

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD ÍCTICA ASOCIADA A SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE LA ECORREGION CAFETERA PARA DOS ÉPOCAS
HIDROLÓGICAS EN RIACHOS DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LA VIEJA Y
OTÚN-QUIMBAYA, COLOMBIA**

TATIANA ROMERO MARTÍNEZ

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
CARRERA DE BIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA
BOGOTÁ D.C
Julio de 2009**

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD ÍCTICA ASOCIADA A SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE LA ECORREGION CAFETERA PARA DOS ÉPOCAS
HIDROLÓGICAS EN RIACHOS DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LA VIEJA Y
OTÚN-QUIMBAYA, COLOMBIA**

TATIANA ROMERO MARTÍNEZ

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de

BIOLOGA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ D.C

Julio de 2009

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N°. 13 De Julio de 1946.

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado”.

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD ÍCTICA ASOCIADA A SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE LA ECORREGION CAFETERA PARA DOS ÉPOCAS
HIDROLÓGICAS EN RIACHOS DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LA VIEJA Y
OTÚN-QUIMBAYA, COLOMBIA**

TATIANA ROMERO MARTÍNEZ

APROBADO

SAÚL PRADA PEDREROS Ph.D.

Director

Luis Guillermo Baptiste *Ph.D*

Jurado

José Ignacio Barrera *Ph.D*

Jurado

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD ÍCTICA ASOCIADA A SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE LA ECORREGION CAFETERA PARA DOS ÉPOCAS
HIDROLÓGICAS EN RIACHOS DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LA VIEJA Y
OTÚN-QUIMBAYA, COLOMBIA**

TATIANA ROMERO MARTÍNEZ

APROBADO

INGRID SCHULER, *Ph.D*
Decana Académica

ANDREA PATRICIA FORERO RUIZ
Directora Carrera de Biología

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este trabajo no hubiera sido posible sin la constante ayuda y apoyo de un gran número de personas, a ellos quiero expresarles mi gratitud:

A mi director el doctor Saúl Prada-Pedrerros, gracias por todas las enseñanzas dentro y fuera de la academia, por los consejos y metáforas, por los regaños regalados y por sus constantes contribuciones hechas de forma directa o indirecta para el buen desarrollo de este trabajo.

Al Centro de investigación en estudios de Biodiversidad y Recursos Genéticos CIEBREG por la financiación durante toda la fase campo.

Al los doctores Donald Taphorn; Francisco Provenzano y Armando Ortega, por la verificación de las especies colectadas.

A Angélica Pérez, ya que sin su contribución durante todas las fases de este proyecto su culminación no hubiera sido posible, de igual manera gracias por las largas horas de compañía, paciencia, buenos consejos y enseñanzas.

En general a los miembros del laboratorio de Ictiología de la universidad Javeriana y especialmente a: Mónica Hernández, Jhon González, Diana Medina y Andrés Peña por sus valiosos aportes durante el transcurso de la realización de este proyecto.

De manera especial a Fernanda Cantillo y Mónica Hernández por su amistad incondicional. Gracias por levantarme el animo siempre que lo necesite, gracias por escucharme y sobre todo gracias por siempre hacerme reír.

A mis amigos: Andrés Navarrete, Ma. Juliana Salamanca, Julián Romero, Erick Manzano y Camila Duran por sus buenas energías y constate voz de aliento, convirtiéndose así en motivaciones para la culminación de esta investigación.

A mis padres: Amparo de Romero y José Romero, a mis hermanos: Javir, Constanza, Aida, Jhon, Claudia y Andy; por ser siempre un constante apoyo en todo sentido, para ustedes toda mi gratitud y afecto.

Y en general a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron para que este trabajo llegara a su culminación.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	22
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Sistemas productivos	23
2.1.1 Definición.....	23
2.1.2 Efecto de los sistemas productivos (agricultura y ganadería) sobre los ecosistemas acuáticos en Colombia	24
2.1.3 Sistemas productivos presentes en la Ecorregión Cafetera.....	26
2.1.3.1 Sistema productivo de Ganadería	26
2.1.3.2 Sistema productivo de agricultura	26
2.1.3.3 Sistema productivo forestal	27
2.2 Ecosistemas acuáticos loticos.....	27
2.2.1 Definición.....	27
2.2.2 Concepto del río como un continuo	28
2.3 Ictiofauna.....	29
2.3.1 Comunidades Ícticas de los Andes	29
2.3.2 La Ictiofauna en respuesta a los cambios en los ecosistemas acuáticos loticos derivados de los sistemas productivos.....	30
2.4 Ecología trófica.....	32
2.4.1 Definición.....	32
2.4.2 Interrelaciones tróficas y la estructura de las comunidades icticas en sistemas loticos tropicales.....	32
3. FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION JUSTIFICACION	34
3.1 Formulación del Problema.....	34
3.2 Justificación.....	36
3.3 Pregunta de Investigación	36
4. OBJETIVOS	38
4.1 Objetivo general	37
4.2 Objetivos específicos:	37
5. METODÓS:	37
5.1 Diseño de la Investigación.....	37
5.1.1 Población de estudio y muestra	38
5.1.2 Muestra	38

5.2 Fase de Campo	38
5.2.1 Área de estudio	38
5.2.3 Selección de lugares de muestreo	42
5.2.4 Colecta del material.....	43
5.3 Fase de laboratorio	44
5.3.1 Composición.....	44
5.3.2 Estructura	44
5.3.2.1 Diversidad	44
5.3.2.2 Medición de la diversidad	45
5.3.2.2.1 Riqueza específica:	45
5.3.2.2.2 Índice de diversidad de Shannon (H'):	45
5.3.2.2.3 Índice de dominancia de Simpson:.....	45
5.3.2.2.4 Índice de equidad de Pielou:.....	46
5.3.3 Ecología trófica.....	46
5.3.3.1 Contenidos estomacales	47
5.3.3.2 Análisis de los contenidos estomacales.....	47
5.3.5.1 Método de frecuencia	47
5.3.5.2 Método numérico.....	48
5.3.5.3 Método volumétrico	48
5.4 Índices de importancia Relativa y Alimentaria.....	48
5.4.1 Índice de importancia relativa de Pinkas (IRI/ Pinkas)	48
5.4.2 Índice de Importancia relativa de Yañez.....	50
5.4.3 Índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler	50
5.5 Análisis de la información.....	50
5.5.1 Índice de similitud de Bray-Curtis.....	50
5.5.2 Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).....	51
6. RESULTADOS.....	52
6.1 Composición.....	52
6.1.1 ORDEN CHARACIFORMES.....	52
6.1.1.1 Familia Characidae	52
6.1.2 ORDEN SILURIFORMES.....	53
6.1.2.1 Familia Astroblepidae	53
6.1.2.2 Familia Trichomycteridae	54

6.1.2.3 Familia Heptapteridae	55
6.1.2.4 Familia Loricariidae	55
6.1.3 ORDEN CYPRINODONTIFORMES.....	55
6.1.3.1 Familia Poeciliidae	55
6.1.4 Índice de similitud de Bray Curtis	59
6.1.4.1 Cuenca del Río La Vieja	59
6. 1. 4.2 Cuenca del Río Otún	60
6.2 Estructura	61
6.3 Ecología trófica.....	66
6.3.1Cuenca del Río La Vieja:.....	66
6.3.1.1 <i>Astroblepus Grixalvii</i>	66
6.3.1.2 <i>Bryconamericus caucanus</i>	68
6.3.1.3 <i>Cetopsorhamdia boquillae</i>	70
6.3.1.4 <i>Trichomycterus chapmani</i>	71
6.3.1.5 <i>Poecilia reticulata</i> y <i>Poecilia</i> sp.	73
6.3.1.6 <i>Astyanax aurocaudatus</i>	74
6.3.2 Cuenca del Río Otún	76
6.3.2.1 <i>Bryconamericus caucanus</i>	76
6.3.2.2 <i>Astyanax aurocaudatus</i>	78
6.3.2.3 <i>Trichomycterus chapmani</i>	79
6.3.2.4 <i>Astroblepus grixalvii</i> y <i>Astroblepus</i> sp.	81
6.4 Análisis de Correspondencia Canónica.....	83
6.4.1 Relación de la composición con respecto a sistemas productivos y categorías tróficas por época hidrológica para el río La Vieja	83
6.4.2 Relación de la composición con respecto a sistemas productivos y ecología trófica por época hidrológica para el río Otún.	84
8. DISCUSIÓN	86
8.1 Composición y estructura	86
8.2 Ecología trófica.....	93
<i>Astroblepus grixalvii</i> y <i>Astroblepus</i> sp.	93
8.3 Relación entre composición, estructura, ecología trófica y sistemas productivos	98
9. CONCLUSIONES	100
10. RECOMENDACIONES	101

10. ANEXOS112

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas y altitud de los sitios de muestreo por cuenca y sistema productivo.....	44
Tabla 2. Especies identificadas por sistema productivo y época hidrológica para la cuenca del río La Vieja.....	56
Tabla 3. Especies identificadas por sistema productivo y época hidrológica (1. Alta precipitación, 2. Baja precipitación) para la cuenca del río Otún.....	57
Tabla 4. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 1. Ganadería de carne, 2. Cultivos mixtos y 3. Ganadería de leche en cada época hidrológica en <i>A. grixalvii</i>	65
Tabla 5. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 1. Ganadería de carne, 2. Cultivos mixtos y 3. Ganadería de leche en cada época hidrológica en <i>B. caucanus</i>	67
Tabla 6. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 1. Ganadería de carne y 2. Cultivos mixtos en cada época hidrológica en <i>C. boquillae</i>	69
Tabla 7. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 1. Ganadería de carne y 2. Cultivos mixtos en cada época hidrológica en <i>T. chapmani</i>	70
Tabla 8. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 1.	

Ganadería de carne y 2. Cultivos mixtos en cada época hidrológica para *P. reticulata* y *Poecilia* sp.....72

Tabla 9. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 2. Cultivos mixtos y 3. Ganadería de leche en cada época hidrológica para *A. aurocaudatus*.....73

Tabla 10. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 2. Cultivos mixtos y 3. Ganadería de leche en cada época hidrológica para *B. caucanus*.....75

Tabla 11. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 2. Cultivos mixtos y 3. Ganadería de leche en cada época hidrológica para *A. aurocaudatus*.....77

Tabla 12. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 2. Cultivos mixtos y 3. Ganadería de leche en cada época hidrológica para *T. chapmani*.....78

Tabla 13. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: 2. Cultivos mixtos y 3. Ganadería de leche en cada época hidrológica para *A. grimalvii* y *Astroblepus* sp.....80

Tabla 14. Códigos asignados a los sistemas productivos, especies, categorías tróficas y épocas hidrológicas por cuenca.....82

Tabla 15. Resultados de la prueba de permutación del test de Montecarlo para el río La Vieja.....83

Tabla 16. Resultados de la prueba de permutación del test de Montecarlo para la cuenca del río Otun.....84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Ecorregión cafetera presentando los sitios de muestreo (números del 1-18) para las cuencas de los ríos la Vieja y Otún. Fuente: Plancha cartográfica 224. Departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Instituto Agustín Codazzi 1974, tomado desde Gómez, 2008.....	41
Figura 2. Precipitación y Temperatura vs. Meses. Fuentes: IDEAM. Media mensual multianual de precipitación y temperatura, años 1988-2006, Valle, Municipio Sevilla, Corriente La Vieja, Estación Cumarco, 1740m.....	42
Figura 3. Fluctuación niveles vs. Meses. Fuente: IDEAM. Media mensual multianual, años 1999-2004, Risaralda, Municipio Santa Rosa de Cabal, Corriente Otún, Estación El Retén, 1850m.....	42
Figura 4. Fluctuación niveles vs. Meses. Fuente: IDEAM. Valores mensuales de niveles, años 1999-2004, Risaralda, Municipio Santa Rosa de Cabal, Corriente Otún, Estación El Retén, 1850m.....	43
Figura 5. Individuo de la especie <i>Bryconamericus caucanus</i>	51
Figura 6. Individuo de la especie <i>Astyanax aurocaudatus</i>	52
Figura 7. Individuo de la especie <i>Brycon henii</i>	52
Figura 8. Individuo de la especie <i>Astroblepus grivalvii</i>	52
Figura 9. Individuo de la especie <i>Astroblepus micrescens</i>	53
Figura 10. Individuo de la especie <i>Astroblepus</i> sp.....	53
Figura 11. Individuo de la especie <i>Trichomycterus chapmani</i>	53
Figura 12. Individuo de la especie <i>Cetopsorhamdia boquillae</i>	54
Figura 13. Individuo de la especie <i>Ancistrus caucanus</i>	54

Figura 14. Individuo hembra de la especie <i>Poecilia reticulata</i>	54
Figura 15. Individuo de la especie <i>Poecilia</i> sp.....	55
Figura 16. Individuo macho de la especie <i>Priapichthys caliensis</i>	55
Figura 17. Individuos de la especie <i>Xiphophorus hellerii</i> a. ejemplar macho y b. ejemplar hembra.....	55
Figura 18. Análisis de similitud (Bray-Curtis) de la composición íctica, por época hidrológica y por sistemas productivo para el río La Vieja.....	58
Figura 19. Análisis de similitud (Bray-Curtis) de la composición íctica, por época hidrológica y por Sistema productivo para el río Otún.....	59
Figura 20. Valores de riqueza específica en cada sistema productivo, por época hidrológica para la cuenca del río La Vieja.....	61
Figura 21. Valores de riqueza específica en cada sistema productivo, por época hidrológica para la cuenca del río Otún.....	61
Figura 22. Valores de a. dominancia, b. diversidad y c. equidad por sistema productivo y época hidrológica en el río La Vieja.....	62
Figura 23. Valores de a. dominancia, b. diversidad y c. equidad por sistema productivo y época hidrológica en el río Otún.....	64
Figura 24. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para <i>Astroblepus grixalvii</i> . Sistemas productivos: (CM) Cultivos mixtos y (GL) Ganadería de leche. Los números 1 y 2 dentro de cada sistema productivo representan las épocas hidrológicas.....	66
Figura 25. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para <i>Bryconamericus caucanus</i> en los sistemas productivos: (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos para los niveles de agua bajo y alto.....	68

- Figura 26.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Cetopsorhamdia boquillae* en los sistemas productivos: (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos para los niveles de agua bajo y alto.....70
- Figura 27.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Trichomycterus chapmani* en los sistemas productivos: (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos para los niveles de agua bajo y alto.....71
- Figura 28.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para a. *Poecilia reticulata* y b. *Poecilia* sp. en los sistemas productivos (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos para los niveles de agua bajo y alto....73
- Figura 29.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Astyanax aurocaudatus* en los sistemas productivos (CM) Cultivos mixtos y (GL) Ganadería de leche para los niveles de agua bajo y alto.74
- Figura 30.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Bryconamericus caucanus* en los sistemas productivos (CM) Cultivos mixtos, (PF) Plantación forestal y (RF) Reserva forestal en los niveles de agua bajo y alto.....76
- Figura 31.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Astyanax aurocaudatus* en los sistemas productivos: (CM) Cultivos mixtos y (PF) Plantación forestal en los niveles de agua bajo y alto.....78
- Figura 32.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Trichomycterus chapmani* en los sistemas productivos (CM) Cultivos mixtos y (RF) Reserva forestal en los niveles de agua bajo y alto.....79
- Figura 33.** Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para a. *Astroblepus grivalvii* y b. *Astroblepus* sp. en los sistemas productivos: (PF) Plantación forestal y (RF) Reserva forestal para los niveles de agua bajo y alto.....81
- Figura 34.** Ordenación de las especies ícticas para la cuenca del río La Vieja y las variables explicativas: sistemas productivos y categorías tróficas por época hidrológica.....83

Figura 35. Ordenación de las especies ícticas para la cuenca del río Otún y las variables explicativas: sistemas productivos y categorías tróficas por época hidrológica.....85

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río La Vieja para la época hidrológica 1, mes de julio (nivel de aguas bajo).....116
- Anexo 2.** Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río La Vieja para la época hidrológica 2, mes de noviembre (nivel de aguas alto).....118
- Anexo 3.** Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río Otún para la época hidrológica 1, mes de julio, nivel de aguas bajo.....119
- Anexo 4.** Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río Otún para la época hidrológica 2, mes de noviembre, nivel de aguas alto.....120
- Anexo 5.** Índices de Importancia relativa (Pinkas y Yañez) e importancia Alimentaria (Kawakami y Vazzoler) para la cuenca del Río La Vieja por sistema productivo: 1. Ganadería de leche, 2. Cultivos mixtos, 3. Ganadería de leche y época hidrológica: 1. Nivel de aguas bajo, 2. Nivel de aguas alto.....121
- Anexo 6.** Índices de Importancia relativa (Pinkas y Yañez) e importancia Alimentaria (Kawakami y Vazzoler) para la cuenca del Río La Vieja por sistema productivo: 1. Ganadería de leche, 2. Cultivos mixtos, 3. Ganadería de leche y época hidrológica: 1. Nivel de aguas bajo, 2. Nivel de aguas alto.....122

Resumen

Fueron estudiadas la composición, estructura y ecología trófica de la comunidad ícticas en riachos de las cuencas de los ríos La Vieja y Otún-Quimbaya, Colombia, en dos épocas hidrológicas diferentes (nivel de agua bajo y alto), en función de los sistemas productivos de Ganadería de carne, cultivos mixtos y ganadería de leche para la primera y Cultivos mixtos, Plantación forestal y Reserva forestal en el Otún. La composición se analizó mediante el índice de similitud de Bray-Curtis para cada cuenca, por su parte, la estructura fue evaluada mediante el uso de los índices de Riqueza, Dominancia de Simpson, Diversidad de Shannon y Equidad de Pielou y la ecología trófica mediante los métodos numérico, frecuencia de ocurrencia y los índices de importancia relativa de Pinkas; Yáñez y el de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler. Las posibles relaciones entre dieta, sistemas productivos y épocas hidrológicas con la distribución de especies fueron exploradas mediante un análisis de correspondencia canónico ACC. En total fueron colectadas 14 especies de las cuales *Bryconamericus caucanus* y *Poecilia reticulata* fueron las más abundantes para la cuenca del río La Vieja; *Astyanax aurocaudatus* y *Astroblepus grixalvii* para la cuenca del Otún. La mayor riqueza se dio en la cuenca del río La Vieja con 9 especies para el sistema de ganadería de carne, y en el Otún con 5 especies para el sistema de reserva forestal. La dieta de las especies cambió de acuerdo al sistema productivo y/o la época hidrológica. No se encontró una clara relación entre la distribución de las especies y los sistemas productivos, ya que el análisis de correspondencia arrojó que esas variables no se encuentran linealmente relacionadas. Si bien existen cambios en la composición, estructura y ecología trófica de las especies entre sistemas productivos, tal cambio podría estar relacionado con características locales en el uso del suelo dentro de cada sistema o del tipo de vegetación riparia asociada a este.

Palabras clave: Comunidades ícticas, ecología trófica, épocas hidrológicas, ríos de primer orden, sistemas productivos y vegetación riparia.

Abstract

In order to evaluate the composition, structure and trophic ecology of fish communities in the streams of the Rivers La Vieja and Otún-Quimbaya, Colombia, in two different climatic seasons, depending on livestock production systems for beef, mixed crop and herd and milk for the first Mixed crops, forest plantations and forest reserves in Otún. The composition was analyzed using the similarity index of Bray-Curtis for each watershed, for its part, the structure was evaluated using indices of richness, Simpson's Dominance, Diversity of Shannon and Equity of Pielou through trophic ecology numerical methods, frequency of occurrence and rates of relative importance of Pinkas, Yañez, and the importance of food Kawakami y Vazzoler. The possible relationships between diet, production systems and climatic seasons with the distribution of species were investigated with a canonical correspondence analysis CCA. 14 species were collected of which *Bryconamericus caucanus* and *Poecilia reticulata* were the most abundant in the Río La Vieja; *Astyanax aurocaudatus* and *Astroblepus grixalvii* for the Otún basin. The greatest richness was in the river with the old system for 9 species of livestock for meat, and the Otún with 5 species on the forest reserve system. The diet of the species change according to the productive system and/or the climatic time. Was not a clear relation between the productive distribution of the species and systems, since the correspondence analysis I throw that those variables are not related linearly. Although changes in the composition exist, it structures and trophic ecology of the species between productive systems, such change could be related to local characteristics in the use of the ground within each system or the type of vegetation riparia associated to this.

Keywords: Community fish, trophic ecology, climatic seasons, first-order rivers, riparian vegetation and production systems.

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas fluviales son influenciados a nivel regional por los diferentes usos de la tierra (Richard *et al.* 1996 en Pinto *et al.* 2005). De esta manera, las tierras paralelas a los ríos, así como la vegetación riparia y los usos del suelo pueden interactuar afectando severamente la calidad del agua (Meador & Goldstein 2003)

La Ecorregión Cafetera, es una de las regiones más pobladas de Colombia y ha presentado una degradación acelerada de los ecosistemas acuáticos, gracias al mal manejo del uso de las tierras. En estudios realizados se ha encontrado que el efecto de las actividades humanas dependen del tipo de uso del suelo, mostrando así diferentes efectos de acuerdo al sistema productivo.

Alteraciones en la cobertura riparia por reemplazamiento en áreas de pastoreo, degrada la estructura y dinámica de las comunidades de peces (Steedman 1988, Snyder *et al.* 2003). La cobertura riparia y en general los ecosistemas terrestres paralelos a los ríos, cobran gran importancia para el mantenimiento de las comunidades acuáticas, moderando la temperatura a través de la sombra, generando materia orgánica como fuente de recursos para varios organismos, sosteniendo así las redes tróficas de los sistemas loticos y a su vez se encuentran involucrados en los procesos de carga y transporte de los ríos (Barling & Moore 1991).

De esta manera, el uso de las tierras tiene una cercana relación con los ecosistemas y los hábitats ribereños, y consecuentemente con las comunidades acuáticas (Pinto *et al.* 2005). El uso intensivo del suelo, en actividades como la ganadería y agricultura degrada los ecosistemas nativos, incrementando a su vez efectos como la sedimentación, alteraciones hidrográficas, oscilaciones de temperatura y contaminación (Bryce *et al.* 1999).

Actividades que se realizan de manera intensiva en un área, como la agricultura y la ganadería, son la causa de una pobre calidad de hábitat (Steedman 1988). De esta forma, el estudio del uso de las tierras es importante para el entendimiento de los

gradientes naturales y factores derivados de las actividades humanas que se involucran en cambios en la composición y estructura de las comunidades Icticas, y aun mucha información es necesaria para un acercamiento ecológico de los sistemas acuáticos y sus comunidades de peces en Colombia.

Por lo expuesto, se considera importante conocer el impacto provocado por los diferentes sistemas productivos, sobre las comunidades de peces en la Ecorregión Cafetera, ya que mediante el estudio de las respuestas de las comunidades bióticas, es posible tener un acercamiento al problema de las actividades antrópicas y la biodiversidad.

Con este trabajo se pretende aportar al conocimiento básico de la ecología de las comunidades Ícticas y su relación con los sistemas productivos presentes en diferentes localidades de la Ecorregión cafetera. Aportes como: composición y estructura, así como la ecología trófica de las especies Ícticas presentes en cada sistema productivo de las cuencas de los ríos La Vieja y Otún-Quimbaya, eje cafetero.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas productivos

2.1.1 Definición

Los sistemas productivos se enmarcan dentro de las actividades económicas cuya fuente se deriva de la explotación de la biodiversidad (Murgueito 2003). Tales actividades humanas como agrícolas, pecuarias y forestales se basan así en el manejo y transformación de ecosistemas naturales y tienen principalmente finalidades socioeconómicas; se produce material biológico, animal o vegetal para alimentación, y otro tipo de materias primas para uso directo y para su procesamiento (Etter 2004 citado en Gómez 2007).

Los sistemas de producción pueden involucrar varios agroecosistemas, entendiendo a estos como unidades de paisaje transformadas y condicionadas para las

actividades humanas, las cuales se caracterizan por su homogeneidad en cuanto a cobertura vegetal y geoformas (Etter 1994 en Gómez 2007).

2.1.2 Efecto de los sistemas productivos (agricultura y ganadería) sobre los ecosistemas acuáticos en Colombia

La estabilidad de un ecosistema, puede entenderse como una tendencia a la reducción de fluctuaciones en su flujo de energía mientras la estructura y composición de las comunidades se mantiene (Ricklefs 1979). Teniendo en cuenta que tanto las variables fisicoquímicas como bióticas y la interacción de estas es relevante en el “equilibrio” del sistema, la degradación de cualquiera de los factores tanto bióticos como abióticos puede ser crítico sobre todo en aquellos sistemas donde el flujo de energía es heterogéneo por fluctuaciones de temperatura o profundidad, donde los factores bióticos son quienes cumplen un papel importante en el balance del sistema entero (Vannote 1980).

Actividades humanas como la metropolización o el desarrollo de actividades económicas como los sistemas productivos se han visto como factores involucrados en la modificación de las dinámicas y pérdida de la estabilidad de las fuentes hídricas (Décamps *et al.* 1988 en: Decamps 1993). Por su parte las fuentes agrícolas de contaminación generan la carga más alta, donde cultivos como los de café y caña de azúcar contribuyen con una carga de 3.7 millones de ton/año (Ojeda y Arias 2000 en: Escobar 2004). Los pesticidas agrícolas tienen una posición importante en el panorama de la contaminación de sistemas acuáticos en el País; estos llegan a las aguas superficiales a partir de movimientos de escorrentía derivados de la pérdida de cobertura vegetal dadas por prácticas agrícolas no adecuadas, fumigación y aspersión aérea (Escobar 2004).

Los principales ecosistemas afectados por la contaminación proveniente de actividades agrícolas corresponden a las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca, Ciénaga de Zapatosa, Ciénaga grande de Santa Marta, Cuenca alta y media de la Mojana, cuencas de los ríos Saldaña y Coello, cuenca baja del río Cesar (Escobar 2002) y los cultivos comprometidos en tal contaminación son: banano, palma

Africana, arroz, café, algodón, caña de azúcar, flores, papa, coca y amapola (Escobar 2002). Tales desechos por acción de dispersión aérea se han encontrado en zonas arroceras así como en tejidos de peces y residuos de Paraquat (pesticida) en peces del embalse el peñón, río Cesar, pantanos y charcos del altiplano Cundiboyacense y en cuerpos de agua del Amazonas (Padilla 2001).

Otro factor involucrado en la contaminación por parte de los sistemas productivos son los desechos sólidos provenientes de las actividades agropecuarias que generalmente están mal dispuestos y se vierten al suelo o a las aguas sin ningún tratamiento previo, causando así un deterioro gradual a nivel del paisaje y a nivel local contaminando aguas superficiales y subterráneas desencadenando así amenazas a la biodiversidad de los ecosistemas tanto acuáticos como terrestres (Escobar 2004).

La disposición no adecuada de tales desechos líquidos y sólidos en los cuerpos de agua afectan especialmente los recursos acuáticos, entre estos aquellos recursos hidrobiológicos destinados al consumo de las poblaciones humanas pobres y marginales, como lo son las comunidades de pescadores artesanales, las poblaciones indígenas y otras minorías. En Colombia prácticamente toda la pesquería de las aguas continentales está afectada por la contaminación y otros factores de deterioro (Escobar 2004).

Sumado al factor de contaminación por generación de desechos esta la marcada fragmentación de hábitats originales que son reemplazados constantemente para disponer lugares de pastoreo, ocasionando así una pérdida importante de la vegetación riparia, factor que se refleja directamente en la pérdida de la biodiversidad en ecosistemas acuáticos como tributarios y ríos de primer orden, generando erosión y cambios en la regulación hídrica afectando los ciclos de carga, transporte y consumo de energía en las fuentes hídricas (Décamps 1993).

Es así como los impactos de estas actividades pueden notarse a diferentes niveles como la calidad físico-química del agua, la estabilidad del cauce y los organismos acuáticos que viven allí. Todos estos parámetros se relacionan entre sí, y en la

medida que se afectan por el uso del suelo, pueden ser empleados para determinar los efectos que causan sobre el recurso hídrico (Chará 2003).

