron Linyphiidae, Araneidae, Lycosidae, Theridiidae, y Anyphaenidae, figura 2.

La mayoría de la araneofauna registrada correspondió al Suborden Araenomorpha (87.5% de las familias, 97.5% de las morfoespecies y el 99.2% de los individuos colectados). El Suborden Mygalomorpha estuvo representado por las familias Dipluridae, Paratropididae y Theraphosidae.

El gremio de arañas tejedores de telas irregulares fue el predominante con el 38.5% de los individuos detectados, seguido por los de arañas cursoriales sobre vegetación y de tejedoras de telas orbiculares con el 25.2% y el 22.1% respectivamente, tabla 2.

Los microhábitats de mayor preferencia por el conjunto de la araneofauna detectada se ubicaron entre la vegetación arbustiva y baja,



figura 3; y las técnicas que permitieron mayores capturas resultaron ser las de colecta manual, agitación de follaje y barrido con red entomológica, figura 4.

En los apéndices 1, 2 y 3, se consignan los datos obtenidos para cada una de las familias en relación con su abundancia, preferencia de microhábitats y capturas con las técnicas empleadas.

Las observaciones de campo permitieron detectar altas densidades poblacionales de *Dubiaranea* spp (Linyphiidae) y de *Leucauge* spp (Tetragnathidae), grupos que deben ser considerados como elementos comunes en el paisaje del bosque muy húmedo subtropical del P.N. Farallones de Cali.

## DISCUSIÓN

La distribución de las arañas en el bosque muy húmedo subtropical mostró una marcada preferencia por microhábitats ubicados entre la vegetación arbustiva y baja, que corresponden a ambientes que ofrecen una mayor cantidad de substratos para las arañas tejedoras, tales como las tejedoras de telas irregulares y orbiculares, grupos predominantes en este tipo de bosque.

Los datos obtenidos en el presente estudio muestran resultados similares en aspectos relacionados con las familias más diversificadas en otros estudios sobre riqueza de especies de arañas en regiones tropicales como los realizados por Silva (1996) y Silva & Coddington (1996) en Perú.

El elevado porcentaje de morfoespecies representadas por un solo individuo fue alto (47.8%), no obstante de haber empleados varios métodos de captura y de la búsqueda en diversos microhábitats, corrobora la particularidad poblacional de la artropofauna tropical, caracterizada por presentar un elevado número de especies, de las cuales un gran cantidad son raras (con bajas densidades poblacionales), o singulares.

Teniendo en cuenta además, que las colectas manuales (técnica de captura empleada con mayor frecuencia en el estudio), fueron restringidas

en lo posible a la captura máxima de diez especímenes por cada morfoespecie encontrada, los valores de abundancia absoluta que aquí se presentan se hallan subvalorados.

El estimado de especies (índice de Chao 1) deja entrever que la araneofauna de la zona muestreada en el P.N.N. de los Farallones de Cali, se encuentra submuestreado, y que faltaría aún por detectarse aproximadamente 107 especies (el 67.3% de la araneofauna estimada).

La reducida tasa de captura de arañas por medio de trampas de hoyo y embudos de berlesse pueden estar correlacionadas con la reducida capa de hojarasca que caracteriza a los bosques tropicales (Bultman & Uetz 1982), lo cual se debe en gran parte a las altas tasas de descomposición generadas por la intensa actividad microbiana. Contribuyen también a ello los bajos índices de humedad de la hojarasca, factor determinante en la incidencia de artrópodos en el suelo/hojarasca (Levings & Windsor 1984), así como las bajas cantidades de materia orgánica de los suelos tropicales, que inciden ostensiblemente sobre la densidad de la micro y mesofauna del suelo y hojarasca (Seastedt, 1984).

Tradicionalmente se ha considerado que las densidades poblacionales de las faunas tropicales, exhiben poca variabilidad en virtud a la noción de que las comunidades complejas y diversas son más estables, y a la relativa estabilidad de las condiciones climáticas, diversos estudios fenológicos de la artropofauna tropical han venido demostrando que existen variaciones reguladas por los picos de períodos lluviosos/secos, (Willis, 1976), (Buskirk & Buskirk, 1976), (Levings & Windsor, 1985), (Pearson & Derr, 1986).

En consecuencia los resultados que se presentan aquí deben ser complementados con futuros estudios que conlleven a establecer una mayor aproximación a la riqueza real de la araneofauna local, así como para evaluar la fenología de la comunidad de arañas en el bosque muy húmedo subtropical del parque Nacional de los Farallones de Cali, por períodos de al menos un año continuo de muestreos intensivos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS, financiador del estudio (proyecto 2108-05-001-92), al Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas, INCIVA, por su apoyo logístico. A la auxiliar de campo Esperanza Villegas, y a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca por la concesión del permiso y la colaboración para efectuar los muestreos en el P.N. de los Farallones de Cali.

**LITERATURA CITADA**

BULTMAN, T.L., & G.W. Uetz. 1982. Abundance and community structure of forest floor spiders following litter manipulation. *Oecologia*, 55: 34-41.

BUSKIRK, R.E., & W.H. Buskirk. 1976. Changes in arthropod abundance in a highland Costa Rican forest. *Amer. Midl. Nat.* 95 (2): 288-298.

CODDINGTON, J., & H.W. Levi. 1991. Systematic and evolution of spiders. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 22: 565-592.

DOBEL, H.G., R.F. Denno, & J.A. Coddington. 1990. Spider (Aranae) community structure in an intertidal salt marsh: effects of vegetation structure and tidal flooding. *Environ. Entomol.* 19 (5): 1356-1370.

ESPINAL, T.S. 1968. Visión ecológica del Departamento del Valle del Cauca, Univesidad del Valle, Cali.

FLÓREZ, D. E. 1997. Estudio de la comunidad de arañas del Bosque seco tropical de la Estación Biológica de "El Vínculo". *Cespedesia*, 22 (69): 37-57.

FLÓREZ, D. E. 1998. Estructura de comunidades de arañas (Araneae) en el Departamento del Valle, Suroccidente de Colombia. *Caldasia* 20 (2): 173-192.

HATLEY, C.L. & J.A. Macmahon. 1980. Spider community organization: seasonal variation and the role of vegetation architecture. *Environ. Entomol.* 9(5): 632-639.

LEVINGS, S.C., & D.M. Windsor. 1984. Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panamá. *Biotropica*, 16 (2): 125-131.

LEVINGS, S.C., & D.M. Windsor. 1985. Litter arthropod populations in a tropical deciduous forest: relationships between years and arthropod groups. *J. An. Ecol.* 54: 6-169.

**Tabla 1: Resumen de la araneofauna encontrada en un bosque muy húmedo subtropical del Parque Nacional de Los Farallones de Cali.**

NÚMERO DE FAMILIAS	No. DE MORFO-ESPECIES	No. DE INDIVIDUOS	No. DE ÚNICOS	ÍNDICE DE RIQUEZA	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ESTIMADO DE ESPECIES
24	159	522	76	25.249	4.605	265.963

**Tabla 2. Distribución de la comunidad de arañas de acuerdo a los gremios detectados en el Parque Nacional de Los Farallones de Cali, Colombia. (No. I = Número de individuos).**

GREMIO	No. I	%
Tejedoras de Embudo	2	0.2
Tejedoras Irregulares	200	38.5
Tejedoras Orbiculares	116	22.1
Cursoriales en Suelo	73	14.0
Cursoriales en Vegetación	131	25.2
<b>TOTALES:</b>	<b>522</b>	<b>100</b>

MOULDER, B.C., & D.E., Riechle. 1972. Significance of spider predation in the energy dynamics of forest-floor arthropod communities. *Ecol. Monogr.* 42 (4): 473-498.

NYFFELER, M., W. Sterling, & D. Dean. 1994. How spiders make a living. *Environ. Ent.* 23(6): 1357-1367.

PEARSON, D.L., & J.A Derr. 1986. Seasonal patterns of lowland forest floor arthropod abundance in Southeastern Peru. *Biotropica* 18(3): 244-256.

SEASTEDT, T.R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 25-46.

SILVA, D. 1996. Species composition and community structure of peruvian rainforest spiders: a case study from a seasonally inundated forest along the Samiria river. *Revue Suisse de Zoologie*, vol hors serie: 597-610.

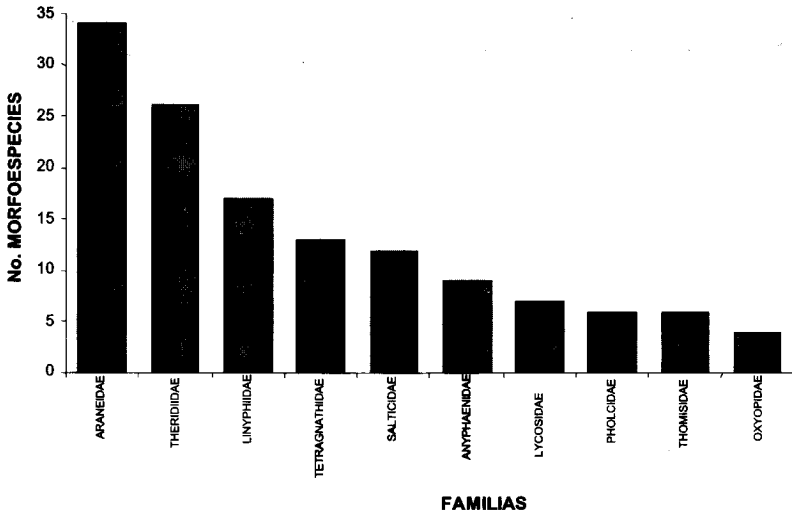
SILVA, D. & J.A. Coddington. 1996. Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Peru): species richness and notes in community structure, pags. 241-299. en: D.E. Wilson & A. Sandoval, (Eds.), *The biodiversity of Pakitza and its environs*. Smithsonian Institution, Washington.

UETZ, G.W. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities. *Oecologia. (Berl.)*. 40: 29-42.

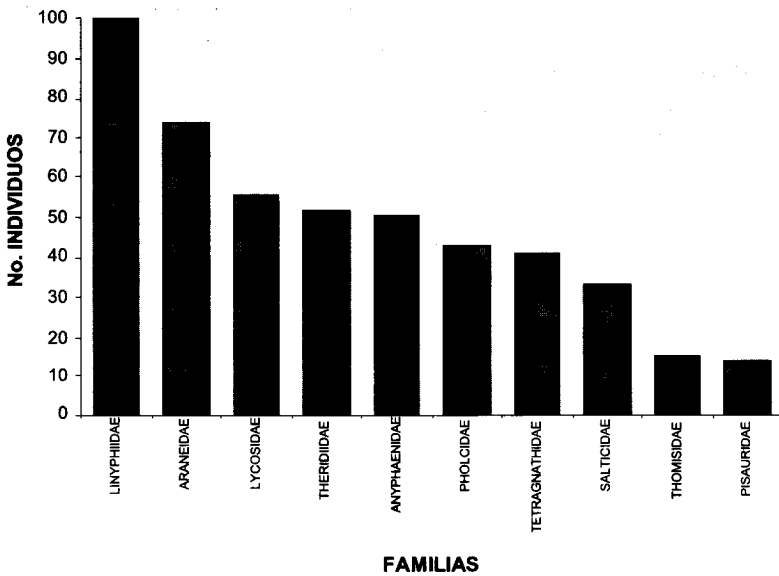
YOUNG, O.P., & C.T. Lockley. 1994. Spiders of an old field habitat in the delta of Mississippi. *J. Arachnol.* 22 (2): 114-130.

WILLIS, E.O. 1976. Seasonal changes in the invertebrate litter fauna on Barro Colorado Island, Panama. *Rev. Bras. Biol.* 36(3): 643-657.

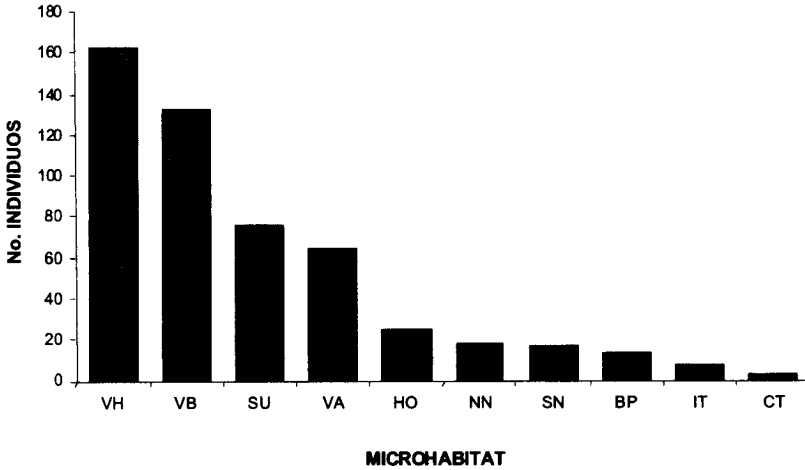
**Figura 1. Familias de arañas más diversas en el Parque Nacional de Los Farallones de Cali, Colombia.**



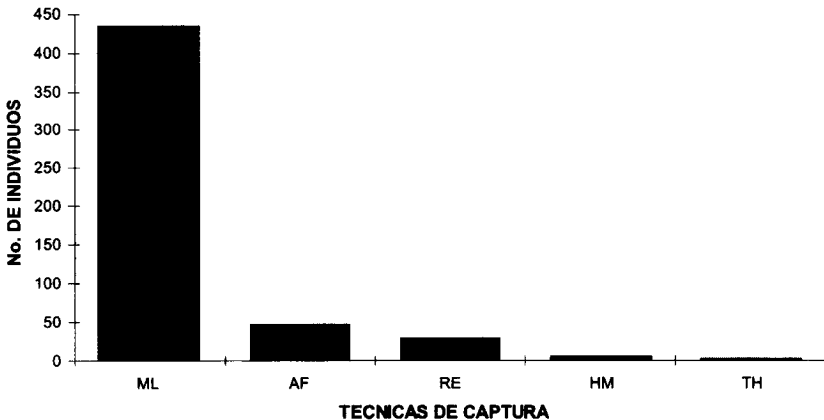
**Figura 2. Familias de arañas más abundantes detectadas en el Parque Nacional de Los Farallones de Cali, Colombia.**



**Figura 3. Preferencias de microhábitat por la arañofauna detectada en el Parque Nacional de Los Farallones de Cali, Colombia.**  
**VB: Vegetación baja; VH: Vegetación arbustiva; SU: Suelo; VA: Vegetación arborea; HO: Hojarasca; NN: Otras; SN: Sinantrópicas; BP: Bajo piedra; IT: Interior de troncos; CT: Corteza de troncos.**



**Figura 4. Captura de arañas con las técnicas empleadas en el Parque Nacional de Los Farallones de Cali, Colombia.**  
**ML: Manual; AF: Agitación de follaje; RE: Red entomológica; HM: Hojarasca manual; TH: Trampa de hoyo.**





**Apéndice 1. Araneofauna encontrada en el Parque Nacional de los Farallones de Cali, Colombia, discriminada por familias. (M-especies= morfoespecies, A= adultos, J= juveniles, T= total).**

Familia	No. de M-Especies	No. Especímenes			Singulares	
		A	J	T	No.	%
ANYPHAENIDAE	9	9	42	51	4	2.52%
ARANEIDAE	34	38	36	74	19	11.95%
CLUBIONIDAE	3	3	2	5	1	0.63%
CTENIDAE	3	2	5	7	1	0.63%
DIPLURIDAE	1	0	1	1	1	0.63%
HETEROPODIDAE	1	0	1	1	1	0.63%
LINYPHIIDAE	17	61	39	100	6	3.77%
LYCOSIDAE	7	39	17	56	0	0.00%
MITURGIDAE	1	1	0	1	1	0.63%
OCHYRO CERATIDAE	3	2	2	4	2	1.26%
OONOPIIDAE	2	3	0	3	1	0.63%
OXYOPIIDAE	4	5	5	10	2	1.26%
PARATROPIDIDAE	2	2	0	2	2	1.26%
PHOLCIDAE	6	21	22	43	1	0.63%
PISAUROIDAE	2	4	10	14	0	0.00%
SALTICIDAE	12	18	15	33	6	3.77%
SCYTODIDAE	1	0	1	1	1	0.63%
SELENOPIIDAE	1	1	1	2	0	0.00%
TETRAGNATHIDAE	13	19	22	41	4	2.52%
THERAPHOSIDAE	1	0	1	1	1	0.63%
THERIDIIDAE	26	34	18	52	15	9.43%
THERIDIOSOMATIDAE	2	3	0	3	1	0.63%
THOMISIDAE	6	5	10	15	4	2.52%
ZODARIIDAE	2	2	0	2	2	1.26%
<b>TOTALES (24)</b>	<b>159</b>	<b>272</b>	<b>250</b>	<b>522</b>	<b>76</b>	<b>47.80%</b>

**Apéndice 2. Microhábitats preferidos por la araneofauna encontrada en detectada en el Parque Nacional de los Farallones de Cali, Colombia, discriminada por familias.**

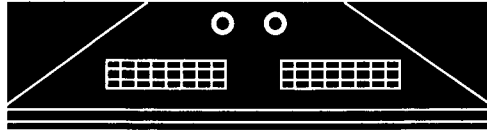
(VB= Vegetaciób baja, VH= Vegatación arbustiva, VA= Vegetación arbórea, SU= Suelo, HO= Hojarasca, CT= Corteza de troncos en descompsición, IT= Interior de troncos en descomposición, BP= Bajo piedras, SN= Sinantrópicas, NN= Otras).

Familia	Microhábitat									
	VB	VH	VA	SU	HO	CT	IT	BP	SN	NN
ANYPHAENIDAE	7	32	10	0	2	0	0	0	0	0
ARANEIDAE	15	29	10	7	2	0	0	0	10	1
CLUBIONIDAE	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0
CTENIDAE	3	0	0	0	1	1	0	2	0	0
DIPLURIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
HETEROPODIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
LINYPHIIDAE	44	32	3	19	1	0	0	1	0	0
LYCOSIDAE	19	0	0	37	0	0	0	0	0	0
MITURGIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCHYROCERATIDAE	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
OONOPIIDAE	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
OXYOPIIDAE	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
PARATROPIDIDAE	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
PHOLCIDAE	5	14	4	0	3	0	7	1	0	9
PISAUROIDAE	0	0	5	8	0	0	0	0	0	1
SALTICIDAE	5	11	8	0	6	1	0	0	2	0
SCYTODIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SELENOPIIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
TETRAGNATHIDAE	15	11	5	2	2	0	0	6	0	0
THERAPHOSIDAE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
THERIDIIDAE	4	18	17	0	2	0	0	3	2	6
THERIDIOSOMATIDAE	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
THOMISIDAE	2	10	3	0	0	0	0	0	0	0
ZODARIIDAE	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALES (24)</b>	<b>133</b>	<b>163</b>	<b>65</b>	<b>76</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>18</b>

**Apéndice 3. Capturas de arañas de acuerdo a las técnicas empleadas en detectada en el Parque Nacional de los Farallones de Cali, Colombia, discriminada por familias.**

**(ML= Manual, RE= Barrido con red entomológica, AF= Agitación de follaje arbóreo, HM= Revisión manual de hojarasca, TH= Trampas de hoyo).**

Familia	Técnicas de Captura				
	ML	RE	AF	HM	TH
ANYPHAENIDAE	37	2	12	0	0
ARANEIDAE	59	5	9	1	0
CLUBIONIDAE	5	0	0	0	0
CTENIDAE	6	0	0	1	0
DIPLURIDAE	0	0	0	1	0
HETEROPODIDAE	1	0	0	0	0
LINYPHIIDAE	95	1	2	2	0
LYCOSIDAE	55	0	0	0	1
MITURGIDAE	1	0	0	0	0
OCHYROGERATIDAE	4	0	0	0	0
OONOPIDAE	0	0	0	2	1
OXYOPIIDAE	8	2	0	0	0
PARATROPIDIDAE	2	0	0	0	0
PHOLCIDAE	40	0	3	0	0
PISAUROIDAE	12	2	0	0	0
SALTICIDAE	26	2	5	0	0
SCYTODIDAE	1	0	0	0	0
SELENOPIIDAE	2	0	0	0	0
TETRAGNATHIDAE	32	5	4	0	0
THERAPHOSIDAE	1	0	0	0	0
THERIDIIDAE	40	2	10	0	0
THERIDIOSOMATIDAE	3	0	0	0	0
THOMISIDAE	3	10	2	0	0
ZODARIIDAE	1	0	0	0	1
<b>TOTALES ( 24 )</b>	<b>434</b>	<b>31</b>	<b>47</b>	<b>7</b>	<b>3</b>



## **OJEADA SOBRE ALGUNOS ALIMENTOS REGIONALES DEL CHOCÓ BIOGEOGRÁFICO**

Víctor Manuel Patiño Rodríguez (\*)

### **RESUMEN**

*Se presenta la trayectoria de estudios e investigaciones hechos por entidades oficiales del Valle del Cauca, desde 1945, sobre alimentos regionales de la costa del Pacífico. Cinco de ellos proceden de plantas cultivadas, y seis son silvestres o protegidas. Se publican por la primera vez análisis bromatológicos de algunas especies poco conocidas.*

**Palabras claves:** *Costa Pacífica. Alimentos regionales.*

### **SUMMARY**

**GLIMPSE ON SEVERAL REGIONAL PLANT FOODS FROM THE BIOGEOGRAPHIC CHOCO PROVINCE IN COLOMBIA.** *By Víctor Manuel Patiño Rodríguez (\*). This is a sweeping on some research performed by the Valle del Cauca Government, since 1945, concerning several plant foods from the Pacific coast. Five of them are cultivated,*

---

(\*) A.A. 2154. Cali. Colombia.

*and six more spontaneous or protected. For the first time bromatological analysis of some of them, little known, are presented.*

**Key words:** *Pacific Colombian coast. Regional foods.*

El Departamento del Valle del Cauca ha mantenido interés perseverante hacia el litoral occidental, en lo que va corrido de este siglo. Desde 1943 promovió el estudio de la Flora de aquella región (Comisión Botánica), y desde 1945, con la creación de la Estación Agroforestal del Calima, lo referente a actividades agropecuarias. Un aspecto en que primero la Secretaría de Agricultura, luego el Jardín Botánico, y finalmente el Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas INCIVA, han hecho aportes sustanciales, es el de la alimentación regional.

El itinerario de las actividades es el siguiente:

En un esquema de investigaciones agronómicas para la costa occidental propuesto en 1946, se incluyeron varias plantas alimenticias, feculentas, sacarinas, oleaginosas y bebidas, unas ya conocidas, otras por introducir (Referencia 1: 127-131). Desde 1945 se habían empezado a llegar algunas a la Estación del Calima (Referencia 3: 22-27), y de las tradicionales se empezaron a estudiar varias en 1947 (Referencia 4: 25-29), en 1948 (Referencia 5: 16-18), y en 1949.

En este último año se decía lo siguiente: "El problema alimenticio es el de más difícil solución en la costa del Pacífico, a causa de la dificultad de producir cereales. Bajo el signo de estas condiciones, el autor planeó un programa de investigaciones sobre la alimentación y los alimentos usuales en esa parte del país, con el concurso del Instituto de Nutrición del SCISP, de Bogotá, y durante 1948 y 1949 se enviaron muestras de frutas, semillas y hojas para ser analizadas desde el punto de vista bromatológico. Algunos de esos alimentos revelaron una composición altamente satisfactoria, a la luz de las teorías científicas sobre dietética que predominan a la hora actual (...) El proyecto contempla el examen de todas aquellas plantas regionales que pueden incorporarse a la dieta del habitante costeño, y que hasta ahora, por desconocimiento de sus propiedades o por prejuicios bromatológicos tradicionales, no se utilizan por los nativos" (Referencia 6: 14-15; 70-73).

Para desarrollar ese programa se dieron los siguientes pasos:

**a) Preparación y envío de muestras para análisis**

Se obtuvieron muestras de alimentos y se enviaron para análisis.

He aquí un registro:

1948. “Marzo 23. Frutos de chontaduro colorado, cocido sin sal.  
Frutos de chontaduro amarillo, cocido sin sal.  
Harina de chontaduro, con dos años de conservación.  
Plátano hartón cocido.  
Banano verde cocido.
- Abril 27. Hojas de té obtenidas en Bitaco.
- Junio 1o. Corozos de táparo (*Orbignya cuatrecasana*).
- Junio 23. Nuevas muestras de plátano y banano.
- Julio 20. Mañoco del Guaviare.  
Frutos de palma de aceite africana.
- Agosto 14. Semillas crudas de chigua (*Zamia chigua*) y  
envuelto de chigua.  
Frutos de borojón (*Borojoa patinoi* Cuatr).
- Agosto 25. Semillas de borojón
- Oct. 10. Chontaduro, táparo para Exposición de Bogotá.
- Nov. 10. Almidón de yuca brava fabricado en Calima.

(Referencias 5: 12-13; 6: 73).

Entre el 29 de mayo y el 7 de julio de 1949 se enviaron muestras de frutos de pacó, envueltos de chigua, hojas de achiote morado, frutos de castaño (*Compsoneura*), pasta preparada y afrecho del grano de *Theobroma capilliferum*, pasta de granos de *T. cirmolinae*, estas últimas especies de cacao de monte de la costa y vertiente occidental (Referencia 6: 66).

Los resultados de algunos análisis fueron publicados por el Instituto Nacional de Nutrición en 1953.

El 9 de marzo de 1958 se enviaron al mismo Instituto, por conducto del Dr. Norton Young L., 9 muestras de alimentos del río San Juan, a

saber: frutos de las palmas, jícara, taparín, güerregue, táparo en diversos estados de desarrollo; semillas de zapotón y de maíz chococito amarillo, y tubérculos de ñame morado o ñampí (*Dioscorea trifida*) (Anexo A).

