



Selección de hembras de yamú *Brycon siebenthalae*, para reproducción inducida mediante el factor de condición relativo (Kn)¹

ARIAS CASTELLANOS J.A. *; ZANIBONI-FILHO E.**; VÁSQUEZ-TORRES W.***; ATENCIO-GARCÍA V. J.****
(Recibido: Junio 28 de 2004 - Aprobado: Diciembre 14 de 2004)



Brycon siebenthalae, hembra reproductor seleccionado IALL.

R E S U M E N

De los varios criterios que se emplean para seleccionar hembras de peces para inducción reproductiva, el factor de condición relativo (Kn) es poco conocido y por lo tanto poco utilizado. En este trabajo se utilizó $Kn = Pt / Pe$ (factor de condición relativo como el cociente del peso registrado y el peso teórico esperado estimado este último a

través de la relación peso-longitud), durante cuatro periodos reproductivos consecutivos, para seleccionar hembras de yamú de un mismo grupo. El Kn fué un criterio eficiente en un 84 % de las veces para seleccionar hembras óptimas para inducción. La toma de los registros para su cálculo no ocasionaron riesgos traumáticos ni de estrés impor-

tantes como otros procedimientos de selección. El estudio permitió establecer la edad de cuatro años como la de mejor desempeño de hembras de *Brycon siebenthalae* en cautiverio.

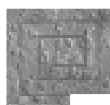
Palabras clave: *Brycon siebenthalae*, yamú, factor de condición relativo, reproducción inducida.

*Biologo, M.Sc., Ph.D. Profesor Titular. Universidad de los Llanos, Instituto de Acuicultura (IALL). jarias@villavicencio.cetcol.net.co

**Oceanógrafo, M.Sc., Ph.D. Profesor Departamento de Acuicultura, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis (Brasil)

***Biologo, M.Sc., Ph.D. Profesor Titular. Universidad de los Llanos, Instituto de Acuicultura (IALL).

****Ing. Pesq. M. Sc. Profesor Centro de Investigaciones Piscícolas, Universidad de Córdoba, Montería.



A B S T R A C T

Of the several approaches that can be used to select females of fish to the reproductive induction with hormones, the relative condition factor (Kn) is one that is not very well-known and for the same thing little used. In this study it was used $Kn = Pt / Pe$ (relative condition factor as the quotient of the registered weight

and the dear prospective theoretical weight through the relationship weight-length) during four serial reproductive periods to select females of the same group. It was found that Kn was an efficient approach to select good females for the reproduction (84% of the cases), it didn't cause traumatic

important risks neither of stress like other selection procedures and it allowed to establish the four year-old age like that of better acting of females of *Brycon siebenthalae* in captivity.

Key word: *Brycon siebenthalae*, yamú, relative condition factor, reproduction.

I N T R O D U C C I Ó N

La reproducción inducida de peces reofílicos es una práctica cotidiana que depende para su éxito de muchas variables; la selección de las hembras mejor preparadas es una de las más importantes para obtener los mejores resultados. De los dos procedimientos más comunes utilizados para seleccionar hembras de peces para inducción, el más generalizado, por su facilidad, es la observación de las características externas de vientre abultado y papila genital prominente y enrojecida. El otro método implica la obtención de

ovocitos a través de la técnica de biopsia ovárica, para porcentualización de la migración nuclear final y medición de los diámetros de los mismos (Harvey & Carolsfeld 1993). De estas dos prácticas, la segunda es más confiable que la primera pero más traumática, pues puede causar la obstrucción del oviducto, lo que impide el desove de muchas de las hembras inducidas.

Una tercera forma de evaluar hembras de peces para inducción hormonal es la propuesta por Le Cren (1951), conocida como

“factor de condición relativo” (Kn), que se obtiene mediante el calculo del cociente del peso total registrado y el peso teórico esperado (Pt / Pe), este último estimado a través de la relación peso-longitud: $Kn = Pt / a * Lt^b$.

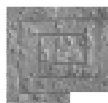
El yamú, es una especie reofílica nativa de la cuenca del río Orínoco de gran potencial para la piscicultura de aguas cálidas continentales. Este trabajo tuvo como finalidad comprobar la utilidad del Kn para seleccionar hembras de esta especie para reproducción inducida.