Estas modificaciones en las características de los sistemas fluviales producidas por los diferentes usos del suelo influyen más sobre algunos organismos que otros. Así, en diversos análisis realizados, se ha encontrado que los peces así como los macro invertebrados son sensibles a estos cambios y por tanto son unos buenos indicadores del impacto causado por sistemas productivos sobre las quebradas (Chará 2003).

2.1.3 Sistemas productivos presentes en la Ecorregión Cafetera

2.1.3.1 Sistema productivo de Ganadería

Actualmente es uno de las actividades económicas más representativas de la región, reemplazando los tradicionales cultivos de café. En tales sistemas ganaderos, las especies dominantes son en orden de importancia los bovinos, seguidos por los ovinos y finalmente los equinos (Murgueito 2003). Por su parte la ganadería para producción de leche se ubica en los altiplanos en altitudes entre los 2000 y 3000 m.s.n.m.; la ganadería de doble propósito (producción de carne y leche) se ubica entre los 1000 y 2000 m.s.n.m y la ganadería de carne en las altitudes más bajas desde los 500 hasta los 100 msnm (Chará 2003). La diferencia entre el uso del suelo para ganadería de leche y ganadería de carne, reside en el uso de cercas vivas para el primero, con el fin de evitar el movimiento del ganado hacia otros terrenos (Gómez 2007).

2.1.3.2 Sistema productivo de agricultura

Constituye por tradición uno de los sistemas en términos socioeconómicos como uno de los de mayor importancia para la región, siendo representado por los cultivos de café (tradicional y tecnificado), así como por el de plátano, yuca, cítricos, y caña de azúcar (Amaya *et al.* 2005). Estas prácticas agrícolas, suelen estar acompañadas por un amplio uso de agroquímicos y fertilizantes, con el fin de

aumentar los niveles de producción eliminando patógenos asociados, plagas y malezas.

2.1.3.3 Sistema productivo forestal:

En la Ecorregión cafetera la producción forestal se encuentra representada por especies como: Ciprés, Pino y Eucalipto. Las plantaciones de tales especies se clasifican de acuerdo al tipo de explotación en: bosques productores-protectores, protectores y tierras de interés ambiental que se encuentran dentro de reservas y áreas protegidas (Instituto Alexander Von Humboldt 2000).

2.2 Ecosistemas acuáticos loticos

2.2.1 Definición

Los sistemas acuáticos loticos se encuentran representados por ríos, riachos y quebradas (Ramírez & Viña 1998). Estos se caracterizan por tener un flujo unidireccional, de forma lineal y por mantener constante la re-oxigenación (Margalef 1983). De igual forma, estos poseen un alto grado de heterogeneidad temporal y espacial así como una biota única que presenta adaptaciones específicas en relación a las condiciones del sistema (Allan 1995, Giller & Malmqvist 1998 en Chará 2003).

Los sistemas loticos se dividen en tres zonas: la zona de erosión, la zona de transferencia de sedimentos y la zona de deposición de sedimentos (Chará 2003). Cada una de estas zonas se encuentra estrechamente ligada con los ecosistemas terrestres, por lo que la biota presente en los ecosistemas loticos varía de acuerdo a la zona del mismo.

2.2.2 Concepto del río como un continuo

El cuerpo de los ríos, desde su cabecera hasta su desembocadura no se presenta como un sistema homogéneo, ya que su nacimiento y el desarrollo del mismo a través de un área es totalmente diferente entre sus partes. Esta observación es la base de la teoría del río como un continuo (Vannote *et al.* 1980) en donde las variables fisicoquímicas dentro del río presentan un gradiente continuo de condiciones. Tal gradiente genera diferentes respuestas en las poblaciones que allí se desarrollan, constituyendo así un continuo de ajustes biológicos y patrones consistentes de carga, transporte utilización y reserva de material orgánico a lo largo de su cauce (Vannote *et al.* 1980).

El concepto del río como un continuo propone que mediante el entendimiento de los gradientes físicos, formados en la red de drenaje, se reconozcan las estrategias biológicas de las especies para su establecimiento a lo largo del sistema, teniendo en cuenta la entrada de energía, transporte de materia orgánica, reserva y uso por parte de grupos funcionales de alimentación que a su vez pueden ser regulados por procesos fluviales y geomorfológicos (Shelford 1911; Vannote *et al.* 1980; Swanston *et al.* 1997).

De esta manera las implicaciones de este concepto incluyen que desde las cabeceras hasta las desembocaduras de los ríos se presenta un gradiente continuo de variables como la profundidad, la amplitud, la velocidad, la temperatura, el flujo de volumen y aumento de la entropía, en donde el desarrollo de la organización biológica se conforma funcional y estructuralmente como patrones de disipación de energía cinética de los sistemas físicos (Vannote *et al.* 1980).

Para las cabeceras o ríos de primer orden, el factor primordial está dado por el gradiente lateral o zona riparia la cual reduce la producción autotrófica por sombreado y contribuye generando cargas de materia aloctona; a medida que el orden va aumentando se reduce la importancia del efecto del gradiente lateral y se realza el efecto de la productividad primaria y el transporte de materia orgánica proveniente de la cabecera, es así como esta transición entre la cabecera y el

aumento de ordenes es dependiente de la entrada de energía desde los ecosistemas terrestres y produce cambios importantes de heterotrófia a autotrófia causado principalmente por el sombreado de la vegetación riparia (Vannote 1980), siendo así los ríos de menor orden fuertemente dependientes del mantenimiento de los ecosistemas que los rodean. De acuerdo a tales características planteadas, las diferentes comunidades bióticas responden y se establecen en las diferentes partes del río, mostrando así patrones de distribución, estructura y función.

Según el concepto, que describe principalmente comunidades de invertebrados, en las cabeceras los macro invertebrados de tipo colector y triturador reflejan la importancia de la materia orgánica proveniente de las zonas riparias; con el aumento de orden y reducción de detrito son los colectores los que se mantienen y se tornan dominantes. En cuanto a las poblaciones de peces estas son más diversas en aquellas aguas con mayor temperatura y en las cabeceras de los ríos sus hábitos son invertivos, mientras que hacia la parte media y desembocadura son característicos los peces piscívoros y planktivoros, reflejando así la naturaleza semi-lentica de las aguas (Vannote, 1980).

2.3 Ictiofauna

2.3.1 Comunidades Ícticas de los Andes

Colombia cuenta con cinco regiones naturales bien delimitadas: Insular, Caribe, Pacifico, Orinoco, Amazonas y Andina. Esta ultima incluye un gran numero de fuentes hídricas que conforman y dan origen a una serie de zonas hidrográficas continentales de gran importancia para el país, como son: Caribe, Pacifico, Orinoco, Amazonas y Magdalena-Cauca. Sin embargo la que presenta una mayor extensión es la que se encuentra entre el Magdalena-Cauca con 64.074 subcuencas (IDEAM 2004 en: Maldonado *et al.* 2006).

La región andina en Colombia es reconocida por su diversidad biótica en diversos taxones como plantas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Rodriguez *et al.* 2004).

Sin embargo para el caso de los peces no existen cifras concretas y la mayor parte de los estudios se han limitado a los canales principales de los grandes ríos Magdalena, Cauca y el altiplano Cundiboyacense (Dahl 1971 en: Maldonado *et al.* 2004).

Aunque no existen datos concretos acerca de las cifras exactas de peces en la región Andina, se ha encontrado mediante estudios que iniciaron desde 1805 con Humboldt, seguido por Steindachner en 1878 y 1880, Boulenger en 1887 y Eigenmann de 1912-1947 hasta los más recientes realizados por Ortega-Lara y Maldonado-Ocampo desde 1999 al 2004, encontrando en conjunto que los órdenes más representativos son Siluriformes con familias como: Trichomicterydae y Astroblepidae y Characiformes con la familia Characidae. Sin embargo este es un dato generalizado para las zonas tropicales (Lowe-McConnell 1987).

Específicamente para las cuencas de los ríos la vieja y Otún los estudios han sido realizados principalmente por Román-Valencia (2005) reportando cerca de 25 especies. El estudio de las comunidades Icticas en la región Andina cobra importancia no solo para la obtención de inventarios de especies sino con el fin de identificar los problemas generados por las actividades humanas sobre estos y los efectos recíprocos hacia las poblaciones humanas desde las fuentes hídricas (Escobar 2004).

2.3.2 La Ictiofauna en respuesta a los cambios en los ecosistemas acuáticos loticos derivados de los sistemas productivos

Teniendo en cuenta el contexto de los disturbios generados sobre los ecosistemas acuáticos, como productos derivados del desarrollo y crecimiento de sistemas productivos, tenemos que uno de los principales componentes que se modifican en el ecosistema es la oferta de recursos y el flujo de energía, razón por la cual aquellas especies que no se adapten a tales disturbios serán desplazadas por aquellas que si lo son (Lowe-McConnell 1987).

La adaptabilidad trófica es un fenómeno común en los organismos en general y los peces en particular, varios trabajos muestran que en un mismo lugar y momentos distintos especies de peces pueden estar compartiendo un mismo recurso (Gerking 1994); de igual forma muchas especies tienen un hábitat amplio, lo que se refleja en la flexibilidad de alimentación, demostrando una gran adaptabilidad trófica, de esta manera la dieta de los peces tiene una estrecha relación con la disponibilidad de recursos (García de Jalón *et al.* 1993).

Los contenidos estomacales de los peces, tienden a ser similares durante una misma época del año que durante el año completo. Esta observación sugiere que más allá de las preferencias alimenticias de la especie, las condiciones ambientales (oferta de recursos) son un factor determinante en el momento de definir el establecimiento de las especies como acción derivada de la oferta de alimento (Gerking 1994).

De esta manera, los peces con mayor adaptabilidad trófica tienen mayores probabilidades de establecerse en ambientes heterogéneos, disturbados y a su vez variables temporalmente, por esto aquellas especies de peces con un rango extenso pueden tener un hábitat muy amplio (Gerkin 1994). En este sentido, los peces omnívoros, como organismos oportunistas que pueden cambiar de una fuente de alimento a otra sin dificultad, tienen de esta manera una mayor probabilidad de ser exitosos en aquellos ambientes que presenten condiciones cambiantes y oferta de recursos no homogénea (Michelsen *et al.* 1994), características presentes en aquellos sistemas perturbados por actividades humanas como agrícolas y pecuarias.

Es así, como mediante el estudio de la dieta en peces, es posible el reconocimiento de alteraciones en el entorno, así como por el reconocimiento de las características de las especies que se encuentren inmersas en tales sistemas.

2.4 Ecología trófica

2.4.1 Definición

La ecología trófica, es una rama de la ecología que reúne conceptos como el hábitat en cuanto a las costumbres alimentarias y los niveles tróficos, los alimentos (composición de la dieta), el régimen alimentario, el consumo de alimento y los predadores (Froese *et al.* 1992).

2.4.2 Interrelaciones tróficas y la estructura de las comunidades icticas en sistemas loticos tropicales

Los ríos tropicales y su asociación con los ecosistemas terrestres son un mosaico de hábitats dinámicos en el cual los peces deben responder de manera adaptativa (Winemiller 1998). Las redes tróficas en aguas tropicales son a menudo muy complejas y pueden estar basadas en relativamente pocos recursos. En cualquier cadena alimenticia hay rara vez más de cuatro o cinco eslabones; largas cadenas son energéticamente costosas como una larga proporción de energía potencial que es perdida en cada estado sucesivo (Lowe-McConnell 1997).

Una gran cantidad de factores ecológicos pueden influenciar la estructura de las redes tróficas acuáticas; factores como: estrategias de historia de vida de las especies influencia la dinámica de reclutamiento, la estructura de tallas en la población y la densidad poblacional. La heterogeneidad espacial en diferentes escalas, influencia fuertemente la interacción predador-presa. De igual forma, disturbios en el hábitat y cambios temporales (sequía y lluvia) cambian la calidad del hábitat, influenciando así la dinámica de las poblaciones y las interacciones interespecificas (Winemiller 1998).

Los eslabones de una cadena trófica en aguas tropicales se pueden mover de la siguiente manera: (1) desde el detrito a través de los microorganismos a los peces e invertebrados detritívoros o, (2) en la zona pelágica desde el fitoplancton al zooplancton a los que se alimentan de estos, después a 2 o más niveles de

piscívoros. En los sistemas ribereños la cadena detritívora resulta más importante, basada ampliamente en material de tipo aloctono en las cabeceras de los ríos mientras que en la parte baja el detrito llega principalmente por la descomposición de macrofitas acuáticas (Vannote 1980; Rzoska 1978 en Lowe-McConell 1997).

Comparando dietas de peces de aguas tropicales de tres cuerpos de agua diferentes, se encontró lo siguiente: (1) la importancia del material aloctono vegetal como alimento directo para gran cantidad de peces; (2) el importante rol que los insectos cumplen como recurso alimentario para los peces, especialmente Odonatos, Ephemeropteros y dípteros tanto en su fase acuática como terrestre, (3) la importancia del sustrato y el detrito como fuente alimenticia para peces detritívoros y (4) el amplio número de individuos y tipos de peces piscívoros presentes en las comunidades (Lowe-McConell 1997).

De igual manera se ha encontrado que cambios súbitos en el hábitat dado por factores climáticos como lluvias locales o disturbios causados por actividades humanas, pueden cambiar completamente la composición y estructura de la comunidad en una localidad dada en un corto período de tiempo (Brosset 1982).

Estudios sobre la dieta y actividades alimentarias en peces han resultado de gran importancia para generar un mejor entendimiento de las relaciones entre los componentes de la Ictiofauna y los demás organismos que conforman las comunidades acuáticas (Winemiller 1998). El conocimiento de las fuentes alimentarias explotadas por los peces puede proveer datos sobre el hábitat, la disponibilidad de alimento en el ambiente así como datos comportamentales, de igual manera mediante el conocimiento de la intensidad en la que un alimento es explotado puede dar información acerca de interacciones de tipo competitivo entre las especies y los recursos que comparten (Segatti *et al.* 1997 en: Vazzoler *et al.* 1997).

Por su parte Windell y Bowen en 1978, relatan que estudios basados en el análisis de contenidos estomacales han servido como base para el entendimiento del papel ecológico desempeñado por las especies de peces en los ecosistemas acuáticos y

dentro de las comunidades bióticas. En regiones tropicales, a pesar de que existen peces cuya dieta es especializada, se ha encontrado que la mayoría de las especies exhibe una gran plasticidad en su dieta (Lowe-McConnell 1987), razón por la cual establecer patrones tróficos en peces tropicales resulta ser una tarea difícil de cumplir. De igual forma para los peces continentales del trópico se ha encontrado que sus hábitos alimenticios dependen fuertemente de las fluctuaciones hidrológicas, ya que los regímenes de lluvias afectan no solamente la cantidad sino también la calidad de los alimentos disponibles para los peces (Welcomme 1979, Junk 1980). De esta manera, las fluctuaciones ambientales promueven una mayor disponibilidad de nichos tróficos, como consecuencia del incremento de recursos, tornando así las redes tróficas más complejas (Segatti *et al.* 1997).

Es así como de la ecología trófica de las especies de Colombia y específicamente de aquellas pertenecientes a la región Andina existen muy pocos trabajos (Escalante 1987, Flecker *et al.* 1991 y Muñoz & Román Valencia *in prensa*) sobre especies como: *Bryconamericus caucanus*, *Astyanax aurocaudatus*, *Creagrutus brevipinnis*, *Trichomycterus caliense* y *Astroblepus cyclopus*. Sin embargo en ninguno de estos trabajos se relaciona la ecología trófica con los ecosistemas adyacentes que se encuentran altamente intervenidos por los sistemas productivos de ganadería y agricultura.

3. FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION JUSTIFICACION

3.1 Formulación del Problema

Los ríos como sistemas abiertos, dependen fuertemente de los factores bióticos y abióticos que interactúan en sus diferentes gradientes: Gradiente longitudinal (concepto de río como un continuo (Vannote *et al.* 1980), gradiente lateral (zona riparia), gradiente vertical (relación suelo-agua-superficie-atmósfera) y finalmente los gradientes temporales así como los períodos hidrológicos (Ekness & Timothy Randhir 2007). Por tanto estas conexiones entre los mismos y la dinámica ecológica que en estos se desarrolla, determina la distribución de los recursos y el establecimiento de las especies. De esta manera cualquier disturbio que se genere

en cualquiera de los gradientes se reflejara en los demás y en las comunidades bióticas allí presentes (Royce *et al.* 1997).

Las zonas rurales del eje cafetero de Colombia, presentan sistemas productivos, en donde el uso de las tierras se encuentra dedicado principalmente a cinco tipos de actividad económica: ganadería de leche, ganadería de carne, cultivos de café, cultivos mixtos y plantaciones forestales (Murgeito 2001). En tales zonas se evidencia una degradación acelerada de los recursos hídricos y los ecosistemas adyacentes (gradiente lateral-zona riparia) dado por la sobreexplotación de los suelos y el reemplazamiento de ecosistemas nativos por sistemas agrícolas, generando así diferentes disturbios sobre las comunidades acuáticas que se desarrollan en los ríos adyacentes (Chará 2003).

El uso del suelo para actividades como la agricultura y ganadería genera una pérdida de diversidad en los ecosistemas (Steedman 1988; Wang *et al.* 2001 en: Pinto *et al.* 2006) a causa de factores asociados con su desarrollo como son: el reemplazamiento de vegetación riparia por pastizales, la llegada de residuos químicos y materia orgánica por movimientos de escorrentía, la erosión de los suelos y disminución en la oferta del recurso hídrico (Pinto *et al.* 2006; Ekness & Timothy Randhir 2007). Estos factores afectan directamente los ríos y sus comunidades acuáticas, entre estas los peces, que pueden mostrar una alta sensibilidad frente a los disturbios en los ecosistemas terrestres (Pinto *et al.* 2005).

Al presentarse disturbios en los ecosistemas acuáticos, algunas especies migran o perecen, otras consiguen adaptarse y algunas presentan mecanismos que posibilitan su establecimiento; de esta forma, cambia la composición, estructura y ecología trófica de las comunidades loticas (Pinto *et al.* 2006; Ekness & Timothy Randhir 2007). Por ejemplo los peces del orden Cyprinodontiformes y en general aquellos cuyos hábitos son omnívoros y presentan un amplio rango de obtención de recursos alimentarios, pueden ser dominantes en ambientes con disturbios (Lowe-McConnell 1987).

3.2 Justificación

El reconocimiento de las interacciones existentes entre los hábitats terrestres y acuáticos, constituye uno de los factores relevantes en el manejo de la problemática que implica el desarrollo de actividades antrópicas sobre las comunidades acuáticas, así como la oferta de bienes y servicios provenientes de la biodiversidad. La comprensión de cómo tales actividades afectan los diferentes niveles de la biodiversidad resulta de este modo una herramienta para plantear soluciones frente al problema de la metropolización, la pérdida de hábitats, especies y a su vez servicios como la calidad del agua (Royce *et al.* 1997).

Adicionalmente para la Ecorregión cafetera, aun no son disponibles datos específicos sobre la composición, estructura y ecología trófica de las especies de peces en relación con los sistemas productivos; hasta la fecha los estudios se han centrado en descripciones de ecología trófica de especies ícticas presentes en la región como *Creagrutus brevipinnis* (Román-Valencia.1998), *Bryconamericus caucanus*, *Astroblepus cyclopus*, *Trichomycterus caliense* (Román-Valencia. 2001) y *Astyanax aurocaudatus* (Roman- Valencia. 2005) entre otras.

Sumado a esto, la Ecorregión cafetera se encuentra en la zona del trópico, en donde además de las fluctuaciones ambientales diarias, se presentan períodos de lluvias bimodales: Julio (época seca) y Octubre (época de lluvias). Estas variaciones, afectan las comunidades icticas en términos de composición, estructura y su ecología trófica. Por tal razón, se considera importante la caracterización de los atributos de las comunidades icticas asociadas a diferentes sistemas productivos y las variaciones entre períodos hidrológicos en riachos de las cuencas de los ríos La Vieja y Otún-Quimbaya.

3.3 Pregunta de Investigación

¿Cuál es la composición, estructura y ecología trófica de las comunidades icticas presentes en los sistemas productivos en riachos de las cuencas de los ríos La Vieja y Otún-Quimbaya, para dos épocas hidrológicas diferentes?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Caracterizar la composición, estructura y ecología trófica de las comunidades icticas de acuerdo a su sistema productivo asociado, en riachos de las cuencas de los ríos La Vieja y Otún-Quimbaya para dos épocas hidrológicas distintas.

4.2 Objetivos específicos:

- ✓ Identificar las especies ícticas presentes en cada sistema productivo por cuenca y época hidrológica.
- ✓ Estimar la riqueza, diversidad, dominancia y equidad por sistema productivo, época hidrológica y cuenca.
- ✓ Describir el contenido estomacal de las especies encontradas por sistema productivo, época hidrológica y cuenca.
- ✓ Estimar la importancia relativa e importancia alimentaria de las diferentes categorías tróficas descritas por especie para cada sistema productivo asociado, época hidrológica y cuenca.
- ✓ Relacionar la composición, estructura y ecología trófica de las especies ícticas con su sistema productivo asociado, época hidrológica y cuenca para hallar diferencias sobre estos.

5. METODÓS:

5.1 Diseño de la Investigación

El presente estudio corresponde a una investigación de tipo descriptivo, donde se busca caracterizar la composición, estructura y ecología trófica de las comunidades icticas asociadas a sistemas productivos en dos épocas hidrológicas (1: Nivel de agua bajo, Julio y 2: Nivel de agua alto, noviembre), en la ecorregión del eje cafetero, Colombia.

5.1.1 Población de estudio y muestra

Se estudio la comunidad íctica en 18 riachos pertenecientes a las cuencas de los ríos La Vieja y Otún-Quimbaya en la ecorregión de eje cafetero, Colombia.

5.1.2 Muestra

Las muestras estudiadas están constituidas por 1899 individuos para la época hidrológica 1 y por 966 individuos para la época hidrológica 2. Estas muestras fueron colectadas en el año 2006.

5.2 Fase de Campo

5.2.1 Área de estudio

La colecta del material se realizo en las cuencas de los Ríos la Vieja y Otún-Quimbaya. La primera, se ubica en los municipios de Ulloa y Alcalá, departamento del Valle del Cauca, y en los municipios de Circasia, departamento del Quindío (IGAC. 1996). La segunda, se encuentra en la zona sur del departamento de Risaralda, entre los municipios de Santa Rosa de Cabal y Pereira (CARDER *et al* 2004).

En el territorio del Quindío, los ríos Barragán y la Vieja, reciben todas las corrientes que descienden de la Cordillera central, en estos sobresalen los ríos San Juan, Rojo, Verde, Espejo y Quindío, el de mayor longitud y con numerosos tributarios. En Risaralda la red hidrográfica esta conformada por los ríos La Vieja, Risaralda, Quinchia, Campo alegre, Otún, San Francisco y Opirama cuya cuenca es el río Cauca (IGAC 1996).

La distribución en las lluvias en esta zona del Quindío, se encuentra condicionada a los desplazamientos de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), el relieve y la circulación atmosférica. Los meses de mayor precipitación se presentan en dos temporadas, comprendidas entre marzo a mayo y septiembre a noviembre, los

períodos de menor pluviosidad son: enero a febrero y junio a agosto. La temperatura promedio, oscila entre los 18° y 21°C (IGAC.1996).

En Risaralda, el clima esta influenciado por las masas de aire húmedo sobre la cordillera occidental y la depresión del río Cauca; esta situación hace que se presenten dos marcadas tendencias, una muy húmeda en la vertiente occidental y otra húmeda con tendencia seca en la vertiente oriental hacia el valle del río Cauca, presenta un régimen de lluvias bimodal en la vertiente occidental, parte baja de la cordillera central, con valores inferiores a 1800mm al año. Los meses mas lluviosos corresponden a abril-mayo y octubre-noviembre (IGAC 1996).

En el presente estudio fueron analizadas muestras ya obtenidas, provenientes de 18 ríos ubicados en la zona norte del departamento del Quindío y el sur de Risaralda durante los meses de Julio (Niveles bajos) y Noviembre (Niveles altos) del año 2006. Se seleccionaron sistemas fluviales de orden de magnitud entre 1 y 3 encontrados en las cuencas de los ríos Otún y La Vieja, los cuales desembocan en el río Cauca (Rodríguez *et al.* 2004).

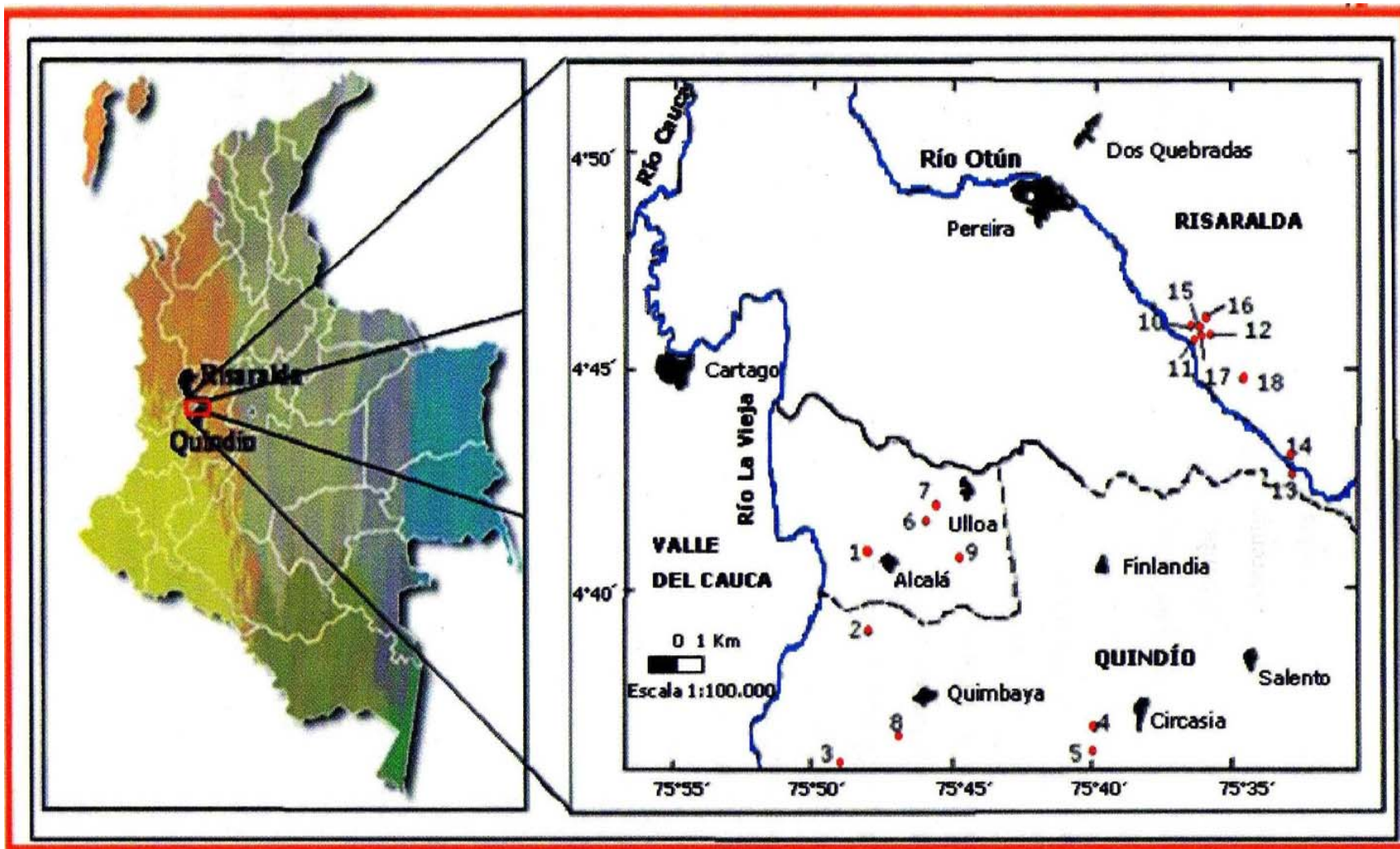


Figura 1. Mapa de la Ecorregión cafetera presentando los sitios de muestreo (números del 1-18) para las cuencas de los ríos la Vieja y Otún. Fuente: Plancha cartográfica 224. Departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Instituto Agustín Codazzi 1974, tomado desde Gómez, 2008.