Se envían a la misma entidad:

Junio 15 1958. Muestras de chancaca.

Marzo 9 1959. Termos con platos típicos de maíz chococito.

## b) Alimentos tradicionales

Primero se colocarán los cultivados, que son 5 (maíz chococito, chontaduro, plátano, achiote y pacó), y luego los 6 silvestres (chigua, táparo, piscande, castaño, 2 especies de cacao de monte).

### 1) MAÍZ CHOCOCITO

Una aplicación del proyecto frustrado de recopilar datos sobre los alimentos preparados con maíz, se logró en parte con los de la raza chococito de la costa occidental colombiana. La secuencia de las actividades es la siguiente (los documentos se citan con sus fechas):

#### **Notas parciales tomadas de los diarios de viaje de Víctor Manuel Patiño, sobre alimentos preparados con maíz chococito en la costa del Pacífico**

1951. Octubre 4. Informe de Roberto Candelo, de Silva, río Cajambre:

**Envuelto.** Se pela el grano y se echa a curar; luego se muele, se cierne y la masa ablandada se envuelve en hoja de bihao y se cocina. El agua que resulta da un líquido, que se utiliza para hacer chicha o birimbí o colada.

**Majaja.** Se quiebra el grano, se le saca la cáscara, se muele, se lo mezcla con dulce y coco; se pone a asar al horno, hecha la masa en forma de arepa o torta de 10-12 cm.

**Bizcocho.** Se quiebra el grano; se pone a añejar unos cuatro días; se quebranta y seca al sol; se lo mezcla con dulce y se hornea.

**Gamuza o sosiega.** Se tuesta el maíz en vasija de barro; se muele y se le echa miel y azúcar hasta que embeba o se sature; se hacen bolitas.

**Sopa.** Con el mismo maíz tostado.

**Quemapata o sango.** Se quiebra el maíz, se desagüa, se desahuncha; se pone al fogón con pescado, coco y aliño.

**Otaya o mazamorra.** Se prepara como en el interior.

**Arroz de leche.** Se quiebra el grano, se enjuaga, se pone a cocinar con leche (que puede ser de coco) y dulce.

**Trompezón.** Maíz quebrado y cuajado; se le echa el birimbí o claro, leche. Es una variante de la otaya.

**Arepa.** En la misma forma que en el anterior, dejando el grano cocido de un día para otro.

**Panocha.** Se quiebra el grano seco; se muele, se cierce y se pone a secar la harina dos días; luego se prepara con dulce, leche y sal, y se asa.

**Cachín o cachitanta:** (este último nombre de Cajambre y Raposo). Se muele, la pasta se hornea como arepa, pampeándola y envuelta en hojas se asa.

1951. Octubre 8. Informe de Lucila Valencia, Río Yurumanguí:

**Cachín.** Se quebranta el grano, se pone a añejar, se muele y con la pasta se preparan tortas o discos entre hojas de bihao o banano, que se asan en cayana.

Experimentalmente se hizo, con el concurso de las cocineras nativas Manuela Valencia y Tránsito Rodríguez, en el río Dagua el 5 de marzo de 1959, la preparación de cazabe, birimbí, cachín, trompezón y majaja, y se apuntaron las fórmulas respectivas, habiéndose obtenido también muestras en termos que se entregaron personalmente en Bogotá al Instituto de Nutrición el día 9 del mismo mes. Por desgracia, los apuntes se extraviaron.



## Situación en 1955

En la actualidad, el maíz chococito se compra en los mercados de la zona marginal de la de producción (Antioquia, Caldas, Valle) con dos exclusivos propósitos: 1o. para utilizarlo como maíz reventador, o sea para preparar “crispetas”, “rosetas” que últimamente empiezan a conocerse con el anglicismo “pop-corn”; la moda parece haber venido por imitación de Estados Unidos, de donde igualmente se introducen las máquinas o aparatos en qué prepararlo. 2o. Para alimentación animal, en ciertos casos, porque se pretende que este maíz da mejores resultados que cualquier otro.

Pero en su patria de origen, el chococito no se emplea como golosina, sino como alimento básico, juntamente con el plátano y con el chontaduro. El uso de maíz tostado es casi desconocido en la costa del Pacífico.

Siguiendo el orden que adoptó el autor para una encuesta sobre “utilización alimentaria del maíz en el Perú”, que se hizo a iniciativa nuestra en ese país en 1952, con el equipo de visitadoras de hogar del Servicio Cooperativo Interamericano de Protección de Alimentos (S.C.I.P.A.), se pasa a clasificar los alimentos que actualmente se preparan y que tradicionalmente lo han sido en la costa colombiana occidental, en líquidos, semilíquidos o pastosos, y sólidos, así:

### I- Alimentos simples:

Líquidos:            { 1- Chicha  
                              { 2- Guate - Otaya, mazamorra, trompezón.

Semilíquidos:        { 3- Masato  
                              { 4- Cuscús

- Sólidos: {
- 5- Choclo asado
  - 6- Choclo cocido
  - 7- Envuelto
  - 8- Arepa
  - 9- Tortilla
  - 10- Maíz tostado
  - 11- Cachín (cachino, cachitanta).
  - 12- Carantanta
  - 13- Bizcocho
  - 14- Runcha (parecida al buñuelo)
  - 15- Masa cabrona
  - 16- Masa frita.

## II- Alimentos compuestos:

- Líquidos: {
- 17- Sopa de carantanta
  - 18- Sopa de arroz de maíz
  - 19- Guacho- Sopa de maíz con pacó (Se hace también de arroz y pacó)
  - 20- Matún (con cacao).

- Pastosos: {
- 21- Birimbí
  - 22- Cazabe
  - 23- Trompezón

- Sólidos {
- 24- Majaja
  - 24- Sosiega (maíz tostado con azúcar)
  - 26- Harina o tumasi (con miel)
  - 28- Panocha.

NOTA: Los alimentos subrayados han sido reportados por el práctico agrícola Salazar, de Bagadó, Chocó (marzo 12 de 1953).

### Situación en 1957:

En un trabajo anterior se dio una reseña sobre el nombre, el área de dispersión, la morfología y el método de siembra al voleo del maíz

chococito, típico de la costa suramericana del Pacífico, al norte de la línea equinoccial (Referencia 2).

Ahora compete tratar de la utilización de este de tipo de maíz en la alimentación, tanto en el pasado como en el presente. La investigación sobre el particular fue planeada por quien escribe desde 1945, y se comunicó al entonces director del Instituto de Nutrición del Ministerio de Higiene, en Bogotá, el Dr. Horacio Parra V., quien ofreció colaboración para los análisis de los diversos preparados que se obtuvieran. En síntesis, la investigación consistía en hacer preparar en Buenaventura por alguna cocinera experta todos los alimentos que en la costa Pacífica se suelen hacer con maíz, y llevar muestras en termos, inmediatamente después de confeccionadas, a Bogotá para el análisis correspondiente, sin dar lugar a fermentaciones o alteraciones que impidieran conocer la verdadera composición bromatológica de las mismas.

Este proyecto, como tantos otros relacionados con la costa del Pacífico, debió aplazarse indefinidamente, por falta de los fondos necesarios, pues con el exiguo presupuesto con que contaba la campaña de Cultivos Coloniales, en la Secretaría de Agricultura del Valle del Cauca, no era posible darle cumplimiento.

De las relaciones históricas que se conocen sobre la costa occidental desde Panamá hasta la línea ecuatorial, se deduce que no obstante ser tenida como tierra áspera, sumamente lluviosa, llena de pantanos y tremedales, y habitada por tribus tan aguerridas y batalladoras que no permitieron el establecimiento de los españoles hasta bien entrado el siglo XVIII, toda la zona era abundante de mantenimientos, y que éstos consistían, entre los de origen vegetal, en maíz, chontaduro o pixibay y raíces varias que—aunque usualmente no aparecen especificadas—, debieron ser la yuca, el camote y la rascadera o afines. El plátano sólo aparece mencionado bien tarde, a fines del siglo XVII.

Tres fuentes principales se conocen sobre este particular, a saber:  
1a. Para la zona comprendida entre el Puerto de Las Piñas, poco al noroeste de la actual frontera de Panamá y Colombia, y la isla de Las Palmas, a la entrada de la bahía de Málaga, las relaciones de Pascual de Andagoya y Anello Oliva. 2a. Para el trayecto comprendido entre la bahía

de Buenaventura y la isla de La Gorgona, el relato de los viajes de Francisco Coreal. 3a. Para el tramo comprendido entre el estuario del Patía y el Cabo Pasado, al sur de la línea equinoccial, la relación de esmeraldas de Miguel Cabello Balboa.

Como es sabido, Andagoya fue el primero que exploró la costa hasta el río San Juan (Dochara), partiendo del puerto de Piñas, que es hasta donde alcanzó a llegar Vasco Núñez de Balboa en su primera expedición al mar del sur, y después Francisco Becerra, enviado de Pedrarias.

La exploración de Andagoya sirvió de base para la de Pizarro y Almagro, que no sobrepasaron en su primera intentona la isla de Las Palmas. Aquí encontró Pizarro casas y maíz, y las volvió a encontrar Andagoya cuando hizo su segundo viaje para encargarse de la Gobernación del San Juan en 1540. Quien llegó y traspasó el límite sur del área del maíz chococito, fue el piloto Bartolomé Ruiz de Andrade, partiendo de la isla del Gallo, donde quedó esperando Pizarro, pues este nunca alcanzó a llegar a La Gorgona antes de que Ruiz explorara el litoral al sur de la línea ecuatorial, hacia septiembre de 1526.

## 2. CHONTADURO

Aunque la especie existe y se consume en otras regiones colombianas y en varios países americanos, en ninguna parte tiene la categoría de alimento básico en épocas de cosecha, como en el Chocó biogeográfico.

Por su importancia, se le han dedicado varios escritos (el último de 1995), y aparte un resumen retrospectivo inédito, en el cual se tratan las intervenciones durante medio siglo para estudiar la biología, dispersión e importancia cultural de esta palma.

Preocupación permanente tuvo el autor para estimular y diversificar el consumo del chontaduro, objetivos que se han logrado en gran parte. En el primer caso, este fruto se ve cada vez con más frecuencia (en Cali ya hay una estatua de bronce "La vendedora de chontaduro" y un mercado mayoritario para esto), empezando por el de Bogotá, donde era raro antes. En el segundo, de cincuenta años a esta parte en casa del autor se prepararon en varias oportunidades platos con las inflorescencias tiernas

(la espata aun sin abrir), con el palmito y con los frutos. Como resultado del proceso, se ha diversificado el número de preparaciones, a partir de un ágape de prueba que se celebró en Cali el 9 de febrero de 1981, en casa de la señora Julia Emma Velasco de Guerrero, para degustar tres platos elaborados con el concurso de cocineros, tanto de Buenaventura como del interior. Culminó este aspecto con la publicación por el INCIVA en 1981 de una cartilla dedicada al tema, debida a Inés Calvo. De entonces para acá se ha popularizado, entre otras preparaciones, el "jugo del amor prohibido", una mezcla de chontaduro, borrojé y otros aditivos, que la opinión corriente ha adoptado como un presunto estimulante, con sus puntas y ribetes de afrodisíaco. Se acaba de publicar en el Brasil otro manual con 71 recetas de platos hechos a base de esta palma; una gran proporción son tomadas del folleto de 1981.

Quedan varios aspectos por estudiar, entre otros el filogenético, dada la circunstancia de que en el Valle del Cauca existe la forma espontánea llamada chinamato, descrita en el siglo XIX por José Jerónimo Triana como *Guilielma chontaduro*, y en la parte baja del río Patía, al occidente del pueblo de Rosario, otra forma silvestre no estudiada.

### 3. PLÁTANO

Hasta los años 50 de este siglo, este era el alimento básico en el litoral, papel que ha ido perdiendo con la introducción masiva de la papa, y a causa de las enfermedades y plagas de la Musáceae, que nunca han sido estudiadas ni combatidas en la costa por las agencias nacionales. Como base para un estudio a fondo (Referencias 1: 128; 4: 28) se organizó en Calima una colección de los clones regionales, la cual se hizo bajo el patrocinio de la CVC, y que después se dejó perder.

Fue especialmente notable el hallazgo del clon "Boa", un hartón con pocos frutos por racimo, pero muy grandes y rollizos.

### 4. ACHIOTE

Se colectaron y sembraron variedades procedentes de diversos lugares (Referencias 4: 25; 5: 16; 6: 70). Se enviaron muestras para análisis bromatológico, incluyendo hojas, por sospechar que pudieran convertirse

en un alimento humano y animal importante. Este pigmento culinario se sigue usando en muchas regiones rurales.

## 5. PACÓ

Este árbol ingresó sin nombre botánico conocido en las entradas a la Estación del Calima, el 10. de septiembre de 1947 (Referencia 4: 31). En 1948 se dijo lo siguiente: "Pacó de fruta. De esta especie nativa, cuya clasificación desconocemos, se hizo una pequeña plantación el 8 de mayo. El pacó de fruta, que no debe confundirse con la especie ornamental del mismo nombre (*Cespedesia macrophylla*), presenta grandes posibilidades como fruta alimenticia" (Referencia 5: 18).

De 1949 es esta otra nota: "Pacó de fruta. Esta planta, que el profesor Cuatrecasas –sobre material de la Estación del Calima que se envió a Chicago– tuvo la amabilidad de identificar como *Gustavia superba*, produce un fruto en forma de pixidio con opérculo soldado; la pulpa amarilla que rodea las semillas voluminosas, se emplea como alimento en los ríos del litoral vallecaucano, pero con particularidad en el Raposo. Un semillero de esta planta (registrada bajo el número 273) se hizo el 10. de septiembre de 1947, de donde se tomaron los ejemplares para una plantación que se hizo el 8 de mayo de 1948. Material de frutos obtenidos en la finca de Manuel Mercedes Victoria, en el corregimiento de San Francisco, Raposo, el 27 de mayo de 1949, se envió al Instituto de Nutrición de Bogotá, que hizo el análisis correspondiente el 20 de junio. Los resultados se publicarán en el estudio sobre alimentos de la costa del Pacífico, de que se habló atrás" (Referencia 6: 72).

Datos históricos que consagran el uso de esta planta desde el siglo XVI en el Chocó, costa Atlántica colombiana y Panamá, se dieron en 1963 (Referencia 7: 362-365 y fig. 7).

Se obtuvieron análisis bromatológicos de la Universidad del Valle, de los cuales resultó que en la chupa del Tolima (*Gustavia speciosa*), la proporción de la vitamina A llega a 50.000 unidades internacionales, algo insólito. El arilo del pacó se descompone en pocos días, de manera que se dificultó el proceso de analizarlo. No obstante que no se obtuvo

resultado analítico como se anunciaba en 1950 (\*), se perseveró en este empeño. Consta que el 26 de octubre de 1978 se entregaron en Bogotá unos frutos al químico Jaime González, de la Universidad Nacional, quien el 10 de mayo de 1979 comunicó que sólo era posible hacer la parte bromatológica, porque para el estudio de las vitaminas el material resultaba dañado. El 10 de diciembre de 1980 se entregaron al CIAT de Palmira otros frutos traídos del Chocó por estudiantes de la facultad agronómica de esa ciudad, que trabajaban entonces en una tesis sobre los enemigos naturales del chontaduro (Diario). Al doctor Robert A. Luse se le agradeció el 18 de febrero de 1981 un informe y carta con los resultados del análisis de frutos de almirajó y pacó (Diario). En 1987 se elaboró una tesis sobre este último fruto, de la cual resulta que la composición es la siguiente:

Humedad	55.9 %
Cenizas	2.38 "
Grasas	63.15 "
fibra cruda	9.42 "
proteína	10.37 "
carbohidratos	14.68 "

todo a base seca. Tiene provitamina A en la proporción de 53.558 U.I., o sea mayor que en la chupa (Referencia 13).

El pacó o membrillo, debido a su rango de dispersión que sobrepasa el área biogeográfica chocona –pues también se da en la costa Atlántica entre el Magdalena y el Urabá, así como en Panamá– se adapta a condiciones ecológicas y pisos altitudinales variados. El 3 de julio de 1979 se observaron en una casa situada al frente de la entrada a la Universidad Campesina de Buga, tres ejemplares creciendo y fructificando normalmente. Con posterioridad, para ampliaciones locativas, los árboles fueron talados (Diario).

---

(\*) *El pacó no figura en los análisis publicados en 1953 por el Instituto Nacional de Nutrición.*

Que se sepa, sólo se han publicado en el trabajo de la referencia 13, siete recetas de preparación del fruto. Pero el autor recuerda el 9 de abril de 1948, porque ese día –agotadas las provisiones que llevaba en el río Raposo– comió arroz preparado por el boga Adolfo Espinosa con pacó a falta de manteca. El arroz estaba delicioso. Sólo al salir a Buenaventura dos días después se informó del "bogotazo".

Como director del Jardín Botánico presentó un proyecto a COLCIENCIAS, código 50102-4-04-78, titulado "Exploración botánica e información básica sobre árboles del género *Gustavia*, usados en la alimentación regional de Colombia". Fue aprobado y se protocolizó el 9 de octubre de 1978. Los fondos asignados fueron girados a 14 de septiembre de 1979, pero desde el año anterior se hicieron viajes de colección, que se continuaron en 1980, 1981 y 1982, no restringidos al pacó, sino incluyendo la chupa del Tolima *Gustavia speciosa*. De ambas se sembró material en Tuluá como en el Bajo Calima. El informe final lleva fecha 15 de junio de 1982. Sobre la chupa se dan informaciones en el trabajo "IncurSIONES en el tema de la nutrición humana, con especial referencia hacia algunos alimentos típicos regionales, literal g)", inédito.

El 14 de septiembre de 1984 se sostuvo una reunión con profesores y estudiantes de la Facultad de Agronomía de Palmira, pues se pensaba hacer una tesis sobre el pacó, que es la que se citó atrás (Referencia 13).

## 6. CHIGUA

De la media docena de especies de Zamíáceas registradas hasta ahora en el Chocó biogeográfico, *Zamia chigua* se destaca desde el punto de vista económico. Es endémica en los estuarios de la costa, en la zona eurihalina, a diferencia de las otras que son de tierra firme. Su uso por la población nativa está documentado desde el tercer cuarto del siglo XVIII (Referencia 14).

El análisis de muestras que se enviaron al Instituto de Nutrición, revela que la proporción de proteínas es de 9.2%.

En 1971 se realizó en Chicago, patrocinada entre otras entidades por el Instituto Estadounidense de Nutrición, la Sexta Conferencia



Internacional sobre Cycadáceas, con el propósito de estudiar la supuesta acción carcinogénica de plantas de esa superfamilia. A dicha reunión se envió un trabajo, que fue traducido al inglés y presentado a nombre del autor, por la doctora Julia Morton. A esta se le acompañó a la boca del río Anchicayá para coleccionar material botánico, y en mayo de 1976 se hizo lo mismo con los científicos norteamericanos doctores Knut Norstog y Standley Kiem (Referencia 8: 369).

El 16 de julio de 1982 se recibió en Cali la visita de los doctores Bruce S. Schoenberg, M.D. Dr. P.H., jefe de Neuroepidemiology Section, National Institute of Health, Bethesda, Maryland; Peter S. Spencer, Ph.D, MRC Path., director, Institute of Neurotoxicology, Albert Einstein College of Medicine, Bronx, N.Y. 10461, U.S.A., y Dr. Vladimir Zaninovic M., Facultad de Medicina, Universidad del Valle, interesados en discutir el presunto efecto que pudiera tener el consumo de envuelto de chigua en la etiología de la nueva enfermedad de neuroparálisis detectada en la costa sur del Pacífico, que después se denominó paraparesia espástica tropical. El asunto continúa sin resolverse.

Es deseable un estudio sobre la Biología de la chigua, que no se pudo realizar en el quinquenio 1945-1950 por diversas causas.

Esta especie se ha traído al Valle geográfico y se comporta bien, como se puede apreciar en tres ejemplares adultos que existen en la colección respectiva del Jardín Botánico en Tuluá.

## 7. TÁPARO

Esta palma oleaginosa de la costa del Pacífico quedó incluida en los programas de investigación en la Estación Agroforestal del Pacífico, en 1946: "Táparo y taparillo (\*). Cultivo sistemático de ambas especies. Posibilidad de cruces con otras especies de Orbignya, sobre todo O. speciosa y con las diversas especies de Attalea y Scheelea. Utilización del

---

(\*) *Taparín o taparillo, Attalea allenii. De racimos y frutos menores que en el táparo. Véanse datos sobre nombres dialectales, hábitos de crecimiento y fructificación, ecología y dispersión, usos locales, biometría y análisis del fruto en la Referencia 11, pp. 148-151; 196-206; 243-244.*

endocarpio leñoso" (Referencia 1: 129). O sea, que con 50 años de anticipación, se previó la afinidad de los tres géneros, lo cual ha quedado patentizado con los últimos trabajos de especialistas en palmas, al reunir todos esos géneros en el de *Attalea*, el más antiguo. La especie en cuestión ha quedado como *Attalea cuatrecasana*.

El 13 de julio de 1950 se tomaron en el municipio de Tumaco varias notas sobre el allí llamado "corozo". En la firma Industrial Palmífera Ltda., sus propietarios los españoles señores Martínez, habían inventado y puesto a funcionar una máquina para el beneficio del támara. Calculaban que 33.000 semillas con peso de 13 toneladas, producían una tonelada de almendra seca. La máquina podía beneficiar 10.000 frutos por hora. Diez u once frutos de éstos equivalían a una nuez de coco para copra. Según ellos el támara da cosecha cada dos meses (Diario).

En 1952, en una recensión de oleaginosas para la naciente industria de las grasas, se publicaron los primeros datos sobre el támara, incluyendo el primer análisis hecho en el Instituto de Nutrición con muestras enviadas de la Estación del Calima (Referencia 9: 40-44), que presenta ligeras variaciones con respecto al que se dará adelante.

Se mandaron muestras al Instituto Nacional de Nutrición de Bogotá, que en su tabla de alimentos de 1953, trae estos datos analíticos dentro del rubro "con alto contenido de grasas":

<u>Pulpa:</u>	Parte comestible	60%
	calorías,	304
	agua gr.	48.8
	proteínas gr.	3.9
	grasas gr.	29.5
	carbohidratos gr.	13.3
	fibra gr.	3.0
	cenizas gr.	1.5
	calcio mgr.	30
	fósforo mg.	40
	hierro mg.	1.0
	vitamina A, UI	0

tiamina mg.	0.12
riboflavina mg.	0.05
niacina mg.	1.0
ácido ascórbico mg.	5" (Referencia 10; 40).

Exceptuando la fibra, el fósforo y el hierro, todos los componentes del táparo resultaron superiores a los del coco (misma página).

Con motivo de repetidos viajes al exterior en los años 1951 a 1957, se perdió el contacto con las oleaginosas, hasta el bienio 1958-1960, cuando por encargo del Instituto de Fomento Algodonero IFA, se adelantaron reconocimientos para localizar y estudiar palmas de ese grupo, especialmente en la costa del Pacífico. Del 21 de febrero al 2 de marzo de 1958 se observó la situación del táparo en la cuenca del río San Juan, y del material recogido se inició la biometría en Cali el 7 de marzo.

En esta correría por el San Juan y su afluente el Sipí-Cajón, se localizaron los sitios donde más abunda la palma, que ha dado nombre a dos quebradas, una en el Sipí y otra en el curso principal. Se obtuvieron informes sobre la saca de aceite, según los cuales es variable el número de frutos necesarios para obtener una botella, dependiendo entre otros factores de que el fruto sea más o menos maduro, y de que tenga una o más almendras. Se observó el 27 de febrero en el brazo Estebanico, ladera de Docordó, el proceso de obtener el aceite, y se tomaron fotografías (Diario).

Durante otro viaje a la costa sur, entre el 10 y el 27 de abril de 1958, se lograron informes sobre la dispersión y densidad del táparo, desde el río Saija al sur hasta Tumaco y río Mira. Resultó que el río Bubuey y el Güisa, éste en el trayecto de la quebrada Albí hasta la confluencia en el Mira, lo mismo que en el Nulpe, hay bastante corozo, y lo bajan los indios cuiquieres hasta la Guayacana, sobre la antigua vía férrea (Diario).

En La Simona, afluente del Saija, se obtuvo el informe de que allí no sacan aceite sino leche. De tres frutos con dos y tres almendras se extrae leche suficiente para una comida: arroz y sancocho. Hay cosecha cada cuatro meses (Diario).

Con los anteriores informes y otros que no se citan, se redactó en 1960 un trabajo sobre varias oleaginosas del Pacífico, entre ellas la principal, el táparo. Esto sólo se publicó en 1977 (Referencia 11: 151-159; 171-173; 207-216; 243-244; 245; 247-254).

En 1975-1976 se publicaron datos históricos sobre la palma (Referencia 12: 200).

Con un nuevo interregno de 18 años, el 8 de octubre de 1978 se presentó a COLCIENCIAS a nombre del Jardín Botánico un proyecto, que fue aprobado el día 28, bajo carta-convenio G-5-222, con este título: "Siembra experimental, registro de crecimiento y estudios biológicos de cuatro palmas oleaginosas nativas de la costa del Pacífico y del Chocó, táparo *Orbignya cuatrecasana*; palma real, *Ynesa colenda*; guérregue *Astrocaryum standleyanum* y mil pesos *Jessenia polycarpa*".

Inicialmente estaba involucrada para hacer replicación del ensayo en la Granja de Espriella, Nariño, de la CONIF, pero luego esta entidad se marginó del proyecto, que se continuó hasta 1981 en la Estación del Calima, bajo el cuidado de los I.A. Armando Velasco F. (abril-diciembre 1979) y Alberto Balcázar (abril-diciembre 1980). La última intervención del que escribe es del 18 de marzo de 1981. Para el táparo se dio preferencia a los frutos con más de dos almendras.

