

ARTÍCULO ORIGINAL

Indicadores del ciclo reproductivo del yamú *Brycon amazonicus*, en cautiverio

Cycle reproductive indicators for yamú *Brycon amazonicus*, in captivity

ARIAS, C.J.A.¹; ZANIBONI-FILHO, E.²; AYA, B.E.³

¹Biólogo, MSc, PhD, Instituto de Acuicultura (IALL), Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia. jaariasc@hotmail.com

²Oceanógrafo, MSc, PhD, Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brazil. zaniboni@ufsc.br

³Bióloga, Especialista en Acuicultura, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia. elizaya@unillanos.edu.co

Recibido Enero 27 de 2006. Aceptado Noviembre 28 de 2006

RESUMEN

Los índices gonadosomático, hepatosomático y de grasa viscerosomática, como indicadores del ciclo de desarrollo gonadal del yamú *Brycon amazonicus*, fueron relacionados durante dos ciclos reproductivos consecutivos. Los valores mensuales de factores de condición, diámetro ovocitario y pluviosidad igualmente fueron determinados y comparados con el índice gonadosomático para determinar la asociación y variación durante el periodo de estudio.

La proporción hembra:macho fue de 1.85:1. Se comprobó la relación directa entre el diámetro promedio de los ovocitos y el índice gonadosomático y de éste con los diferentes factores de condición al igual que con la pluviosidad para la época de vitelogenénesis y

desove de la especie. Se registraron altos índices de grasa viscerosomática durante todo el estudio, disminuyendo significativamente durante los meses inmediatamente anteriores al desove y variando inversamente al índice gonadosomático. El factor de condición relativo indicó el corto periodo reproductivo. La época de reproducción en cautiverio, como en la naturaleza, se presentó al inicio de las lluvias. La mejor relación se obtuvo entre la fecundidad y el peso de los ovarios.

Palabras clave: *Brycon amazonicus*, índices gonadosomático, hepatosomático y de grasa viscerosomática, factores de condición, diámetro ovocitario.

ABSTRACT

Gonadosomatic, hepatosomatic and viscerosomatic fat indexes were determined during two consecutive reproductive cycles as indicators of the gonadal development of yamú *Brycon amazonicus*. Monthly values of condition factor, oocyte diameter and pluviosity were collected and related with the gonadosomatic index in order to determine variations and ratios between them during study period. The proportion female:male was of 1.85:1. A direct relation between mean oocyte diameter and gonadosomatic index was demonstrated, and also between the different condition factors and pluviosity, especially for the vitellogenesis and maturity periods. High viscerosomatic fat index

was registered throughout the study, but it decreased significantly during the months immediately before spawning, varying inversely with the gonadosomatic index. The relative condition factor indicated a short reproductive period. Reproduction period in captivity as well as in nature remained at the beginning of the rainy season. The best relation was obtained between fecundity and weight of ovaries.

Keywords: *Brycon amazonicus*, gonadosomatic index, hepatosomatic index, viscerosomatic fat index, condition factor, oocyte diameter.

INTRODUCCIÓN

Desde Le Cren (1951), muchos escritos han sido publicados sobre las variaciones de las relaciones entre el peso total y el peso de órganos (gónadas, hígado y grasa visceral) y el peso total y la longitud total (Nikolsky, 1963; Bagenal, 1969; Godinho *et al.*, 1977; Forbeg, 1982; Eckman, 1984; Vazzoler *et al.*, 1989; Braga, 1997). Los índices gonadosomático, hepatosomático y de grasa viscerosomática, como complementos de los estudios morfo-histológicos, han sido considerados indicadores correlacionados con el ciclo de desarrollo gonadal en peces, en tanto que el factor de condición (constante de regresión "a" ó intercepto), derivado de la ecuación $Pt = a \times Lt^b$, ha sido utilizado como indicador de madurez gonadal.

El yamú *Brycon amazonicus*, es un pez reofílico de la cuenca del río Orinoco, de excelentes carnes, rápido crecimiento y demanda en aumento, del que no se conoce sobre los indicadores del ciclo reproductivo. Este estudio fue realizado con el propósito de precisar las relaciones entre los diferentes índices y factores de análisis reproductivo tomando como indicador directo del desarrollo gonadal el índice gonadosomático, el cual fue comparado con las variaciones del desarrollo de ovarios y testículos, el periodo reproductivo y el tiempo de desove de la especie en condiciones de confinamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos (4° 05' N y 73° 37' O), entre junio de 1998 y mayo de 2000, 205 ejemplares de primer y segundo ciclo reproductivo fueron estudiados. Los animales fueron criados a densidad de 300 g de peso vivo m², alimentados una vez al día, seis días / semana, al 3% de la biomasa, con una ración comercial para peces de 30% de proteína bruta y 3.000 kcal kg⁻¹ de energía bruta. Mensualmente fueron sacrificados diez ejemplares y registrada su longitud total (Lt, en milímetros) y peso total (Pt, en gramos). Mediante incisión media ventral fueron expuestas las gónadas y determinados el sexo y estadio de desarrollo gonadal. Se definieron cuatro estadios de desarrollo: inmaduro (para el primer año) / reposo (para el segundo año), en maduración, maduro y en regresión (Arias *et al.*, 2004b,c). Las gónadas, el hígado y la grasa visceral fueron retirados y pesados separadamente para cada espécimen.

La relación lineal entre el peso de las gónadas (Pg) / (Pt), peso del hígado (Ph) / (Pt) y peso de la grasa visceral (Pgv) / (Pt) fueron calculados. Los índices gonadosomático (IGS), hepatosomático (IHS) y de grasa viscerosomática (IGVS) fueron estimados mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{IGS} &= \text{Pg} / \text{Pt} \times 100, & \text{IHS} &= \text{Ph} / \text{Pt} \times 100, \\ \text{IGVS} &= \text{Pgv} / \text{Pt} \times 100 \end{aligned}$$

Los valores individuales por sexos, fueron promediados por meses y por estadios de desarrollo gonadal y comparados entre sí (Nikolsky, 1963).

Los valores individuales del factor de condición (K) y del factor de condición somático (Ks) fueron calculados usando las expresiones:

$$K = \text{Pt} / \text{Lt}^b \quad \text{y} \quad Ks = \text{Pc} / \text{Lt}^b$$

donde: peso corporal (Pc) = Pt – Po (peso de los ovarios); b = coeficiente angular de regresión.

Basado en los promedios mensuales de K y Ks se estimó ΔK como índice del estado de madurez de los ovarios (Vazzoler *et al.*, 1989), siendo:

$$\Delta K = K - Ks$$

El factor de condición relativo (Kn) de cada hembra fue estimado utilizando la fórmula:

$$Kn = \text{Pt} / \text{Pe}$$

donde: Pe = Peso esperado, calculado a partir de $\text{Pe} = K \times \text{Lt}^b$ (Le Cren, 1951).