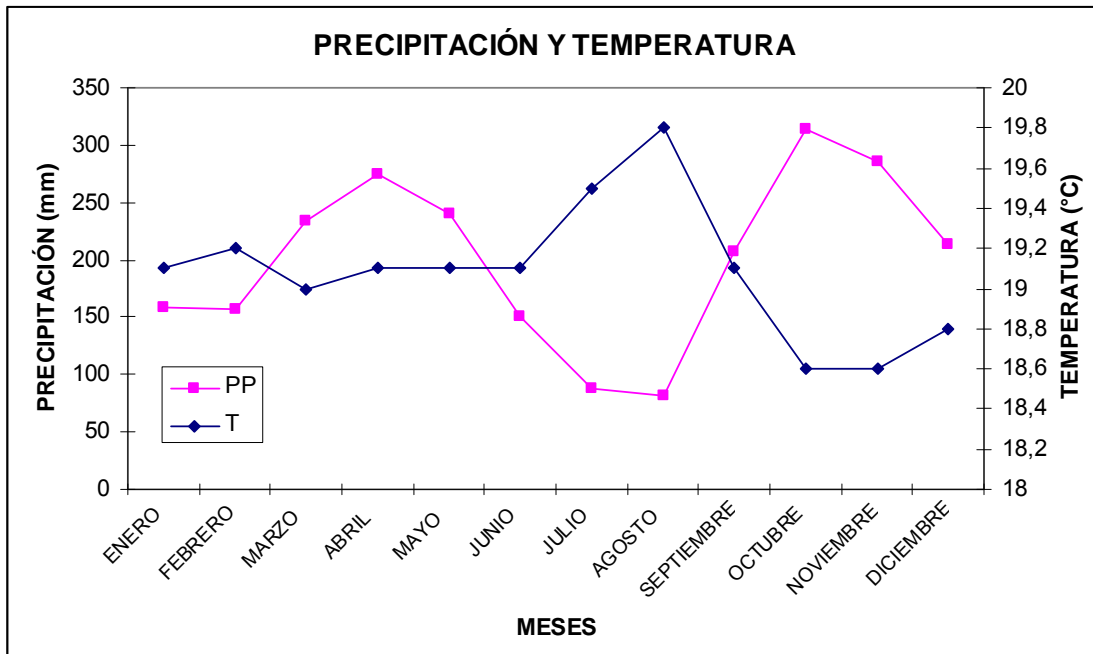


Figura 2. Precipitación y Temperatura vs. Meses. Fuentes: IDEAM. Media mensual multianual de precipitación y temperatura, años 1988-2006, Valle, Municipio Sevilla, Corriente La Vieja, Estación Cumarco, 1740m.

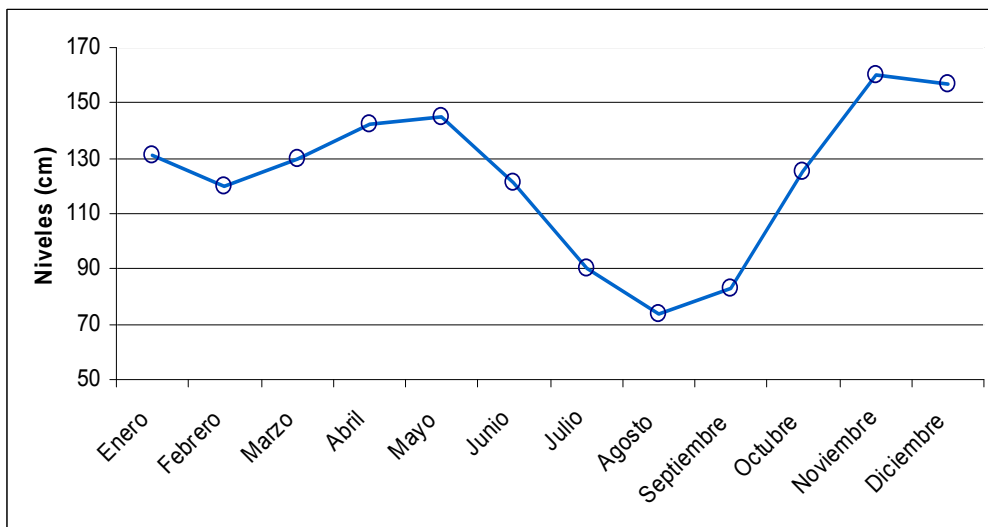


Figura 3. Fluctuación de niveles vs. Meses. Fuente: IDEAM. Valores medios mensuales multianuales de niveles del río La Vieja (n=19: 1986-2005). Departamento Valle, Municipio Cartago. Estación Cartago, 914m.

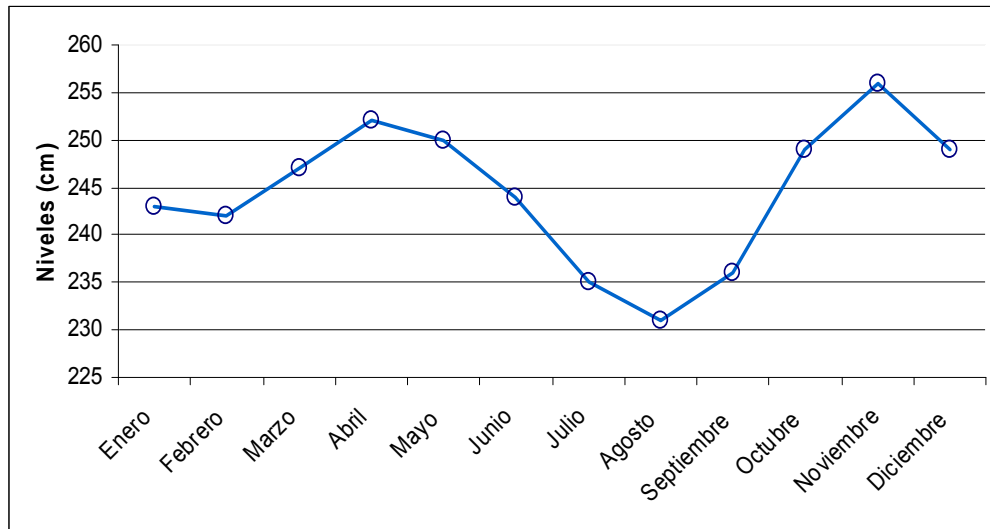


Figura 4. Fluctuación niveles vs. Meses. Fuente: IDEAM. Valores mensuales de niveles del río Otún, años 1999-2004, Risaralda, Municipio Santa Rosa de Cabal, Corriente Otún, Estación El Retén, 1850m.

5.2.3 Selección de lugares de muestreo

Para la selección de los ríos del estudio, se limitaron dos ventanas, una de las cuales se ubica en la zona sur de Risaralda, entre el municipio de Santa Rosa de Cabal y Pereira. La segunda, comprende los municipios de Ulloa y Alcalá (Valle del Cauca), y en Quindío los municipios: Quimbaya y Circasia.

Dentro de la primera ventana se seleccionaron ocho ríos que hacen parte de la cuenca del Otún. De estos ocho ríos, tres se encuentran bajo la influencia del uso del suelo para reserva forestal, tres de plantación forestal y dos para cultivos mixtos.

En la segunda ventana igualmente se seleccionaron diez ríos, los cuales hacen parte de la cuenca de La Vieja. Entre estos, la influencia de uso del suelo está dada por Ganadería para producción de carne en donde se seleccionaron tres ríos, ganadería para producción de leche con dos ríos y cultivos mixtos con cuatro ríos. La selección de los ríos y los puntos muestreados, se realizó con base en parámetros como el caudal, la influencia antrópica, los tipos de cobertura, el uso del

suelo y la accesibilidad, teniendo en cuenta la información disponible de la zona, en el Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos (CIEBREG).

Tabla 1. Coordenadas y altitud de los sitios de muestreo por cuenca y sistema productivo.

Cuenca	Sistema Productivo	Finca	Coord (N)	Coord (w)	Altitud
La Vieja	Ganaderia carne	Porvenir	4°41' 18.7"	75° 48' 46.8"	1203
		Tierra Labrantia	4°39' 10.1"	75° 48' 48.1"	1145
		La Floresta	4°35' 11.2"	75° 49' 43.1"	1195
	Ganaderia leche	Villa Ximena	4°35' 23.0"	75° 35' 23.0"	1602
		Tesalia Baja	4°35' 54.8"	75° 39' 58.1"	1628
	Cultivos mixtos	La Comarca	4°41' 44.4"	75° 46' 23.2"	1226
		La Sonora	4°41' 54.5"	75° 45' 36.1"	1285
		Santa Barbara	4°35' 43.0"	75° 46' 54.2"	1261
		El Descanso	4°40' 51.3"	75° 44' 51.5"	1346
Otún-Quimbaya	Cultivos mixtos	La Isabella	4°45' 58.2"	75° 36' 48.2"	1712
		El Manzano	4°45' 32.9"	75° 36' 52.7"	1716
	Reserva forestal	Playa Rica	4°45' 35.8"	75° 36' 2.8"	1738
		El Cedral	4°42' 42.7"	75° 33' 6.6"	2047
		La Aurora	4°43' 0.1"	75° 33' 36.7"	2017
	Ganaderia leche	Las Gaviotas	4°46' 21.8"	75° 36' 42.7"	1741
		Plantacion forestal	La Cascada	4°46' 25.7"	75° 36' 27.8"
	Las Peñas		4°45' 55.7"	75° 36' 33.1"	1714
	Lisbran		4°44'41.9"	75° 35' 2.7"	1867

5.2.4 Colecta del material

La captura de los peces se realizó con un equipo de pesca eléctrica según las recomendaciones de Guerrero-Kommritz (1997) y Maldonado-Ocampo *et al.* (2005). El equipo portable (peso aproximado 25 Kg.) consta de un generador Honda a gasolina, de potencia máxima de 2 Kw., potencia de salida de 1,6 KW, voltaje de 120 V y frecuencia de 60 s.f.; un cátodo que consta de una rejilla metálica de 32 x 33 cm; un ánodo (nasa) que consta de un aro de diámetro interno de 46 cm y externo de 49 cm, al cual se le adaptara una malla de 90 cm y ojo de malla de 1mm y un mango de 115 cm con un cable de 50 metros.

La pesca eléctrica es el método mas adecuado a las condiciones que presentan los cuerpos de agua andinos (torrentosos y fondos pedregosos). Debido a las múltiples dificultades que presentan los métodos convencionales o tradicionales de pesca

(redes agalleras, trampas, nasas) que impiden la captura de todas las especies que asociadas a estos sistemas (Maldonado *et al.* 2006).

Dentro de cada río se limitó un transecto de 50 metros, donde se muestreo en un período de 1 hora haciendo barridos contra corriente. Los peces capturados en el cátodo fueron depositados en una malla de donde se retiraron por dos personas, para su posterior proceso de fijación. Los peces colectados se conservaron en bolsas resellables debidamente etiquetadas, con formol al 10% para la fijación de los ejemplares.

5.3 Fase de laboratorio

5.3.1 Composición

La identificación taxonómica de las especies, se realizó mediante el uso de claves taxonómicas especializadas; todas las especies fueron depositadas en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su preservación. Cada frasco lleva consigo la etiqueta correspondiente al número de muestra y al número dentro del catálogo de la colección de peces del Museo Javeriano de Historia Natural.

5.3.2 Estructura

Se estimó la riqueza (específica), dominancia y equidad mediante los índices propuestos por Magurran (1989): Riqueza específica (número de especies), diversidad (índice de Shannon), Dominancia (Índice de Simpson) y equidad (Índice de Pielou) mediante el programa estadístico PAST.

5.3.2.1 Diversidad

La convención de diversidad biológica la define como: La variabilidad entre organismos vivientes de todas las fuentes, desde aéreas, terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales hacen parte. Esto incluye la diversidad entre especies, dentro de especies y de ecosistemas (Heywood & Bates 1995).

5.3.2.2 Medición de la diversidad

5.3.2.2.1 Riqueza específica:

Hace referencia al número total de especies obtenidas en una unidad de muestreo definida. Identifica así en tiempo y espacio el número de especies que hacen parte de una comunidad en un lugar determinado (Moreno 2001).

5.3.2.2.2 Índice de diversidad de Shannon (H')

Combina la abundancia y el número de especies mediante una relación logarítmica. Depende entonces del valor de riqueza y la distribución de abundancias de la comunidad, además del tamaño de la muestra (Ferrer & Broca 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i$$

Donde:

S: es la riqueza

p_i : Proporción de individuos o de abundancia de especies i expresado como porción de la cantidad total.

Ln: Logaritmo natural

5.3.2.2.3 Índice de dominancia de Simpson:

Muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie. Este valor se encuentra fuertemente influenciado por las especies dominantes (Magurran 1989). Su fórmula es la siguiente:

$$S = \sum_{i=1} p_i^2$$

Donde:

p_i : Es la abundancia proporcional de la especie i , número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

5.3.2.2.4 Índice de equidad de Pielou:

Mide la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1989). Se expresa mediante la fórmula:

$$J' = \sum_{i=1}^s p_i * \ln p_i / \ln s$$

Donde:

S: Riqueza

P_i : Proporción de individuos de cada especie i o de abundancia de cada especie expresada como una proporción de la cantidad total.

Ln: Logaritmo natural

5.3.3 Ecología trófica

Teniendo en cuenta el total de especies encontradas y la abundancia de estas, se realizó un análisis en cuanto a su representatividad dentro de cada sistema productivo, teniendo en cuenta su abundancia y frecuencia de aparición; tal representatividad está dada en porcentaje: aquellas especies que reunieron un valor mayor al 90% del total de especies dentro del sistema, fueron aquellas a las que se les extrajeron sus vísceras y se les realizó un análisis de contenido estomacal.

Una vez elegidas las especies por su representatividad, el n máximo por localidad fue igual o menor a 10, es decir: en aquellas localidades donde el n fue mayor a 10, se tomaron solo 10 individuos de la muestra, si por el contrario el n era menor a 10, se tomaron el número de individuos totales de la muestra. Tales individuos no

fueron elegidos al azar, ya que se seleccionaron aquellos que representaban las tallas máximas, mínimas e intermedias dentro de la muestra; de igual forma estos individuos fueron marcados numéricamente y se les tomaron las medidas morfométricas de longitud total (LT) y longitud estándar (LE) respectivamente.

5.3.3.1 Contenidos estomacales

Para la extracción de las vísceras, se realizó un corte en la zona ventral desde el poro anal, pasando junto a las aletas pélvicas hasta la cintura pectoral. Una vez extraídas todas las vísceras, estas fueron depositadas en frascos de vidrio de 10ml con alcohol al 70%. Cada muestra extraída posee una etiqueta indicando el número de muestra, la especie y el número del individuo al cual se le extrajo.

5.3.3.2 Análisis de los contenidos estomacales

Los contenidos estomacales fueron analizados mediante los métodos Numérico y volumétrico (Hyslop 1980), identificando los ítems y su frecuencia de aparición en los estómagos de cada especie, con el fin de relacionar los ítems alimentarios con el sistema productivo que lo influencia.

5.3.5.1 Método de frecuencia

Se relaciona con la frecuencia de aparición de cada ítem alimentario, por lo que se tiene una relación de cada estómago con un ítem alimentario encontrado, con relación al total de estómagos llenos, expresado en porcentaje en la siguiente ecuación:

$$F = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de estómagos con ítem } A}{\text{N}^\circ \text{ total de estómagos llenos}} \right) * 100$$

5.3.5.2 Método numérico

Determina la composición porcentual numérica, donde se relaciona un ítem determinado con respecto al total de ítems encontrados, en porcentaje, con la siguiente ecuación:

$$N = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de elementos del ítem } A}{\text{N}^\circ \text{ total de elementos de ítems encontrados}} \right) * 100$$

5.3.5.3 Método volumétrico

Se calcula la importancia a un ítem particular con respecto al total de los ítems encontrados, con base en el volumen. Para esto se usó una cámara de volumen variable en mm³. El porcentaje de cada ítem se calculó de la siguiente manera:

$$V = \left(\frac{\text{Volumen del ítem } A}{\text{Volumen total de los ítems encontrados}} \right) * 100$$

Para relacionar los métodos de frecuencia, numérico y volumétrico, se calcularon los índices de importancia relativa de Pinkas y de Yañez (Yañez-Arancibia *et al.*, 1985) y el de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler (1980).

5.4 Índices de importancia Relativa y Alimentaria

5.4.1 Índice de importancia relativa de Pinkas (IRI/ Pinkas)

Permite determinar la importancia relativa de un ítem alimentario con respecto al volumen total de todo el contenido estomacal.

$$\text{IRI/} \text{Pinkas} = F (V + N)$$

Donde F: Frecuencia de un ítem

V: Volumen del ítem (mm³)

N: Porcentaje del ítem

De acuerdo a los resultados obtenidos los ítems alimentarios se clasifican en:

IRI/Pinkas = < 0.2 alimento accidental

IRI/Pinkas = 0.2-20 alimento secundario

IRI/Pinkas = >20.1-40 alimento principal

IRI/Pinkas = >40 alimento preferencial

5.4.2 Índice de importancia relativa de Yáñez (IIR/Yáñez)

Cuantifica determinado grupo trófico y lo relaciona con la frecuencia y el volumen de un ítem alimentario, expresándose de la siguiente forma:

$$\text{IIR/YAÑEZ} = \frac{(FV)}{100}$$

Donde F: Frecuencia de un ítem

V: Volumen del ítem (mm³)

De esta forma, los porcentajes obtenidos son clasificados de la siguiente forma:

IIR/YAÑEZ = 0% - 10% alimento circunstancial o accidental

IIR/YAÑEZ = 10,1 - 40% alimento de grupo trófico secundario

IIR/YAÑEZ = 40,1 - 100% alimento de grupo trófico principal

5.4.3 Índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler

Según Kawakami y Vazzoler (1980), la suma de la frecuencia de ocurrencia y el volumen da un resultado más real; donde la frecuencia de ocurrencia se define como la frecuencia en porcentaje del número de estómagos donde ocurre determinado ítem alimentario en relación con el número de estómagos. Por otro lado, el volumen es expresado en forma porcentual, considerando el volumen de un ítem alimentario dado en relación al volumen de todos los ítems alimentarios presentes en todos los estómagos. Así se tiene que:

$$IA_i = F_i * V_i / \sum (F_i * V_i)$$

Donde IA_i : índice alimenticio; i : determinado ítem i ; F_i : frecuencia de ocurrencia (%) de determinado ítem; V_i : volumen (%) de determinado ítem.

Valores cercanos a 1 se presentan cuando hay grandes valores de volumen y frecuencia en los ítems. De este modo, este índice permite distinguir más adecuadamente la importancia relativa de cada ítem, cualquiera que sea su condición en cuanto a frecuencia de ocurrencia y volumen. También determina la importancia efectiva de cada ítem en la alimentación de una especie y la interacción de los procesos alimenticios entre diferentes especies de peces (Kawakami y Vazzoler 1980).

De esta manera se identificara la naturaleza de los recursos encontrados, con el fin de establecer las relaciones entre estos y los ecosistemas terrestres paralelos y a su vez con los sistemas productivos que los influncian.

5.5 Análisis de la información

5.5.1 Índice de similitud de Bray-Curtis

Este índice se empleo con el fin de evaluar las relaciones de similitud existentes entre los sistemas productivos, por cada época hidrológica en cuanto a su

composición. Los datos incluidos fueron los sistemas productivos por época hidrológica como filas y las especies como columnas, incluyendo como datos numéricos presencia (1) o ausencia (0) de las especies en cada localidad. Se estimó un índice por cada cuenca.

5.5.2 Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)

Este análisis evalúa las relaciones entre la composición de una comunidad dada, con respecto a variables específicas del hábitat (Ter Braak 1986). De este modo, el ACC fue empleado con el fin de evaluar las posibles relaciones entre la composición de la comunidad con las variables de: sistemas productivos, la ecología trófica y época hidrológica. Este análisis identifica así bases del entorno para la ordenación de la comunidad detectando los patrones de la misma que pueden ser explicados por las variables del ambiente. La matriz de datos contiene así a especies como filas y sistemas productivos, categorías tróficas (IIA Kawakami y Vazzoler) así como las épocas hidrológicas como columnas. Un ACC fue realizado de manera independiente para los datos de la cuenca del río La Vieja y del río Otún. El programa estadístico empleado fue el SPSS versión 17.

6. RESULTADOS

6.1 Composición

Se identificaron en total 3 órdenes, 6 familias, 12 géneros y 13 especies de peces en los sistemas productivos de las cuencas de los ríos la Vieja y Otún-Quimbaya. En las tablas 2 y 3 se muestran las especies encontradas por cuenca, época hidrológica (1: nivel de agua bajo-Julio y 2: nivel de agua alto-Noviembre) y sistema productivo.

A continuación se presenta una lista de las especies identificadas por orden y familia con su respectiva imagen:

6.1.1 ORDEN CHARACIFORMES

6.1.1.1 Familia Characidae



Figura 5. Individuo de la especie *Bryconamericus caucanus*



Figura 6. Individuo de la especie *Astyanax aurocaudatus*



Figura 7. Individuo de la especie *Brycon henii*

6.1.2 ORDEN SILURIFORMES

6.1.2.1 Familia Astroblepidae



Figura 8. Individuo de la especie *Astroblepus grivalvii*



Figura 9. Individuo de la especie *Astroblepus micrescens*



Figura 10. Individuo de la especie *Astroblepus* sp.

6.1.2.2 Familia Trichomycteridae



Figura 11. Individuo de la especie *Trichomycterus chapmani*

6.1.2.3 Familia Heptapteridae



Figura 12. Individuo de la especie *Cetopsorhamdia boquillae*.

6.1.2.4 Familia Loricariidae



Figura 13. Individuo de la especie *Ancistrus caucanus*

6.1.3 ORDEN CYPRINODONTIFORMES

6.1.3.1 Familia Poeciliidae



Figura 14. Individuo hembra de la especie *Poecilia reticulata*



Figura 15. Individuo de la especie *Poecilia* sp.



Figura 16. Individuo macho de la especie *Priapichthys caliensis*



a).♂



b).♀

Figura 17. Individuos de la especie *Xiphophorus hellerii* a. ejemplar macho y b. ejemplar hembra

Tabla 2. Especies identificadas para el río La Vieja por sistema productivo y época hidrológica (1: nivel de aguas bajo y 2: nivel de aguas alto) para la cuenca del río La Vieja.

Cuenca	Sistema productivo	Epoca Hidrológica	Especies identificadas
Rio La Vieja	Ganaderia de carne	1	<i>Bryconamericus caucanus</i>
			<i>Astyanax aurocaudatus</i>
			<i>Astroblepus grixalvii</i>
			<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>
			<i>Trichomycterus chapmani</i>
			<i>Poecilia reticulata</i>
			<i>Poecilia sp.</i>
		<i>Priapichthys caliensis</i>	
		<i>Xiphophorus hellerii</i>	
		2	<i>Bryconamericus caucanus</i>
			<i>Astroblepus grixalvii</i>
			<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>
			<i>Trichomycterus chapmani</i>
			<i>Poecilia reticulata</i>
	<i>Poecilia sp.</i>		
	<i>Priapichthys claiensis</i>		
	<i>Xiphophorus hellerii</i>		
	Cultivos mixtos	1	<i>Brycon henni</i>
			<i>Bryconamericus caucanus</i>
			<i>Astyanax aurocaudatus</i>
			<i>Astroblepus grixalvii</i>
			<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>
			<i>Ancistrus caucanus</i>
			<i>Trichomycterus chapmani</i>
<i>Poecilia reticulata</i>			
2		<i>Brycon henni</i>	
		<i>Bryconamericus caucanus</i>	
		<i>Astyanax aurocaudatus</i>	
		<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>	
		<i>Trichomycterus chapmani</i>	
		<i>Poecilia reticulata</i>	
	<i>Priapichthys caliensis</i>		
Ganaderia de leche	1	<i>Astyanax aurocaudatus</i>	
		<i>Astroblepus grixalvii</i>	
		<i>Trichomycterus chapmani</i>	
	2	<i>Astyanax aurocaudatus</i>	
		<i>Trichomycterus chapmani</i>	

Tabla 3. Especies identificadas para el río Otún por sistema productivo y época hidrológica (1: nivel de aguas bajo y 2: nivel de aguas alto) para la cuenca del río La Vieja.

Cuenca	Sistema productivo	Epoca hidrológica	Especies identificadas
Rio Otún	Cultivos mixtos	1	<i>Bryconamericus caucanus</i>
			<i>Astyanax aurocaudatus</i>
			<i>Astroblepus grivalvii</i>
			<i>Trichomycterus chapmani</i>
		2	<i>Bryconamericus caucanus</i>
			<i>Astyanax aurocaudatus</i>
			<i>Astroblepus grivalvii</i>
			<i>Trichomycterus chapmani</i>
	Plantacion forestal	1	<i>Bryconamericus caucanus</i>
			<i>Astroblepus grivalvii</i>
			<i>Astroblepus sp.</i>
			<i>Trichomycterus chapmani</i>
		2	<i>Bryconamericus caucanus</i>
			<i>Astroblepus grivalvii</i>
			<i>Astroblepus micrescens</i>
			<i>Astroblepus sp.</i>
Reserva forestal	1	<i>Bryconamericus caucanus</i>	
		<i>Astroblepus grivalvii</i>	
		<i>Astroblepus micrescens</i>	
		<i>Astroblepus sp.</i>	
	2	<i>Trichomycterus chapmani</i>	
		<i>Bryconamericus caucanus</i>	
		<i>Astroblepus grivalvii</i>	
		<i>Trichomycterus chapmani</i>	

6.1.4 Índice de similitud de Bray Curtis

6.1.4.1 Cuenca del Río La Vieja

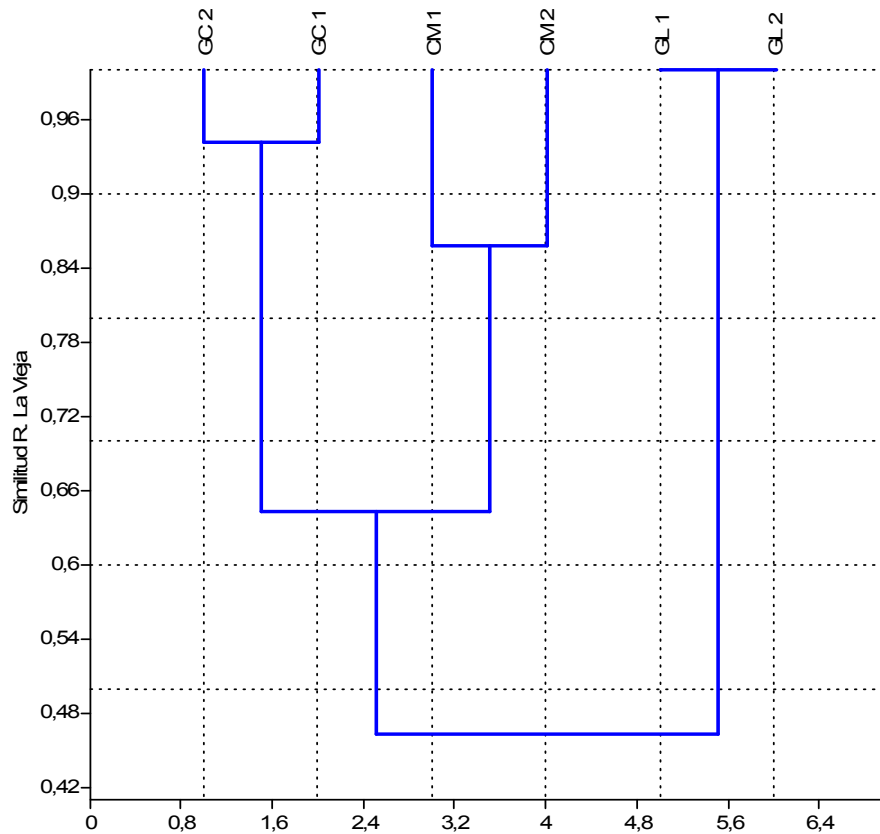


Figura 18. Análisis de similitud (Bray-Curtis) de la composición íctica, por época hidrológica y sistema productivo. La letras representan los sistemas productivos: (GC) Ganadería de carne, (CM) Cultivos mixtos y (GL) Ganadería de leche; Los números representan las épocas hidrológicas (1: nivel de aguas bajo y 2: nivel de aguas alto).