A las palmas sembradas en Calima no se les volvió a prestar asistencia.

Con el fomento de las plantaciones de palma africana a partir de 1960, todas las oleaginosas nativas fueron excluidas del aprovechamiento industrial, aunque las poblaciones nativas siguen consumiendo el táparo como antes, por sus evidentes cualidades gustativas y culinarias.

## 8. PISCANDE

También pertenece a la vertiente del Pacífico el piscande o piscandinul, árbol de la familia de las Bombacáceas, pues los datos históricos y las exploraciones iniciales lo confinan a la vertiente y a la costa, incluyendo en parte la del Ecuador.

El 18 de junio de 1950 se observó en "Túquerres un árbol de piscande o picanar, en casa de Segundo Velásquez. Había sido traído de la costa, y no cuajaba (Diario).

El 24 de abril de 1958, cerca de Caunapí en Nariño se observó un árbol verticilado, que se asimiló a Pachira (Diario). Fue reencontrada esta planta mucho después por la I.A. Olga Salazar de Benavides, como afín al piscande *Pochota patinoi*.

En una obra de 1963 dedicada los frutales nativos de América, se dieron las informaciones correspondientes a 1754 sobre la provincia de Esmeraldas, de las cuales se deduce que los habitantes consumían el piscanguinol o pucaquinol (este quizá error de copia). Se planteaba entonces la posibilidad de que esto fuera lo mismo que se conocía en el río Güisa, afluente del Mira, como piscande. Por no conocerse entonces la identidad botánica, se le asimiló al género Pachira (Referencia 7: 263-264).

En un viaje de estudio por la ruta Pasto-Tumaco, se colectó el 17 de octubre de 1965 material botánico, y el 25 de febrero de 1966 se entregó con otras plantas, a la Sección de Botánica de la Facultad de Agronomía de Palmira. Parte del material se le envió al doctor Armando Dugand, del Instituto de Botánica de la Universidad Nacional, acompañado de datos adicionales y fotografías. El y el especialista belga en Bombacáceas, doctor André Robyns, publicaron el 15 de enero de 1968 la nueva especie, adscribiéndola al género Bombacopsis, y dándole generosamente el nombre de quien escribe (Referencia 15). Posteriormente este género ha sido restituido a Pochota, publicado en 1911 por el botánico nicaragüense Miguel Ramírez Goyena.

El 1o. de enero de 1978 aparece registrado bajo el código CO-50102- en COLCIENCIAS, un proyecto que se envió con el título "Recolección de material botánico y de propagación de la Bombacácea piscande *Bombacopsis patinoi* Dug. -Robyns, de las cuencas de los ríos Güisa y Mira, en el Departamento de Nariño y zona limítrofe con el Ecuador". Aprobado el proyecto, el primer giro se hizo en 1979. Se realizaron varios viajes a la región, y se asoció al proyecto como coinvestigadora a la I.A. nariñense Olga Salazar de Benavides, con vínculos familiares en Ricaurte, y por lo mismo cerca a la localidad de la colección original.

El 17 de diciembre de 1978 se consignaron los siguientes datos en el diario de actividades: "En el mercado de Ricaurte, información de Francisco Arias, en Palpis, abajo de la iglesia, km. 152, tiene en los montes /piscande/. Ha visto y probado sancocho de los indígenas y una preparación con ají. Entrevista con Sra. Rosario Vargas de Cabezas, quien informó sobre las cuatro maneras de preparar el piscande: sancocho, molo (guiso o papilla), arepa –que es frito y molido–, y cocido. Siempre se le saca el embrión" (Diario).

Se logró en parte el objetivo buscado, como lo indica el informe final de 15 de junio de 1982. Muestras se enviaron para análisis a la Universidad del Valle, de los cuales resultó que el piscande tiene 11% de proteínas (1980).

Con miras a conocer las posibilidades económicas distintas de las alimentarias, a febrero 5-6 de 1980 se entregaron personalmente en Medellín, al laboratorio de Tecnología de Maderas de la Universidad Nacional, muestras de leño, obtenidas cerca a la Guayacana, Nariño. Nunca se supo el resultado.

Asimismo frustráneo resultó otro envío a la Universidad Industrial de Santander, hecho el 27 de septiembre de 1982, de tres muestras de leños obtenidas en unos pocos árboles que había en la finca "Green Refuge" de Bitaco, Valle, tomadas allí el día 13. Estos árboles procedían de semillas traídas de Nariño por un antiguo obrero, y de ellos se había obtenido antes material botánico, porque parece que habría más de una especie de Pochota en aquel departamento.

Quedan –como ocurre con los demás alimentos mencionados– muchas cosas por averiguar sobre este, que por estar asociado con indígenas es objeto de desprecio por parte de los "blancos".

## 9. CASTAÑO

A frutos del castaño (*Compsoneura cuatrecasana*), otro árbol de la costa occidental, que se comen cocidos, se les hizo biometría en Medellín el 4 de febrero de 1954, y el 16 del mismo mes se enviaron al Instituto Nacional de Nutrición, por conducto del Dr. Lewis M. Roberts, de la

Oficina de Investigaciones Especiales del Ministerio de Agricultura para el programa de maíz, al que el autor prestaba entonces su colaboración como Colector de Campo. Se produjo el análisis correspondiente, que figura en el anexo H) y H<sub>1</sub>). Han sido inútiles las gestiones para que se estudie más a fondo la otra especie de este género de Myricáceas que hay en la costa, C. atopa A.C. Smith.

## 10 y 11. CACAOS DE MONTE

Del Chocó biogeográfico describió el profesor Cuatrecasas en su monografía sobre el género Theobroma, seis especies y una subespecie, de algunas de las cuales el autor colectó material botánico, tanto en Colombia como en Ecuador: *T. gileri*, *T. cirmolinae*, *T. stipulatum*, *T. chocoensis* var. *bullatum*, *T. nemorale*, *T. hylaeum*, y *T. bernouilli*, subsp. *capilliferum*. De todos ellos, *T. cirmolinae* es el que vive a mayor altura sobre el mar, hasta 1500 m.; mientras que *T. bernouilli*, subsp. *capilliferum* se halla en las bocanas y zonas de encuentro de aguas dulce y salada. Las demás especies y formas son de tierra firme.

Consta que el 14 de junio de 1949, el autor llevó a la Estación Experimental de Palmira, donde actuaba el especialista en cacao I.A. Enrique Llano, una muestra de chocolate hecho con semillas de T. capilliferum, pues entonces se consideraba esta como una especie distinta. El 16 de junio del mismo año se hizo biometría de frutos. En esta oportunidad se anotó lo siguiente: "Un kg. tiene 690 granos secos. Torrefacto y molido, ese kg. da: pasta, 21 oz. o sea 672 gr.; cáscara, 5 oz. o sea 160 gr. Peso de ambas: 832 gr. Humedad, 168 gr., o sea 16.8%" (Diario).

En otra ocasión se había preparado cacao con semillas de T. cirmolinae, obtenido en las cercanías de Queremal, Dagua, el 20 de septiembre de 1952, según la siguiente anotación: "Bajando del km. 56 al río San Juan, a mano izquierda, pocos pasos del puente colgante que atraviesa el río Digua a unos pocos metros de la confluencia del Cavas, hay un ejemplar. Tres más se encontraron en las vecindades de la casa de la hacienda de los herederos de Andrés Mañozca, que queda en la loma que sirve de divorcio de aguas entre el sistema Cavas-Digüita-Digua y el Piedra de Moler. Los árboles que han quedado del desmonte están muy cargados y con ramas

bien distribuidas. Uno de los tres últimos, el más cercano a la casa, estaba mudando hoja. Las hormigas arrieras pequeñas, negruzcas, bajan del tronco con los pétalos amarillos y podrían desempeñar algún papel en la polinización. Dicen los baqueanos que las ardillas y "perros de monte" rompen los frutos, y que en cosecha se aglomeran de noche, los últimos en los árboles. Todos los ejemplares vistos tenían las hojas elípticas, de ápice redondeado y de gran tamaño" (Diario).

De todas las especies mencionadas, los nativos ocasionalmente chupan el mucílago o preparan chocolate; pero esta bebida es poco frecuente en el litoral, y para esto son preferidos las especies *T. bicolor* o *T. cacao*, ambas cultivadas.



**LITERATURA CITADA**

(Trabajos publicados)

PATIÑO, Víctor Manuel: 1946. Presentación del Calima. Prospectación tentativa de una política agraria para el litoral colombiano del Pacífico. Cali. /Editorial Fernández Morgado/.

——— : 1956. El maíz chococito. Noticia sobre su cultivo en América ecuatorial. AMERICA INDIGENA. México, vol. XVI, No. 4.

——— : 1947. Exploración agrícola del litoral Pacífico. Campaña de Cultivos Coloniales. Memoria bianual de 1945-1946. Secretaría de Agricultura y Fomento. Cali. Imprenta Departamental.

——— : 1948. Estación Agro-forestal del Pacífico, de Calima-Buenaventura. Memoria anual de 1947. Secretaría de Agricultura y Fomento. Cali. Imprenta Departamental.

——— : 1949. Estación Agro-forestal del Pacífico, de Calima-Buenaventura. Memoria anual de 1948. Secretaría de Agricultura y Fomento. Cali. Imprenta Departamental.

——— : 1950. Un quinquenio al servicio de la agricultura vallecaucana. Secretaría de Agricultura vallecaucana. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Cali. Imprenta Departamental. (Incl. Memoria anual de 1949).

——— : 1963. Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial. Tomo I. Frutales. Cali. Imprenta Departamental.

NORSTOG, Knut-Robert W. LONG: 1976. Plant Biology, Fairchild Tropical Garden, Miami, Fla. Press of W.B. Saunders Co. Philadelphia. (véase página 369).

PATIÑO, Víctor Manuel: 1952. Oleaginosas vallecaucanas. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Cali. Imprenta Departamental.

GÓNGORA Y LÓPEZ, José-YOUNG LÓPEZ, Norton: 1953. Tabla de composición de alimentos colombianos. Instituto Nacional de Nutrición. Bogotá. Editorial ARGRA.

PATIÑO, Víctor Manuel: 1977. Palmas oleaginosas de la costa colombiana del Pacífico. CESPEDESIA, Nos. 21-22 Cali.

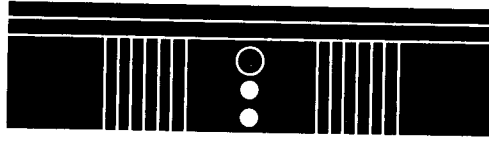
——— : 1975-1976. Historia de la vegetación natural y de sus componentes en la América equinoccial. Cali. Imprenta Departamental.

ARANGORUIZ, John Jairo - Jorge Luis MARTINEZ GIRALDO: 1987. Contribución al conocimiento del pacó, *Gustavia superba* HBK Berg., Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, 119 h.

PATIÑO, Víctor Manuel: 1989. Notas preliminares sobre el uso de las Zamíáceas por los pueblos primitivos y aculturados del intertrópico americano. PEREZ - ARBELAEZIA, Bogotá, vol. II, No. 8pp. 429-442.

DUGAND, Armando y André ROBYNS: enero 15 de 1968. Una interesante adición a las Bombacáceas de Colombia. MUTISIA, No. 31, 4 p.

CUATRECASAS, José: 1964. Cacao and its allies. A taxonomic revision of the Genus *Theobroma*, Washington, D.C. Smithsonian Institution, U.S. Government Printing office, iv, 379-614, XII plates.



## **DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN ZOTEAS DE LAS COMUNIDADES NEGRAS DEL RÍO CAJAMBRE (PACÍFICO VALLECAUCANO)**

Mireya Leyton-C<sup>1</sup>.; Jesús E. Arroyo-V<sup>2</sup>, Maribell González-A .;  
María Valencia<sup>3</sup>; Aubdon Rentería<sup>3</sup>, Gabriel Rentería<sup>3</sup>,  
Marciano Vallecilla<sup>3</sup> y ODINCA<sup>4</sup>-Consejo Comunitario

*“Los conocimientos que sustentan esta investigación hacen parte del patrimonio y acervo cultural del pueblo negro de la cuenca hidrográfica del río Cajambre (Valle-Colombia) y son la resultante de una construcción colectiva, exenta de cualesquier normatividad de propiedad intelectual”.*

### **RESUMEN**

*Fueron evaluadas 174 unidades familiares (Ufa's) en nueve (9) comunidades del río Cajambre Valle del Cauca, aplicando entrevistas*

- 
- <sup>1</sup> Investigadora Asociada del Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas INCIVA. Apartado aéreo 5660 Cali Colombia.
  - <sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico IIAP. Apartado aéreo 521 Quibdó Chocó [iiap@col2.telecom.com.co](mailto:iiap@col2.telecom.com.co).
  - <sup>3</sup> Investigador (a) local y Miembro de ODINCA. Apartado aéreo 10175 Buenaventura Valle del Cauca Colombia.
  - <sup>4</sup> Organización para la Defensa de los Intereses del río Cajambre. Consejo Comunitario. Apartado aéreo 10175 Buenaventura Valle del Cauca Colombia.

*directas e inventario de las especies y variedades presentes en las zoteas. Se registran 131 morfo-especies las cuales pertenecen a 82 Géneros y 47 Familias botánicas. La comunidad de Pital presentó la mayor diversidad y se determinó la importancia de las zoteas en la conservación de especies de uso medicinal y alimenticio. Se interpretan aspectos de la distribución zonal de especies, identificando un patrón dominante de plantas medicinales en la zona 2 (media) contrastante con la zona 1 (baja), en donde las plantas alimenticias son más frecuentes. Se discuten tendencias en la distribución y su relación con las dinámicas en el manejo de los sistemas tradicionales de producción.*

**Palabras claves:** *comunidades negras, diversidad, etnobotánica, florística, río Cajambre zoteas.*

### ABSTRACT

*174 family units (Ufa's) were evaluate, in nine communities of the river Cajambre (Valle), applying direct interviews and inventorying of the species and present varieties in the flat roofs. They register 131 morpho-species, which belong to 82 genera and 47 botanical families. The community of Pital presented the biggest diversity and the importance of the flat roofs is determined in the conservation of species of medicinal and nutritious use. Aspects of the zonal distribution of species are interpreted, identifying a dominant pattern of medicinal plants in the area 2 (mediates) contrasting with the area 1 (it lowers) where the nutritious plants are more frequent. Tendencies are discussed in the distribution and their relationship with the dynamics in the handling of the traditional systems of production.*

**Key words:** *Black communities, Cajambre river, Diversity, Ethnobotany, Floristic, Flats roofs.*

### INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies, siempre ha sido fundamental para el planteamiento de preguntas en Ecología. Su estudio ha estado basado principalmente, en investigaciones correlativas y comparativas (Huston,

1994). Igualmente, se reconoce que la diversidad local debe estar correlacionada con las características medio-ambientales, especialmente con la diversidad de recursos naturales (Schulter and Ricklefs, 1993).

Colombia es considerada como el segundo país del mundo en diversidad biológica, ya que sus bosques se caracterizan tanto por la riqueza de especies animales como de plantas, así como por poseer uno de los mayores índices de endemismo (Santos, 1994; Gentry, 1982, 1986 y 1988). Sin embargo, los bosques húmedos neotropicales están desapareciendo rápidamente debido a las actividades antropogénicas como la tala, la agricultura y la potrerización, Fearnside (1979 y 1987) y Redford (1992).

La búsqueda de alternativas a la severa deforestación de las regiones cálido-húmedas del mundo, ha sido una preocupación central en los recientes estudios acerca del manejo de los recursos naturales. En la última década, numerosas investigaciones se han centrado en el estudio del potencial utilitario de las selvas tropicales, buscando demostrar la superioridad ecológica y económica del uso forestal por sobre la conversión de estos ecosistemas hacia sistemas agrícolas, pecuarios o de plantaciones (Nepstad y Schwartzman, 1992; Panayatou y Ashton, 1992; Plotkin y Famolare, 1992 citados por Toledo et al., 1995).

En esta perspectiva, los estudios sobre el conocimiento y uso que los grupos indígenas hacen de las selvas tropicales húmedas se han vuelto fundamentales porque ponen en entredicho la supuesta racionalidad de las formas modernas u occidentales de uso de los recursos, al revelar el enorme número de especies útiles y de productos obtenidos directamente de esos ecosistemas (Toledo et al.; 1995).

Generalmente es reconocido que los agricultores tradicionales del trópico, cultivan una gran variedad o diversidad de semillas en orden de asegurar la máxima cosecha dentro de confines espaciales reducidos (Anderson, 1952; Chang, 1977; Igbozurike, 1971; Colson, 1977; citados por Clawson, 1985). Sin embargo, la pérdida de variedades populares, su evolución a través de la selección y la adopción de nuevas variedades introducidas, son parte del cambio dinámico a pequeña escala en los sistemas tradicionales, Cleveland et al., (1994).

Las zoteas son huertas elevadas construidas con canoas o lanchas viejas, guaduas, canales o cantoneras de madera, sostenidas por horcones, y llenas con tierra de hormiga. En ellas se siembran plantas alimenticias y aromáticas, para aliñar, para remedio y para secretos, para el amor y la suerte. Las zoteas también sirven para poner a germinar semillas de árboles frutales y maderables que luego se traslapan a otros terrenos, lejos de la vivienda (Gamboa, 1995; Tapia et al., 1997).

Este documento reporta las especies y variedades cultivadas en zoteas y caracteriza elementos de la dinámica cultural en las comunidades negras del río Cajambre, que permiten reconocer su importancia para la conservación y manejo de recursos fitogenéticos (RFG's) y algunos de sus parientes locales (variedades tradicionales), al igual que establece lineamientos valorativos para implementar estrategias "in situ" de protección del germoplasma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de distribución y diversidad florística de las especies y variedades en las zoteas, se realizó en nueve comunidades (veredas) del río Cajambre (Pacífico vallecaucano), Pital (P), Punta Bonita (PB) y Bocas del Brazo, localizadas en la zona de bajamar y déltica del río, caracterizada por vegetación y flora asociada con el manglar y cuyos habitantes obtienen su sustento principalmente de la explotación de los recursos pesqueros (de manera artesanal) y de la captura de organismos marinos (pianguas, cangrejos y jaibas etc.). En las veredas de Fragua (F), Silva (S) y el Chorro (C), que constituyen la zona media de la cuenca hidrográfica y en donde las actividades agrícolas (huertos habitacionales etc.), de aprovechamiento del bosque (cacería y tala de madera), muestran la vocación y tendencia productiva predominante y en las veredas de San Isidro (SI), Aragón (A) y Barco (B), las cuales conforman la parte alta de la cuenca, en donde las terrazas disectadas como perfil orográfico, configuran un paisaje de pendientes con inclinación variable y sustentan una vegetación arbórea con predominio de maderas duras (LAURACEAE, MIRYSTICACEAE, BURSERACEAE, LYTHRACEAE, etc). Las comunidades de la zona alta, presentan una vocación agrícola combinando la cacería y en menor escala la minería tradicional (barequeo). Es

importante en esta zona, la dinámica de transhumancia hacia la bocana (zona baja), la cual contribuye a la explicación de la dominancia tanto de ciertas especies como los niveles de manejo de los recursos naturales. El estudio de distribución y variabilidad de las especies en zoteas, hace parte de la investigación en recursos fitogenéticos asociados a la seguridad alimentaria de las comunidades cajambreñas, el cual se realizó en su primera etapa entre Octubre de 1997 a Octubre de 1998. La cuenca se localiza en Latitud Norte 77°25' - 77°37' y Longitud W 3°28' - 3°32', con precipitación promedio anual entre 26 - 30 ∞C., humedad relativa media anual 90% y 5 - 125 m.s.n.m. (Eslava, 1994).

El estudio se documentó mediante la visita a 174 Unidades familiares (Ufa's), aplicando entrevistas directas, evaluando el estado de las zoteas con su respectivo inventario y referenciando aspectos de manejo (fitoprácticas) para explicar posteriormente singularidades tanto de la distribución como de la diversidad de las especies. La taxonomía de las morfo-especies se adelantó mediante el tratamiento de los ejemplares, en los Herbarios CUVC de la Universidad del Valle, CHOCO de la Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba", TULV del Jardín Botánico Juan María Céspedes del INCIVA, COL de la Universidad Nacional de Colombia y la revisión de documentos para la región.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diversidad florística

Se determinaron 93 especies, 21 variedades y 17 indeterminados, pertenecientes a 82 Géneros y 47 Familias botánicas (Anexo 1). Entre las Familias con mayor número de especies y variedades se encuentran Lamiaceae, Amaranthaceae, Poaceae y Solanaceae entre otras (Figura 1). Las especies de dichas Familias, se caracterizan por presentar en su mayoría hábito herbáceo y temporalidad entre anual y bianual. Entre los géneros más representativos se encuentran *Ocimum*, *Alternanthera*, *Zea*, *Psidium* y *Allium* etc. (Figura 2). La zona 1 con 60 especies registró la mayor diversidad, seguida de la zona 2 con 56 especies y la zona 3 con 26 especies; destacándose la localidad de Pital que reúne 45 especies, siendo por tanto la de mayor diversidad (Tabla 1).

## Distribución florística

La presencia de un mayor número de especies (45) en las zoteas de Pital, puede interpretarse con base en dos aspectos: Primero, como consecuencia de la dinámica de transhumancia entre las zonas 1 y 3 e igualmente como reflejo de la importancia de estas en el contexto de la alimentación y la salud. Sobresalen las Albahacas (*Ocimum spp*) Lamiaceae), las que son ampliamente usadas en tratamientos estomacales y en preparaciones analgésicas y antifebrífugas. Estas especies y sus variedades, también se encuentran articuladas a la tradición mágico – religiosa y su manejo es desempeñado con mayor sapiencia por las mujeres de más edad. Una situación similar, ha sido referenciada por varios autores en otros continentes, en donde se reconoce su relación con enfermedades estomacales como en África según Amico (1977), Boulos (1983); Burkill (1985), Kools et al., (1976), Leiderer (1982), Von Ries and Lipp (1982) y Weiss (1979) y para Asia Duke and Ayensu (1983), Quisumbing (1951), Rageau (1973) y Rao and Jamir (1982).

Segundo, como resultante de la reducida área disponible en el huerto habitacional que se observa en la localidad para mantener o incrementar otras fuentes de recursos fitogenéticos (plantas integradas a los usos tradicionales), máxime cuando se presentan continuos procesos intermareales (con algunas mareas extremas llamadas “pujas”), los cuales inundan con frecuencia sectores aledaños a las unidades familiares y otros lugares en donde se pueden tener RFG’s. Dicho aspecto se sustenta en la relación itinerante (transhumancia) entre las localidades de Pital – Aragón – Barco – Pital, pues el “suplemento” de plantas básicas, es la resultante de especies cultivadas e intercambiadas entre los sectores y en especial entre grupos de un mismo tronco familiar.

La zona 2 (Fragua, Silva y Chorro), muestra una tendencia hacia las especies de uso medicinal (Figura 3), seguida por las denominadas “golosinas” y quedando con mínima expresión las plantas alimenticias. Esto contrasta con la tendencia en la zona 1 (Pital, Punta Bonita y Bocas del Brazo), en donde la tendencia dominante en las zoteas es hacia las plantas de uso alimenticio seguido por las medicinales. Tal composición y distribución florística, refleja como las condiciones ecosistemáticas de la zona 2, en donde hay mayor disponibilidad de área para el huerto



habitacional acompañada por una dinámica cultural, que muestra una vocación al manejo de la finca tradicional y al aprovechamiento de la oferta del monte; se hacen consecuentes con unas acciones hacia la conservación y manejo particular tanto de ciertos recursos fitogenéticos como a la presencia de una serie de fitoprácticas asociadas. Un aspecto similar, es interpretado por Toledo et al., (1995), quienes afirman que cada cultura o civilización construye una imagen diferente de su naturaleza, percibe de manera distinta los bienes o riquezas encerrados en ella y, en consecuencia de lo anterior, adopta una estrategia particular de uso o desuso. Igualmente Boster (1985), considera que la diversidad es un producto de la selección de muchos y diferentes ambientes naturales y humanos, pero también puede reflejar una profunda preferencia entre el germoplasma y las culturas. Finalmente, la zona 3 (San Isidro, Aragón y Barco), muestra una complementariedad de plantas alimenticias con respecto a la tendencia de plantas medicinales reflejada en la zona 1, siendo Barco donde mayor presencia hay del potencial alimenticio.

Las especies de Albahaca blanca y negra (*Ocimum sp.*, Lamiaceae), Cilantro de *sp.*, Umbelliferaceae) y la Hierba buena (*Mentha sp.*, Lamiaceae), lo mismo que el Orégano (*Coleus sp.*, Lamiaceae), el Orosul (*Asclepias sp.*, Asclepiadaceae) y la Cebolla (*Allium sp.*, Liliaceae), se encuentran presentes en las zoteas de la mayoría de las comunidades y el número de individuos de las mismas es significativo (Tabla 2).