M A T E R I A L E S Y M É T O D O S

Los experimentos fueron llevados a cabo en la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos, ubicada en la ciudad de Villavicencio – Colombia (4°

05' N y 73° 37' O). Durante la época de reproducción (abril y mayo de los años 1999 a 2002), 181 hembras adultas criadas en cautiverio fueron seleccionadas y consideradas en estado madu-

ro por sus características externas (vientre abultado y papila genital protruida y rojiza) (Woynarovich & Horvath 1983), y por medición de los diámetros y porcentualización de la migra-



ción nuclear de los ovocitos intra-ováricos, obtenidos mediante canulación (Harvey & Carolsfeld 1993). De las hembras seleccionadas 162 fueron inducidas a la reproducción con extracto de hipófisis de carpa diluido en solución salina 0,9% (dosis previa de 0,25 mg / Kg de peso vivo (p.v.), después de 24 horas primera dosis inductora de 0,5 mg / Kg de p.v. y 12 horas después la segunda dosis inductora de 5 mg / Kg de p.v.), mediante inyección intramuscular. El resto de hembras seleccionadas (19), sirvieron como grupo control y fueron inyectadas con 1 ml de solución fisiológica al 0,9% siguiendo el protocolo anterior. Otro grupo de 16 hembras fué considerado como en maduración y no fué inducido. Fue con-

siderada la respuesta como positiva cuando la hembra óvulo y los óvulos estrujados fueron viables.

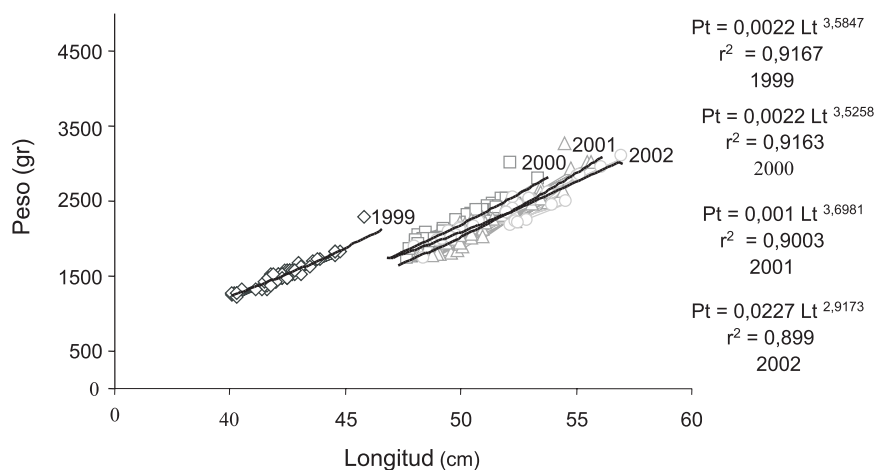
Para las hembras de cada año, el factor de condición relativo ($Kn = Pt / Pe$) fué calculado de manera individual mediante la división del peso total registrado (Pt) por el peso esperado (Pe) para la longitud total registrada (Lt) (Le Cren 1951). El peso total registrado (Pt) y la longitud total registrada (Lt) fueron relacionados mediante la ecuación $Pt = a * Lt^b$ utilizando el método de mínimos cuadrados y luego linealizando la curva mediante la logaritimización de las dos variables. Los valores del coeficiente a y el potencial b (coeficiente angular) hallados, fueron utilizados para calcular el peso

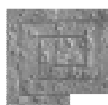
esperado (Pe) para cada hembra, según la longitud total registrada, mediante la ecuación $Pe = a * Lt^b$. Con los valores individuales de Kn fueron estimados los valores medios para cada año y sus respectivos intervalos de confianza, los cuales fueron comparados con el valor relativo $Kn = 1$, mediante el test de Student. Luego fueron realizados Análisis de Varianza (ANOVA) con una sola variación (año) y test de Tukey-Kramer de agrupamiento para el estudio de las diferencias y semejanzas entre los grupos de hembras con y sin respuesta a la inducción, el grupo control y el grupo de las tomadas en maduración para los cuatro años. Los resultados son reportados como promedio \pm error estándar, con significancia $P < 0,05$.