De acuerdo al índice de Bray-Curtis, para la cuenca del Río la vieja la similitud por composición entre sistemas productivos y época hidrológica es alta, agrupando cada sistema productivo consigo mismo en ambas épocas. El sistema productivo que presento una similitud mas alta (1,00) fue el de ganadería de leche, seguido por

el de Ganadería de leche (0,94) y finalmente Cultivos mixtos (0,85). El valor del coeficiente de correlación cofenética fue de 0,95.

6. 1. 4.2 Cuenca del Río Otún

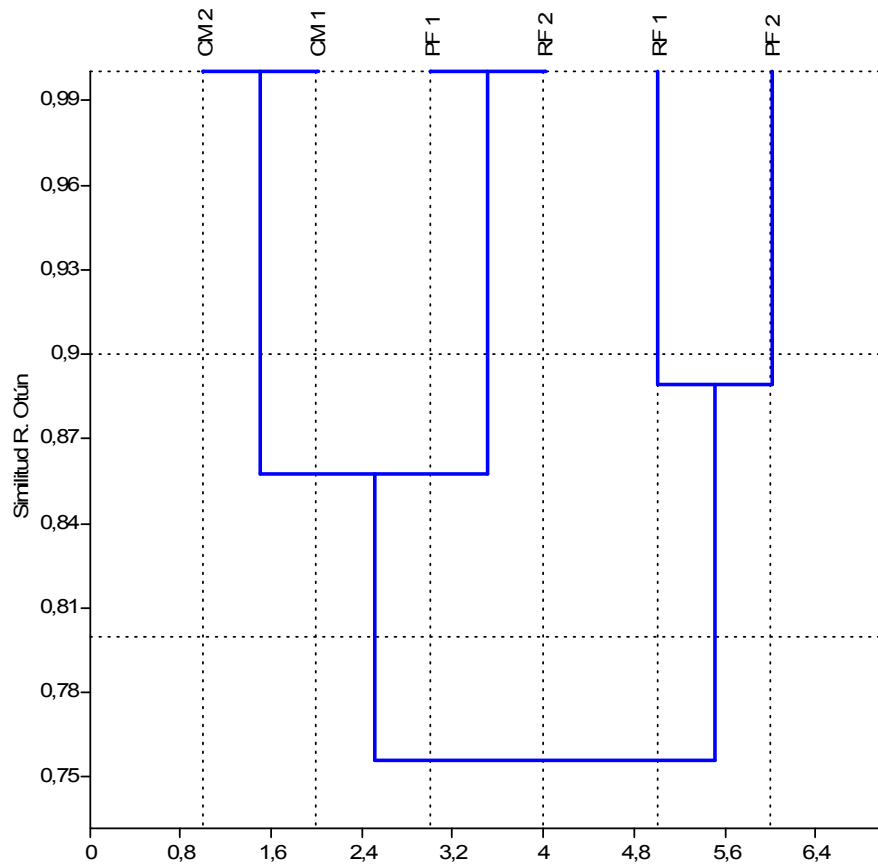


Figura 19. Análisis de similitud (Bray-Curtis) de la composición íctica, por época hidrológica y sistema productivo. La letras representan los sistemas productivos: (CM) Cultivos mixtos, (PF) Plantación forestal y (RF) Reserva forestal; Los números representan las épocas hidrológicas (1: nivel de aguas bajo y 2: nivel de aguas alto).

Para la cuenca del río Otún las agrupaciones no se dieron entre el mismo sistema productivo en sus diferentes épocas, esto solo se dio en el sistema Cultivos mixtos

que de acuerdo con el índice su composición es la misma en ambas épocas hidrológicas (1,00). Por su parte el sistema de reserva forestal en la época hidrológica 1 es igual al de Plantación forestal en la época hidrológica 2 (1,00) y la última agrupación se dio entre el sistema productivo de reserva forestal en la época 2 con el de plantación forestal en la época 1 (0,86). El coeficiente de correlación cofenética fue igual a 0,86.

6.2 Estructura

La cuenca del río La Vieja presentó los valores de riqueza más altos: nueve especies; en comparación con la cuenca del río Otún en donde el máximo reportado fue de 5. Los sistemas productivos que presentaron tales valores fueron para la cuenca del río La Vieja el de Ganadería de carne, seguido por cultivos mixtos y en menor proporción Ganadería de leche. Por su parte para la cuenca del Otún, los sistemas productivos con mayor riqueza fueron los de Plantación forestal y reserva forestal siendo el de cultivos mixtos el sistema con menor número de especies.

Durante la época hidrológica 1 para el río La Vieja la mayor riqueza se presentó en el sistema de Ganadería de carne con 9 especies, siendo igual para la época hidrológica 2, seguido por el sistema de cultivos mixtos con 8 especies en la época 1, valor que disminuyó en una unidad para la segunda época con un total de 7 especies. Por su parte el sistema de ganadería de leche presentó la menor riqueza durante las dos épocas con 3 especies. Ver figura 20.

En términos generales la cuenca del río Otún presentó un valor de riqueza igual tanto para la época 1 como para la 2 con cinco especies. En la época de niveles de agua bajos el sistema productivo con mayor riqueza fue el de Reserva forestal con 5 especies, seguido por el de cultivos mixtos con 4 especies y Plantación forestal con 3 especies mientras que durante los niveles altos el máximo valor se presentó en el sistema de Plantación forestal con 5 especies, cultivos mixtos mantuvo el mismo número y el de reserva forestal presentó el menor valor con 3 especies (Figura 21).

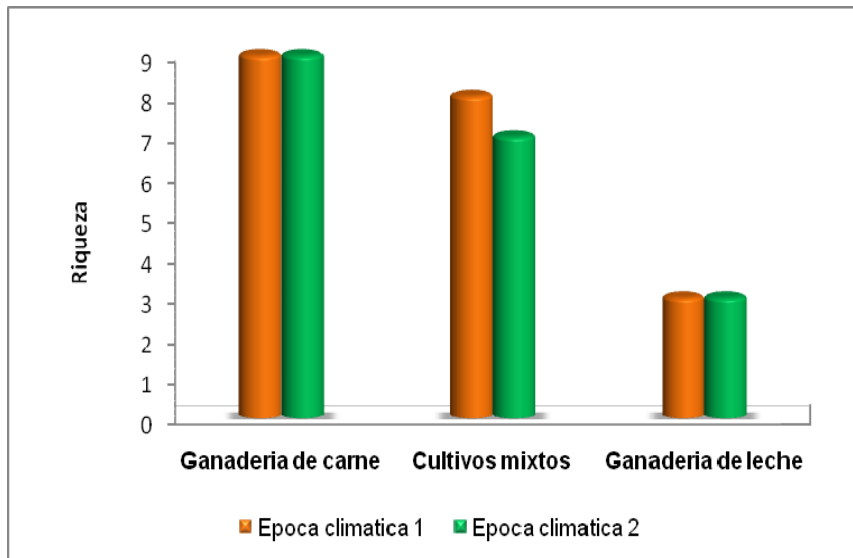


Figura 20. Valores de riqueza específica en cada sistema productivo, por época hidrológica para la cuenca del río La Vieja.

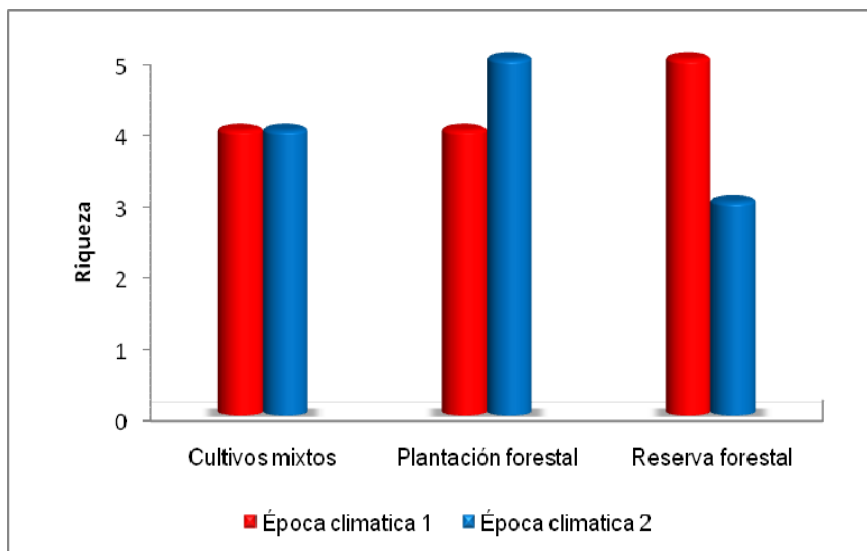


Figura 21. Valores de riqueza específica en cada sistema productivo, por época hidrológica para la cuenca del río Otún.

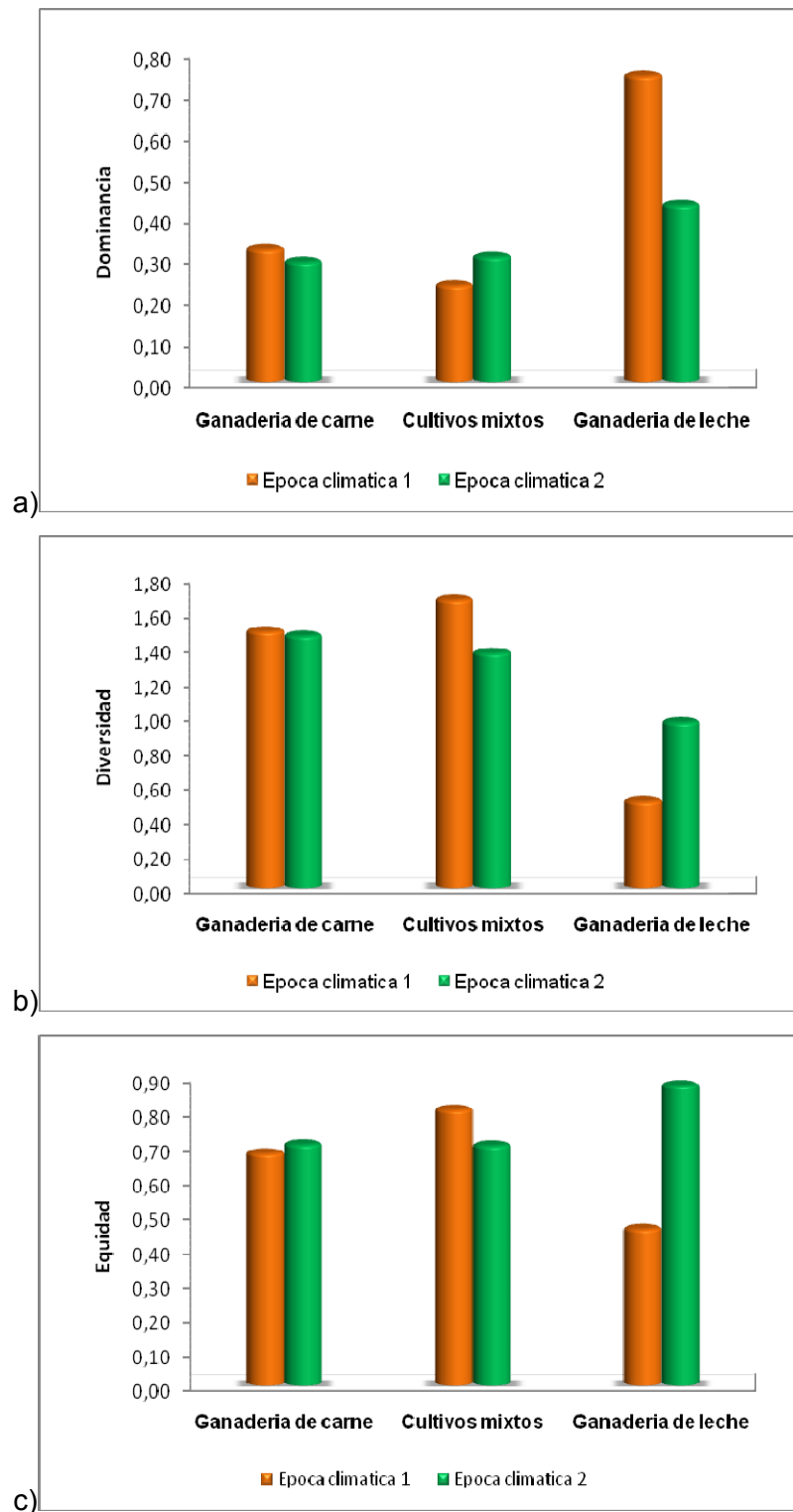


Figura 22. Valores de: a. dominancia, b. diversidad y c. equidad por sistema productivo y época hidrológica en el río La Vieja.

El índice de diversidad de Shannon (Figura 22-b) para la cuenca del río La vieja, presento su máximo valor en el sistema de cultivos mixtos, seguido por el de ganadería de carne y finalmente por el de ganadería de leche en ambas épocas, sin embargo los valores fueron más altos durante la época hidrológica 2.

Por su parte, los valores de dominancia (figura 22-a) para las dos épocas hidrológicas fueron más altos para el sistema productivo de ganadería de leche seguido por el sistema de ganadería de carne y el de menor valor para el sistema de cultivos mixtos. De igual forma aunque esto no cambio de acuerdo a los niveles, durante la época 1 los valores fueron más altos en el sistema de ganadería de leche.

Finalmente el índice de equidad de Pielou (figura 22-c) para los sistemas del río La Vieja se dieron de la siguiente forma: Para la época 1 el mayor valor de equidad lo presento el sistema de Cultivos mixtos y el menor fue para Ganadería de leche, mientras que para la época 2 el máximo valor tuvo lugar en el sistema de Ganadería de leche y el de menor equidad en el de Ganadería de carne. De esta forma, se evidencia que no hay grandes cambios dentro de cada sistema productivo pero si los hay entre sistemas productivos.

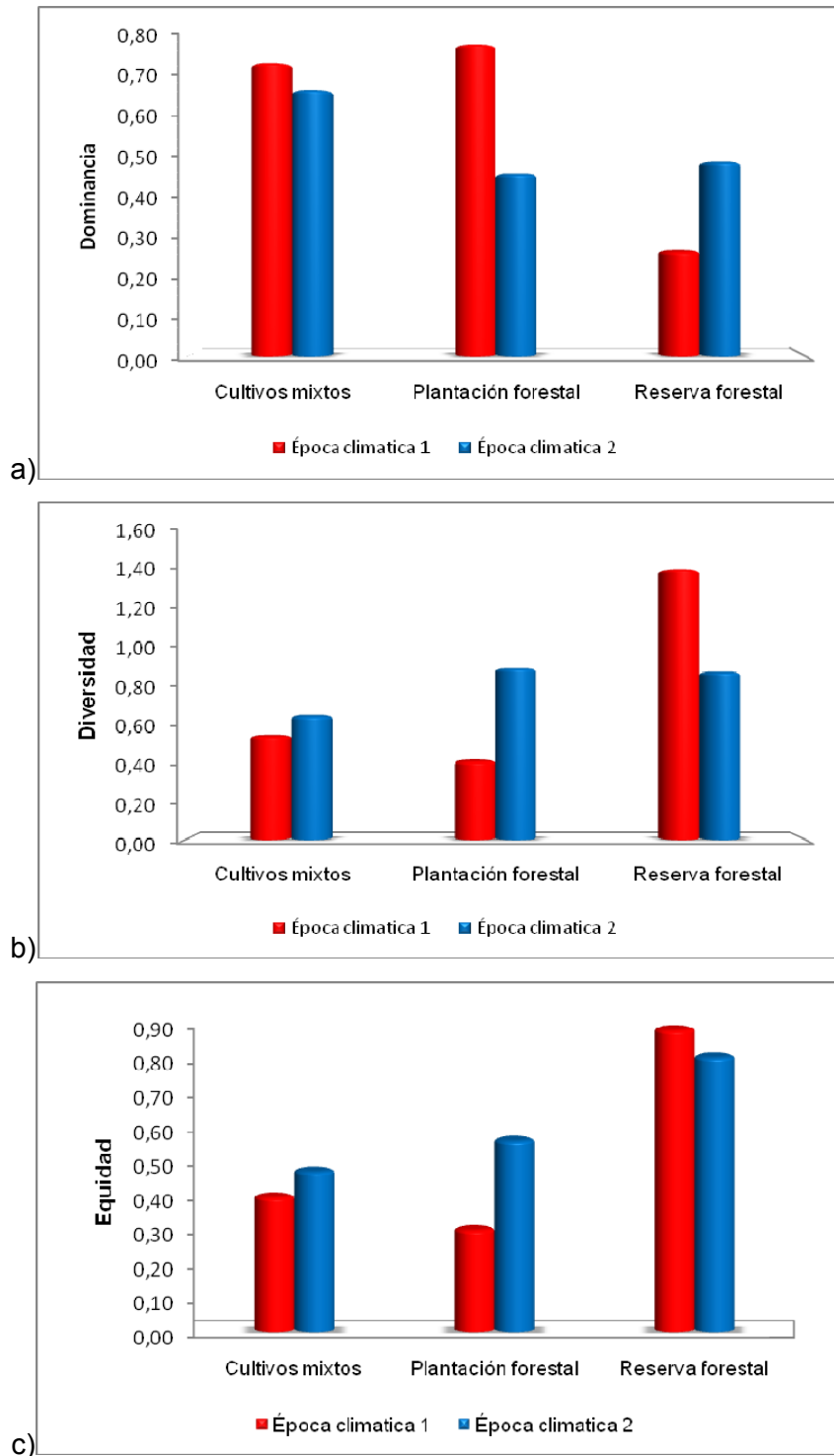


Figura 23. Valores de a. dominancia, b. diversidad y c. equidad por sistema productivo y época hidrológica en el río Otún.

Para la cuenca del Otún, el índice de Dominancia de Simpson (figura 23-a) mostró que el sistema de reserva forestal tuvo el valor más alto, seguido por cultivos mixtos, mientras que el sistema de ganadería de leche tuvo el valor de dominancia más bajo; la tendencia fue la misma para la época 2 aunque durante esta los valores fueron más altos.

El índice de Shannon (figura 23-b) durante la época hidrológica 1 tuvo su mayor valor en el sistema de Plantación forestal y el menor en el de Reserva Forestal, mientras que para la época 2 la mayor diversidad paso a ser del sistema productivo de cultivos mixtos y la menor en el sistema de plantación forestal. De esta forma, el sistema productivo de reserva forestal tuvo una mayor equidad (figura 23-c) con respecto a los sistemas de cultivos mixtos y plantación forestal para ambas épocas hidrológicas en el río Otún, sin embargo los valores de estos últimos presentaron diferencias entre épocas, ya que Cultivos mixtos tuvo el segundo mayor valor en la primera y Plantación forestal en la segunda. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, para la cuenca del río la época hidrológica si constituye un factor de cambio la estructura de la comunidad.

6.3 Ecología trófica

6.3.1 Cuenca del Río La Vieja:

6.3.1.1 *Astroblepus Grixalvii*

Tabla 4. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo (CM) Cultivos mixtos y (GL) Ganadería de leche en cada época hidrológica en *A. grixalvii*.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yáñez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Astroblepus grixalvii</i>	CM	1	InvAcu	42,60	70,97	70,968	principal	7,01	secundario
			VegTer	14,29	1,13	0,162	accidental	0,00	accidental
			InvTer	42,86	27,90	11,957	secundario	0,00	accidental
	GL	1	InvAcu	66,67	50,88	50,88	principal	17,005	secundario
			InvTer	33,33	49,12	16,37	secundario	0,002	accidental
		2	InvTer	75,00	35,76	26,82	secundario	38,253	principal
			InvAcu	50,00	64,24	32,12	secundario	19,003	secundario

Se analizaron en total 45 contenidos estomacales en individuos cuya longitud estándar fue entre 29 mm – 129,2 mm. Del total, 13 (28,9%) estaban vacíos. La especie consumió 2 de las 5 categorías tróficas encontradas. En el sistema de cultivos mixtos durante la época 1, la categoría mas importante por volumen y frecuencia fue la de Invertebrados Acuáticos (InvAcu), representada por ítems de siete ordenes: Coleoptera (Familia Ptylodactilidae); Díptera (Familias Chironomidae, Psychodidae y Tipulidae); Hemiptera (Familia Naucoridae); Lepidoptera; Odonata; Trichoptera (Familias Glossosomatidae, Helicopsychidae y Leptoceridae) e Hydroida (Familia Hydridae). Por su parte para el sistema de Ganadería de leche en ambas épocas la principal categoría encontrada fue la de Invertebrados Acuáticos con las mismas familias reportadas anteriormente; para el nivel alto si bien la tendencia se mantuvo hacia el consumo de invertebrados acuáticos los valores fueron similares para los invertebrados terrestres con ítems pertenecientes a los siguientes ordenes: Coleóptera (Familias Buprestidae y Carabidae); Hymenoptera (Familia Formicidae); Orthoptera (Familia Tettigoniidae) e Isópoda (Familia Oniscidae) (Figura 24)

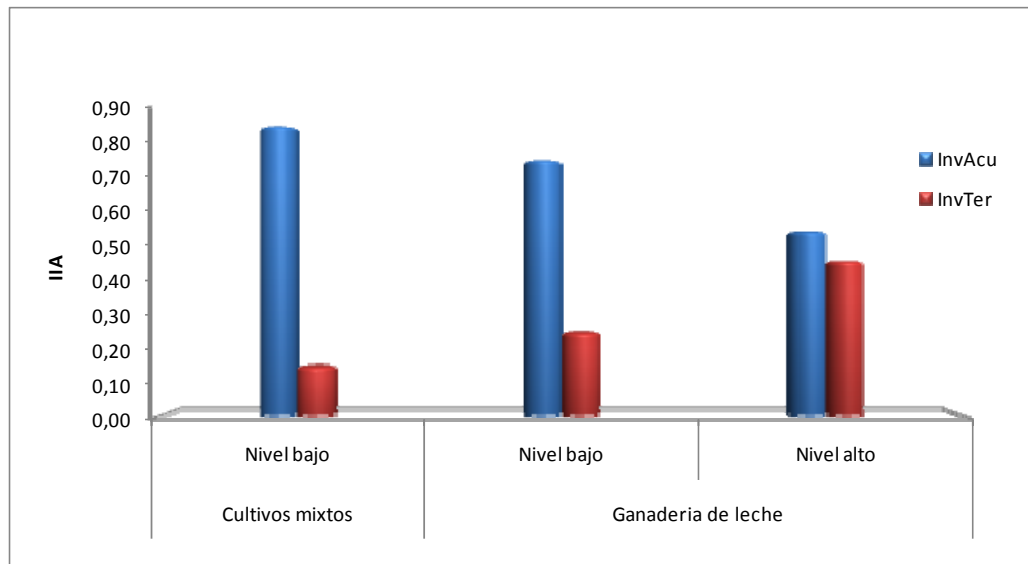


Figura 24. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Astroblepus grivalvii* en los sistemas productivos de Cultivos mixtos y Ganadería de leche por niveles de agua.

6.3.1.2 *Bryconamericus caucanus*:

Tabla 5. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos en cada época hidrológica en *B. caucanus*.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yáñez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Bryconamericus caucanus</i>	GC	1	InvAcu	34,62	11,03	3,82	accidental	6,92	secundario
			VegTer	30,77	31,65	9,74	accidental	12,00	secundario
			InvTer	53,85	57,32	30,86	secundario	5,93	secundario
		2	InvAcu	45,45	56,96	25,89	secundario	3,18	secundario
			InvTer	27,27	11,08	3,02	accidental	0,27	secundario
			Det	27,27	2,09	0,57	accidental	0,00	accidental
	CM	1	InvTer	100,00	100,00	100,000	principal	0,01	accidental
			VegTer	33,33	61,98	20,661	secundario	0,67	secundario
			InvAcu	33,33	7,73	2,576	accidental	5,00	secundario
		2	Det	16,67	28,33	4,722	accidental	0,00	accidental
			InvTer	16,67	3,25	0,541	accidental	0,17	secundario

De los 55 estómagos examinados para esta especie, 6 (10,9%) estaban vacíos. Sus longitudes estándar fueron 31,1 mm – 82,3 mm. Esta especie es consumidora de la mayoría de las categorías tróficas encontradas, en donde de acuerdo a los índices de importancia relativa y alimentaria en el sistema productivo de ganadería de carne durante la época 1 de niveles bajos, la especie consumió ítems de la categoría de Invertebrados terrestres y detrito como categorías principales (IIA Kawakami y Vazzoler= 0,99, ver Figura 25). Durante la segunda época hidrológica aumento el número de categorías consumidas a 3: Invertebrados terrestres, Invertebrados acuáticos y Vegetación terrestre, siendo esta última la más representativa (IIA Kawakami y Vazzoler= 0,22). En el sistema productivo de Cultivos mixtos para la época 1 los ítems alimentarios se redujeron a una categoría: Invertebrados terrestres siendo el total de la dieta encontrada (IIA Kawakami y Vazzoler= 1,00); por el contrario durante la época 2 se encontraron en el análisis de dieta cuatro categorías, donde la más representativa se dio para Vegetación terrestre (VegTer). Teniendo en cuenta lo anterior no se encontró ninguna tendencia al consumo de alguna categoría en particular por época pero si se diferencio entre los sistemas productivos; sin embargo la categoría más importante para la especie por frecuencia y volumen fue la de invertebrados terrestres con ítems pertenecientes a nueve

órdenes: Hirudiniformes (Familia: Macrobdellidae); Collembola (Familia: Neelidae); Diptera (Familias: Ceratopogonidae, Chironomidae, Dixidae, Muscidae, Simuliidae y Tipulidae); Ephemeroptera (Familia: Leptohyphidae); Lepidoptera (Familia: Pyralidae); Odonata; Trichoptera (Familia: Hydrobioscidae); Basommatophora (Familia: Physidae) y Gordioidea (Familia: Gordiidae).

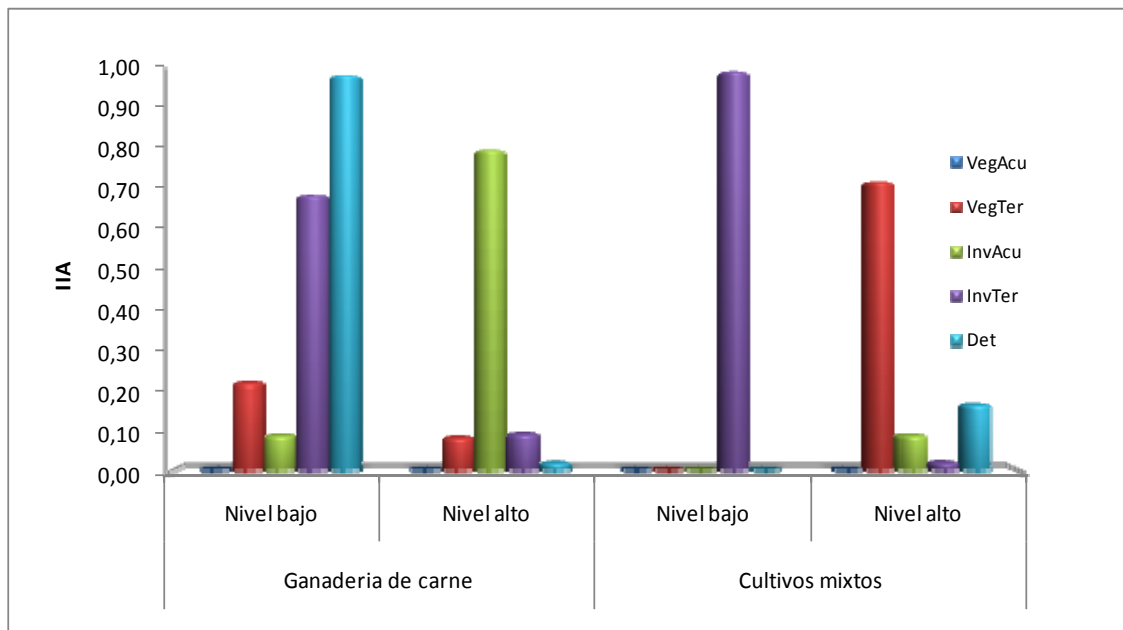


Figura 25. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Bryconamericus caucanus* en los sistemas productivos de Ganadería de carne y Cultivos mixtos en los niveles de aguas bajas y altas.

