

**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL *Brycon meeki*, EIGEMANN & HILDEBRAND, 1918 (PISCIS: Characidae) EN EL RIO PATÍA, SECTOR COMPRENDIDO ENTRE EL PUENTE DE LA FONDA Y PUENTE DE LA BARCA, MUNICIPIO DEL PATÍA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**JAVIER ERNESTO CAICEDO ANGULO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2004**

**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL *Brycon meeki*, EIGEMANN & HILDEBRAND, 1918 (PISCIS: Characidae) EN EL RIO PATÍA, SECTOR COMPRENDIDO ENTRE EL PUENTE DE LA FONDA Y PUENTE DE LA BARCA, MUNICIPIO DEL PATIA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**

**JAVIER ERNESTO CAICEDO ANGULO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Biólogo**

**Director**

**GUILLERMO LEÓN VÁSQUEZ ZAPATA  
Magíster en Acuicultura**

**Asesores**

**HILLDIER ZAMORA GONZÁLEZ  
Magíster en Biología: Énfasis en Ecología Animal**

**JOSE RAFAEL ALEGRÍA COLLAZOS  
Magíster en Acuicultura**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2004**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero presentar los mas sinceros agradecimientos a:

Ana Amelia Caicedo Angulo y Maria Sabina Angulo por estar pendientes de mi superación, recibiendo el apoyo incondicional de madres.

Guillermo León Vásquez Zapata, por ser mi director, guiarme, transmitir enseñanzas que permitieron desarrollar esta investigación.

Hildier Zamora González, por permitir pertenecer al grupo de Recursos Hidrobiológicos Continentales, por facilitarme toda la asesoría necesaria durante este proyecto.

Rafael Alegria Collazos, por poner a mi disposición todo el material logístico de la estación piscícola de la C.R.C localizada en la vereda las Tallas.

Augusto Prado España, por su desinteresada colaboración durante el transcurso de esta investigación.

Corporación Autónoma Regional del Cauca ( C.R.C ), por facilitar sus instalaciones en las cuales se realizaron algunas jornadas de campo.

Eider Pedroza, por conseguir todo el material biológico necesario para realizar este proyecto.

Mis compañeros de el grupo de Recursos Hidrobiológicos Continentales y todas las personas que colaboraron e hicieron posible que se llevara acabo esta investigación.

Universidad del Cauca y todos los profesores que aportaron su grano de arena para mi formación como Biólogo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Paginas
INTRODUCCIÓN	11
2. ANTECEDENTES	12
3. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo General	14
3.2 Objetivo Especifico	14
4. MARCO TEORICO	15
4.1 Fauna Íctica Acompañante	16
4.2 Fisiología de la Reproducción	17
4.3 Reproducción en la Hembra	18
4.4 Reproducción en el Macho	20
5. METODOLOGÍA	21
5.1 Zona de Estudio	21
5.2 Zona de Vida	25
5.3 Trabajo en Campo	26
5.3.1 Parametros para la caracterización físico-químico, hidico	26
5.3.1 Caracterización Ictiológica	26
5.4 Fase de Laboratorio	28
5.4.1 Fase de Maduración Gonadica	28
5.4.2 Índices Gonadales	28
5.4.2.1 Índice Gonadal	28
5.4.2.2 Índice Gonadosomatico	28
5.4.2.3 Índice Hepatosomatico	28
5.4.2.4 Factor de Condicion K	28
5.4.2.5 Estimación de la Fecundidad	29
5.4.2.5.1 Fecundidad Individual, Absoluta, Total	29
5.4.2.5.2c Fecundidad Relativa	29
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
6.1 Caracterización Físico-Químico, Hídrico	30
6.2 Aspecto Reproductivo	35
6.2.1 Número de Capturas por sexo	35
6.2.2 Frecuencia de Tallas por sexo	35
6.2.3 Frecuencias por Peso	37
6.2.4 Rangos Máximos y Mínimos en peso de Gónadas	39
6.2.5 Peso Total vs. Longitud Total	40
6.3 Estadios Gonadales	40
6.3.1 Escala de Madurez Gonadal para Hembras de <i>Brycon meeki</i>	44
6.3.1.1 Estadio I	44
6.3.1.2 Estadio II	45
6.3.1.3 Estadio III	46
6.3.1.4 Estadio IV	47

6.3.1.5 Estadio V	49
6.3.1.6 Estadio VI	51
6.3.2 Escala de Madurez Gonadal para Machos de <i>Brycon meeki</i>	53
6.3.2.1 Estadio I	53
6.3.2.2 Estadio II	54
6.3.2.3 Estadio III	55
6.3.2.4 Estadio IV	56
6.3.2.5 Estadio V	57
ALCANCES	60
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	65

## LISTA DE TABLAS

	Paginas
Tabla 1. Ficha Taxonómica	15
Tabla 2. Parámetros y Equipos para realizar análisis Físico–Químico, Hídrico	26
Tabla 3. Análisis Físico-Químico, Hídrico, valores mínimos, máximos y promedios obtenidos durante tiempo de muestreo	30
Tabla 4. Clases y Frecuencias por Talla	35
Tabla 5. Clases y Frecuencias por Peso	37
Tabla 6. Estadios de Madurez Gonadal por Talla	41
Tabla 7. Estadios Gonadales en Hembras	41
Tabla 8. Estadios Gonadales en Machos	42
Tabla 9. Escala de Madurez Gonadal propuesta para el <i>Brycon meeki</i>	58

## LISTA DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1 <i>Brycon meeki</i>	15
Figura 2. Fauna íctica acompañante	17
Figura 3. Gónadas de Hembras	18
Figura 4. Estructura del Oocito	19
Figura 5. Gónadas de Machos	20
Figura 6. Estructura del Testículo en Teleósteos	20
Figura 7. Localización del Area de Estudio	22
Figura 8. Río Patía entre los puentes de la Fonda y la Barca	23
Figura 9. Río Patía, Sector Vereda las Tallas	24
Figura 10. Río Patía, Sector la India	24
Figura 11. Río Patía Sector la Barca	25
Figura 12. Metodos utilizados para capturar los individuos, ( pescador de la región)	27
Figura 13. Individuos capturados del <i>Brycon meeki</i> en una jornada de pesca	27
Figura 14. Temperatura Ambiente vs. Temperatura del Agua	31
Figura 15. Oxígeno Disuelto vs. Porcentaje de Saturación	31
Figura 16. CO <sub>2</sub> vs pH	32
Figura 17. Acidez total vs. Alcalinidad Total	32
Figura 18. Dureza Total vs. Dureza Carbonacea	33
Figura 19. Calcio	33
Figura 20. Amonio vs. Nitritos	34
Figura 21. Conductividad vs. Solidos Disueltos Totales	34
Figura 22. Numero de Capturas por Sexo	35
Figura 23. Frecuencia de Tallas	36
Figura 24. Rangos Máximos y Mínimos de Longitud por Sexo	36
Figura 25. Frecuencias por Peso	37
Figura 26. Rangos Máximos y mínimos de Peso por Sexo	37
Figura 27. Rangos Máximos en peso (g) de gonadas por Sexo	39
Figura 28. Rangos Mínimos en peso (g) de gonadas por Sexo	39
Figura 29. Peso Promedio vs Rango de Tallas	40

Figura 30. Índices de Estadios Gonadales en Hembras	42
Figura 31. Índice de Estadios Gonadales en Machos	43
Figura 32. Fase I de Madurez Gonadal Inicial en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	44
Figura 33. Fase I de Madurez Gonadal Intermedia en Hembras del <i>Brycon meeki</i>	44
Figura 34. Fase II de Madurez Gonadal Inicial en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	45
Figura 35. Fase II de Madurez Gonadal Intermedia en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	45
Figura 36. Fase III de Madurez Gonadal en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	46
Figura 37. Fase IV de Madurez Gonadal Inicial en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	47
Figura 38. Fase IV de Madurez Gonadal Intermedia en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	47
Figura 39. Oocitos de los Estados III, IV, V, comparando, coloración, tamaño y cantidad	48
Figura 40. Fase V de Madurez Gonadal en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	49
Figura 41. Óvulos Maduros de <i>Brycon meeki</i>	50
Figura 42. Óvulos Maduros de <i>Brycon meeki</i>	50
Figura 43 Fase VI de Madurez Gonadal en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	51
Figura 44. Óvulos desechados sin fecundar en el Estadio VI en Hembras de <i>Brycon meeki</i>	52
Figura 45. Gonadas que han realizado procesos de reabsorción	52
Figura 46. Estadio I de Madurez Gonadal en Machos de <i>Brycon meeki</i>	53
Figura 47. Estadio I de Madurez Gonadal Inicial en Machos de <i>Brycon meeki</i>	53
Figura 48. Estadio I de Madurez Gonadal Intermedia en Machos de <i>Brycon meeki</i>	53
Figura 49. Estadio II de Madurez Gonadal en Machos de <i>Brycon meeki</i>	54
Figura 50. Estadio III de Madurez Gonadal en Machos de <i>Brycon meeki</i>	55
Figura 51. Estadio IV de Madurez Gonadal en Machos de <i>Brycon meeki</i>	56



Figura 52. Estadio V de Madurez Gonadal en Machos de <i>Brycon meeki</i>	57
Figura 53. Estadio I, II, III de Madurez Gonadal en Machos de <i>Brycon meeki</i>	57

## RESUMEN

El *Brycon meeki* es una de las especies ícticas más importantes que sostienen las pocas pesquerías de grandes ríos como el Patía y otros del Andén Pacífico Colombiano, muestra rendimientos muy bajos y cada vez disminuye su producción, razón por la cual ha sido objeto de estudio para conocer aspectos de su reproducción en medio natural, determinar si es posible establecer programas de reproducción artificial y repoblamiento.

En esta investigación se capturaron al azar, utilizando como técnica de pesca la "galandra", 256 individuos, 128 hembras y 128 machos, en el periodo comprendido entre los meses de septiembre del 2002 a junio del 2003, se tomaron datos de catalogación de individuos, merística y biometría (peso de gónadas e hígado), para obtener índices gonadales; que dicen, cual es comportamiento reproductivo de la especie, índice gonadal (IG), índice gonadosomático (IGS), índice hepatosomático (IHS), factor de condición "K", determinando 6 estadios de madurez gonadal para hembras y 5 para machos; además, para hembras se estableció una fecundidad absoluta de 4233.2 a 41286.6 ovas, obteniendo una fecundidad relativa de 2822.1 a 10864.8 ovas/L de peso corporal.

**ABSTRAC.** *Brycon meeki* is one of the ictyocs species more important that maintain to the few fish sale of great rivers as Patia river and others rivers of Pacific Colombian slope, reason for which has been object of study to know aspects its in the middle natural reproduction, to determine if it is possible to establish programs of artificial reproduction and repopulate.

In this investigation individuals were capture at random, using as techniqueof fishing "galandra", 256 individuals, 128 females and 128 males, in the period between the months of September 2002 to June 2003, took data from cataloguing of individuals, meristica and biometria (liver and gonadas weight) to obtain the gonadal index; that the meaning, as is the reproductive behavior of the species, gonadal index (IG), gonadosomatic index (IGS), hepatosomatic index (IHS) condition factor "K". Six stages were determined of mature gonadal for females and five for males; in adition for females it established an absolute fecundity from 4233,2 to 41286,6 ovas, obtaining a fecundity relative from 2822,1 to 10864,8 ovas for pounds of corporal weight.

## INTROUCCION

La gran demanda de alimentos y la búsqueda de alternativas económicas que brinden mejores condiciones de vida, ha llevado al desarrollo de la piscicultura en Colombia. Las explotaciones inadecuadas de la tierra, la disminución de productos agropecuarios, la contaminación de ríos y en general cuerpos de agua, la pesca indiscriminada utilizando métodos prohibidos han motivado a que se adelanten investigaciones sobre especies ícticas como una solución, no solo trabajando con especies exóticas, sino también con especies ícticas como el *Brycon meeki*, de la cual se conoce poco o nada acerca de su biología en medio natural, mucho menos de los rendimientos y aspectos tecnológicos de cultivo (Vásquez, 2001).

Otra característica particular de las especies ícticas nativas es que además de la escasa información disponible sobre su biología, se infiere que no existe un modelo único de reproducción, sino que, por el contrario, existe una gran variabilidad y por tanto, los mecanismos implicados en el control de la reproducción son múltiples y totalmente influenciados por el medio en que viven las especies (Zanuy y Carrillo, 1997 y Harvey y Hoar, 1980). Es así como los individuos sexualmente aptos pueden identificar lugares adecuados para su reproducción y el momento propicio para hacerlo. De este modo, la reproducción se llevará a cabo en los sitios con características óptimas de temperatura, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno, pH, corrientes, etc, en lugares donde abunde el alimento y no haya presencia de predadores (Beltrán, 2000).

El *Brycon meeki*, (sábalo) habita en los ríos correntosos y cristalinos, cerca de los remansos profundos. Los pescadores lo aprecian especialmente, debido a su costumbre de ofrecer gran resistencia a la captura y a la alta calidad de su carne (CVC, 1999).

Este proyecto pretende determinar algunos aspectos reproductivos de la población de *Brycon meeki* en medio natural en el río Patía en el sector comprendido entre puente de La Fonda hasta el puente de La Barca, municipio del Patía departamento del Cauca, siendo la especie más importante del río para los habitantes de la zona, por el sabor de su carne y el tamaño que ésta puede alcanzar.

Los resultados de este trabajo podrán ser aplicados en programa de piscicultura, pesca deportiva y repoblamiento de cuencas, aumentando la población de la especie en cantidad en medio natural, así renovando los ecosistemas en los cuales habita.

Se realizara una descripción, análisis físico-químico e hídrico, caracterización ictiológica de la zona de estudio, en el laboratorio se establecerán las fases de maduración gonádica; los datos obtenidos en esta investigación serán analizados mediante pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas.

## 2. ANTECEDENTES

El sábalo del Patía es una especie poco estudiada; pero es importante resaltar trabajos sobre otras especies en las cuales se han manejado aspectos que se utilizarán en esta investigación.

MARTÍNEZ, 1981, en el informe “Los peces deportivos de Colombia (agua dulce) hace una descripción taxonómica de las especies de la familia Characidae” entre ellas mencionó el *Brycon meeki* y resaltando su importancia en la pesca deportiva.

VÁSQUEZ, *et al.* 1993 realizaron el estudio biológico de las especies ícticas dominantes del río Cauca, Sector embalse de la Salvajina-puente el Hormiguero, departamento del Cauca, donde aparece el registro ictiológico que revela la presencia de 8 familias, 22 géneros y 25 especies, datos que sirven de referencia así como algún método o técnica utilizada por ellos, aplicable a diversas investigaciones.

BERMUDEZ, 1994 elaboró un informe sobre la determinación del nivel trófico de la especie íctica *Brycon meeki* en el río Patía sector comprendido entre Piedra Sentada y Galíndez.

GALVIS, *et al.* 1997 en el libro Peces del Catatumbo, define de forma muy general los hábitos alimenticios de la familia Characidae referenciando que sus hábitos alimenticios son muy variados (omnívoros, carnívoros, etc.).

La Corporación Autónoma y Regional del Valle del Cauca. (CVC), y su Grupo de Hidrobiología, en 1999 realizó un informe detallado de la riqueza ictiológica del departamento de Valle del Cauca, describiendo algunos aspectos del *Brycon meeki*.

BELTRÁN, en el año 2000 realizó un PLAN DE ORDENACION: Manejo y Aprovechamiento sostenible pesquero y acuícola en la cuenca del río grande de la Magdalena, en el cual datan los niveles preocupantes que alcanza la producción de las especies más representativas de dicho río y de algunos ríos del país por la contaminación, la tala y quema de bosques.

VASQUEZ, 2001 en su artículo Cauca Pesquero, En: Historia, geografía y cultura. Territorios posibles. Tomo I, hace una descripción biológica de la especie *Brycon meeki*, explicando que es una especie que amerita estudio, por la importancia que esta representa en la región donde habita.