R E S U L T A D O S

En la figura 1 se presenta la curva ajustada de la relación peso / longitud ($Pt = a * Lt^b$) por años, para las hembras de yamú seleccionadas, sin que se encontrará diferencias significativas entre años.

Figura 1. Relación del peso total registrado (Pt) y longitud total registrada (Lt) y la curva ajustada para las hembras de yamú seleccionadas para inducción reproductiva por años.





La tabla 1 registra los valores promedios del factor de condición Kn, con sus respectivos intervalos de confianza (IC), para

los cuatro grupos de hembras estudiadas por años. Nótese que no se encontraron diferencias ($P < 0,05$) entre las respuestas

positivas de las hembras inducidas en los años 1999, 2000 y 2002, pero sí entre estos años y el 2001.

Tabla 1. Valores medios \pm error estándar del factor de condición relativo (Kn), intervalos de confianza (IC) y porcentaje de hembras que presentaron factor de condición relativo dentro de los valores esperados (%), por grupos y por años para hembras de *Brycon siebenthalae*.

Años	n ⁵	Seleccionadas ¹												No seleccionadas			
		Inducidas ²						No inducidas						En maduración			
		Con respuesta ³			Sin respuesta ⁴			Control									
		n	Kn ⁶	IC (95%)	% Kn>1	n	Kn	IC (95%)	% Kn<1	n	Kn	IC (95%)	% Kn>1	n	Kn	IC (95%)	% Kn<1
1999	51	37	1,009 ^a $\pm 0,004$	0,966- 1,069	76	14	0,961 $\pm 0,005$	0,951- 0,972	100	5	1,018 $\pm 0,005$	1,008- 1,033	100	5	0,999 $\pm 0,007$	0,978- 1,018	60
2000	40	28	1,013 ^a $\pm 0,004$	0,981- 1,063	75	12	0,961 $\pm 0,005$	0,939- 0,987	100	5	1,030 $\pm 0,006$	1,017- 1,047	100	6	0,990 $\pm 0,005$	0,975- 1,004	83
2001	41	30	1,060 ^b $\pm 0,006$	0,993- 1,136	97	11	0,978 $\pm 0,005$	0,956- 0,998	100	4	1,040 $\pm 0,012$	1,011- 1,070	100	5	0,999 $\pm 0,001$	0,998- 1,001	60
2002	30	23	1,017 ^a $\pm 0,003$	0,987- 1,034	87	7	0,927 $\pm 0,003$	0,917- 0,942	100	5	1,030 $\pm 0,011$	1,010- 1,072	100	4	0,994 $\pm 0,003$	0,988- 0,999	100
Total	162	118	1,025		84	44	0,957		100	19	1,029		100	20	0,964		76

¹ Fueron "Seleccionadas" las hembras que presentaron características externas (según Woynarovich & Horvath, 1983) y diámetros ovocitarios (según Harvey & Carolsfeld, 1993), que indicaban estadio avanzado de maduración gonadal. Las hembras que no presentaron esas características se consideraron En maduración y fueron "No seleccionadas".

² Hembras inducidas a la maduración final y la ovulación con Extracto de Hipofisis de Carpa.

³ Hembras que respondieron positivamente a la inducción hormonal y liberaron óvulos viables.

⁴ Hembras que no respondieron a la inducción hormonal.

⁵ Número total de hembras inducidas.

⁶ Entre años, letras diferentes en la columna Kn de hembras inducidas Con respuesta, indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

El test de Student (asumiendo el valor centralizado Kn medio = 1), mostró que las hembras que respondieron positivamente a las inducciones y las hembras control presentaron valores promedios de Kn superiores a 1 ($P < 0,05$), mientras que las hembras que no respondieron a la inducción así como las hembras tomadas como en maduración presentaron Kn promedio infe-

rior a 1 ($P < 0,05$), con intervalos de confianza estrechos para todos los grupos.

El análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey-Kramer aplicados entre los diferentes grupos para los cuatro años mostró diferencias altamente significativas entre: el grupo Con respuesta con el grupo Sin respues-

ta y En maduración; el grupo Con respuesta y Control con el grupo Sin respuesta; el grupo Con respuesta y Control con el grupo En maduración y el grupo Control con el grupo Sin respuesta ($P < 0,01$).

La figura 2 muestra todas las hembras evaluadas alrededor del valor centralizado (Kn = 1).

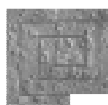
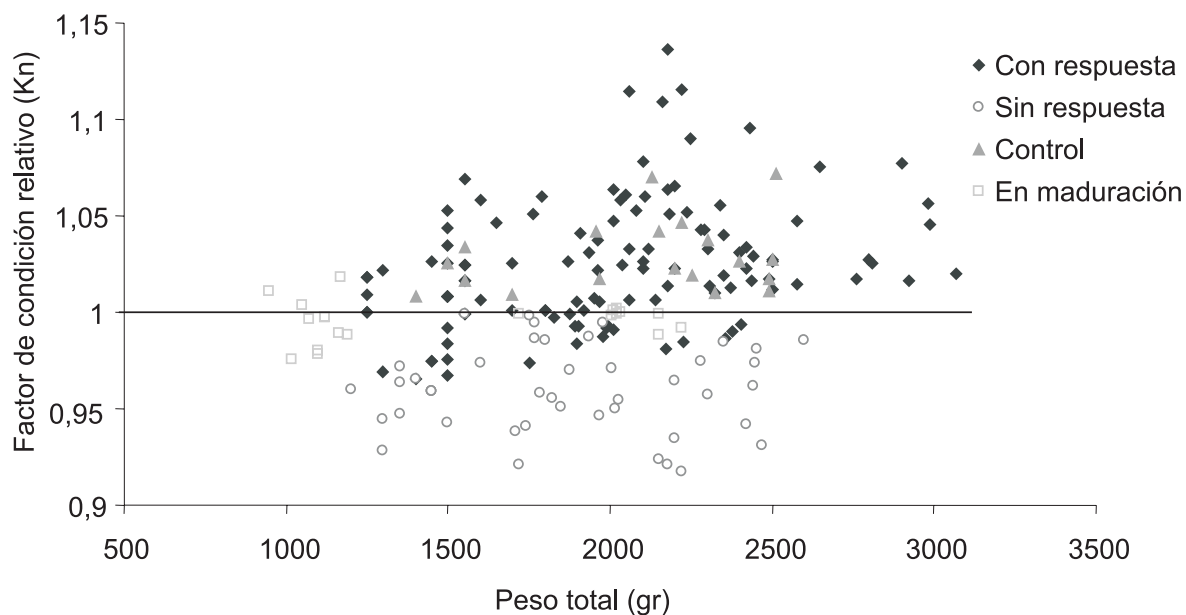


Figura 2. Valores individuales del factor de condición relativo (Kn), alrededor del valor centralizado (Kn = 1), en relación con el peso total de hembras de yamú, para cuatro años.



El análisis de la tabla 1 y la figura 2 indica que: en el grupo de las hembras inducidas Con respuesta para los cuatro años, el 84% tuvieron Kn mayor, igual o ligeramente menor (no significativo $P < 0,05$) a 1, y el 16%

tuvieron Kn menor a 1, en ese mismo grupo las hembras Sin respuesta todas tuvieron Kn menor a 1. En el grupo de las hembras control todas tuvieron Kn mayor a 1, lo cual indica que estaban aptas para la inducción.

Y en el grupo de las hembras consideradas en maduración el Kn fue menor a 1 en el 76%, indicando que no eran adecuadas para el procedimiento inductivo.