6.3.1.3 *Cetopsorhamdia boquillae*:

Tabla 6. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos en cada época hidrológica en *C. boquillae*.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yáñez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>	GC	1	VegAcu	50,00	7,66	3,83	accidental	0,00	accidental
			VegTer	25,00	5,99	1,50	accidental	0,00	accidental
			InvAcu	75,00	86,35	64,76	principal	0,76	secundario
		2	VegTer	33,33	13,97	4,66	accidental	0,00	accidental
			InvAcu	33,33	44,32	14,77	secundario	0,00	accidental
			Det	66,67	41,71	27,81	secundario	0,00	accidental
	CM	1	Det	20,00	9,96	1,99	accidental	0,00	accidental
			InvAcu	80,00	40,23	32,19	secundario	0,80	secundario
			InvTer	20,00	46,88	9,38	accidental	4,80	secundario
			VegTer	20,00	2,93	0,59	accidental	0,00	accidental

De los 28 estómagos examinados para esta especie, 10 (38,46%) estaban vacíos; sus longitudes estándar fueron 39,4 mm – 74,3 mm. La especie en el sistema de Ganadería de carne, época hidrológica 1, presentó un consumo preferencial de la categoría de Invertebrados acuáticos (IIA Kawakami y Vazzoler= 0,92) siendo reemplazada durante la época 2 por Detrito (IIA Kawakami y Vazzoler= 0,59). La categoría de Invertebrados Acuáticos fue la más representativa en el sistema de Cultivos mixtos durante la época 1. De esta forma la especie de acuerdo a este estudio presenta una mayor preferencia por ítems de tipo autóctono sin importar la época hidrológica, especialmente por ítems pertenecientes a la categoría de Invertebrados acuáticos (InvAcu) ver tabla 6 y Figura 26.

Dentro de la categoría de Invertebrados acuáticos los ítems encontrados pertenecen a los siguientes ordenes: Haplotaxida (Familia: Haplotaxidae); Hirudiniiformes (Familia: Macrobdelellidae); Coleoptera (Familia: Elmidae); Diptera (Familias: Chironomidae, Psychodidae y Tipulidae); Ephemeroptera (Familia: Leptohyphidae); Trichoptera (Familias: Helicopsychidae y Odontoceridae) y Basommatophora (Familia: Physidae); Por su parte para la categoría de Invertebrados terrestres se

encontraron dos órdenes: Coleoptera (Familias: Carabidae y Coccinellidae) y Ephemeroptera (Familia Baetidae).

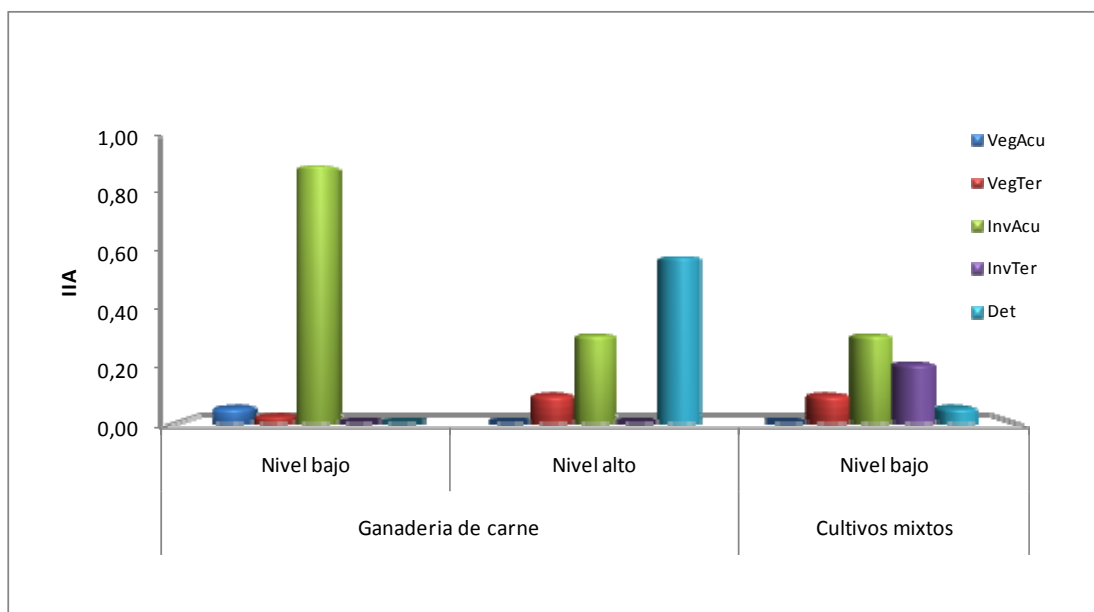


Figura 26. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Cetopsorhamdia boquillae* en los Sistemas productivos de: Ganadería de carne y Cultivos mixtos en los niveles de agua bajo y alto.

6.3.1.4 *Trichomycterus chapmani*

Tabla 7. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos en cada época hidrológica en *T. chapmani*.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yáñez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Trichomycterus chapmani</i>	GC	1	InvTer	100,00	30,80	30,80	secundario	0,00	accidental
			InvAcu	66,67	69,20	46,13	principal	22,67	principal
		2	InvTer	27,27	37,00	10,09	secundario	0,82	secundario
			VegTer	18,18	6,26	1,14	accidental	0,00	accidental
			InvAcu	81,82	12,74	10,42	secundario	0,82	secundario
			VegAcu	9,09	44,01	4,00	accidental	0,00	accidental
	CM	1	InvAcu	60,00	60,00	40,60	principal	28,80	principal
			InvTer	30,00	30,00	6,31	accidental	0,60	secundario
			VegTer	10,00	10,00	1,13	accidental	0,00	accidental
		2	InvAcu	100,00	100,00	7,78	accidental	56,00	preferencial
InvTer	30,00	30,00	27,67	secundario	0,60	secundario			

Se examinaron los contenidos estomacales de 70 individuos. Del total, 24 (34,3%) estaban vacíos; sus longitudes estándar fueron desde 24 mm – 113,7 mm. En términos generales la especie presentó una clara tendencia al consumo de Invertebrados acuáticos y terrestres aguas bajas y altas tanto en el sistema productivo de Ganadería de carne como en el de cultivos mixtos. Si bien consume categorías como vegetación terrestre (VegTer) y acuática (VegAcu) su importancia de acuerdo al volumen y frecuencia de ocurrencia fue menor con respecto a las categorías ya mencionadas (ver Tabla 7 figura 27).

Dentro de la categoría de Invertebrados acuáticos se encontraron los siguientes órdenes: Haplotaxida (Familias: Haplotaxidae y Tubificidae); Hirudiniformes (Familia: Macrobdellidae); Coleoptera (Familias: Elmidae y Lutrochidae); Diptera (Familias: Ceratopogonidae, Chironomidae, Simuliidae y Tipulidae); Hemiptera (Familia: Veliidae); Lepidoptera; Odonata (Familia: Libellulidae); Trichoptera (Familia: Glossosomatidae) y Gordioidea (Familia: Gordiidae). Por su parte en la categoría de Invertebrados terrestres se encontraron cinco órdenes: Coleoptera (Familia: Chrysomelidae); Ephemeroptera (Familia: Baetidae); Hemiptera (Familia: Cicadidae); Hymenoptera (Familia: Formicidae) y Orthoptera (Familia: Grillidae).

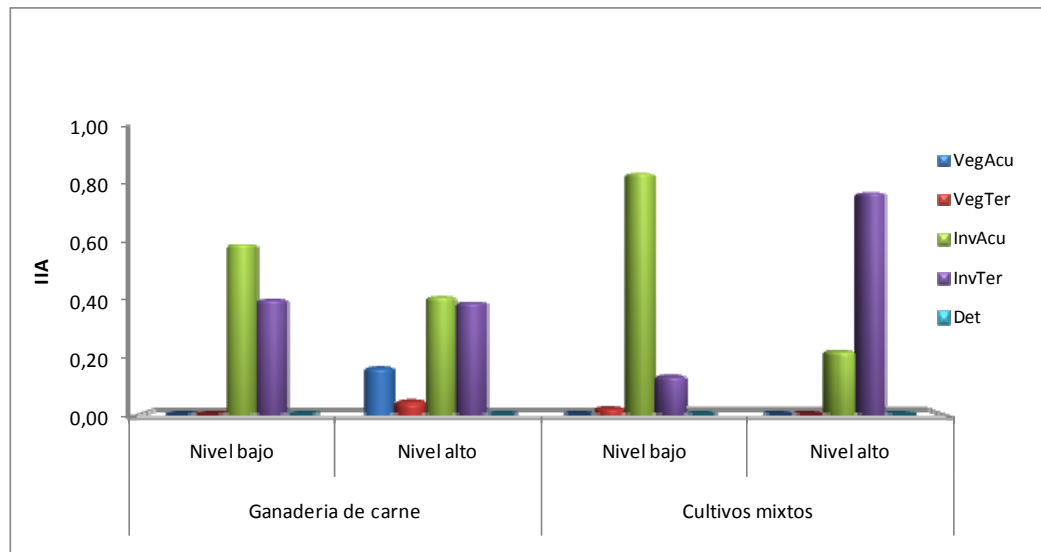


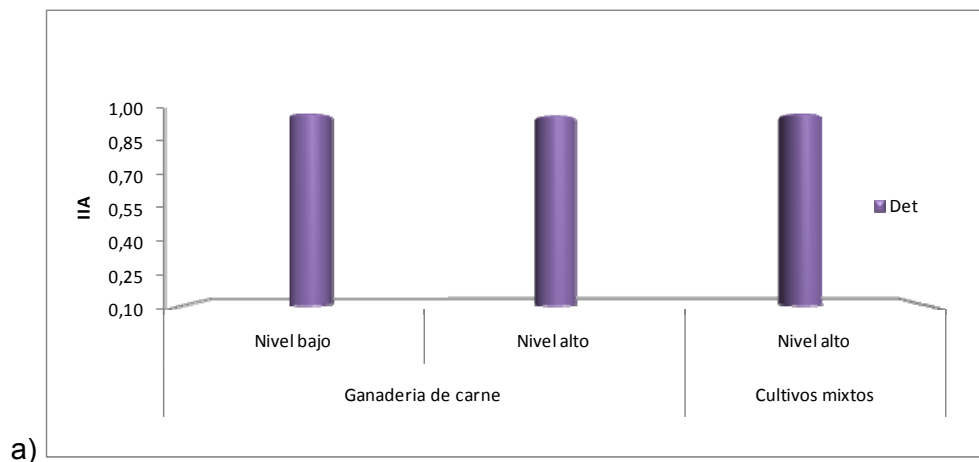
Figura 27. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Trichomycterus chapmani* en los sistemas productivos de Ganadería de carne y Cultivos mixtos en los niveles de aguas bajo y alto.

6.3.1.5 *Poecilia reticulata* y *Poecilia* sp.

Tabla 8. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (GC) Ganadería de carne y (CM) Cultivos mixtos en cada época hidrológica para *P. reticulata* y *Poecilia* sp.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yañez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Poecilia reticulata</i>	GC	1	Det	100,00	99,89	99,89	principal	0,01	accidental
			VegAcu	7,41	0,11	0,01	accidental	0,15	secundario
		2	Det	95,00	94,25	89,54	principal	0,01	accidental
			InvAcu	10,00	3,54	0,35	accidental	0,10	secundario
	CM	2	InvTer	5,00	2,21	0,11	accidental	0,10	secundario
			VegAcu	20,00	0,21	0,04	accidental	0,00	accidental
<i>Poecilia</i> sp.	GC	1	Det	100,00	99,88	99,88	principal	0,01	accidental
			VegAcu	11,11	0,12	0,01	accidental	0,00	accidental
		2	Det	100,00	93,75	93,75	principal	0,01	accidental
			InvAcu	11,11	6,25	0,69	accidental	0,11	secundario

Se examinaron los contenidos estomacales de 74 individuos para *P. reticulata*. Del total, 1 (1,4%) estaba vacío; sus longitudes estándar fueron 14,1 mm – 37,1 mm. Para *Poecilia* sp. Ningún estomago estaba vacío; LE= 21 mm – 27,8 mm. La especie mostró una clara tendencia al consumo de un solo ítem alimentario: Detrito, independiente de la época hidrológica y del sistema productivo. (IIA Kawakami y Vazzoler >0,99 en todos los sistemas productivos). Si bien consumió categorías como Invertebrados acuáticos su consumo fue accidental (Figura 28 y tabla 8).



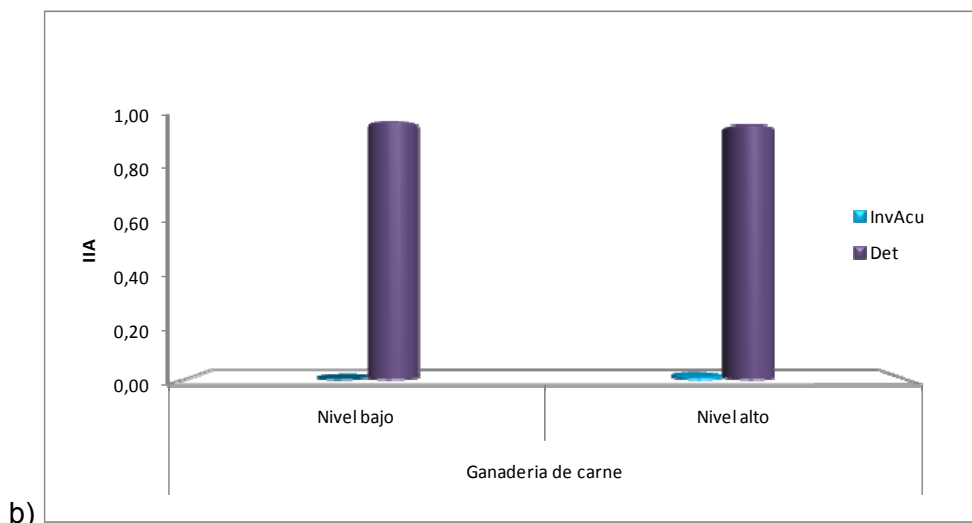


Figura 28. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para a. *Poecilia reticulata* y b. *Poecilia* sp en los sistemas productivos: Ganadería de carne y Cultivos mixtos en los niveles de aguas bajo y alto.

6.3.1.6 *Astyanax aurocaudatus*

Tabla 9. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (CM) Cultivos mixtos y (GL) Ganadería de leche en cada época hidrológica para *A. aurocaudatus*.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yañez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Astyanax aurocaudatus</i>	CM	1	InvAcu	66,67	9,68	6,45	accidental	2,00	secundario
			VegTer	33,33	90,32	30,11	secundario	0,00	accidental
		2	VegTer	55,56	48,15	26,75	secundario	43,34	principal
			InvAcu	44,44	13,29	5,91	accidental	4,89	secundario
			InvTer	22,22	9,58	2,13	accidental	0,22	accidental
			Det	11,11	28,98	3,22	accidental	0,00	accidental
	GL	1	VegTer	68,75	28,06	19,29	secundario	81,127	preferencial
			InvTer	87,50	59,68	52,22	principal	2,630	secundario
			InvAcu	56,25	12,25	6,89	accidental	9,563	secundario
		2	VegTer	60,00	31,36	18,82	secundario	55,802	principal
			InvAcu	80,00	25,00	20,00	secundario	4,002	secundario
			InvTer	80,00	43,64	34,91	secundario	0,003	accidental

De los 56 contenidos estomacales, 10 (17,85%) estuvieron vacíos. (LE= 13,9 mm – 60,6 mm). La especie presentó una tendencia al consumo de una única categoría independiente de la época hidrológica, tal categoría corresponde a la de Vegetación terrestre (VegTer) con el ítem de semillas para el sistema de cultivos mixtos con valores del IIA de Kawakami y Vazzoler =0,82 y 0,70 para cada época respectivamente; por el contrario en el sistema de Ganadería de leche aunque uno de los ítems principales continuó siendo el de Vegetación terrestre, se dio un consumo equitativo de ítems de la categoría de Invertebrados terrestres, especialmente durante la época hidrológica 1 con un valor del IIA Kawakami y Vazzoler = 0,67. Ver tabla 9 y figura 29.

Dentro de la categoría de invertebrados terrestres se encontraron los siguientes órdenes: Ephemeroptera (Familia Baetidae), Díptera (Chironomidae), Hymenoptera (Formicidae) y Collembolla.

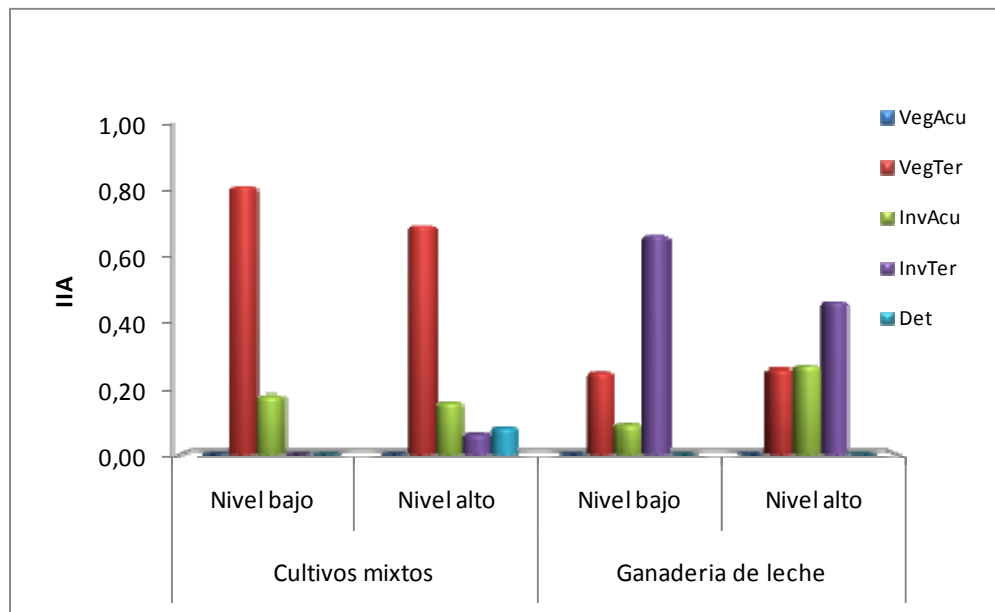


Figura 29. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Astyanax aurocaudatus* en los sistemas productivos: Cultivos mixtos y Ganadería de leche para los niveles de agua bajo y alto.

6.3.2 Cuenca del Río Otún:

6.3.2.1 *Bryconamericus caucanus*

Tabla 10. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (CM) Cultivos mixtos, (PF) Plantación forestal y (RF) Reserva forestal en cada época hidrológica para *B. caucanus*.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yáñez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Bryconamericus caucanus</i>	CM	1	Det	25,00	19,63	4,91	accidental	0,00	accidental
			InvAcu	25,00	42,81	10,70	secundario	7,25	secundario
			VegTer	25,00	9,69	2,42	accidental	0,00	accidental
			InvTer	25,00	27,87	6,97	secundario	0,00	accidental
		2	VegTer	50,00	16,27	8,14	secundario	6,00	secundario
			InvTer	50,00	78,12	39,06	secundario	0,50	secundario
	InvAcu		25,00	5,61	1,40	accidental	1,00	secundario	
	PF	1	InvTer	25,81	22,06	5,69	secundario	9,03	secundario
			InvAcu	74,19	61,93	45,94	principal	75,68	preferencial
			Det	19,35	12,91	2,50	accidental	0,00	accidental
			VegTer	12,90	2,51	0,32	accidental	0,65	secundario
			VegAcu	3,23	0,59	0,02	accidental	0,00	accidental
			2	InvTer	53,85	44,21	23,81	secundario	0,54
		VegTer		15,38	38,43	5,91	secundario	0,77	secundario
		InvAcu		38,46	17,35	6,67	secundario	3,08	secundario
		InvTer		80,00	59,46	47,57	principal	13,60	secundario
		RF	1	InvAcu	80,00	13,26	10,61	secundario	20,00
	Det			40,00	27,28	10,91	secundario	0,00	accidental
	VegTer			14,29	41,17	5,88	accidental	0,71	accidental
	2		InvTer	50,00	32,48	16,24	secundario	1,00	secundario
			InvAcu	28,57	9,87	2,82	accidental	1,43	secundario
Det			7,14	16,48	1,18	accidental	0,00	accidental	

De los 90 contenidos estomacales analizados se encontraron 34 vacíos (37,7%); su longitud estándar fue entre 21,08mm-103,41mm. La especie presente en todos los sistemas productivos asociados a la cuenca, presenta un consumo de todas las categorías tróficas encontradas, sin embargo para esta cuenca la especie presenta la tendencia al consumo de material de tipo autóctono principalmente de ítems de la categoría de Invertebrados acuáticos (InvAcu) durante la época hidrológica 1 y de ítems de la categoría de Invertebrados terrestres durante la época hidrológica 2 en los sistemas de Ganadería de carne y Cultivos mixtos. Por el contrario en el sistema de ganadería de leche sin importar la época la categoría más representativa fue la

de Invertebrados terrestres, con valores de IIA Kawakami y Vazzoler= 0,69 y 0,62 para cada época respectivamente; ver tabla 10 y figura 30.

Los invertebrados acuáticos encontrados pertenecen a los siguientes ordenes: Hirudiniformes (Familia: Macrobdellidae); Collembola (Familia: Neelidae); Diptera (Familias: Chironomidae); Ephemeroptera (Familia: Leptohiphidae); Trichoptera (Familia: Hydrobioscidae y Baetidae); Lepidoptera (Nymphalidae) Collembolla y Neuroptera. Los Invertebrados terrestres encontrados pertenecen a los siguientes ordenes: Hemiptera (Familia: Cicadellidae) e Hymenoptera (Familia: Formicidae).

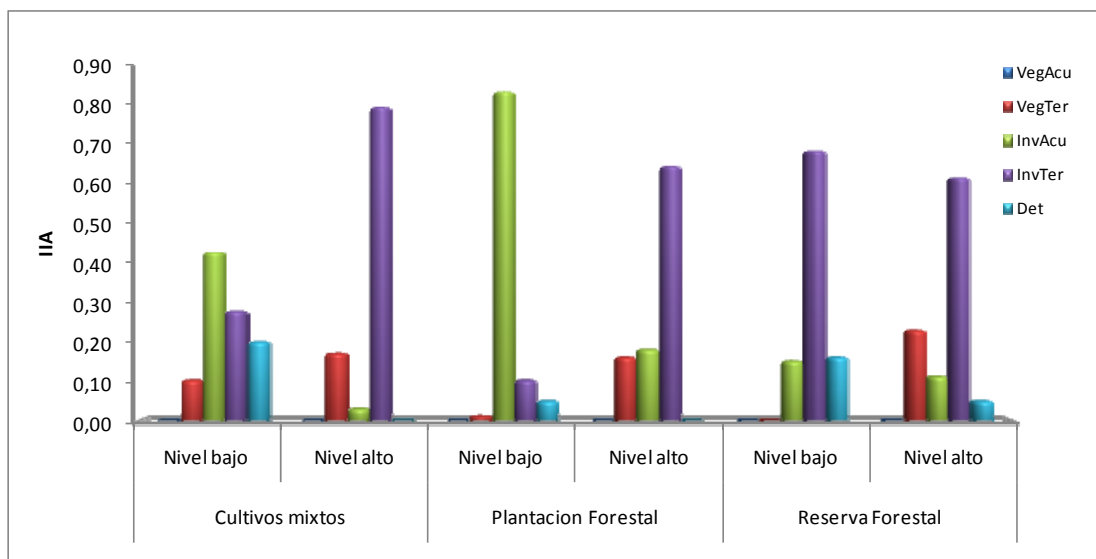


Figura 30. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Bryconamericus caucanus* para los sistemas productivos de Cultivos mixtos, Plantación forestal y Reserva forestal en los niveles de agua bajo y alto.

6.3.2.2 *Astyanax aurocaudatus*

Tabla 11. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (CM) Cultivos mixtos y (PF) plantación Forestal en cada época hidrológica para *A. aurocaudatus*.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yañez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Astyanax aurocaudatus</i>	CM	1	InvTer	100,00	100,00	100,00	principal	1,01	secundario
		2	InvAcu	50,00	29,49	14,75	secundario	2,50	secundario
			VegTer	50,00	64,75	32,37	secundario	45,00	preferencial
			VegAcu	50,00	1,03	0,51	accidental	0,00	accidental
			Det	50,00	4,73	2,37	accidental	0,00	accidental
	PF	1	InvAcu	50,00	9,22	4,61	accidental	1,50	secundario
			InvTer	50,00	4,75	2,37	accidental	1,50	secundario
			VegTer	50,00	86,03	43,02	principal	0,00	accidental

Se analizaron en total 20 contenidos estomacales, dentro de los cuales 10 (50%) estaban vacíos. Las tallas estándar de los individuos fueron entre 13,93mm-60,58mm. En el sistema productivo de Cultivos mixtos durante la época hidrológica 1, la especie presentó preferencia por la categoría trófica de Invertebrados terrestres (IIA Kawakami y Vazzoler= 1,00), mientras que en la época 2 se encontraron ítems de las categorías de Vegetación terrestre, acuática, Invertebrados acuáticos y detrito, donde la más representativa con un valor de IIA Kawakami y Vazzoler= 0,65 fue vegetación terrestre (principalmente semillas). Por su parte en el sistema de Plantación forestal el comportamiento fue similar siendo la categoría de vegetación terrestre aquella con un mayor consumo (IIA Kawakami y Vazzoler= 0,86) en la época hidrológica 2 (Tabla 11 y Figura 31).

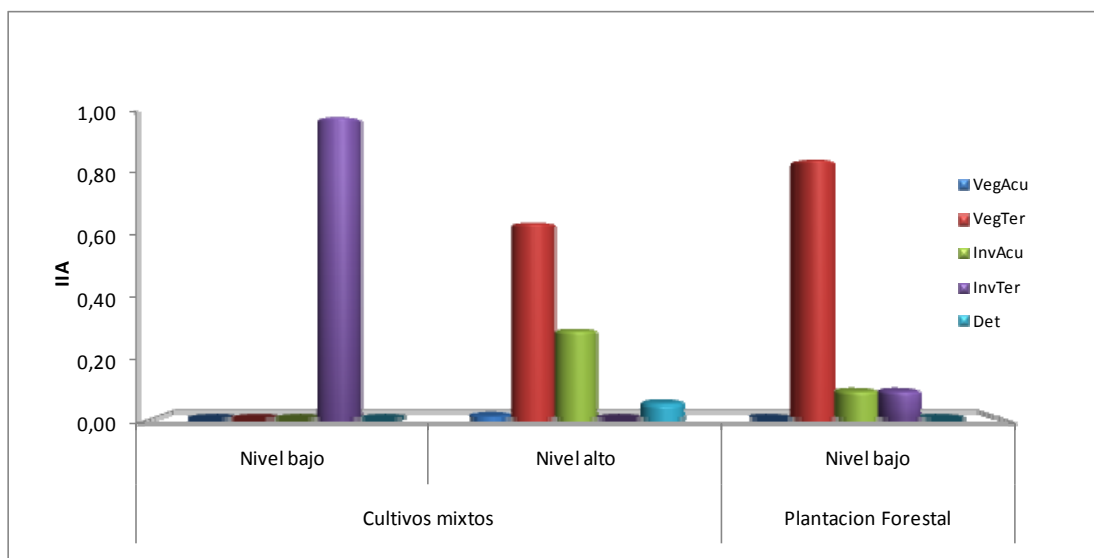


Figura 31. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Astyanax aurocaudatus* para los sistemas productivos de : Cultivos mixtos y Plantación forestal en los niveles de aguas bajo y alto.