CHILITO , 2002 realiza un trabajo investigativo sobre la biología reproductiva del *Pimelodus grosskopfii* en el río Cauca, sector comprendido entre el sitio de presa del embalse de la Salvajina y puente de la Balsa, Departamento del Cauca.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Estudiar algunos aspectos de la biología reproductiva de la especie íctica *Brycon meeki* (sábalo) en medio natural, en el río Patía, sector comprendido entre el puente de La Fonda y el puente de la Barca, que permitan establecer una escala y unos estadios de madurez gonadal, mediante la correlación de índices gonadales y observación macroscópica de gónadas.

#### **3.2 Objetivo Específico**

Realizar un análisis de la calidad del agua bajo el punto de vista físico-químico e hídrico, de la zona escogida para realizar esta investigación.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 ASPECTOS GENERALES DEL *Brycon meeki*.

*Brycon meeki* EIGENMANN (1913)

Nombres Comunes: sábalo, (sur de Colombia y Ecuador), salmones (Uruguay y Argentina).

Tabla # 1

Ficha taxonómica según Leo, S. Berg. 1944, (Bermúdez, 1994) para categorías inferiores

---

Reino:	Animal
Phylum:	Chordata
Grupo:	Craniata (Vertebrata)
Subphylum:	Gnathostomata
Superclase:	Piscis
Clase:	Osteichthyes
Subclase:	Actinopterygii
Grupo:	Teleostei
Superorden:	Teleostea
Orden:	Heterognathi
Suborden:	Characinae
Familia:	Characidae
Subfamilia:	Bryconinae
Género:	<i>Brycon</i>
Especie:	<i>Brycon meeki</i>

---



Figura 1. *Brycon meeki*.

Pertenece al grupo de peces de origen neotropical de mayor popularidad y accesibilidad para los pescadores deportivos de centro y sur América. Pertenece a la familia Characidae y todas las especies son muy parecidas, esta cubiertos de escamas cicloideas, sus aletas están desprovistas de espinas punzantes, poseen dientes multicúspides resistentes, dispuestos en tres series superiores y dos inferiores, con caninos adicionales y doble fontanela en sínfisis han desarrollado una gran capacidad competitiva con otras especies, las cuales suelen dominar por el apreciable numero de individuos que conforman sus bancos en un sector determinado de río (Martínez, 1981).

El sábalo es una especie que se encuentra en abundancia en los ríos de la vertiente del Pacífico: cuenca del Patía y el andén pacífico caucano. Es de gran importancia en la pesca artesanal, puesto que es la base del sustento de un amplio sector de la población de esas regiones. Se localiza, principalmente, en sistemas lóticos con buena condición físico-química, temperatura entre 19°C y 25°C; exigente porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (mayor de 80%), y pH entre 6 y 7.5, es reofílica. Se han capturado ejemplares hasta de cuatro libras. Su hábito alimenticio es omnívoro con tendencia carnívora, preferiblemente peces pequeños y macroinvertebrados (Vásquez , 2001).

#### **4.2 FAUNA ICTICA ACOMPAÑANTE**

Las especies que comparten el hábitat con el *Brycon meeki*, entre las más importantes, que pueden ser objeto de estudio tenemos :

- Mojarra Patiana (*Cichlasoma ornatun*)
- Sabaleta (*Brycon henni*)
- Barbudo (*Rhamdia quelen*)
- Bobo (*Hoplias malabaricus*)
- Corroncho (*Chaetostoma fischeri*)



Figura 2. Fauna íctica acompañante.

Hay también especies introducidas que se han adaptado de manera impresionante al ecosistema como: la tilapia (*Oreochromis nilotica*); la cucha (*Pseudancistrus daguae*), la dorada (*Brycon moreii*); la cachama (*Piaractus brachipomus*), entre otros.

#### **4.2 FISILOGIA DE LA REPRODUCCIÓN DEL *Brycon meeki***

Todos los peces se reproducen sexualmente, la gran mayoría tienen una fecundación externa que se realiza en el agua, con una posibilidad de éxito variable. La madurez de las gónadas es alcanzada por la incentivación de factores externos del medio donde habita, como por ejemplo: los cambios en pluviosidad, fotoperíodo, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, etc., estos estímulos van al sistema circulatorio del pez. Al llegar esta información de tipo nervioso es recogida por el hipotálamo, que segrega y pone en circulación un tipo de hormonas llamadas liberadoras de gonadotropinas, estas estimulan la glándula hipófisis que segrega las hormonas gonadotrópicas, que actúan sobre las gónadas encargadas de producir finalmente las hormonas esteroides o sexuales (Chaparro, 1994).



#### 4.2.1 REPRODUCCIÓN EN LA HEMBRA DEL *Brycon meeki*



Figura 3. Gónadas de Hembra *Brycon meeki*.

Los ovarios son pares y se encuentran por debajo de la vejiga natatoria y de los riñones. Cuando están maduros pueden ocupar el 70% de la cavidad corporal de la hembra (Chaparro, 1994).

Externamente el ovario está recubierto por la túnica o zona albugínea, compuesta de tres capas:

- Capa externa: compuesta por epitelio cúbico cilial epitelio peritoneal.
- Capa media: compuesta de tejido conectivo, con fibras musculares longitudinales en la cual se localizan los vasos sanguíneos que la irrigan.
- Capa interna: formada por fibras musculares dispuestas de manera irregular que forman una capa compacta y fibrosa.

La parte del ovario o estroma ovárico está recubierto por una capa de células epiteliales llamada germinal, el cual se pliega en forma de láminas alojando las ovogonias. Esta capa contiene vasos sanguíneos y células somáticas asociadas al desarrollo del oocito, células foliculares y tecales (Valeria *et al*, 1996).

El grosor del epitelio germinal está influenciado por la actividad sexual, siendo máximo durante la puesta y mínimo en la fase de reposo (Zanuy y Carrillo, 1987). Este epitelio parece estar involucrado en secreción del fluido ovárico, permitiendo que los oocitos ovulados mantengan su viabilidad durante un tiempo determinado y que depende de la especie.

En la ovogénesis, el folículo ovárico de los teleósteos es relativamente simple. En las fases tempranas de desarrollo, los oocitos están rodeados por una capa de células foliculares. A medida que crece, las células foliculares se incrementan y diferencian para formar una capa folicular continua y unicelular, llamada granulosa,

separada del oocito por tejido conectivo del estroma que se organiza formando la teca o envoltura folicular externa (ver Figura 4). Ambas capas separadas por la membrana basal (Urbinati, 1999, Zanuy y Carrillo, 1987).

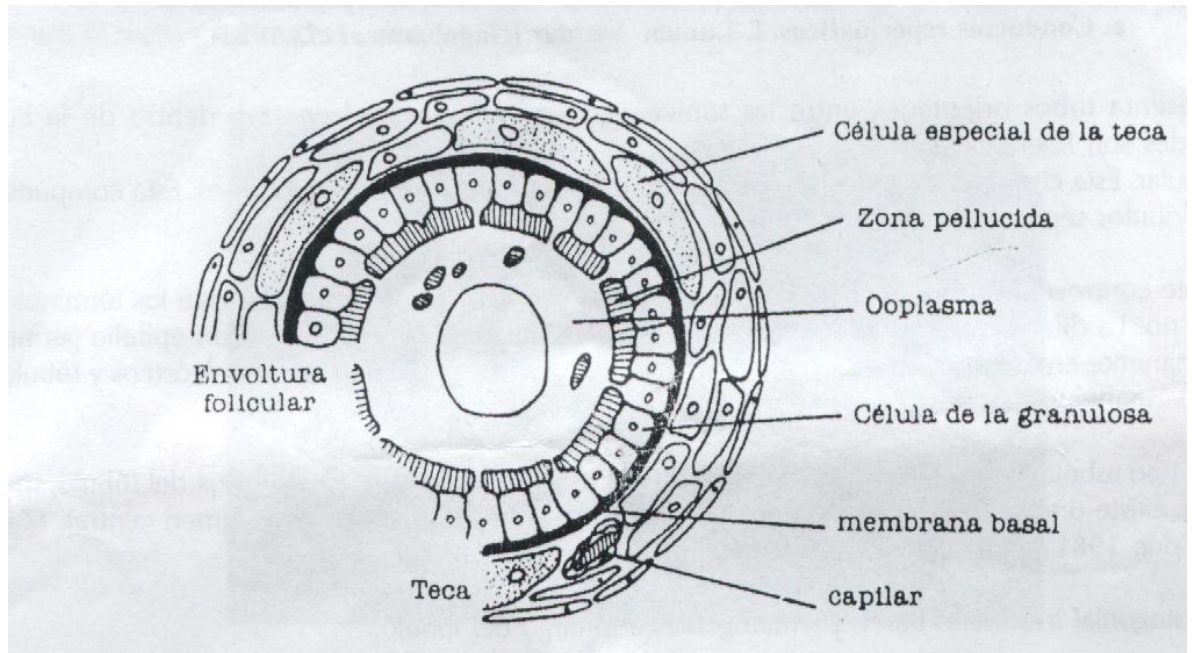


Figura 4. Estructura del oocito, Tomado de Zanuy y Carrillo (1987).

Como la mayoría de los vertebrados inferiores, el aumento del oocito es largo y el aumento de tamaño es considerable. El proceso de crecimiento primario continúa durante toda la vida de los peces que desovan repetidamente y los oocitos previtelogénicos están presentes en el ovario durante todo el año. En general, cada año se forman nuevos oocitos, como consecuencia de las divisiones oogoniales, de manera que los oocitos de nueva formación no madurarán sino hasta el próximo año (Zanuy y Carrillo, 1987 y Urbinati, 1999).

En la vitelogénesis como segunda fase, consiste en que el vitelo se deposita en formas de vesículas y luego a manera de gránulos. La síntesis de los precursores del vitelo se efectúan en el hígado. Como tercera fase de la maduración, el núcleo migra de una posición central a una periférica y se produce un aumento en el diámetro del oocito por su significativa hidratación terminal y ovulación como fase final, presenta ruptura folicular y expulsión del oocito desnudo, parece ser independiente del control hipofisiario (Harvey Y Hoar , 1989).

La maduración completa del oocito, se da como primera fase en la transformación de las oogonias en oocitos primarios. En general las oogonias se presentan distribuidas en el ovario de una manera no uniforme, aisladas o formadas en cistes. La característica más clara es su núcleo, grande con su nucleolo muy conspicuo y su citoplasma muy reducido (Zanuy y Carrillo, 1987).

#### 4.2.2 REPRODUCCIÓN EN EL MACHO *Brycon meeki*



Figura 5. Gónada de machos.

En los peces los testículos son pares y están suspendidos en la cavidad celómica; en su interior tienen una gran cantidad de túbulos llamados tubos eferentes, que se comunican con el conducto deferente, el que termina en el polo genital, situado dentro de una papila urogenital (Chaparro, 1994).

Los testículos son de estructura lobular caracterizada por poseer una serie de lóbulos separados los unos de los otros por un tejido fibroso o capa de albúmina, el testículo posee una parte lobular y una parte intersticial (Zanuy y Carrillo, 1987).

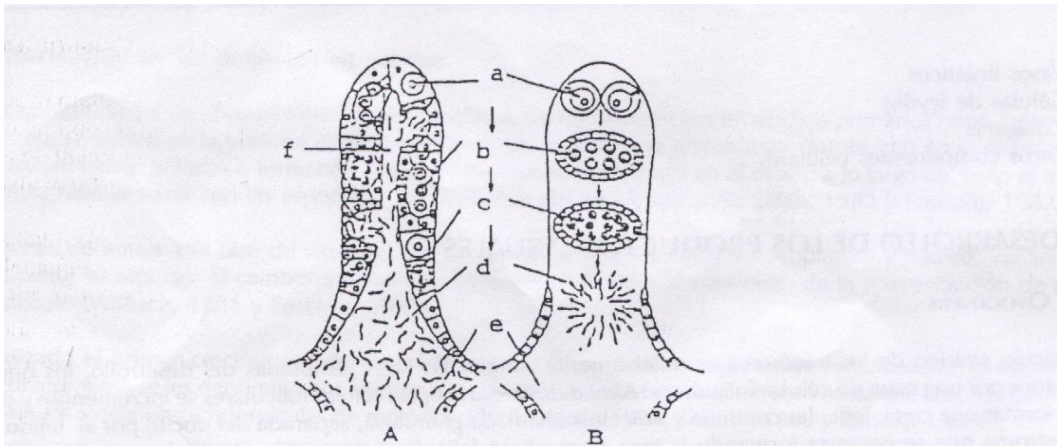


Figura 6. Estructura del testículo en teleósteos. A. Tipo lobular, B. Tipo tubular. a. Espermatogonias, b. Espermatocitos. c. Espermatidas. d. Espermatozoides. e. Conductos espermáticos. f. Lumen lobular (Nagahama *et al.*, 1983).

La espermatogénesis es el proceso mediante el cual se pasa de espermatogonias a espermátidas haploides. Se sabe en general, que la mitosis espermatogonial es paralela a un incremento moderado de la actividad de las células productoras de gonadotropinas. Esto permitiría suponer que las gonadotropinas tienen un papel importante en el control de la espermatogénesis (Zanuy y Carrillo, 1987).

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 ZONA DE ESTUDIO**

La zona de estudio estuvo comprendida entre: el puente de La Fonda que está ubicado en el Km 1 sobre la vía que va de la población de La Fonda a la carretera panamericana y el puente de La Barca, el cual se localiza en el Km 12 de la vía que comunica el corregimiento del Estrecho con el corregimiento de Balboa, además, el río sirve de límite entre el Municipio del Patía y Balboa; esta zona presenta en promedio una temperatura de 27°C y una altitud de 630 msnm, rodeada de potreros donde predominan los pastos (gramíneas) con pequeñas áreas de bosque, ya que la ganadería es una actividad económica importante, es de resaltar la Vereda de las Tallas el sector donde se encuentra la estación piscícola de las CRC, ubicada a 02° 06' 22" de latitud norte, 77° 05' 15.4" de longitud oeste y una altitud de 619 msnm (ver figura 7).

