

**CARACTERIZACION DE LA DIETA NATURAL Y DE LA CALIDAD
BIOLOGICA Y FISICOQUIMICA EN LA QUE SE DESARROLLA LA
ESPECIE ICTICA *Brycon henni* EIGENMANN,1913 (PISCES
Characidae) EN LA QUEBRADA LAS TALLAS, MUNICIPIO DEL
PATIA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

DIEGO FELIPE SANDOVAL ZUÑIGA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION
PROGRAMA DE BIOLOGIA
POPAYAN
2007**

**CARACTERIZACION DE LA DIETA NATURAL Y DE LA CALIDAD
BIOLOGICA Y FISICOQUIMICA EN LA QUE SE DESARROLLA LA
ESPECIE ICTICA *Brycon henni* EIGENMANN,1913 (PISCES
Characidae) EN LA QUEBRADA LAS TALLAS, MUNICIPIO DEL
PATIA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

DIEGO FELIPE SANDOVAL ZUÑIGA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de
Biólogo**

**Director
HILLDIER ZAMORA GONZALEZ
Mg. Biología**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION
PROGRAMA DE BIOLOGIA
POPAYAN
2007**

CONTENIDO		Pá g 1
	INTRODUCCION.....	1
	
1	OBJETIVOS.....	3
	..	
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	3
	...	
1.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
2	ANTECEDENTES.....	4
3	MARCO TEÓRICO.....	6
3.1	GENERALIDADES.....	6
3.2	HÁBITO ALIMENTICIO.....	8
3.2.1	Morfología del tracto digestivo.....	9
3.3	CADENA TROFICA.....	13
3.3.1	Nivel trófico.....	13
3.4	CALIDAD DE AGUAS.....	13
3.4.1	Calidad biológica de las aguas por medio de macroinvertebrados acuáticos.....	14
	
3.4.2	Adaptación del índice BMWP para Colombia. Zamora, 2005.....	15
3.5	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA HÍDRICA.....	19
	..	
3.5.1	Aspecto térmico.....	19
3.5.2	Gases disueltos.....	19

3.5.3	pH. Relación con acidez total y alcalinidad total.....	20
3.5.4	Conductividad y su relación con los sólidos totales disueltos (TDS)...	21
4	METODOS.....	23
4.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	23
4.2	ZONA DE MUESTREO.....	25
4.3	FASE DE CAMPO.....	27
4.3.1	Obtención de los Ejemplares de <i>Brycon henni</i>	27
4.3.2	Captura de macroinvertebrados acuáticos.....	28
4.3.3	Caracterización fisicoquímica hídrica.....	28
4.4	FASE DE LABORATO.....	29
4.4.1	Frecuencia por tallas de los individuos de <i>Brycon henni</i>	30
4.5	ASPECTO TROFICO.....	31
4.5.1	Morfología del pez.....	31
4.5.2	Trofodinamica.....	31
4.6	CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA.....	32
4.7	COMPARACION DE OFERTA ALIMENTARIA CON LA DEMANDA DE LA ESPECIE	33
5	RESULTADOS.....	34
5.1	CAPTURA DE LA MUESTRA.....	34
5.2	MORFOLOGIA DEL PEZ.....	35
5.2.1	Forma y posición de la boca.....	35
5.2.2	Número y forma de las espinas branquiales.....	36
5.2.3	Relación biométrica entre el intestino y la longitud total Corporal.....	

		36
5.3	TROFODINAMICA.....	37
5.3.1	Coeficiente de vacuidad (CV).....	39
5.3.2	Índice de frecuencia de una presa (F).....	40
5.3.3	Índice de repleción o saciedad (IR).....	41
5.3.4	Índice de abundancia relativa (A).....	42
5.3.5	Porcentaje en número (CN).....	43
5.3.6	Coeficiente alimenticio (Q).....	44
5.4	ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MAE DE LA QUEBRADA LAS TALLAS Y CALCULO DE LA ADAPTACIÓN DEL ÍNDICE BMW P (ZAMORA 2005).....	46
5.5	COMPARACION DE LA D OFERTA ALIMENTICIA DEL MEDIO CON LA DEMANDA DE LA ESPECIE.....	47
5.5.1	Comparación de la oferta alimentaria del medio con la demanda de la especie por periodo climático.....	48
5.6	CARACTERIZACION FISICOQUIMICA.....	50
6	DISCUSION.....	54
7	CONCLUSIONES.....	59
8	RECOMENDACIONES.....	60
	BIBLIOGRAFIA.....	61

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro1	Hábitos alimenticios y longitud relativa del tubo digestivo en algunos ciprinidos adultos.	12
Cuadro 2	Sistema para la determinación del Índice de Monitoreo Biológico – BMWP	17
Cuadro 3	Clases, valores y características para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP.	18
Cuadro 4	Rango de tallas (mm) y frecuencia de especímenes de <i>Brycon henni</i> .	35
Cuadro 5	Estructura de la comunidad de MAE en la quebrada Las Tallas	46
Cuadro 6	Géneros comunes entre el medio acuático y el contenido estomacal	47
Cuadro 7	Géneros comunes entre el medio acuático y el contenido estomacal en periodo de lluvia.	48
Cuadro 8	Géneros comunes entre el medio acuático y el contenido estomacal en periodo de sequía.	49
Cuadro 9	Parámetros fisicoquímicos registrados en la quebrada Las Tallas.	52
Cuadro 10	Promedio (\bar{x}), Varianza (δ^2) y desviación Standard (δ) de los parámetros fisicoquímicos.	51
Cuadro 11	Frecuencia y porcentaje de peso de semillas encontradas el contenido estomacal de <i>Brycon henni</i>	58

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Mapa de Distribución de la especie <i>Brycon henni</i>	7
Figura 2	Mapa de Ubicación de la quebrada las Tallas en el departamento del Cauca	24
Figura 3	Mapa Delimitación de la Zona de muestreo en la quebrada Las Tallas	25
Figura 4	Desembocadura de la quebrada Las Tallas en el Río Patía	26
Figura 5	Puente sobre la quebrada Las Tallas	26
Figura 6	Captura de la fauna béntica en la quebrada Las Tallas	28
Figura 7	Conductímetro YSI sct-meter	29
Figura 8	Kits reactivos AquaMerk	29
Figura 9	Registro gravimétrico de los individuos de <i>B. henni</i>	30
Figura 10	Corte ventral desde el ano hasta el istmo branquial de <i>Brycon henni</i>	30
Figura 11	Número de Capturas por Jornada de Muestreo	34
Figura 12	Posición de la boca de la especie <i>Brycon henni</i>	35
Figura 13	Forma de dentición de la especie <i>Brycon henni</i>	36
Figura 14	Forma de dentición de la especie <i>Brycon henni</i>	36
Figura 15	Espinas branquiales de la especie íctica <i>Brycon henni</i>	36
Figura 16	Relación biométrica entre el intestino y la longitud total corporal	37
Figura 17	Longitud del intestino por rango de tallas de los individuos de <i>Brycon henni</i>	37
Figura 18	Porcentaje del peso de cada grupo alimenticio general.	38

Figura 19	Porcentaje de material vegetal identificable y no identificable	38
Figura 20	Porcentaje de material animal identificable y no identificable.	39
Figura 21	Porcentaje del índice de vacuidad del total de la muestra	39
Figura 22	Índice de frecuencia de una presa.	40
Figura 23	Índice de frecuencia de <i>Brycon henni</i> por periodo climático en la quebrada Las Tallas	41
Figura 24	Índice de repleción por rango de tallas.	41
Figura 25	Índice de repleción por hora de captura de <i>Brycon henni</i> en la quebrada Las Tallas	42
Figura 26	Índice de abundancia relativa de los componentes alimenticios consumidos por <i>Brycon henni</i> en la quebrada Las Tallas.	42
Figura 27	Porcentaje en número de los componentes alimenticios que conforman la dieta natural de <i>Brycon henni</i> .	43
Figura 28	Porcentaje en número de los componentes alimenticios por periodo climático de <i>Brycon henni</i>	44
Figura 29	Coeficiente Alimenticio (Q) de <i>Brycon henni</i> en la quebrada Las Tallas	45
Figura 30	Coeficiente Alimenticio (Q) de <i>Brycon henni</i> por periodo climático en la quebrada Las Tallas.	45
Figura 31	Número de géneros de MAE registrados en el medio acuático y en el contenido estomacal por periodos climáticos.	50
Figura 32	Variación temperatura ambiental- temperatura hídrica.	51
Figura 33	Variación oxígeno disuelto- porcentaje de saturación de oxígeno.	52
Figura 34	Variación de pH en la quebrada Las Tallas.	52
Figura 35	Variación gas carbónico disuelto.	53
Figura 36	Variación Conductividad – T.D.S	53

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A Datos biométricos, sexo, hora y método De captura de la especie íctica *Brycon henni* en la quebrada Las Tallas.
- Anexo B Listado de los componentes alimenticios catalogados en la dieta natural de la especie íctica *Brycon henni* en la quebrada Las Tallas
- Anexo C Número de espinas branquiales contabilizadas en cada arco branquial de la especie íctica *Brycon henni*

INTRODUCCIÓN

Colombia posee una de las Ictiofaunas dulceacuícolas de mayor diversidad del mundo, debido a sus características biogeográficas de grandes contrastes por efecto de una topografía compleja dominada por los Andes. Muchas de sus especies tienen importancia económica y de consumo lo que ha llevado a una sobreexplotación de este potencial íctico. Desafortunadamente, los peces nativos han ido desapareciendo de las fuentes de agua por el desconocimiento que se tiene en cuanto a su importancia ecológica, sus ciclos vitales y por causas que involucran constantemente al hombre, que lo convierte en su principal depredador. En muchos otros casos no se ha determinado o medido los efectos de las perturbaciones tales como la deforestación de las cuencas hidrográficas, la introducción de especies exóticas, la sobrepesca de especies ornamentales, la alteración de ecosistemas y flujos hidrológicos por obras de ingeniería, la desecación intencional de humedales y la contaminación de diversa índole (Mojica 2002).

El departamento del Cauca cuenta con recursos hidrobiológicos que pueden ser utilizados en beneficio de la comunidad, de manera racional, lógica y sostenible; parte de estos recursos son una gran variedad de especies ícticas que revisten gran interés económico y nutricional en la cuenca del río Patía. La gran demanda de alimentos y el deterioro de los recursos naturales renovables y no renovables, la explotación inadecuada de la tierra, la contaminación de los cuerpos de agua, la pesca indiscriminada han forzado a la búsqueda de alternativas económicas que brinden mejores condiciones de vida, esto a encaminado a que se adelanten investigaciones sobre especies ícticas, no solo trabajando con especies exóticas sino poniendo gran interés en las especies nativas (Vásquez 2001).

La Sabaleta *Brycon henni* (Eigenmann, 1913) es un Charácido endémico de Colombia, que habita en las cuencas de los ríos Cauca, San Juan, Dagua y Patía. Es una especie importante para la seguridad alimentaria de los pobladores ribereños de los cuerpos de agua en los que se encuentra; se presenta como una alternativa promisoriosa para el cultivo en aguas de temperaturas medias, donde otras especies no se adaptan de forma satisfactoria y es una buena opción para planes de repoblamiento.

Aunque se han realizado trabajos previos para compilar la información sobre esta especie, este trabajo pretende conocer fundamentalmente la constitución de su dieta natural en la quebrada Las Tallas y determinar factores físicos y químicos así como biológicos especialmente las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (fauna béntica) que caracterizan este ecosistema, los cuales juegan un papel importante en la dinámica de la especie.

OBJETIVOS

1. 1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la dieta natural de la especie íctica *Brycon henni* y la calidad biológica y fisicoquímica en la que se desarrolla en la quebrada las Tallas.

1. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los componentes alimenticios de la dieta natural de la especie.

Caracterizar aspectos morfológicos importantes para la determinación de la dieta.

Comparar la oferta alimentaria de macroinvertebrados acuáticos que ofrece el medio, con la demanda real de la especie.

Establecer la calidad biológica del agua y las características fisicoquímicas hídricas del medio donde habita la especie.

ANTECEDENTES

En Colombia se ha realizado trabajos de investigación que incluyen la especie íctica *Brycon henni* algunos de estos dan información general sobre su caracterización alimentaria sin embargo hasta el momento no se cuenta con información categórica de la biología alimentaria de la especie en la cuenca alta del río Patía. Entre los trabajos más sobresalientes y que sirven de marco referencial se encuentran dos realizados en el departamento del Cauca.

Vásquez (2001), en su artículo Cauca pesquero afirma que el *Brycon henni* es un pez de hábito alimenticio omnívoro, que se alimenta a base de frutas, macroinvertebrados acuáticos (principalmente de los insectos de los ordenes Plecoptera, Tricoptera, Ephemeroptera, Coloptera, Neuroptera y Diptera) peces y material vegetal. Además caracteriza condiciones bioecológicas de su Habidad.

Usma (2002), reporta a la sabaleta *Brycon henni* entre otras especies ícticas capturadas en la cuenca media del río Patía. Realiza registros biométricos (longitud total) y peso, determina del gremio trófico, por medio del análisis del contenido estomacal de los ejemplares colectados en donde observó resto de material vegetal, larvas de simulidae, chironomidae y tricoptera.

Prado (2005), en su trabajo realizado con la especie íctica *rhandia quelen* determina la biología alimentaria de esta especie en la quebrada Las Tallas, presenta información de la caracterización fisicoquímica de esta quebrada, así mismo de la composición de la fauna béntica y la realización del índice BMWP.

Cajas (2002), en su estudio realiza un detallado trabajo del nivel trófico de la especie íctica *Cichasoma ornatum*, establece los precedentes para realizar trabajos con otras especies ícticas, del mismo modo presenta información de las características fisicoquímicas hídricas y de macroinvertebrados en la región del río Patía.

David et al (1999), practican una caracterización fisicoquímica del río Patía al igual que un muestreo de macroinvertebrados acuáticos.

Bermúdez (2002), trabaja el nivel trófico la especie íctica *Brycon meeki* y lo determina de hábito alimenticio omnívoro con tendencia a carnívoro que su alimento mas frecuente son macroinvertebrados, seguido material vegetal constituido principalmente por semillas y hojas y por último material inorgánico como pirita, arena y lodo.

En el grupo de estudios en recursos hidrobiológicos continentales de la Universidad del Cauca a lo largo de su trayectoria ha desarrollado una gran variedad de investigaciones sobre hábitos alimenticios de diversas especies ícticas en su entorno natural entre ellos tenemos:

Prado (2001), determinó el nivel trófico de *Pimelodus grosskofii* en medio natural, en el río Cauca sector comprendido entre el sitio de la Pera del embalse de la Salvajina y el puente de la Balsa, reportando que dentro de los hábitos alimenticios de dicha especie se encuentran Tricópteros, Plecópteros, semillas etc.

Serna et al (2001), trabajaron en la misma área reportando que la especie *Icthyoelephas longirostris*, es una especie en su mayoría limnófaga, con cuatro preferencias alimenticias establecidas: limo, tejido vegetal, arena y macroinvertebrados acuáticos.

Collazos (2004), estudió al *Pseudopimelodus bufonis*, reportando los hábitos alimenticios de dicha especie, determinandola de tendencia omnívora con preferencia ictiófaga. Trabajando en la misma área del río Cauca

MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES

La especie íctica *Brycon henni* pertenece al orden de Characiformes que dominan las aguas dulces suramericanas en donde se calculan más de 1.000 especies. Las especies de este orden poseen dietas muy variadas; desde vegetarianas consumidoras de hojas (Anastomidae), frutos (palometas y cachamas), comedoras de detritus y raspadoras de algas (viejitas y bocachicos), hasta consumidoras de invertebrados y peces como las Payaras, Mueludas, Sabaletas, Mocholos y Pirañas (Galvis 1997).