6.3.2.3 *Trichomycterus chapmani*

Tabla 12. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (CM) Cultivos mixtos, (PF) Plantación forestal y (RF) Reserva forestal en cada época hidrológica para *T. chapmani*.

Especie	SP	EC	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yañez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Trichomycterus chapmani</i>	CM	2	InvTer	75,00	72,56	54,42	principal	2,26	secundario
			VegTer	25,00	13,25	3,31	accidental	0,00	accidental
			InvAcu	50,00	14,06	7,03	accidental	0,50	secundario
			VegAcu	25,00	0,13	0,03	accidental	0,00	accidental
	PF	1	InvAcu	100	100	100,00	principal	43,01	preferencial
	RF	1	InvAcu	85,71	97,65	83,70	principal	43,72	preferencial
			InvTer	14,29	2,35	0,34	accidental	0,57	accidental

De los 20 estómagos analizados, 4 de ellos se encontraron vacíos (20%); La longitud estándar de la especie oscilo entre los 16,57mm-131,03mm. La especie durante la época hidrológica 1 consumió prioritariamente ítems de la categoría de

Invertebrados acuáticos (IIA Kawakami y Vazzoler= 1 en ambos sistemas). Por el contrario durante la época 2 la categoría mas consumida fue la de Invertebrados terrestres (IIA Kawakami y Vazzoler= 0,84, ver Figura 32), haciendo evidente así un cambio en el consumo de recursos dependiente de la época hidrológica.

Los ítems encontrados dentro la categoría de Invertebrados acuáticos pertenecen a los siguientes órdenes: Coleoptera (familia Elmidae); Diptera (familias: Tipulidae y Simuliidae); Hemiptera (familia: Veliidae), Lepidoptera (Nymphalidae) y Trichoptera (familia: Odontoceridae). Por su parte, los invertebrados terrestres pertenecieron a los siguientes ordenes: Coleoptera (Ptilodactylidae), Ephemeroptera (Baetidae), Hemiptera (Cicadidae) y Hexamerocera (Pauropoda).

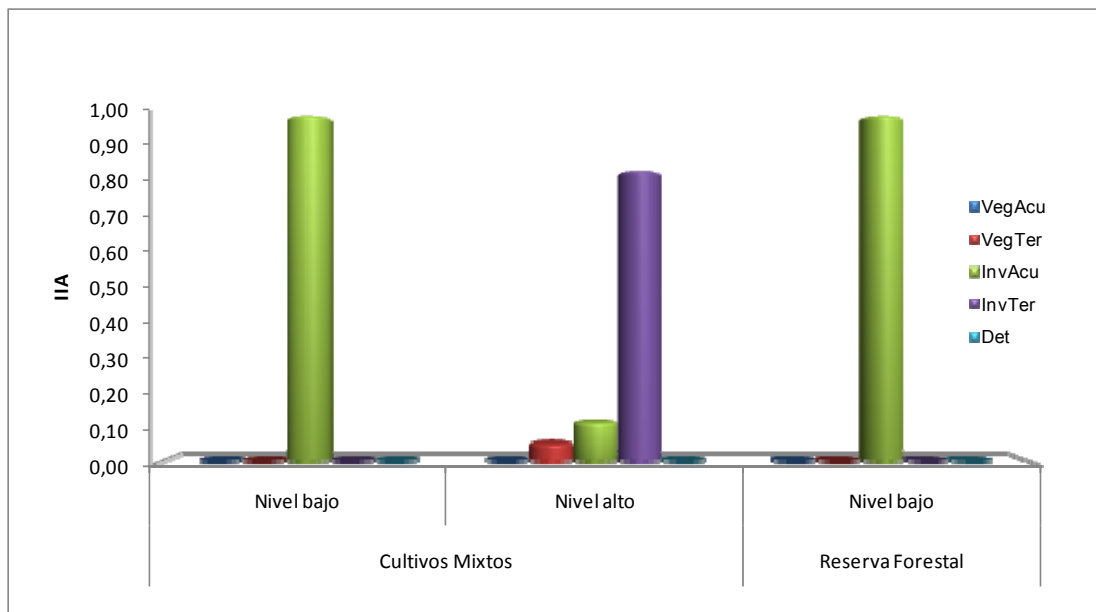


Figura 32. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para *Trichomycterus chapmani*. Sistemas productivos: 1. Cultivos mixtos y 3. Reserva forestal. Los números 1 y 2 dentro de cada sistema productivo representan las épocas hidrológicas.

6.3.2.4 *Astroblepus grixalvii* y *Astroblepus* sp.

Tabla 13. Categorías tróficas, porcentajes de frecuencia y volumen, Valores de los índices de importancia relativa de Pinkas y Yáñez por sistema productivo: (PF) Plantación forestal y (RF) Reserva forestal en cada época hidrológica para *A. grixalvii* y *Astroblepus* sp.

Especie	SP	EH	Cat. Trófica	F%	%Volumen	IRI/Yáñez	Categoría	IRI/Pinkas	Categoría
<i>Astroblepus grixalvii</i>	PF	1	InvTer	75,00	60,42	45,31	principal	6,00	secundario
			VegTer	50,00	18,35	9,18	accidental	0,00	accidental
			InvAcu	50,00	21,23	10,62	secundario	7,00	secundario
		2	InvTer	100,00	68,29	68,29	principal	49,01	preferencial
			InvAcu	83,33	27,56	22,97	secundario	60,00	preferencial
			Det	8,33	3,01	0,25	accidental	0,00	accidental
	RF	1	VegTer	8,33	1,13	0,09	accidental	0,00	accidental
			InvTer	40,00	51,37	20,55	secundario	0,80	secundario
			InvAcu	60,00	14,14	8,48	accidental	7,80	secundario
		Det	20,00	34,49	6,90	accidental	0,00	accidental	
2	VegTer	14,29	1,67	0,24	accidental	0,00	accidental		
	InvTer	85,71	18,56	15,91	secundario	3,43	secundario		
	InvAcu	57,14	79,76	45,58	principal	5,72	secundario		
<i>Astroblepus</i> sp.	1	InvAcu	50,00	33,48	16,74	secundario	0,50	accidental	
		InvTer	100,00	66,52	66,52	principal	1,01	secundario	

56 contenidos estomacales fueron analizados en total, dentro de los cuales 15 se encontraron vacíos (26,7%); sus longitudes estándar se encontraron entre los 15,06mm y los 131,08mm para *A. grixalvii* y 24,5mm-67,1mm para *Astroblepus* sp. Los ítems consumidos por la especie en su mayoría hacen parte de las categorías tróficas Invertebrados terrestres y acuáticos. Para el sistema de Plantación forestal en ambas épocas hidrológicas la tendencia fue hacia el consumo de Invertebrados terrestres (IIA Kawakami y Vazzoler= 0,70 Época 1 y 0,75 Época 2). Por su parte en el sistema productivo de Reserva forestal durante la época 1 el mayor valor del índice lo presentó la categoría de Invertebrados terrestres con 0,57 para *A. grixalvii* y 0,80 para *Astroblepus* sp. y en la época 2 Invertebrados acuáticos con 0,74 (ver tabla 13 y figura 33).

Se encontraron los siguientes ordenes dentro de la categoría de invertebrados acuáticos: Amphipoda (familia: Hyalelidae); Coleoptera (familias: Elmidae y Lutrochidae); Diptera (familias: Dixidae, Empipidae y Taniponidae); Ephemeroptera

(familias: Baetidae; Lephophlebiidae); Hemiptera (Naucoridae); Hydroida (familia: Hydridae); Isopoda (familia: Oniscidae), Odonatta (familia: Libelullidae); Trichoptera (familias: Odontocerida, Helicopsycidae, Hidrobioscidae). Para la categoría de Invertebrados terrestres, los ítems encontrados pertenecen a los siguientes ordenes: Araneae; Coleoptera (familias: Elmidae, Ptilodactylidae); Lithobiomorpha (familia: Lithobidae); Plecoptera (familia: perlidae) y Scolopendromorpha.

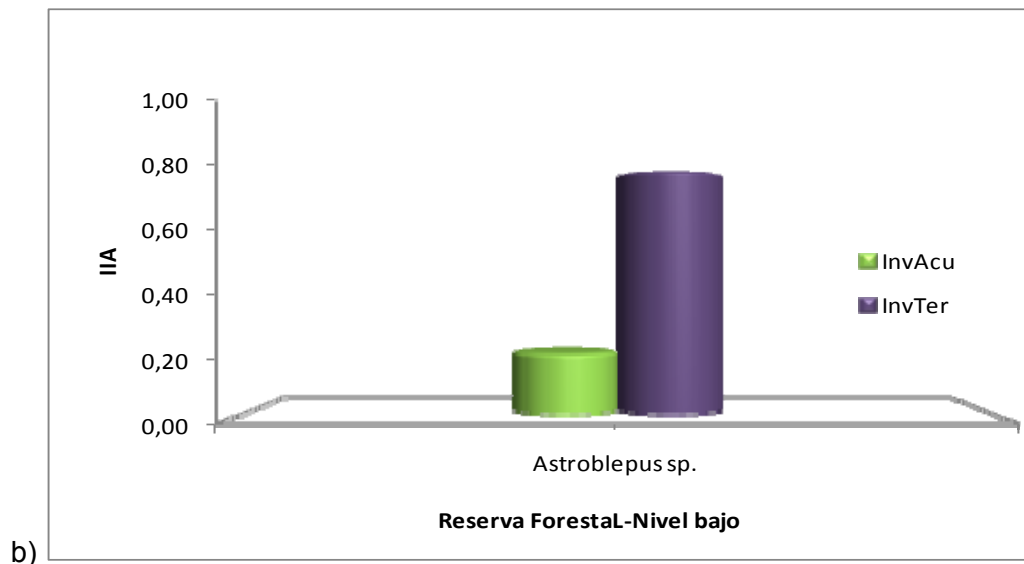
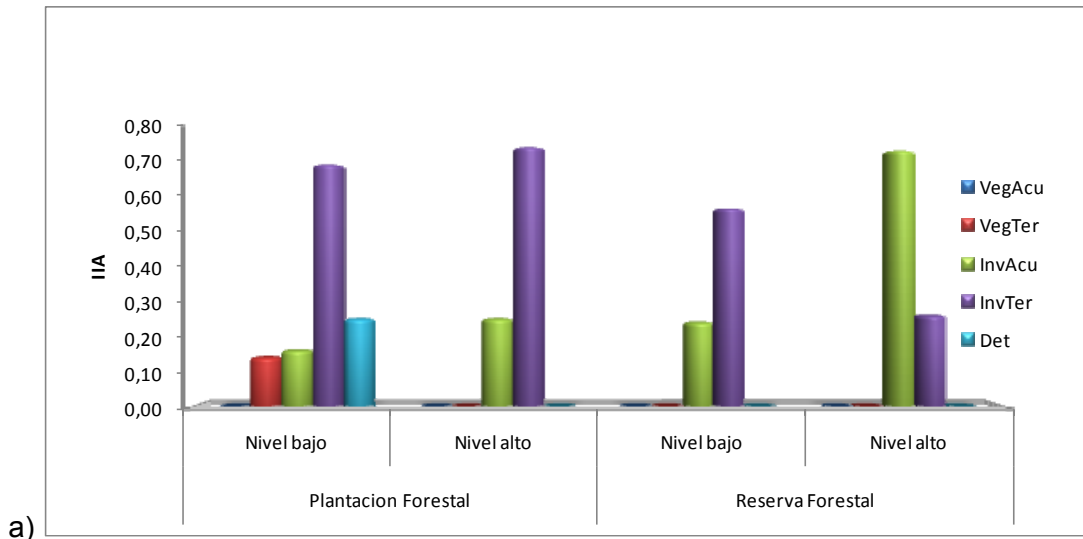


Figura 33. Valores del índice de importancia alimentaria de Kawakami y Vazzoler para a. *Astrobalepus grimaldii* y b. *Astrobalepus sp.* Sistemas productivos: 2. Plantación forestal y 3. Reserva forestal. Los números 1 y 2 dentro de cada sistema productivo representan las épocas hidrológicas.

6.4 Análisis de Correspondencia Canónica

Tabla 14. Códigos asignados a los sistemas productivos, especies, categorías tróficas y épocas hidrológicas por cuenca.

Códigos		
Sistemas Productivos La Vieja	SP1	Ganadería de carne
	SP2	Cultivos mixtos
	SP3	Ganadería de leche
Sistemas Productivos Otún	SP1	Cultivos mixtos
	SP2	Plantación Forestal
	SP3	Reserva Forestal
Especies	BryCauc	<i>Bryconamericus caucanus</i>
	AstyAu	<i>Astyanax aurocaudatus</i>
	CetopBo	<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>
	AstrGri	<i>Astroblepus Grixalvii</i>
	Astsp	<i>Astroblepus sp.</i>
	TriChap	<i>Trichomycterus chapmani</i>
	Poesp.	<i>Poecilia sp.</i>
PoeRet	<i>Poecilia reticulata</i>	
Categorías Tróficas	VegAcu	Vegetación Acuática
	VegTer	Vegetación Terrestre
	Det	Detrito
	InvAcu	Invertebrados acuáticos
	InvTer	Invertebrados terrestres
Épocas hidrológicas	A-a	Época hidrológica 1
	B-b	Época hidrológica 2

6.4.1 Relación de la composición con respecto a sistemas productivos y categorías tróficas por época hidrológica para el río La Vieja

La variación de los datos en relación a las variables de sistemas productivos y categorías tróficas fue explicada por el ACC en un 88,13%: el eje 1 aportó un 64,11% del total y el eje 2 un 24,02%.

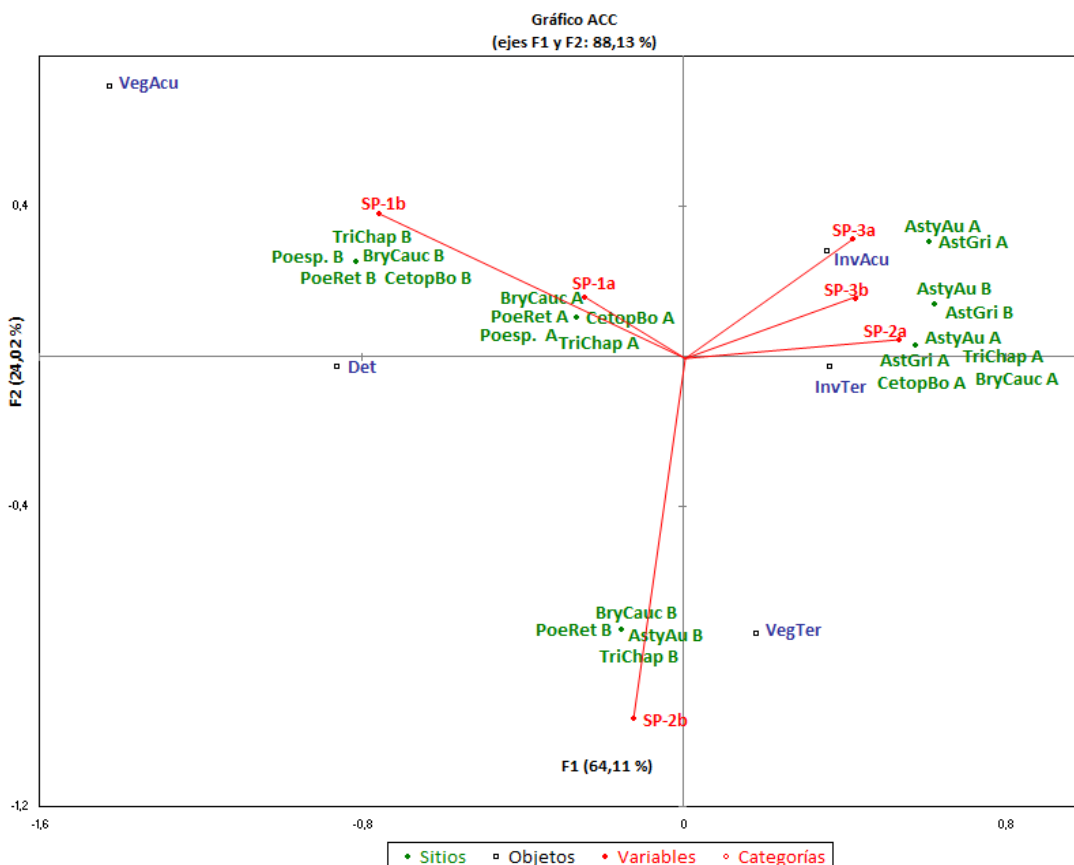


Figura 34. Diagrama de ordenación de las especies ícticas para la cuenca del río La Vieja. Las variables explicativas sistemas productivos se encuentran señalados por vectores en color rojo, las categorías tróficas (◻) y las especies (•).

6.4.2 Relación de la composición con respecto a sistemas productivos y ecología trófica por época hidrológica para el río Otún.

El ACC mostró una distribución de las especies en relación a las variables de sistemas productivos y categorías tróficas fue explicada en un 91,54%. Para el eje 1 en un 62,23% y para el 2 en un 29,31%. En términos generales las agrupaciones son menos evidentes y no se dan entre los mismos sistemas productivos sin importar la época.

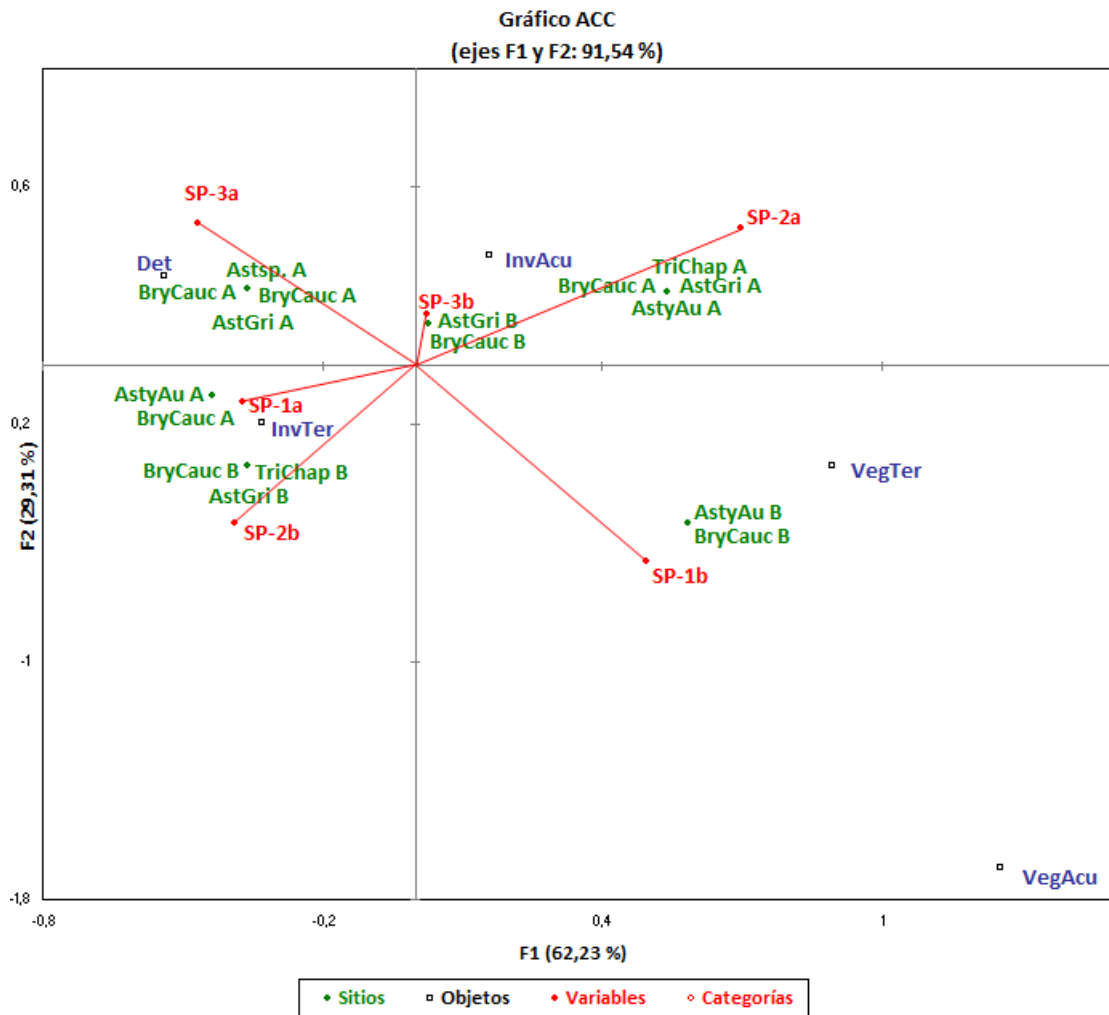


Figura 35. Diagrama de ordenación de las especies ícticas para la cuenca del río La Vieja. Las variables explicativas sistemas productivos se encuentran señalados por vectores en color rojo, las categorías tróficas (□) y las especies (○).

8. DISCUSIÓN

8.1 Composición y estructura

En general, las especies encontradas para la cuenca fueron las esperadas, siendo ya reportadas en estudios previos de la zona (Vargas 1989; Román-Valencia 1993). Las especies más representativas corresponden así a los órdenes Siluriformes y Characiformes, dato que confirma así las observaciones realizadas para la cuenca del Magdalena y en general para el trópico (Lowe-McConnell 1997).

Específicamente para el río La Vieja, en el sistema de Ganadería de carne, la composición presentó un factor particular frente a los demás sistemas de producción y es la presencia de especies exóticas: *Poecilia reticulata* y *Xiphophorus hellerii*, especies que pueden presentar adaptaciones a hábitats con condiciones de hipoxia, salinidad alta y pH ácido, condiciones que suelen caracterizar a los hábitats fragmentados (Kristensen 1970). Por otro lado, la especie presenta un tipo de reproducción ovovivípara, (*P. reticulata* invierte mucho más en reproducción que en crecimiento), medida con la cual controlan la competencia interespecífica y las presiones que se puedan presentar en ambientes fluctuantes (Reznick & Endler 1982). Sin embargo las especies nativas como *Bryconamericus caucanus*, *Trichomycterus chapmani* fueron encontradas con un alto número de individuos y esto es una característica general para todos los sistemas, lo cual puede ser explicado de igual forma por las adaptaciones que estas presentan; los órdenes Characiformes y Siluriformes hacen parte de un gran grupo llamado Ostaríophysi, peces que presentan aparato de Weber y oído verdadero unido a la vejiga natatoria, presencia de células de alarma, aletas pélvicas en posición ventral y en general tienen la capacidad de adaptarse a ambientes que están sujetos a cambios constantes por factores bióticos y abióticos (Moyle & Zech 2003), por lo que se puede decir que aunque las condiciones del hábitat no son las óptimas permite de igual forma el establecimiento de varias especies aun con hábitos y estrategias de vida diferentes.

Por otro lado, teniendo en cuenta las épocas hidrológicas, según el análisis de similitud realizado, la composición es similar en el sistema sin importar la época, de esta forma las especies presentes allí no presentan migraciones temporales dependientes de los niveles.

El total de especies encontradas fue el más alto comparado con los demás sistemas, con 9 especies para la época hidrológica 1 y 8 para la segunda; siendo en teoría el sistema en el cual el manejo de los suelos es menos adecuado y en donde lo esperado es encontrar valores de riqueza bajos. Dentro de las características de este sistema se encuentra el reemplazamiento de la cobertura vegetal riparia por pastizales causando como efectos la pérdida de la estructura de los suelos y por ende permitiendo la entrada de materia orgánica y diferentes compuestos por movimientos de escorrentía generando una eutroficación de las aguas; por otro lado, con base en la teoría del río como un continuo (Cumming & Klug 1979; Vanotte 1980) para ríos de primer orden como los estudiados, el mantenimiento de la vegetación riparia es fundamental para mantener las interacciones entre las poblaciones bióticas; sin embargo para el caso de las comunidades de peces un mayor ingreso de recursos como material orgánico proveniente de los ecosistemas terrestres así como la plasticidad trófica de la mayoría de las especies que caracteriza a las especies de la región tropical (Lowe-McConnell 1997), permite que estas puedan establecerse en abundancia aun en sistemas con alta degradación.

Es así como los valores de diversidad fueron de igual forma los más altos especialmente durante la época hidrológica 2, los de dominancia por su parte aunque no fueron los más altos en comparación al sistema de cultivos mixtos, siempre conservaron la tendencia a ser altos; en contraste el índice de Pielou señaló que este era aquel con una menor equidad. Todos estos valores están relacionados entre sí, y muestran la misma información de forma distinta, valores de dominancia altos se relacionan con una abundancia de especies que en comparación con las demás es alta, siendo por consiguiente una comunidad con valores de equidad bajos y dominada por especies en particular. Comunidades con este tipo de comportamiento, pueden estar determinadas así por la alta fluctuación del ambiente y su relación con la distribución de los recursos (Lowe-McConnell 1975).

Por su parte en el sistema de cultivos mixtos, la composición estuvo dada casi en su totalidad por especies nativas, con especies comunes como *B. caucanus*, *A. aurocaudatus*, *T. chapmani* y *A. grivalvii* y con dos especies que fueron encontradas únicamente para tal sistema: *Brycon henni* y *Ancistrus caucanus*. Si bien fue encontrada la especie foránea *P. reticulata* su representatividad por frecuencia de ocurrencia y abundancia no fue alta: 4 individuos en la época hidrológica 1 y 44 en la época hidrológica 2 comparada con especies como *T. chapmani* con 42 individuos para la época hidrológica 1 y *A. aurocaudatus* con 86 individuos en la época hidrológica 2. El no encontrar en abundancia especies como *Brycon henni* o *Ancistrus caucanus* pudo deberse al arte de pesca empleado, *B. henni* es una especie conocida por estar adaptada al nado rápido y se presenta en mayor abundancia en ríos de mayor magnitud que los muestreados en este estudio, siendo de hábitos flexibles, alimentándose de frutos, insectos y peces pequeños; por su parte los Loricariidae en general son especies bentónicas, que se refugian entre rocas y tienen hábitos detritívoros (Maldonado-Ocampo *et al* 2005). Este tipo de especies no son fáciles de coleccionar con métodos como la electropesca y requieren artes más específicos.

Los valores de riqueza obtenidos para tal sistema fueron similares con respecto al de Ganadería de carne, con 8 especies en la época hidrológica 1 y 7 en la época 2. En cuanto al índice de Shannon tuvo el mayor valor en la época hidrológica 1; en contraste el valor de dominancia fue el más bajo con respecto a los demás sistemas en la época 1 e intermedios en la época 2 y finalmente el valor de Pielou fue el más alto en la época 1 e intermedio en la segunda. De esta forma tenemos que, en contraste con el sistema de ganadería de carne las comunidades se encuentran distribuidas de manera proporcional, con valores de equidad altos, sin especies dominantes sobre las demás con respecto a la abundancia; desde este punto, teniendo en cuenta las características del uso del suelo para actividades agrícolas, donde aunque hay un reemplazamiento de la vegetación riparia nativa, se mantiene la estructura de los suelos mediante sembradíos de árboles frutales como platanillo y naranjo, así como cultivos de cebolla y cafetales; de esta forma aun cuando tal actividad está ligada a factores como contaminación de las aguas por

fertilizantes, nuevamente se evidencia que para las comunidades de peces, el mantenimiento de vegetación en las riberas ofrece una disponibilidad de microhábitat en donde adicionalmente la entrada de material orgánico de tipo aloctono es mucho mayor y permite así que especies ícticas que además presentan una alta adaptabilidad frente a las fluctuaciones se desarrollen allí (Chará 2003).

El sistema de producción de ganadería de leche, en contraste con los demás sistemas tuvo el valor de riqueza más bajo con 3 especies: *A. aurocaudatus*, *T. chapmani* y *A. grixalvii*, manteniéndose igual durante ambas épocas (ver análisis de similitud figura 18). Siendo además el sistema productivo que de acuerdo al índice de dominancia presento los valores más altos para ambas épocas, donde la especie dominante fue *A. aurocaudatus*, esta especie es endémica de la cuenca alta del río Cauca y fue descrita para la cuenca del río Quindío (Eigenmann 1922, Dahl 1971, Gery 1972, Román-Valencia 1988, Vargas 1989 en Mojica *et al* 2002). En estudios realizados se encontró que la especie presenta preferencia por hábitats poco profundos, no mayores a 60cm, donde las riberas de los ríos presentan parches de bosque (Lehmann 1999 en Mojica *et al* 2002).