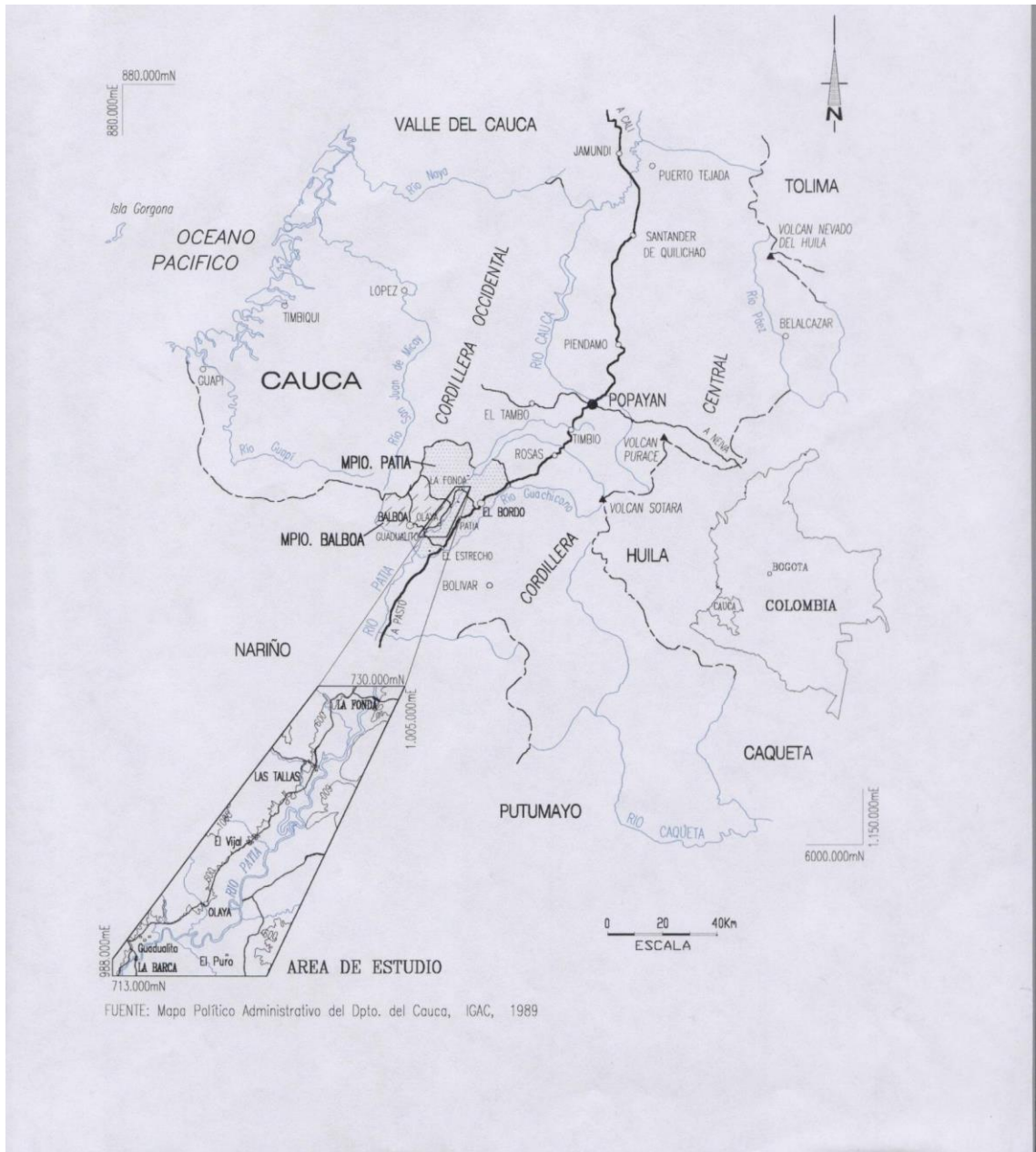


Figura 7. localización de la zona de estudio

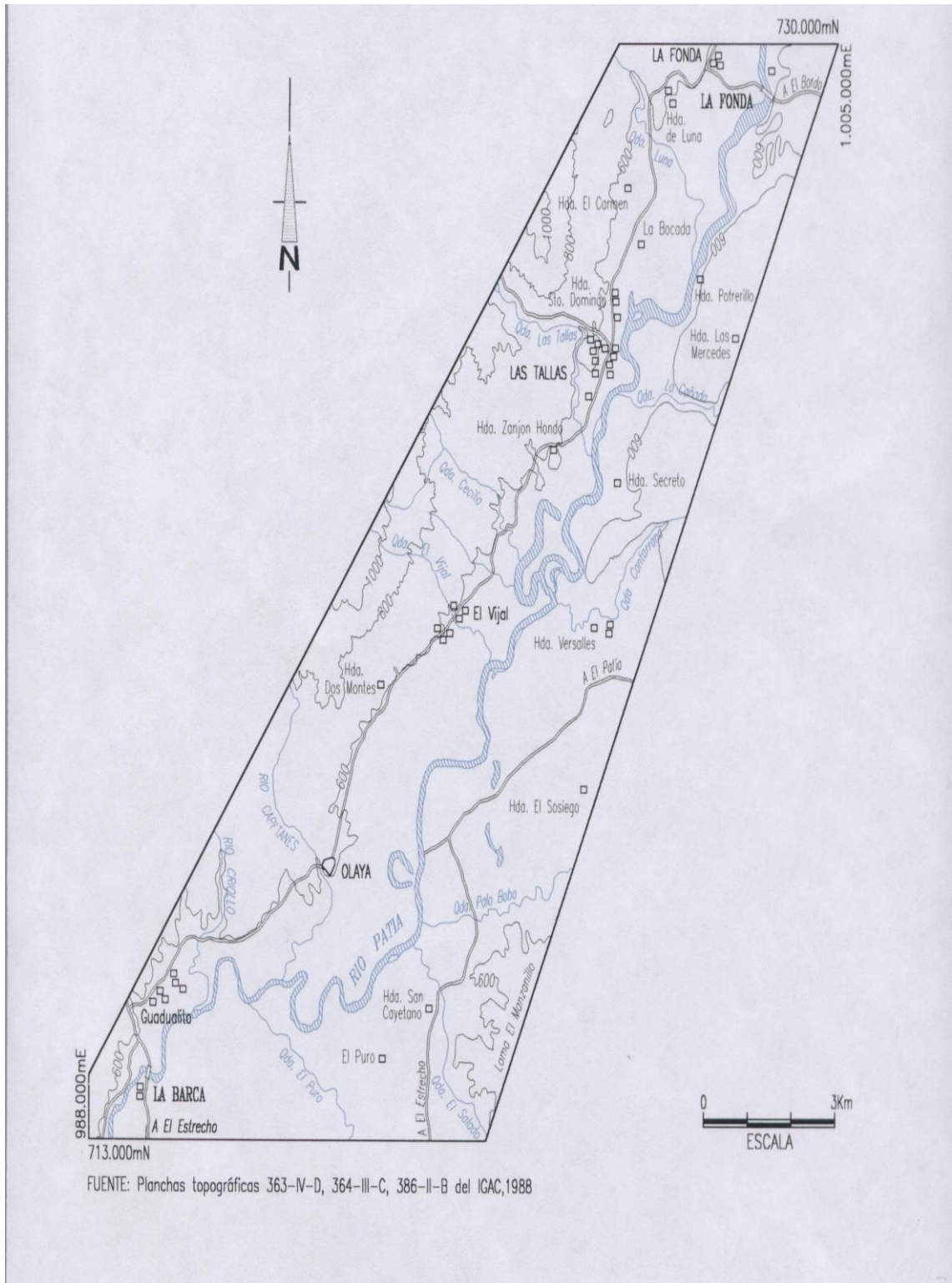


Figura 8. río Patía desde el puente de la Fonda hasta el puente de la Barca.

Las zonas seleccionadas para los muestreos ícticos fueron:

**Estación # 1**



Figura 9. Río Patía. Sector Vereda las Tallas.

**Estación # 2**



Figura 10. Río Patía. Sector La India.

### Estación # 3



Figura 11. Río Patía. Sector la Barca.

**5.2 ZONA DE VIDA.** La zona de estudio según Holdridge está catalogada como una transición bosque húmedo basal a bosque seco basal con tendencia a bosque seco (bh-B // bs-B)



### 5.3 TRABAJO EN CAMPO.

#### 5.3.1 Parámetros para la caracterización físico-química, hídrica.

Se efectuaron tres muestreos para realizar un análisis físico-químico, hídrico de la zona de estudio, ( tabla 2).

PARÁMETROS	EQUIPOS
Temperatura del agua y ambiente °C	Termómetro digital de máximas y mínimas Amadigit ad 15th
Oxígeno disuelto (mg/L)	Oxigenómetro Schott Gerate CG867)
Gas carbónico disuelto (mg/L)	Titulación con NaOH (0.027N), fenoftaleina (indicador)
pH (unidades)	pH-metro Schott Gerate CG727
Acidez total (mgCaCO <sub>3</sub> /L), alcalinidad total (mgCaCO <sub>3</sub> /L), dureza total (mgCaCO <sub>3</sub> /L), dureza carbonácea (mgCaCO <sub>3</sub> /L), calcio (mg/L), amonio (mg/L), nitritos (mg/L), fosfatos (mg/L), hierro (mg/L), cloruros (mg/L)	Equipo de precisión para análisis físico-químico de aguas naturales: Aquamerck, Aquaquant, Spectroquant
Conductividad (uMhos/cm) y salinidad (partes por mil)	Conductímetro YSI sct-meter
Zsd (m)	Disco Sechi
Sólidos disueltos totales (mg/L).	Espectrofotometro, MERCK SQ 118.

Tabla 2. Parámetros y Equipos para realizar análisis físico-químico.

#### 5.3.2 Caracterización ictiológica.

Se procedió a la captura de los individuos, periodo comprendido entre septiembre del 2002 a junio del 2003, todo los peces fueron capturados con la técnica de la "galandra", se armaban en horas de la tarde para revisarlas al otro día en la madrugada, se realizaban muestreos diarios, los datos de merística, medidas morfométricas como: longitud total, longitud standard, altura, longitud caudal, orquilla (es la medida de la parte superior de la aleta caudal), peso total, peso eviscerado, peso de hígado, y gónadas fueron tomados en campo, las hembras que estaban desarrollando procesos de madurez se llevaron al laboratorio para realizar conteo de ocitos, en el caso de los machos para establecer los diferentes estadios.



Figura 12. Método utilizado para capturar los individuos, (pescador de la región).



Figura 13. Individuos capturados de *Brycon meeki* en una jornada de pesca.

#### 5.4 FASE DE LABORATORIO

**5.4.1 Fases de maduración gonádica.** Se determinaron las fases de maduración gonádica, microscópicamente en machos y hembras tomando como base la escala de estados de madurez gonadal propuesta por Meier y Nikolsky modificada por Vasquez (1984) para los peces del Alto Cauca.

- Estadío I. Inmadurez total, gónada delgada y translúcida en ambos sexos.
- Estadío II-IV. Se manifiesta un volumen del testículo con tendencia a color lechoso. En la hembra, la teca es linfática pero más compacta hacia el estado IV, se observan algunas granulaciones (oocitos primarios).
- Estadío V-VII. se alcanza la madurez total, el testículo puede ser acintado o en acinos “lechosos”. Los ovarios son completamente desarrollados y la teca ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal (estado próximo al desove).

**5.4.2 Índices Gonadales:** los datos obtenidos de los peces capturados se le aplicaron los siguientes índices:

**5.4.2.1 índice gonadal (IG)=** 
$$\frac{\text{peso gónadas}}{\text{longitud total}^3} \times 100$$

(Vazzoler, 1973)

**5.4.2.2 Índice gonadosomático o de madurez (IGS)=** 
$$\frac{\text{peso gónadas}}{\text{Peso Cuerpo}^*} \times 100$$

Peso cuerpo: peso total-peso de gónadas

(Vazzoler, 1973)

**5.4.2.3 Índice hepatosomático (IHS) =** 
$$\frac{\text{peso hígado}}{\text{Peso total pez eviscerado}} \times 100$$

(Vazzoler, 1973)

**5.4.2.4 Factor de condición (K)=** 
$$\frac{\text{peso total}}{\text{Longitud total}^3} \times \text{múltiplo de 100 para manejo de decimales}$$

### **Significado de K:**

0.0-0.25= animal desnutrido

0.26-0.75= animal bien alimentado

>0.75 = sobrealimentado

(Vazzoler, 1973)

### **5.4.2.5 Estimación de fecundidad.**

**5.4.2.5.1 Fecundidad individual, absoluta o total:** número de los oocitos contenidos en los ovarios (Vazzoler, 1973).

**5.4.2.5.2 Fecundidad relativa:**  $\frac{\text{\# de oocitos}}{\text{Libra de peso corporal}}$

(Vazzoler, 1973)

NOTA: los datos obtenidos fueron analizados mediante el programa estadístico S.P.S.S, como los datos no se acomodaron a la distribución normal entonces fue necesario utilizar la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Caracterización físico-química, hídrica

Para realizar la caracterización se tomaron datos en promedio del análisis físico-químico obtenidos por (Bermúdez, 1994), en las estaciones de muestreo las Tallas y el puente a Balboa (tabla 3), comparándolos con los datos mínimos, máximos y promedios obtenidos en los tres sectores de muestro escogidos para esta investigación (figuras 9, 10, 11) y (tabla 4).

Estación de muestreo	T ambiente °C	T Agua °C	pH	O <sub>2</sub> Disuelto mg/l	% de sat O <sub>2</sub>	Dureza total mg CaCO <sub>3</sub> /L	Alcalinidad mg/CaCO <sub>3</sub> /L
Las Tallas	29.8	25.27	7.5	7.2	89.42	89.42	30.85
Puente a Balboa	28.83	25.5	7.42	7.5	92.5	34.56	57.83

Tabla 3. análisis físico-químico, hídrico, valores en promedios obtenidos durante el tiempo de muestreo entre marzo 1994 a febrero de 1995 por Bermúdez.

Parámetros físico-químicos, hídricos	Mínimos-Máximos	Promedios
m.s.n.m	600-650	625
Temperatura ambiente (°C)	28-30	29
Temperatura agua (°C)	23-25.5	24.2
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.5-8.2	7.85
% de saturación	89.42-99	94.21
CO <sub>2</sub> disuelto (mg/L)	1.5-2	1.75
PH (unidades)	7.5-7.5	7.5
Acidez total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	2-2.5	2.25
Alcalinidad total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	57.83-57.83	57.83
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	63.58	63.58
Dureza carbonácea (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	63.58	63.58
Calcio (mg/L)	14	14
Amonio (mg/L)	0.4	0.4
Nitritos (mg/L)	0.02	0.02
Nitratos (mg/L)	110	110
Conductividad (uMhos/cm)	92-100	96
Sólidos disueltos	36.8	36.8
Zsd (m)	0.3-0.7	0.5
Salinidad (partes por mil)	0	0

Tabla 4. análisis físico-químico, hídrico, valores mínimos, máximos y promedios obtenidos durante el tiempo de muestreo.

La temperatura ambiente no presenta grandes variaciones, lo cual permite que no hayan cambios drásticos que puedan afectar la biota acuática, algo similar sucede con la temperatura del agua haciendo remota la aparición de termoclinas que logren alterar el nicho del *Brycon meeki* (ver figura 14).

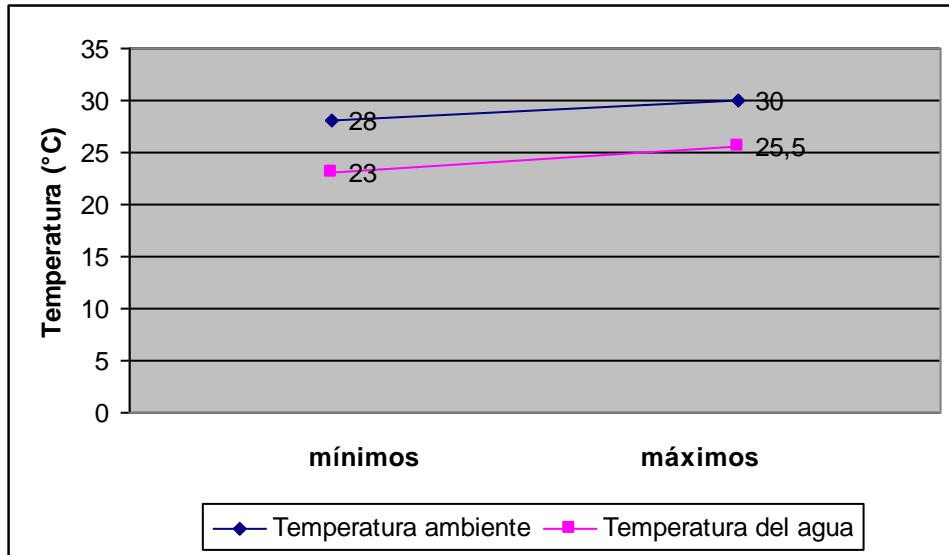


Figura 14. Temperatura ambiente vs Temperatura del agua.

Hay gran cantidad de oxígeno disponible en este sistema lótico y por ende su porcentaje de saturación es mayor que el mínimo óptimo (80%) para el desarrollo de la biota acuática, en general de la especie en estudio.