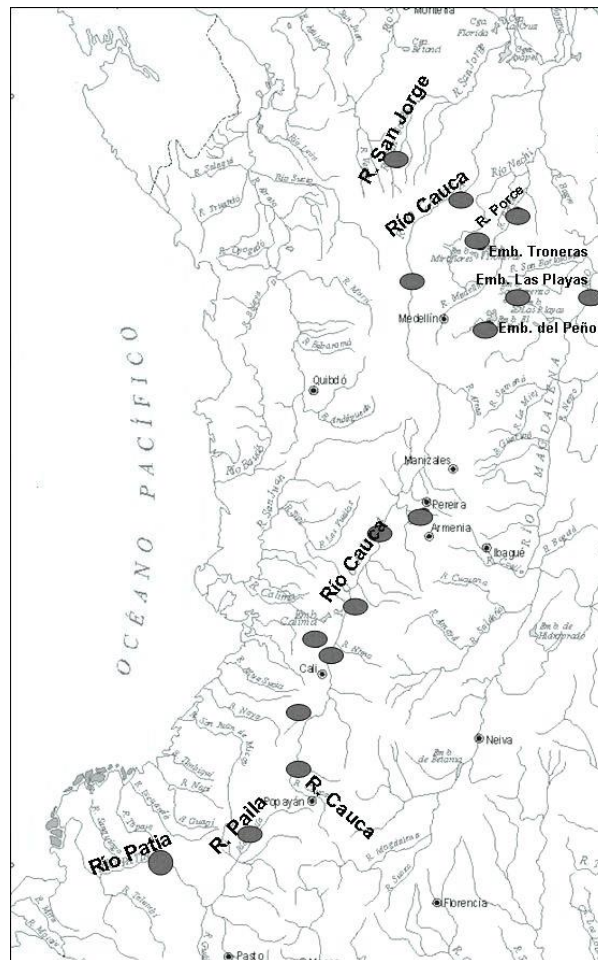
La sabaleta pez de origen neotropical, pertenece a la familia Characidae en donde todas las especies son muy parecidas, está cubierta de escamas cicloideas, y sus aletas están desprovistas de espinas punzantes. Los individuos de esta familia representan más del 50% de todas las formas dulceacuícolas de Suramérica, desde el punto de vista de diversidad es el grupo más importante del orden y tal vez el que más nichos alimenticios ocupa (Galvis 1997). Posee forma ahusada, los ejemplares vivos presentan un patrón de coloración verdoso en el dorso y plateado en los costados, mancha opercular y caudal, aleta adiposa de igual color que el dorso o anaranjada, puede presentar manchas rojizas en las aletas y mancha roja en la parte superior del ojo; posee menos de 55 escamas en la línea lateral, siete dientes en la primera hilera del premaxilar y entre 21 a 24 radios en la aleta anal, y crece hasta los 30 cm. de longitud estándar. Unos de los géneros que pertenece a esta familia particularmente diverso en Colombia es el género *Brycon*, donde se reportan 13 especies: *B. amazonicus*, *B. falcatus*, *B. fowleri*, *B. henni*, *B. labiatus*, *B. medemi*, *B. meeki*, *B. moorei*, *B. oligolepis*, *B. posadae*, *B. rubricauda*, *B. sinuensis* y *B. whitei*, de las cuales ocho son endémicas.

Es una especie riofílica habita en la cuenca del Magdalena en los ríos Nare, Grande, en el Alto y Bajo Cauca; en el río San Jorge en la parte alta del río Uré y en los ríos San Juan, Dagua y Patía, así como embalses el Peñol, las Playas, Porce y Salvajina (Figura 1). Se encuentra principalmente en sistemas lóticos con buena condiciones fisicoquímicas, temperatura entre 16 °C y 25 °C, alto porcentaje

de saturación de oxígeno disuelto (mayor de 80 %) y pH entre 6 y 7.5, altitudinalmente se encuentra entre los 400 y 1800 msnm (Vásquez, 2002).

Prefiere las corrientes turbulentas, donde las aguas son transparentes. Se alimenta de frutos, flores, hojas e insectos que caen al agua desde la vegetación marginal. Raramente consume peces pequeños. Migra para reproducirse al comienzo de las lluvias de abril a mayo y de noviembre a diciembre. Por su talla y excelencia de su carne constituye un recurso de gran importancia para la cría en estanque y la pesca deportiva Ortega (2002).

Figura1. Mapa de distribución de la especie *Brycon henni*.



Fuente: revista colombiana de ciencias pecuarias. Vol. 19. 2006

1.2 HÁBITO ALIMENTICIO

Las características del alimento utilizado por los peces en su hábitat natural es muy diverso, como diversos son sus hábitos alimenticios. Consecuencia de esto, se pueden clasificar como carnívoros, herbívoros y omnívoros. Algunos se alimentan en la superficie, otros en la parte media de la columna de agua y muchos lo hacen en el fondo, en el lecho de su sitio de permanencia.

Como resultado de su evolución, los teleósteos han adquirido características morfológicas y fisiológicas para hacer que el alimento y los hábitos alimentarios se adapten entre sí. Estas adaptaciones se caracterizan principalmente por la configuración morfológica del tracto digestivo. Especies distintas con el mismo tipo de alimentación difieren en la estructura del sistema digestivo, pero las adaptaciones funcionales relacionadas con la naturaleza del alimento y los hábitos alimenticios por lo general siguen siendo similares (Hepher, 1993).

Teniendo en cuenta la categoría de alimento particular y las condiciones ecológicas, los herbívoros pueden dividirse en fitoplanctófagos, macrofitófagos, perifitófagos y detritófagos. Asimismo, los carnívoros pueden ser clasificados como zooplantófagos, entomófagos e ictiófagos. A medida que se hacen más estables las condiciones de alimentación de las especies, se reduce la gama de los alimentos a los cuales se adaptan y en consecuencia, a mayor variabilidad del alimento disponible es mayor la diversidad de elementos alimenticios ingeridos por las especies. Los hábitos alimenticios pueden cambiar aún en una misma especie, de acuerdo con la localidad, las condiciones del alimento, la estacionalidad, la edad o el sexo (Prejs, 1981).

El comportamiento alimentario es característico de cada especie, y se formula durante su evolución. A medida que se hacen más estables las condiciones de alimentación de las especies, se reduce la gama de los alimentos a los cuales se adaptan y en consecuencia, a mayor variabilidad del alimento disponible es mayor la diversidad de elementos alimenticios ingeridos por las especies (Prejs, y Colonine, 1981).

Los cambios en los hábitos de alimentación se producen a medida que el pez crece y suelen estar acompañados por variaciones marcadas en la morfología del sistema alimentario (boca y estructuras del canal digestivo) propio de las primeras etapas del desarrollo.

3.2.1 Morfología del tracto digestivo.

La boca, la cavidad bucal y la faringe, están asociadas con la selección, captura, orientación y preparación predigestiva del alimento. La forma y posición de la boca, la dentición mandibular y del área buco-faringeal y la presencia o no de branquioespinas, muestran una estrecha relación con la forma de alimentación y el tipo de alimento.

De acuerdo con Nikolsky¹, y tomando en cuenta todas las variedades estructurales y funcionales, la boca de los peces puede ser clasificada en los siguientes tipos:

Boca depredadora: con dientes agudos en ambas mandíbulas, ocasionalmente en el vómer y los palatinos. Las branquioespinas son cortas y escasas, útiles sólo para proteger las láminas branquiales de daños eventuales causados por el alimento. Este tipo de boca es propio de peces ictiófagos.

Boca succionadora: sin mandíbulas, con dientes romos en forma de protuberancias córneas. También presentan un "diente" en la lengua este tipo de boca incluye la de peces semiparasíticos.

Boca protensible: de longitud variable, algunas veces extensibles formando un tubo y usualmente sin dientes. Los peces que tienen éste tipo de boca comúnmente se alimentan de invertebrados del fondo o de los que están fijos a diversos sustratos, escasamente de plancton, ejemplos: *Mormyridae*, *Cyprinidae* y *Gerreidae*.

Boca trituradora: usualmente con estructura para esta finalidad, dientes poderosos, algunas veces laminados (*Ragidae*, *Ostraciidae*, *Scaridae*) o con espinas. Frecuentemente sirve para moler la armadura de invertebrados tales como moluscos, equinodermos, corales y macroinvertebrados.

Boca planctófaga: generalmente grande o mediana e inmóvil. Dientes pequeños o ausentes, branquioespinas largas que actúan como filtro. Este grupo puede encontrarse en algunos *Cupleidae*, *Salmonidae*, *Cyprinidae*.

¹ Nikolsky (1963). Citado por CAJAS, Álvaro.2002.

Boca perifitófaga: colocada en la parte inferior de la cabeza formando una abertura transversal. El labio inferior presenta usualmente un borde cortante afilado, algunas veces con una cubierta córnea. Generalmente no poseen dientes. Ejemplos *Chondrostoma nasus* (Cyprinidae), *Varicrinus sp*, *Schizotorax sp*. (Cyprinidae), *Prochilodontidae*.

Estos tipos básicos de estructura bucal están interrelacionados por una serie de tipos transicionales.

En relación con la forma de alimentación además de la estructura de la boca también varía su posición en el cuerpo Nikolski², se tienen los siguientes fundamentos:

La boca puede ser dorsal, cuando se abre sobre el eje del cuerpo; terminal, colocada en el eje del cuerpo o ventral, ubicado en la parte inferior de la cabeza.

Los dientes constituyen una de las adaptaciones más resaltantes para la alimentación en los peces. La dentición varía mucho en forma y posición incluyendo la boca y los labios. Existe una estrecha relación entre el tipo de dentición, la forma de captura del alimento y la clase del alimento ingerido. La dentición aguda y afilada de algunos depredadores es de uso aparentemente muy exitoso para atrapar, penetrar y retener la presa. Los depredadores tales como Serrasalmos, *Sphyrnaiprotopterus*, presentan dientes cortantes como hojillas afiladas muy efectivos para desgarrar trozos de carne a sus presas.

La estructura de la faringe está también estrechamente relacionada con el comportamiento alimentario del pez. El número y estructura de las branquioespinas que constituyen un aparato filtrador perfecto puede variar considerablemente, desde algunos tubérculos escasos y pequeños en los depredadores hasta un aparato filtrador complejo como en las sardinas (familia Clupeidae) que son planctófagas y en algunas carpas (*Hypophthalmichthys molitrix*), que se alimenta de algas planctónicas.

Los aparatos bucal y faríngeo presentan algunas relaciones estructurales con el tubo digestivo. En general los depredadores poseen una boca grande,

² Nikolski, Ibid, p 22

branquiospinas cortas y poco numerosas estomago grande usualmente abundante número de ciegos pilóricos e intestino corto.

La estructura, forma y tamaño del tubo digestivo varía ampliamente en los Teleósteos. Algunos poseen un estómago que solo constituyen una parte del trato, con una secreción acida típica y un epitelio diferente al del intestino, mientras que en otras el tubo digestivo no está morfológicamente diferenciado. Los dos casos pueden presentarse en la misma familia (Vlenniidae, Cobitidae) y aún en un mismo género (Gobius)

La longitud del tracto digestivo forma una estrecha relación con el tipo de alimento. Los mejores ejemplos de ellos pueden encontrarse en los peces sin estómago (Cyprinidae), en los cuales la longitud relativa del canal alimenticio varía entre 0,6 y 22 veces la longitud del cuerpo (Cuadro 1). Una situación similar se observa en peces que poseen estómago, en diferentes cíclidos, como en el depredador *Chichia temensis* Humboldt, hay un estómago grande y un intestino corto mientras que en el herbívoro *Tilapia heudeiotti* Dumeril, hay un estómago reducido y un intestino largo. Sin embargo, la variación de la longitud del tracto digestivo entre los peces con estómago no es tan espectacular. En el carnívoro *Hydrocyon forskalii*; Rowntree³ halló que la longitud del tubo digestivo era de 0.8 veces la longitud del cuerpo; en el insectívoro *Pirrbulina filamentosa* encontró un valor de 1; en el consumidor de invertebrados y plantas *Xenoscharax spirilus* Gunth; encontró un valor de 2 finalmente en el micrófago *Citharinus citharus* (Geoffrey), Daget⁴ da valores entre 6,0 y 7,5.

Un estudio morfológico funcional del pez puede, en general indicar el tipo de alimento que es capaz de consumir y también, lo cual no es menos importante, los tipos de alimento que no es capaz de utilizar, sin embargo basándose solo en la morfología, es apenas normal lograr una visión global de los hábitos alimentarios, ya que el espectro de posibilidades que resultan del estudio morfológico es muy amplio. Como siempre, las adaptaciones estructurales y funcionales especializadas funcionan tanto como ventajas y desventajas para su poseedor, haciendo viable que un animal pueda acomodarse a ciertas condiciones ambientales, pero también restringiendo sus hábitos de tal manera que pueden conducir, en ciertas situaciones, al fracaso de formas extremas de especialización.

³ Rowntree (1903). Citado por Prejs, A. Colomine, G. 1981.

⁴ Daget (1962). Citado por Prejs, A. Colomine, G. 1981.

Cuadro 1. Hábitos alimenticios y longitud relativa del tubo digestivo en algunos ciprinidos adultos.

Especie	Habito alimenticio	Longitud relativa (Cm)	Autor
<i>Labeo fimbriata</i>	Algas, detritus	22.0	Alikhuni&N. 1957
<i>Labeo niloticus</i>	Algas, detritus	16.9	Matthes, 1963
<i>Labeo horie</i>	Algas, detritus	15.5	Matthes, 1963
<i>Hypophthalmichthy</i>	Fitoplancton	15.0	Das& Moitra, 1958
<i>Varicorhinus</i>	Algas, detritus	6.9	Verighia, 1969
<i>V. tangánica</i>	Perifiton, plantas, insectos	5.0	Matthes, 1963
<i>Garra dembensis</i>	Algas, invertebrados	4.5	Matthes, 1963
<i>Ladislavia tacznowskii</i>	Algas, invertebrados	2.0-2.5	Spanovskaya 1961
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Macrofitas	2.5-3.0	Boruckij, 1952
<i>Scardinius erythophthalmus</i>	Macrofitas	1.3-1.6	Prejs, 1978
<i>S.erythophthalmus (juveniles)</i>	Macrofitas, algas, invertebrados.	1.1 -1.2	Prejs, 1978
<i>Rostrogobio amurensis</i>	Invertebrados	0.8-1.4	Spanovskaya, 1961
<i>Compostomabarbus wittei</i>	Zooplancton	0.7-0.8	Matthes, 1963
<i>Barilus moorei</i>	Carnívoros	0.6-0.8	Matthes, 1963
<i>Chela bacaila</i>	Carnívoros	0.6	Das&Moitra, 1958

Fuente. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Andrzej Prejs. Universidad de Varsovia. Polonia. 1981.

3.3 CADENA TRÓFICA

Los organismos pueden ser productores o consumidores en cuanto al flujo de energía a través del ecosistema. Los productores convierten la energía ambiental en enlaces de carbono. Los ejemplos más destacados de los productores son las plantas; ellas por medio de la fotosíntesis, la energía de la luz solar para convertir el dióxido de carbono en glucosa (u otra azúcar). Las algas y cianobacterias también son productores fotosintetizadores. Un término con que se catalogan a los productores es autótrofo.

Los consumidores obtienen su energía de los enlaces de carbono originados por los productores. Otro término para designar un consumidor es heterótrofo.

3.3.1 Nivel trófico

El nivel trófico se refiere a la posición de los organismos en la cadena alimenticia, estando los autótrofos en la base. Un aspecto importante de las cadenas alimenticias es lo que se denomina la ley del “diezmo ecológico” que determina que cuanto mayor es el nivel trófico de un organismo, menor cantidad de energía tendrá disponible el siguiente eslabón trófico. Es importante analizar que muchos animales no tienen dietas especializadas.

Los omnívoros comen tanto animales como plantas, igualmente los carnívoros (excepto algunos muy especializados) no limitan su dieta solo a organismos de un nivel trófico.

3.4 CALIDAD DE AGUAS

El término calidad se refiere a las características que presentan los seres, las cuales permiten de alguna forma evaluarlos. Por eso al referirse al agua, se evalúan entonces sus componentes abióticos (parámetros físicos y químicos) bióticos (fauna y flora ambas en sus componentes macro y micro): sin embargo, en este caso el concepto se torna relativo o complejo, en el sentido que debe aclararse al hablar de una buena o mala calidad del agua, el objetivo de la evaluación o la utilización final del recurso (Zamora 1999).

3.4.1 Calidad biológica de las aguas por medio de macroinvertebrados acuáticos.

La evaluación de la calidad del agua se ha realizado tradicionalmente con base en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Sin embargo, en los últimos años, muchos países han aceptado la inclusión de las comunidades acuáticas como un hecho fundamental para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos. Un ecosistema acuático es un sistema funcional en el cual hay un intercambio cíclico de materia y energía entre los organismos vivos y el ambiente abiótico. Por tanto, la biología y la química están estrechamente relacionadas y en la evaluación de las aguas naturales y contaminadas, juegan papeles complementarios (Roldan, 2000).

Es un hecho que la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos. Por ello, los métodos de evaluación basados en estos organismos han sido ampliamente utilizados desde hace varias décadas como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua. Los países de la Unión Europea han sido los líderes en este proceso. Los estudios basados en esta metodología han permitido un conocimiento del estado ecológico de sus ríos y lagos, lo cual les sirvió de base para elaborar planes para una sorprendente recuperación en los últimos veinte años. Basados en el conocimiento que se tenga de la fauna acuática en cada país, dicha evaluación podrá hacerse en diferentes niveles de precisión (Roldan, 2000).