El sistema de ganadería de leche, a diferencia del de ganadería de carne, si bien presenta amplios terrenos con predominio de pastizales, en los márgenes de los ríos implementan el sistema de “cercas vivas” para evitar desplazamientos de los animales, de esta forma las cercas vivas ayudan a la conservación del microhábitat regulando temperatura del agua gracias a la cobertura vegetal que proveen los arbustos, de igual forma tal vegetación genera cantidades de hojarasca que se descompone posteriormente en el continuo del río; características que permiten así el establecimiento de *A. aurocaudatus* en mayores proporciones que las demás especies (Mojica *et al* 2002) y en comparación con los demás sistemas productivos. Adicionalmente, de acuerdo a lo reportado para la especie esta no fue considerada una especie rara, siendo abundante incluso en aquellos sistemas con una mayor transformación del hábitat. Por su parte otra de las especies presentes en abundancia para tal sistema productivo corresponde a *A. grixalvii*, especie carnívora, con preferencia por insectos (Tobar *et al* 2006), que además puede ser sensible a cambios fuertes en la temperatura del agua, prefiriendo rangos entre los

18°-24°C. Sistemas productivos como el de ganadería de carne y en general hábitats ribereños con un bajo porcentaje de cobertura vegetal sufren cambios bruscos de temperatura, permitiendo su calentamiento por la entrada de radiación solar, razón por la cual posiblemente la especie no fue encontrada en abundancia para tal sistema y si para el de ganadería de leche y cultivos mixtos en menor proporción.

La cuenca del río La Vieja en general presento una distribución de especies similar, en donde la composición no dependió de factores como la época hidrológica e incluso del sistema productivo, encontrando en algunos casos las mismas especies en diferentes condiciones de hábitat. Sin embargo los valores de riqueza, dominancia, diversidad y equidad si fueron diferentes entre cada sistema, donde aunque el sistema de ganadería de carne es el más rico, es el único en el cual especies como *P. reticulata* puede mantenerse siendo dominante, en contraste, el sistema menos rico, Ganadería de leche, con 3 especies gracias al manejo que se le da al suelo está en capacidad de ofrecer condiciones optimas para el desarrollo de la especie endémica *A. aurocaudatus* y la especie nativa *A. grixalvii*. De esta forma, aunque un sistema presente valores altos de riqueza, esto no puede ser traducido como un hábitat optimo, hay que tener en cuenta la biología de las especies encontradas y su relación con el manejo del uso de los suelos por parte de los sistemas productivos que por ende se traduce en la relación entre los hábitats terrestres y la distribución de las especies. De acuerdo a los resultados obtenidos, tales diferencias pueden estar relacionadas directamente con el tipo de vegetación riparia asociada; para este caso entonces si se piensa en la conservación de las especies nativas, el manejo del uso de las tierras deberá incluir la conservación completa o parcial de las coberturas vegetales, como medida para el mantenimiento de las dinámicas entre los diferentes componentes de ecosistema (Swift *et al* 2004).

Para la cuenca del río Otún, la composición de especies al igual que para el río La Vieja, estuvo representada por el Orden Siluriformes, con las familias Astroblepididae y Trichomycteridae y el orden Characiformes con la familia characidae, que al igual que para el río la vieja corresponde a un dato reportado para la cuenca del Magdalena y por ende para la del río Cauca (Mojica 1999). Que de igual forma

representan aquellas especies que por características morfo-fisiológicas (aparato de weber, vejiga natatoria, adaptabilidad trófica entre otras), se adaptan mejor al tipo de ambientes de alta montaña y en general ambientes que se encuentra a merced de fluctuaciones temporales como los estudiados en la presente investigación.

Teniendo en cuenta que el manejo del suelo llevado a cabo por los sistemas productivos de la cuenca resulta menos invasivo con respecto a aquellos presentes en la cuenca del río La Vieja, sin reemplazamiento drásticos de la vegetación riparia por pastizales para ganado, pudiendo proveer así condiciones de hábitat mas favorables en cuanto a una menor erosión, contaminación, disponibilidad de microhábitat y oferta de recursos, favoreciendo el establecimiento de las especies ícticas, contrario a lo esperado, la riqueza de especies por sistema productivo y época hidrológica fue bajo oscilando entre 3 y 5 especies para cada sistema. Este dato puede ser explicado si se tiene en cuenta la diferencia altitudinal entre la cuenca del rio La Vieja y el rio Otún, este último se encuentra entre los 1742-2047 m.s.n.m, a mayor altitud menor riqueza y abundancia de especies ícticas (Lowe-McConnell 1997) razón por la cual el dato no resulta ser una particularidad y por esta misma razón las cuencas no pueden ser comparadas entre sí.

El sistema de cultivos mixtos en Otún de acuerdo al índice de similitud (Figura 20) la composición fue la misma sin importar la época hidrológica, donde la especie mas abundante fue *B. caucanus*, siendo colectados hasta 406 individuos en total. *Bryconamericus caucanus* ha sido reportada como una especie común para la cuenca alta del río Cauca y en general en ecosistemas de agua dulce de las partes bajas y altas de Suramérica a ambos costados de la cordillera de los Andes (Vari y Siebert 1990; Cardona *et al* 1998; Jiménez *et al* 1998 en Román-Valencia 1998) siendo especialmente abundante en pequeñas quebradas y en las orillas de los ríos caracterizados por presentar un ancho promedio de 40cm, altas concentraciones de oxígeno disuelto y pH alrededor de la neutralidad (Román-Valencia 1998) confirmando así tal abundancia y la preferencia de hábitat, ya que aunque la especie se encontró también para la cuenca del río la vieja, las abundancias superaron las obtenidas para esta.

Por su parte los índices de Diversidad, dominancia y equidad en todos los sistemas productivos mostraron fuertes cambios en la estructura, dependientes de las épocas hidrológicas, de este modo, valores como el del índice de Shannon cambiaron drásticamente con la temporalidad, siendo mas alto en la época 1 con respecto a la 2 para el sistema de cultivos mixtos. Siendo un comportamiento similar para lo sistemas de Plantación forestal y Reserva forestal, que adicionalmente de acuerdo al índice de similitud no resultan ser símiles entre si mismos: el sistema de plantación forestal en la época 2 es igual al de reserva forestal en la época 1 (valor de similitud = 1, 00, Figura 21) siendo este a su vez mas símil en la época 2 al de plantación forestal durante la época 1; cabe resaltar el hecho de que los ríos estudiados son en general de primer orden por lo cual los parámetros de niveles medios que se tuvieron en cuenta para la corriente del rio Otún no pueden ser extrapolados totalmente a los niveles medios que presentan tales ríos, ya que estos valores son tomados en la corriente principal del rio Otún, rio de magnitud alta. Por tal razón la evaluación de los datos con respecto a la variable de época hidrológica resulta ser un limitante bajo la ausencia de datos que reflejen el comportamiento real de los ríos muestreados y sus comunidades.

Swift y colaboradores en el 2004 señalaron que en sistemas agrícolas, donde no hay monocultivos, se encuentran involucrados con el mantenimiento de bienes y servicios provenientes de la biodiversidad, la clave está en conservar diferentes grupos funcionales de plantas en las riveras. Las localidades que conforman el sistema de cultivos mixtos tienen esta particularidad, no tienen una sola cobertura vegetal, presentan en cambio una mezcla entre vegetación arbustiva, árboles de dosel alto así como herbáceas y macrofitas, que si bien no son nativas, de algún modo se relacionan con la entrada de energía a las fuentes hídricas que puede ser potencialmente aprovechada por las comunidades de peces. De este modo, y de acuerdo a los resultados obtenidos, resulta claro el importante rol que cumplen los hábitats terrestres paralelos a los ríos de primer orden, y la vegetación riparia en la distribución de las especies (Vanotte 1980), sin embargo por un lado tenemos ecosistemas altamente fragmentados como los presentes en el río La Vieja y por el otro tenemos a aquellos con una alta conservación del paisaje y contrarío a lo esperado las especies de peces pueden establecerse con mayor facilidad en

aquellos mas transformados, de esta forma es posible reconocer el efecto macro del sistema productivo en cuanto al uso del suelo y el manejo que presenta y sus efectos micro donde el tipo de vegetación presente dentro de las localidades que lo conforman pueden constituir la base para las redes tróficas en los sistemas acuáticos loticos (Chará 2003).

Valores similares a los obtenidos para esta cuenca fueron obtenidos en el estudio de la composición y estructura de macrofitas para las mismas localidades, presentando una menor riqueza y diversidad, en donde se señala que el alto porcentaje de cobertura vegetal presente se relaciona con una baja luminosidad y temperatura, que por efecto de sombra restringe así el crecimiento de plantas acuáticas (Gómez 2007); de igual forma Daza señalo que en tales sistemas macroinvertebrados como larvas de dípteros, específicamente de Chironomidae, uno de los ítems principales en la dieta de los peces para tal región, se encontraron en menor proporción. Esto se debe a que muchas familias del orden Díptera presentan adaptaciones a la anoxia, como mayor cantidad de pigmentos respiratorios específicos (eritrocruorina) capaces de fijar oxígeno a muy baja concentración (Hoback & Stanley 2001 en Daza 2007). De esta manera factores como una baja vegetación acuática, que puede resultar como sustento para categorías tróficas potenciales para peces se dan en menor proporción para esta cuenca, y sumado a esto la baja abundancia de dípteros podrían estar relacionados con los bajos valores de abundancia encontrados.

8.2 Ecología trófica

***Astroblepus grixalvii* y *Astroblepus* sp.**

Ambas especies de acuerdo a los índices estimados, mostraron ser especies carnívoras con preferencias por invertebrados acuáticos para la cuenca del río La Vieja, sin presentar cambios en cada uno de los sistemas productivos por época hidrológica; por su parte en el río Otún, los ítems pertenecieron principalmente a la categoría de invertebrados terrestres en ambas épocas hidrológicas. Maldonado-Ocampo y colaboradores en el 2005 así como Tobar y colaboradores en el 2006,

describen de igual forma a la especie como carnívora con adaptaciones morfológicas tales como una cintura pectoral fuerte y móvil que le permite remontar corrientes y sostenerse sobre sustratos rocosos, donde además de ocultarse captura presas como larvas de invertebrados y material vegetal. Información que se confirmó en este estudio, siendo además una de las especies con un mayor número de ítems encontrados, (38 en total dentro de las categorías en orden de importancia de Invertebrados terrestres, invertebrados acuáticos y vegetación terrestre), confirmado así su capacidad como predador.

Relacionando tal información con respecto a las abundancias y los sistemas productivos donde fue colectada, la especie fue encontrada en todos los sistemas productivos durante las diferentes épocas hidrológicas, siendo sin embargo más abundante en el sistema de ganadería de leche en el río La Vieja y para el Otún en el de plantación forestal, Daza en el 2007 en su estudio acerca de la relación entre macroinvertebrados y sistemas productivos en las mismas localidades que el presente trabajo, mostró que para estos mismos sistemas productivos el número de taxones de macroinvertebrados es mucho mayor, lo que se encuentra asociado nuevamente a las coberturas vegetales riparias, siendo estas fuente de alimento de los mismos; de esta forma la vegetación riparia es reconocida como un componente importante para el flujo de energía de ecosistemas fluviales y como fuente de alimento de macroinvertebrados bentónicos (Valdovinos 2001) y a su vez de especies ícticas como *A. grixalvii* y *Astroblepus* sp que dependen de tales organismos en su dieta para su sobrevivencia, constituyendo de esta manera una base para las relaciones tróficas de los sistemas acuáticos.

Bryconamericus caucanus

La especie consumió 5 de las 5 categorías encontradas, mostrando preferencia por el consumo de invertebrados acuáticos en el río La Vieja y por invertebrados terrestres para el río Otún (ver anexo 5 y 6) información que se ajusta a lo reportado en estudios como el de Román-Valencia en el 2001, donde la especie mostró una clara tendencia al consumo de insectos y material vegetal siendo en su mayoría de origen aloctono; Las diferencias encontradas por sistemas productivo, pueden estar

relacionadas con el tipo de vegetación riparia asociada, el sistema ganadero como se ha nombrado anteriormente presenta principalmente gramíneas, este tipo de vegetación no ofrece una oferta de recursos aloctonos alta en comparación con sistemas como el de cultivos mixtos, donde existe vegetación de tipo arbustiva, en el estudio llevado a cabo por Daza en el 2007 para las mismas localidades en el río La Vieja, reporto que La estructura y la composición de las comunidades de macroinvertebrados se encuentran estrechamente relacionadas con las zonas ribereñas. Esto se presenta en términos de ingreso de energía que determina los cambios en el balance entre la heterotrofia y la autotrofia en el continuo longitudinal de río, lo que genera dominancia de grupos de macroinvertebrados con relación a las fuentes de energía disponibles (Cumming & Klug 1979). De igual manera la importancia alimentaria de la categoría de invertebrados terrestres para el río Otún está relacionada así con las características de los sistemas productivos allí presentes: su alto porcentaje de cobertura vegetal, con árboles de dosel alto (Plantación forestal y reserva forestal) así como arbustos (cultivos mixtos) vegetación que como se nombro anteriormente es un medio por el cual un mayor porcentaje de material de tipo aloctono como lo son los insectos pueden llegar con mayor facilidad a las fuentes hídricas (Vanotte 1980). Adicionalmente, la dieta de la especie no tuvo cambios representativos cualitativamente ni cuantitativamente con respecto a la época hidrológica, dato que Román-Valencia en el mismo estudio citado previamente ya había reportado, contrario a lo propuesto por Lowe-McConell en 1997, donde las especies en regiones templadas pueden cambiar su dieta dependiendo de la oferta de recursos determinada por los períodos hidrológicos y los niveles del río.

Cetopsorhamdia boquillae

En general para los sistemas donde fue colectada (ganadería de carne y cultivos mixtos), la especie mostró preferencia al consumo de invertebrados acuáticos, especialmente de larvas del orden Díptera (familia: Chironomidae) y Trichoptera (familia: Hidrobioscidae); Román-Valencia & Ruiz en el 2006, reportaron esta misma preferencia, adicionalmente reporta que la especie durante los períodos de desove (julio-agosto y noviembre-diciembre) consume poco alimento, información que se

confirma en este estudio, ya que las muestras fueron colectadas durante tales períodos y una particularidad encontrada fue el bajo grado de repleción estomacal, con trazas de alimento, con tan solo uno o dos ítems por estomago o completamente vacíos.

Teniendo en cuenta los sistemas productivos, la especie fue encontrada en mayor abundancia para ambas épocas en el sistema de ganadería de carne, de acuerdo con Román & Giraldo en el 2006, el hábitat característico de la especie esta conformado por pasto kykuyo (*Poacea*), *Guadua angustifolia* y *Hedychium coronarium*, coberturas vegetales observadas en las localidades que conforman el sistema productivo de ganadería de carne, lo cual este relacionado posiblemente con su abundancia y con los recursos que requiere para su establecimiento. De acuerdo a los datos obtenidos la especie en la época hidrológica de menor precipitación consumió principalmente recursos de tipo autóctono (invertebrados acuáticos) y en la de mayor precipitación detrítico, por lo que es posible que la especie si presente cambios en el consumo de ítems alimentarios según lo reportado por Lowe-McConell en 1997.

Trichomycterus chapmani

El análisis de contenido estomacal para la especie, mostró que esta es de hábitos carnívoros, consumiendo en su mayoría invertebrados acuáticos entre estos, los ordenes Díptera (familias: Chironomidae, Simuliidae, Tipullidae), Coleoptera (Familia: Elmidae) y Odonatta (Libellulidae) principalmente en estadios larvales. Para el sistema de ganadería de carne y el de cultivos mixtos la categoría mas consumida fue la de invertebrados acuáticos (ver tablas 7 y 12) en la época hidrológica de aguas bajas, mientras que para la segunda época hidrológica la tendencia fue hacia el consumo de invertebrados terrestres; por tal razón esta especie se encuentra de igual manera dentro de aquellas que confirman los datos de Lowe-McConell 1997, cambiando la fuente de recursos de acuerdo a los períodos hidrológicos. Tal plasticidad trófica se da principalmente en peces ribereños con hábitats marcados por fuertes fluctuaciones; de esta forma bajos niveles del rio reducen la entrada de material de tipo aloctono al sistema, por ende

el consumo se dirige a fuentes autóctonas como en este caso invertebrados acuáticos bentónicos, como larvas de Díptera y Chironomidae, mientras que las lluvias por su parte aumentan los niveles del río logrando que este llegue a cubrir parte de la vegetación riparia, o por simple movimiento de escorrentía desde las riveras permite el acceso de los peces a nuevas presas como lo son invertebrados terrestres (Lowe-McConnell, 1975). Adicionalmente, los datos obtenidos confirman aquellos obtenidos por Chará *et al* en el 2006, reportando la misma preferencia hacia el consumo de invertebrados, acuáticos principalmente dípteros de la familia Chironomidae por parte de especies del género en la región del Valle del Cauca en ríos de primero orden, como los evaluados en este estudio.

***Poecilia reticulata* y *Poecilia* sp.**

Ambas especies de acuerdo al análisis de contenido estomacal, por porcentaje de frecuencia y porcentaje volumétrico, fueron consideradas como detritívoras y consumidoras de algas principalmente, tanto para la época hidrológica 1 como para la 2, con consumos accidentales de invertebrados acuáticos como dípteros. Estudios realizados con la misma especie, en relación con la cobertura vegetal, mostraron que la disponibilidad de alimento potencial para la especie decrece cuando la cobertura vegetal aumenta (Grether *et al* 2001). De este modo, hábitats como el asociado al de ganadería de carne y donde fue colectada la especie, donde la cobertura vegetal es cercana a cero, la entrada de una mayor radiación solar aumenta la actividad fotosintética, incrementando así la proliferación de algas y en general la productividad primaria (Nisbet *et al* 1997), favoreciendo de esta forma la obtención del recurso principal en la dieta de ambas especies algas y detrito; de igual forma Grether y colaboradores en su estudio, encontraron que los juveniles de *P. reticulata* presentan una mayor tasa de crecimiento y pueden llegar a madurar más rápidamente bajo las condiciones mencionadas que en aquellos lugares con una cobertura vegetal alta. De esta manera los valores de abundancia de la especie para el sistema de Ganadería de carne pueden ser explicados por las características de su cobertura vegetal, siendo este uno de los factores que permiten su proliferación con respecto a otras especies ya que ofrece los recursos adecuados para su desarrollo.

Astyanax aurocaudatus

Román-Valencia y Ruiz en su estudio de dieta y aspectos reproductivos de *A. aurocaudatus* reportó que la especie consumía en su mayoría invertebrados acuáticos y en segundo nivel de importancia la vegetación terrestre. En este estudio para la cuenca del río La vieja en el sistema de cultivos mixtos contrario a lo reportado por Román-Valencia, la categoría mas importante tanto por volumen como por frecuencia de ocurrencia fue la de vegetación terrestre (semillas, restos de hojas y flores); por el contrario, para el sistema de ganadería de leche la importancia estuvo repartida entre las categorías de vegetación terrestre durante la primera época hidrológica (julio) e invertebrados acuáticos durante la segunda (noviembre); Si se comparan estos datos con los de la especie para el río Otún, la tendencia se mantiene hacia el consumo de vegetación terrestre, exceptuando el sistema de cultivos mixtos durante la época hidrológica 1, donde la totalidad de ítems encontrados pertenecían a la categoría de invertebrados terrestres, dato no reportado por Román-Valencia. Adicionalmente nuevamente se confirma la importancia de la cobertura vegetal riparia como determinante en la distribución de las especies, *A. aurocaudatus* depende en alto grado del material vegetal aloctono, sistemas con un manejo del suelo como el de ganadería carne de este modo no ofrecen una oferta de recursos suficiente para especies como esta, que además son endémicas para la región, aspecto que puede tenerse en cuenta si se planea la conservación de este tipo de especies.

8.3 Relación entre composición, estructura, ecología trófica y sistemas productivos

Para el sistema de ganadería de carne este se asocia con la categoría trófica de detrito de forma más cercana y con la de vegetación acuática de forma secundaria, aspectos que como se nombro anteriormente en el apartado de ecología trófica favorece el establecimiento de las especies de Poeciliidae encontradas en mayor abundancia allí; Por su parte el sistema productivo de cultivos mixtos para la época 1 se asocio con la distribución de especies como *A. aurocaudatus*, *T. chapmani*, *B. caucanus*, *A. grixalvii* y *C. boquillae* y la categoría trófica de Invertebrados terrestres y se agrupo junto con el sistema productivo de ganadería de leche en ambas

épocas con dos categorías tróficas: Invertebrados acuáticos e invertebrados terrestres para especies con *A. grixalvii* y finalmente en el segundo eje de forma negativa se vio al sistema productivo de cultivos mixtos asociado con la categoría trófica de vegetación terrestre y especies como *A. aurocaudatus*.

Por su parte para el río Otún, las agrupaciones son menos evidentes y no se dan con respecto a la época hidrológica y diferenciándose cada una con una categoría trófica. La primera agrupación se estableció entre el sistema de reserva forestal en la época 1 y la categoría de detrito, la segunda y la mas evidente se dio entre el sistema de cultivos mixtos-época 1, Reserva forestal-época 2 y cultivos mixtos-época 2, con las categorías de invertebrados acuáticos y vegetación terrestre y separando finalmente en el eje 2 de forma negativa al sistema de cultivos mixtos con la categoría de invertebrados terrestres en la época hidrológica 1. Así, podemos evidenciar de igual manera el efecto que ejercen los períodos de precipitación en la distribución de los recursos y por ende en la distribución de las especies,

9. CONCLUSIONES

La especie *Bryconamericus caucanus* fue la especie mas representativa por abundancia y frecuencia para ambas cuencas, encontrándose en 5 de los 6 sistemas productivos muestreados.

Para la cuenca del río la Vieja, la composición fue similar entre los sistemas productivos de Ganadería de carne y cultivos mixtos e igual para el sistema de ganadería de leche, sin mostrar grandes cambios entre las épocas hidrológicas.

El sistema de cultivos mixtos en la cuenca del rio Otún presento la misma composición; mientras que para plantación forestal y reserva forestal fue disímil entre las épocas hidrológicas.

Los valores de diversidad son similares en la cuenca del rio la vieja en cada época hidrológica; sin embargo estos presentan fluctuaciones entre los sistemas productivos, mostrando así el efecto que estos pueden producir en la estructura de las comunidades

De las 6 especies a las que se les realizó análisis de dieta 3 mostraron cambios entre sistemas productivos y entre cuenca (*B. caucanus*, *A. grixalvii* y *A. aurocaudatus*).

La cuenca del río La Vieja es aquella ventana en donde se encuentran los sistemas productivos con mayores efectos sobre el hábitat y donde fueron encontrados en los contenido estomacales una mayor abundancia de Chironomidae que según otros estudios son indicadores de hábitats altamente perturbados.

Los sistemas productivos presentes en la ecorregión del eje cafetero así como las épocas hidrológicas influyen la composición, estructura y ecología trófica de la comunidad íctica.

10. RECOMENDACIONES

Sistemas con alta transformación mostraron ser facilitadores en el establecimiento de especies foráneas como *P. reticulata* y *X. hellerii*, aspecto sobre el cual no existen estudios aun. Tales especies de acuerdo a estudios previos se consideran como amenaza para especies nativas por lo que se requiere una mayor información sobre el comportamiento y distribución de la especie para la región.

Se sugiere realizar caracterizaciones más detalladas sobre la composición de la vegetación riparia, ya que esta constituye una fuente importante de alimento para los macroinvertebrados, además influir sobre las variables físico-químicas de los ecosistemas acuáticos.

Se recomienda realizar más muestreos con el fin de monitorear las comunidades de una forma más constante, y encontrar relaciones más significativas entre los sistemas productivos y las comunidades ícticas.

De igual forma datos como los caudales y niveles que para este estudio fueron limitantes para la explicación de los resultados por no estar disponibles en el tiempo y espacio de la investigación deben ser tomados en futuras investigaciones ya que pueden explicar la variabilidad de los datos y el comportamiento de la comunidad.

10. BIBLIOGRAFIA

Allan. D. 1995. Stream Ecology. Structure and function of running Waters. Kluwer Academic Publishers. USA 338P.

Amaya. H, Bedoya. L, Herrera. G, Ospina, G, De Salazar. T, Rodriguez. U, Gaviria. C, Montealegre. J, Bernal. M, Valencia. E, Sanchez. R. 2005. Plan de ordenamiento territorial de la cuenca del río la Vieja. Diagnostico. 223p.

Barling. R & Moore. D. 1991. Role of buffer strips in management of waterway pollution: a review. *Environmental Management* 18: 543-558p.

Boulenger. G.A. 1987. Descriptions of two new siluroid fishes from Brazil. *An. Mag. Nat. Hist. (Ser 7).2 (12): 477:478.*

Brosset. A. 1982. Le peuplement de Cyprinodonts du bassin de l'lvindo. Gabon. (La) *Terre et la Vie.* 36, 293-92.

Bryce. S, Hughes. M & Kaufmann. P. 1999. Assesing realtive risks to aquatic ecosystems: A mid Apalachian case study. *Journal of the American water Resource Association* 35: 23-36.

Cardona. M, Román-Valencia. C, Jiménez JL y Hurtado. H. 1998. Composición y diversidad de los peces de la quebrada San Pablo en Alto Cauca, Colombia. *Bol Ecotropica* 32:11-24.

Chará, J., G. Pedraza, L. Giraldo & D. Hincapié. 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Agroforestería en las Américas* 45: 72-78.

Chará, J.D, Baird, D.J, Telfer, T.C & Rubio, E.A. 2006. Feeding ecology and habitat preferences of the catfish *Trichomycterus* in low-order streams of the Colombian Andes. *Journal of fish Biology*, 68: 1026-1040.

Chará, JD. 2003. Interactions between biodiversity and land use in low order stream catchments of Colombian Andes. Tesis de Doctorado. Institute of Aquaculture, University of Stirling, 204p.

Christer, N. & N. Kajsa. 2000. Alterations of riparian ecosystems caused by river regualtion. Bioscience. 50 (9): 783- 792.

Cumming, K. & J. Klug. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. Annual Review Ecology and Systemic.

Dahl G. 1971. Los peces de norte de Colombia. Ministerio de Agricultura, Instituto d desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA). Talleres Litografia Arco. Bogota D.C, Colombia, 391pp.

Daza. E. 2007. Comunidades de macroinvertebrados y su relación con variables físicas, químicas e hidrológicas en 18 ríos de la región cafetera . Trabajo de grado (Bióloga). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera de Biología. Bogota 86p.

Decamps. H, Fortune. M, Gazelle. F & Pautou. G. 1988. Historical influence of man on the riparian dynamics in a fluvial landscape. Landscape Ecology 1: 163-173.

Decamps. H. 1993. River Margins and Environmental Change. Ecological Applications, Vol. 3, No. 3pp. 441-445.

Díaz, L. G. 2002. Estadística multivariada: Inferencia y métodos. Editorial UNIBIBLOS - Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá.

Eigenmann, C. H. 1922.The fishes of 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. Memoirs of the Carnegie Museum v. 9 (no. 1): 1-346, Pls. 1-38.

Eigenmann. C.H. 1912. Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part I. Contrib. Zool. Lab. Ind. Univ. N° 127. Ind. Univ. Studies. 16 (8): 1-27.

Ekness. P & Randhir. T. 2007. Effects of riparian areas, stream order, and land use disturbance on watershed-scale habitat potential: an ecohydrologic approach to policy. Journal of the American Water resources association. Vol. 43. 6: 1468-1480.

Escalante. A-H. 1987. Alimentacion de *Bryconamericus iheringi* y *Jenysia lineate* (Osteichthyes) en Sierra de la Ventana, Argentina. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso. 18: 101-108.