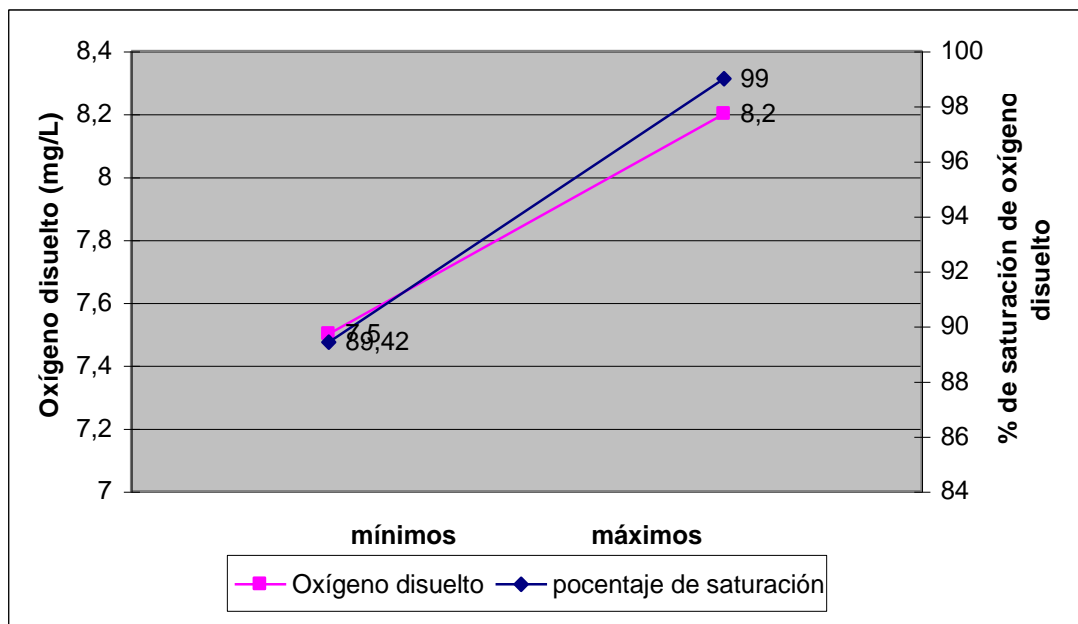


Figura 15. Oxígeno disuelto vs Porcentaje de saturación.

El gas carbónico disuelto ( $\text{CO}_2$ ) es bajo, esta dado por la degradación de materia orgánica, intervenciones antrópicas etc., la acidez total es baja condicionada por el  $\text{CO}_2$ , siendo nula la presencia de minerales, el pH presenta valores óptimos para el desarrollo de la fauna íctica. La tendencia de este cuerpo de agua es levemente alcalino por la naturaleza del sustrato (ver figuras 16 y 17).

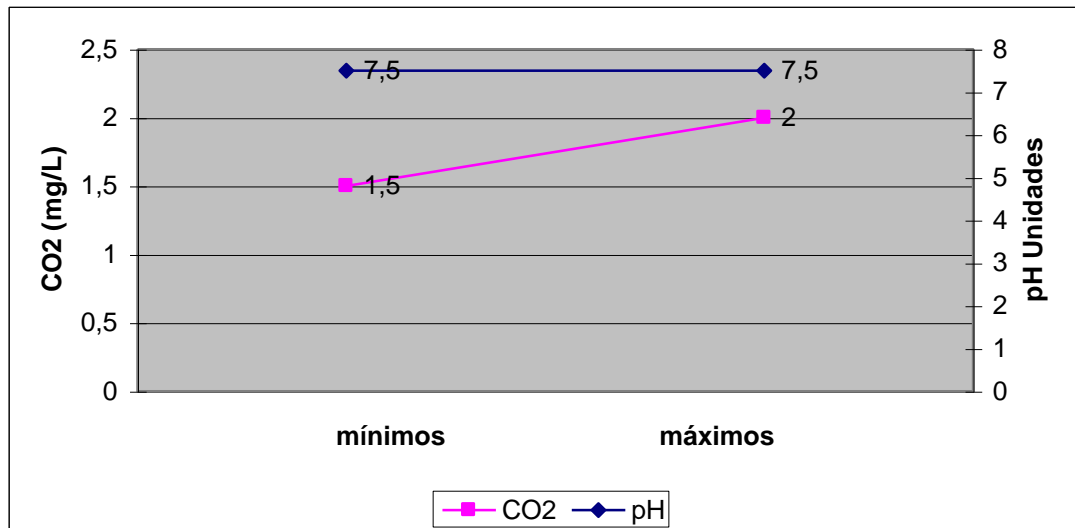


Figura 16.  $\text{CO}_2$  vs pH.

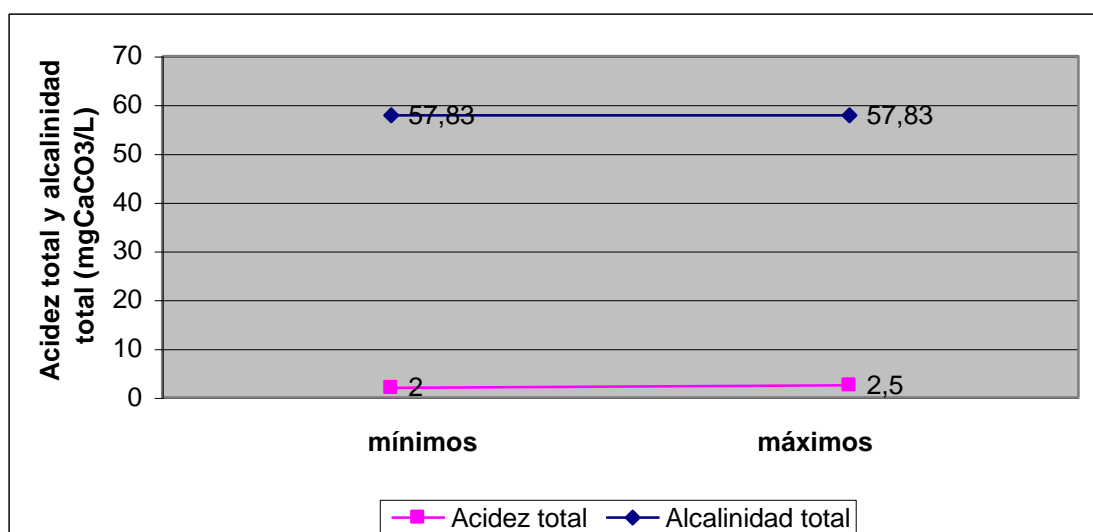


Figura17. Acidez total vs Alcalinidad total.

Esté cuerpo de agua se pueden catalogar según Sawyer y McCarty, 1967 como aguas blandas y para propósitos acuícolas como aguas duras, muy productivas, en este caso la dureza puede estar relacionada con la leve tendencia alcalina del río en esta zona (Vásquez, 1994), (ver figura 18).

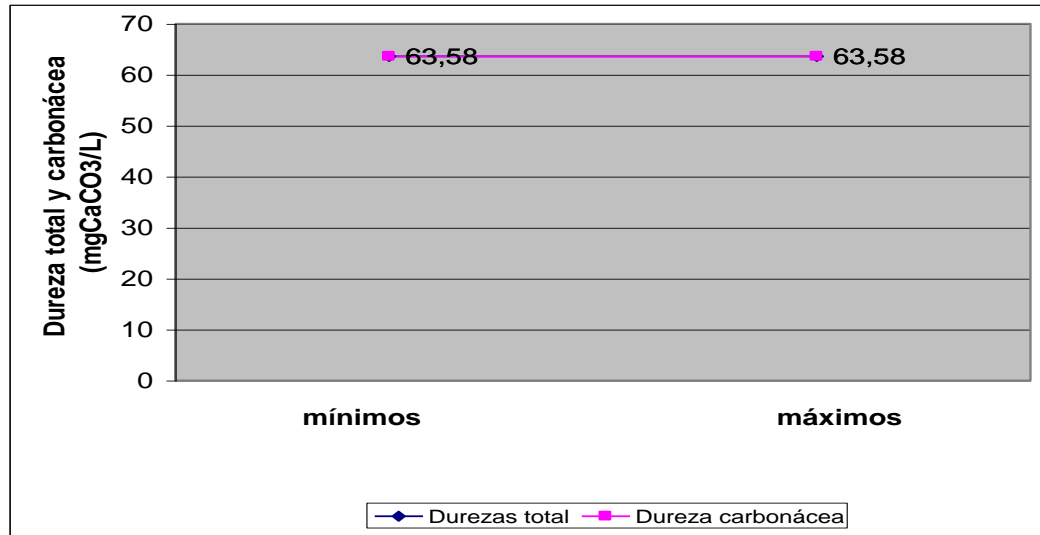


Figura 18. Dureza total vs Dureza carbonacea.

Hay relación directa entre la presencia de calcio y la dureza total porque los iones de calcio unidos con carbonatos y bicarbonatos forman la dureza temporal (Olhe, 1934) citado por (Roldan, 1992), en el cual estas aguas se categorizan como medianamente productivas (Vásquez, 1994).

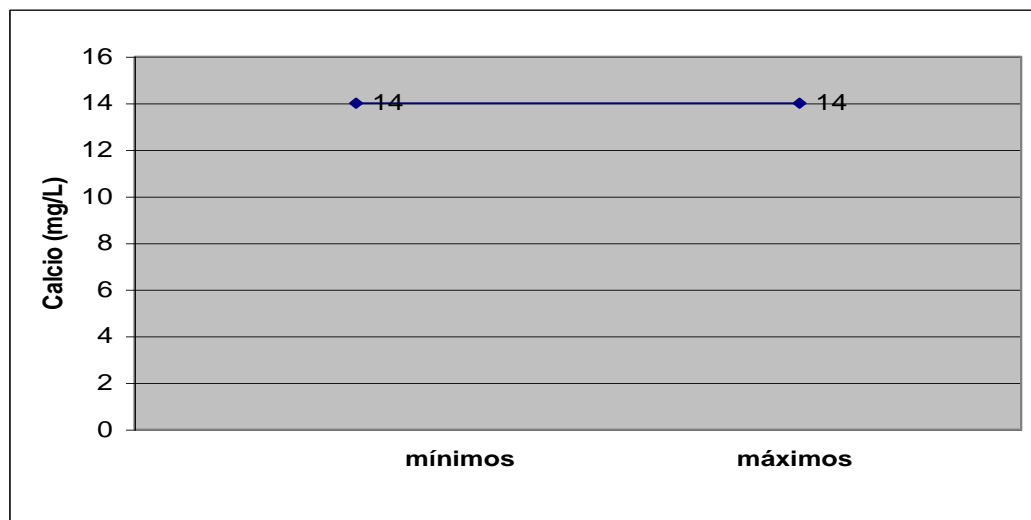


Figura 19. Calcio.



El amonio y los nitritos nos indican la presencia de materia orgánica pero en este caso no son limitantes para el desarrollo de la ictiofauna de este sistema ya que están por debajo de los valores establecidos (Vásquez, 1994).

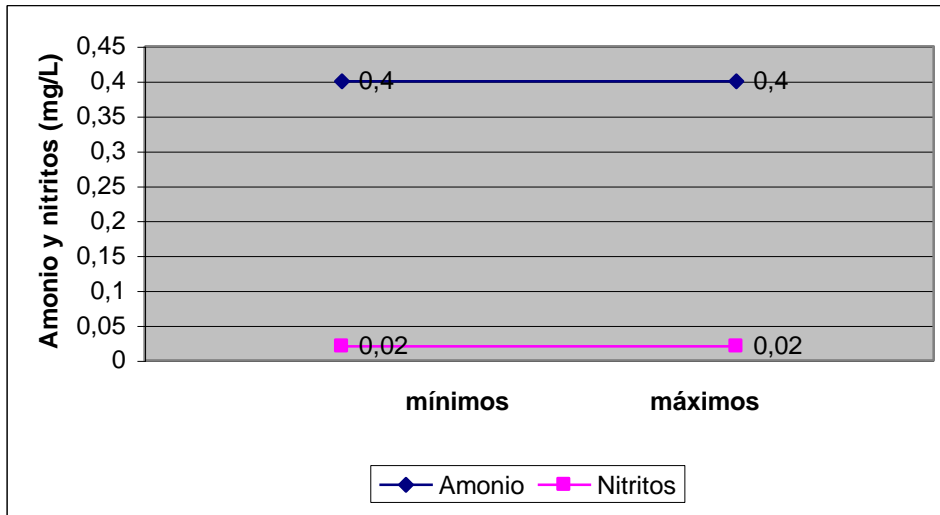


Figura 20. Amonio vs Nitritos.

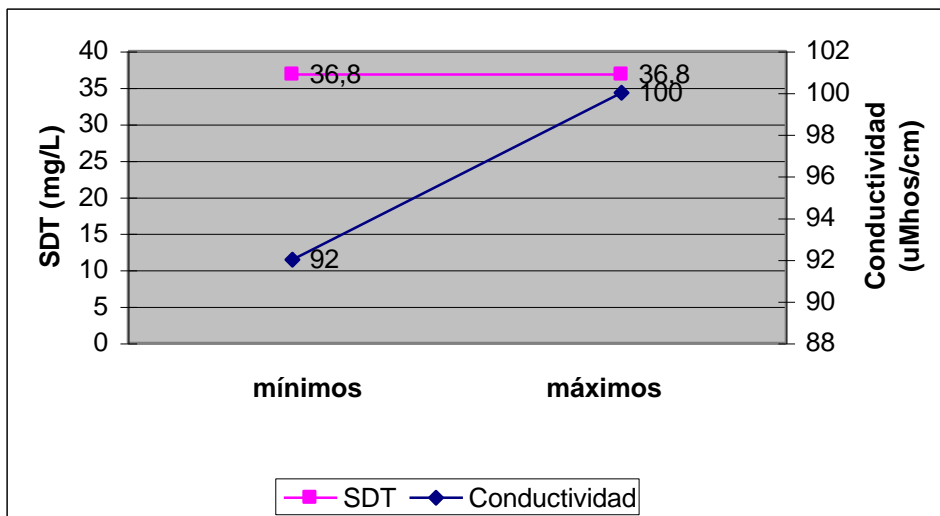


Figura 21. Conductividad vs SDT.

Los valores obtenidos de los sólidos disueltos totales y conductividad indican que este cuerpo de agua es de naturaleza trófica con tendencias oligotróficas

Los parámetros obtenidos en la zona de estudio ( tabla 4), están dentro de los óptimos para el desarrollo de la especie *Brycon meeki* (Vásquez 2001) y muestran resultados muy importantes que indican el comportamiento de este sistema epicontinental además permite tener en cuenta algunas condiciones especiales que exige esta especie para tener éxito en programas piscícolas futuros.

## 6.2 ASPECTO REPRODUCTIVO

### 6.2.1 Número de Capturas por sexo

Se capturaron en total 256 individuos de los cuales 128 fueron hembras y 128 machos siendo las muestras tomadas al azar, lo que nos representa una relación de sexos 1:1,

el tiempo de muestreo comprendido entre los meses de septiembre del 2002 a junio del 2003.

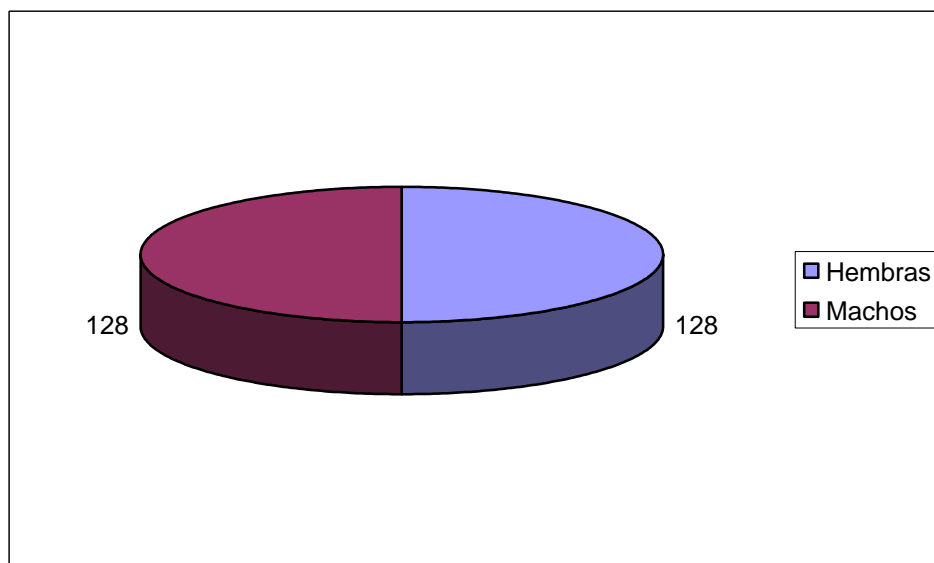


Figura 22. Número de Capturas por Sexo.