Gráficos comparativos entre los promedios mensuales de Kn y el IGS fueron realizados.

Durante el segundo ciclo reproductivo fueron medidos mensualmente los diámetros de los ovocitos de tres hembras en cinco preparados para microscopía de luz / hembra según Vazzoler (1996). Los diámetros ovocitarios fueron medidos utilizando un sistema analizador de imágenes VIDEOPLAN Kontron Elektronik-ZEISS (Laboratorio de Peces de Agua Dulce LAPAD, Departamento de Acuicultura, Universidad de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil), Los registros fueron agrupados en intervalos por fase de desarrollo ovocitario y determinado el porcentaje de cada fase / mes. Gráficos comparativos entre el promedio mensual de los diámetros ovocitarios y el IGS fueron realizados.

El IGS mensual de las hembras fue comparado gráficamente con la curva de precipitación pluviométrica para los dos ciclos reproductivos estudiados.

Para estimar la fecundidad absoluta (F), fueron utilizados los ovarios en estadio maduro de 24 hembras para

1999 y 28 para 2000 según lo propuesto por Bagenal (1969). Una muestra de 1 g de cada ovario fue pesada, fijada y agitada diariamente en solución de Gilson modificada (Simpson, 1951) durante seis semanas. Los ovocitos $\geq 450\mu\text{m}$ de diámetro (diámetro superior a los ovocitos del "lote de reserva" o previtelogénicos) fueron seleccionados y contados. La F fue estimada por la fórmula:

$$F = n_o * P_o$$

donde: n_o = número de ovocitos en la muestra con diámetro $\geq 450\mu\text{m}$.

La fecundidad relativa fue analizada mediante la determinación de las relaciones de F con Lt, Pt y Po, a través de las rectas de regresión y mediante el método de mínimos cuadrados, comparando los dos ciclos estudiados.

Los promedios de los diferentes indicadores estimados fueron comparados, entre meses o estadios de desarrollo gonadal mediante ANOVA y según el caso test de Student o de Tukey-Kramer. Los resultados son reportados como promedio \pm error estándar y 5% de significancia.

RESULTADOS

La proporción sexual fue de 1,85 hembras por 1 macho. La Lt máxima de hembras fue de 550 mm, en tanto que la de machos fue de 500 mm, notándose una mayor talla promedio para las hembras (485 ± 70) que los machos (436 ± 65).

La expresión matemática hallada para la relación peso total y longitud total fue:

$$Pt = 0,00001 * Lt^{3,0433} \quad (r = 0,901; n = 205).$$

Los promedios \pm errores estándar del IGS por sexos y por estadios de desarrollo gonadal para los dos ciclos estudiados son presentados en la Figura 1. Observándose un menor valor para los machos en todos los estadios y mayores valores en el estadio maduro en ambos sexos ($13 \pm 0,6\%$ y $7,5 \pm 0,5\%$ en hembras y $1,1 \pm 0,05\%$ y $0,7 \pm 0,02\%$ en machos para 1999 y 2000 respectivamente).

Las Figuras 2 y 3 presentan los promedios mensuales de IGS, IHS e IGVS para machos y hembras respectivamente. Observándose altos registros de grasa visceral durante todo el ciclo ($\geq 0,7\%$ en hembras y $\geq 1,6\%$ en machos) y relaciones inversas entre el IGS y el IGVS para ambos sexos, en especial para la época de reproducción. El IHS se presentó con variaciones no significativas ($P < 0,05$) a lo largo de los dos años para ambos sexos (entre 1,8-0,6% para hembras y 1,6-0,6% para machos), disminuyendo para la época pre-reproductiva.

Los valores mensuales promedio de los factores de condición K, Ks y ΔK calculados para las hembras en los dos ciclos se presentan en la Figura 4. Los valores del factor de condición K y del factor de condición somático Ks, se presentan superpuestos y con iguales tendencias durante los meses de reposo y crecimiento previtelogénico (junio-febrero). En febrero se presentan diferencias (aumenta K y disminuye Ks) lo que define ΔK (área sombreada de la figura 4). La Figura 5 presenta la variación mensual del IGS y del Kn para todas

las hembras estudiadas. El comportamiento de los dos indicadores es similar siendo los valores de Kn mayores que 1 para los meses de reproducción en ambos ciclos.

La Figura 6 presenta los diámetros mensuales promedio de los ovocitos y el IGS para el segundo ciclo.

La relación directa entre la pluviosidad y el IGS mensual de las hembras durante la época de desove se observa en la Figura 7. Las rectas de regresión de función potencial para la relación de fecundidad y peso de los ovarios para los dos años fueron similares y altamente correlacionadas y se presentan en la figura 8.

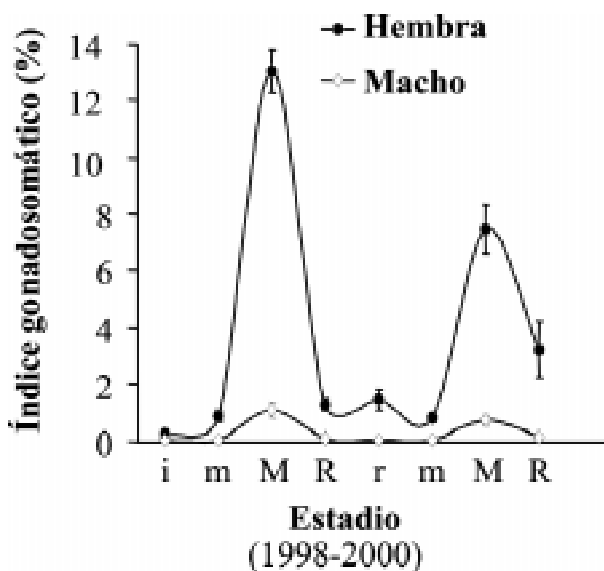


Figura 1. Índice gonadosomático (IGS) por estadios de maduración de hembras y machos de *Brycon amazonicus* durante dos ciclos reproductivos. i = inmaduro, m = en maduración, M = maduro, R = regresión. Valores promedio \pm error estándar. n = 205.