Fundamentados en la consideración anterior, se propone el estudio del estado ecológico de las cuencas de Colombia, utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Se considera que un organismo es un buen indicador de calidad del agua cuando éste se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior, o ligeramente similar, al resto de los organismos con los que comparte el mismo hábitat. Así, por ejemplo, en ríos de montaña de aguas frías, transparentes, oligotróficas y bien oxigenadas se espera encontrar poblaciones dominantes de efemerópteros, tricópteros y plecópteros, pero también se espera encontrar odonatos, coleópteros, hemípteros, dípteros, neurópteros, ácaros, crustáceos y otros grupos menores en bajas proporciones (Roldan 2000).

Por el contrario, en ríos y quebradas que están siendo contaminadas con materia orgánica, de aguas turbias, con poco oxígeno y eutrofizadas, se espera encontrar poblaciones dominantes de oligoquetos, quironómidos y ciertos moluscos, aunque

ocasionalmente pueden hallarse algunos pocos individuos que se consideran indicadores de aguas limpias.

En situaciones intermedias, o sea, en aguas que comienzan a mostrar síntomas de contaminación, o por el contrario, que comienzan a recuperarse, es común encontrar poblaciones dominantes de turbelarios, hirudíneos, ciertos moluscos, quironómidos y oligoquetos, mezclados en menor proporción con ciertos Ephemeropteros y trichópteros (Roldán,1992).

3.4.2 Adaptación del índice BMWP para Colombia. Zamora, 2005

Zamora, H. Docente e investigador del departamento de Biología de la Universidad del Cauca, en el artículo "Adaptación del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party store system) plantea la necesidad y conveniencia de promover y utilizar otras metodologías complementarias a las tradicionales; y afirma que esas metodologías se fundamentan en las características del componente biótico del ecosistema acuático, mediante el análisis de la composición y estructura de la comunidad en general o de una de sus comunidades en particular. Finalmente manifiesta que entre las metodologías de evaluación biológica de calidad de las aguas que pueden ser aplicadas en nuestro medio, se propone la utilización del índice BMWP, adaptado a las características biológicas y ecológicas de las comunidades de macroinvertebrados dulceacuícolas neotropicales.

El Biological Monitoring Working Party store system o sistema para la determinación del Índice de Monitoreo Biológico (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. Consiste en el ordenamiento de los macroinvertebrados acuáticos a nivel taxonómico de familia, en diez grupos en una escala de mayor a menor tolerancia a las alteraciones de las condiciones normales naturales de los cuerpos de agua, asignando valores entre uno y diez puntos respectivamente.

Como el índice solo permitía obtener unas puntuaciones para comparar situaciones de calidad pero no para emitir juicios respecto a la misma, Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, correlacionaron los valores BMWP con cinco grados de contaminación, asignándoles además una significación de la misma en cada caso. Con base a estos trabajos y los realizados por Zamora, H. Roldan, G. Zúñiga de C. Bohórquez, A. Reinoso, G. Zamora-Muñoz, C. *et al*, Ortega, C. Pérez, H *et al* entre otros investigadores, sobre el tema de los macroinvertebrados acuáticos

como bioindicadores de la calidad de las aguas epicontinentales, se presenta mediante el cuadro 2 y 3, una adecuación para Colombia del sistema BMWP.

En el cuadro 2 se compara el BMWP aplicado en España, por Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, (1988) y los adaptados para Colombia por Zamora, H., (1999) y Roldán, G. (2003), esta revisión y actualización, agrupa como en los anteriores, los MAE por familias en diez categorías de acuerdo con la puntuación o valencia ecológica de 1 a 10, pero de acuerdo con el carácter bioindicador reportado en los trabajos realizados en Colombia y citados en este artículo. Se organizan las familias por orden en cada categoría, con la finalidad de facilitar la identificación en campo o en el laboratorio.

El cuadro 3 presenta seis (6) clases correspondientes con niveles de calidad, según el puntaje obtenido en la sumatoria de las diferentes valencias bioindicadoras para las familias que constituyan la muestra analizada. Para cada clase o tipo de de aguas según su calidad, se definen sus características y finalmente se le asigna el color a utilizar cuando sea necesario incluir el cartografiado de la calidad biológica. Se amplía el rango de cada categoría y se adiciona una clase más de agua, en razón a la mayor diversidad de macroinvertebrados encontrado.

Cuadro 2. Sistema para la determinación del Índice de Monitoreo Biológico – BMWP

Ordenes	Familias	Puntaje
Plecoptera Ephemeroptera Trichoptera Coleoptera Odonata Diptera Unionoida Acari Hidroida	Perlidae Oligoneuridae, Euthyplociidae, Polymtarcyidae. Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae. Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae. Polythoridae. Blepharoceridae. Unionidae. (Cl: Bivalvia o Pelecypoda) Lymnessiidae. (Cl: Arachnoidae o Hidracarina). Hidridae. (Cl: Hydrozoa)	10
Ephemeroptera Tricoptera Coleoptera Odonata Diptera Gordioidae Lepidoptera Mesogastropoda Hirudiniformes	Leptophlebiidae, Efemeridae. Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae. Gyrinidae. Scirtidae. Gomphidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae.. Simullidae. Gordiidae, Chordodidae. (Cl: Nematomorpha) Pyralidae Ampullariidae. (Cl: Gastrópoda). Hirudinae. (Cl: Hirudinea)	9
Ephemeroptera Trichoptera Coleoptera Odonata Hemiptera Diptera Decápoda Basommatophora	Baetidae, Caenidae, Hidropsychidae, Leptoceridae, Helicopsychidae. Dytiscidae, Dryopidae. Lestidae, Calopterygidae. Pleidae. Saldidae, Guerridae, Veliidae, Hebridae Dixidae. Palaemonidae, Pseudothelpusidae. (Cl Crustácea) Chilinnidae. (Cl: Gastrópoda)	8
Ephemeroptera Trichoptera Coleoptera Odonata Hemiptera Diptera Basommatophora Mesogastropoda Archeogastrópoda	Tricorythidae, Leptohiphidae. Polycentropodidae. Elmidae, Staphylinidae Aeshnidae. Naucoridae, Notonectidae, Mesolveiidae, Corixidae. Psychodidae Ancyliidae, Planorbidae. (Cl: Gastrópoda) Melaniidae, Hydrobiidae, (Cl: Gastrópoda) Neritidae. .. (Cl: Gastrópoda)+	7

Continuación Cuadro 2

Ordenes	Familias	Puntaje
Coleoptera Odonata Hemiptera	Limnichidae, Lutrochidae. Libellulidae, Belostomatidae, Hydrometridae, Gelastocoridae, Nepidae,	
Diptera Megalóptera Decapoda Anphipoda Tricladida	Dolichopodidae. Corydalidae, Sialidae.. Atyidae. . (Cl Crustácea) Hyaellidae. . (Cl Crustácea) Planariidae, Dugesidae	6
Coleóptera Diptera Basommatophora	Chrysomelidae, Haliplidae, Curculiónidae. Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae. Thiaridae. (Cl: Gastrópoda)	5
Coleoptera Diptera Basommatophora	Hidrophilidae, Noteridae, Hydraenidae. Tipulidae, Ceratopogonidae. Limnaeidae, Sphaeridae.. (Cl: Gastrópoda).	4
Diptera Basommatophora Glossiphoniiformes	Culícidae, Muscidae, Sciomizidae. Physidae. (Cl: Gastrópoda). Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Cylicobdellidae	3
Diptera Heplotaxida	Chironomidae, Ephydriidae, Syrphidae. Todas las familias (Excepto tubifex)	2
Haplotaxida	Tubificidae (Tubifex)	1

Fuente: Biological Monitoring Working Party Score System. Adaptación para Colombia (Zamora 2005).

Cuadro 3. Clases, Valores y Características para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP.

Clase	Rango	Calidad	Características	Color Cartográfico
I	≥121	Muy Buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101 -120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61 - 100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36 - 60	Dudosa	Aguas Contaminadas	Amarillo
V	16 - 35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤ 15	Muy crítica	Aguas Fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Biological Monitoring Working Party Score System. Adaptación para Colombia (Zamora 2005).

3.5 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA HÍDRICA.

Los parámetros físico-químicos hídricos están en constante y permanente variación y demuestran cambios de la caracterización hídrica en función de pisos altitudinales, zonas fitogeográficas, dinámica del cuerpo de aguas y estos procesos se relacionan directamente con la naturaleza del ambiente, la adaptación y distribución de la biota acuática en general (flora microbiana, phytoplacton, macrophytas acuáticas, zooplancton, macroinvertebrados acuáticos, ictiofauna) y fundamentalmente con el flujo de energía y niveles trofodinámicos que en el ecosistema acuático se establecen (Vásquez, 2001).

Parámetros físico-químicos fundamentales que se consideran como indicadores de la calidad de las aguas naturales.

Los principales parámetros físico-químicos que fundamentalmente requieren especial interés y cuyo análisis integrado permite una visión preliminar concreta sobre la calidad del agua y sus condiciones en un ecosistema acuático son:

3.5.1 Aspecto térmico

Un efecto que se deriva de la penetración lumínica y por consiguiente, de la cantidad de energía que es absorbida por el cuerpo de aguas naturales, el aspecto térmico es indispensable considerarlo puesto que la temperatura incide en la densidad del agua, solubilidad de gases (relación inversa), reacciones químicas, y en procesos biológicos tales como: niveles trofodinámicos de la biota acuática, tasas metabólicas, conversiones alimenticias, procesos de maduración gonádica, procesos de degradación de materia orgánica, etc.

La temperatura del agua, influye en todo el metabolismo de los peces, la alimentación, el crecimiento, trabajo muscular, respiración, reproducción, etc. También tiene incidencia indirecta, al influir en el medio ambiente en el que viven, en la cantidad de oxígeno disuelto y el desarrollo de otros organismos necesarios. Todos los peces tienen una temperatura óptima, que es la que prefiere y en la que desarrollan en mejor forma los procesos vitales. La temperatura tolerable es la que soportan los peces sin grandes inconvenientes, pero no se desarrollan totalmente algunos procesos

3.5.2 Gases disueltos.

En las aguas naturales la concentración de oxígeno disuelto esta variando permanentemente, debido a los procesos físicos, químicos y biológicos que se dan

continuamente. Las fuentes principales de oxígeno en el medio acuático son: el intercambio con el medio atmosférico y el proceso bioenergético de la fotosíntesis generado por el phytoplankton y las macrophytas acuáticas.

La solubilidad del oxígeno dependerá de la presión parcial que ejerce el gas, la temperatura (relación inversa) y la salinidad (relación inversa).

En los ecosistemas lóticos la tendencia es a mantener niveles constantes en los estratos superiores de la columna, presentándose disminuciones bruscas en los niveles inferiores de ellas, cuando la dinámica hídrica es menor por condiciones geomorfológicas y topográficas.

La determinación de oxígeno disuelto se puede hacer mediante métodos estándar, tales como el método Winkler, o con "kits" de reactivos analíticos calorimétricos. Hoy en día existen instrumentos electrónicos digitales, como los oxígenómetros u oxímetros, los cuales pueden brindar una información precisa a cerca de la concentración de este gas en mg/ L.

En relación con el gas carbónico disuelto las fuentes de este gas en el ecosistema acuático son: respiración tanto animal como vegetal (esta última en ausencia de luz), procesos de degradación de materia orgánica, agua lluvia que arrastra consigo CO_2 de la atmósfera y en general reacciones químicas que se manifiestan tanto en la columna como en el sustrato.

La concentración de este gas en el agua esta influenciada por los procesos fotosintéticos, los procesos de respiración y por descarga de materia orgánica que pueden elevar los valores hasta concentraciones que se consideran factor limitante para el desarrollo de la biota acuática (valores superiores a 20 mg / L (Boyd, 1990).

3.5.3 pH. Relación con acidez total y alcalinidad total

Los valores de pH en las aguas naturales, varían en función del estado trófico del sistema; concentración de gas carbónico, presencia de iones que determinan la alcalinidad (HCO_3 , SO_4 , PO_4 , etc.), acidez mineral, factores edáficos, presencia de ácidos orgánicos, columna de agua. Para el normal desarrollo de la biota acuática,

los valores limitantes están en el rango de 4.5 a 8.5, siendo el pH fisiológicamente óptimo entre 7.0 y 7.4.

En el análisis de calidad de aguas, es importante determinar el origen de los valores de pH que se registren:

- Valores inferiores a 4.5 están dados fundamentalmente por la acidez mineral (presencia de hierro, cobre, aluminio y azufre).
- Valores comprendidos entre 4.5 y 8.25, están dados por la incidencia del gas carbónico, de mayor a menor concentración respectivamente.
- Valores cercanos a 7.0, bien sea menores o superiores, están dados por el sistema "búfer" (HCO_3^-).
- Valores comprendidos entre 7.0 y 9.3, están influenciados por la presencia de iones que determinan la alcalinidad (CO_3^{2-}) de menor a mayor concentración respectivamente.
- Valores superiores a 9.3 están dados por la presencia de bases fuertes (OH^-).

También es necesario considerar que las reacciones de tipo biológico como por ejemplo la fotosíntesis tienden a disminuir la concentración de gas carbónico, aumentando los valores de pH. Por el contrario actividades como la respiración, la degradación de materia orgánica, la nitrificación del amonio y la oxidación de los sulfuros elevan la concentración de CO_2 , disminuyendo los valores del pH

En un ecosistema acuático inciden notablemente en el metabolismo y distribución de la biota, al variarse la distribución del carbono total, dado que existen relaciones entre el ion hidrogenión, el CO_2 y el pH, que conducen a estimar los valores de productividad primaria.

3.5.4 Conductividad y su relación con los sólidos totales disueltos (TDS)

La conductividad en las aguas sirve para medir la cantidad de iones; y por lo tanto se correlaciona con los sólidos disueltos. Mediante la conductividad se puede tener una idea muy aproximada a la realidad, acerca del funcionamiento de un ecosistema acuático: actividad iónica, diversidad biótica (relación inversa), procesos de osmoregulación y balance hídrico, productividad natural primaria, procesos de descomposición de materia orgánica (estado trófico).

La conductividad específica de las aguas naturales, es la medida de la resistencia de una solución al flujo eléctrico; o sea que la resistencia disminuye con el incremento del contenido de sales.

Los sólidos disueltos totales corresponden a la cantidad (mg/L) de sustancias de origen inorgánico como orgánico que por su actividad iónica marcan flujos energéticos dentro de los ecosistemas acuáticos y su importancia en el manejo de la calidad de las aguas radica en poder dimensionar el estado trófico del mismo, las condiciones edáficas, la salinidad y los niveles de productividad natural.

En las aguas continentales los principales iones que inciden directamente en la concentración salina son: Ca; Mg, Na; K; CO₃; PO₄. En aguas marinas primordialmente son NaCl y silicatos.

Dependiendo del equipo utilizado, los valores de conductividad se pueden expresar en Ohm/cm; Mhon/cm; o μ S/cm. Las condiciones edáficas, la salinidad y los niveles de productividad natural. En cierta manera, incide en su potencial los procesos bioenergéticos y la presencia de material en suspensión que entra a formar parte de los flujos energéticos.

Lo anterior indica que aguas oligotróficas presentan valores bajos (entre 10 y 25 mg/L en sistemas hídricos de alta montaña en el departamento del Cauca), mientras que en aguas de naturaleza tróficas, tienden a aumentar considerablemente estos valores (entre 50 y 200 mg/L), máxime cuando hay influencia directa de zonas costeras, por el aporte de material alóctono y salino por flujo intermareal (valores superiores a 500 mg/L).

En las aguas continentales las concentraciones pueden aumentar en función de: naturaleza geoquímica de los substratos debido a yacimientos salinos que pueden disolverse fácil y rápidamente, procesos naturales de degradación de materia.

4 MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el municipio del Patía, en la cuenca hidrográfica del mismo nombre (figura 2). Específicamente en la quebrada Las Tallas, que pertenece a la vertiente occidental del río Patía y nace en el flanco oriental de la cordillera occidental a unos 2300 msnm en la vereda la esperanza (figura 2). Presenta una pendiente promedio de $S= 8.2\%$; la vertiente esta formada por cañones estrechos y profundos, con laderas muy pendientes en su cabecera y mas atenuados en su curso bajo. Tiene una extensión total de 19,65 Km. (Lemus, 1990).

La microcuenca de la quebrada Las Tallas es la más pequeña de la vertiente occidental del río Patía, recorre las veredas el Vijal, Alto de Boyacá y Monares, que corresponden al municipio de Balboa; y Santa Cruz, Pan de Azúcar y Las Tallas, del municipio del Patía. Los afluentes más notorios son por su margen derecha las quebradas de agua dulce y Manzanares, y por su margen izquierda Caño Grande.