De los 131 materiales registrados en las zoteas de las comunidades negras del río Cajambre, 33 (23.07%) corresponden al hábito arbóreo y cuyo destino final será el trasplante al huerto habitacional y a la finca tradicional, esto confirma un proceso de transitoriedad (cuarentena y evaluación) al cual se someten ciertos materiales, en especial cuando están siendo introducidos por primera vez a la unidad familiar en su esquema de manejo de recursos genéticos o cuando existen referencias de su comportamiento agronómico en otras localidades y que generan expectativas por su integración a un nuevo hábitat. Y es el mismo proceso de transitoriedad, al cual se someten ciertos materiales, lo que hace evidente la dinámica de intercambio e interacción de variedades al interior de las localidades y entre estas para con otras cuencas del litoral Pacífico. Tal acción, si bien genera posibilidades de enriquecimiento de la variabilidad genética de las especies manejadas en las zoteas, se

convierte también en la oportunidad para el desplazamiento (erosión) de las que ancestralmente han acompañado a los habitantes de la región. Una aseveración similar es presentada por varios autores, quienes consideran que una de las principales causas de la erosión genética es la adopción de modernos cultivares al interior de áreas de manejo ancestral (Miller, 1973; Frankel, 1974; Harlan, 1975 y Oldfield, 1984).

## CONCLUSIONES

La presencia de 131 materiales en las zoteas de las comunidades negras del río Cajambre, es una muestra clara de la diversidad y de la complejidad de las interacciones culturales que están asociadas a este componente estructural de la unidad familiar productiva, pues muestra una complementariedad de recursos con los presentes en otros espacios de aprovechamiento y manejo como son la huerta habitacional, la finca tradicional y el monte. Y es apreciable, que las especies que hacen tránsito en la zotea, corresponden a una amplia gama de hábitos que van desde el herbáceo hasta el arbóreo (en etapa de germinación y plántula). Igualmente, la distribución de las especies en las diferentes localidades de la cuenca del río Cajambre, muestra tendencias que permiten explicar parte de la configuración del huerto habitacional y su relación con la oferta ambiental en las distintas unidades de paisaje que caracterizan cada localidad y contribuye a la definición de la unidad familiar productiva a lo largo del río. Tales elementos, son importantes para interpretar dinámicas sociales como la transhumancia entre las localidades de la parte alta con relación a las de bajamar y reconocer la importancia de la especialización sexual en el manejo del germoplasma.

Las especies que se cultivan en las zoteas, son principalmente esenciales en el complemento alimenticio y medicinal de las comunidades negras del Cajambre. Sin embargo, existen otras categorías de uso, que implican mayor trascendencia entre los habitantes como son los mágico-religiosos y aquellos reservados a personas que por su tradición y destreza en la manipulación de las mismas (v. gr.; curanderos, parteras o comadronas etc.), no son generalizados entre los habitantes. Finalmente, la investigación sobre la diversidad de especies y variedades presentes en las zoteas, permite plantear la necesidad de profundizar integralmente en el significado

estratégico que tiene este agroecosistema tanto para la estabilidad socio-cultural de las comunidades así como para la sostenibilidad de acciones que conduzcan a la conservación “in situ” de germoplasma local (variedades tradicionales y sus conocimientos asociados).

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecemos a la Organización para la Defensa de los Intereses del río Cajambre y al Consejo Comunitario del río Cajambre, el respaldo logístico y operativo al proyecto “RFG’s asociados a la Seguridad alimentaria de las comunidades negras del río Cajambre Fase I”, a la Fundación SWISSAID-Colombia y Programa SEMILLAS, por el apoyo financiero, ético y profesional en relación con el trabajo integrado a las comunidades rurales; al Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas INCIVA y al Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico “John von Neumann” IIAP-JvN, por su respaldo financiero y logístico. Finalmente, un agradecimiento especial a todas las personas Cajambreñas, que han legado sus conocimientos con la confianza de que aún se pueden establecer relaciones transparentes y constructivas en el ámbito del Diálogo de Saberes.

**LITERATURA CITADA**

AMICO, A. 1977. Medicinal Plants of Southern Zambesia. *Fitoterapia* 48: 101 - 136.

BOULOS, L. 1983. Medicinal Plants of North Africa. Reference Publications, Inc., Algonac, MI.

BOSTER, J. S. 1985. Selection for Perceptual Districtiveness: Evidence from Aguaruna Cultivars. *Economic Botany*. 39: 310 - 325.

BURKILL, H. M. 1985. The Useful Plants of West Tropical Africa. Vol. 1. Royal Botanical Gardens, Kew.

CLAWSON, L. D. 1985. Harvest Security and Intraespecific Diversity in Traditional Tropical Agriculture. *Economic Botany* 39 (1) : 56 - 67.

CLEVELAND, D. A. Daniela SOLERI and S.E. SMITH. 1994. Do folk Crop Varieties have a Role in Sustainable Agriculture?. *BioScience*. 44 (11): 740 - 750.

DUKE, J. A. and E. S. Ayensu. 1985. Medicinal Plants of China. Reference Publications, Algonac, MI.

ESLAVAR., J. A. 1994. Climatología del Pacífico Colombiano. Acad. Col. de Ciencias Geofísicas. Colección Eratostenes # 1. Santafé de Bogotá Col. 79 p.

FEARNSIDE, P.M. 1979. Cattle Yield Prediction for the Transamazonica Highway of Brazil. *Interciencia* 4: 220 - 225.

\_\_\_\_\_. 1987. Rethinking Continuous Cultivation in Amazonia. *BioScience* 37 (3): 209 - 213.

FRANKEL, O. H. 1974. Genetic Conservation: our Evolutionary Responsibility. *Genetics* 78: 53 - 65.

GAMBOA Ana Tulia. 1995. Zotea de Sabores. Biblioteca Popular Ambiental Costa Pacífica. # 18. Fundación NATURA. 16 pp.

GENTRY, A.H.; 1982. Neotropical Floristic Diversity: Phytogeographical Connections between Central and South America, Pleistocene Climatic Fluctuations, or an Accident of the Andean Orogeny?. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 69: 557 - 593.

———. 1986. Species Richness and Floristic Composition of Chocó Region Plant Communities. *Caldasia* 15: (71 - 75): 71 - 91.

———. 1988. Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients. *Ann. Missouri Botanical Gardens.* 76 (1): 34 - 43.

HARLAN, J. R. 1975. Our Vanishing Genetic Resources. *Science* 188: 618 - 622.

HUSTON, M.A. 1994. *Biological Diversity*. Cambridge U. Press. Cambridge University. UK.

KOOLS, H., J. H. Ouma, C. Kariuki, and A. E. Butterworth. 1987. Coping with Intestinal Illness Among the Kamba in Machakos, Kenya, and Aspects of Schistomiasis Control. *Soc. Sci. Med.* 24: 383 - 394.

LEIDERER, R. 1982. La Médecine Traditionnelle chez les Bekpak (Bafia) du Cameroun. *Collectanea Instituti Anthropos.* Vol. 27. Haus Völker and Kulturen, Saint Augustin.

MILLER, J. 1973. Genetic Erosion: crop Plants Threatened by Government Neglect. *Science* 182: 1231 - 1233.

OLDFIELD, M. L. 1984. *The Value of Conserving Genetic Resources*. US Department of the Interior, Washington, D. C.

QUISUMBING, E. 1951. *Medicinal Plants of the Philippines*. Republ. Philipp., Dept. Agric. Nat. Resources, Techn Bull. 16.

- RAGEAU, J. 1973. *Les Plantes Médicinales de la Nouvelle-Calédonie*. ORSTOM:, Paris.
- RAO, R. R., and N. S. Jamir. 1982. *Ethnobotanical Studies in Nagaland. Medicinal Plants*. *Econ. Bot.* 36: 176 - 181.
- REDFORD, K. H. 1992. *The Empty Forest*. *BioScience* 42 (6): 412 - 422.
- SANTOS, M. 1994. *Simposio Internacional de Biodiversidad, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias (Ined)*. 120 pp.
- SCHULTER, D. and R. E. Ricklefs. 1993. *Species Diversity*. Pag. 1-10 In: R.E. Ricklefs and D. Schulter, eds., *Species Diversity in Ecological Communities, Historical and Geographical Perspectives*. The University of Chicago Press, Chicago.
- TAPIA, C.; Rocío POLANCO y Claudia LEAL. 1997. *Los Sistemas Productivos de la Comunidad Negra del Río Valle Bahía Solano, Chocó. Proyecto BIOPACIFICO y Fundación NATURA*. 36 pp.
- TOLEDO, V. M.; Ana Y. BATIS; Rosalba BECERRA; E. MARTINEZ y Clara H. RAMOS. 1995. *La Selva Útil: Etnobotánica Cuantitativa de los Grupos Indígenas del Trópico Húmedo de México*. *Interciencia*. Vol 20 (4): 177 - 186.
- VON REIS, S. and F. J. Lipp. 1982. *New Plant Sources for Drugs and Foods from the New York Botanical Garden Herbarium*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- WEISS, E. A. 1979. *Some Indigenous Plants used Domestically by East African Coastal Fishermen*. *Economic Botany*: 33: 35 - 51.

**Anexo 1. Listado de especies registradas para las zoteas de las comunidades negras del río Cajambre (Pacífico vallecaucano).**

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Ajenjibre	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	ZINGIBERACEAE
Ají	<i>Capsicum annum</i> L.	SOLANACEAE
Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	LILIACEAE
Albahaca blanca	<i>Ocimum americanum</i> L.	LAMIACEAE
Albahaca castilla	<i>Ocimum cf. micranthum</i> Willd	LAMIACEAE
Albahaca de la virgen	<i>Ocimum sp.</i>	LAMIACEAE
Albahaca grande	<i>Ocimum americanum</i> L var (I)	LAMIACEAE
Albahaca mediana	<i>Ocimum americanum</i> L. var (II)	LAMIACEAE
Albahaca menudita	<i>Ocimum americanum</i> L. var (III)	LAMIACEAE
Albahaca morada	<i>Ocimum basilicum</i> L.	LAMIACEAE
Albahaca negra	<i>Ocimum sp.</i>	LAMIACEAE
Albajaquilla	<i>Cyathula sp.</i>	LAMIACEAE
Altamisa	<i>Ambrosia cumanensis</i> Kunth	ASTERACEAE
Anamú grande	<i>Petiveria alliacea</i> L.	PHYTOLACCACEAE
Anamú pequeño	<i>Petiveria alliacea</i> L var (I).	PHYTOLACCACEAE
Anisillo	<i>Piper anisatum</i> Kunth	PIPERACEAE
Arrayán	<i>Psidium caudatum</i> Mc Vauh	MYRTACEAE
Arrayán sp 1 (Monte)	<i>Psidium caudatum</i> Mc Vauh var. (I)	MYRTACEAE
Arroz	<i>Oriza sativa</i> L.	POACEAE
Botoncillo hembra	<i>Acmella brachyglossa</i> Cass.	ASTERACEAE
Botoncillo macho	<i>Wedelia trilobata</i> (L.) Hitchc.	ASTERACEAE
Calambombo	<i>Justicia chlorostachya</i> Leonard	ACANTHACEAE
Camote blanco	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	CONVOLVULACEAE
Camote morado	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam var (I)	CONVOLVULACEAE
Cebolla de castilla	<i>Allium fistulosum</i> L. var (I)	LILIACEAE
Cebolla larga	<i>Allium fistulosum</i> L.	LILIACEAE
Cebolla redonda	<i>Allium cepa</i> L.	LILIACEAE
Celedonia	<i>Peperomia sp.</i>	PIPERACEAE
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	APIACEAE
Cimarrón	<i>Eryngium foetidum</i> L.	APIACEAE
Citronela	<i>Vetiveria sp.</i>	POACEAE
Coca	<i>Erythroxylum coca</i> Lam.	ERYTHROXILACEAE
Coco real	<i>Cocus nucifera</i> L.	ARECACEAE
Coco manila	<i>Cocus nucifera</i> L var (I)	ARECACEAE

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Congolita	<i>Pilea cardierei</i> Gapnep et Guillan	URTICACEAE
Chamizo	<i>Mabea chocoensis</i> Croizat	EUPHORBIACEAE
Chirimoya	<i>Annona cherimolia</i> Mill.	ANNONACEAE
Chontaduro	<i>Bactris gassipaes</i> HBK	ARECACEAE
Chulco	<i>Oxalis corniculata</i> L.	OXALIDACEAE
Escancel grande	<i>Alternanthera bettzickiana</i> (Regel) Stand.	AMARANTHACEAE
Escancel macho	<i>Alternanthera cf bettzickiana</i> (Regel) Stand var. I	AMARANTHACEAE
Escancel morado	<i>Alternanthera cf bettzickiana</i> (Regel) Stand var. II	AMARANTHACEAE
Escancel oro	<i>Alternanthera cf. bettzickiana</i> (Regel ) Stand var. III	AMARANTHACEAE
Escancel pequeño	<i>Alternanthera cf. bettzickiana</i> (Regel) Stand var. IV	AMARANTHACEAE
Escancel rojo	<i>Alternanthera cf. bettzickiana</i> (Regel) Stand var. V	AMARANTHACEAE
Escoba babosa	<i>Sida rhombifolia</i> L.	MALVACEAE
Escubilla	<i>Scoparia dulcis</i> L.	SCROPHULARIACEAE
Espadilla	<i>Killinga pumilla</i> Michx.	APIACEAE
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L	FABACEAE
Galve hembra	<i>Cassia reticulata</i> Willd.	FABACEAE
Galve macho	<i>Cassia</i> sp.	FABACEAE
Gallinaza	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass	ASTERACEAE
Golondrina	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	CARYOPHYLLACEAE
Gorreta	<i>Cephaelis tomentosa</i> (Aubl.) Vahl	RUBIACEAE
Granadilla	<i>Passiflora mollissima</i> (Kunth.) Bailey	PASSIFLORACEAE
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	ANNONACEAE
Guaquillo	<i>Aristolochia</i> sp.	ARISTOLOCHIACEAE
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	STERCULIACEAE
Guayaba real	<i>Psidium guajaba</i> L.	MYRTACEAE
Guayaba castilla	<i>Psidium guajaba</i> L. var. (I)	MYRTACEAE
Guayabillo	<i>Psidium</i> sp1	MYRTACEAE
Heliotropo	<i>Hedichium coronarium</i> Koeing	ZINGIBERACEAE
Hierba acuatica	<i>Mentha aquatica</i> var. <i>crispa</i> (L.) Benth	LAMIACEAE
Hierba buena	<i>Mentha rotundifolia</i> (L.) Huds.	LAMIACEAE
Hierba buena castilla	<i>Mentha</i> sp.	LAMIACEAE



NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Hierba buena lisa	<i>Mentha citrata Ehrh. Beit.</i>	LAMIACEAE
Hierba dulce	<i>Borreria laevis (Lam.) Griseb</i>	RUBIACEAE
Hoja santa	<i>Bryophyllum pinnatum (Lam.) Kurz.</i>	CRASSULACEAE
Limón real	<i>Citrus limon (L.) Burn.</i>	RUTACEAE
Limón mandarina	<i>Citrus limon (L.) Burn. var (I)</i>	RUTACEAE
Limoncillo	<i>Cymbopogon citratus (DC.) Stapf.</i>	POACEAE
Lirio	<i>Iris sp.</i>	IRIDACEAE
Lombricera	<i>Asclepias curassavica L.</i>	ASCLEPIADACEAE
Lulo	<i>Solanum topiro Dunal</i>	SOLANACEAE
Lulo rojo	<i>Solanum scabrum Vahl</i>	SOLANACEAE
Lulo vidian	<i>Solanun sp.</i>	SOLANACEAE
Llantén	<i>Plantago major L.</i>	PLANTAGINACEAE
Maíz	<i>Zea mays L.</i>	POACEAE
Maíz blanco	<i>Zea mays var (I)</i>	POACEAE
Maíz capio	<i>Zea mays var. (II)</i>	POACEAE
Maíz cucaracha	<i>Zea mays var (III)</i>	POACEAE
Maíz negrito	<i>Zea mays var. (IV)</i>	POACEAE
Maíz pajarito	<i>Zea mays var. (V)</i>	POACEAE
Malva	<i>Malva sylvestris L.</i>	MALVACEAE
Mango	<i>Mangifera indica L.</i>	ANACARDIACEAE
Mano de león	<i>Jungia sp.</i>	COMPOSITAE
Maracuyá	<i>Passiflora edulis Sims.</i>	PASSIFLORACEAE
Maravilla	<i>Mirabilis jalapa L.</i>	NYCTAGINACEAE
Marihuana	<i>Cannabis sativa L.</i>	CANNABACEAE
Matarratón	<i>Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp</i>	FABACEAE
Menta	<i>Mentha piperita L.</i>	LAMIACEAE
Mora	<i>Miconia sp.</i>	MELASTOMATACEAE
Moradilla	<i>Teleanthera polygonoides (R.Br.) Miq.</i>	AMARANTHACEAE
Naranja	<i>Citrus aurantium L.</i>	RUTACEAE
Nato	<i>Mora megistosperma (Pitt.) Brit. &amp; Ros.</i>	CAESALPINIACEAE
Ñame Barqueño	<i>Dioscorea sp</i>	DIOSCORIACEAE
Ñame blanco	<i>Dioscorea triphylla L.</i>	DIOSCORIACEAE
Ñame morado	<i>Dioscorea sp.</i>	DIOSCORIACEAE
Orégano	<i>Origanum vulgare L.</i>	LAMIACEAE
Orosul	<i>Asclepia sp.</i>	ASCLEPIADACEAE
Pacó	<i>Gustavia superba (Kunth) Berg.</i>	LECYTHIDACEAE

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	CHENOPODIACEAE
Palmeocristo	<i>Cordyline terminalis</i> var. <i>ferrea</i>	LILIACEAE
Papayo blanco	<i>Carica papaya</i> L.	CARICACEAE
Papayo morado	<i>Carica</i> sp.	CARICACEAE
Peorrera	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	ASTERACEAE
Pimentón	<i>Capsicum annum</i> L.	SOLANACEAE
Piña	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	BROMELIACEAE
Poleo	<i>Satureia brownei</i> (Sw.) Briq	LAMIACEAE
Potra	<i>Cassia occidentalis</i> L.	FABACEAE
Pronto alivio	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E Br. ex Britt & Wils.	VERBENACEAE
Punta de lanza	<i>Marila dolychandra</i> Cuatr.	CLUSIACEAE
Rabo de zorro	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (L.C.R.) Vahl	VERBENACEAE
Relicario	<i>Iresine herbstii</i> Hook	AMARANTHACEAE
Ruda	<i>Ruta graveolens</i> L.	RUTACEAE
Sábila	<i>Alloe vera</i> L.	LILIACEAE
Santa maría corroñosa	<i>Pothomorphe peltata</i> (L.) Miq	PIPERACEAE
Santa maría de anís	<i>Pothomorphe</i> sp.	PIPERACEAE
Santa maría la boba	<i>Piper peltatum</i> L.	PIPERACEAE
Sauco	<i>Solanum incompum</i> Bitter	SOLANACEAE
Siempreviva	<i>Aneilema umbrosum</i> (Vahl) Kunth	COMMELINACEAE
Suelda con suelda	<i>Pseudoelephantopus spicatus</i> (Juss) Rohr	ASTERACEAE
Tiatino	<i>Scoparia dulcis</i> L	SCHROPHULLARIACEAE
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.	SOLANACEAE
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i> L.	LAMIACEAE
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i> L.	LAMIACEAE
Tres dedos	<i>Piper tricuspe</i> (Miq.) C.DC.	PIPERACEAE
Verbena	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	VERBENACEAE
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	PHYTOLACCACEAE
Yerba de pollo	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Torr et Gray	ZYGOPHYLLACEAE
Yuyo	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	URTICACEAE

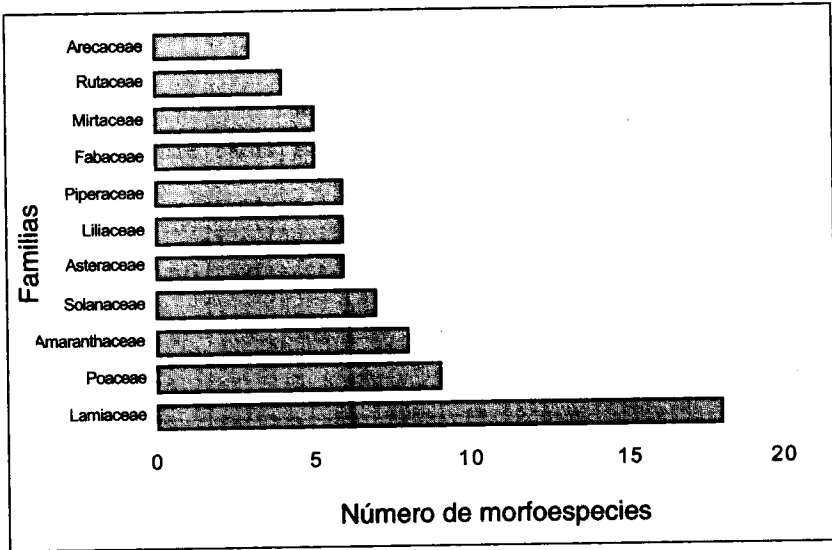
**Tabla 1. Distribución de especies y variedades cultivadas en zoteas de las localidades de la cuenca hidrográfica del río Cajambre (Pacífico vallecaucano).**

Zona de Muestreo	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
Localidad ( Vereda )	Pital	Pbta.	Bbzo.	Fgua	Silva	Chorro	Sidro	Arag.	Barco
Número de Especies X Zona	60			57			26		
Número de spp X Localidad	45	32	11	31	32	36	16	15	19
Número zoteas X Localidad	50	11	10	7	20	17	14	15	30
Número zoteas X Zona	71			44			59		

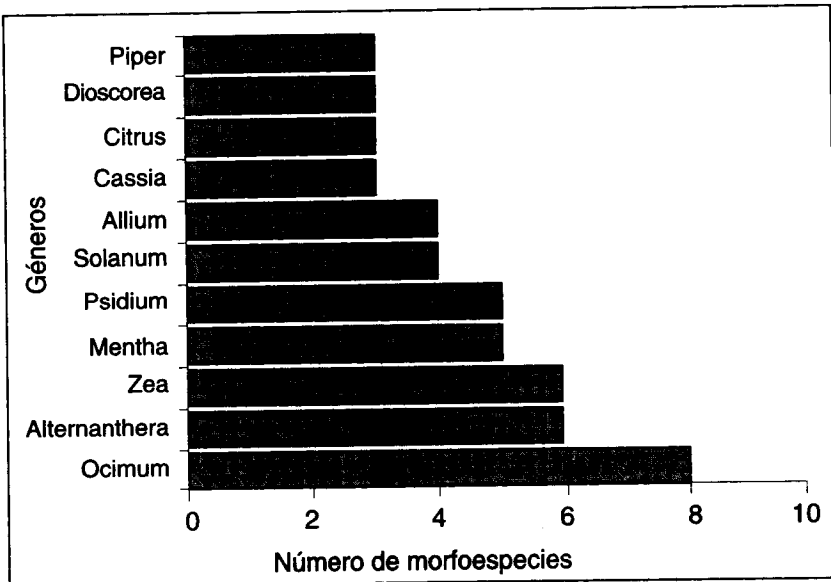
**Tabla 2. Especies y variedades con mayor distribución y número de individuos en las zoteas del río Cajambre (Pacífico vallecaucano).**

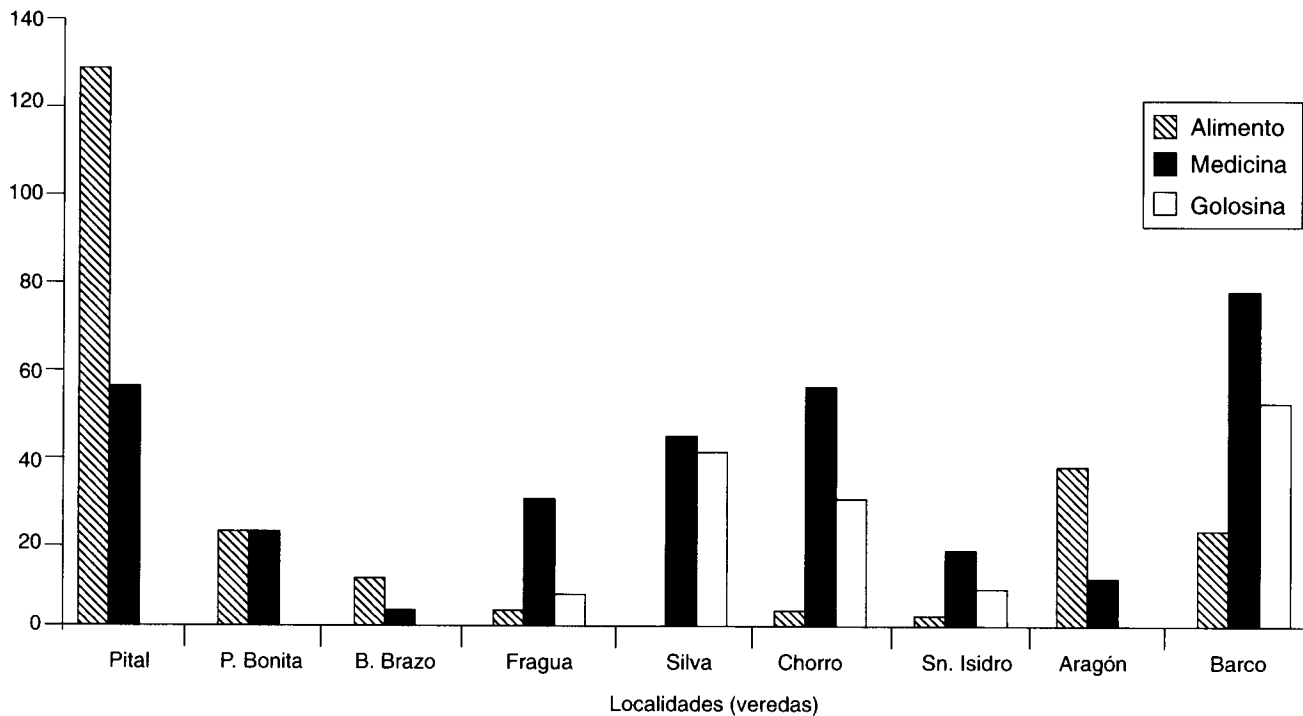
Nombre local	Género	Familia	# veredas	# de individuos
Ajenjibre	Zingiber	ZINGIBERACEAE	6	337
Albahaca	Ocimum	LAMIACEAE	5	86
Albahaca blanca	Ocimum	LAMIACEAE	9	139
Albahaca castilla	Ocimum	LAMIACEAE	5	16
Albahaca mediana	Ocimum	LAMIACEAE	3	16
Albahaca menuda	Ocimum	LAMIACEAE	6	25
Albahaca morada	Ocimum	LAMIACEAE	4	38
Albahaca negra	Ocimum	LAMIACEAE	9	182
Cebolla	Allium	LILIACEAE	7	542
Cebolla larga	Allium	LILIACEAE	5	92
Celedonia	Peperomia	PIPERACEAE	4	62
Cilantro	Coriandrum	UMBELLIFERACEAE	9	410
Escancel	Alternanthera	AMARANTHACEAE	5	24
Gallinaza	Porophyllum	ASTERACEAE	6	62
Hierba buena	Mentha	LAMIACEAE	9	382
Hoja santa	Bryophyllum	CRASSULACEAE	4	24
Limoncillo	Cymbopogon	POACEAE	6	180
Llantén	Plantago	PLANTAGINACEAE	5	12
Orégano	Coleus	LAMIACEAE	8	168
Orosul	Asclepias	ASCLEPIADACEAE	8	56
Poleo	Satureia	LAMIACEAE	5	586
Relicario	Iresine	AMARANTHACEAE	5	18

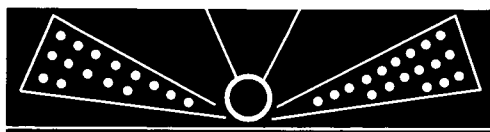
**Figura 1. Familias más representadas en zoteas cajambreñas.**



**Figura 2. Géneros más representados en zoteas cajambreñas.**



**Figura 3. Usos de RFG's en zoteas cajambreñas**



# ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA VEREDA AGUACLARA, MUNICIPIO DE LA CUMBRE, VALLE DEL CAUCA

Fabián Alzate Osorio<sup>1</sup>, Isabel Cristina Gómez Muñoz<sup>2</sup>  
Carlos Alberto Escobar Ch.<sup>3</sup>

## 1. RESUMEN

*El siguiente trabajo presenta un análisis ambiental agroecológico necesario para determinar la oferta y demanda real de los recursos naturales en la vereda Aguaclara (La Cumbre, Valle del Cauca, Colombia), aportando la información necesaria para formular un plan de desarrollo acorde con la realidad de la zona. Esta caracterización se basó en un análisis participativo integrando mediante aproximaciones, sucesivos factores socioeconómicos con biofísicos, permitiendo que tanto la comunidad como los investigadores lograran hacer un análisis de la condición actual de la vereda Aguaclara, identificando sus potencialidades, debilidades, oportunidades y amenazas, determinando a su vez*

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, teléfono 2725418, [Fabalos@hotmail.com](mailto:Fabalos@hotmail.com), Palmira, Colombia.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, teléfono 3381251, [Isacrist@icqmail.com](mailto:Isacrist@icqmail.com), Cali, Colombia.