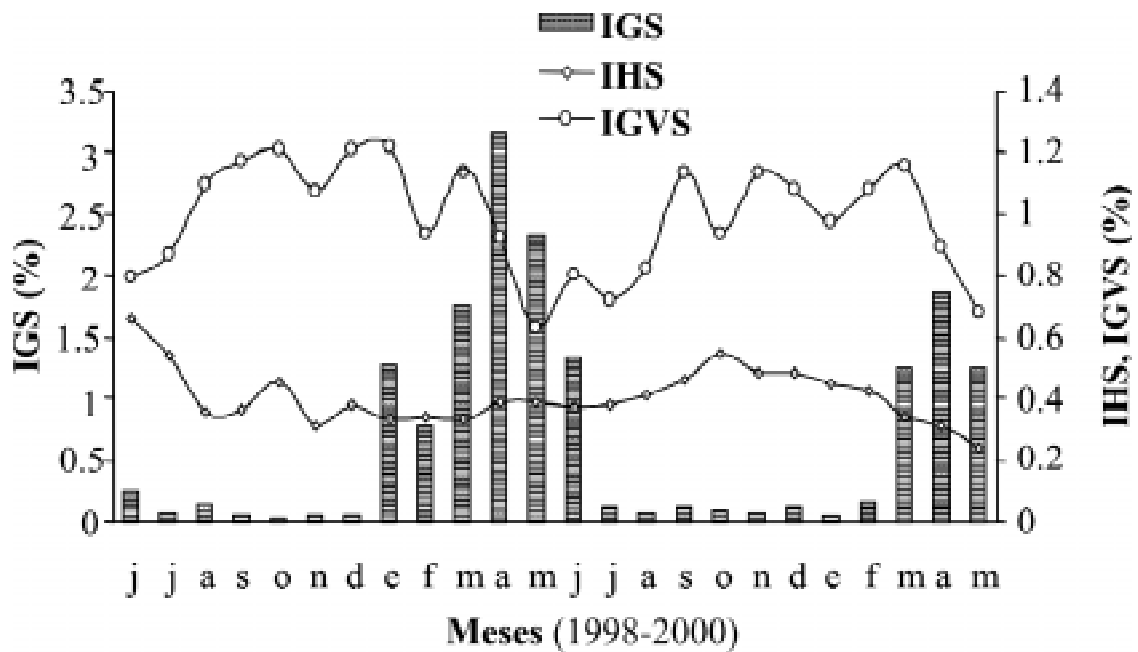


Figura 2. Índice gonadosomático (IGS), hepatosomático (IHS) y de grasa viscerosomática (IGVS) de machos de *Brycon amazonicus* durante dos ciclos reproductivos. Valores promedio \pm error estándar.

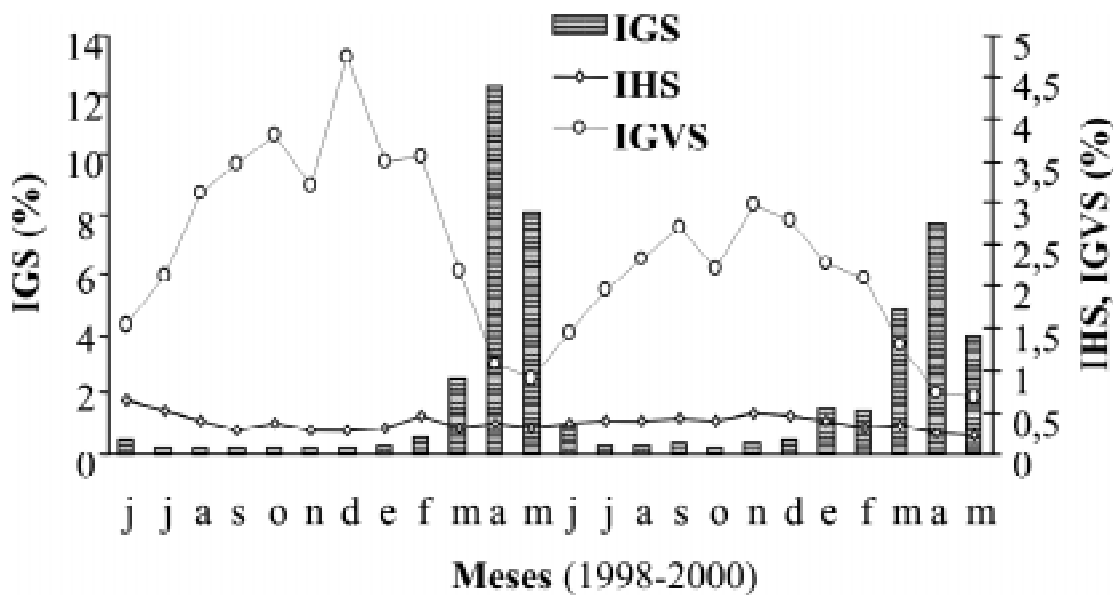


Figura 3. Índice gonadosomático (IGS), hepatosomático (IHS) y de grasa viscerosomática (IGVS) de hembras de *Brycon amazonicus* durante dos ciclos reproductivos. Valores promedio \pm error estándar.

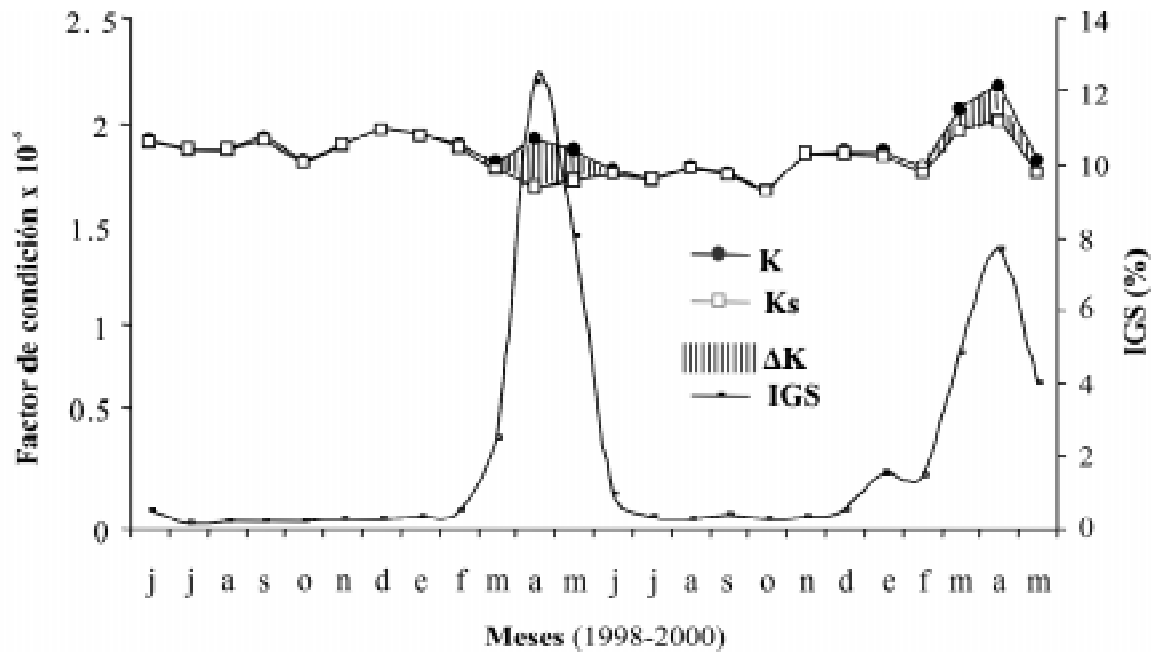


Figura 4. Variación del factor de condición (K), factor de condición somático (Ks) e índice gonadosomático (IGS) para hembras de *Brycon amazonicus* durante dos ciclos reproductivos. Las áreas sombreadas corresponden a las variaciones de ΔK .