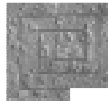
D I S C U S I Ó N

El presente estudio comprueba la utilidad del factor de condición relativo propuesto por Le Cren (1951), para la selección de hembras de yamú para inducción hormonal (Arias 2002). Los porcentajes de respuestas positivas por años se correlacionaron con las diferencias significativas halladas entre años, corroborando así los cambios que se pueden presentar entre las edades de las hembras de un

mismo grupo e indicando que el cálculo del Kn es más confiable a mayor edad reproductiva como lo hallaron Sheikh et al. (1996) y Sarkar et al. (1997, 1998). Desde Huxley (1924), algunos autores que han discutido sobre el coeficiente a , más comúnmente llamado factor de condición (K), como estimativo del grado de bienestar de una población, anotando la gran variación que este puede llegar a tener por va-

riables como la edad, el estado nutricional y la etapa reproductiva (Vazzoler & Vazzoler 1965, Dahlberg 1969, Weatherley 1972, Bagenal & Tesch 1978, Barbieri et al. 1996 y Jones et al. 1999).

Considerando que el factor de condición relativo Kn, está definido por el cálculo previo del coeficiente a , a partir de la relación peso / longitud, es claro



que también es influenciado por las mismas variables que controlan tal coeficiente (Le Cren 1951, Sarma et al. 1995, Philip & Mathew 1996, Sheikh et al. 1996, Alkahem et al. 1997 y Arias 2002). Sin embargo Kalita & Jayabalan (1997), no atribuyeron los cambios del Kn a lo largo del crecimiento de *Caranx kalla* a condiciones alimenticias ni reproductivas. De otra parte Sarkar et al. (1997) en *Catla catla* y Sarkar et al. (1998) en *Cirrhinus mrigala*, encontraron que el Kn se acercó al valor centralizado 1, con el aumento de la longitud y dedujeron que ello indicaría un mejor estado nutricional y reproductivo a mayor talla en las especies por ellos estudiadas. Rajee (1994) encontró para *Atropus atropus*, que el Kn es un índice más aproximativo en hembras que en machos y que indica con acierto las condiciones de madurez reproductiva en esa espe-

cie. Por lo anterior parece entonces lógico suponer que las hembras de yamú fueron más susceptibles a las distintas variables que afectan los dos factores, al inicio de su vida reproductiva, lo que pudo afectar la eficiencia del Kn para seleccionar hembras exitosas en la primera inducción reproductiva (Arias 2002).

El análisis de los registros de las respuestas positivas de la tabla 1 sugieren la edad de cuatro años como la de mejor desempeño, mostrando así una nueva aplicación del Kn como estimativo de la vida reproductiva de hembras de una especie (Arias 2002). Ya Ntiba & Jaccarini (1990) para *Siganus sutor* habían sugerido estudios continuos por varios años del Kn, para encontrar alguna otra aplicación del factor, basados en la gran correlación que hallaron del Kn con el índi-

ce gonadosomático y la mejor indicación del momento de desove de esa especie por parte del Kn.

Resultados similares de respuestas positivas y sin respuesta a la inducción a los encontrados en este trabajo, utilizando el cálculo del factor de condición relativo, fueron obtenidos por Eckman (1984) para *Brycon erythropterus*, por Verani et al. (1997) para *Brycon lundii*, por Romagosa (1998) para *Brycon cephalus* y por Andrade-Talmelli et al. (1999) para *Brycon insignis*. Los autores citados además coincidieron en recomendar el uso del cálculo del Kn para seleccionar hembras de esas especies para inducción, por considerarlo una manera tan eficiente como el análisis de ovocitos tomados por biopsia ovárica, pero sin los traumatismos que este último procedimiento causa en las hembras, tal como ocurrió para yamú.

CONCLUSIONES

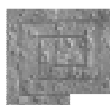
El cálculo del factor de condición relativo Kn, como criterio para seleccionar hembras en confinamiento de yamú para inducción hormonal, fué un procedimiento

eficiente en un 84% de las veces y disminuyó los riesgos de estrés ocasionados por una mayor manipulación de los ejemplares con otras técnicas. Se establece, con

base en los cálculos de este trabajo, la edad de cuatro años como la de mejor desempeño reproductivo de hembras de esta especie en cautiverio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a técnicos y operarios de la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura (IALL) de la Universidad de los Llanos por el apoyo logística ofrecido durante los cuatro años del trabajo. A COLCIENCIAS por el auspicio financiero brindado a través del contrato 1122-09-267-98.