<sup>3</sup> Coautor, Ingeniero Agrícola MSc. Suelos y aguas. 271700, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

*perfiles de proyectos a corto, mediano y largo plazo que puedan ser condensados dentro del plan de desarrollo y del esquema de ordenamiento territorial, ya que contemplarían aspectos como "transferencia tecnológica", ordenamiento territorial ambiental, educación ambiental, participación y organización comunitaria. Estos proyectos deben estar dirigidos a la recuperación y conservación de los recursos naturales, lo que permitiría mejorar el nivel de vida de la comunidad.*

*Esta zonificación agroecológica es la etapa inicial de un proceso participativo, necesario para conocer la problemática actual que viven los habitantes de la vereda Aguaclara y así entrar en las etapas sucesivas de identificación, formulación, implementación, seguimiento y evaluación de proyectos.*

**1.1 PALABRAS CLAVES: ZONIFICACIÓN, AGROECOLOGÍA, INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD, PARTICIPACIÓN COMUNITARIA, CUENCA HIDROGRÁFICA.**

## **2. ABSTRACT**

*Several zones of the country show limitations in order to use efficiently their natural resources to get a better development.*

*Poor technologies, shortage methodologies are the main characteristics of the above limitations if you want to carry out agricultural policies to be used in a zone. This study was carried out using an environmental analysis which could get the supply and demand of the natural resources in the zone called Aguaclara, municipality of La Cumbre (Valle del Cauca).*

*There were considered as main purposes final the potentialities and the troubles between people and their relationship with the environment this study is the first step of a planning process that is looking for formulating projects for the comfort of the people of this zone.*

**2.1 KEY WORDS: ZONING, AGROECOLOGY, SUSTENTABILITY INDEX, PARTICIPATION COMUNITARY, WATERSHED.**

### 3. INTRODUCCIÓN

La crítica situación del sector rural a escala nacional a las puertas del siglo XXI se caracteriza por el aumento en su vulnerabilidad social, marcada por una discriminación en todos los niveles de la sociedad, que repercute en falta de oportunidades productivas, bajos ingresos, pobreza creciente, inseguridad alimentaria, deterioro de la calidad de vida, altos índices de violencia y demás fenómenos propios de la descomposición social y económica.

Teniendo en cuenta el deterioro cada vez más evidente de los recursos naturales, que sobrepasa en ocasiones la capacidad natural de recuperación y la posibilidad de sostener el crecimiento demográfico entre otros factores, se debe pensar que el desarrollo durante el próximo milenio podrá ser sostenible si todos estos problemas se enfrentan con criterio integrador de todas las partes llamadas a participar en la creación de planes de desarrollo adecuados que incluyan sistemas alternativos de producción en armonía con el medio ambiente, que disminuyan las necesidades básicas de vida, subsistencia y productividad del sector rural. Para lograr lo anterior, se hace necesario formular planes de desarrollo participativos que involucren no sólo a las instituciones, sino también a las comunidades para así establecer una visión real basada en las problemáticas culturales y ecosistémicas locales.

Los planes de desarrollo no son viables si no existe una fuente de recursos que lo sustente; a su vez, el bienestar de la sociedad depende del adecuado manejo que se le dé a dichos recursos, inconcebible sin un ambiente que los provea. En éste contexto, él preservarlos es una forma de procurar que se sigan prestando ciertos servicios ambientales que brinda la naturaleza, y para ello el manejo integral del área de trabajo se debe concebir como el diagnóstico y planificación de sus ofertas biofísicas y socioeconómicas, que necesariamente debe efectuar un equipo transdisciplinario e interinstitucional con una intensa participación de la comunidad. Por tales motivos, los objetivos planteados en el estudio fueron:

- Realizar la zonificación agroecológica de la vereda Aguaclara, municipio de La Cumbre, departamento del Valle del Cauca, Colombia.



- Diagnosticar e integrar mediante procesos participativos los componentes biofísicos, socioeconómicos y de sistemas de producción, lo que permitirá identificar la oferta ambiental y la problemática inherente de la vereda Aguaclara.
- Aportar y ajustar aspectos metodológicos en las zonificaciones agroecológicas en el estudio de cuencas hidrográficas.
- Proponer las pautas que permitan implementar el plan de desarrollo agropecuario para la vereda Aguaclara, desde un enfoque de desarrollo humano sostenible, a partir de los perfiles de proyectos obtenidos en dicho proceso.

#### 4. METODOLOGÍA

La metodología usada para el desarrollo de la zonificación agroecológica de la vereda Aguaclara, empleó, adaptó, articuló y complementó las diferentes metodologías propuestas por varios autores de distintas áreas de investigación; entre estas metodologías se encuentran: Guía metodológica para la determinación del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica (Escobar, 1996), Guía para la caracterización y análisis participativo (Ardila et al, 1994), Plan de manejo integral de la subcuenca del río Lebrija – uso recomendable del suelo (CDBM/ACDI, 1985), Guía para la evaluación del progreso hacia la sostenibilidad (CIID/UICN, 1997), Indicadores de pobreza según NBI (Lora, 1991), Guía metodológica para levantamientos edafológicos (Elbersen et al, 1986), Manual para la descripción ecológica de suelos en el campo (Siebe et al, 1996).

La zonificación agroecológica de la vereda Aguaclara se desarrolló en cuatro fases secuenciales, que constituyen la estructura metodológica seguida en el desarrollo de la investigación.

✓ **Fase preliminar:** Consistió en la recopilación de la información básica secundaria (suelos, erosión, geología, uso del suelo, vegetación, fauna, recursos hídricos, estudios socioeconómicos) y en la actualización y evaluación de la información recopilada mediante visitas de campo y talleres participativos con la comunidad de la vereda Aguaclara.

✓ **Fase de análisis de la información:** para facilitar el procesamiento de la información se trabajó por áreas:

- En el área de suelos se realizó el levantamiento edafológico general, geológico, de erosión, coberturas del suelo (usos actuales), usos potenciales mayores, conflictos y zonificación edáfica del área estudiada.
- En el área hidroclimatológica se realizó un análisis climatológico de las estaciones de la zona a partir de la información obtenida del IDEAM y CVC; así mismo, se cuantificó la disponibilidad y demanda del recurso hídrico dentro del área, y a su vez se establecieron las zonas homogéneas en cuanto al déficit o exceso de agua.
- En el área social y de sistemas de producción, se realizó una investigación a través de diálogos y entrevistas directas y talleres participativos con los productores. Se realizaron 3 talleres participativos en los que la comunidad describió las condiciones actuales de su vereda, al igual que identificó y priorizó las situaciones problemas en su entorno inmediato, así como sus causas y consecuencias, y las posibles soluciones a tales situaciones problema. Una vez realizados los talleres se procedió al procesamiento de la información, haciendo uso de indicadores para medir y comunicar el bienestar de la sociedad y el proceso hacia la sostenibilidad para incorporarlo en la zonificación agroecológica. Los indicadores tenidos en cuenta fueron los de sostenibilidad, competitividad, equidad, nivel de vida, desigualdad y pobreza de la población. Así mismo se realizó un análisis de la tendencia de manejo de la vereda, donde se consideró aspectos relacionados con la actividad social (tamaño de los predios, infraestructura de servicios y accesibilidad vial) actividad económica (producción agropecuaria y estructura de mercadeo) y disponibilidad de agua, de acuerdo a las metodologías propuestas por Ardila et al (1994) y CDMB/ACDI (1997) respectivamente.
- En el área agroecológica se integraron las variables socioeconómicas analizadas con las variables biofísicas, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G), lográndose así una caracterización integral del área de estudio.

✓ **Fase de implementación:** En esta fase se generaron los planos temáticos de los aspectos biofísicos basados en el estudio realizado, la

información básica primaria y secundaria existente, visitas de campo y en el análisis de fotografías aéreas de la vereda. Las variables identificadas se procesaron para que fueran el soporte de la programación y formulación de estrategias del plan de desarrollo agropecuario por parte de los habitantes de la vereda Aguaclara y las instituciones de gubernamental y/o privado.

✓ **Fase final:** Confrontando los resultados obtenidos del estudio agroecológico y consultando a los especialistas de diversos campos, se realizó el proceso de jerarquización, el cual permitió priorizar las diferentes variables involucradas y los elementos que cada una encierra. Los procesos de superposición y simulación permitieron efectuar un diagnóstico de los problemas y procesos que se presentan en la vereda Aguaclara, y así mismo, determinar una oferta ambiental que permitirá tomar medidas correctivas y realizar obras de ingeniería con el menor deterioro del medio.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**5.1 LOCALIZACIÓN:** La vereda Aguaclara se localiza en el extremo nordeste del municipio de La Cumbre departamento del Valle del Cauca, suroccidente de Colombia, sobre la vertiente occidental de la cordillera occidental, entre las coordenadas 1.057.000 y 1.063.000 de latitud norte, 897.000 y 903.000 de longitud al este de Greenwich. El área de la vereda es de 2034.85 ha, que corresponden al 8.44% del municipio de La Cumbre. (Véase anexo A.).

**5.2 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA COMUNIDAD DE LA VEREDA AGUACLARA:** Los habitantes de la vereda proceden en su mayoría de los departamentos del Cauca, Cundinamarca, Nariño y Valle del Cauca (región sur occidental de la república de Colombia).

El sistema veredal se encuentra conformado en su mayoría por predios menores de 5 ha, con una inadecuada infraestructura de servicios; donde el 60% de la población se encuentra entre los 12 y 60 años, que combinan diferentes actividades para obtener sus ingresos, entre las

cuales se encuentran la agricultura de subsistencia, venta de mano de obra (jornal), alquiler y venta de tierras, etc. En general el 81.8% de las fincas tienen buen acceso a través de vías transitables (en épocas secas) no pavimentadas y de regular estado; debido a la lejanía de los centros de acopio y mercados importantes la comercialización de los productos agropecuarios es difícil.

La actividad económica de la vereda se caracteriza por ser una economía campesina con cultivos tradicionales de subsistencia, donde se produce principalmente para satisfacer las necesidades de autoconsumo (generando algunos pequeños excedentes para el mercado local y a veces regional), basada en la utilización de trabajo familiar con unidades de producción que alcanzan a absorber toda la mano de obra familiar, por lo general sus actividades productivas están acompañadas de otras prácticas o trabajos temporales fuera de las unidades productivas.

La producción de los pequeños productores gira en torno a los cultivos no tecnificados de café, yuca, maíz, frijol y piña; para el control de arvenses e insectos se utilizan pocos insumos químicos y biológicos debido al escaso capital para invertir en ellos, razón por la cual muchos cultivos presentan una apariencia de abandono, el riego es una práctica que no se realiza en el 88% de las unidades agrícolas debido a la poca disponibilidad de agua. Para los grandes productores los sistemas productivos presentes son los forestales, piña, la ganadería extensiva y la producción porcícola.

La caracterización y análisis participativo de la comunidad fue la base fundamental en el desarrollo del trabajo, por ser la que organiza y dirige los diferentes componentes de su sistema, de acuerdo a su propia realidad, estableciéndose una participación directa y activa de los productores, a través de visitas finca a finca (en donde se obtuvo un conocimiento de los sistemas de producción) y de reuniones abiertas o plenarios (en donde la comunidad junto con los investigadores identificaron y caracterizaron los problemas determinando al interior del sistema su orden de prioridades); este tipo de participación permitió integrar el conocimiento autónomo y comprobar la existencia de los problemas presentes en la comunidad, así mismo, permitió la recolección y análisis de la información básica sobre la comunidad, identificación y descripción de

los problemas de la vereda con sus respectivas causas – consecuencias, y el planteamiento de las posibles soluciones a dichas situaciones problemáticas.

De esta participación se obtuvo una historia de los recursos naturales, permitiendo que la comunidad comparara la evolución de estos en el tiempo (pasado, presente y futuro), dimensionara su acción sobre ellos y la relación de estos sobre la actividad productiva y la situación actual de la vereda. (Véase cuadro 1). Luego a través del análisis de la matriz FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) la cual se ilustra en el cuadro 2, la comunidad obtuvo un balance de los aspectos positivos y negativos de la vereda.

Dentro del marco de las debilidades de esta herramienta realizados por la comunidad se pudo determinar los problemas más sentidos por la comunidad. Cada problema se precisó mediante la descripción de sus características las cuales se acompañan a su vez de los indicadores, posteriormente se consignó el análisis de relación causa – consecuencias planteadas por la comunidad<sup>4</sup>. Finalmente se plantearon las posibles soluciones de los problemas que aquejan a la comunidad (Véanse cuadro 3).

**5.2.1 VISUALIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA VEREDA AGUACLARA:** La información recopilada en los talleres participativos se evaluó utilizando los criterios de sostenibilidad, equidad y competitividad, con el fin de hacer relevante y analizar la problemática y situación de la comunidad. Dentro de los criterios de sostenibilidad estudiados, se determinó que ha existido una fuerte presión sobre los recursos naturales por las diferentes actividades desarrolladas por los productores a través del tiempo, lo que ha repercutido en la situación actual en que se encuentra la zona como son los altos grados de erosión, la baja disponibilidad del agua, la reducción de los bosques naturales y el aumento de los bosques plantados, etc. (Véase cuadro 4).

---

<sup>4</sup> *Consúltese Zonificación agroecológica de la vereda Aguaclara, municipio de La Cumbre, Valle del Cauca. (Alzate y Gómez, 2000).*

Referente a la competitividad, se pudo apreciar que es muy baja debido a la gran influencia del deterioro de los recursos naturales, seguidos de la baja capacidad de inversión en los sistemas de producción, determinando una baja generación de ingresos, disminución de la calidad de vida y por ende incrementando insostenibilidad del sistema (Véase cuadro 5), lo que ha contribuido en el abandono de las tierras, la fragmentación de las propiedades, la disminución paulatina de la producción, la pérdida de la identidad cultural, el aumento de los problemas sanitarios, haciendo el sistema vereda poco sostenible.

El análisis del criterio equidad, determinó que no existen los mecanismos suficientes para hacer del sistema veredal un medio sostenible en el tiempo, a razón de que el balance entre indicadores altos, medios y bajos no es el adecuado para promover dicho desarrollo (Véase cuadro 6). Teniendo en cuenta estos criterios se hace necesario destacar que el cambio de algunas prácticas o actividades productivas y la concientización de la comunidad, jugaran un papel fundamental para que el desarrollo sostenible del sistema sea posible.

**5.3 ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA:** En el área se presentan dos zonas climáticas, la más representativa y característica es la tierra templada subhúmeda (TT/SH), la cual abarca un 72.51% del área con 1475.53 ha; la otra zona climática determinada es la tierra moderadamente caliente (TMC/SA), con un área de 559.32 ha representando el 27.49% del área total de la vereda. La principal característica de estas dos zonas es el comportamiento bimodal de las lluvias y la presencia marcada de los períodos secos (abril, mayo, octubre y noviembre) y muy secos (diciembre, enero, febrero, marzo, junio, julio, agosto y septiembre), ya que la precipitación no alcanza los 1000 mm al año y la evapotranspiración anual es de 717 mm.

Las condiciones ecológicas críticas de la zona 1 (TMC/SA), permiten establecer que durante las épocas secas se pueden presentar deficiencias hídricas para los cultivos e inclusive la imposibilitan para cualquier actividad forestal rentable. La zona presenta suelos con un alto porcentaje de erosión muy severa, estos suelos han sido degradados por el sobrepastoreo y las quemadas por lo que se requiere dedicar áreas de recuperación natural, mediante planes agroforestales dirigidos. La zona 2

(TT/SH), debido a sus características edáficas (material parental de origen diabásico y cenizas volcánicas, que dan a los suelos condiciones especiales, relacionadas con la alta retención de humedad y una profundidad efectiva de moderada a muy alta) que amortiguan el efecto de las condiciones climáticas, permiten que una buena parte de la zona presente características ambientales no muy críticas para algunas poblaciones vegetales; tales condiciones permiten que el suelo almacene la poca precipitación que se presenta en el transcurso del año, liberándola gradualmente en los críticos meses secos.

**5.4 ZONIFICACIÓN HÍDRICA:** Se obtuvo tomando como base el balance demanda-disponibilidad de agua de cada una de las zonas determinadas para la vereda Aguaclara, así como los criterios de calidad de agua para consumo humano establecidos por el Ministerio de Salud.

Para la zona I (área de influencia de la quebrada Aguaclara), los meses más críticos corresponden a junio, julio, agosto, diciembre, enero y febrero, donde a pesar que la disponibilidad alcanza a suplir la demanda de agua, los caudales son muy bajos (entre 0.2 y 5.6 l/s). De acuerdo a los rangos de clasificación la disponibilidad de agua de la quebrada Aguaclara se considera crítica; y según los criterios de calidad del agua, esta no es apta para consumo humano, siendo la zonificación hídrica de esta área baja. La zona II (área de influencia de la quebrada La Cecilia), presenta una disponibilidad de agua muy crítica en los meses de febrero y agosto en los que la oferta no alcanza a suplir la demanda; de acuerdo a los criterios de clasificación de calidad del agua, las aguas de la quebrada La Cecilia se consideran no aptas para consumo humano, clasificándose la zonificación hídrica de esa zona como baja.

Teniendo en cuenta lo anterior se estableció que en la zona de estudio se presenta una situación baja en cuanto a la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, debido a la combinación de varios factores entre los cuales se encuentran: La inexistencia de la reglamentación de los acueductos de la zona (lo que ha ocasionado que algunos usuarios acaparen el agua y prioricen su utilización en actividades distintas al consumo humano, situación que genera deficiencias en la disponibilidad del recurso, manifestándose en continuos y marcados recortes en el suministro de ambos acueductos), las prácticas de ganadería extensiva en

zonas productoras de agua, deforestación y quema, condiciones naturales críticas (fenómeno del niño), desestabilización del ciclo hidrológico, daños en la red de conducción, la falta de sensibilización de la comunidad en cuanto al uso y optimización de los recursos naturales y escasa presencia institucional.

**5.5 ZONIFICACIÓN EDÁFICA:** Con base en la metodología empleada en el estudio, se pudo identificar que los suelos de la vereda Aguaclara son de cordillera formados por la meteorización de rocas diabasas y cenizas volcánicas, se agrupan en 5 asociaciones diferentes, cuyas características fueron utilizadas para determinar su respectiva categorización e interpretación (Véase cuadro 7, 8 y anexo B).

**5.6 USO POTENCIAL MAYOR DE TIERRAS:** La determinación del uso potencial mayor de las tierras se hizo tomando como base la clasificación propuesta por CDMB/ACDI (1985) obteniéndose las siguientes potencialidades (Véase anexo C).

- Usos agrícolas: Son los usos en los cuales los suelos no tiene limitaciones para el uso agrícola, dentro de este uso se encuentran los cultivos semilimpios con un área de 17.21 ha, cultivos densos con un área de 253.06 ha.
- Usos agroforestales: Son los usos que armonizan los cultivos agrícolas, forestales y pastoriles, representa una extensión de 764.01 ha
- Usos forestales: Son los usos en los cuales los suelos presentan limitaciones para el uso agrícola o pecuario, así sea parcialmente. Los usos que se agrupan en ésta actividad son: bosque comercial abarca un área de 883.39 ha, bosque productor - protector con un área de 5.57 ha.
- Protección absoluta: zonas que por sus condiciones ecológicas exigen una cobertura boscosa o similar permanente, comprenden un área de 111.72 ha.

**5.7 USO ACTUAL DE LAS TIERRAS:** La clasificación del uso actual del suelo en la vereda Aguaclara se realizó de acuerdo al sistema de clasificación de cobertura y uso de la tierra del CIAF (Vargas, 1992), encontrándose los siguientes usos:



- Bosque comercial, (*Pinus oocarpa* y *Eucalyptus grandis*), abarca un área de 1263.98 ha.
- Consociación rastrojo, cultivos y parcelas (café, caña, piña, yuca, maíz, pasto, frijol), con una extensión de 340.19 ha.
- Cultivos Limpios (piña) con una extensión de 33.57 ha.
- Vegetación herbácea descubierta, representa un área de 319.97 ha.
- Construcciones (parcelaciones vacacionales) con un área de 77.13 ha.

**5.8 CONFLICTOS POR USO DEL SUELO:** Una vez confrontando el uso potencial mayor y el uso actual, se obtuvo que el 74.56% de las tierras de la vereda Aguaclara encuentran en equilibrio, el 25.29% de los suelos de la vereda son sobreusados en forma alta y muy alta; y el 0.146% de sus tierras se encuentran subutilizadas (subuso muy alto). En general, en la zona se presentan problemas por conflictos por uso del suelo que abarcan principalmente las zonas protectoras de agua. Por otro lado, si se piensa en una posible expansión e intensificación de actividades agropecuarias, la vereda no dispone de superficie para ello (Véase anexo D).

**5.9 ZONIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA:** La zonificación agroclimática se obtuvo a partir de las características obtenidas de las zonificaciones hídrica, climática y edáfica, mediante síntesis cartográfica, empleando para ello los sistemas de información geográfica (Véanse cuadro 8 y anexo E). El conocimiento de estas características hídricas, climáticas y edáficas, permitieron sectorizar áreas en un arreglo espacial de unidades homogéneas de suelos, según el clima donde se identificaron y la disponibilidad de recursos hídricos para cada una de estas zonas.

A pesar de haber obtenido como resultado en la zonificación agroclimática nueve unidades distintas, estas pueden ser agrupadas en una sola unidad, debido a lo poco práctico y muy costoso que resultaría el establecer e implementar planes de manejo para cada una de las pequeñas unidades determinadas, a razón del tamaño de la vereda (2034.85 ha), a sus condiciones y limitantes hidroclimatológicas y edafológicas, que en términos generales son similares; de tal manera que dicha agrupación permitiría implementar una planificación y manejo más práctica y eficiente.

### **5.10 DETERMINACIÓN DE LA TENDENCIA DE MANEJO:**

La integración de los indicadores de la actividad social, la actividad económica y la disponibilidad de agua, permitió identificar y cualificar la vereda en cuanto a la tendencia de manejo (expansionista, conservacionista y proteccionista) para así condicionar el cambio progresivo en las zonas de conflicto hacia el uso sostenible del suelo y por ende sobre el empleo de los diferentes sistemas de manejo.

De acuerdo a las características socioeconómicas (tamaño de predios, accesibilidad vial, infraestructura de servicios, producción agropecuaria y estructura de mercadeo) y a la baja disponibilidad de agua (1000 mm/año), se pudo determinar que la tendencia de manejo para la vereda Aguaclara es proteccionista. Esta condición, implica que el manejo de los suelos de la zona debe permitir un aumento de la cobertura vegetal que favorezca la protección de los suelos y de las aguas, procurando minimizar los diferentes impactos generados de las actividades humanas.