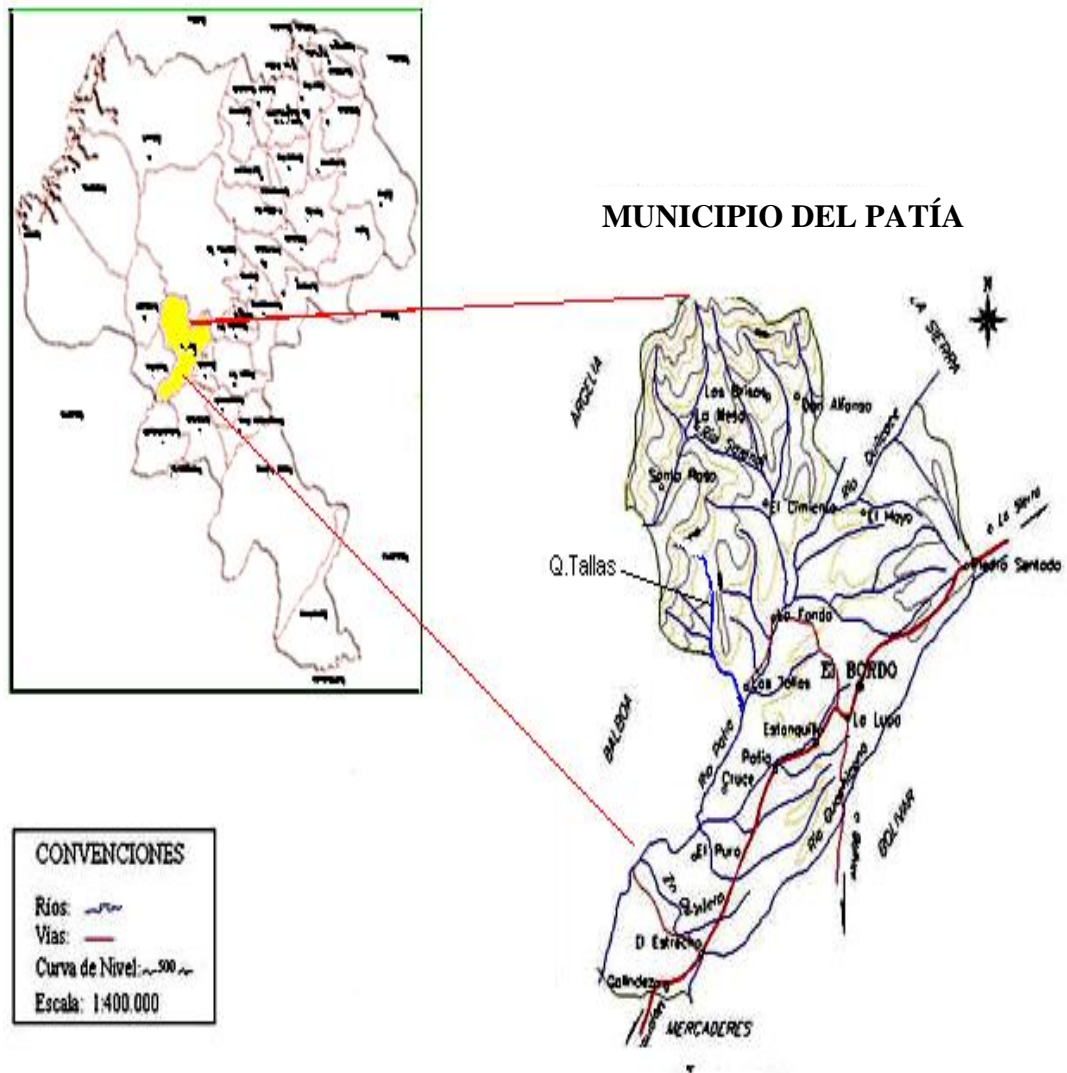
4.1.1 Clima

A lo largo de la cuenca hidrográfica del río Patía se encuentran notables diferencias climáticas como consecuencia del factor altitudinal, que de hecho altera las temperaturas. En la zona de estudio la altitud varía desde los 600 hasta los 2000 msnm.

La parte baja y media de la microcuenca de la quebrada Las Tallas pertenece a la zona de vida trancional entre bosque seco basal Tropical y bosque húmedo basal Tropical (bs-B/T // bh-B/T), (Holdridge), que corresponde a clima cálido seco donde la temperatura varía entre los 24°C y 28°C, con una precipitación promedio anual de 1220 mm.

Se presenta una distribución de lluvias bimodal, periodos de alta precipitación que van de octubre a diciembre y de marzo a mayo, siendo el mes más lluvioso noviembre y los meses mas secos julio y agosto.

Figura 2. Mapa de Ubicación de la quebrada Las Tallas en el departamento del Cauca



Fuente: www.gobcauca/planeación.co.

Figura 4. Puente sobre la quebrada Las Tallas



Fuente: el Autor 2006

Figura 5. Desembocadura de la quebrada Las Tallas en el río Patía.



Fuente: el Autor 2006

4.3 FASE DE CAMPO

Se realizaron seis jornadas de muestreo con una duración de una semana, cubriendo los dos periodos pluviométricos principales (lluvioso y seco). En cada jornada de muestreos se realizó la captura de los especies ícticas, registro de las variables fisicoquímicas y obtención de muestras de fauna béntica.

4.3.1 Obtención de los Ejemplares de *Brycon henni*

Para la captura de los peces se trabajó con diferentes artes de pesca:

Galandras (10 a 15 anzuelos).

Atarraya con ojo de malla de 1"y 2"

Chinchorro con ojo de malla de 2".

Línea fija de mano con diferentes tamaños de anzuelo.

Los peces capturados fueron a preservados en formol al 10%, y conservádos en refrigeración. Luego, se les asignó un número de orden dentro de la muestra, con el fin de facilitar el trabajo de identificación, modo de captura y numeración de estructuras y órganos obtenidos.

4.3.2 Captura de macroinvertebrados acuáticos

Se realizó muestreos de fauna béntica presente en la quebrada Las Tallas para la caracterización biológica de sus aguas. La colecta de los ejemplares se cumplió en tres etapas (Zamora, 1999)

- **Captura.** Se utilizó una red de mano o pantalla de 1m², con un ojo de malla de 500um aproximadamente (figura 6). Además, se capturaron manualmente los macroinvertebrados adheridos a rocas, troncos y ramas sumergidas, con ayuda de unas pinzas de punta fina.

Figura 6. Captura de la fauna béntica en la quebrada Las Tallas



Fuente: el Autor 2006

- **Conservación.** Los organismos atrapados se pasaron a frascos de boca ancha, con alcohol al 70%. Los frascos fueron rotulados con el lugar de recolección y las características especiales del lugar donde se tomó la muestra.
- **Identificación.** En el laboratorio de recursos hidrobiológicos de la Universidad del Cauca, se procedió a separar en cajas de petri, los organismos con la ayuda del estereoscopio. Se utilizaron claves permitentes para clasificar los individuos a nivel de género.

4.3.3 Caracterización fisicoquímica hídrica

Se realizó paralelamente con las capturas de los ejemplares ícticos, con el fin de establecer en que condiciones fisicoquímicas se desarrolla y distribuye la especie.

Las variables que se registraron y analizaron fueron las siguientes: temperatura ambiental ($^{\circ}\text{C}$), la cual se determinó mediante un termómetro digital Ama- Digit ad 15th; temperatura hídrica ($^{\circ}\text{C}$), se empleó un teletermómetro YSI sct-meter; para la concentración de oxígeno disuelto (mg /L), se mediante un kit reactivocolorimétricoAquaMerk; pH (unidades) se utilizó el método colorimétrico AquaMerk; gas carbónico disuelto (mg /L), se utilizó el método estándar de titulación con hidróxido de sodio, empleando la fenolftaleina como indicador

(figura 8); conductividad (umhos/cm) se registró por medio de la utilización de un conductímetro YSI sct-meter (figura 7); porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, se obtuvo por medio de la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto.

Figura 7. Conductímetro YSI sct-meter



Fuente: el autor, 2006

Figura 8. Kits reactivos AquaMerk



Fuente: el autor, 2006

En la caracterización físico-química se realizó el análisis estadístico descriptivo de las variables registradas durante los meses de muestreo, tendiente a obtener un resultado que refleje el comportamiento del sistema en la zona de estudio, empleando las siguientes formulas:

Promedio (\bar{x}): $\bar{x} = \sum X_i / N$

Varianza (δ^2): $\delta^2 = \sum (X_i - \bar{x})^2 / N$

Desviación estándar (δ): $\delta = \frac{\sqrt{\sum X_i^2 - (\sum x_i)^2 / N}}{N}$

4.4 FASE DE LABORATORIO.

En el laboratorio, se procedió a registrar el sexo, peso, longitud total y estándar de cada uno de los especímenes capturados (figura 9), para luego efectuar la disección de los mismos, realizando un corte ventral desde el ano hasta el istmo branquial (figura 10), con el fin de extraer los órganos a trabajar.

Figura 9. Registro gravimétrico de individuos de *Brycon henni*



Fuente: el Autor 2006

Figura 10. Corte ventral desde el ano hasta el istmo branquial



Fuente: el Autor 2006

4.4.1 Frecuencia por tallas de los especímenes de *Brycon henni*

Se realizó un cuadro de frecuencia por tallas de los individuos capturados para lo cual se estableció:

m= # de clases

n= Tamaño de la muestra

R= Rango

C= Amplitud

$m = 1 + 3.3 \times \text{Log}(n)$

R= longitud mayor - longitud menor

$C = R / m$

4.5 ASPECTO TRÓFICO

4.5.1 Morfología del pez

Se tuvo en cuenta la forma y estructura de la boca, forma y número de las branquiospinas, longitud de la vía digestiva, relación biométrica entre la longitud de la vía digestiva y la longitud total.

4.5.2 Trofodinamica

Se realizó conjuntamente el análisis del contenido estomacal, teniendo en cuenta los criterios de las dos primeras fases de digestión según Wetzel Roberth (1980)⁵, en donde la fase I el contenido estomacal es totalmente identificable, ya que los organismos poseen sus partes completas; en la fase II los organismos han comenzado a ser digeridos en el estómago, siendo posible aún su identificación.

Para analizar el contenido estomacal se consideraron los siguientes coeficientes propuestos por Vazzoler (19829):

$$\text{Coeficiente de vacuidad (CV)} = \frac{\# \text{ de estómagos vacíos}}{\# \text{ de estómagos examinados}} \times 100$$

Este coeficiente es indicativo del porcentaje de ejemplares en los cuales no se encontró ningún tipo de alimento dentro del total de la muestra.

$$\text{Índice de frecuencia de una presa (F)} = \frac{\# \text{ de estómagos con cierta presa}}{\# \text{ de estómagos examinados}} \times 100$$

El índice de frecuencia de una presa indica el porcentaje de estómagos que presentan determinado componente alimenticio dentro del total de estómagos examinados.

$$\text{Índice de repleción o saciedad (IR)} = \frac{\text{Peso estómago}}{\text{Peso total del pez}} \times 100$$

Valor que indica la capacidad estomacal del pez y cuanto está aprovechando dicha capacidad para consumir alimento.

$$\text{Índice de abundancia relativa (A)} = \frac{\text{Peso de una presa}}{\text{Peso total de las presas}} \times 100$$

Valor que indica el porcentaje en peso que representa cada ítem consumido, teniendo como referencia el peso total de las presas. Inicialmente se registra el peso húmedo total de los organismos pertenecientes a determinado ítem y posteriormente se saca el porcentaje.

⁵ Wetzel Y Roberth (1980).citado por Vásquez, Guillermo. 1993.

$$\text{Porcentaje en número (CN)} = \frac{\text{Número de determinada presa}}{\text{Número total de las presas}} \times 100$$

Valor que indica el porcentaje al cual equivale una determinada presa de un componente alimenticio, sobre el total de número de presas registradas en un estómago analizado, dando un indicativo de la importancia que el espécimen está dando a esa presa en específico.

$$\text{Coeficiente alimenticio (Q)} = \text{CN} \times A$$

Coeficiente que se refiere a la preferencia alimenticia por cada uno de los ítems o grupos alimenticios determinados en el estudio.

Según los resultados Q se clasifica en:

Q >1000	=	alimento preferencial
100 < Q < 1000	=	alimento frecuente
Q < 100	=	alimento ocasional

4.6 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA BMWP

En un ecosistema acuático, está determinada por la dominancia de las poblaciones de organismos adaptados, característicos, o propios de la calidad de sus aguas, los cuales se utilizan como bioindicadores bien sea cualitativamente o cuantitativamente, según el índice que se aplique. Actualmente es más común, la utilización de las poblaciones y comunidades de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) para tal fin (Zamora 2005).

Se identificaron los macroinvertebrados acuáticos colectados a nivel taxonómico de familia, para así asignarle el valor que le correspondía en la tabla del índice BMWP, luego se procedió a realizar la sumatoria del total del puntaje para obtener la clasificación de la clase, rango, calidad y características del agua en el sitio de muestreo.

4.7 COMPARACIÓN DE LA OFERTA ALIMENTICIA DEL MEDIO CON LA DEMANDA DE LA ESPECIE.

Para la realización de este objetivo se aplicó un índice de similitud entre los macroinvertebrados acuáticos colectados en el medio lótico y los encontrados en el contenido estomacal de la especie íctica.

Índice de similitud de Sorensen

$$Iss = \frac{2C}{(A + B)} \times 100$$

Donde:

Iss = Índice de similitud de Sorensen

A = Géneros de macroinvertebrados presentes en la quebrada

B = Géneros de macroinvertebrados en el contenido estomacal

C = Géneros comunes

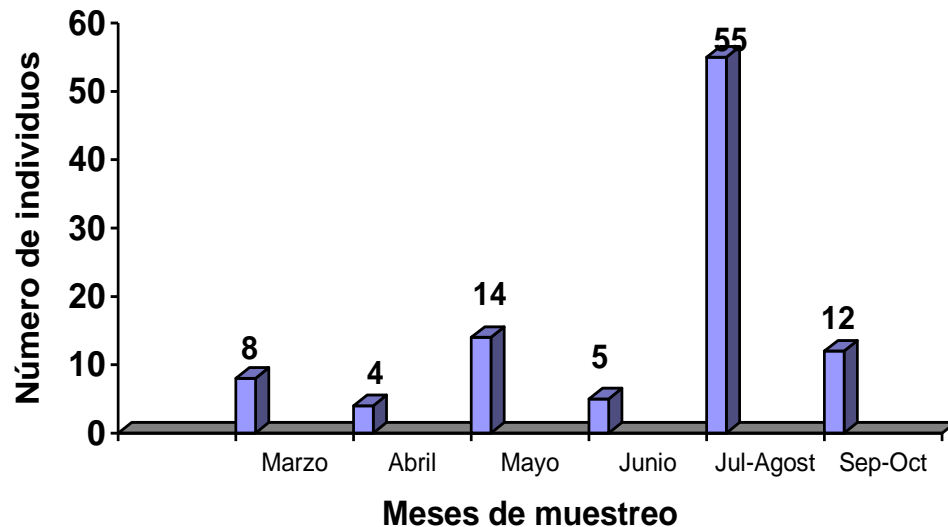
Se estableció la comparación entre las dos épocas climáticas para registrar algún tipo de variación

5 RESULTADOS

5.1 CAPTURA DE LA MUESTRA

Se logro la captura de 98 individuos mediante las artes de pesca implementadas (Figura 11)

Figura11. Número de capturas por jornada de muestreo.



Fuente: El autor, 2006

Se estableció un número de clases (m) de 8, un rango (R) de 120 y una amplitud (C) de 15, con lo que se elaboro un cuadro de frecuencia por rangos de tallas de los individuos capturados de *Brycon henni* (Cuadro 4)

$$m(\# \text{ clases}) = 1 + 3.3 \times \text{Log} (98)$$
$$m = 7.57 \approx 8$$

$$R (\text{Rango}) = 215 - 95$$
$$R = 120$$

$$C (\text{Amplitud}) = m / R$$
$$C = 15$$

Cuadro 4. Rango de tallas (mm) y frecuencia de especímenes de *Brycon henni*

Rango (mm)	Frecuencia
95 -110	8
110- 125	12
125 -140	19
140 -155	24
155 -170	14
170 -185	10
185 - 200	8
200 - 215	3
Total	98

Fuente: El autor, 2006

5.2 MORFOLOGIA DEL PEZ

5.2.1 Forma y posición de la boca

La especie íctica *Brycon henni* tiene una boca terminal, no protáctil (figura 12); se distingue por tener tres series de dientes en el dentario, compuestas por dientes multicúspides resistentes, dispuestos en tres series superiores entre ellos y, en su punto más adelantado, un par de dientes cónicos (figura 13 y 14).