### 6.2.2 Frecuencia de Tallas por sexo

La frecuencia mayor de individuos capturados estuvo comprendida entre el rango (301-400 mm) tanto hembras como para machos. no se encontraron individuos entre el rango de (0-100mm) y se capturó una hembra en el rango de (501-600mm)

<b>LONGITUD TOTAL (mm)</b>	<b>FRECUENCIA HEMBRAS</b>	<b>FRECUENCIA MACHOS</b>
0-100	0	0
101-200	6	8
201-300	43	55
301-400	60	60
401-500	18	5
501-600	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>128</b>	<b>128</b>

Tabla 5. Clases y frecuencias por Talla.

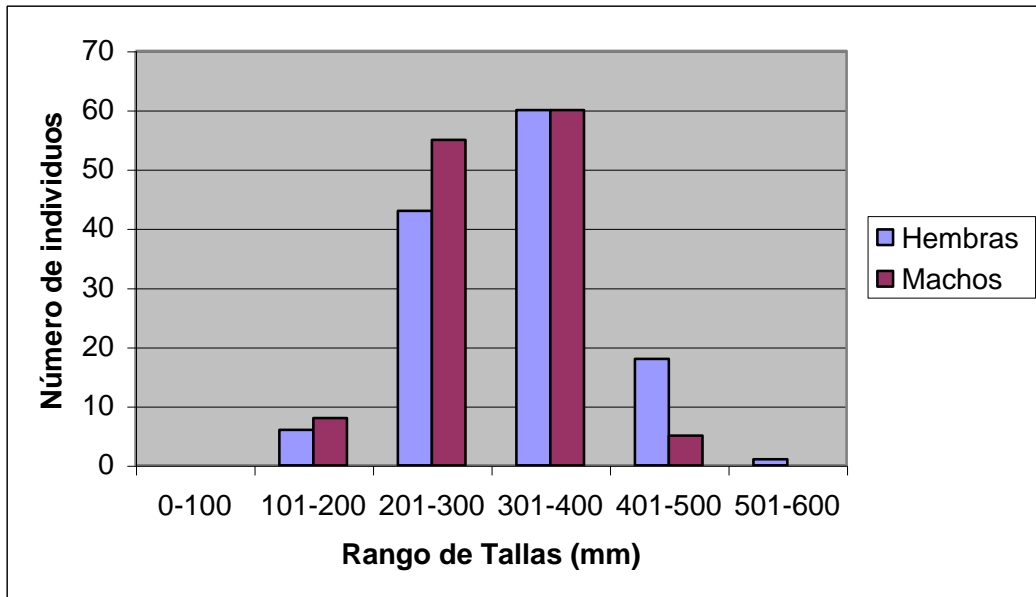


Figura 23. Frecuencia de Tallas por sexo.

Las hembras presentaron mayor longitud que los machos, con un rango mínimo de 175 (mm) y máximo de 510 (mm), en machos una longitud mínima de 170 (mm) y máxima de 445 (mm), datos analizados con la prueba estadística no paramétrica Mann-Whitney (U 6120, 000, Sig= 0.000).

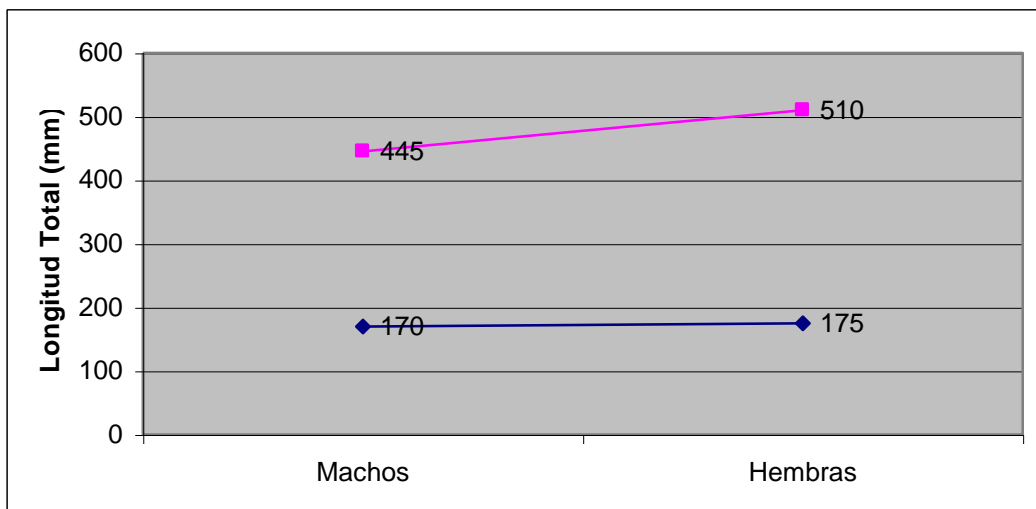


Figura 24. Rangos Máximos y Mínimos de Longitud (mm) por Sexo.

### 6.2.3 Frecuencias por peso

Las hembras presentaron mayor peso que los machos, alcanzando 1900 y 1185 g respectivamente, mientras que sus pesos menores fueron de 104 g para hembras y 41 g en machos como se muestra en la (tabla 6), datos analizados con la prueba estadística no paramétrica Mann- Whitney (U 5967,000, Sig= 0.000).

El rango por peso que comprendió mayor número de individuos fue el de 201-300 (g) para los dos sexos.

<b>PESO (g)</b>	<b>FRECUENCIA HEMBRAS</b>	<b>FRECUENCIA MACHOS</b>
0-100	0	8
101-200	19	25
201-300	28	30
301-400	10	13
401-500	17	27
501-600	16	11
601-700	8	5
701-800	8	6
801-900	11	2
901-1000	5	0
1001-1100	1	0
1101-1200	1	1
1201-1300	2	0
1301-1400	0	0
1401-1500	1	0
1501-1600	0	0
1601-1700	0	0
1701-1800	0	0
1801-1900	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>128</b>	<b>128</b>

Tabla 6. Clases y Frecuencias por Peso

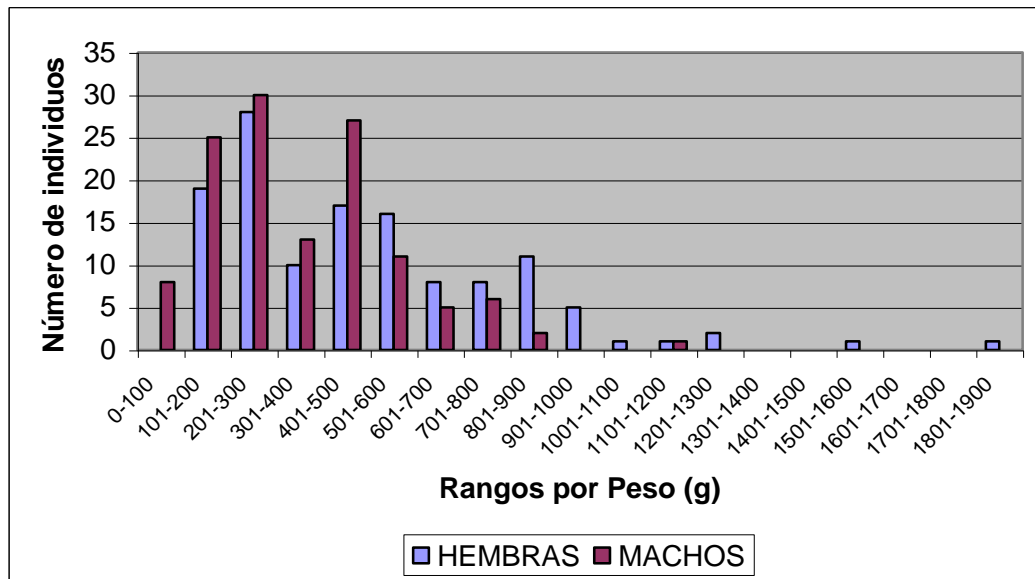
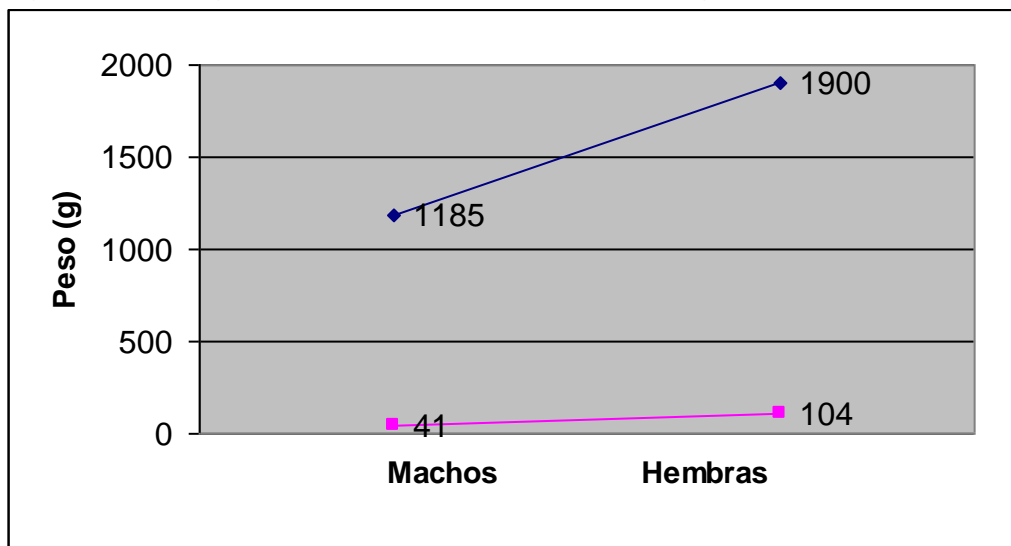


Figura 25. Frecuencia por peso.

Figura 26. Rangos Máximos y Mínimos de peso (g) por Sexo.



..

#### 6.2.4 Rangos Máximos y Mínimos en peso (g) de Gónadas.

Las gónadas de las hembras presentaron mayor peso que la de los machos en sus rangos máximos mientras que en los mínimos el peso fue igual, datos analizados con la prueba estadística no paramétrica Mann-Whitney ( $U = 6913,000$ ,  $Sig = 0.030$ ).

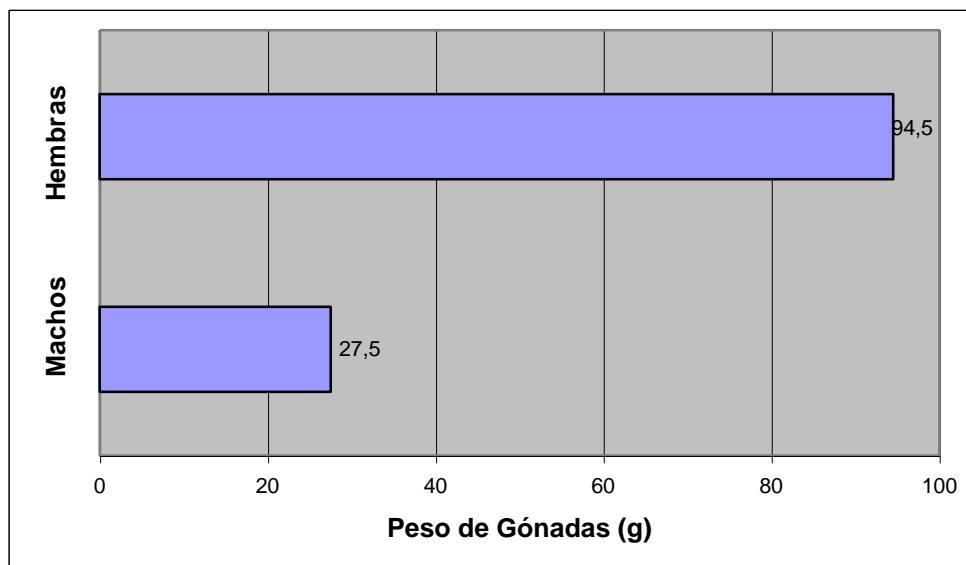


Figura 27. Rangos Máximos en peso (g) de Gónadas por sexo.

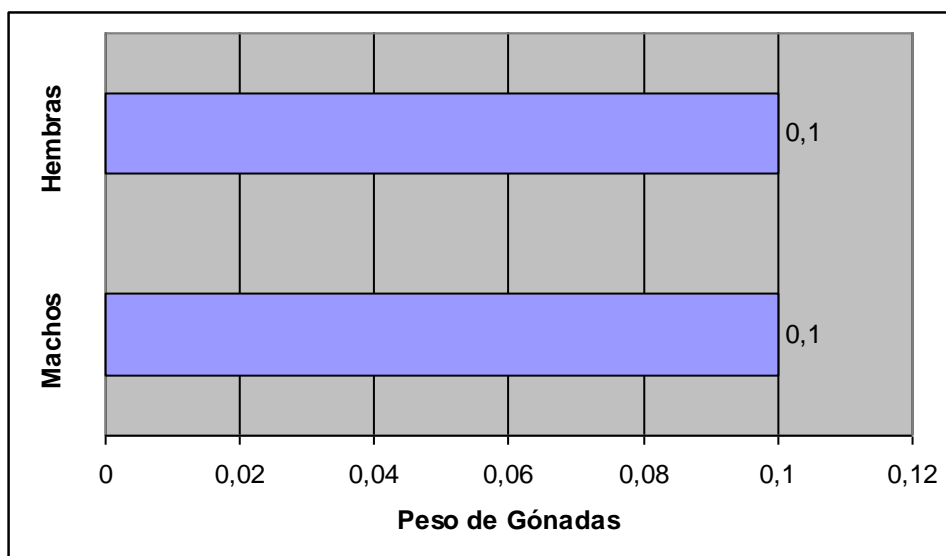


Figura 28. Rangos mínimos en peso (g) de gónadas por sexo.

### 6.2.5 Peso Total vs. Longitud Total

El peso total fue directamente proporcional a la longitud total como se puede ver en la figura (29) donde hubo un aumento ascendente, el mayor rango de tallas (501-600mm) le correspondió el mayor promedio 1500 (g).

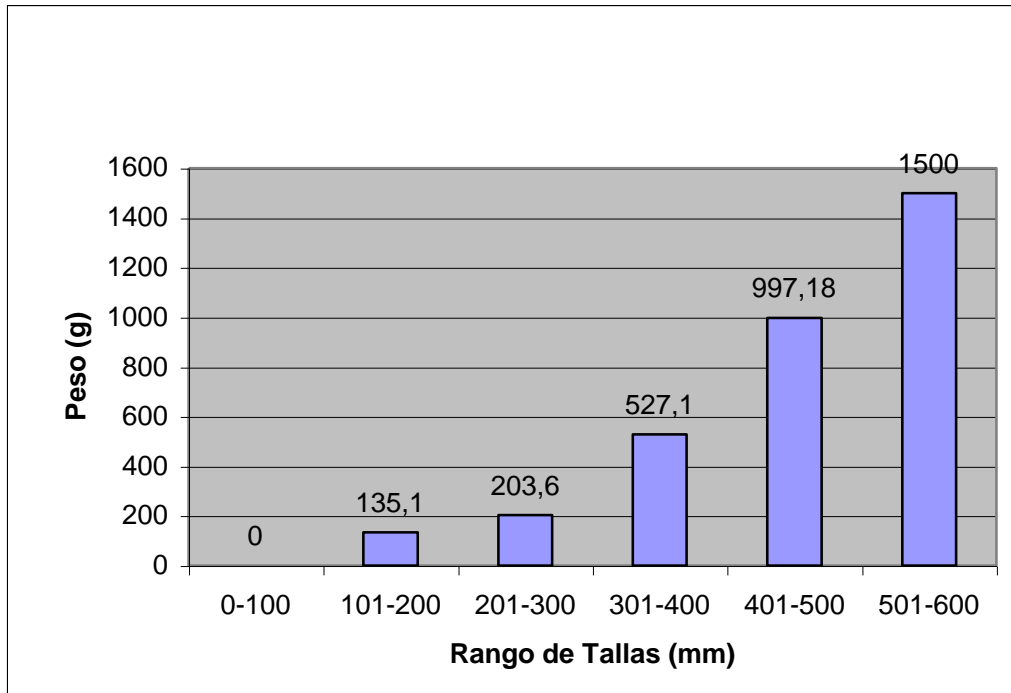


Figura 29. Peso promedio vs. Rango de Tallas.