**5.11 ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la zonificación agroclimática e integrados con la disponibilidad de recursos hídricos para consumo humano y agropecuario, las condiciones actuales de los sistemas de producción y a la tendencia de manejo proteccionista de la vereda Aguaclara, se determinaron nueve zonas agroecológicas a partir de la síntesis cartográfica con la ayuda de los SIG (Véase anexo F).

En términos generales, la zonificación agroecológica permitió determinar que el 100% del área de la vereda presentan serias y progresivas restricciones para la implementación de los usos agrícolas y pecuarios intensivos (como cultivos limpios y ganadería de libre pastoreo), debido a la insuficiencia de agua, riesgo de erosión y erosión actual, topografía y pendientes, representando un riesgo de deterioro muy alto para el suelo y por ende sobre la estabilidad del sistema veredal.

De igual forma el 100% del área presenta condiciones adecuadas para el establecimiento de sistemas de producción alternativos, en las cuales las poblaciones vegetales que en ellos se establezcan deben ofrecer protección permanente a los suelos de la zona; tal caso el de las explotaciones forestales comerciales y de los sistemas agroforestales. Los

sistemas agroforestales, se presentan como sistemas alternativos de producción para los pequeños productores de la vereda, permitiendo que las unidades agrícolas sean más eficientes, competitivas y sostenibles. Las implicaciones de no implantar sistemas alternativos de producción que busquen un equilibrio entre hombre – naturaleza, perjudicará seriamente la continuidad y estabilidad del sistema veredal.

En las unidades productivas donde la explotación ganadera es la principal actividad económica, se hace más que evidente, que el hecho de cambiar su sistema de producción, es más una necesidad que una obligación, ya que la práctica continuada de ésta actividad va acarreado serios problemas ambientales, al ser directa responsable de la compactación de los suelos acentuando el escurrimiento y produciendo erosión, pues contribuye a la formación de terracetos, cárcavas y calvas, alterando también las relaciones entre las plantas, el suelo y el agua; razón por la cual, este tipo de explotación debe cambiar sus prácticas de manejo por una ganadería estabulada con pasto de corte o buscar en los sistemas agroforestales más específicamente en los silvopastoriles, una alternativa de producción que minimice con el tiempo los impactos ya producidos, de lo contrario el incremento de la degradación de suelos en la zona será inevitable y casi irreversible.

Los bosques forestales comerciales que existen actualmente en la vereda, se presentan como una solución viable y efectiva para el control de la erosión de las áreas afectadas en la vereda, ya que la recuperación de estas zonas por medio de obras mecánicas resultarían excesivamente costosas. Las condiciones extremas de las zonas erosionadas no permiten el establecimiento de reforestaciones con especies nativas, pero sí con especies maderables introducidas, que por su agresividad se adaptan bien a estas condiciones; por tales motivos la presencia de tales plantaciones en la zona se presentan como la única medida de choque directa contra los serios problemas de erosión de suelos.

## 6. CONCLUSIONES

- Para identificar y resolver problemas relacionados con el deterioro de suelos, aguas y bosques, no es suficiente operar al nivel de finca o comunidad (particularmente cuando para la investigación sobre recursos naturales y de la investigación participativa las zonas de ladera o montaña son de vital importancia), sino que se hace necesario enfocar sistemas más amplios y a menudo más complejos como las unidades hidrológicas o unidades de cuencas, para así estudiar las interdependencias biofísicas y socioeconómicas entre las entidades que componen dichos sistemas. De esta manera al enfocar a la unidad hidrológica como unidad de análisis y objeto de desarrollo, fomentara que se planifique el manejo de los múltiples recursos que en ellas se presentan de manera integrada.
- Considerando la situación actual de la zona y las posibles consecuencias que traería el mantener las actuales estrategias de desarrollo, es imprescindible considerar tipos de desarrollo alternativos; estas acciones y/o respuestas alternas conducentes a un desarrollo sostenible deben plantearse en función de las potencialidades y limitaciones tanto socioeconómicas y tecnológicas como ecológicas.
- La caracterización y análisis participativo de los sistemas de producción permitieron que la comunidad de la vereda Aguaclara identificara los problemas centrales que están sufriendo, cuales son sus causas y consecuencias, cuales son las ventajas comparativas con las que cuentan y cuales son las prioridades en que se debe trabajar; es decir, que este proceso permitió que la comunidad auto-identificará y priorizará sus principales problemas y los interrelacionará con las causas – consecuencias comunes y finalmente visualizara el impacto de sus actividades sobre el sistema veredal.
- Debido a que actualmente un alto porcentaje de la población vive en la pobreza, el acceso a servicios de salud, educación y vivienda adecuados es sumamente deficiente. Estas condiciones debilitan la estructura social de la zona, y no permiten que compita en el mercado global. Así mismo, detrás de los indicadores genéricos de pobreza subyace un deterioro genérico del orden social de gran complejidad; el empobrecimiento no es solo en ingresos, sino en valores y actitudes que hacen difícil el compromiso con el futuro. Además, el agravamiento de la pobreza hace imposible el ahorro como condición necesaria para la inversión.

- El anticipar los aspectos no sostenibles del desarrollo comunitario, así como las oportunidades y problemas para una gestión y manejo apropiados de las tierras y los recursos naturales, es esencial en la elaboración de acciones y respuestas conducentes a la aplicación de políticas de desarrollo sostenible, no solo a nivel veredal, sino también en el ámbito municipal, departamental y nacional.
- La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo se caracterizó por ser:
  - ⇒ Un método de investigación que realizó un diagnóstico en equipo, con una amplia participación de los diferentes segmentos de la comunidad obteniendo una imagen holística de la realidad campesina.
  - ⇒ Un método flexible donde se usan varias fuentes de información y varias herramientas para obtener y garantizar la validez y relevancia de la información adquirida.
  - ⇒ Un método participativo que permitió obtener información basado en los conocimientos y conceptos de los productores a través de las entrevistas estructuradas, talleres grupales donde se aplicaron técnicas de observación directa dirigida y la entrevista semi-estructurada grupal. Otro elemento básico fue la confrontación y concertación de la información para facilitar la auto-identificación de los principales problemas presentes en la vereda.
- Los indicadores ambientales surgen como una herramienta necesaria para el análisis y seguimiento de los procesos de desarrollo, es por eso que los indicadores deben seleccionarse en función de esas características y de las necesidades de los usuarios.
- Los sistemas de información geográfica (SIG), se han convertido en una herramienta indispensable, ya que permite no solo crear, organizar y manipular en forma simultánea bases de datos gráficas y descriptivas, sino que presentan una serie de posibilidades hacia el análisis multicriterio de dicha información, con el fin de convertirla en elementos de juicio para ayudar a la toma decisiones.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones: INCIVA, La Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria de La Cumbre, Ingeniero Alejandro Villota Ospina, Comunidad de la Vereda Aguaclara, Smurfit Cartón de Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Carlos Alberto Escobar Ch., Oscar Chaparro A., José Enrique Ararat, Edgar Madero M., Heymar Quintero, al Ingeniero Jairo Rosero N. y a nuestras familias.

## 8. LITERATURA CITADA

ALZATE O., F. y GÓMEZ M., I. C. 2000. Zonificación agroecológica de la vereda Aguaclara, municipio de La Cumbre, Valle del Cauca. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 365p.

ARDILA, V., BONILLA, M. H., CHAPARRO, O., PEÑARANDA, R., ORDUZ, O., VALENCIA, C. y VILLA, O. 1994. Caracterización y análisis participativo en Módulos para la capacitación en gestión del SINTAP. Ministerio de Agricultura, SINTAP, CIAT, ICA, FAO e INDERENA Santa Fe de Bogotá. 90p.

CDMB/ACDI. 1987. Plan de manejo integral de la cuenca superior del río Lebrija, uso recomendable del suelo. Departamento Nacional de Planeación, Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Bucaramanga. 85 p.

CIID/UICN. 1997. Evaluación del progreso hacia la sostenibilidad. 92 p. En: Un enfoque para la evaluación del progreso hacia la sostenibilidad. UICN. y Cambridge RU. Gland Suiza.

ELBERSEN, G. W., BENAVIDES, S. T. y BOTERO, P. J. 1986. Metodología para levantamientos edafológicos. Segunda parte: Especificaciones y manual de procedimientos. Bogotá. 82 p.

ESCOBAR CH., C. A. 1996. Guía metodológica para la determinación de la disponibilidad del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 61p.

LORA, E. 1991. Técnicas de medición económica, metodología y aplicaciones en Colombia. Tercer Mundo Editores, Fedesarrollo. Santa Fe de Bogotá. Pag 69-85.

SIEBE, C., JAHN, R. y STAHR, K. 1996, Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. México, 57p.

USDA (United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service). 1998, Keys to soil taxonomy. Eighth edition. 327p.

VARGAS GOMEZ, E. 1992. Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi: Subdirección de Docencia e Investigación. Santa Fe de Bogotá. 113 p.



**Cuadro 1. Historia de los recursos de la vereda Aguaclara.**

RECURSO NATURAL	PASADO	PRESENTE	FUTURO
Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Poca, disminución en verano</li> <li>→ Hace 22 años existían 5 nacimientos de agua.</li> <li>→ El agua no era tan contaminada.</li> <li>→ En 1990 la quebrada Aguaclara tenía sobrante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Disminución severa en verano y épocas de transición.</li> <li>→ Hoy sólo existen 2 nacimientos.</li> <li>→ El gua es de muy mala calidad.</li> <li>→ Desde 1995 y hoy día no hay sobrante en la quebrada Aguaclara.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Grave deficiencia hídrica.</li> <li>→ No habrá nacimientos.</li> <li>→ Se conservarán algunas áreas boscosas</li> </ul>
Bosque	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Existían muchas áreas boscosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Pocas áreas boscosas.</li> </ul>	
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Hace 20 años existían muchos animales silvestres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Se ven muy pocos animales silvestres, algunos se encuentran en áreas muy alejadas de las casas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Existirán muy pocos animales.</li> </ul>

**Cuadro 2. Matriz FODA para el análisis de la situación de la vereda Aguaclara.**

<p style="text-align: center;"><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mediana fertilidad de los suelos</li> <li>→ Rotación de cultivos</li> <li>→ Explotación integral de los predios</li> <li>→ Disminución en la aplicación y uso indiscriminado de insumos.</li> <li>→ Alta disponibilidad de mano de obra.</li> <li>→ Buena participación de las mujeres.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Posibilidad de implementar bosque de leña.</li> <li>→ Existen semillas mejoradas.</li> <li>→ Posibilidad de diversificación de cultivos.</li> <li>→ Buenas vías y cercanía al principal centro de consumo.</li> <li>→ Proyectos para reforestación, etc.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Altos costos de producción.</li> <li>→ Poca receptibilidad al cambio.</li> <li>→ Estructura minifundista.</li> <li>→ Escasez de agua.</li> <li>→ Deficiente organización comunitaria</li> <li>→ Pérdida de las cosechas.</li> <li>→ Escasos relictos selváticos.</li> <li>→ Falta de infraestructura municipal.</li> <li>→ Utilización de leña en las viviendas.</li> <li>→ Inadecuadas condiciones de mecanización.</li> <li>→ Deficiente transporte.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Incremento de plagas y enfermedades</li> <li>→ El precio de los productos depende del intermediario.</li> <li>→ Cambios hidrológicos y climáticos acentuados, intempestivos.</li> <li>→ Tendencia al fraccionamiento de la propiedad de la tierra.</li> <li>→ Tala y quema en la vereda.</li> <li>→ Fuerte presión sobre los recursos naturales renovables.</li> </ul>

**Cuadro 3. Planteamientos de las posibles soluciones a las situaciones problemas de la vereda Aguaclara.**

<b>CAMPOS DE ACCIÓN</b>	<b>¿QUÉ HACER? PROYECTOS</b>	<b>¿QUÉ PROBLEMAS SE MITIGAN?</b>
Fortalecer la familia, la convivencia y participación comunitaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Campañas de fortalecimiento social.</li> <li>→ Realización de actividades colectivas.</li> <li>→ Mejorar los canales de comunicación.</li> <li>→ Conciliar conflictos.</li> <li>→ Fortalecer la convivencia con los demás.</li> </ul>	1
Realizar y gestionar proyectos.	1. Transferencia de tecnología:	2
	→ Sistemas alternativos de producción.	3
	→ Manejo de heladas.	4
	→ Tecnificación del trapiche.	5
	→ Manejo y conservación de suelos.	6
	→ Visión empresarial.	7
	→ Manejo y almacenamiento de agua para consumo humano.	8
Hacer cumplir las obligaciones y responsabilidades de las entidades encargadas a través de la acción participativa.	→ Recolección y manejo de aguas lluvias	9
	→ Control integrado de hormiga arriera	10
	→ Tecnificación de las UAF.	11
	→ Reciclaje, abonos verdes, compostaje.	12
	2. Reforestación y aislamiento en zonas productoras de agua.	13
	3. Mejoramiento y mantenimiento del acueducto.	14
	4. Diseño y construcción de sistemas de riego por goteo.	15
	5. Diseño e implementación de un sistema de energía solar.	
	6. Sistemas autosuficientes de producción.	
	7. Construcción de un polideportivo.	

**Cuadro 4. Indicadores de sostenibilidad.**

CRITERIOS	DESCRIPTOR	INDICADORES		
		ALTO	MEDIO	BAJO
SOSTENIBILIDAD	<b>BIOFÍSICOS</b>			
	Erosión.	X		
	Disminución de disponibilidad de agua.	X		
	Tala y quema de bosques	X		
	Disminución de especies de flora y fauna.		X	
	Estacionalidad climática demarcada.	X		
	Existencia en área en bosques plantados.	X		
	Existencia en área en bosques naturales.			X
	Presencia de monocultivos.			X
	Ganadería extensiva en laderas.	X		
	<b>TECNOLÓGICOS</b>			
	Disminución constante de la producción.	X		
	Incremento de problemas sanitarios.	X		
	Desaparición de cultivos.		X	
	Adopción de nuevas tecnologías.			X
	<b>CULTURALES</b>			
	Fragmentación de propiedades.		X	
	Pérdida patrimonio cultural.	X		
	Abandono de tierras.	X		
	Reincorporación de residuos orgánicos.		X	
	Niveles de contaminación aguas y suelos.	X		
	Diversificación en el uso del suelo.		X	
	Rotación de cultivos.		X	
	Control biológico.			X
	Dependencia de insumos externos.		X	
	Autonomía local y cohesión.			X
Control de relaciones comerciales.			X	

**Cuadro 5. Indicadores de competitividad.**

CRITERIOS	DESCRIPTOR	INDICADORES		
		ALTO	MEDIO	BAJO
COMPETITIVIDAD	Eficiencia de las producciones.			X
	Rentabilidad de las producciones.			X
	Calidad de los productos.			X
	Estabilidad de precios del mercado			X
	Percibibilidad de los productos.		X	
	Productividad.			X
	Disponibilidad de equipos y herramientas.			X
	Altos costos de la tierra (impuestos).	X		
	Mano de obra.	X		
	Facilidad de transporte a los centros de consumo.			X
	Altos costos en el transporte.		X	
	Inestabilidad de precios.			X
	Baja fertilidad del suelo.			X
	Escasez de recursos naturales.	X		
	Mercados potenciales.		X	
	Presencia de entidades comercializadoras.			X
Presencia de agroindustria.			X	
Grado de escolaridad de la población.			X	

**Cuadro 6. Indicadores de equidad**

CRITERIOS	DESCRIPTOR	INDICADORES		
		ALTO	MEDIO	BAJO
EQUIDAD	Retribución al jornal familiar.			X
	Grado de organización comunitaria.		X	
	Participación comunitaria.		X	
	Calidad de las dietas alimenticias.			X
	Distribución equilibrada dentro del trabajo de la familia.	X		
	Distribución equitativa de ingresos.			X
	Fragmentación de la propiedad.		X	
	Falta de control comercial.			X
	Jefes de familias permanentes	X		
	Jefes de familias temporales.			X
	Comercializadoras agrícolas.			X

**Cuadro 7. Características edáfica de la vereda Aguaclara**

ASOCIACIÓN	RELIEVE Y PENDIENTE	CARACTERÍSTICAS EXTERNAS			CARACTERÍSTICAS INTERNAS			COMPOSICIÓN DE LA ASOCIACIÓN	ÁREA (ha)
		CLIMA	PATRÓN DRENAJE	EROSIÓN	DRENAJE EXTERNO	PROFUNDIDAD	FERTILIDAD		
Asoc. Felidia FLC15	Pronunciada a 12 - 30%	TT/SH	Subparalelo	Sin a muy severa	Bueno a excesivo	Profundos	Moderada a baja	Melanudands típico medial caolinitico isotérmico 12 - 30%. Dystrustepts Típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 25 - 36%. Kandiustox típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 27 - 36%.	720.83
Asoc. Playas PYcd45	Pronunciadas a muy pronunciada 12,30 y 70%	TT/SH TMC/SA	Centrípeto	Sin, moderada y muy severa	Bueno a excesivo	Moderadamente profundos a profundos	Moderada a baja	Dystrustepts Típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 25 - 36%. Kandiustox típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 27 - 36%. Eustrustox Xántico limoso fino caolinitico isohipertérmico 12 - 27%.	292.24
Asoc. Playas PYcd25	Pronunciado a muy pronunciada 12, 30 y 70%	TT/SH TMC/SA	Subdendritico poco denso	Muy ligera muy severa	Bueno a excesivo	Profundos	Moderada a baja	Melanudands típico medial caolinitico isotérmico 12 - 30%. Dystrustepts Típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 25 - 36%. Kandiustox típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 27 - 36%. Eustrustox Xántico limoso fino caolinitico isohipertérmico 12 - 27%.	496.02
Asoc. Playas PYc35	Pronunciadas 12 - 30%	TT/SH TMC/SA	Subparalelo muy denso	Ligera a muy severa	Bueno a excesivo	Profundos a superficiales	Moderada a baja	Dystrustepts Típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 25 - 36%. Kandiustox típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 27 - 36%. Eustrustox Xántico limoso fino caolinitico isohipertérmico 12 - 27%.	199.11
Asoc. Playas PYcd35	Pronunciado a muy pronunciadas 12, 30 y 70%	TT/SH TMC/SA	Subdendritico denso	Ligera a muy severa	Bueno a excesivo	Superficiales a moderadamente profundos	Moderada a baja	Dystrustepts Típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 25 - 36%. Kandiustox típico limoso fino caolinitico isohipertérmico 27 - 36%. Eustrustox Xántico limoso fino caolinitico isohipertérmico 12 - 27%.	326.65

**Cuadro 8. Interpretación de las características importantes de los suelos de la vereda Aguaclara, municipio de La Cumbre, Valle del Cauca.**

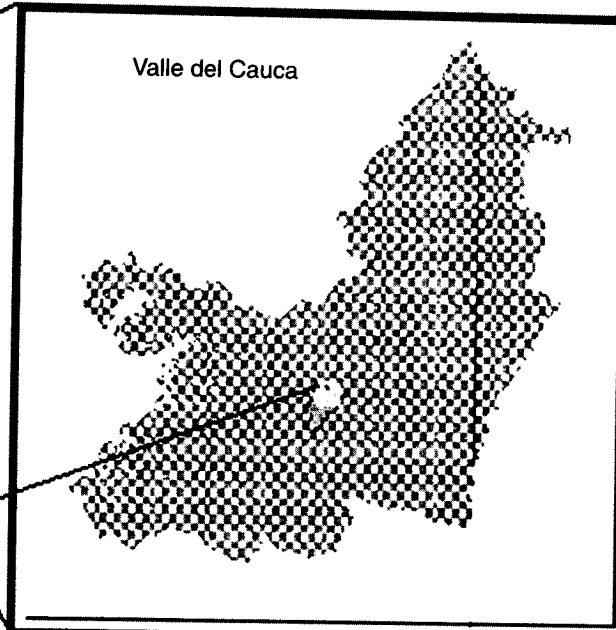
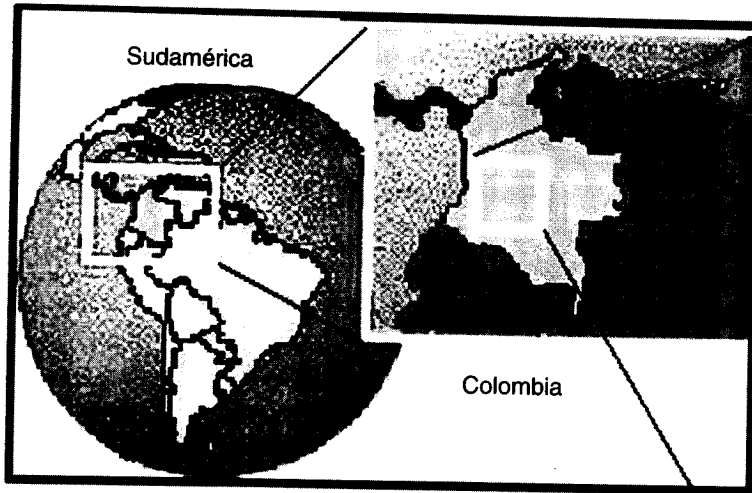
Interpretación	NOMBRE DEL SUELO			
	Melanudands típico medial caolínítico isohipertérmico 25 - 36%.	Dystrustepts Típico limoso fino caolínítico isohipertérmico 25-36%.	Eustrustox Xántico limoso fino caolínítico isohipertérmico 12 - 27%	Kandiustox típico limoso fino caolínítico isohipertérmico 27 - 36%.
Labranza	Limitada	Limitada	Lmitada	Limitada
Drenaje	Bien drenado	Bien drenado	Bien drenado	Bien drenado
Humedad	Retención muy alta	Retención alta	Retención alta	Retención alta
Enraizamiento	No limitado	No limitado	No limitado	Limitado
Fertilidad	Moderada a baja	Moderada a baja	Moderada a baja	Moderada a baja
Riesgo de erosión	Muy alto	Alta	Moderadamente alta	Muy alta

**Cuadro 9. Zonificación agroclimática de la vereda Aguaclara**

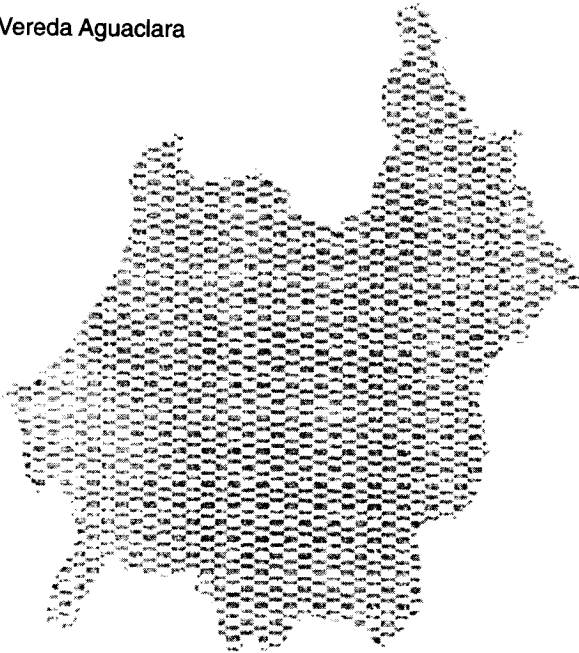
UNIDAD	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA								ÁREA (Ha)
	CLIMA	EDÁFICAS							
		PROFUN-DIDAD	PENDIENTE (%)	RIESGO EROSIÓN	LABRANZA	FACILIDAD ENRAIZA-MIENTO	DRENAJE EXTERNO	LIMITANTE	
1	TT/SH	Profundos	12 al 30	Alto	Limitada	Alta	Bueno a excesivo	A, B y C*	720.83
3	TT/SH	Profundos	12 al 70	Alto	Limitada	Limitada	Bueno a excesivo	A, B y C	227.81
4	TMC/SA	Profundos	12 al 70	Alto	Limitada	Limitada	Bueno a excesivo	A, B y C	64.43
5	TT/SH	Profundos	12 al 70	Alto	Limitada	Limitada	Bueno a excesivo	A, B y C	354.39
6	TMC/SA	Profundos	12 al 70	Alto	Limitada	Moderada	Bueno a excesivo	A, B y C	141.63
7	TT/SH	Profundos	12 al 70	Alto	Limitada	Limitada	Bueno a excesivo	A, B y C	72.2
8	TMC/SA	Superficiales a ligeramente profundos	12 al 30	Alto	Limitada	Baja	Bueno a excesivo	A, B y C	126.9
9	TT/SH	Profundos	12 al 70	Alto	Limitada	Limitada	Bueno a excesivo	A, B y C	100.57
10	TMC/SA	Profundos	12 al 70	Alto	Limitada	Limitada	Bueno a excesivo	A, B y C	226.09

\* Limitantes de los suelos: A: químicas (alta retención de fósforo, alta acidez)  
 B: baja disponibilidad de agua  
 C: susceptibilidad y alto riesgo de erosión

# ANEXO A



Vereda Aguaclara



**Localización Geográfica  
de la vereda Aguaclara**



# ANEXO B

904 400 m N

1066 000 m E

## EXPLICACION SIMBOLO CARTOGRAFICO

<b>FL</b> Unidad cartográfica	<b>V</b> Relieve y pendiente	<b>15</b> Erosión
<b>UNIDADES CARTOGRAFICAS</b> FL: Asociación Falda PY: Asociación Playas	<b>RELIEVO Y PENDIENTE</b> a: plano <6% b: suave 6 - 12% c: pronunciada 13 - 30% d: muy pronunciada 31 - 70% e: escarpada >70%	<b>EROSIÓN</b> 1: Sin erosión 2: Muy ligera 3: Ligera 4: Moderadamente severa 5: Muy severa

Municipio de La Cumbre

Municipio de Vijes

### CONVENCIONES

	Curva de Nivel
	Red Hidrica
	Red Vial
	Zona de Estudio

## UNIDADES CARTOGRAFICAS

COLOR	DESCRIPCION	AREA ha
	FLc15	720.83
	PYcd45	262.24
	PYcd25	466.02
	PYc35	199.11
	PYcd35	326.85

**TOTAL 2034.85**

Contiene: **Zonificación Edáfica**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
SEDE PALMIRA







Elaboró: F. Aizate O. - I. C. Gómez M.	Escala: 1 : 45 000	FICARRA No.
Dibujó: Ing. J. Rosero N.	Fecha: Agosto de 1999	

Municipio de Yumbo

897 000 m N

1066 800 m E

## LEYENDA

COLOR	DESCRIPCION
	Cultivos Limpios
	Cultivos Densos o Agroforestales
	Cultivos Silvoagrícolas
	Bosque Comercial
	Bosque Productor Protector
	Zona de Protección Hídrica

Municipio de  
La CumbreMunicipio de  
Vijes

## CONVENCIONES

	Curva de Nivel
	Red Hídrica
	Red Vial
	Zona de Estudio

Municipio de  
Yumbo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
SEDE PALMIRA

Contiene: *Uso Potencial Mayor*

Trabajo de Grado: *Zonificación Agroecológica de la Vereda  
Aguacilar, Municipio de La Cumbre Valle del Cauca*

Elaboró: F. Alzate O. - I. C. Gómez M. Dibujo: Ing. J. Rosero N.