Figura 12. Posición de la boca de la especie *Brycon henni*



Fuente: el autor 2006

Figuras 13 y 14. Forma de dentición de la especie *Brycon henni*.



Fuente. El Autor 2006

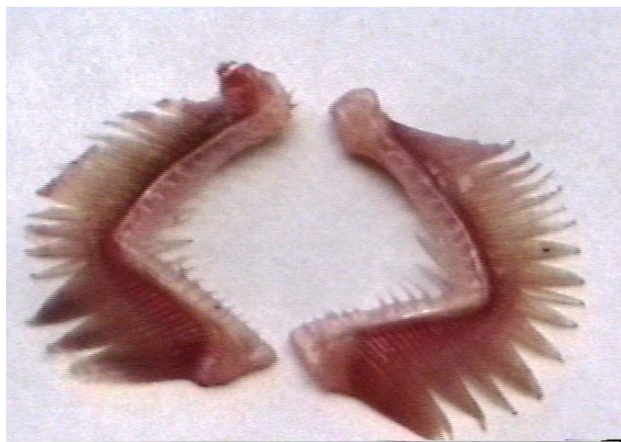


Fuente: el Autor 2006

5.2.2 Número y forma de las espinas branquiales

La frecuencia de espinas branquiales en la sabaleta *Brycon henni* es de 25 en el primer par, 26 en el segundo y 24 en el tercero. Presentan forma de laminillas, más anchas en la base y delgadas en la punta con tamaño moderadamente mediano (figura 15).

Figura 15. Espinas branquiales de la especie íctica *Brycon henni*



Fuente: el Autor 2006

5.2.3 Relación biométrica entre el intestino y la longitud total Corporal

Se registro un valor promedio de la longitud corporal total de 149 mm y un promedio de la longitud del intestino de 148 mm.

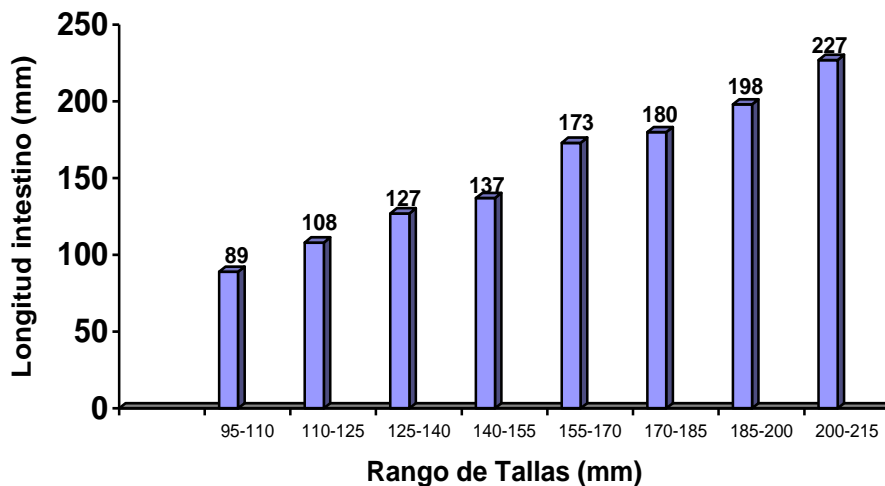
Figura 16. Relación biométrica entre el intestino y la longitud total corporal



Fuente: el autor 2006

Al establecer la relación entre longitud total y longitud del intestino da como se obtiene un valor de $0.99 \approx 1$, o sea que estas dos medidas biométricas tienen una relación uno a uno.

Figura 17. Longitud del intestino por rango de tallas de los individuos de *Brycon henni*



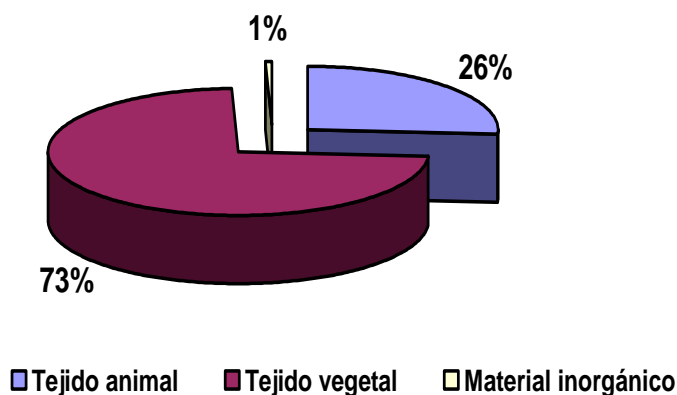
Fuente: el autor 2006

5.3 TROFODINÁMICA

Se agruparon 16 Componentes alimenticios identificados en la dieta natural de *Brycon henni* en tres grupos generales; tejido vegetal, tejido animal y material inorgánico, se estableció el porcentaje que le correspondía a cada grupo de la sumatoria total del peso de los contenidos estomacales. De estos 16 componentes 10 correspondieron a tejido animal, 5 tejido Vegetal y solo 1 material inorgánico.

Se registro un peso total de los contenidos estomacales de 47.93 g en los 98 especímenes, de lo cual el tejido vegetal aportó 35.16g, el tejido animal 12.47g, y material inorgánico 0.30g, para un porcentaje del 73%, 26% y 1% respectivamente (figura 18).

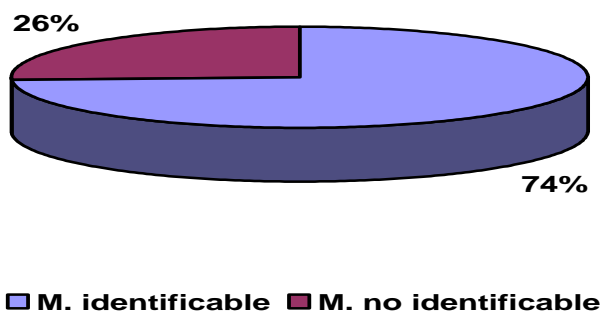
Figura 18. Porcentaje del peso de cada grupo alimenticio en el contenido estomacal de *Brycon henni*



Fuente: el autor 2006

Para el tejido vegetal, se registró un porcentaje de 74% para el material identificable y de 26% para el material no identificable (figura 19).

Figura 19. Porcentaje de material vegetal identificable y no identificable en el contenido estomacal de *Brycon henni*

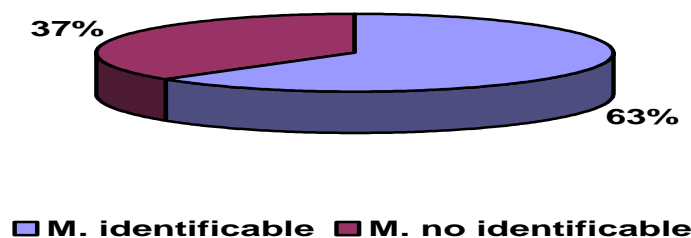


Fuente: el autor 2006

El material identificable consistió en semillas, partes de frutos, flores, hojas y cáscaras con lo que se procedió a realizar los índices del aspecto trófico.

En cuanto al tejido animal se obtuvo el 63% para el material Identificable y 37% para el material no identificable (figura 20).

Figura 20. Porcentaje del material animal identificable y no identificable en el contenido estomacal de *Brycon henni*



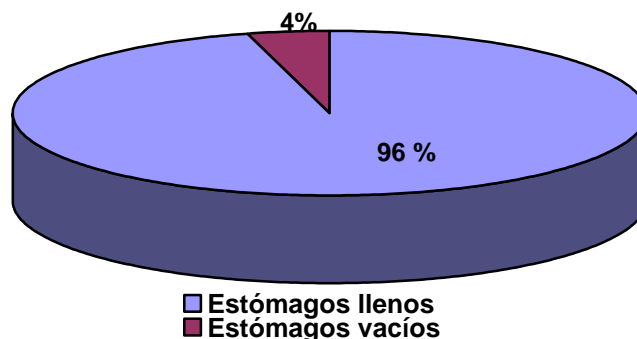
Fuente: el autor 2006

El tejido animal identificable estuvo compuesto por macroinvertebrados acuáticos, restos de insectos terrestres, partes de lombriz de tierra (*Lumbricus*) que se utilizó como carnada y restos de peces.

5.3.1 Coeficiente de vacuidad (CV)

Al aplicar el coeficiente de vacuidad dio como resultado un porcentaje de 4.08%. Es significativo resaltar que solo 4 estómagos del total de la muestra se hallaban sin ningún tipo de alimento a la hora de la captura (figura 21), encontrando que el total del índice de vacuidad pertenece a hembras.

Figura 21. Porcentaje del índice de vacuidad del total de la muestra de los especímenes de *Brycon henni*

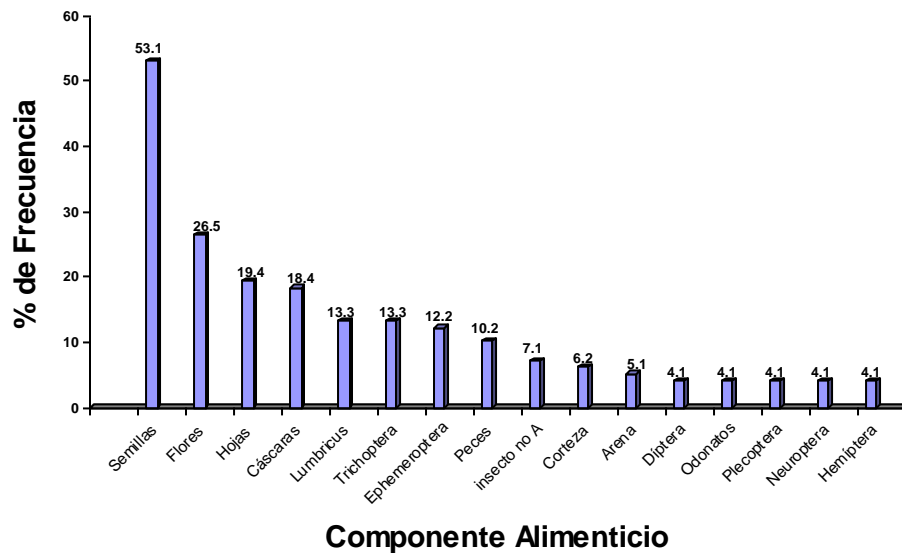


Fuente: el autor 2006

5.3.2 Índice de frecuencia de una presa (F)

El mayor porcentaje de índice de frecuencia lo obtuvo el componente alimenticio catalogado como semillas con el 68.1% seguido de los componentes flores con 28.6%, hojas 19.4% y cáscaras 18.4%. Los menores porcentajes los obtuvieron los componentes alimenticios Hemíptera, Neuroptera, Plecoptera, Odonata y Díptera con un porcentaje de 4.1% (figura 22).

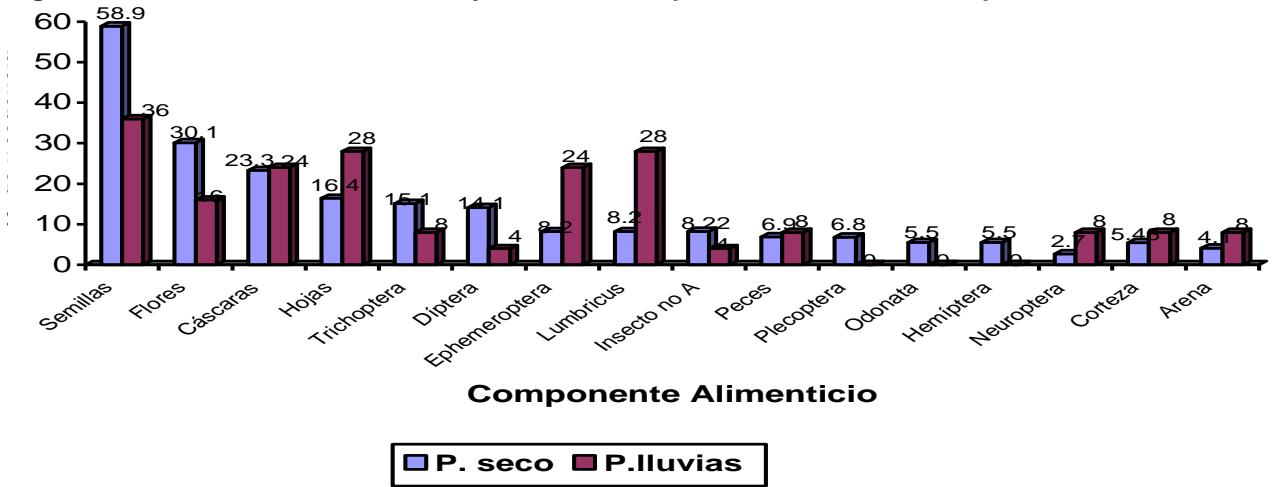
Figura 22. Índice de frecuencia de una presa en el contenido estomacal de *Brycon henni*



Fuente: el autor 2006

Se estableció la comparación del índice de frecuencia por periodo climático donde el mayor porcentaje lo representa el componente semillas, para los dos periodos climáticos, seguido de los componentes flores y cáscaras. No representaron porcentaje en periodo de lluvia los componentes Plecoptera, Odonata y Hemíptera al no ser encontrados en el contenido estomacal de la especie íctica en este periodo (figura 23).

Figura 23. Índice de frecuencia de *Brycon henni* Por periodo Climático en la quebrada Las Tallas

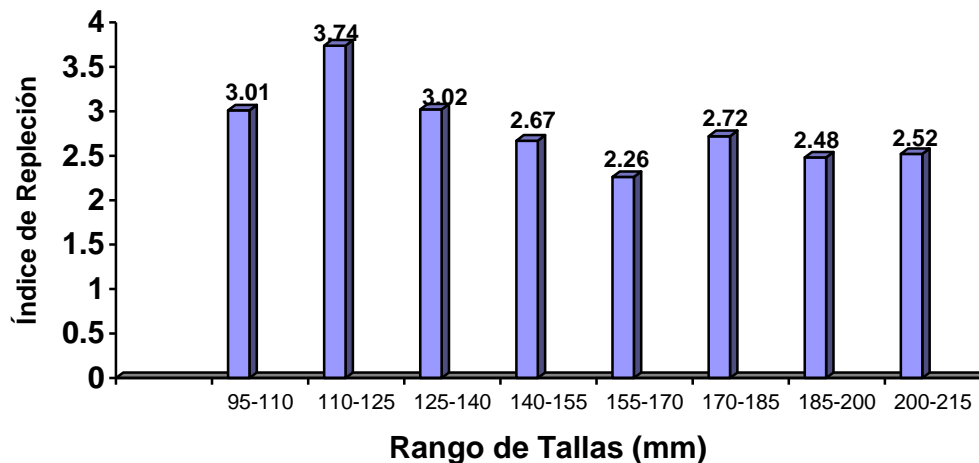


Fuente: el autor 2006

5.3.3 Índice de repleción o saciedad (IR).

Según el análisis por rango de tallas el mayor índice de repleción se presentó entre 110 - 125 mm (figura 24)

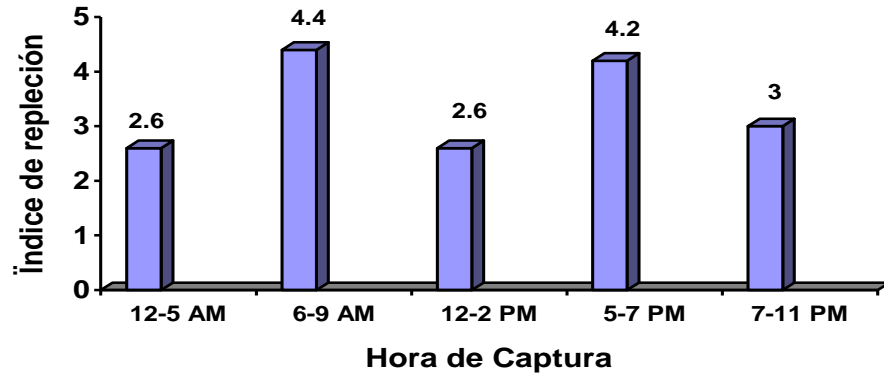
Figura 24. Índice de repleción por rango de tallas de los Especímenes de *Brycon henni*



Fuente: el autor 2006

Para un mejor análisis se realizó el estimativo del índice de repleción por hora de captura (figura 25) obteniendo que el rango de tiempo donde los peces presentan el mayor índice de repleción es entre las seis a nueve a.m. y entre las cinco a siete p.m.

Figura 25. Índice de repleción por hora de captura de *Brycon henni* en la quebrada Las Tallas.