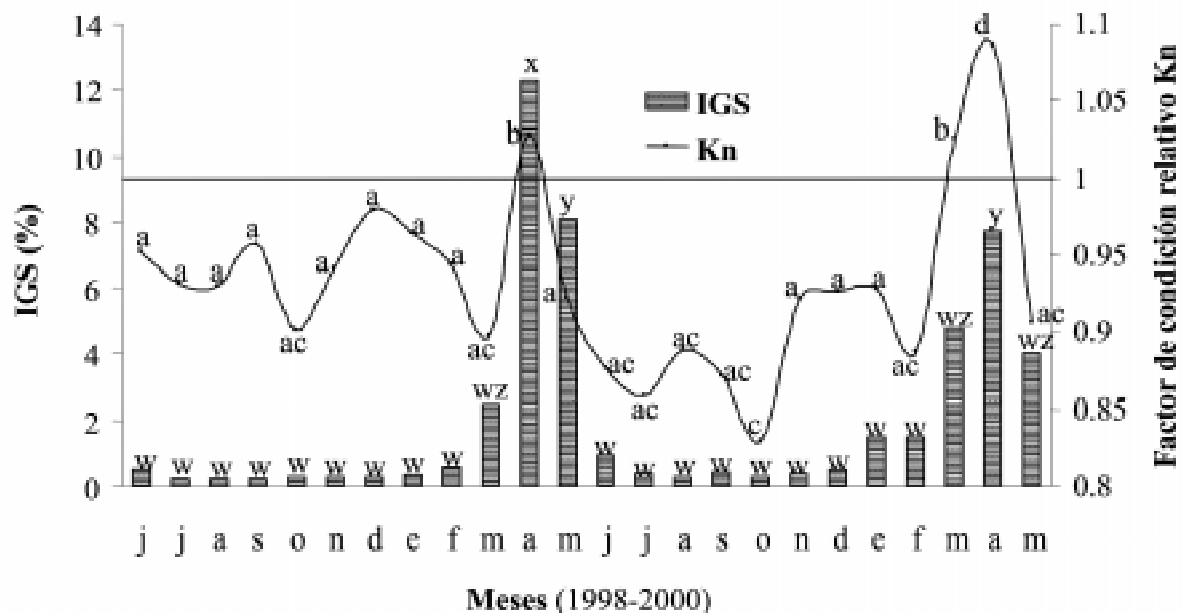


Figura 5. Variación del índice gonadosomático (IGS) y del factor de condición relativo (Kn) de hembras de *Brycon amazonicus*. Promedios con la misma letra (w, x, y ó z para IGS; a, b, c ó d para Kn), no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$).

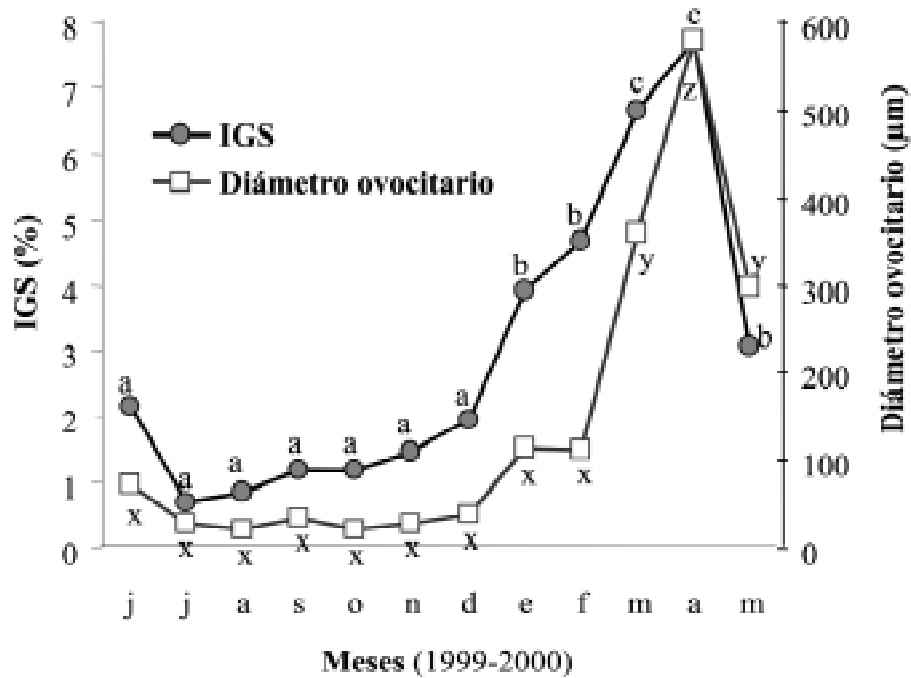


Figura 6. Variación del índice gonadosomático (IGS) y el diámetro ovocitario de hembras de *Brycon amazonicus*, durante el ciclo reproductivo de 1999-2000. Promedios con la misma letra (a, b ó c para IGS; x, y ó z para diámetro ovocitario), no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$).