### 6.3 ESCALA DESCRIPTIVA DE MADUREZ GONADICA PARA HEMBRAS:

Con base en los datos obtenidos se pueda establecer una escala de maduración gonádica para el sábalo (*Brycon meeki*) ya que las especies ícticas cada una debería tener su escala de madurez reproductiva, porque las condiciones en las cuales ellas viven son diferentes; en donde pueden incidir factores como: temperatura del agua, caudal, alimento, etc.

**6.3.1 ESTADIO I:** ovario inmaduro de color rosado claro, transparente, alargados muy delgados ligeramente vascularizados se empieza a notar el desarrollo gonádico dentro de un mismo estadio como se muestra en las figuras (30 y 31).

IG: 0.00003-0.00009

IGS: 0.03-0.18

IHS: 0.72-3.24

K: 0.05-0.11



Figura 31. Fase I de madurez gonadal inicial en hembras de *Brycon meeki*.



Figura 32. Fase I de madurez gonadal intermedia en hembras de *Brycon meeki*.



**6.3.2 ESTADIO II:** los ovarios aumentan de diámetro, se tornan rosado oscuro, se nota más la vascularización.

IG: 0.0001-0.0009

IGS: 0.08-1.1

IHS: 0.55-2.8

K: 0.07-0.3



Figura 33. Fase II de madurez gonadal inicial en hembras de *Brycon meeki*.



Figura 34. Fase II de madurez gonadal intermedia en hembras de *Brycon meeki*.

**6.3.3 ESTADIO III:** a medida que los estadios avanzan aumentan los ovarios de tamaño, se empiezan a notar pequeñas granulaciones (los oocitos), la coloración de la membrana ovárica es rosada pero las granulaciones son color amarillo claro, se presenta una madurez intermedia.

IG: 0.001-0.007

IGS: 0.4-3.6

IHS: 1.01-3.09

K: 0.08-0.23

# de Ovas: 2116.6-6193.3



Figura 35. Fase III de madurez gonadal en hembras de *Brycon meeki*.

**6.3.4 ESTADIO IV:** el ovario es muy grande, fuertemente vascularizado por lo que muestra un color rojo, los ocitos están a punto de alcanzar el tamaño ideal para la madurez final pero todavía son muy frágiles, cuando empieza el paso de este estado al siguiente se observa una franja amarilla en la parte intermedia de cada gónada ver figura (36).

IG: 0.008-0.013

IGS: 3.22-6.83

IHS: 1.17-1.92

K: 0.19-0.27

# de Ovas: 5126.6-14023.3

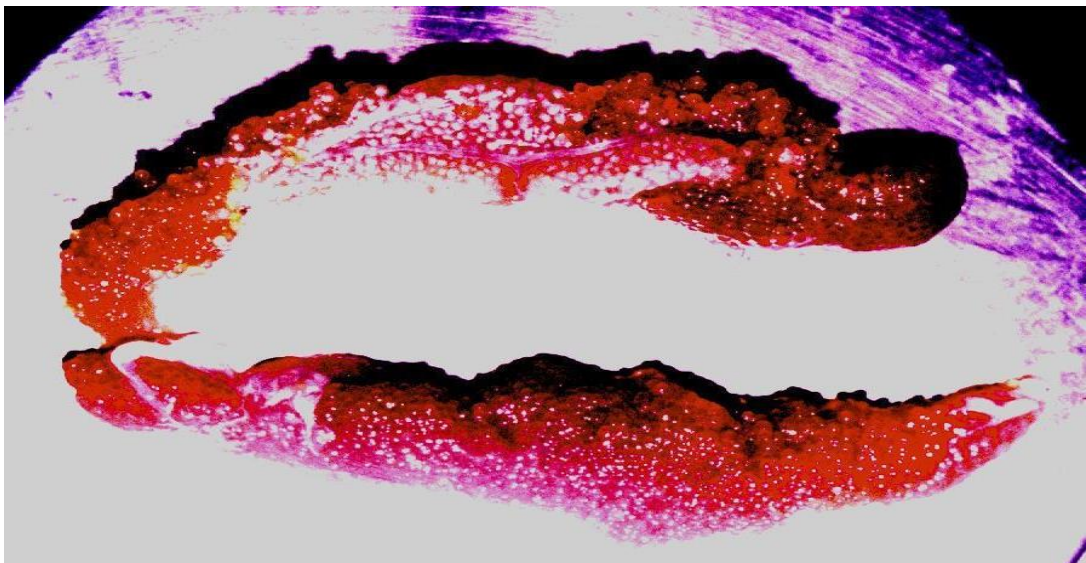


Figura 36. Fase IV de madurez gonadal inicial en hembras de *Brycon meeki*.



Figura 37. Fase IV de madurez gonadal intermedia en hembras de *Brycon meeki*



Figura 38. Oocitos de los estados III, IV, V comparando coloración, tamaño y cantidad

**6.3.5 ESTADIO V:** ovario totalmente desarrollado ocupando el 70% de la cavidad abdominal, los óvulos alcanzan su mayor tamaño, son amarillos, redondos, parduscos en los polos, resistentes en su textura, a punto del desove.

IG: 0.016-0.019

IGS: 5.21-9.86

IHS: 1.5-2.42

K: 0.18-0.4

# de ovas: 17953.3-20643.3



Figura 39. Fase V de madurez gonadal hembras para de *Brycon meeki*.

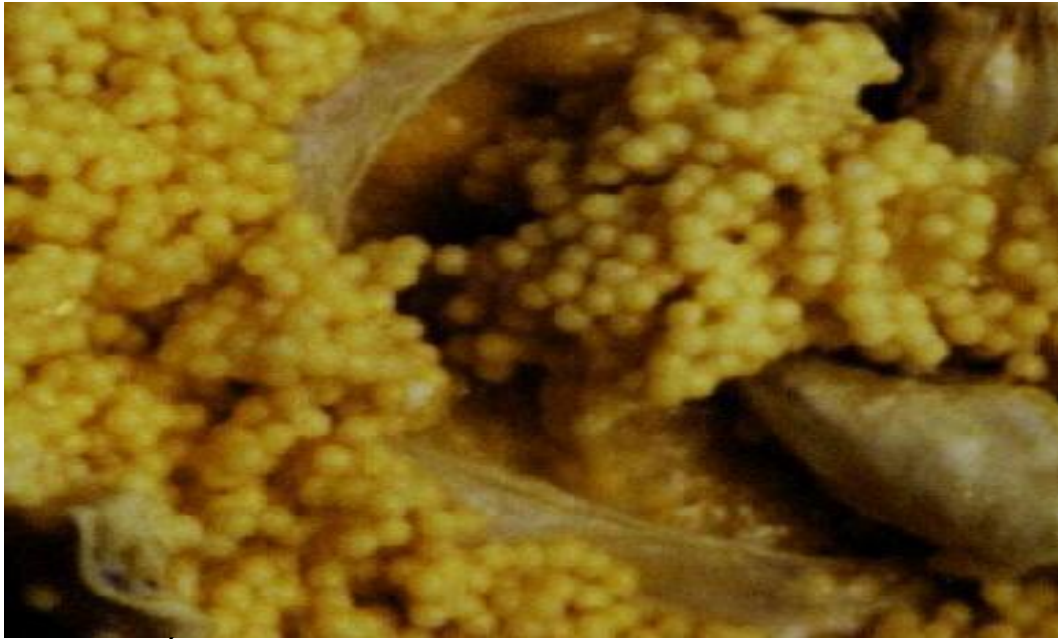


Figura 40. Óvulos maduros del *Brycon meeki*.



Figura 41. Óvulos maduros del *Brycon meeki*

**6.3.6 ESTADIO VI:** los ovarios esta casi desocupados, algunos óvulos son reabsorbidos y otros simplemente eliminados al medio que pueden servir de alimento para otras especies que allí habitan, no fueron fecundados, la membrana ovárica esta muy maltratada, presenta un color rosado claro, los oocitos un color amarillo claro.

IG: 0.0011

IGS: 0.4

IHS: 2.2

K: 0.29

# de óvulos:1833.3



Figura 42. Fase VI de madurez gonadal en hembras *Brycon meeki*



Figura 43. Óvulos desechados sin fecundar en el estadio VI, en hembras del *Brycon meeki*

Luego de todo el proceso la hembra del *Brycon meeki* reinicia la madurez gonadal, por esta razón se encontraron hembras muy desarrolladas (en cuanto a peso y talla) con estados de madurez tempranos (I y II), en este caso se dice que el individuo a realizado más de dos procesos de maduración gonádica, como se muestra en la figura (43).

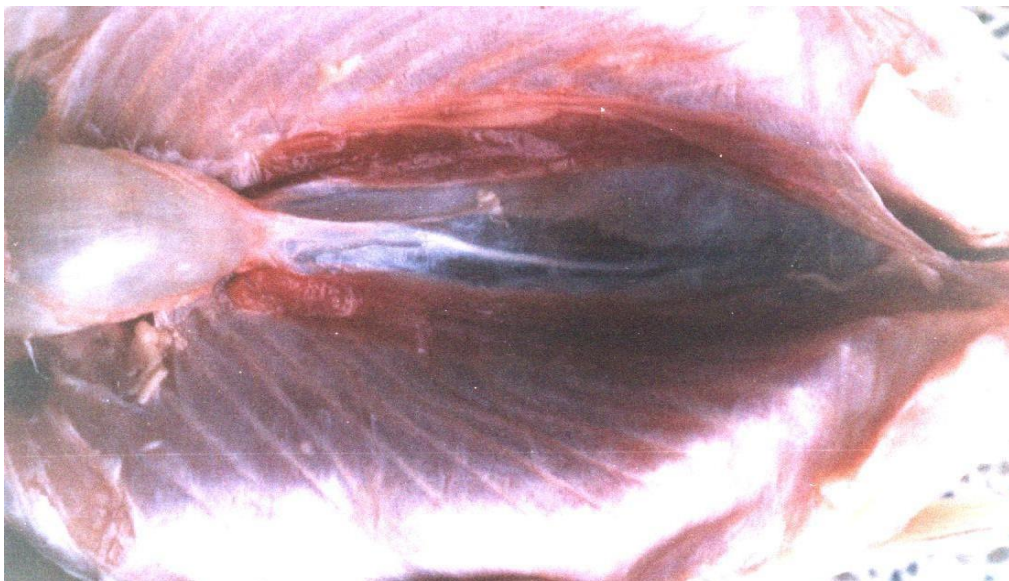


Figura 44. Gónadas que han realizado procesos de reabsorción.



## 6.4 ESCALA DESCRIPTIVA DE MADUREZ GONADICA PARA MACHOS

**6.4.1 ESTADIO I:** testículo alargado y muy delgado, de color rosado crema, rodeado de mucho tejido conectivo, se observan cómo dos hebras lechosas por encima de la vejiga natatoria, a diferencia de las hembras este no es transparente.

IG: 0.00003-0.00001

IGS: 0.03-0.98

IHS: 0.05-11.57

K: 0.02-0.13



Figura 45. Estadio I de madurez gonadal en machos de *Brycon meeki*.

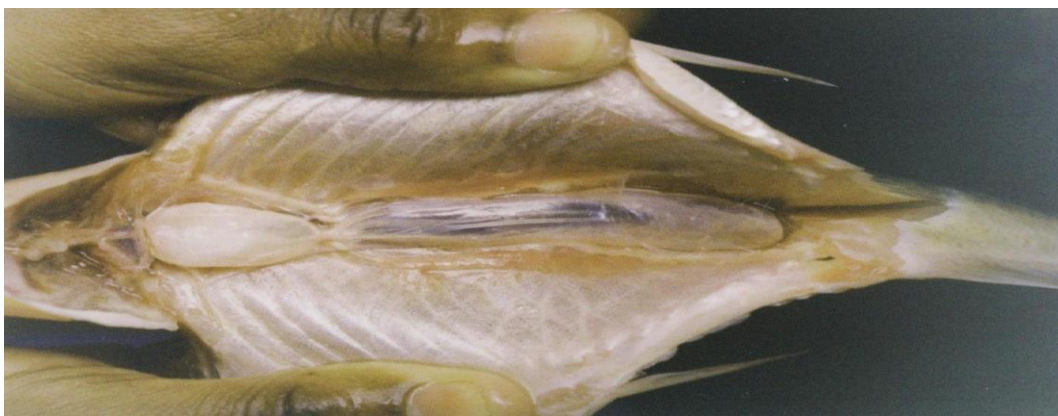


Figura 46. Estadio I de madurez gonadal inicial en machos de *Brycon meeki*.



Figura 47. Estadio I de madurez gonadal intermedia en machos de *Brycon meeki*.

**6.4.2 ESTADIO II:** el testículo ha aumentado de tamaño, presenta irrigación siendo más notoria la de la parte central de la gónada ,se observan los espermatozoides en la superficie de los testículos dándoles un aspecto lechoso, la vejiga natatoria es menos observada.

G:0.00011-0.00097

IGS: 0.08-4.28

IHS: 0.09-3.57

K: 0.05-0.26

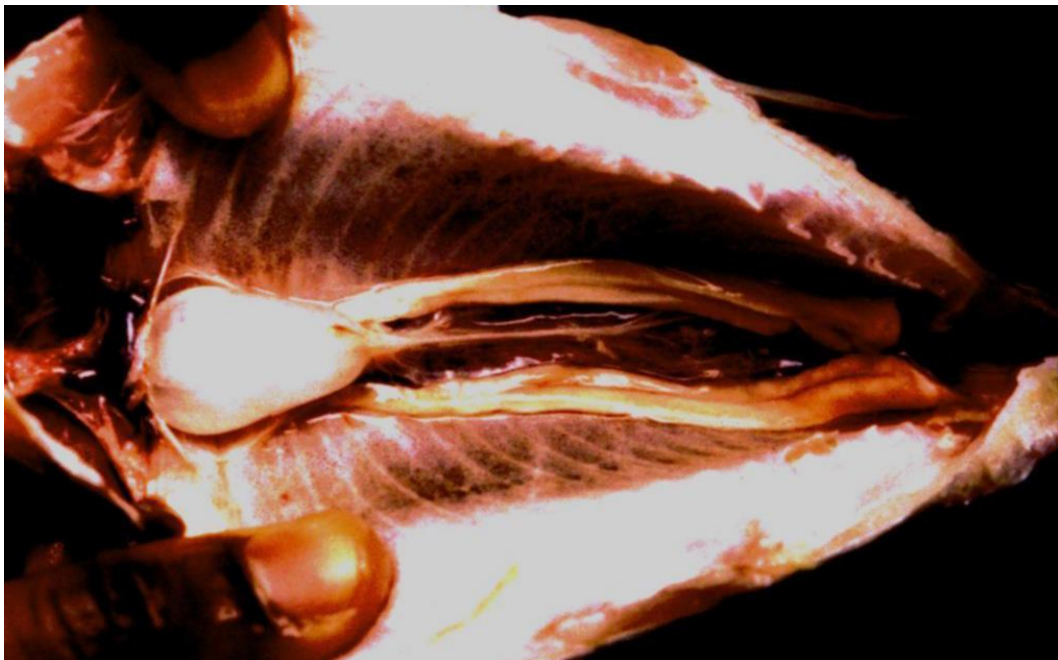


Figura 48. Estadio II de madurez gonadal en machos de *Brycon meeki*

**6.4.3 ESTADIO III:** los testículos ocupan las  $\frac{3}{4}$  partes de la cavidad abdominal, presentan gran vascularización, son muy lechosos de color rosado, la vejiga natatoria es observada en la parte superior del testículo donde es más delgado.