Escobar. J. 2004 Síndromes de sostenibilidad ambiental del desarrollo en Colombia. Serie seminarios y conferencias. CEPAL. 21-38p.

Etter, A. & W. Wyngaarden. 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the andean Region. Ambio 29: 412-439.

Flecker. A, Taphorn. D, Novell. J, Feifarek. B. 1991. Drift of characin larvae, *Bryconamericus deuteronooides*, during the dry season from Andean piedmont streams. Environ. Biol. Fish. 31: 192-202.

Froese, R., M.L.D. Palomares and D. Pauly. 1992. Draft user's manual of FishBase, a biological database on fish. (ver. 1.0). ICLARM Software 7, pag. var.

García de Jalón. D, Moyo. F, Barcelo. E, Fernandez. T. 1993. Principios y gestión de la pesca en aguas continentales, Madrid, mundi-prensa press. Pp: 247.

Gauch. H. 1973 A Quantitative Evaluation of the Bray-Curtis Ordination.: Ecology, Vol. 54, No. 4. pp:829-836.

Gerking. S. 1994. Feeding ecology of fish . Academy Press. 416 pp.

Géry, J., 1972. Contribución á l' étude des poissons Characoïdes de l' Équateur. Avec une révision du genre *Pseudochalceus* et la description d' un nouveau genre endémique du río Cauca en Colombie. *Acta Humboldtiana*, 2: 1-107.

Giller, P. and Malmqvist, B. (1998). *The Biology of Streams and Rivers*, Oxford. Oxford University Press.

Gómez. M. 2007. Relación entre sistemas productivos y comunidades de macrofitas en las cuencas de los ríos La Vieja y Otún Ecorregion cafetera de Colombia. Trabajo de Grado (Maestría en ciencias biológicas). Pontificia universidad Javeriana. Maestría en Ciencias Biológicas, departamento de Biología, Bogota117p.

Guerrero-Kommritz, J. 1997. Ensayos sobre la pesca eléctrica en Colombia. *Dahlia* 2:71-77.

Heywood, V.H., Bates, I., 1995. Introduction. In: Heywood,V.H., Watson, R.T. (Eds.), *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press, UNEP, pp. 1–21.

Hoback, W. & D. Stanley. 2001. Insects in hypoxia. *Journal of insect physiology*. 47: 533-542.

Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their applications *J. Fish. Biol.* 17: 411-429.

IDEAM. 2004. Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia: Decreto1729 de 2002. Presentado al instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, Bogota, D.C, Colombia, 100pp.

IGAC. 1996. Quindío: características geográficas, Subdirección de Geografía. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

IGAC. 1996. Risaralda: características geográficas, Subdirección de Geografía. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

Instituto de Investigaciones y Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 2000. *Colômbia Megadiversa; 5 años explorando La riqueza de un País biodiverso. Uso y Valoración*. Primera edicion. Panamericana. 71-89p.

Jiménez. J, Roman- Valencia. C y Cardona. M. 1998. Distribución y Constancia de las comunidades de peces en La quebrada San Pablo, cuenca Del río La Paila, Alto Cauca, Colombia. *Actual Biol* 20 (68): 21-27.

Junk. W. 1980. Areas inundáveis – um desafio para limnologia. *Acta Amazonica*, v 10. n4, p. 775-795.

Kawakami, E. & Vazzoler, G. (1980), Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 29(2), 205-207.

Lowe-McConell, R. H. 1975. *Ecological studies in tropical fish communities*. First edition. Editorial: Cambridge University Press, New York, United States, 337p.

Lowe-McConell, R. H. 1997. *Ecological studies in tropical fish communities*. Third edition. Edit: Cambridge University Press, New York, United States, 382p.

Magurran, A. E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Editorial Vedral, España, 220p.

Maldonado-Ocampo J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma, G. Galvis, F. A. Villanavarró, L. Vasquez, S. Prada-Pedreras, C. Ardila. 2005. *Peces de los Andes de Colombia*, Bogotá D.C., 346p

Margalef. R. 1983. *Limnologia*. Ed. Omega. SA Barcelona. 101p.

Meador. M & Goldstein. R. 2003. Assessing water quality at large geographic scales: relations among land use water physicochemistry, riparian condition, and fish community structure. *Environmental Management* 31: 404-517.

Michelsen. K, Pedersen. J, Christoffersen. K, Jensen. F. 1994. Ecological consequences of food partitioning for the fish population structure in a eutrophic lake. *Hydrobiologia* 291: 35-45.

Mojica. J.I, Catellanos. S, Usma. S y Alvarez. R. 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie de libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.

Moyle. P & Cech. J. 2004 Fishes: An Introduction to Ichthyology. Fifth Edition. Prentice Hall. New York. pp175-179.

Murgueitio, E. & M. Ibrahim. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión ganadera en América Latina. Livestock Rural Research Development 13 (3): 112-123.

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Livestock Research for Rural Development. 15(10): 98-115.

Nisbet. R, Diehl. S, Wilson. G, Cooper. D, Donalson. D & Kratz. K. 1997. Primary-Productivity gradients and short-term population dynamics in open systems. Ecology, 81(10) pp. 2662-2679.

Ortega-Lara. A, Murillo. O, Pimienta. M y Sterling. J. 2000. Peces de la Cuenca alta del río Cauca. CVC. Cali (Valle).

Pinto. B, Araujo. F & Hughes. R. 2006. Effects of landscape and riparian condition on a fish index of biotic integrity in a large southeastern Brazil river. Hydrobiologia. 556: 69-83.

Ramírez. A, Viña. G. 1998. Limnología Colombiana, aportes a su conocimiento estadístico de análisis, 293p.

Reznick. D & Endler. J. A. 1982. The impact of predation on life history evolution in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). Evolution, 36, 160-77.

Ricklefs, R. 1979. Ecology. Chiron Press, University of Pennsylvania, New York, 966 pp.

Rodriguez, CM. 1997. Phylogenetic Analysis of the Tribe Poeciliini (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Copeia, Vol. 1997, No. 4 (Dec. 9, 1997), pp. 663-679

Rodríguez, N, D. Armenteras & Romero. M. 2004. Ecosistemas de los Andes Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 155 p.

Román-Valencia, C. & Giraldo, P. A., 2006. Ecología trófica y reproductiva de *Cetopsorhamdia boquillae* (Pisces: Pimelodidae) en el río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Revista de Investigaciones, Universidad del Quindío*, 16: 33–45.

Román-Valencia, C. & Ruiz-C., R. I., 2005. Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Revista de la Asociación Colombiana de Ictiólogos)*, 8: 9–17.

Román-Valencia. C & Muñoz. A. 2001. Ecología trófica y reproductiva de *Bryconamericus caucanus* (Pises:Characidae). Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino. Vol. 18-N.2, pp 459-467.

Román-Valencia. C. 1988. Clave taxonómica para la determinación de peces nativos del departamento del Quindío, subsistema alto Río Cauca, Colombia. Actual. Biol. 17: 107-114.

Román-Valencia. C. 1998. Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pises:Characidae) en alto Cauca, Colombia. Rev. Biol. Trop. 46: 783-789.

Román-Valencia. C. 1998. Descripción de una nueva especie de *Bryconamericus* (characiformes: characidae) para la cuenca alta de los ríos Ariari Meta, Colombia. *Actual Biol* 20 (69): 109-114.

Román-Valencia. C. 2001. Ecología trófica y reproductiva de *Trichomycterus caliense* y *Astroblepus cyclopus* (Pisces: Siluriformes) en el río Quindío, alto Cauca, Colombia. *Rev Biol. Trop.* 46: 657-666.

Royce. L, Krueger. W, Melvin. G, Barrington. M, Buckhouse. J & Johnson. D. 1997. Viewpoint: Influences on riparian zones and fish habitat: Literature classification.

Ruiz-C., R. I. Román-Valencia, C., 2006. Aspectos taxonómicos de *Cetopsorhamdia boquillae* y *C. nasus* (Pisces, Heptapteridae), con anotaciones sobre su ecología en la cuenca alta de los ríos Magdalena y Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29.2: 123–131.

Rzoska. J. 1978. On the nature of Rivers with case stories of Nile, Zaire and Amazon. The fishes. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States*, 72 , 4669-73.

Shelford. V.E. 1911. Ecological sucesion. I .stream fishes and the method of physiographic analysis. *Biological Bulletin of the Marine Biology Laboratory, Woods Hole* 21. 9-35.

Snyder. C-D, Young. J, Vilella. R & Lemaider. P. 2003. Influences of upland and riparian land use patterns on steam biotic integrity. *Landscape Ecology* 18: 647-664.

Steedman. R. 1988. Modification and assessment of a index of biotic integrity to quantify stream quality in southern Ontario. *Canadian Journal of fisheries and Aquatic science.* 45: 492-5.

Steindachner. F. 1878. Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien.* 15 (12): 88-91.

Steindachner. F. 1879. Zur Fischfauna des Cauca und der Flüsse bey Guayaquil. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. 42: 55-104.

Steindachner. F. 1879. Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. 39: 19-78.

Swift. M-J, Izac- A-M, van Noordwijk. M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions?. Agriculture Ecosystems & Environment 104(2004) 113-134.

Ter Braak J-F Cajo. 1986. Canonical correspondence analysis: A new Eigen vector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. Ecology, Vol. 67, No. 5 (Oct., 1986), pp. 1167-1179.

Vannote. R, Waite. G, Cummins. K, Sedell. J & Cushing. C. 1980. The River continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 130-137.

Vargas - Tisnes. IC. 1989. Inventário Preliminar de La Ictiofauna de La hoya Hidrográfica Del Quindío. Corporación Autónoma Regional Del Quindío. Armenia (Quindío).

Vari. PR, Siebert. DJ. 1990. A new, unusually dimorphic species of *Bryconamericus* (Pisces: Ostariophysi: Characidae) from the Peruvian Amazon. Proc Biol Soc Wash 103 (3) 516-524.

Vazzoler. A, Agostino. A, Segatti. N. 1997. A Planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUM: Nupelia, 460p.

Wang. L, Lyons. J, Kanehl. P & Bannerman. 2001. Impacts of urbanization on stream habitat and fish across multiple spatial scale. Environmental Management 28: 255-256.

Welcomme. R. 1979. Fisheries ecology of Floodplain Rivers. London: Longman. 371p.

Windell. J-T & Bowen. S-H. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. In: BAGENAL, T (Ed). Methods for assessment of fish production in fresh waters. Oxford: Blackwell Scientific. p.219-227.

Winemiller. K. O. & Jepsen. N. D. B. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river. *Journal of Fish Biology*. 53 (supplement A), 267-296.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, A. Aguirre-León, S. Díaz-Ruiz, F. Amezcua-Linares, D. Flores-Hernández y P. Chavance. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. 311-366. En: A. Yáñez-Arancibia (Ed.). *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. UNAM, México.

10. ANEXOS

Anexo 1. Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río La Vieja para la época hidrológica 1, mes de julio (nivel de aguas bajo).

FECHA	17/07/2006				18/07/2006			19/07/2006		20/07/2006		
VENTANA	La Vieja											
INFLUENCIA SISTEMA PRODUCTIVO	Ganadería (carne)				Cultivos mixtos			Ganadería (leche)		Cultivos mixtos		
CULTIVO DOMINANTE					Café	Café			Café		Café	
COBERTURA VEGETAL	Guadual	Pastizal	Vegetación mixta, árboles, arbustos y herbácea.	Árboles frutales dentro del pastizal. Cultivo reciente de Pasiflorácea	Heliconias, platanillo, arbustos y herbáceas	Café hasta la rivera de la quebrada	Bordes de quebrada con pastos altos	Menor área de pastizales	Poca cobertura vegetal, pastizales	Quebrada rodeada de platanillos, árboles frutales (Naranja)	Platanillos y pastos en los bordes, árboles frutales (Naranja)	Guadual y herbáceas
DEPARTAMENTO	Quindío		Valle		Quindío		Valle	Valle del Cauca			Valle	
MUNICIPIO	Quimbaya		Alcalá		Quimbaya		Alcalá	Circasia		Ulloa		Alcalá
VEREDA	Jazmín	Jazmín	El Higuerón	El Higuerón				La Llanada	La Llanada	Playa Verde	Playa Verde	
QUEBRADA												
ALTITUD (m)	1200	1205	1203	1203	1195	1261	1285	1602	1652	1231	1221	1340
LOCALIDAD ESPECÍFICA	Tierra Labrantía		Finca El Porvenir		Finca La Floresta	Finca Santa Bárbara	Finca La Sonora	Finca Tesalia Baja	Finca Villa Ximena	Finca La Comarca		Finca El Descanso
ESPECIES	Número de individuos											
<i>Brycon henni</i>											2	
<i>Bryconamericus caucanus</i>	38	37	8		2	6				23	10	
<i>Astyanax aurocaudatus</i>					3	2		48	195	3		
<i>Astroblepus grivalvii</i>	29						1	23	5	3	1	14

<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>			23		18		2			5	1	
<i>Ancistrus caucanus</i>							3					
<i>Trichomycterus chapmani</i>	19	15		4	41		31	4	9	10		1
<i>Poecilia reticulata</i>	7	167	218		15	4						
<i>Poecilia caucana</i>				120								
<i>Xiphophorus hellerii</i>					13							
Individuos totales	93	219	249	124	92	12	37	75	209	44	14	15

Anexo 2. Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río La Vieja para la época hidrológica 2, mes de noviembre, nivel de aguas alto.

FECHA	07/11/2006			09/11/2006			10/11/2006			
VENTANA	La Vieja									
INFLUENCIA SISTEMA PRODUCTIVO	Ganadería (leche)		Cultivos mixtos				Ganadería de carne			
CULTIVO DOMINANTE			Café							
COBERTURA VEGETAL	Poca cobertura vegetal. Pastizales	Menor area de Pastizales	Café hasta la rivera de la quebrada	Guadua y Herbaceas	Bordes de quebrada con Poaceas	Quebrada rodeada de platanillos y arboles frutales (naranja)	Heliconias, Platanillo, arbustos y herbaceas	Guadual	Pastizal	Vegetacion Mixta
DEPARTAMENTO	Quindio			Valle		Quindio			Valle	
MUNICIPIO	Circasia		Quimbaya	Alcala		Ulloa	Quimbaya		Alcala	
VEREDA	La Llanada					Playa verde		Jazmin		
ALTITUD (m)	1652	1602	1261	1340	1285	1231	1195	1200	1205	1203
LOCALIDAD ESPECÍFICA	Finca Villa Jimena	Tesalia baja	Finca Santa Barbara	Finca el descanso	Finca la Sonora	Finca la Comarca	Finca la Floresta	Finca tierra labrantia		Finca el Porvenir
ESPECIES	Numero de individuos									
<i>Brycon henni</i>						5				
<i>Bryconamericus caucanus</i>			1			9		42	43	
<i>Astyanax aurocaudatus</i>		44	34	3	48	1				
<i>Astroblepus grivalvii</i>	5	12						2		
<i>Cetopsorhamdia boquillae</i>			4			3	11			7
<i>Trichomycterus chapmani</i>	8		43	1	3	1	20	14		11
<i>Poecilia reticulata</i>			43			1	17		95	24
<i>Poecilia sp.</i>				1			30			
<i>Xiphophorus helleri</i>							7			
Individuos totales	13	56	125	5	51	20	85	58	138	42

Anexo 3. Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río Otún para la época hidrológica 1, mes de julio, nivel de aguas bajo.

FECHA	22/07/2006			23/07/2006			24/07/2006		
VENTANA	Otún Quimbaya								
INFLUENCIA SISTEMA PRODUCTIVO	Cultivos mixtos	Ganadería (leche) y Plantación Forestal	Plantación Forestal	Cultivos mixtos	Plantación Forestal	Reserva Forestal	Reserva Forestal	Reserva Forestal	Plantación Forestal
CULTIVO DOMINANTE	Cebolla	Eucalipto	Ciprés	Cebolla	Eucalipto				
COBERTURA VEGETAL	Ausencia de macrófitas	Quebrada protegida por bosque	Arbustos y herbáceas	Plantaciones de platanillo		Jengibre y helechos. Bosque que se está recuperando	Bosque natural	Bosque natural	Plantación forestal en transición a reserva forestal, futuro forestal
DEPARTAMENTO	Risaralda								
MUNICIPIO	Santa Rosa de Cabal			Pereira	Santa Rosa de Cabal	Pereira		Santa Rosa de Cabal	
CORREGIMIENTO	Puente Albán	Santa Rosa	Santa Rosa	La Florida			La Florida		
VEREDA	La María	La María	La María		San Juan	San Juan	El Cedral		La Suiza
QUEBRADA	La Isabela	Eustaquio		El Manzano	Las Peñas		El Cedral	La Aurora	Lizbran
ALTITUD (m)	1722	1712	1707	1716	1708	1738	2047	2017	1867
LOCALIDAD ESPECÍFICA	Finca La Isabela	Finca Las Gaviotas	Finca La Cascada	Cancha La Florida	Finca Las Peñas	Finca Playa Rica	Parque Regional Ucumarí; Finca El Cedral		Finca Lizbran
ESPECIES	Número de individuos								
<i>Bryconamericus caucanus</i>		190	154	170	35	18			27
<i>Carlasyanax aurocaudatus</i>				18					
<i>Astroblepus grixalvii</i>		4	19	3	26	27			
<i>Astroblepus sp.</i>								1	1
<i>Trichomycterus chapmani</i>	4			4	1	3	7		4
Individuos totales	4	194	173	195	62	48	7	1	32

Anexo 4. Datos generales de composición, abundancias y riqueza de especies por localidad específica en cada sistema productivo para la cuenca del río Otún para la época hidrológica 2, mes de noviembre, nivel de aguas alto.

FECHA	03/11/2006		04/11/2006		05/11/2006		06/11/2006		
VENTANA	Otún (Quimbaya)								
INFLUENCIA SISTEMA PRODUCTIVO	Plantación Forestal	Plantación Forestal	Reserva forestal		Cultivos mixtos	Plantación forestal	Reserva forestal	Plantación forestal	Cultivos mixtos
CULTIVO DOMINANTE		Eucalipto			Cebolla	Ciprés		Eucalipto	Cebolla
COBERTURA VEGETAL	Plantación Foresta en transición a reserva forestal, pendiente a aprovechamiento forestal	Quebrada protegida por bosque	Bosque natural		Ausencia de macrofitas	Arbustos y herbáceas	Jengibre y helechos. Bosque recuperado		Plantaciones de platanillo
DEPARTAMENTO	Risaralda								
MUNICIPIO	Santa Rosa de Cabal		Pereira		Santa rosa de cabal			Pereira	
CORREGIMIENTO		Santa Rosa	La florida		Puente Alban	Santa Rosa	San Juan		La Florida
VEREDA	La Suiza	La Maria	El Cidral		La Maria		San Juan		
QUEBRADA	Lizbran	Eustaquio	El Cedral	La Aurora	La Isabela			Las Peñas	El Manzano
ALTITUD (m)	1867	1712	2047	2017	1722	1707	1738	1708	1716
LOCALIDAD ESPECÍFICA	Finca Lizbran	Finca las gaviotas	Finca el Cedral	Finca la Aurora	Finca la Isabela	Finca la cascada	Finca Playa Rica	Finca las Peñas	Cancha la Florida
ESPECIES	Número de Individuos								
<i>Bryconamericus caucanus</i>	22	6			17	41	40	10	119
<i>Astyanax aurocaudatus</i>									11
<i>Astroblepus grimaldii</i>	18	3		2	1	4	10	30	1
<i>Trichomycterus chapmani</i>	5	5		5	17		4		2
Individuos totales	45	14		7	35	45	54	40	133

Anexo 5. Índices de Importancia relativa (Pinkas y Yañez) e importancia Alimentaria (Kawakami y Vazzoler) para la cuenca del Río La Vieja por sistema productivo: 1. Ganadería de leche, 2. Cultivos mixtos, 3. Ganadería de leche y época hidrológica: 1. Precipitación baja, 2. Precipitación alta.

Índices de Importancia Relativa y Alimetaria por sistema productivo para el Río La Vieja									
Especie	SP	EC	Indice	VegAcu	VegTer	InvAcu	InvTer	Det	Categoría mas importante
<i>A grixalvii</i>	1	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	3,83	1,50	64,76	0,00	0,00	
			IIA kawakami	0,05	0,02	0,92	0,00	0,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Det
			IIR Yañez	0,00	4,66	14,77	0,00	27,81	
			IIA kawakami	0,00	0,10	0,31	0,00	0,59	
	2	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	InvTer
			IIR Yañez	0,00	0,16	11,96	70,97	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,14	0,85	0,00	
	3	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	17,01	0,00	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	0,00	0,00	50,88	16,37	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,76	0,24	0,00	
2		IIR Pinkas	0,00	0,00	19,00	38,25	0,00	InvAcu	
		IIR Yañez	0,00	0,00	32,12	26,82	0,00		
		IIA kawakami	0,00	0,00	0,54	0,46	0,00		
<i>B. caucanus</i>	1	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,11	0,00	0,01	Det
			IIR Yañez	0,00	0,00	0,69	0,00	93,75	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,01	0,00	0,99	
		2	IIR Pinkas	0,00	12,00	6,92	5,93	0,00	InvTer
			IIR Yañez	0,00	9,74	3,82	30,86	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,22	0,09	0,69	0,00	
	2	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	InvTer
			IIR Yañez	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	
		2	IIR Pinkas	0,67	5,00	0,77	0,00	0,00	VegAcu
			IIR Yañez	20,66	2,57	0,54	4,72	0,00	
<i>C.boquillae</i>	1	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	3,83	1,50	64,76	0,00	0,00	
			IIA kawakami	0,05	0,02	0,92	0,00	0,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	0	0	0,00	0,00	Det
			IIR Yañez	0,00	4,66	14,77	0,00	27,81	
			IIA kawakami	0,00	0,1	0,31	0,00	0,59	
	2	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,80	4,80	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	0,00	0,50	32,13	9,37	1,92	
			IIA kawakami	0,00	0,10	0,31	0,21	0,05	

<i>T. Chapmani</i>	1	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	22,67	0,00	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	0,00	0,00	46,13	30,80	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,60	0,40	0,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,82	0,82	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	4,00	1,14	10,92	10,09	0,00	
			IIA kawakami	0,16	0,04	0,41	0,39	0,00	
	2	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	28,80	0,60	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	0,00	1,13	40,60	6,30	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,02	0,85	0,13	0,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	0,00	5,60	0,60	0,00	InvAcu
			IIR Yañez	0,00	0,00	7,78	27,60	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,22	0,78	0,00	
<i>P. reticulata</i>	1	1	IIR Pinkas	0,15	0,00	0,00	0,00	0,01	Det
			IIR Yañez	0,01	0,00	0,00	0,00	99,89	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,10	0,10	0,01	Det
			IIR Yañez	0,00	0,00	0,35	0,11	89,54	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	
	2	2	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	Det
			IIR Yañez	0,04	0,00	0,00	0,00	89,81	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
<i>Poecilia sp.</i>	1	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	Det
			IIR Yañez	0,01	0,00	0,00	0,00	99,88	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	0,00	0,11	0,00	0,01	Det
			IIR Yañez	0,00	0,00	0,69	0,00	93,75	
			IIA kawakami	0,00	0,00	0,01	0,00	0,99	
<i>A. aurocaudatus</i>	2	1	IIR Pinkas	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	VegTer
			IIR Yañez	0,00	30,10	6,45	0,00	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,82	0,18	0,00	0,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	26,74	5,90	2,13	3,22	VegTer
			IIR Yañez	0,00	43,34	4,89	0,22	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,70	0,16	0,06	0,08	
	3	1	IIR Pinkas	0,00	81,12	9,56	2,63	0,00	InvTer
			IIR Yañez	0,00	19,29	6,89	52,22	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,25	0,09	0,67	0,00	
		2	IIR Pinkas	0,00	55,80	4,00	0,00	0,00	InvTer
			IIR Yañez	0,00	18,82	20,00	34,97	0,00	
			IIA kawakami	0,00	0,26	0,27	0,47	0,00	

Anexo 6. Índices de Importancia relativa (Pinkas y Yañez) e importancia Alimentaria (Kawakami y Vazzoler) para la cuenca del Río Otún por sistema productivo: 1. Cultivos mixtos leche, 2. Plantación forestal, 3. Reserva forestal y época hidrológica: 1. Precipitación baja, 2. Precipitación alta.

Índices de Importancia Relativa y Alimetaria por sistema productivo para el Río Otún									
Especie	SP	EC	Índice	VegAcu	VegTer	InvAcu	InvTer	Det	Categoría mas imp
<i>B. caucanus</i>	1	1	Pinkas	0,00	0,00	7,25	0,00	0,00	InvAcu
			Yañez	0,00	2,42	10,70	6,97	4,91	
			Kawakami	0,00	0,10	0,43	0,28	0,20	
		2	Pinkas	0,00	6,00	1,00	0,50	0,00	InvTer
			Yañez	0,00	8,14	1,40	39,06	0,00	
			Kawakami	0,00	0,17	0,03	0,80	0,00	
	2	1	Pinkas	0,00	0,32	45,94	5,64	2,50	InvAcu
			Yañez	0,00	0,65	75,68	9,03	0,00	
			Kawakami	0,00	0,01	0,84	0,10	0,05	
		2	Pinkas	0,00	5,91	6,67	23,81	0,00	InvTer
			Yañez	0,00	0,77	3,08	0,54	0,00	
			Kawakami	0,00	0,16	0,18	0,65	0,00	
	3	1	Pinkas	0,00	0,00	20,00	13,60	0,00	InvTer
			Yañez	0,00	0,00	10,61	47,57	10,91	
			Kawakami	0,00	0,00	0,15	0,69	0,16	
2		Pinkas	0,00	0,71	1,43	1,00	0,00	InvTer	
		Yañez	0,00	5,88	2,82	16,24	1,18		
		Kawakami	0,00	0,23	0,11	0,62	0,05		
<i>A. aurocaudatus</i>	1	1	Pinkas	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00	InvTer
			Yañez	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	
			Kawakami	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	
		2	Pinkas	0,00	45,00	2,50	0,00	0,00	VegTer
			Yañez	0,51	32,37	14,75	0,00	2,37	
			Kawakami	0,01	0,65	0,29	0,00	0,05	
	2	1	Pinkas	0,00	0,00	1,50	1,50	0,00	VegTer
			Yañez	0,00	43,02	4,61	2,37	0,00	
			Kawakami	0,00	0,86	0,09	0,09	0,00	
<i>T. chapmani</i>	1	1	Pinkas	0,00	0,00	43,01	0,00	0,00	InvAcu
			Yañez	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	
			Kawakami	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
		2	Pinkas	0,00	0,00	0,50	2,26	0,00	InvTer
			Yañez	0,13	13,25	14,06	72,56	0,00	
			Kawakami	0,00	0,05	0,11	0,84	0,00	
	3	1	Pinkas	0,00	0,00	43,72	0,57	0,00	InvAcu
			Yañez	0,00	0,00	97,65	2,35	0,00	
			Kawakami	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
<i>A. grivalvii</i>	2	1	Pinkas	0,00	0,00	7,00	6,00	0,00	InvTer
			Yañez	0,00	9,18	10,62	45,31	0,00	
			Kawakami	0,00	0,14	0,16	0,70	0,25	
		2	Pinkas	0,00	0,09	22,97	68,29	0,00	InvTer
			Yañez	0,00	0,00	6,00	44,01	0,00	
			Kawakami	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	
	3	1	Pinkas	0,00	0,00	7,80	0,80	6,90	InvTer
			Yañez	0,00	0,00	8,48	20,55	0,19	
			Kawakami	0,00	0,00	0,24	0,57	0,00	
		2	Pinkas	0,00	0,00	5,72	3,43	0,00	InvAcu
			Yañez	0,00	0,24	45,58	15,91	0,00	
			Kawakami	0,00	0,00	0,74	0,26	0,00	
<i>Astroblepus sp.</i>	3	1	Pinkas	0,00	0,00	1,01	0,50	0,00	InvTer
			Yañez	0,00	0,00	66,52	16,74	0,00	
			Kawakami	0,00	0,00	0,20	0,80	0,00	