Revisó: Ing. C. Escobar Chalarca Escala: 1:45.000

Aprobó: Ing. C. Escobar Chalarca Fecha: Agosto de 1999





FIGURA  
No  
40

# ANEXO D

904.400 m N

1065.000 m E


## LEYENDA

COLOR	DESCRIPCION
	Equilibrio (1517.19 ha)
	Subuso (2.97 ha)
	Sobre uso alto (487.7 ha)
	Sobre uso muy alto (26.96 ha)

Municipio de La Cumbre

Municipio de Vijes

## CONVENCIONES

	Curva de Nivel
	Red Hídrica
	Red Vial
	Zona de Estudio

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
 SEDE PALMIRA

Contiene: *Conflictos por Uso de Suelo*

Trabajo de Grado: *Zonificación Agroecológica de la Vereda Aguaclara, Municipio de La Cumbre Valle del Cauca*

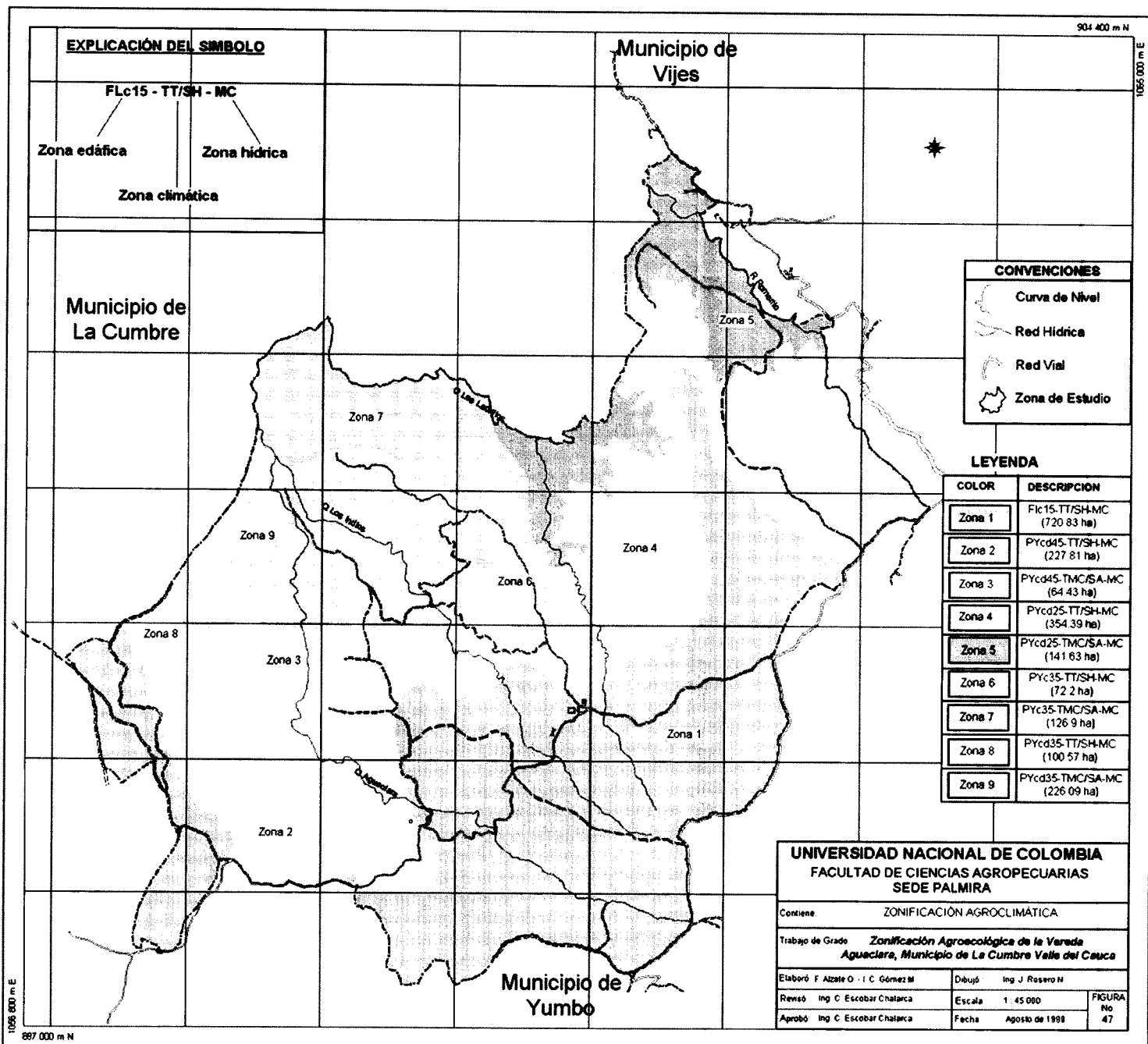
Elaboró: F. Alzate O. - I. C. Gómez M.	Dibujó: Ing. J. Fosero N.	FIGURA No. 46
Revisó: Ing. C. Escobar Chatarca	Escala: 1:45.000	
Aprobó: Ing. C. Escobar Chatarca	Fecha: Agosto de 1999	

Municipio de Yumbo

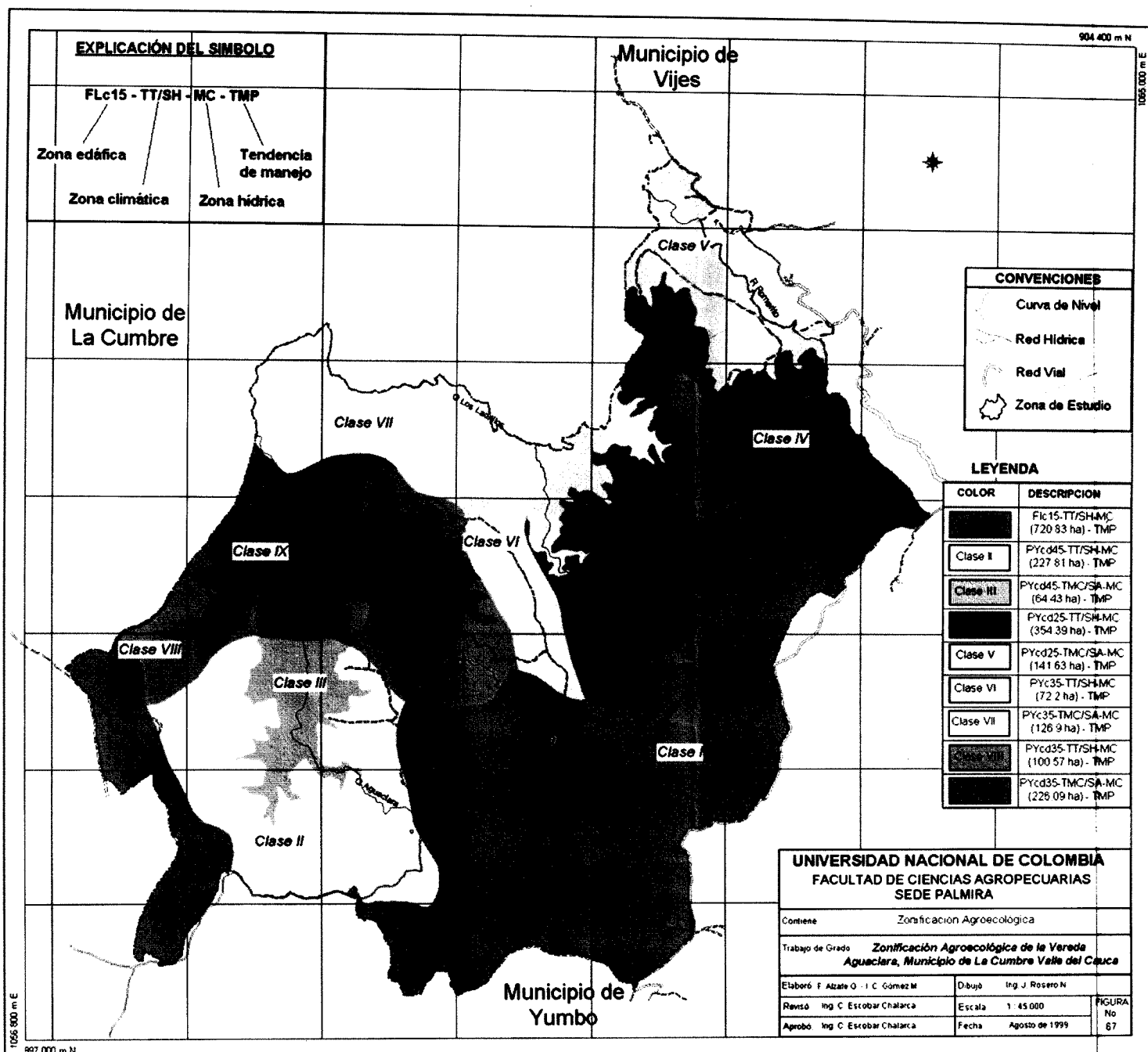
1056.000 m E

897.000 m N

# ANEXO E



# ANEXO F





## **NUEVO MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN RÁPIDA DE LA BIODIVERSIDAD DE PLANTAS EN DIFERENTES USOS DE TIERRAS\***

Germán Escobar, Sam Fujisaka y Erik Veneklaas

### **RESUMEN**

*La biodiversidad de plantas fue evaluada en diferentes agro-ecosistemas mediante la técnica de inventario con transectos lineales con unidades muestrales a intervalos regulares a lo largo del transecto.*

*Los inventarios de vegetación utilizan diversos métodos para evaluar la diversidad de plantas en sitios con poca o ninguna intervención en diversos intentos por conocer el estado actual de la biodiversidad, hacer mapas de vegetación e identificar áreas prioritarias de manejo o conservación.*

*Inventarios que en poco o nada responden sobre transformaciones resultado de los diferentes usos humanos en estas áreas y por lo tanto resultados no extrapolados con sitios de procesos de intervención.*

*Precisábamos de un nuevo método que permitiera estudiar la dinámica de la vegetación entre diferentes agro-ecosistemas y comparar resultados.*

---

*Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), A.A. 6713, Cali, Colombia*

*Este nuevo método propuesto de evaluación rápida por transectos lineales permite caracterizar la dinámica de la vegetación y cuantificar los cambios en la composición de la diversidad vegetal bajo los diferentes usos de tierra.*

*Este tipo de inventario permite ampliar los conocimientos sobre los barbechos, conocer y entender la aparición y competencia de especies botánicas en cultivos y pasturas.*

## ANTECEDENTES

En la última década se han desarrollado diversas técnicas para la realización de evaluaciones de la diversidad biológica.

Principalmente diversos intentos por cuantificar y conocer el estado actual de la biodiversidad, identificar áreas prioritarias de manejo y o conservación, especialmente las que presentan una gran diversidad de especies o un gran número de especies amenazadas, especies endémicas o hábitats restringidos.

La mayoría de técnicas emplean la especie como unidad base de la diversidad biológica y se basa en la compilación de datos existentes y/o en la recolección de nuevos datos.

Considerando la amplitud de la cobertura vegetal en los bosques tropicales estos inventarios han comprendido tamaños de muestra representativos donde se cuentan todos los individuos y sus características en un área determinada, métodos costosos que involucran bastante personal, recursos y tiempo.

La mayoría de estos inventarios se realizan con sistemas de muestras estratificadas (FUNTAC 1992), que consisten en tres niveles de evaluación (circunferencia a la altura del pecho -CAP-), con tres tamaños de unidades de muestreo, ubicados en transectos lineales o en dispuestos en conglomerados.

Nuestra propuesta es una metodología que va más allá del conocimiento y listado de la biodiversidad. Es la evaluación directa del efecto de los diferentes usos de tierras sobre la dinámica y composición de la biodiversidad, la posibilidad de cuantificar los cambios y el conocimiento de algunas de sus múltiples causas.

Con éste método de transectos lineales se pueden estudiar algunos aspectos cuantificables de la biodiversidad conociendo las especies por sus nombres locales o nombrándolos con características únicas que garanticen su fácil reconocimiento, contabilizando el número de individuos de cada especie y por sus formas de vida o hábitos de crecimiento.

La metodología minimiza el contenido taxonómico formal en la clasificación e identificación de las especies ya que permite realizar las investigaciones sin el previo conocimiento de los nombres científicos de las especies implicadas.

Para sustituir esta identificación formal y exacta de las especies se recurre a los nombres locales y se pueden elaborar cuadros funcionales de clasificación e identificación o claves sinópticas ilustradas de caracteres vegetativos a escala local o regional.

Este punto es importante en una evaluación rápida, por la certeza de la identificación específica del ejemplar, además por la dificultad de conseguir los taxonomistas expertos y su disponibilidad para estos trabajos. La mayoría de taxónomos son especialistas en grupos determinados de plantas y trabajan principalmente con materiales herborizados y floras regionales.

Esta metodología puede ser también un punto de partida en procesos de conservación y desarrollo sostenible de carácter participativo, ya que puede ser una técnica que puede involucrar a los diferentes usuarios y tener en cuenta la realidad social y económica de las comunidades.

El conjunto de plantas fue muestreado en comunidades de selva, barbechos de diferentes edades, campos abiertos para cultivos después de selva y barbechos. Estos usos de tierra se aproximan a la forma del uso consecutivo de la tierra que los productores hace en las zonas de tumba



y quema después de abrir la selva, de tal manera que las comunidades de plantas descritas también representan una progresión en el tiempo.

Todos nuestros inventarios botánicos fueron el acompañamiento a encuestas semiestructuradas, para el diagnóstico y caracterización socioeconómicos de varios proyectos de colonización en la Amazonía: Pedro Peioxoto (Acre) y Theobroma (Rondonia) en Brasil y Pucallpa (Ucayali) y Yurimaguas (Loreto) en Perú.

Existe referencia de otro nuevo método mediante una encuesta proforma diseñada por el CIFOR (Center for International Forestry Research) para la valoración rápida de la biodiversidad de plantas (riqueza y composición de especies de plantas vasculares y grupos funcionales de las plantas) para diferentes tipos de usos de tierras (Gillison, 1977).

No tenemos mayor información sobre la metodología y los resultados obtenidos. Se desarrollaron inventarios con esta metodología en los mismos sitios amazónicos de Brasil, Perú, y uno en México.

## **METODOLOGÍA**

### **Materiales**

Cinta métrica (50/100 m), 4 tubos de pvc de 2 m, 3 machetes, bolsas plásticas y prensa de herbario, formatos y libretas de campo.

### **Inventarios**

#### **Identificación de los sitios:**

Los diferentes usos de tierra son muestreados, principalmente con vegetación correspondiente a la misma unidad fisiográfica: el mismo tipo de suelo, suelos planos sin mayores accidentes geográficos, altura, temperatura y precipitación semejantes.

Dentro de las selvas tropicales, las causas naturales de diferenciación se atribuyen principalmente a las condiciones de suelo y topografía. Los gradientes de variación de estos factores pueden considerarse como las causas explicativas de los procesos dinámicos del bosque (Sabogal 1980).

Como tratamiento testigo es importante tener un área de vegetación natural poco intervenida y como tratamientos contrastantes los diferentes tipos de usos escalonados o cíclicos que dan los productores a sus parcelas de extracción, descanso o de cultivos (ver figura 1).

En nuestro caso fueron muestreadas selvas, cultivos de primer y segundo año después de talar y quemar la selva, barbechos de 1-2 años, 3-5 años y mayores de 5 años de descanso, al igual que cultivos de primer y segundo años después de barbechos, y algunos campos con cultivos permanentes.

**Figura No. 1 Secuencia aproximada de uso de tierras en zonas de colonización.**



### **Ubicación de los transectos:**

Estos se ubicaron casi siempre en orientación paralela a la finca o fundo, contando con la autorización y la mayoría de veces con el acompañamiento de los propietarios.

Regularmente iniciamos 20 metros después del área de frontera de cada tratamiento, escogidos, arbitrariamente evitando accidentes geográficos, ríos, caños, lagunas, caminos, derrumbes, árboles caídos, etc. En cada campo se realizaron dos transectos, ubicando el segundo paralelamente al lado a 20 metros de distancia.

### **Transectos:**

Los transectos consisten en una porción alargada de vegetación donde se ubican a intervalos regulares las muestras de manera sistemática o preferencial y se estudian las variables establecidas o deseadas (Matteucci y Colma 1982).

El transecto como unidad muestral es un caso particular de unidad sin límites, que evita los problemas de selección de la forma y el tamaño de la unidad bidimensional (Matteucci y Colma 1982).

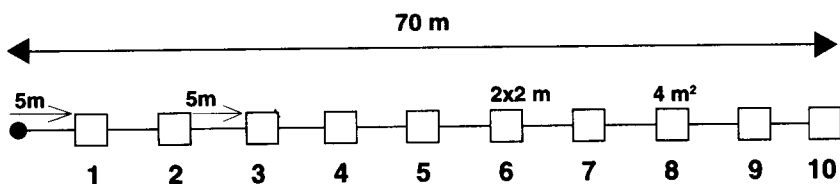
Utilizamos los transectos como unidades de muestreo lineal para conocer cómo varía la vegetación de acuerdo con los cambios en los usos de tierra o del medio ambiente.

Es una técnica que permite un óptimo acceso al área de muestreo, es muy flexible ya que no es necesario ajustar el tamaño de la unidad muestral, no es muy intrusiva, es rápida, económica, requiere de menos equipo y menos trabajadores, y puede representar la variabilidad vegetal existente.

Los diferentes tratamientos fueron muestreados usando transectos lineales de 70 metros, dos por campo, con tres repeticiones, para un total de seis por cada tratamiento. En cada transecto se inventariaron 4 m<sup>2</sup> por muestra tomadas cada 5 m de distancia (10 por transecto) y se registraron todas las especies y número de individuos.

### **Puntos (muestras) de lectura:**

10 cuadrados de 2 x 2 m, 80 m<sup>2</sup> por repetición, para un total de 240 m<sup>2</sup> por tratamiento. Cada cuadrado es delimitado utilizando los 4 tubos de pvc.



En cada cuadrado se procede a contar toda la vegetación presente: número de especies (diversidad), individuos (abundancia), formas de vida y observaciones generales.

## **RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se realiza una ficha de campo para cada uno de los transectos, con una columna para los “nombres” de cada especie, otra para su hábito de crecimiento (forma de vida) y 10 columnas para el número de individuos por especie, por punto de lectura.

En los transectos se contabilizan todas las especies y el número de individuos, las especies se “enlistan” en orden de aparición por su nombre local o específico, o por una característica importante que permita su reconocimiento posterior.

De igual manera se reconoce su forma de vida o hábito de crecimiento, en nuestro caso las categorías: árbol, arbusto, palmera, herbácea, lianas y otros (bambusoides y musáceas).

Igualmente se colecta la información posible sobre tamaños y formas de semillas y frutos y sus mecanismos de dispersión.

En campos de cultivos (generalmente) puede ser de utilidad tener en cuenta la regeneración de especies, si es por semilla o por rebrote después del corte y las quemas.

Se toman muestras vegetales para herborizar de aquellos ejemplares sin identificar, importantes o de interés para el estudio.

Pueden tomarse datos de usos etnobotánicos de las especies, si existe una fuente cercana de información (además de realizar una encuesta semiestructurada).

## **IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES**

En el campo la identificación de las especies son realizadas por biólogos, botánicos y/o por expertos forestales locales “materos” denominación en Brasil y Perú, que conocen ampliamente los nombres locales de las especies.

La identificación de campo se realiza por el nombre local a través de tipos de hojas, flores, frutos, estructura, color y olor de la corteza y leño,

llegando incluso con su experiencia muchas veces hasta la categoría de especie, género o familia.

Para la confirmación o identificación botánica de especies desconocidas o de interés se utilizan las muestras herborizadas y con ayuda de expertos y/o de los herbarios regionales se obtiene información más precisa.

Con ayuda de listados e inventarios regionales se pueden ampliar los conocimientos sobre nombres locales, identificación de especies, tipos de frutos, formas de dispersión y usos etnobotánicos.

## **COSTOS**

Este tipo de inventario es una técnica de investigación basada principalmente en trabajo de campo. Las exigencias tecnológicas y periciales son pocas y por ello es una técnica relativamente poco costosa.

## **RECURSOS HUMANOS IMPLICADOS Y NECESARIOS**

Son necesarios mínimo un biólogo o botánico, un *matero* y un técnico de campo.

El trabajo básico es nombrar o diferenciar las especies, contar los individuos, coleccionar ejemplares de herbario, realizar trochas para los transectos y marcar los 4 m<sup>2</sup> para los puntos de lectura.

Los expertos locales biólogos y/o *materos* constituyen el núcleo central del equipo de trabajo y su presencia es fundamental para reconocer las especies y área de estudio.

### **Duración:**

El inventario en sí puede durar entre 15 y 30 días, dependiendo de los tratamientos y el número de repeticiones a inventariar. Por sus

características, el inventario por transectos es una forma rápida de inventariar la diversidad biológica dentro de un sistema de usos de tierras en una región.

## EJEMPLOS DE APLICACIÓN

### **Pedro Peixoto, Acre, Brasil**

Fujisaka, S., Escobar, G., Veneklaas, E. 1998. Plant community diversity relative to human land use in an Amazon colony. *Biodivers. Conserv.* 7, 41-57.

### **Theobroma, Rondonia, Brasil**

Fujisaka, S., Castilla, C., Escobar, G., Rodríguez, V., Veneklaas, E., Thomas, R., Fisher, M. 1998. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: estimates of carbon emissions and plant species loss in a Brazilian Amazon colony. *Agric. Ecosyst. Environ.* 69, 17-26.

### **Pucallpa, Perú**

Fujisaka, S., Escobar, G., Veneklaas, E. 2000. Weedy forest and fields: interaction of colonist' land use and plant community and diversity in the Peruvian Amazon. *Agric. Ecosyst. Environ.* - 78 (2000) 175-186.

## **Datos obtenidos**

### **A. Para cada transecto y/o tratamientos**

#### **1. Descripción detallada de los sitios:**

Descripción y mapa general del sitio, historia detallada de uso de tierras para cada tratamiento (extracción, cultivos, tiempo, especies), comentarios sobre propiedad, economía, carreteras.

#### **2. Número de especies:**

Composición específica de la vegetación con el propósito de comparar entre diferentes sistemas de usos de tierras en la misma área, en el tiempo, o con otras áreas y/o países. Es la forma más sencilla de medir la diversidad.

Datos totales, promedios, comparaciones, especies exclusivas o compartidas entre tratamientos, destino de algunas especies son métodos cuantitativos básicos que fácil y rápidamente pueden mostrar resultados contundentes.

**3. Número de individuos:**

Total de individuos por especie en cada punto o parcela "leída".

**4. Formas de vida o hábitos de crecimiento:**

Se consideraron tipos generales de formas de vida o formas de crecimiento para las especies, es decir, diferentes tipos de estructuras o formas observables en las plantas.

Estas categorías bien definidas y/o delimitadas se convierten en excelentes sistemas de clasificación. Formas de crecimiento, formas de hojas, tallos y raíces permiten identificar equivalentes ecológicos en áreas muy distantes.

Las formas de crecimiento son un reflejo de las condiciones ambientales, que en caso de ser similares producirán formas vegetales semejantes (Krebs 1985).

Nuestras categorías escogidas para estos trabajos fueron:

<b>Árboles:</b>	plantas leñosas grandes, regularmente > 3 m
<b>Arbustos:</b>	plantas leñosas pequeñas, < 3 m, troncos delgados
<b>Palmas:</b>	importante recurso etnobotánico
<b>Herbáceas:</b>	plantas sin tallos leñosos, muy pequeñas, < 1 m, regularmente consideradas malezas en cultivos.
<b>Lianas:</b>	plantas trepadoras leñosas o enredaderas
<b>Otros:</b>	especies tipo bambusoides o musáceas

**5. Identificación de especies:**

Las especies se codifican o nombran por características únicas resaltantes, por sus nombres locales y/o por sus nombres específicos o genéricos.

Especies de interés se "nombran", se codifican, coleccionan y herborizan para posterior *identificación taxonómica*.