IG: 0.001-0.0036

IGS: 0.12-2.62

IHS: 1.1-3.19

K: 0.07-0.20

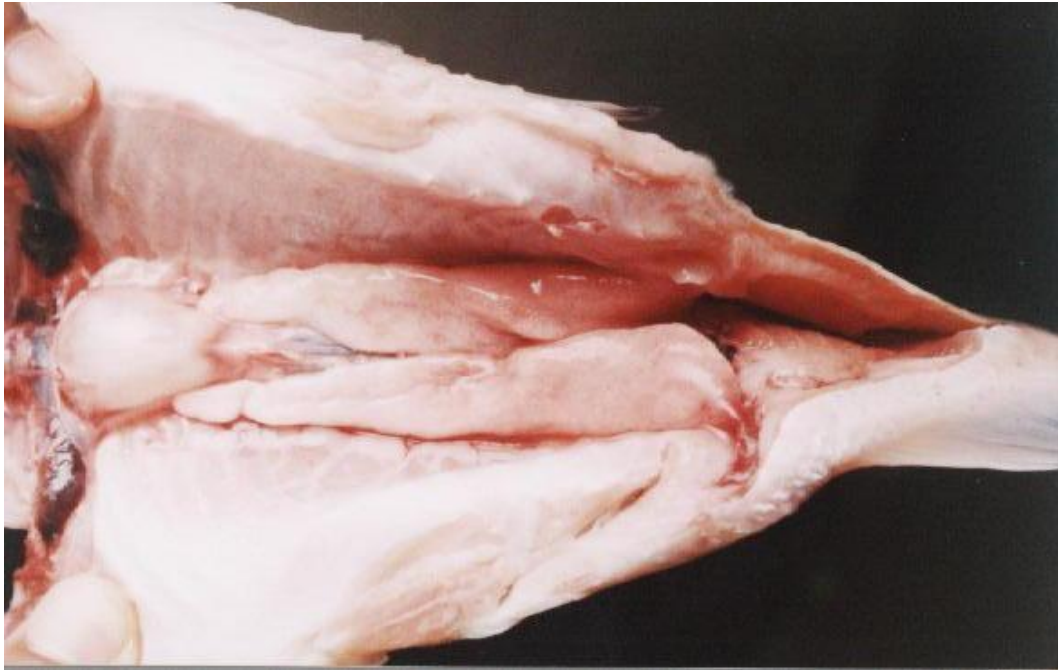


Figura 49. Estadio III de madurez gonadal en machos de *Brycon meeki*.

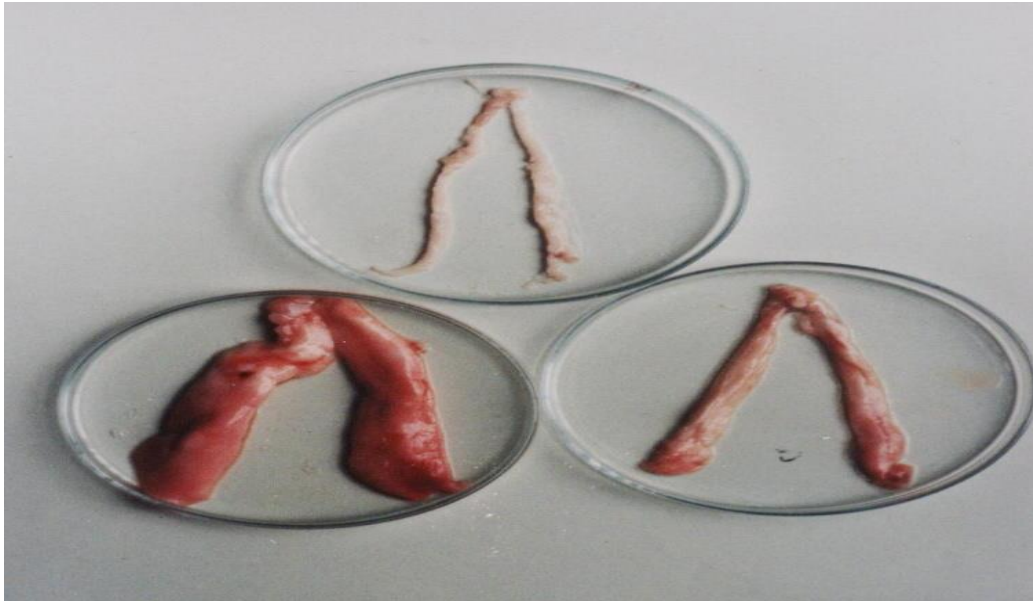


Figura 50. Estadios I, II, III de madurez gonadal en machos del *Brycon meeki*.

**6.4.4 ESTADIO IV:** los testículos presentan demasiada irrigación, la cual le da alta sensibilidad al detectar los cambios hormonales en la hembra, el esperma se puede obtener al capturarlos con un pequeño apretón en la parte ventral, su coloración se va tornando amarillo crema, están recubriendo casi toda la vejiga natatoria.

IG: 0.0026-0.0075

IGS: 1.86-4.08

IHS: 1.01-2.45

K: 0.12-0.19



Figura 51. Estadio IV de madurez gonadal en machos de *Brycon meeki*.

**6.4.5 ESTADIO V:** los testículos ocupan casi toda la cavidad abdominal, aumentan en gran porcentaje el peso del animal, al realizar la disección se puede observar que son demasiado lechosos el esperma localizándose en su parte externa, su color es amarillo crema, están muy irrigados, cubren la vejiga natatoria casi en su totalidad.

IG: 0.00176

IGS: 9.14

IHS: 1.16

K: 0.21



Figura 52. Estadio V de madurez gonadal en machos del *Brycon meeki*.

Estadio	Hembras	Machos
I	<p>ovario inmaduro de color rosado claro, transparente, alargados muy delgados ligeramente vascularizados.            IG: 0.00003-0.00009            IGS: 0.03-0.18            IHS: 0.72-3.24            K: 0.05-0.11</p>	<p>testículo alargado y muy delgado, de color rasado crema, rodeado de mucho tejido conectivo, a diferencia de las hembras este no es transparente.            IG: 0.00003-0.00001            IGS: 0.03-0.98            IHS: 0.05-11.57            K: 0.02-0.13</p>
II	<p>los ovarios aumentan de diámetro, se tornan rosado oscuro ,se nota mas la vascularización.            IG: 0.0001-0.0009            IGS: 0.08-1.1            IHS: 0.55-2.8            K: 0.07-0.3</p>	<p>el testículo a aumentado de tamaño, presenta irrigación siendo mas notoria la de la parte central de la gónada, se empieza a notar lechosis.            IG: 0.00011-0.00097            IGS: 0.08-4.28            IHS: 0.09-3.57            K: 0.05-0.26</p>
III	<p>aumentan los ovarios de tamaño, se empiezan a notar pequeñas granulaciones (los oocitos), la coloración de la membrana ovárica es rosada pero las granulaciones son color amarillo claro, se presenta una madurez intermedia.            IG: 0.001-0.007            IGS: 0.4-3.6            IHS: 1.01-3.09            K: 0.08-0.23            # de Ovas: 2116.6-6193.3</p>	<p>los testículos ocupan la s <math>\frac{3}{4}</math> partes de la cavidad abdominal, presentan gran vascularización, son lechosos de color rosado.            IG: 0.001-0.0036            IGS: 0.12-2.62            IHS: 1.1-3.19            K: 0.07-0.20</p>
IV	<p>el ovario es muy grande fuertemente vascularizado por lo que muestra un color rojo, los oocitos están apunto de alcanzar el tamaño ideal para la madurez final pero todavía son muy frágiles.            IG: 0.008-0.013            IGS: 3.22-6.83            IHS: 1.17-1.92            K: 0.19-0.27            # de Ovas: 5126.6-14023.3</p>	<p>testículos muy vascularizados, muy lechosos, su coloración se va tornando amarillo crema.            IG: 0.0026-0.0075            IGS: 1.86-4.08            IHS: 1.01-2.45            K: 0.12-0.19</p>

- V** ovario totalmente desarrollado testículos ocupando casi toda la ocupando el 70% de la cavidad abdominal, son demasiado abdominal, los óvulos alcanzan su lechosos, su color es amarillo crema. mayor tamaño, son amarillos, redondos, parduzcos en los polos, IG: 0.00176 resistentes en su textura, a punto IGS: 9.14 del desove. IHS: 1.16 IG: 0.016-0.019 K: 0.21 IGS: 5.21-9.86 IHS: 1.5-2.42 K: 0.18-0.4 # de ovas: 17953.3-20643.3
- VI** la membrana ovárica esta muy En los machos no fue posible maltratada, presenta un color rosado observar individuos en estadio VI claro, los oocitos que restan dentro de ella, un color amarillo claro. IG: 0.0011 IGS: 0.4 IHS: 2.2 K: 0.29 # de óvulos:1833.3).

---

Tabla 7. Escala de madurez gonadal propuesta para el *Brycon meeki*

## 6.5 Estadíos Gonadales

Los estadíos gonadales no correspondieron a ninguna proporción (directa e indirecta) en relación a pesos totales y tallas (mm), para poder establecerlos fue necesario obtener los índices gonadales que son los que pueden decir cómo se desarrolla reproductivamente una población, en nuestro caso también concuerda con el desarrollo de la observación macroscópica de las gónadas ya que las diferentes coloraciones presentadas por estas puede indicar un estadio de madurez (en hembras), también el tamaño y la cantidad de los oocitos en los ovarios o la lechosis (cantidad de espermatozoides observados en la parte externa del testículo) y el tamaño de los testículos.

los muestreos eran realizados semanalmente; Se encontraron individuos de grandes tallas y pesos en estadios de madurez temprana, esto indica que ya han realizado procesos de reabsorción de gónadas (tabla 8).

Se tomaron los siguientes índices: el IG expresa la condición de las gónadas en relación con el almacenamiento de reservas; el hígado sirve de reserva energética del individuo en la etapa de madurez sexual ya que en esta estancia consume muy poco alimento, por lo cual el IHS indica el estado de madurez o inmadurez del pez; el IGS se comporta de manera inversa al IHS, ejemplo cuando el individuo es maduro sexualmente el IGS es mayor que el IHS y sucede lo contrario mientras este presente inmadurez (Chilito, 2002).

Factor de condición K indica el estado nutricional del pez pero esta adaptado para estudios piscícolas donde se tiene control total de la especie por ejemplo: control de alimento, condiciones físico-química etc., (manejo de especies en confinamiento), los índices gonadales establecidos para el *Brycon meeki* en medio natural que en sus estadios tempranos muestran un factor K inferior a 0.25 esto no indica que el animal esta desnutrido, simplemente no esta preparado fisiológicamente para realizar procesos de reproducción. Sin embargo algunos individuos en los estadios gonadales IV, V, muestran un valor para el factor de condición K superior a 0.25, la explicación verdadera puede ser que el pez al prepararse para la reproducción debe almacenar cierta cantidad de reserva alimenticia en forma de tejido graso, reserva energética en el hígado, aumentando de peso, así obteniendo unas condiciones fisiológicas optimas para poder realizar esta etapa, luego esta energía el la requiere para la reproducción ya que los peces generalmente en esta etapa se alimentan muy poco, los individuos con factor de condición K superior a 0.25 en estadios gonadales tempranos I, II, III, puede indicar que estos peces han realizado ya procesos de maduración de gónadas (reabsorción), por lo tanto ya han alcanzado condiciones fisiológicas óptimas. sin embargo para machos se encontró solo uno en estadio de madurez gonadal II con factor de condicion K de 0.26 los demas índices fueron inferiores a 0.25, para hembras si se encontraron individuos en estadios de madurez IV, V un factor de condición K superior a 0.25 (tablas 9 y 10) y figuras (30 y 31).

Long total (mm)	Estadios hembras						Estadios machos				
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V
0-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101-200	6	-	-	-	-	-	6	3	-	-	-
201-300	24	18	-	-	-	-	27	26	3	-	-
301-400	1	37	22	-	-	-	6	39	8	7	-
401-500	-	4	9	4	2	-	-	-	1	1	1
501-600	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

Tabla 8. Estadios de madurez gonadal por talla y sexo.

INDICES	ESTADIOS GONADALES HEMBRAS					
	I	II	III	IV	V	VI
<b>IG</b>	0.00003- 0.00009	0.0001- 0.0009	0.001- 0.007	0.008- 0.013	0.016- 0.019	0.0011
<b>IGS</b>	0.03- 0.18	0.08- 1.10	0.4- 3.6	3.22- 6.83	5.21- 9.86	0.4
<b>IHS</b>	0.72- 3.24	0.55- 2.8	1.01- 3.09	1.17- 1.92	1.50- 2.42	2.2
<b>K</b>	0.05- 0.11	0.07- 0.30	0.08- 0.23	0.19- 0.27	0.18- 0.40	0.29
<b># OVAS</b>			2116.6- 6193.3	5126.6- 14023.3	17953.3- 20643.3	1833.3

Tabla 9. Estadios gonadales en Hembras.



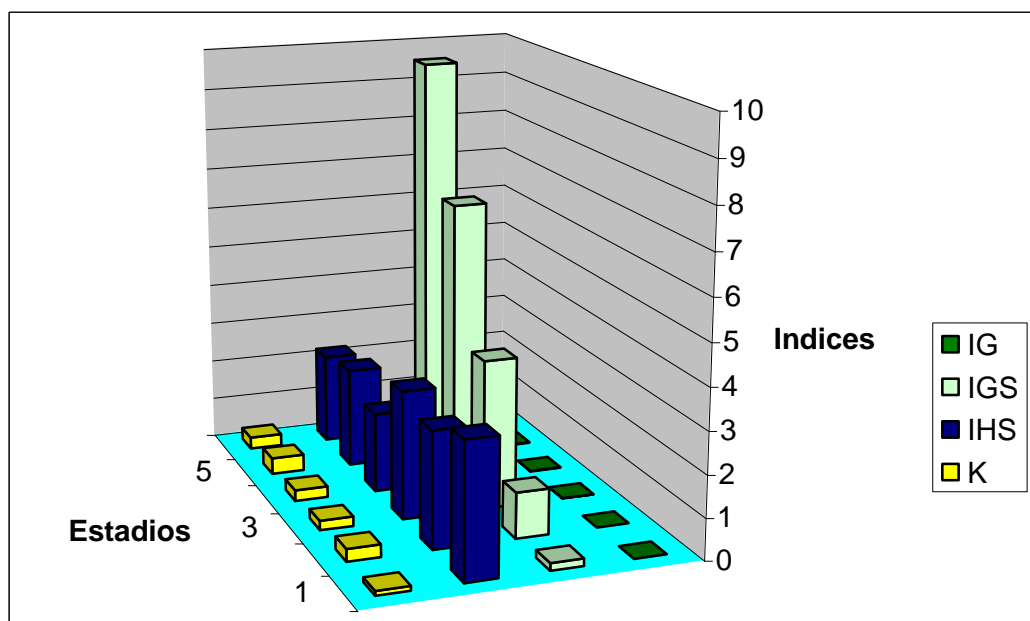


Figura 53. Indices por Estadios Gonadales en Hembras

INDICES	ESTADIOS GONADALES MACHOS				
	I	II	III	IV	V
IG	0.00003- 0.0001	0.00011- 0.00097	0.001- 0.0036	0.0026- 0.0075	0.0176
IGS	0.03- 0.98	0.08- 4.28	0.12- 2.62	1.86- 4.08	9.14
IHS	0.05- 11.57	0.09- 3.57	1.1- 3.19	1.01- 2.45	1.6
K	0.02- 0.13	0.05- 0.26	0.07- 0.20	0.12- 0.19	0.21

Tabla 10. Estadios gonadales en Machos.