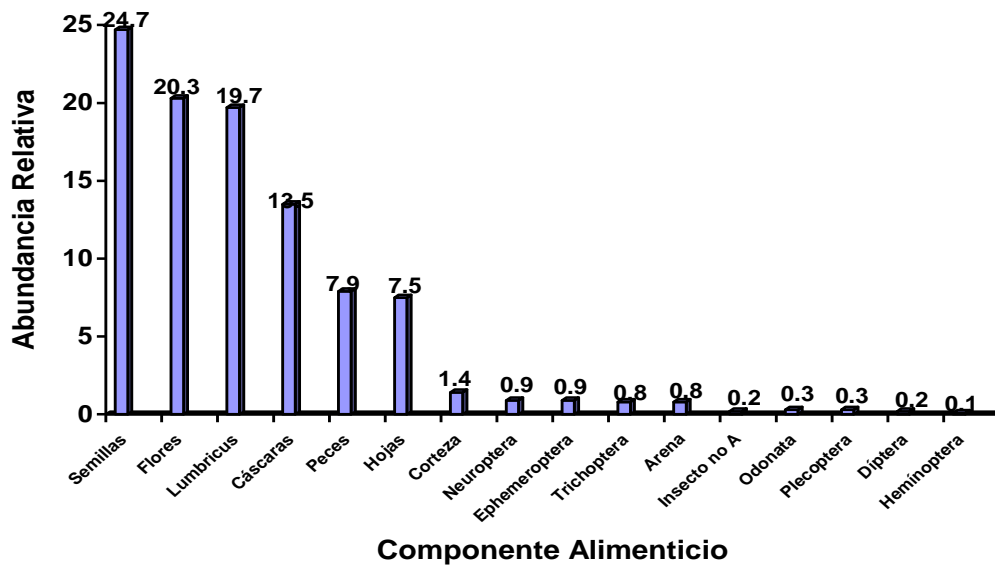


Fuente: el autor 2006

5.3.4 Índice de abundancia relativa (A)

Como se observa en la figura 26, el mayor valor de índice de abundancia lo presenta el componente de semillas 24.7%, seguido de flores 20.3% y *Lumbricus* 19.7%

Figura 26. Índice de abundancia relativa de los componentes alimenticios consumidos por *Brycon henni* en la quebrada Las Tallas.

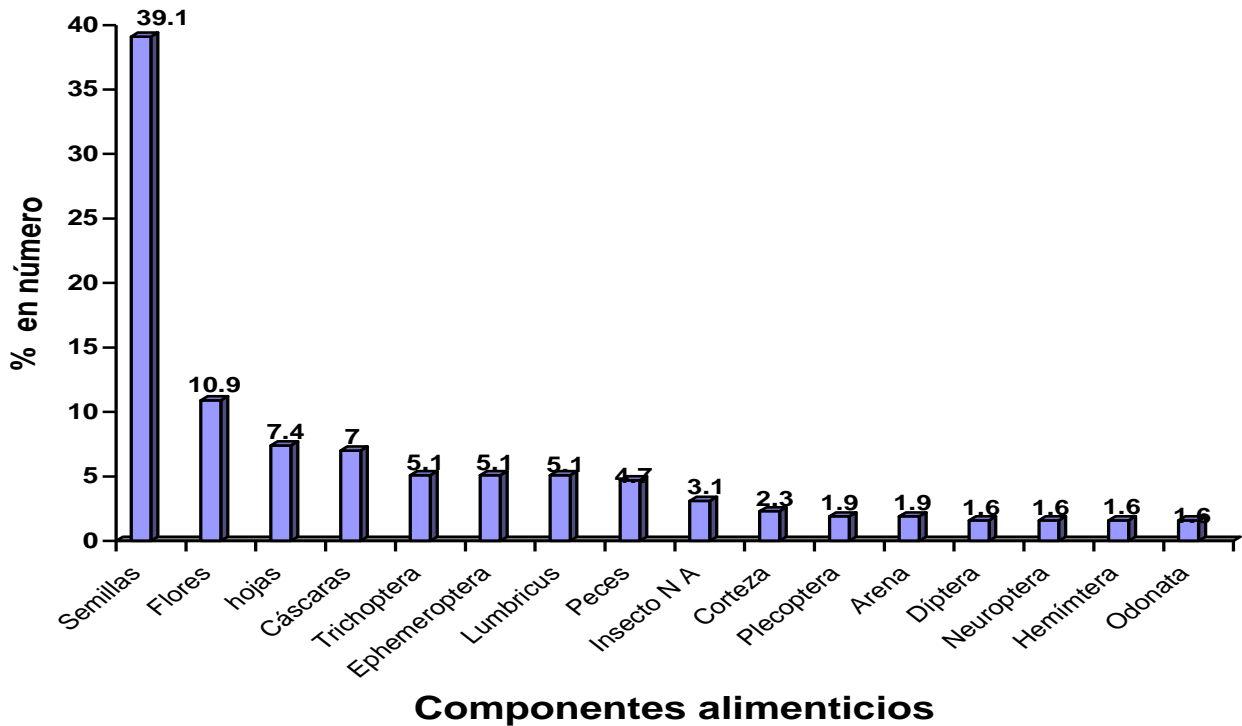


Fuente: el autor 2006

5.3.5 Porcentaje en número (CN)

Como se observa en la figura 27, el mayor valor de porcentaje en número lo ocupa el componente semillas con 39.1% seguido por el componente flores con 10.9% y hojas con 7.4% pertenecientes al grupo de tejido vegetal. Los porcentajes menos representativos fueron los de los componentes Odonata, Hemíptera, Neuroptera y Díptera con 1.6%

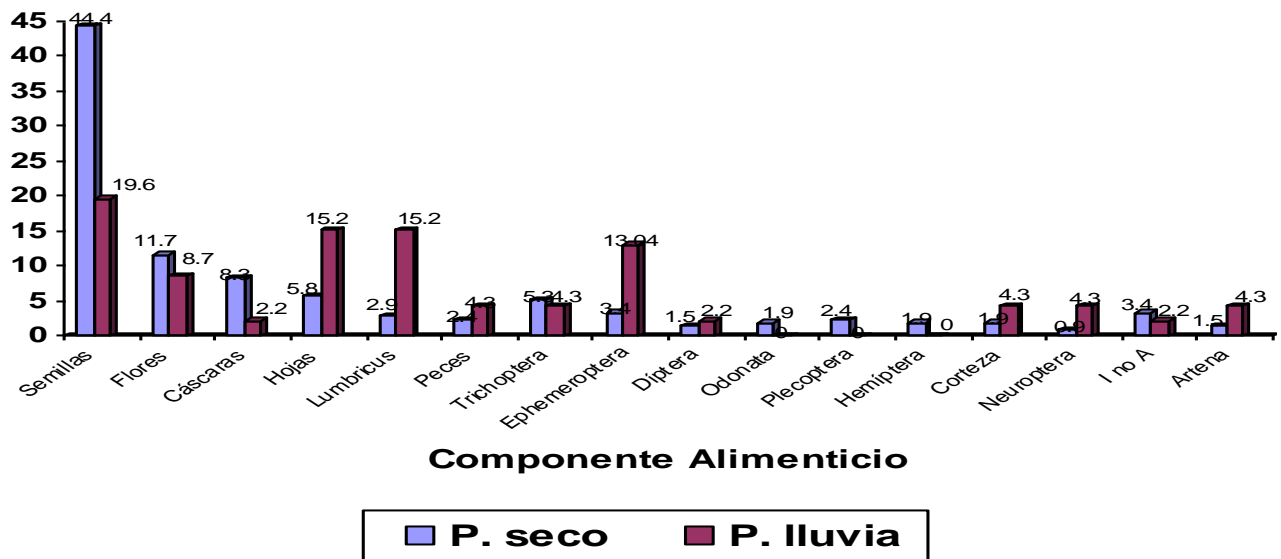
Figura 27. Porcentaje en número de los componentes alimenticios que conforman la dieta natural de *Brycon henni*



Fuente: el autor 2006

Se comparo el porcentaje en número por periodo climático encontrándose que tanto para el periodo seco como lluvioso el componente de semillas presenta el mayor valor notándose un incremento en el periodo seco, los componentes flores y cáscaras manifiestan la misma tendencia. Por el contrario componentes como hojas, *Lumbricus* y Eferemópteros presentan un porcentaje mayor en periodo de lluvia.

Figura 28. Porcentaje en número de los componentes alimenticios por periodo climático de Brycon henni



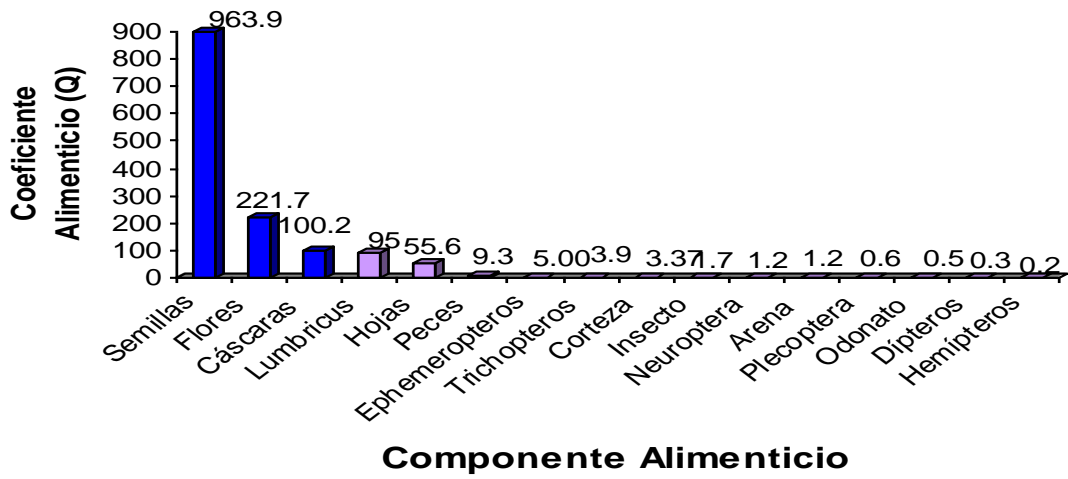
Fuente: el autor 2006

5.3.6 Coeficiente Alimenticio (Q)

Al considerar los resultados del coeficiente alimenticio (Q) se observa que ninguno de los componentes alimenticios establecidos alcanza a ser catalogado como preferencial, no obstante un componente se aproximó a dicha categoría (semillas 963.9). Se establecieron tres componentes alimenticios como alimento frecuentes (semillas, flores y cáscaras). Los demás componentes solo pudieron ser catalogados como ocasionales.

Se estableció el coeficiente alimenticio (Q) por periodo climático donde ninguno de los componentes alimenticios establecidos se logro estipular en la categoría de alimento preferencial. Igualmente que en el coeficiente alimenticio (Q) total; semillas, flores y cáscaras lograron catalogarse como alimento frecuente. El componentes alimenticios *Lumbricus* y hojas se registro la categoría de alimento frecuente en le periodo de lluvia solamente. Los demás componentes alimenticios se clasificaron como alimento ocasional.

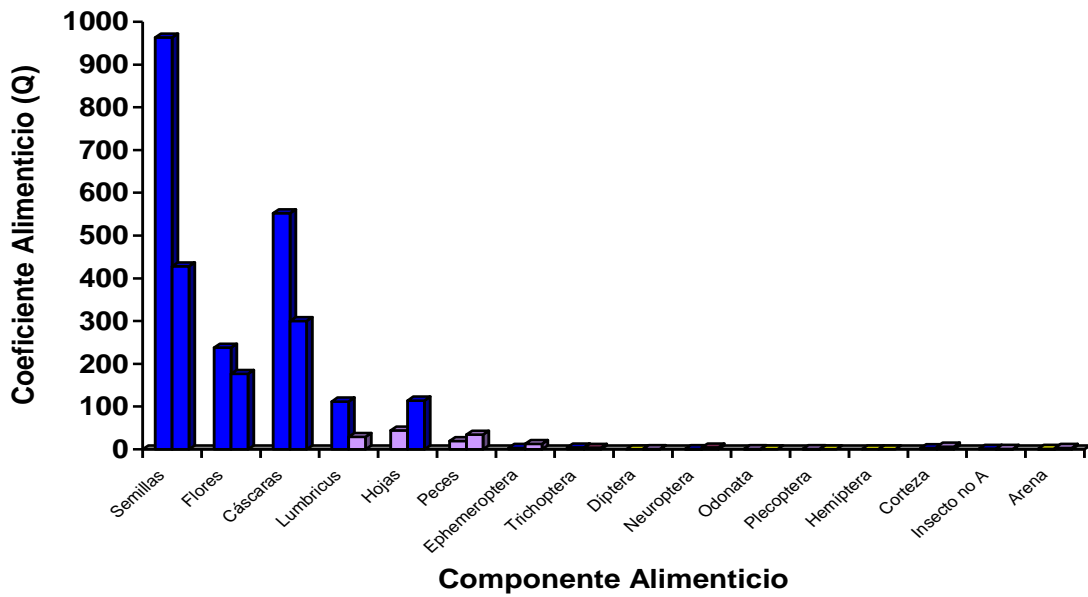
Figura 29. Coeficiente alimenticio (Q) de *Brycon henni* en la quebrada Las Tallas



■ Alimento Frecuente ■ Alimento Ocasional

Fuente: el autor 2006

Figura 30. Coeficiente Alimenticio (Q) de *Brycon henni* por periodo Climático en la quebrada Las Tallas



■ Alimento Frecuente ■ Alimento Ocasional

Fuente: el autor 2006

5.4 ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MAE DE LA QUEBRADA LAS TALLAS Y CALCULO DE LA ADAPTACIÓN DEL ÍNDICE BMWP (ZAMORA 2005)

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Las Tallas esta conformada por 25 géneros agrupados en nueve órdenes y pertenecientes a la clase Insecta, y un orden con un solo genero perteneciente a la clase Gastropoda.

Cuadro 5. Estructura de la comunidad de MAE en la quebrada las Tallas

ORDEN	FAMILIA	BMWP	GENERO	
Plecoptera	Perlidae	10	<i>Anacroneuria sp</i>	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	<i>Traulodes sp</i>	
	Baetidae	8	<i>Batéis</i>	
	Baetidae		<i>Baetodes</i>	
	Tricorythidae	7	<i>Tricorythodes sp</i>	
Trichoptera	Hidropsychidae	8	<i>Leptonema</i>	
	Hidropsychidae		<i>Smicridea</i>	
	Leptoceridae	8	<i>Atanatolica sp</i>	
Neuroptera	Corydalidae	6	<i>Corydalis</i>	
Díptera	Simuliidae	9	<i>Simulium sp</i>	
	Blepharoceridae	10	<i>Limnicola sp</i>	
	Tipulidae	4	<i>Hexatoma</i>	
	Chironomidae	2	<i>Chironomus</i>	
Hemíptera	Naucoridae	7	<i>Cryphocricos</i>	
	Naucoridae		<i>Limnocoris</i>	
	Naucoridae		<i>Pelocoris</i>	
Coleoptera	Psephenidae	10	<i>Psephenops</i>	
	Elmidae	7	<i>Cylloepus sp</i>	
	Elmidae		<i>Macrelmis</i>	
	Ptilodactylidae	10	<i>Anchytarsus</i>	
Odonata	Libellulidae	6	<i>Dythemis</i>	
	Calopterygidae	8	<i>Hetaerina</i>	
	Coenagrionidae	9	<i>Argia sp1</i>	
	Gomphidae	9	<i>Progomphus sp</i>	
Lepidoptera	Pyralidae	9	<i>Sp</i>	
Mesogastropoda	Hydrobiidae	7	<i>Aroapirgus</i>	
TOTAL	10	22	163	26

Fuente: el autor 2006

Se identificaron los macroinvertebrados acuáticos colectados a nivel taxonómico de familia, para así asignarle el valor que le correspondía según el índice BMWP, de acuerdo a lo anterior se obtuvo la siguiente clasificación:

Clase: I
 Rango: ≥ 121
 Calidad: muy buena
 Características: aguas muy limpias

5.5 COMPARACIÓN DE LA OFERTA ALIMENTICIA DEL MEDIO CON LA DEMANDA DE LA ESPECIE.

Se registró un total de 26 géneros de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Las Tallas de los cuales se encontraron 13 géneros en el contenido estomacal de los especímenes de *Brycon henni* capturados (Cuadro 7).