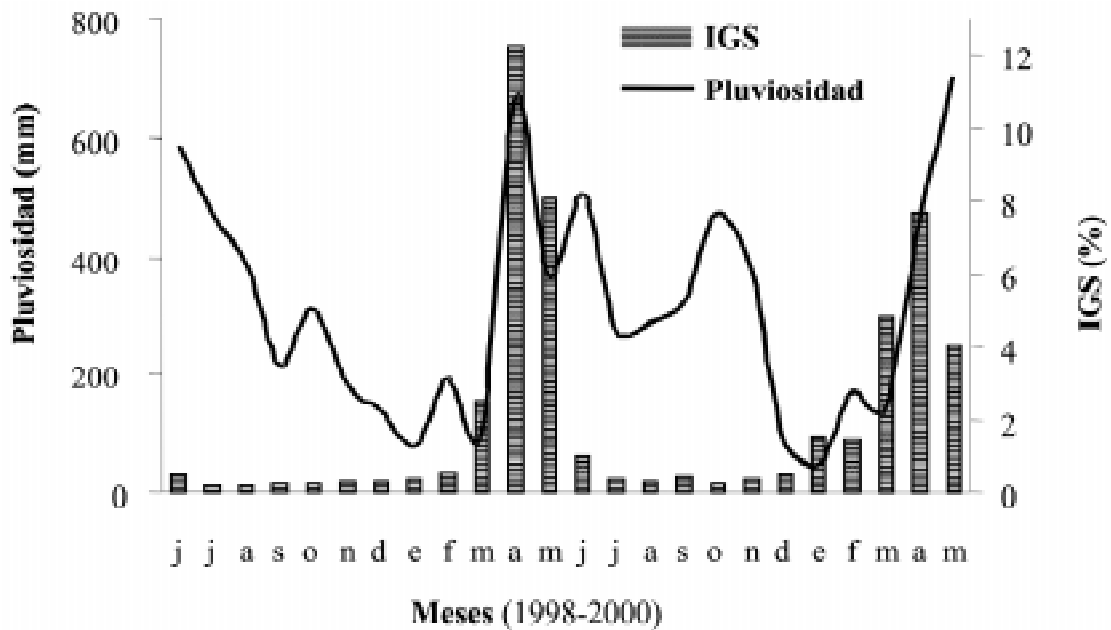


Figura 7. Pluviosidad e índice gonadosomático (IGS) de hembras de *Brycon amazonicus*, durante los ciclos reproductivos de 1998-2000.

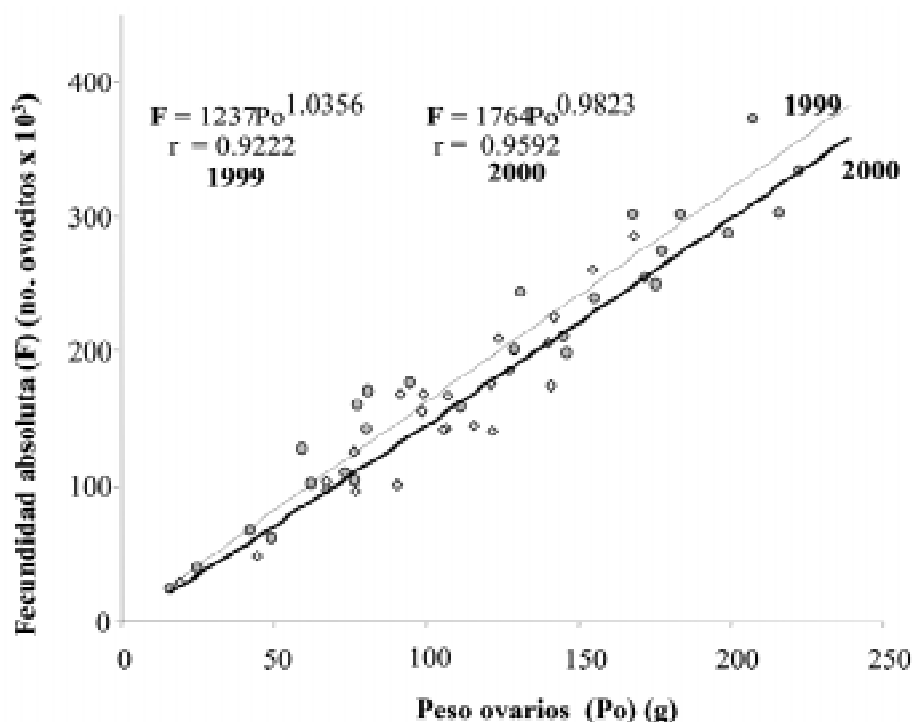


Figura 8. Relación entre fecundidad absoluta (F) y peso de los ovarios (Po) de hembras de *Brycon amazonicus*, durante los ciclos reproductivos de 1999-2000.

DISCUSIÓN

La proporción sexual de 1,85:1 con predominio de hembras fue diferente de la proporción teórica esperada de 50% así como la reportada por Arias (1995) 1,5:1 para la misma especie en condiciones naturales. En condiciones naturales Zaniboni-Filho (1985) encontró una proporción en *Brycon cephalus* de 1:1,2 con predominio de machos, en tanto que para la misma especie en condiciones de cautiverio Romagosa (1998) encontró una proporción de 9,3:1, con predominio de hembras. Nikolsky (1963) atribuyó las variaciones en las proporciones sexuales en una misma especie a factores ambientales diversos pero principalmente a los de orden nutricional y alimenticio y agregó que condiciones óptimas de oferta alimenticia influyen en una mayor proporción de hembras (Arias *et al.*, 2004a). Narahara (1983) por su parte discutió sobre la edad como condición de la proporción sexual en la naturaleza.

El coeficiente angular ($b = 3,0433$) indica un crecimiento alométrico positivo, siendo menor al encontrado por Arias (1995) de 3,125 para la misma especie en la naturaleza. El coeficiente angular calculado para *Brycon cephalus* en condiciones naturales fue de 3,15, (Zaniboni-Filho, 1985) y 3,11 (Correa, 1987), y en cautiverio 3,0 (Soares, 1989) y 2,7 (Romagosa, 1998).

Los crecimientos alométricos observados y las variaciones para estas dos especies de *Brycon*, como en el caso de la proporción sexual, están interrelacionados con factores que requieren estudios más precisos (Braga, 1993).

Los valores del IGS para machos y hembras reflejaron el desarrollo de las gónadas y los registros coincidieron con los estadios propuestos para la especie (Arias *et al.*, 2004b,c). Muchos autores han encontrado relaciones similares y han considerado el IGS como indicador de maduración gonadal (Le Cren, 1951; Hoar, 1969; Narahara, 1983; Agostinho *et al.*, 1987; Isaac-Nahum y Vazzoler, 1987; Vazzoler *et al.*, 1989; Grier y Taylor, 1998). Los menores valores de IGS se presentaron cuando los animales se encontraban en estadio de inmadurez, reposo o inicio de maduración, sin diferencias significativas entre esos estadios, y los máximos valores para cuando estuvieron en estadio maduro. El IGS mostró que los meses de actividad reproductiva fueron marzo-mayo, con pico máximo en abril para ambos sexos, tal y como también lo registraron los estudios anatomo-histológicos (Arias *et al.*, 2004b,c). El valor del IGS de 13% para hembras en este trabajo fue menor al registrado por Arias (1995) de 16% para hembras maduras en la naturaleza, lo

anterior fue similar a lo encontrado para *Brycon cephalus* 13.4% en cautiverio (Romagosa, 1998) y 14,7% (Zaniboni-Filho, 1985) en naturaleza.