Nota: en machos no se encontró estadio VI

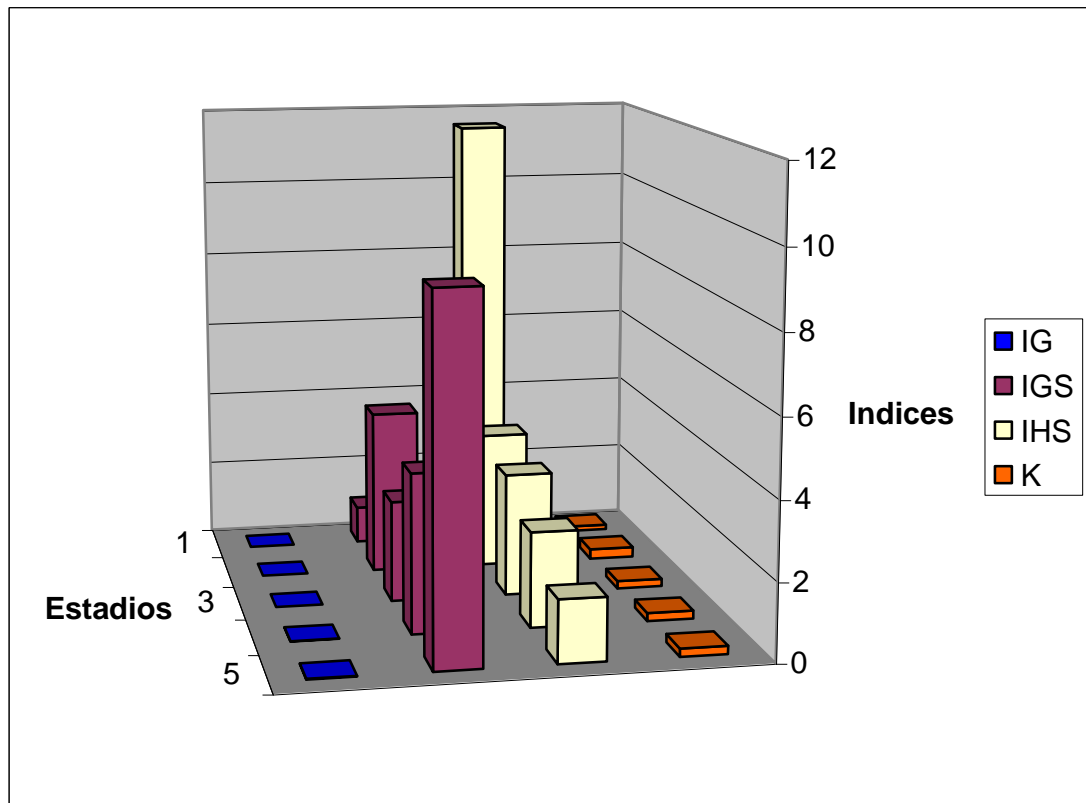


Figura 54. Indices por Estadios Gonadales Machos.

Después de establecer los estadios gonadales mediante los índices en hembras se realizó el conteo de los oocitos, determinando así la fecundidad absoluta (conteo total de huevos), y la fecundidad relativa (# de ovas/ libra de peso corporal), los conteos se pueden realizar desde el estadio III, se observó que a medida que van evolucionando los estadios el número de ovas va aumentando, siendo una base mas para diferenciar un índice de otro. se observaron individuos maduros sexualmente dos épocas en el año diciembre y junio por lo tanto se hace referencia a las fecundidades anuales, para la realización de esta tabla se tomaron los datos de las hembras más representativas de cada estadio de madurez gonadal (tabla10)

Peso total (g)	# de Ovas	Fecundidad Absoluta anual	Fecundidad Relativa anual
750	2116.6	4233.2	2822.1
900	6193.3	12386.6	6881.4
1000	5126.6	10253.2	5126.6
1125	14023.3	28046.6	6232.5.
735	17953.3	35906.6	12213.1
1900	20643.3	41286.6	10864.4
1500	1833.3	3666.6	1222.2
Tabla 10.	Fecundidad	Absoluta y	Fecundidad Relativa.

## CONCLUSIONES

No se observaron diferencias morfológicas de las características sexuales externas entre hembras y machos de la especie íctica *Brycon meeki*.

Las hembras presentaron mayores valores que los machos en longitud, peso total y peso de gónadas, datos que fueron analizados por la prueba estadística no paramétrica Mann-Whitney.

No se presentó ninguna correspondencia de talla y peso vs estadios de madurez gonadal, puesto que se capturaron individuos muy grandes y pesados con estados de madurez tempranos, esto también indicó que estos peces ya han realizado procesos de maduración gonádica y están en proceso de reabsorción de gónadas.

Las características morfológicas y físicas de las gónadas presentan diferencias en las hembras mientras que en los machos no se observaron diferencias marcadas en su coloración, únicamente en su tamaño.

Los índices gonadales indican cómo se desarrolla reproductivamente una población, mediante ellos también se estableció la escala de madurez sexual para el *Brycon meeki*, que en nuestro caso concordó con el desarrollo de la observación macroscópica de las gónadas ya que las diferentes coloraciones presentadas por estas puede indicar un estadio de madurez en hembras.

Se establecieron para hembras VI estadios de madurez gonadal mientras que para machos fueron V.

Los parámetros físico-químicos, hídricos, obtenidos en la zona de estudio, son óptimos para el desarrollo de la especie *Brycon meeki* y muestran resultados muy importantes que indican el comportamiento de este sistema epicontinental.

## RECOMENDACIONES

Las entidades ambientales que se dedican a la protección de los recursos naturales como la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), deben encaminar recursos técnicos y financieros para el estudio de especies nativas de gran importancia económica para las regiones donde estas habitan.

Se deben adelantar proyectos sobre la biología de las especies nativas del río Patía, publicar artículos y realizar folletos sobre las especies más importantes a nivel comercial.

Al realizar investigaciones sobre aspectos reproductivos y tróficos, se recomienda hacer muestreos semanalmente para que se lleve a cabo un verdadero seguimiento de la dinámica de la especie.

Antes de adelantar programas de repoblación en cuerpos de agua (ríos, quebradas, lagos, etc.) con especies de otras cuencas hidrográficas, realizar investigaciones que establezcan las relaciones ecológicas que puedan llegar a existir entre las diversas especies allí presentes con las introducidas; por ejemplo la introducción de la cucha *Pseudancistrus daguae*, la dorada (*Brycon morei*), la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en el río Patía.

Continuar desarrollando proyectos sobre el *Brycon meeki*, pues todavía queda un largo camino por recorrer para poder establecer programas piscícolas con esta especie.

Incentivar a los pescadores de la región para que le colaboren a los investigadores, ellos son los que conocen la zona y pueden poner a disposición todo el material biológico que sea necesario, contribuyendo de alguna forma con la disminución del desempleo en esos sitios.

Hacer un estudio para establecer el tiempo reproductivo de esta especie después que haya alcanzado la madurez sexual .

## BIBLIOGRAFIA

BELTRAN GALEANO. Isabel Cristina *et al.* Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Plan de ordenación: manejo y aprovechamiento sostenible pesquero y acuícola en la cuenca del río grande de la Magdalena. Bogotá: Comité Editorial. 2000, 78 p.

BERMUDEZ A. Rosaura. Determinación del nivel trófico de la especie íctica *Brycon meeki* en el río Patia sector comprendido entre Piedra Sentada y Galíndez. Popayán, 1994. 35 p. Proyecto de grado para obtener el título de Magíster en Recursos Hidrobiológicos Continentales. Universidad del Cauca . Facultad de Ciencias Naturales, exactas y de la Educación.

CHAPARRO MUÑOZ, Nicolás. Reproducción artificial y manipulación genética en peces. Barranquilla: Editorial Mejoras. 1994. p 33-90 .

CHILITO B. Magda X. Aspecto reproductivo del *Pimelodus grosskopfii* en el río Cauca, sector comprendido entre el sitio de presa del embalse de la salvajina y puente de la balsa, Departamento del Cauca. Popayán, 2002. 263 p. Proyecto de grado para obtener el título de Bióloga. Universidad del Cauca . Facultad de Ciencias Naturales , Exactas y de la Educación.

Corporación Autónoma y Regional del Valle del Cauca (CVC). Peces del Departamento del Valle del Cauca. Riqueza ictiológica. Grupo de Hidrobiología. Cali. 1999.

DAHL George. Peces del Norte de Colombia. Bogotá: Editorial los Andes. 1971. p 12-25 .

GALVIS G. MOJICA, J. CAMARGO, M. Peces del Catatumbo. Bogotá: Comité editorial Ecopetrol. 1997. p 60-73 .

HARVEY, B. y W. HOAR. Teoría y práctica de la reproducción inducida en peces. Centro internacional de la investigación para el desarrollo. CIID. Ottawa. Canadá, 1980 48 p.

Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Boletín estadístico Pesquero colombiano. Bogotá: División de sistemas y estadística. 1995. 245 p.

MARTÍNES Alfonso. Peces Deportivos de Colombia, Agua dulce. Bogotá: Editorial los Andes. 1981. p 110-112 .

MILES Cecil. Los peces del río Magdalena. Bogotá: Editorial el Gráfico. 1947. p 57-72 .

NAGAHAMA, Y. HIROSE, K. YOUNG, G. ADACHI, S. SUZUKI, K. TANAOKI, B. Relative in vitro effectiveness of  $17\alpha$   $20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one and other pregnen derivatives of germinal vesicle breakdown in oocytes of four species of teleost, ayu (*Plecoglossus altivelis*), amago salmon (*Onchorhynchus rhodurus*), rainbow trout (*Salmo gairdneri*), and goldfish (*Carassius auratus*). Gen. comp. endocrinol., 1983. 51: 15-25.

ROLDAN, G. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 1992. p 229.

URBINATI, E. controle hormonal da vitelogenese, maturacao, ovulacao, Seminario morfofisiología de la reproducción de los teleosteos. Universidad Nacional de Colombia Bogotá 1999.

VALERIA, M. PERDICHIZZI, M. BASCIANO, G. Aspect of the reproductive biology of the sharpnose seabream diploodus pontazzo (cotti1777). I. gametogenesis and gonadal cycle in captivity during the third year of life. Aquaculture, 1996. 140:281-291.

VÁSQUEZ, G. ZAMORA, H. NAUNDORF, G. Caracterización de la ictiofauna del embalse de la Salvajina y zona de influencia, río Cauca. En: Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Santa fé de Bogotá. 1992. V 6, Número 1 p 16-20.

----- Estudio biológico de las especies ícticas dominantes del río Cauca. Sector embalse de la salvajina-puente el hormiguero, departamento del Cauca. En: Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Santa fé de Bogotá. 1993. V 7, Número 1 y 2. p 18-26.

----- Estudio Limnológico y Pesquero del Embalse de la Salvajina, fase II Popayán, 2000. 158 p. Trabajo investigativo. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Departamento de Biología.

----- Caracterización Bioecológica de Especies Ícticas Dominantes en el río Cauca, sector comprendido entre el sitio de la presa del embalse la Salvajina y puente de la balsa, departamento del cauca. Popayán, 2000. 103 p. Trabajo investigativo. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas y de la Educación. Departamento de Biología.

VASQUEZ Guillermo. Historia, Geografía y Cultura Territorios Posibles. Cauca Pesquero. Tomo I. Popayán: Editorial Universidad del Cauca. 2001. p 173-175 .

VAZZOLER, M. Manual de metodos para estudios biológicos de populacoes de peixes: reproducao e crescimento. Brasilia. Coordenacao. 1973.

ZANUY, S Y M. CARRILLO. La reproducción de los teleósteos y su aplicación en acuicultura. Reproducción en acuicultura. España. CAYCIT.1987.

----- El porqué de la investigación fundamental en la reproducción de peces en cautividad. VI Congreso Nacional de Acuicultura. Cartagena, España. 1997. p 1-7.

**Anexos b.** pruebas estadísticas para el análisis de datos

**Tests of Normality**

	Sexo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
		Statistic	df	Sig.
Longitud Total (mm)	Macho	,091	128	,011
	Hembra	,089	128	,015
Peso Total (gr)	Macho	,126	128	,000
	Hembra	,107	128	,001
Peso de Gónodas (gr)	Macho	,349	128	,000
	Hembra	,338	128	,000

a. Lilliefors Significance Correction

**Test of Homogeneity of Variance**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Longitud Total (mm)	Based on Mean	5,066	1	254	,025
Peso Total (gr)	Based on Mean	13,378	1	254	,000
Peso de Gónodas (gr)	Based on Mean	6,258	1	254	,013

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Test Statistics<sup>a</sup>**

	Longitud Total (mm)	Peso Total (gr)	Peso de Gónodas (gr)
Mann-Whitney U	6120,000	5967,000	6913,000
Wilcoxon W	14376,000	14223,000	15169,000
Z	-3,500	-3,756	-2,165
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,030

a. Grouping Variable: Sexo

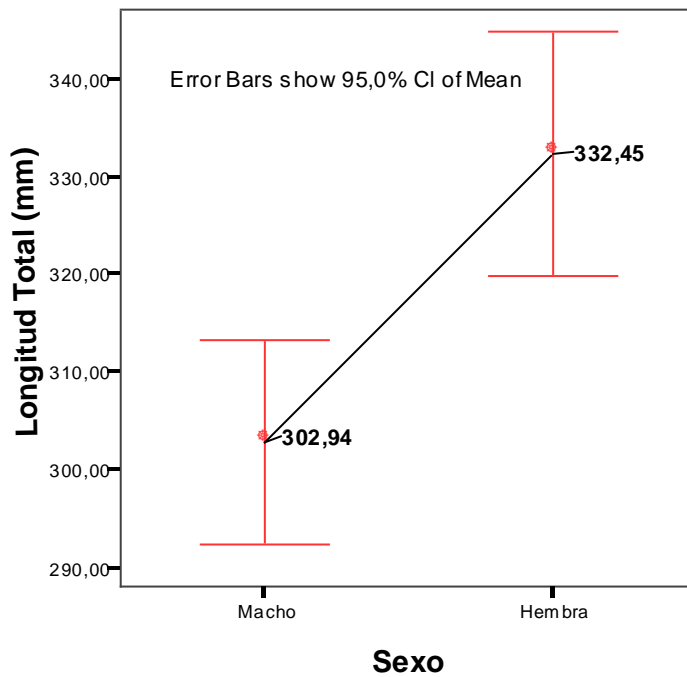


## Oneway

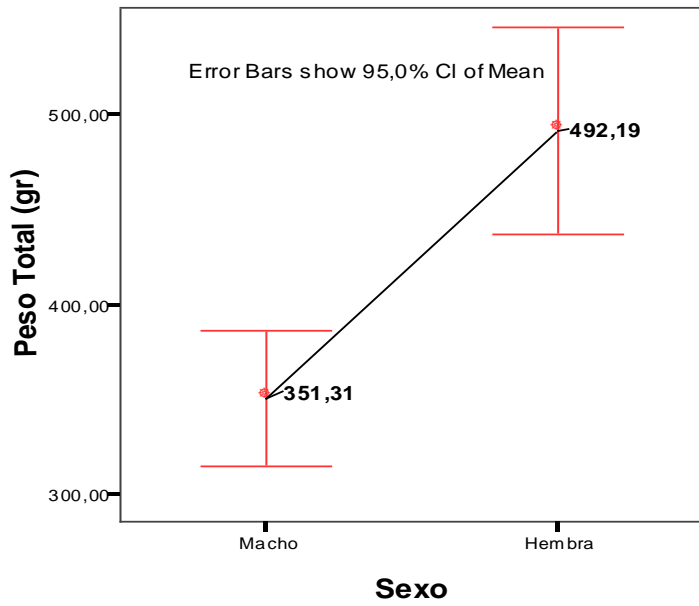
### Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Longitud Total (mm)	Macho	128	302,9375	59,92328	5,29652
	Hembra	128	332,4453	71,92689	6,35750
Peso Total (gr)	Macho	128	351,3148	203,98797	18,03016
	Hembra	128	492,1938	311,49733	27,53273
Peso de Gónodas (gr)	Macho	128	3,1039	7,74331	,68442
	Hembra	128	5,7074	13,38559	1,18313

### Interactive Graph



### Interactive Graph



### Interactive Graph