Cuadro 6. Géneros comunes entre el medio acuático y el contenido estomacal

Medio acuático	Contenido estomacal
<i>Anacroneuria sp</i>	<i>Anacroneuria sp</i>
<i>Traulodes sp</i> <i>Baetis</i> <i>Baetodes</i> <i>Tricorythodes sp</i>	<i>Traulodes sp</i> <i>Baetis</i> <i>Baetodes</i>
<i>Leptonema</i> <i>Smicridea</i> <i>Atanatolica sp</i>	<i>Leptonema</i> <i>Smicridea</i>
<i>Corydalis</i>	<i>Corydalis</i>
<i>Simulium sp</i> <i>Limonicola sp</i> <i>Hexatoma</i> <i>Chironomus</i>	<i>Simulium sp</i> <i>Limonicola sp</i>
<i>Cryphocricos</i> <i>Limnocois</i> <i>Pelocois</i>	<i>Cryphocricos</i>
<i>Psephenops</i> <i>Cylloepus sp</i> <i>Macrelmis</i> <i>Anchytarsus</i>	
<i>Dythemis</i> <i>Hetaerina</i> <i>Argia sp1</i> <i>Progomphus sp</i>	<i>Dythemis</i> <i>Argia sp1</i> <i>Progomphus sp</i>
<i>Aroapirgus</i>	
26	13

Fuente: el autor 2006

Este valor indica que los individuos de la especie íctica *Brycon henni* están aprovechando el 66.66% de la oferta que el medio brinda en fauna béntica.

5.5.1 Comparación de oferta alimenticia del medio con la demanda de la especie por periodo climático.

Se colectaron 25 géneros de MAE en los meses Marzo a Junio que correspondieron al periodo de lluvias, de los cuales se encontraron 9 géneros (cuadro 8) en los contenidos estomacales de la especie íctica. Obteniendo como resultado un porcentaje de 52.94% en el índice de similitud entre la oferta alimentaria y el consumo de la especie en época de lluvia.

Cuadro 7. Géneros comunes entre el medio acuático y el contenido estomacal en periodo de lluvias.

Medio acuático en periodo de lluvias	Contenido estomacal
<i>Anacroneuria sp</i>	<i>Anacroneuria sp</i>
<i>Traulodes sp</i> <i>Baetis</i> <i>Baetodes</i> <i>Tricorythodes sp</i>	<i>Traulodes sp</i> <i>Baetis</i> <i>Baetodes</i> <i>Tricorythodes sp</i>
<i>Leptonema</i> <i>Smicridea</i> <i>Atanatica sp</i>	<i>Leptonema</i> <i>Smicridea</i>
<i>Corydalis</i>	<i>Corydalis</i>
<i>Simulium sp</i> <i>Limnicola sp</i> <i>Hexatoma</i> <i>Chironomus</i>	<i>Limnicola sp</i>
<i>Cryphocricos</i> <i>Limnocoris</i> <i>Pelocoris</i>	
<i>Psephenops</i> <i>Cylloepus sp</i> <i>Macrelmis</i> <i>Anchytarsus</i>	
<i>Dythemis</i> <i>Hetaerina</i> <i>Argia sp1</i> <i>Progomphus sp</i>	
<i>Aroapirgus</i>	
25	9

Fuente: el autor 2006

En los meses de Junio a septiembre que correspondieron al periodo seco se colectaron 24 géneros de MAE en la quebrada Las Tallas, de los cuales se registraron 12 géneros en los contenidos estomacales, dando como resultado un índice de similitud del 66.66%.

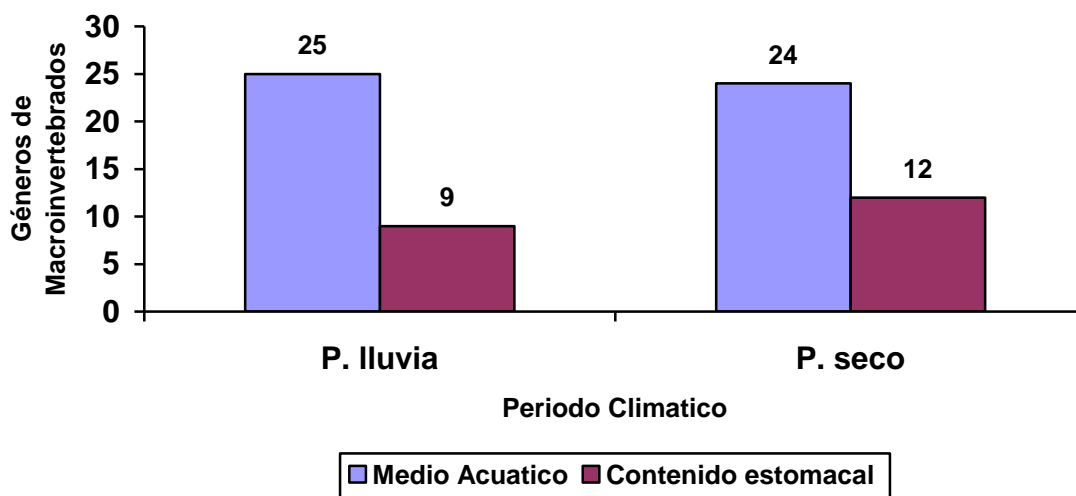
Cuadro 8. Géneros comunes entre el medio acuático y el contenido estomacal en época de sequía.

Medio acuático en Periodo seco	Contenido estomacal
<i>Anacroneuria sp</i>	<i>Anacroneuria sp</i>
<i>Traulodes sp</i> <i>Baetodes</i> <i>Baetis</i> <i>Tricorythodes sp</i>	<i>Traulodes sp</i> <i>Baetodes</i>
<i>Leptonema</i> <i>Smicridea</i> <i>Atanotolica sp</i>	<i>Leptonema</i> <i>Smicridea</i>
<i>Corydalus</i>	<i>Corydalus</i>
<i>Simulium sp</i> <i>Limonicola sp</i> <i>Hexatoma</i> <i>Chironomus</i>	<i>Simulium sp</i> <i>Limonicola sp</i>
<i>Cryphocricos</i> <i>Pelocoris</i> <i>Limnocoris</i>	<i>Cryphocricos</i>
<i>Psephenops</i> <i>Cylloepus sp</i> <i>Macrelmis</i>	
<i>Dythemis</i> <i>Hetaerina</i> <i>Argia sp1</i> <i>Progomphus sp</i>	<i>Dythemis</i> <i>Argia sp1</i> <i>Progomphus sp</i>
<i>Aroapirgus</i>	
24	12

Fuente: el autor 2006

La grafica 31 muestra el número de géneros de macroinvertebrados acuáticos por periodo climático relacionados con los registrados en el contenido estomacal, observándose que los géneros de MAE del medio lotico se mantienen regularmente constantes, mientras que el registro de macroinvertebrados en el contenido estomacal aumenta en el periodo seco.

Figura 31. Número de géneros de MAE registrados en el medio Acuático y en el contenido estomacal de *Brycon henni* por periodo climático.



Fuente: el autor 2006

5.6 CARACTERIZACION FISICOQUIMICA

Los registros fisicoquímicos hídricos registrados en las seis jornadas de muestreo fueron:

Cuadro 9. Parámetros fisicoquímicos registrados en la quebrada Las Tallas

PARAMETROS	UNIDADES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	AGOSTO	SEPT
T°. Ambiental	(°C)	26	25	28	28	31	30
T°. del agua	(°C)	21.5	21	24	24.5	26	26
O ₂ Disuelto	(mg/L)	8.1	8.5	8.0	8.2	7.2	6.9
%saturación O ₂	%	91	96	96	95	89	88
CO ₂ Disuelto	mg/L	2.5	2.5	2.6	2.2	2.6	2.8
pH	Undes pH	7.2	7.3	7.7	7.2	7.5	7.8
Conductividad	(Mhon/cm)	223.3		110		108	115
S.D.T	Mg/L	111.65		55		54	57

Fuente: el autor 2006

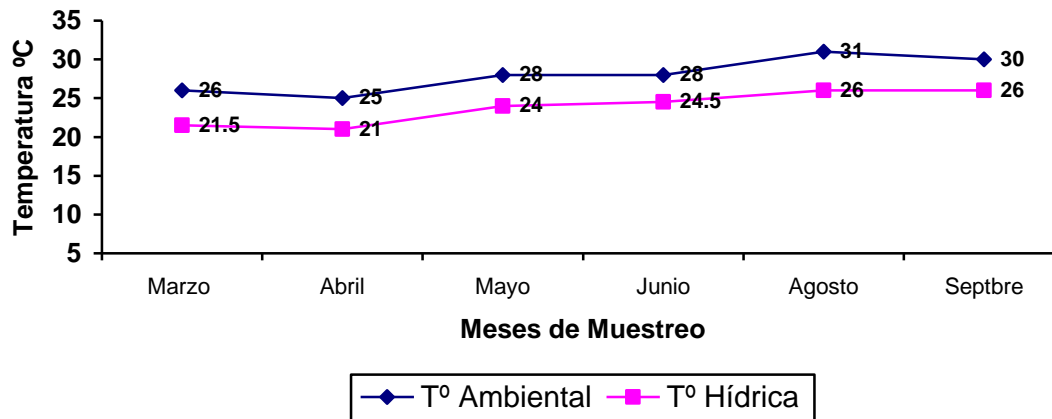
Cuadro 10. Promedio (\bar{x}), Varianza (δ^2) y desviación Standard (δ) de los parámetros fisicoquímicos

	T°.Amb (°C)	T°. del H2O (°C)	O ₂ D (mg/L)	O ₂ D %	CO ₂ D mg/L	pH	Conductividad (Mhon/cm)	S.D.T Mg/L
© Total	28	23.8	7.8	92.5	2.5	7.4	139.07	69.4
© Época lluvia	26.6	22.9	8.3	94	2.5	7.4	166.65	83.3
© Época seca	29.6	25.1	8.0	90	2.4	7.5	111.5	55.5
Varianza (δ^2)	4.3	3.9	0.3	10.9	0.2	0.05	5.8	3.2
D.Standar (δ)	2.09	1.98	0.5	3.3	0.4	0.2	2.3	1.8

Fuente: el autor 2006

El mayor valor de Temperatura ambiente se registro en el mes de Agosto, seguido por el mes de Septiembre, al Igual que en los registros de la temperatura hídrica. El menor registro de temperatura ambiente se obtuvo en el mes de Abril consecuentemente con la temperatura hídrica (figura32).

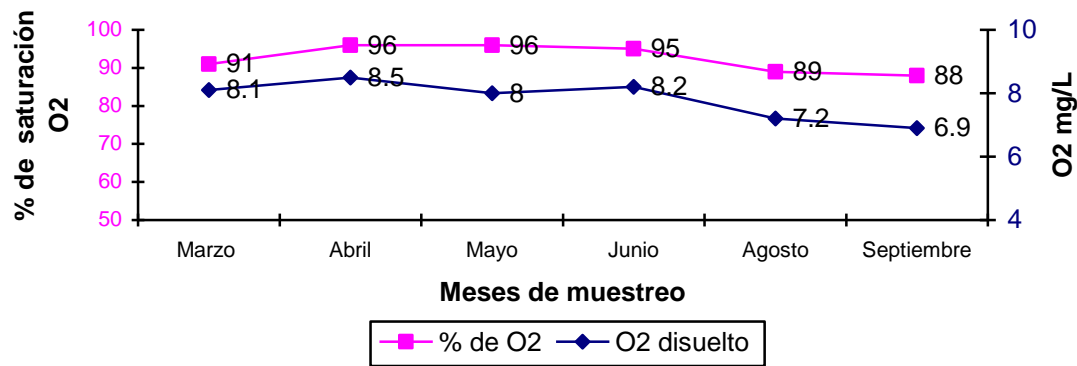
Figura 32. Variación Temperatura ambiental- temperatura hídrica.



Fuente: el autor 2006

El mayor registrado de oxigeno disuelto se presento en el mes de Abril y el menor en el mes de Septiembre. Los porcentajes de saturación de oxigeno se establecieron por encima del 80% presentando el mayor porcentaje los meses de Abril y mayo y el menor valor el mes de Septiembre (figura33)

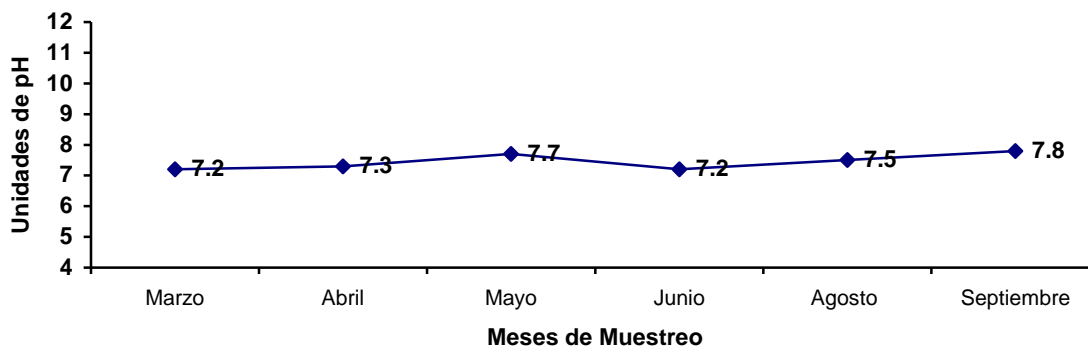
Figura 33. Variación Oxígeno disuelto- porcentaje de saturación de oxígeno.



Fuente: el autor 2006

El pH se mantuvo en un rango entre 7 y 8 unidades registrándose el mayor valor en el mes de Septiembre y el menor en el mes de Marzo (figura 34).

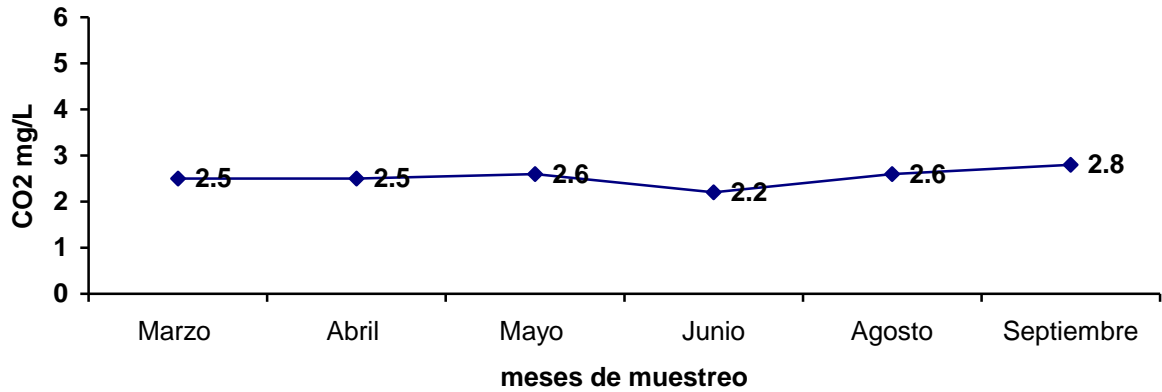
Figura 34. Variación de pH en la quebrada Las Tallas.



Fuente: el autor 2006

Para el gas Carbónico Disuelto se presento un mínimo de 2.2 mg/L registrado en el mes de Junio y un máximo de 2.8 mg /L registrado en el mes de Septiembre (figura 35).

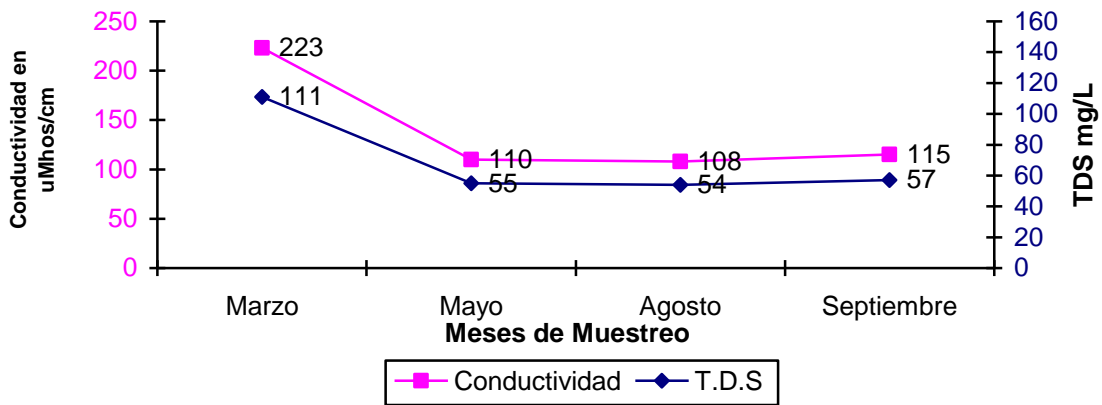
Figura 35. Variación Gas carbónico disuelto



Fuente: el autor 2006

Se registro un valor máximo de conductividad de 223 μ Mhon/ cm y de TDS de 111 en el mes de Marzo, luego presento una tendencia estable (figura 36).