El menor IGS en el estadio maduro en el segundo ciclo pudo deberse a la mayor acumulación de grasa visceral, ello como consecuencia de la falta de migración de los animales en cautiverio (Arias *et al.*, 2004a). A este respecto Lowe-McConnell (1999) aseguró que gran parte de la grasa acumulada en las vísceras durante los meses de oferta generosa de alimento en la naturaleza, es utilizada para el gasto energético que implica la migración pre-reproductiva, concordando con lo señalado por Zaniboni-Filho (1985) y Arias *et al.* (2005) para *B. cephalus* y *B. amazonicus* respectivamente.

En el estadio maduro cuando ocurrieron los mayores valores de IGS se registraron los menores valores IGVS, en las hembras además, los mayores valores de IGVS coincidieron con el inicio de la etapa de vitelogénesis. Las anteriores correlaciones indican la movilización de la grasa visceral para los ovarios durante la etapa de vitelogénesis de los ovocitos, similar a lo registrado por Goulding (1980), Hunter y Leong (1981) y Oliveira *et al.* (1997). La menor variación del IGVS de los machos pudo ser consecuencia de las menores demandas de lípidos que estos requieren para la reproducción (Zaiden, 2000).

Las oscilaciones del IHS para ambos sexos fueron pequeñas durante los dos ciclos. Guraya (1994) y Barbieri *et al.* (1996), explican que la disminución del IHS inmediatamente antes del aumento del IGS en hembras, se debe al aumento de la actividad hepática por efecto de la mayor demanda de vitelo de los ovocitos en crecimiento.

En general las oscilaciones de los factores de condición fueron similares a las observadas en *Perca fluviatilis* (Le Cren, 1951), *Micropogonias furnieri* (Isaac-Nahum y Vazzoler, 1983), *Brycon cephalus* (Zaniboni-Filho, 1985), *Hypostomus plecostomus* (Barbieri y Verani, 1987), *Semaprochilodus insignis* y *Semaprochilodus taeniurus* (Vazzoler *et al.*, 1989), *Paralanchurus brasiliensis* (Braga, 1993) y *Astyanax fasciatus* (Barbieri *et al.*, 1996). Los autores anteriores coinciden en que los factores de condición indican con gran aproximación los estadios de desarrollo del ovario y con certeza la época o meses de reproducción. De acuerdo con Vazzoler *et al.* (1989), $\dot{A}K$ indica el momento de máxima maduración ovárica. Para la primera reproducción se registraron valores menores tanto para K como para Ks que los hallados para la segunda reproducción. Tales diferencias pudieron deberse a un "mejor estado de bienestar" de las hembras en el segundo año. Ese mismo comportamiento fue observado por Nikolsky (1963), quien postuló que es posible mayor desarrollo de los ovarios y mayor acu-

mulación de reservas grasas en los ciclos subsiguientes a la primera maduración, al parecer porque las hembras durante la primera maduración sufren un mayor estrés que se refleja en un menor valor de K (Braga 1993). En la naturaleza Narahara (1983) registró para *Rhamdia hilarii* el menor valor de K para la época de pos-desove, en tanto que Zaniboni-Filho (1985) para *Brycon cephalus*, Braga (1993, 1997) para *Paralanchurus brasiliensis* y *Plagioscion squamosissimus* reportaron el menor valor de K para la época de pre-desove, similar a este trabajo. Estos últimos atribuyeron tal comportamiento al traslado de nutrientes del cuerpo para los ovarios durante el periodo que antecede al desove. Los bajos valores de K pos-desove que se encontraron en este trabajo se pueden atribuir a la ausencia de gasto energético por migración, a la oferta permanente de alimento y a la rápida recuperación que exhibe la especie pos-desove (Zaniboni-Filho, 1985). Vazzoler *et al.* (1989) aseguraron que la disminución del factor de condición somático, que da origen al aumento de $\dot{A}K$ durante los meses de maduración avanzada y desove, se debe a la transferencia de reservas corporales (incluyendo las grasas viscerales) a los ovocitos en vitelogénesis (Le Cren, 1951; Wallace y Selman, 1981).

Lo anterior coincidió con lo encontrado en los estudios anatomo-histológicos, siendo que las máximas diferencias entre K y Ks correspondieron con el mayor valor de $\dot{A}K$, que a su vez está relacionado con el corto tiempo de vitelogénesis de la especie (Arias *et al.*, 2004b). Las mayores variaciones en los factores de condición correspondieron, en el periodo de máximo desarrollo de los ovarios, con el aumento del IGS, situación lógica considerando lo afirmado anteriormente (Isaac-Nahum y Vazzoler, 1983; Barbieri y Verani, 1987; Barbieri *et al.*, 1996). Además se confirman las observaciones de Le Cren (1951) respecto a las variaciones mensuales de K con relación a las variaciones del coeficiente angular, esto es: cuando K es alto el coeficiente angular es bajo y viceversa (Braga, 1993, 1997).

El factor de condición relativo (Kn) estuvo directamente correlacionado con el IGS, sin diferencias significativas durante los meses en que las hembras se encontraban en los estadios inmaduro, de reposo o en crecimiento pre-vitelogénico (meses de junio a febrero). Las diferencias significativas halladas en abril determinaron la utilidad del Kn para el mes de desove. Goulding (1980) y Zaniboni-Filho (1985), encontraron en especies de *Brycon* en condiciones naturales, que las disminuciones del Kn coincidían con la menor disponibilidad de alimento, cuantificado por el menor grado de contenido estomacal. De lo anterior se puede inferir que Kn es el mejor complemento de los análisis morfológico-histológicos del momento de desove, como lo observaron Ntiba y Jaccarini (1990) para *Siganus sutor*, cuando propusieron que las variaciones men-

suales del Kn serían reflejo directo del estado de desarrollo de los ovocitos. Eckman (1984) utilizó hembras de *Brycon erythropterus* y cálculo del Kn propuesto por Le Cren (1951), mostrando la eficiencia de este en la selección de hembras óptimas para la reproducción inducida. Resultados similares fueron obtenidos para hembras de *B. cephalus* (Romagosa, 1998), *B. insignis* (Andrade-Talmelli *et al.*, 1999) y *B. amazonicus* (Arias *et al.*, 2004d).