6. **Datos etnobotánicos:**  
En el momento de los levantamientos florísticos la experiencia del personal local es muy valiosa (matero, técnico, biólogo) y productores o dueños de la finca/fundo que regularmente gustan acompañar este tipo de estudios.
7. **Morfología y dispersión de semillas:**  
Apuntes sobre formas/tamaños de semillas, frutos y mecanismos de dispersión. Incluso datos de consumo o problemas fitosanitarios pueden ser importantes.
8. **Regeneración de especies:**  
Anotaciones sobre mecanismos de regeneración (por rebrotes o semilla) de algunas especies en campos de cultivos y barbechos, principalmente.
9. **Materia orgánica:**  
Presencia de hojarasca, troncos o árboles caídos en las parcelas.
10. **Datos sobre CAP y altura de especies:**  
Datos sobre CAP -circunferencia a la altura del pecho (1.30 cm del suelo)- y alturas representativas de árboles y arbutos por tratamientos.
11. **Muestras botánicas:**  
Colección de ejemplares herborizados, debidamente etiquetados para su posterior identificación y/o colección económica o flora regional.

## **B. Encuesta semiestructurada**

Encuesta semiestructurada sobre barbechos, especies útiles, malezas; sobre cultivos, ciclos, producción y problemas pecuarios. Datos que pueden ser correlacionados con la dinámica de la vegetación y los diferentes usos de tierras.

## **Datos generados, procesamiento estadístico y resultados**

Este tipo de inventario puede producir gran cantidad de datos muy útiles y potencialmente generar una enorme cantidad de información básica, que puede servir para comparar, dentro y entre comunidades y ecosistemas.



La mayoría de fórmulas utilizadas son de uso corriente en análisis estructural de la vegetación y estas pueden ser utilizadas de acuerdo al interés y objetivos propuestos a resolver. Los tres casos de aplicación en proyectos amazónicos son un claro ejemplo.

### **Medidas de diversidad de especies (Marín 1995):**

La diversidad se compone de dos elementos, variedad o riqueza y abundancia relativa de especies. Las medidas de diversidad de especies en una comunidad, se establecen de dos tipos:

#### **Medidas de alfa diversidad (diversidad presente en un sitio)**

- 1) Índices de riqueza de especies
- 2) Modelos de abundancia de especies (distribución geométrica, serie logarítmica, etc.)
- 3) Índices de abundancia relativa de especies (índices matemáticos como el de Shannon ( $H'$ ) o Shannon- Wiener, Simpson ( $D$ ) y Brillouin ( $HB$ ), que incluyen tanto la riqueza como la distribución de las especies.

#### **Medidas de beta diversidad (heterogeneidad entre sitios)**

- 1) Medidas de similitud métricas (como el índice de Jaccard y la distancia Euclidiana).
- 2) Medidas de similitud no métricas (como el índice de Czkanowski y el coeficiente cuantitativo de Sorenson).

Son muchas fórmulas de uso general para aplicar y lograr importantes resultados, a continuación se describen algunas variables y sus propiedades más importantes:

#### **Índice o curva de especies por área (número acumulado de especies por área acumulada):**

La relación especies-área indica el componente de la riqueza o variedad de las especies, la cual es expresada a través de una curva, en cuyo desarrollo es posible fijar el área mínima o el tamaño de muestra necesaria para el estudio de una comunidad-tipo (Sabogal 1980).

**La curva de especies por área** describe la rata en la cual el número de especies incrementa con el área. Puede ser usada para comparar la rata de incremento del número de especies con el área entre diferentes regiones (Huston 1994).

$$S = KA^z$$

Nosotros realizamos dos transectos por repetición, para un total de seis por tratamiento. Entre más transectos se realicen por tratamiento más completos serán los inventarios. El momento en que la curva de especies se estabiliza para cada tratamiento, o sea no aparecen nuevas especies por área acumulada, se define el tamaño de muestra óptimo para cada tratamiento.

Es la forma de relacionar el número acumulado de especies encontradas con el área acumulada (sucesiva) de muestras, dentro de cada tratamiento inventariado.

Lo esperado para casos de selva amazónica es que las curvas de especie por área no se estabilicen, debido a la heterogeneidad de la vegetación y la distribución de las diversas especies que la constituyen (FUNTAC 1992).

#### **Cociente de Mezcla (Índice de heterogeneidad florística):**

Es el índice que nos muestra la uniformidad, equidad o intensidad de mezcla en la distribución o proporción de los individuos y las especies. Sirve para categorizar diferentes tipos de bosque o en nuestro caso como indicador de perturbación en los diferentes usos de tierra.

Este se obtiene dividiendo el número total de especies encontradas entre el total de individuos por área, resultando el promedio de individuos por especie (por tratamiento), de igual manera podría hacerse por formas de vida (por tratamiento).

$$C.M. = \frac{\text{Número de especies}}{\text{Número de individuos}}$$

**Índice de dominancia de la comunidad:** está descrito por las especies clave o dominantes de la comunidad, por su abundancia numérica o su biomasa.

$$\text{I.D.C.} = 100 \times \frac{Y1 + Y2}{Y}$$

La abundancia definida por el índice de dominancia de la comunidad guarda relación inversamente proporcional con la diversidad (Krebs 1985).

**Abundancia (densidad de individuos):** número total de individuos por especies, formas de vida y/o tratamientos por unidad de área.

**Abundancia absoluta:** número total de individuos pertenecientes a una determinada especie por área.

$$A_{ab} = (n / a)$$

**Abundancia relativa:** participación de cada especie en porcentaje del número total individuos por formas de vida levantados en la muestra respectiva (número total - 100%).

$$A_r = (A_{ab} \times 100) / (E.M.A)$$

**Abundancia relativa (histograma):** método gráfico que muestra la curva de abundancia relativa o de dominancia de diversidad. Este histograma nos permite conocer el número de especies raras y comunes. Se puede calcular con la siguiente fórmula:  $S = \alpha \log e (1 + n/\alpha)$

**Frecuencia:** expresa la regularidad de la distribución horizontal de cada especie en un área (dispersión media), es la probabilidad de encontrar uno o más individuos de una especie en una unidad de muestra particular.

Con el tamaño de área muestreada las especies más frecuentes son las especies horizontalmente bien distribuidas y usualmente de mayor

abundancia. Con una dominancia adicionalmente mayor, juegan un rol importante en la constitución del bosque, representando un 5 a 15% del número total de especies (Sabogal 1980).

Aquellas especies que presentan una baja distribución horizontal, con una irregular a escasa ocupación podrían quedar por fuera del censo, estas son las especies "ocasionales" y representan a la mayoría de las especies (Sabogal 1980).

**Frecuencia específica (*i*):** es la probabilidad de encontrar una especie (*i*) en una muestra, o sea el número de cuadrados que incluyen a la especie (*i*) dividido por el número total de cuadrados.

$$F_i = m_i / M$$

**Frecuencia absoluta:** dada por el porcentaje de las muestras en que aparece cada especie con relación al número total de muestras levantadas.

$$F_{ab} = (m_i \times 100) / M$$

**Frecuencia relativa:** es el valor expresado en porcentaje de una especie en relación a la suma total de las frecuencias absolutas (100%).

$$F_r = (F_{ab} \times 100) / (E.M.F.)$$

**Frecuencia relativa de especie *i*:** es la frecuencia específica (*i*) dividida por la suma de todas las frecuencias específicas.

$$F_{ri} = F_i / \sum F_i$$

**Presencia y constancia:** reflejan la proporción de muestras en las que aparece una especie en relación con el número total de muestras consideradas.

La presencia mide la probabilidad de encontrar una especie dada en una muestra; la constancia es la probabilidad de encontrar una especie

dada en una unidad muestral de tamaño determinado en cualquier muestra elegida al azar.

$$P = (mi / M) \times 100$$
$$M = (mi / M) \times 100$$

La presencia proviene de una porción de vegetación que se examina totalmente, es decir toda la porción es la muestra (transectos); la constancia se calcula a partir de datos provenientes de conjuntos de unidades muestrales (tratamientos).

Si las muestras proceden de la misma población, o si la diferencia entre las distintas partes de la porción de vegetación no es mayor que la diferencia entre muestras, la frecuencia y la constancia son equivalentes.

**Fidelidad:** (Matteucci y Colma 1982) es la medida en que una especie es característica de una determinada comunidad o conjunto de comunidades y está restringida a éstas.

Según la escuela fitosociológica de Zurich-Montpellier reconocen cinco grados de fidelidad: 1) **especies exclusivas**, las que aparecen restringidas a una comunidad dada en una región geográfica particular; 2) **especies selectivas**, las que se encuentran sobre todo en una comunidad dada y ocasionalmente en otras comunidades; 3) **especies preferenciales**, las que se encuentran óptimamente en una comunidad dada, aunque aparecen en otras; 4) **especies indiferentes**, las que aparecen en cualquier comunidad, sin mostrar preferencias y 5) **especies extrañas**, las que son raras en una comunidad particular.

La fidelidad se evalúa a partir de la presencia de cada especie en las unidades muestrales representativas de las distintas comunidades. La fidelidad principalmente es una evaluación subjetiva, pero con una tabla de contingencia de 2 x 2 se puede determinar un índice cuantitativo de la fidelidad a partir de datos de presencia, constancia o frecuencia.

**Densidad:** número total de individuos (de todas las especies) en un área determinada.

$$D = \sum n / A \quad D = N / A$$

**Densidad de una especie (*i*):** número total de individuos de una especie (*i*) por el área total.

$$D_i = N_i / A$$

**Densidad relativa de una especie (*i*):** número de individuos de una especie (*i*) por el número total de individuos de todas las especies.

$$D_{ri} = n_i / \Sigma n$$

donde:

$\alpha$	=	Índice de diversidad
<b>A</b>	=	Área total expresada en ha o m <sup>2</sup>
<b>A<sub>ab</sub></b>	=	Abundancia absoluta
<b>D</b>	=	Densidad total
<b>D<sub>i</sub></b>	=	Densidad especie <i>i</i>
<b>E.M.A.</b>	=	Abundancia absoluta de la especie más abundante
<b>E.M.F.</b>	=	Frecuencia absoluta de la especie más frecuente
<b>F<sub>i</sub></b>	=	Frecuencia específica
<b>F<sub>ri</sub></b>	=	Frecuencia relativa de especie <i>i</i>
<b>I.D.C.</b>	=	Índice de dominancia de la comunidad
<b>K</b>	=	Constante
<b>M</b>	=	Número total de cuadrados o unidades muestrales
<b>m<sub>i</sub></b>	=	Número de cuadrados donde está la especie <i>i</i>
<b>n</b>	=	Número de individuos por especies, hábito o tratamiento
<b>N</b>	=	Número total de individuos ( $\Sigma n$ )
<b>n<sub>i</sub></b>	=	número individuos especie <i>i</i>
<b>P</b>	=	Presencia
<b>S</b>	=	Número de especies
<b>Y</b>	=	Suma de la abundancia de todas las especies
<b>Y<sub>1</sub></b>	=	Abundancia de la especie más común
<b>Y<sub>2</sub></b>	=	Abundancia de la segunda especie
<b>Z</b>	=	Parámetro exponencial de la ecuación

**Otras herramientas complementarias**

## **Encuesta semiestructurada sobre conocimiento de usos etnobotánicos, especies de interés y/o "malezas" en selva, barbechos y campos de cultivos**

Con información directa de los productores o nativos se puede indagar (elicitarse) el conocimiento integral que estos tienen sobre el medio ambiente y la vegetación que los rodea. De ellos mismos pueden salir propuestas de conservación, regeneración y/o manejo de algunas especies de interés o el control de aquellas especies no deseadas.

### **Sistemas de información geográficos**

Se pueden emplear imágenes de satélite, planos cartográficos y catastrales, si existen y están disponibles, para determinar la extensión de la capa forestal, las áreas de colonización o de propiedades y las áreas que valdría la pena investigar.

Son importantes, datos SIG con topografía, hidrografía, tipos de vegetación, fronteras políticas, categorías de gestión (incluyendo áreas protegidas y las concesiones forestales), carreteras y poblaciones.

Actualmente, se usan básicamente para cuantificar los procesos de deforestación o "desmatamiento" de las zonas boscosas y el crecimiento de áreas de cultivos y pasturas, además de los problemas de erosión y emisiones de CO<sub>2</sub>.

La información obtenida en los inventarios puede ser de utilidad al ser referenciada o superpuesta en un sistema de información geográfica, mapas de tipos de vegetación, propiedad y gestión de tierras, e imágenes satelitales.

La combinación de estas informaciones permite identificar las especies individuales, las zonas ricas en ciertas especies y los tipos de vegetación que están mal representados o que no están representados en las zonas de estudio. Permite la iniciativa de creación de corredores biológicos o zonas de reserva que faciliten la conservación de áreas de importancia ecológica.

## **VENTAJAS E INCONVENIENTES**

### **Ventajas**

1. El inventario por transectos proporciona una evaluación relativamente rápida y eficaz de la composición y patrones de cambio de las comunidades vegetales según la historia de uso de tierras.

Puede emplearse para hacer recomendaciones sobre la conservación de la diversidad biológica en situaciones de desaparición acelerada de ciertos hábitats y/o especies.

2. Los análisis de datos de los inventarios por transectos permiten estudiar diferentes aspectos de la biología de la conservación y de la planificación del ordenamiento territorial, principalmente los efectos potenciales de las modificaciones producidas por el hombre.
3. Se pueden combinar y contrastar los resultados obtenidos con otras series de datos geográficos que pudieran existir, áreas de reserva, extracción o colonización, como la red vial, proyectos de desarrollo rural y sostenibilidad del ecosistema.
4. Es una técnica rápida y poco costosa.
5. Exige poca mano de obra muy calificada.
6. El no precisar la identificación específica o genérica de cada especie, y poder codificar o identificar las especies por características únicas resaltantes o por sus nombres locales, evita el cansancio o la subestimación por el desconocimiento de las especies por parte del equipo investigador.
7. Recurre a una forma de muestreo no destructivo ni invasivo, áreas pequeñas y lineales (transectos de 70 x 2 m).
8. Permite eliminar mucho tiempo dedicado a la recolección e identificación de especies. Necesariamente no tienen que ser ejemplares fértiles.



9. Los datos recogidos pueden compararse con los de otras áreas. Prevé la comparación entre sitios si se usa igual metodología.
10. Puede ser participativo y contar con la presencia y conocimientos de los productores en la identificación y usos etnobotánicos de las especies.

### **Inconvenientes**

1. El inventario por transectos lineales se concentra por necesidad en pequeñas áreas locales de muestra, realmente no es muy útil para inventarios completos de diversidad en zonas de ninguna o poca intervención humana.
2. Se trata de una técnica experimental, aunque ya se dispone de resultados positivamente significativos. Tenemos certeza de su funcionamiento en otras áreas con usos escalonados o secuencial de tierras.
3. Los datos resultantes sólo pueden compararse con sitios evaluados con el mismo método. Creemos que al no existir un método estándar, podría resultar difícil comparar resultados.
4. Las unidades muestrales tienden a ser áreas homogéneas, lo cual puede acarrear la omisión de pequeñas pero importantes parcelas de hábitat, por ejemplo: riveras de ríos y quebradas, humedales y sitios con alturas y suelos muy variables.
5. Los resultados sobre la composición de las especies basadas en los tipos de hábitat o usos de tierra pueden ignorar factores adicionales muy importantes.

Factores antropogénicos como la explotación maderera, la minería, la cacería de fauna dispersora de semillas, el control de especies no deseadas, las perturbaciones con quemas y caminos, etc. pueden modificar considerablemente la distribución real de las especies.

*Dedicado a los Materos Edmundo Saraiva (Brasil) y Benjamín Grande (Perú), por sus vastísimos conocimientos y saberes sobre plantas Amazónicas.*

## LITERATURA CITADA

- FUJISAKA, S., Bell, W., Thomas, N., Hurtado, L., Crawford, E. 1996. Slash-and-burn agriculture conversion to pasture, and deforestation in two Brazilian colonies. *Agric. Ecosyst. Environ.* 59, 115-130.
- FUJISAKA, S., Escobar, G., Veneklaas, E. 1998. Plant community diversity relative to human land use in an Amazon colony. *Biodivers. Conserv.* 7, 41-57.
- FUJISAKA, S., Castilla, C., Escobar, G., Rodriguez, V., Veneklaas, E. Thomas, R., Fisher, M. 1998. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: estimates of carbon emissions and plant species loss in a Brazilian Amazon colony. *Agric. Ecosyst. Environ.* 69, 17-26.
- FUJISAKA, S., Escobar, G., Veneklaas, E. 2000. Weedy forest and fields: interaction of colonist' land use and plant community and diversity in the Peruvian Amazon. (*Agric. Ecosyst. Environ* 78 (2000) 175-186.
- FUNTAC (Fundacao de Tecnologia do Estado do Acre). 1992. *Inventario forestal e plano de manejo en regime de rendimiento sustentado de seringal de Nova Olinda*. Rio Branco, Acre: FUNTAC, Brasil.
- GILLISON, Andy. 1997 Valoración rápida de la biodiversidad de las plantas sobre tierra: la contribución del CIFOR (Center for International Forestry Research) al proyecto de alternativas a la tumba y quema en América Latina. *CIFOR News # 15*, p. 5, junio. San José, Costa Rica.
- HUSTON, Michael. 1994. Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge, England: University Cambridge.
- KREBS, Charles. 1985. Estudio de la distribución y la abundancia. Editorial Harla, segunda edición, p. 753. México.

MARÍN, Adriana. 1995. Anotaciones sobre biodiversidad en plantaciones forestales. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* No. 10, 147-161.

MATTEUCCI, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la O.E.A. Serie de biología: Monografía No. 22. Washington, D.C.

SABOGAL, César. 1980. Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque "Copal", Jenaro Herrera (Loreto, Perú). Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

SILVERSTONE, P. 199\_. Guía de metodología para el laboratorio de ecología vegetal. Notas de clase Universidad del Valle, Cali, Colombia. p. 24.

TOKESHI, M. (1993) Species abundance patterns and community structure. *Adv. Ecol. Res.* 24, 111-186.

UNEP / CBD / COP3. 1998. Detalles sobre las técnicas de evaluación de la diversidad. Organismo subsidiario. Convenio sobre la diversidad biológica 3. Anexo 1. <http://www.biodiv.org/cop3/cop313s.doc>

## **NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA CESPEDESIA**

### **Estructura General**

La revista cuenta con las siguientes secciones en las que se pueden enmarcar los artículos a remitir al Comité Editorial de la revista para su evaluación.

- a. Notas de la Dirección- Notas Editoriales
- b. Artículos Originales
- c. Notas cortas
- d. Avances de Investigación
- e. Reseña de libros.

### **NORMAS:**

1. Los textos destinados a la sección de Artículos Originales no deberán exceder de 30 páginas cada uno, incluyendo gráficos, figuras y tablas. Debe presentarse en hojas tamaño carta a doble espacio y numeradas, con márgenes de 2.5 cms. en todos los bordes y tamaño de letra a 12 puntos.
2. Los textos destinados a las secciones de Avances de Investigación, Reseñas de Libros y Notas Cortas, no deberán exceder de 3 páginas cada uno con las mismas especificaciones del punto anterior.
3. Los artículos deberán presentarse en disquete de 3 1/2 especificando el procesador de palabras usado para su elaboración y texto impreso en original y 2 copias impresas. Las fotocopias son aceptables siempre que sean de buena calidad.
4. Todo artículo deberá ir precedido por un resumen en español e inglés de máximo 200 palabras. Después del resumen y el abstract respectivamente se deben incluir cinco (5) palabras claves en el idioma correspondiente.
5. Cada parte del artículo deberá estar bien diferenciada o con encabezamiento.
6. El orden de presentación de cada artículo original deberá ser el siguiente:
  - **Título**
  - **Autor(es)**
  - **Resumen**
  - **Palabras claves**
  - **Abstract**
  - **Key words**
  - **Contenido (con los títulos que sean pertinentes)**
  - **Agradecimientos**
7. Las referencias profesionales y académicas del autor(es) y su dirección deberán aparecer en el pie de página de la primera página del artículo.
8. **CITAS EN EL TEXTO**  
Cuando el autor va como sujeto de la frase debe colocarse el año de la cita entre paréntesis. Ejemplo:  

"Pérez (1996) observó que..."

"Las especies de este género fueron revisadas por López (1995)."

Cuando las citas van al final de la frase deben ir en orden alfabético y entre paréntesis. Ejemplo:  

"Estas especies son...(López 1995, Pérez 1993)."

Si se citan dos autores utilizar el símbolo & en reemplazo de la conjunción Y en cualquier idioma. Ejemplo:

(Arango & Bernal 1998)

Si son más de dos autores deben citarse así:

(Arango et al, 1998)

9. En el manuscrito los nombres científicos deben presentarse en itálicas o cursiva.

Ejemplo: *Bactris gasipaes*

10. Las notas complementarias del texto aparecerán a pie de páginas numeradas consecutivamente.
11. Las figuras y tablas con su correspondiente título, irán en hojas separadas después de la literatura citada, siguiendo la secuencia numérica del manuscrito. En ellas se harán las aclaraciones necesarias sobre el lugar donde deberán ir colocadas.
12. Los dibujos, mapas y gráficos deben hacerse con tinta china en papel mantequilla o por computador con una copia impresa y enviarse separados y protegidos de cualquier daño. Estos deberán ser nítidos, con letra grande teniendo en cuenta que en el proceso de impresión pueden ser reducidos. Utilice punteados y rayados que puedan destacarse después de la reducción.
13. Las referencias bibliográficas deberán ir al final del artículo y solo se incluirán las citadas en el texto. Las referencias estarán dispuestas alfabéticamente por el apellido del autor(es), seguido del año de publicación. Cuando se citan las obras de un mismo autor pertenecientes a un mismo año, este será seguido por una letra (a, b, c, etc.), por ejemplo: 1996a, 1996b, de la más antigua a la más recientemente publicada. Después del año seguirá el título de la obra, la editorial y la ciudad de publicación. Por favor asegúrese de que las referencias estén escritas correctamente y que sean coherentes con lo citado en el texto. Las referencias en el texto deben ser las estrictamente necesarias para soportar los argumentos.

Ejemplo:

#### LIBROS

Pérez Touriño, E 1983. Agricultura y Capitalismo. Análisis de la pequeña producción campesina. Ministerio de Agricultura. Madrid.

#### ARTÍCULOS EN REVISTAS:

Cuatrecasas, José 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista Academia Colombiana de Ciencias Físicas y Exactas. 10 (40): 221-268. Bogotá.

#### CAPÍTULOS EN LIBROS:

Andrade, Angela. 1990. Sistemas agrícolas tradicionales en el medio río Caquetá. 87-98 en: Francois Corres (Edit). La Selva Humanizada. Ecología alternativa en el trópico húmedo. Incanfen-Cerec. Bogotá.

14. El material completo deberá enviarse al Editor de la revista Cespedesia al:

**Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas**

**INCIVA**

**Apartado Aéreo 5660 Cali o**


**Diagonal 28 No. 30-11 Cali-Colombia**

**Tels. 5566170 - 5583466 - Fax: 5583477**

INCIVA se reserva el derecho de publicación. Los artículos que no se publiquen serán devueltos a sus respectivos autores.

15. No se pagarán honorarios por los artículos. El autor tendrá derecho a tres ejemplares del número correspondiente de Cespedesia y 10 separatas.

Mayores informes pueden solicitarse al e-mail: **incival@call.cetcol.net.co**

DIAGRAMACIÓN ELECTRÓNICA E IMPRESIÓN:  
IMPRESA DEPARTAMENTAL DEL VALLE DEL CAUCA  
SANTIAGO DE CALI, JUNIO DE 2001 

## CONTENIDO

<b>NOTAS EDITORIALES</b> .....	7
--------------------------------	---

### ARTÍCULOS

Composición y Estructura de las Comunidades de Peces de dos tributarios en la parte alta del río Cauca, Colombia <b>Pablo Lehmann Albornoz</b> .....	9
Estudio Biológico-Pesquero preliminar de tres especies ícticas del alto río Cauca. Embalse de Salvajina <b>Pablo Emilio Flórez Brand</b> .....	47
Aspectos Ecológicos y Morfológicos de una Población de "Chipi-Chipi" ( <i>Donax dentifer</i> Hanley, 1843 BIVALVIA: DONACIDAE) en Bahía Málaga, Pacífico Colombiano <b>José M. Riascos V. y H- Jörg Urban</b> .....	63
Evaluación del Efecto generado por la Extracción de Arena sobre la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos y la calidad Físico-Química del Agua en el río Los Robles, Departamento del Cauca <b>Mauricio Castillo Sánchez y Hilldier Zamora González</b> .....	79
Estudio de Comunidades de Arañas (Aranae) del Parque Nacional Farallones de Cali, Colombia <b>Eduardo Flórez Daza</b> .....	99
Ojeada sobre algunos alimentos regionales del Chocó Biogeográfico <b>Víctor Manuel Patiño Rodríguez</b> .....	115
Distribución y diversidad florística en zoteas de las Comunidades Negras del río Cajambre (Pacífico Vallecaucano) <b>Mireya Leyton-C, Jesús E. Arroyo-V, Maribell González-A, María Valencia, Aubdon Rentería, Gabriel Rentería, Marciano Vallecilla y ODINCA- Consejo Comunitario</b> .....	139
Zonificación Agroecológica de la Vereda Aguaclara, Municipio de La Cumbre, Valle del Cauca <b>Fabián Alzate Osorio, Isabel Cristina Gómez Muñoz, Carlos Alberto Escobar Ch.</b> .....	159

### AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Nuevo Método para la Evaluación Rápida de la Biodiversidad de Plantas en Diferentes Usos de Tierras <b>Germán Escobar, Sam Fujisaka y Erik Veneklaas</b> .....	191
---	-----