Figura 36. Variación Conductividad – T.D.S



Fuente: el autor 2006

DISCUSIÓN

Al realizar un análisis de los datos obtenidos se puede establecer:

Respecto a los dieta que esta consumiendo la especie íctica *Brycon henni* en la quebrada las Tallas coincide en gran parte con los componentes reportado por Vásquez (2001), quien realizo análisis del contenido estomacal de la misma especie en el río Cauca sector de la Salvajina. Concordando en que esta especie íctica se alimenta a base de frutas, material vegetal, macroinvertebrados acuáticos (principalmente de los insectos de los ordenes Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Coleóptera, Neuroptera y Diptera) y peces. Igualmente concuerda con lo realizado por Usma (2002), quien reporta en análisis de contenido estomacal de *Brycon henni* en la cuenca media del río Patía encontrando restos de material vegetal, y macroinvertebrados acuáticos de los Ordenes Díptera y trichoptera. Trahl JH (1973), reportó diferentes componentes encontrados en el contenido estomacal de *Brycon henni*; crustáceos, moluscos (Gastrópoda), anélidos (*Tubifex sp*), ranas y renacuajos, raíces y limo componentes que para el presente estudio no se encontraron.

En el índice de frecuencia se pudo establecer que la especie *Brycon henni* manifiesta preferencia hacia el material vegetal, ya que los componentes alimenticios que más se encuentran en los estómagos examinados son semillas flores y hojas.

Los Especímenes que se encuentra en el rango de tallas 110 a 125 mm presentan el mayor valor en el índice de repleción o saciedad lo que indica que los individuos de *Brycon henni* que están dentro de este rango de talla, ostentan los estómagos con la mayor cantidad de alimento posible (figura 24). El mayor valor de índice de repleción por hora de captura se obtuvo en los rangos de 6:00 AM a 9:00 AM seguido por el rango 5:00 PM a 7:00 PM lo que indica que en estos rangos de tiempo es cuando la especie *Brycon henni* esta en su mayor actividad de ingesta de alimento (figura 25).

Para el Índice de abundancia relativa en el presente estudio se tiene que semillas es el componente con mayor porcentaje de peso, seguido de Flores y *Lumbricus* (figura 26), no obstante es importante aclarar que este índice no muestra la preferencia por parte de la especie íctica a un componente determinado.

El porcentaje en número el componente catalogado como semillas obtuvo una cifra de 100 semillas en relación del total de 256 presas contabilizadas en los 98 estómagos

examinados, dando como resultado un porcentaje en número de 39.1% (figura27) sobre el resto de componentes, lo que demuestra el valor que tiene este en la dieta de la especie *Brycon henni*.

El componente alimenticio relacionado como semillas merece un análisis específico debido a la importancia registrada en los índices anteriormente relacionados, los resultados obtenidos en relación a este ítem fue a causa del gran número de semillas de diversas clases presentes en el contenido estomacal de la especie íctica; de las cuales se logró catalogar 8 tipos distintos. Realizando una comparación con la vegetación ribereña se estableció una posible identificación de la especie vegetal a la que pertenecen los distintos tipos de semillas; obteniendo como resultado la identificación de tres especies. Las que no pudieron ser determinadas se catalogaron como otras (cuadro 11).

Cuadro 11. Frecuencia y porcentaje de peso de semillas encontradas el contenido estomacal de *Brycon henni*

Espece Vegetal	Frecuencia en los estómagos	% del peso de semillas
<i>Croton gassypifolius</i>	30.61	24%
<i>Psidium guajaba</i> (guayaba)	3.03	5%
<i>Bromelia karatas</i> (piñuela)	1.02	10%
Otras	24.18	11%

Fuente: el autor 2006

Wikramanayake (1990) y Wootton (1992)⁶ “afirmaron que la orientación y forma de la cavidad bucal son de alguna manera atributos relacionados con el comportamiento alimentario”; *Brycon henni* posee una cavidad bucal Terminal no proctatil relacionada con su actividad de captura del alimento.

La morfología de los dientes de *Brycon henni* no manifiesta ninguna especialización como la del carnívoro *Hoplias malabaricus* que posee dientes Caniniformes (alargados y puntiagudos) o como los fitófagos tales como muchos Scaridae, que cortan su alimento con gran efectividad mediante láminas resultantes de la fusión de dientes individuales ubicados en las mandíbulas.

Al cotejar el resultado de la caracterización del número y forma de las espinas branquiales se puede establecer que la forma difiere de las branquiospinas de los

⁶ Wikramanayake (1990) Y Wootton (1992). Citados por Valencia, Cesar.1998.

peses depredadores las cuales son en forma de tubérculos escasos y pequeños, a la vez de las especies ícticas planctófagas que posee un aparato filtrador complejo con branquiospinas largas y tupidas. En cuanto al número de espinas branquiales se determino que esta en el promedio reportado para especies omnívoras como el ciclido *Cichasoma ornatum*. Cajas (2002)

La relación longitud total-largo del intestino esta asociada con la eficiencia digestiva y refleja la generalización de que los peces carnívoros poseen un intestino mas corto que los herbívoros. Bussing⁷ estableció que la relación mencionada en carnívoros es menor de uno. Para *Brycon henni* se obtuvo una relación aproximada de uno a uno lo que la cataloga en el rango de especies omnívoras.

Referente a la estructura de la comunidad de MAE de la quebrada arrojó como resultado la caracterización de 10 órdenes, 22 familias y 26 géneros de macroinvertebrados acuáticos difiriendo en 2 ordenes (Lepidoptera, Mesogastropoda), 1 familia (Glossosomatidae) del estudio realizado por Prado (2005), en la misma área de estudio.

Con los resultados obtenidos sobre la oferta alimentaria de macroinvertebrados acuáticos que el medio lotico ofrece y los que la especie consume, se establece que la especie íctica *Brycon henni* esta aprovechando mas del 50% de la oferta alimenticia en cuanto a MAE se refiere, pero no se determina preferencia hacia estos componentes de la dieta natural. Se manifiesta un incremento en el consumo de macroinvertebrados acuáticos en el periodo climático seco en relación al periodo de lluvia.

Respecto a la caracterización fisicoquímica hídrica en la que habita la especie íctica se obtuvo:

Referente a la temperatura; mostrando una tendencia normal, la temperatura ambiental y la temperatura hídrica presentan un comportamiento directamente proporcional, reflejando una diferencia entre una y otra de aproximadamente 4°C (figura 32). Los valores de temperatura ambiental (incluyendo la acción de radiación solar) afectan directamente la temperatura hídrica (Roldan 2003).

El oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación de oxígeno, presentan una tendencia normal, el porcentaje de saturación de oxígeno, se encuentra por encima del 80% el cual se considera el mínimo óptimo permisible para mantener las condiciones para el

⁷ Bussing (1993). Citado por Valencia, Cesar.1998.

desarrollo de la biota acuática. Es de importancia aclarar que las concentraciones de oxígeno están variando constantemente en los sistemas lóticos debido a procesos físicos, químicos y biológicos que allí se desarrollan, como lo son degradación de materia orgánica.

Relacionado al pH los valores varían dependiendo de la concentración de gas carbónico disuelto entre otros, los valores registrados en el estudio oscilaron entre 7.2 y 7.8, que aunque se nota una leve tendencia alcalina, no es limitante para el desarrollo de la biota acuática según lo afirmado por Vásquez (2001) que reporta valores de pH entre 4.5 y 8.5 normales para el desarrollo de biota acuática y valores de pH que van de 6.5 a 8.0 ideales para el mantenimiento de ictiofauna..

Los valores registrados para el gas carbónico no son un limitante para el desarrollo de la especie íctica y son el resultado de procesos de respiración y de degradación de materia orgánica. Boyd (1990) postula que concentraciones de gas carbónico superiores a 20 mg/L se considera factor limitante para el desarrollo de la biota acuática

El parámetro de conductividad da un indicativo de la cantidad de iones presentes en el agua, lo que lo relaciona directamente con los sólidos suspendidos totales. Los T.D.S dan un indicativo de la cantidad de material orgánico e inorgánico presentes en el sistema. Las aguas de la quebrada Las Tallas presentan valores inferiores a 200 mg/L por lo que según Vásquez (2001) se pueden considerar como aguas de naturaleza trófica.

En general los parámetros fisicoquímicos reflejan una buena calidad del agua favorable para el desarrollo de la especie íctica *Brycon henni* en la quebrada Las Tallas, ya que las variables presentaron una tendencia normal y ningún valor registrado se puede considerar como limitante. Los valores obtenidos se asemejan a los reportados por Vásquez (2002) donde reporta a la especie íctica en mención en aguas con buena calidad fisicoquímica temperatura entre 16 °C y 25 °C, alto porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (mayor de 80 %) y pH entre 6 y 7.5.

CONCLUSIONES

En relación a las características morfológicas del sistema digestivo, tales como posición de la boca, morfología de la dentición, forma y número de espinas branquiales y longitud del intestino, se puede catalogar la especie íctica *Brycon henni* como de hábito alimenticio omnívoro.

Se encontraron un total de 16 componentes alimenticios, distribuidos en tres grupos generales; tejido animal, tejido vegetal y material inorgánico con porcentajes en peso de 73%, 26% y 1% respectivamente. Lo que confirma su hábito omnívoro y la tendencia a consumir material vegetal.

Teniendo en cuenta los valores obtenidos del coeficiente alimenticio (Q) se determina, que ningún componente alimenticio pudo ser catalogado como alimento preferencial en la dieta natural de la especie *Brycon henni*. Los componentes alimenticios clasificados como semillas, flores y cáscaras se caracterizaron como alimento frecuente. Seguido de los componentes Insecto no acuático, hojas, corteza, Trichopteros, Dípteros, Ephemeropteros, Odonatos, Plecopteros, Neurópteros, Hemípteros, peces y arena que por sus valores se ubicaron como alimento ocasional.

Se obtuvieron capturas de individuos con el arte de pesca denominado galandra tanto en horas nocturnas como diurnas y se registraron valores de índice de repleción en todas las horas de captura lo que permite establecer que la especie se alimenta de noche como de día.

Respecto a la calidad biológica del agua determinada por los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales y a su papel como organismos bioindicadores se establece que las aguas de la quebrada Las Tallas en la zona de muestreo se pueden catalogar de calidad muy buena, con características de agua limpia, enmarcadas en la clase I, (según el índice BMWP, adaptado por Zamora-2005)

Referente a la calidad fisicoquímica hídrica de la quebrada y con base a los parámetros registrados se tiene que es adecuada para el sostenimiento de la especie y se encuentra en los rangos permisibles para el normal desarrollo de la biota acuática,

aportando condiciones favorables para el sostenimiento de la fauna íctica. Características que se relacionan con las obtenidas con la aplicación del índice BMWP.

Se puede hacer una determinación del nivel trófico de la especie íctica *Brycon henni* en el sistema lótico de la quebrada Las Tallas, dependiendo de la clase de componente alimenticio identificado en su dieta natural. Pudiéndola catalogar como consumidor primario ya que se alimenta constantemente de material vegetal, (semillas, flores y hojas), secundario porque incluye en su dieta macroinvertebrados acuáticos o consumidor terciario cuando se alimenta de peces.

RECOMENDACIONES

Elaborar el análisis del contenido bromatológico de la composición de cada uno de los componentes alimenticios establecidos en la dieta natural de la especie íctica *Brycon henni* esto con el fin de establecer sus requerimientos nutricionales, para un futuro establecimiento de programas piscícolas con esta especie.

En posteriores estudios sobre dieta natural de especies ícticas, realizar un trabajo conjunto con estudiantes del área de botánica para obtener mejores resultados en la identificación del material vegetal, principalmente de las semillas y frutos encontrados en los contenidos estomacales, así obtener información de las especies vegetales importantes en la dieta de los peces.

Realizar estudios de poblaciones no solo para la especie *Brycon henni*, sino con todas las especies ícticas de la cuenca hidrográfica del río Patía, para poder establecer en que condiciones se encuentran, ya que hasta el momento no se cuenta con esta información.

BIBLIOGRAFIA

BERMÚDEZ, Rosaura. Determinación del nivel trófico de la especie íctica *Brycon meeki* Eigenman & Hildebrand 1918 (Piscis, Characidae) en el río Patía. Sector comprendido entre la mina del Hoyo y Galíndez. Departamento del Cauca. Trabajo de grado de maestría en recursos hidrobiológicos continentales. Universidad del Cauca.2002

CAJAS, Álvaro. Determinación del nivel trófico de la especie íctica *Cichasoma ornatum*, Regan 1905 (Piscis,Ciclidae) en el río Patía, sector comprendido entre la mina del Hoyo y Galíndez Departamento del Cauca. Colombia. Trabajo de grado de maestría en recursos hidrobiológicos continentales. Universidad del Cauca.2002

DAVID, C. ORTIZ, H. VASQUEZ, G .PEREZ, M. PERAFAN, N. Identificación del nivel trófico y determinación de estadios de madurez gonádica de la especie íctica *Rhandia wagneri* (Gunther, 1868), en el río Patía departamento del Cauca, Colombia. En UniCauca ciencia V. 24. Universidad del Cauca. p 27-39. 1999.

GALVIS, G. MOJICA, J. CAMARGO, M. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Santa fe de Bogota, 1997.

HEPHER, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México. 1993.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Estudio general de suelos de los municipios de Rosas, la Sierra, la Vega, Almagre, Bolívar, Mercaderes, Balboa, Argelia, Patía. Bogotá, 1983.

LEHMANN, Pablo. Composición y estructura de las comunidades de los peces de dos tributarios en la parte alta del río Cauca, Colombia. Tesis de biología. Universidad del Valle. p 40-46. Santiago de Cali. 1999

LEMUS, R. Estudio del potencial hidráulico de la cuenca hidrográfica del río Patía, corporación autónoma para la reconstrucción y el desarrollo del cauca, Popayán 1990.

MONTOYA, Andrés; CARRILLO, Lina; OLIVERA, Martha. Algunos aspectos biológicos y del manejo en cautiverio de la Sabaleta *Brycon henni* Eigenmann, 1913 (Pisces: Characidae). En Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias; Vol. 19:2, 2006 Grupo de Fisiología y Biotecnología de la Reproducción Animal, facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia Medellín, Colombia. Marzo, 2006

MILES, Cecil. Los peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional. Sección piscicultura. Bogotá. D:E: 1947.

ORTEGA, Armando. Peces de la cuenca alta del río Cauca. Riqueza Ictiologica del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Grupo de hidrología. Santiago de Cali. 2002

PRADO, Augusto. Determinación del nivel trófico de *Pimelodus grosskofii* Steindachner, 1879 (Pisces, Pimelodidae). En el río Cauca, sector comprendido entre el sitio de la presa del embalse la salvajina y el puente la Balsa, departamento del Cauca. Tesis de biología. Universidad del cauca. 2002.

----- Determinación de la biología alimentaría de la especie íctica *Rhandia Quelen* Heptapteridae- Quoy y Gaimard, 1824, En la cuenca media y baja de la quebrada Las Tallas, municipio del Patía, departamento del Cauca, Trabajo de grado de maestría en recursos hidrobiológicos continentales. Universidad del Cauca. 2005

PREJS, A. COLOMINE, G. Método para el estudio de los animales y las relaciones tróficas de los peces. Universidad central de Venezuela. Caracas. 1981.

ROLDAN Gabriel. Fundamentos de Limnología Tropical. Universidad de Antioquia, Medellín, 1992.

----- Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Edit Universidad de Antioquia, Medellín, 2003.

TRAHL JH. Alimento y alimentación de la Sabaleta (Characidae:*Brycon henni*) en el sistema del río Porce algunas observaciones sobre su dieta en cautividad. Inderena, 1973. 25 p.

USMA, J. Peces de la cuenca media del río Patía y el río Guiza, Nariño, Colombia. En *Cespedecia* V. 24: INCIVA p 7-16. 2000

VALENCIA, C. Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Characidae) en Alto Cauca, Colombia. Trabajo de grado para optar al título de biólogo. Universidad del Quindío.1998.

VÁSQUEZ, Guillermo. Evaluación de la calidad de las aguas naturales, simposio sobre recursos hidrobiológicos, Popayán, 2001.

----- Cauca pesquero. En *Historia, geografía y cultura del Cauca, Territorios posibles*. Universidad del Cauca. P 175-176.

----- Estudio biológico de las especies ícticas dominantes en el río Cauca. Sector embalse de la Salvajina. En *revista de la asocacion Colombiana de Ciencias Biológicas*.Santafe de Bogota. Volumen 7, Número 1,2 .1992

VAZZOLER, M. Manual de métodos para estudios biológicos de pupolacoes de peixes: reprodcao e crescimento. Brasilia, Coordenacao, 108 p. 1982.

ZAMORA, Hildier. Actualización del índice BMWP para la evaluación biológica de las aguas epicontinentales en Colombia. En *memorias XI congreso nacional de Ciencias Biologicas*.Santiago de Cali. p 231 2005.

----- Los macroinvertebrados como elemento de análisis limnológicos, simposio sobre recursos hidrobiológicos, Popayán 2001.