Relaciones directas entre el IGS y el diámetro ovocitario, como las encontradas en este trabajo, han sido reportadas por Khanna y Pant (1976) para *Glyptosternum pectinopterus*, Al-Daham y Shatti (1979) para *Barbus lute*, Romagosa *et al.* (1984) para *Curimatus gilbertti*, Zaniboni-Filho (1985) y Romagosa (1998) para *Brycon cephalus*. La similitud entre estos dos indicadores respalda la propuesta de Forberg (1982) para peces similares a *B. amazonicus*, quien dice que para tales especies las fases de desarrollo ovocitario se pueden agrupar en: un lote de ovocitos madurando sincrónicamente y un lote de ovocitos en reserva, resaltando la importancia del conocimiento sobre los diámetros ovocitarios como un estimativo del grado de maduración de los mismos, aspectos de gran importancia para el manejo y seguimiento de animales con propósitos de reproducción en confinamiento (Wallace y Selman, 1981; Nagahama, 1983; Chaves y Vazzoler, 1984; Malison *et al.*, 1994)

La relación del IGS con el régimen de lluvias, en especial durante la época de desove que coincidió con el aumento de la pluviosidad, ha sido discutida ampliamente por muchos autores entre otros Hoar (1969),

Goulding (1980), Narahara (1983), Arias y Vásquez (1988), Ntiba y Jaccarini (1990), Arias (1995), Vazzoler (1996) y Lowe-McConnell (1999). Es claro que el inicio de la estación de lluvias es estímulo determinante para la finalización de la maduración y desove en el mes de abril en el que se registró igualmente el mayor valor del IGS. Así la especie en cautiverio conservo el mismo comportamiento reportado por Arias (1995) en condiciones naturales. Situaciones similares han sido discutidas para otros bryconidos por Zaniboni-Filho (1985), Romagosa (1998) y Zaiden (2000).

La fecundidad varió entre 24.523 y 434.263 huevos, con peso ovárico entre 15,8 y 222,3 g para el período de estudio. En general una alta fecundidad con una amplia variación. Una gran amplitud de la fecundidad ha sido registrada para muchos teleósteos y ha sido considerada normal dado que es afectada por gran cantidad de variables ambientales y fisiológicas que influyen de muy diversas formas por especie, edad e individuo (Nikolsky, 1963; Bagenal, 1969; Batts, 1972; Silva, 1973; Godinho *et al.*, 1977; Robb, 1982; Romagosa *et al.* 1984). La mejor correlación encontrada para ambos años fue entre F y Po, observándose que a mayor peso de los ovarios se encuentra mayor número de ovocitos, de modo similar a lo hallado por Nikolsky (1963), Silva (1973), Godinho *et al.* (1977), Narahara (1983), Romagosa *et al.* (1984) y Zaniboni-Filho (1985). Las correlaciones F/Pt y F/Lt, extremadamente bajas en este estudio, indicarían según Batts (1972), la existencia de amplias variaciones en la aceptación de la oferta alimenticia (Godinho *et al.*, 1977).

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio corroboran que el índice gonadosomático es un buen indicador de los estadios del desarrollo de las gónadas y tiene una alta correlación con los factores de condición, pluviosidad y crecimiento ovocitario.

El índice de grasa viscerosomática vario inversamente

al índice gonadosomático con altos valores que pudieran disminuir el desempeño reproductivo de las hembras.

El factor de condición relativo señalo con exactitud el corto periodo de desove por lo que se le debe considerar el indicador de esa función

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Grupo de Investigación del Instituto de Acuicultura de los Llanos IALL de la Universidad de los Llanos su apoyo permanente durante

el estudio. A la Universidad de los Llanos (Instituto de Investigaciones para la Orinoquía Colombiana IIOC) y a COLCIENCIAS por el soporte financiero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinho, A.a., Barbieri, M.c., Agostinho, C.s. Barbieri. C. 1987. Biología reproductiva de *Rhinelepis aspera* (Agazzis, 1829) (Teleostei, Loricariidae) no rio

Parapanema. II. Estrutura dos ovários e estádios de maturação. Revista Brasileira de Biologia. 47(3): 319-328.

- Al-daham, N. K., Shatti, M. N. 1979. Annual changes in the ovarian activity of the freshwater teleost *Barbus luteus* (Heckel) from Southern Iraq. *Journal of Fish Biology*. 14(4):381-387.
- Andrade-talmelli, E.f., Fenerich-verani, N., Verany, J. R. 1999. Fator de condição relativo (Kn): um critério para selecionar fêmeas de piabanha, *Brycon insignis* (Steindachner, 1876) (Pisces: Bryconinae), para indução reprodutiva. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*. 25:95-99.
- Arias C. J. A., Vásquez, T. W. 1988. Ampliación del conocimiento biológico de *Colossoma sp.* (Characidae), en ambientes naturales de la cuenca del río Meta. Informe Final. UNILLANOS - COLCIENCIAS, Villavicencio, Colombia.
- Arias C. J. A. 1995. Contribución al conocimiento biológico de los peces de los Llanos, yamú (*Brycon siebenthalae*) y sapuara (*Semaprochilodus laticeps* cf.), con fines de cultivo. Informe Final. UNILLANOS-COLCIENCIAS, Villavicencio, Colombia.
- Arias C. J. A., Zaniboni-Filho, E., Pardo-Carrasco, S. C., Vásquez, T. W., Atencio-García, V. J. 2004a. Breeding and domesticating *Brycon siebenthalae* females for reproduction. *Acta Scientiarum Ani Sci. Maringá*, 26(2): 159-163.
- Arias C. J. A., Zaniboni-Filho, E., Pardo-Carrasco, S. C., Vásquez, T. W. 2004b. Ovogénesis del yamú *Brycon siebenthalae* (Teleostei: Characidae) en cautiverio. *Rev Actual Biol*. 81:75-87.
- Arias C. J. A., Zaniboni-Filho, E., Cruz-Casallas, P. E. 2004c. Ciclo testicular del yamú, *Brycon siebenthalae* (Teleostei: Characidae) en cautiverio. *Rev Actual Biol*. 81:88-98.
- Arias C. J. A., Zaniboni-Filho, E., Vásquez, T. W., Atencio-García, V. J. 2004d. Selección de hembras de yamú *Brycon siebenthalae* para reproducción inducida mediante el factor de condición relativo (Kn). *Rev Orinoquia*. 8:49-55.
- Arias C. J. A., Zaniboni-Filho, E., Pardo-Carrasco, S. C., Vásquez, T. W., Atencio-García, V. J. 2005. Effect of food restriction in spawning of yamu females *Brycon siebenthalae*. *Rev Acta Scientiarum Ani Sci Maringá*, 27(2): 235-239.
- Bagenal, T. B. 1969. The relationships between food supply and fecundity in brown trout, *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology*. 1:167-182.
- Barbieri, G., Verani, J. R. 1987. O fator de condição como indicador de período de desova em *Hypostomus aff. plecostomus* (L., 1753) (Osteichthyes, Loricaridae), na represa do Monjolinho (São Carlos, SP). *Ciência e Cultura*. 39(7): 655-658.
- Barbieri, G., Hartz, S. M., Verani, J. R. 1996. O fator de condição e índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* da represa do Lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Iheringia Serie Zoology*. 81:97-100.
- Batts B. B. 1972. Sexual maturity, fecundity and sex ratio of the skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (L.) in North Carolina Waters. *Trans. American Fish. Society*. 10(4): 626-627.
- Braga F. M. S. 1993. Análise do fator de condição de *Paralonchorus brasiliensis* (Persiformes, Scianidae). *Revista UNIMAR*. 15(2): 99-115.
- Braga F. M. S. 1997. Análise da equação alométrica na relação peso e comprimento e o fator de condição em *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Scianidae). *Revista Brasileira de Biologia*. 57 (3): 417-425.
- Chaves P. T. C., Vazzoler, A. E. A. 1984. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. II. Anatomia microscópica de ovários, escala de maturidade e tipo de desova das espécies do gênero *Semaprochilodus*. *Revista Brasileira de Biologia*. 44(3): 347-359.
- Correa M. A. V. 1987. Crescimento do matrinhã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, Characidae) no baixo rio Negro, seus afluentes e no baixo rio Solimões. Master thesis. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Eckman, R. 1984. Induced reproduction in *Brycon cf. erythropterus*. *Aquaculture*. 38:379-382.
- Forberg, K.g. 1982. A histological study of development of oocytes in capelin, *Mallotus villosus villosus* (MÜLLER). *Journal of Fish Biology*. 20:143-154.
- Godinho, H. M., Basile-Martins, M. A., Fenerich, N. A., Narahara, M. 1977. Fecundidade e tipo de desova do mandi *Pimelodus maculatus* La Cépède, 1803 (Pisces, Siluroidei). *Revista Brasileira de Biologia*. 37:737-744.
- Goulding, M. 1980. *The Fishes and Forest, Exploration in Amazonian Natural History*. University California Press, 280p.
- Grier, H. J., Taylor, R. G. 1998. Testicular maturation and regression in the common snook. *Journal of Fish Biology*. 53: 521-542.

- Guraya, S. S. 1994. Gonadal development and production of gametes in fish. Proc. Indian Natural Science Academy B60. 1:15-32.
- Hoar, W. S. 1969. Reproduction. In: Hoar, W. S. and D. J. Randall (Eds.). Fish Physiology. Academic Press, London, v. III, 1-72.
- Hunter, J. R., Leong, R. 1981. The spawning energetics of female northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin. 79:215-230.
- Isaac-Nahum, V. J., Vazzoler, A. E. A. 1983. Biología reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Siaeidae). 1. Fator de condição como indicador do período de desova. Boletim do Instituto Oceanográfico. 32(1): 63-69.
- Isaac-Nahum, V. J., Vazzoler, A. E. A. 1987. Biología reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Siaeidae). 2. Relação gonadossomática, comprimento e peso dos ovários como indicadores do período de desova. Boletim do Instituto Oceanográfico. 35(2):123-134.
- Khanna, S. S., Pant, M. C. 1976. Seasonal changes in the ovary of a sinisorid catfish, *Glyptosternum pectinopterum*. Copeia. 1:83-88.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight condition in the perch *Perca fluviatilis*. Journal American Ecology. 20(2):201-219.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais. Universidade de São Paulo, 535p.
- Malison, J. A., Procarione, L. S., Barry, T. P., Kapuscinski, A. R., Kaynes, T. B. 1994. Endocrine and gonadal changes during the annual reproductive cycle of the freshwater teleost, *Stizostedion vitreum*. Fish Physiology Biochemistry. 13:473-484.
- Nagahama, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. In: Hoar, W. S., D. J. Randall and E. M. Donaldson (Eds.). Fish Physiology, v. IX(A), Academic Press. N.Y., 223-275.
- Narahara, M. Y. 1983. Estrutura da população e reprodução de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840), (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae). Doctorate dissertation. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.
- Nikolsky, J. G. V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press Journal, London. 352 p.
- Ntiba, M. J., Jaccarini, V. 1990. Gonad maturation and spawning times of *Siganus sutor* of the Kenia coast: evidence for definite spawning seasons in a tropical fish. Journal of Fish Biology. 37:315-325.
- Oliveira, E. G., Urbinati, E. C., Souza, V. L., Roviero, D. P. 1997. Índice gordura viscerossomática e níveis de lipídio total em diferentes tecidos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1897). Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo. 24:97-103.
- Robb, A. P. 1982. Histological observations on the reproductive biology of the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.). Journal of Fish Biology. 20:397-408.
- Romagosa, E., Godinho, H. E., Narahara, M. Y. 1984. Tipo de desova e fecundidade de *Curimatus gilberti* (Quoy & Gaimard, 1824), da Represa de Ponte Nova, Alto Tietê. Revista Brasileira de Biologia. 44(1):1-8.
- Romagosa, E. 1998. Desenvolvimento gonadal (morfologia; ultra-estrutura) e indução da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) em cativeiro no Vale do Ribeira, São Paulo. Doctorate dissertation. Universidade de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Silva, S. S. 1973. Aspects of the reproductive biology of the sprat, *Sprattios sprattus* L., in inshore waters of the west coast of Scotland. Journal of Fish Biology. 5:689-705.
- Simpson, A. C. 1951. The fecundity of the plaice. Fish Investigation G. B. 17(5): 1-27.
- Soares, M. C. F. 1989. Estudos preliminares do cultivo do matrinxã (*Brycon cephalus* Günther, 1869) (Teleostei:Characidae): aclimação, crescimento e reprodução. Master thesis. Universidade Federal de Bahia, Salvador, Bahia, Brazil.
- Vazzoler, A. E., Caraciolo-Malta, M. C., Amadio, S. A. 1989. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. XII. Indicadores quantitativos do período de desova das espécies do gênero *Semaprochilodus* (Characiformes, Prochilodontidae) do baixo Rio Negro, Amazonas, Brasil. Revista Brasileira de Biologia. 49:175-181.
- Vazzoler, A. E. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleostes: teoria e prática. Eduem, Maringá, Brazil, 169p.
- Wallace, R. A., Selman, K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. American Zoology. 21:325-343.
- Zaiden, F. S. 2000. Morfologia gonadal e metabolismo energético da piraputanga *Brycon hilarii* (Cuvier e Valenciennes, 1849) (Pisces, Characidae), em cativeiro, durante o ciclo reprodutivo anual. Doctorate dissertation. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, CAUNESP. Jaboticabal, São Paulo, Brazil.
- Zaniboni-Filho, E. 1985. Biologia da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei: Characidae). Master thesis. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brazil.