- ALKAHEM, H.F., AL-AKEL, A.S., AHMED, Z. Y HAMSÍ, M.J.K. 1997. Length-weight relationship, condition co-efficient (K) and relative condition co-efficient (Kn) of *Oreochromis niloticus* from Wadi Haneefah Stream, Saudi Arabia. *GEOBIOS*, 24(1):3-9.
- ANDRADE-TALMELLI, E.F., FENERICH-VERANI, N. Y VERANI, J.R. 1999. Fator de condição relativo (Kn): um critério para selecionar fêmeas de piabanha, *Brycon insignis* (Steindachner, 1876) (Pisces: Bryconinae), para indução reprodutiva. *Bol. Inst. Pesca*, 25:95-99.
- ARIAS, C.J.A. 2002. *Biología reproductiva del yamú Brycon siebenthalae* (Pisces: Characidae), en cautiverio. Univ. del Valle, Cali, 116 p. (Tesis de Doctorado).
- BAGENAL, T. Y TESCH, F. 1978. Age and growth. Pp. 101-130. En: Method for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Oxford.
- BARBIERI, G., HARTZ, S.M. Y VERANI, J.R. 1996. O Fator de condição e índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanax faciatu*s da Represa do Lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Iheringia Ser. Zool.* 81:97-100.
- DAHLBERG, M.D. 1969. Fat cycle and condition factors of two species of menhanden, *Brevoortia* (Clupeidae), and natural hybrids from Indian River of Florida. *Am. Midl. Nat.* Notre Dame, 2(1):117-126.
- ECKMAN, R. 1984. Induced reproduction in *Brycon cf. erythropterus*. *Aquaculture*, 38:379-382.
- HARVEY, B. Y CAROLSFELD, J. 1983. Induced breeding in tropical fish culture. *IDCR*. Ottawa, Ont. 144p.
- HUXLEY, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature*. 114:895-896.
- JONES, R. E., PETRELL, R. J. Y PAULY, D. 1999. Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural Engineering*, 20:261-276.
- KALITA, B. Y JAYABALAN, N. 1997. Length-weight relationship and relative condition factor of the golden scad, *Caranx kalla* Cuv. from Mangalore coast. *Indian J. Fish.* 44 (1):87-90.
- LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight condition in the perch *Perca fluviatilis*. *J. An. Ecol.* 20(2):201-219.
- NTIBA, M.J. Y JACCARINI, V. 1990. Gonad maturation and spawning times of *Siganus sutor* of the Kenia coast: evidence for definite spawning seasons in a tropical fish. *J. Fish Biol.* 37:315-325.
- PHILIP, K.P. Y MATHEW, K.T.I. 1996. Length-weight relationships and relative condition factor in *Priacanthus hamrur* (Forsskal). *Fish Technol. Soc. India.* 33(2):79-83.
- RAJE, S.G. 1994. Fishery and biology of *Atropus atropus* (Bloch and Schneider) from Veraval. *J. Mar. Biol. Assoc. India*, 36(1-2):181-187.
- ROMAGOSA, E. 1998. *Desenvolvimento gonadal (morfologia; ultraestrutura) e indução da reprodução do matrinxã Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, Characidae) em cativeiro. *Vale do Ribeira, Sao Paulo*. Univ. Fed. São Carlos, 218p. (Tese Doctorado).
- SARKAR, S.K., GANGULY, S., BASU, T.K. Y MEDDA, C.T.I. 1998. Length-weight relationship and relative condition factors during the early period of development of *Cirrhinus mrigala* (Hamilton), spawned in bundh and a hatchery, reared in experimental hoopnets. *J. Aquacult. Trop.* 13(2):95-106.
- SARKAR, S.K., GANGULY, S., BASU, T.K. Y MEDDA, C.T.I. 1997. Length-weight relationship and relative condition of hatchery and bundhbred *Catla catla* (Ham) spawn during development. *Asian-Fish Sci.* 9(4):295-299.
- SARMA, K., UDUPA, K.S. Y JAYABALAN, N.T.I. 1995. Length-weight relationship and relative condition factor of *Sardinella longiceps* Val. off Mangalore Coast. *J. Andaman Sci. Assoc.* 11(1-2):82-85.
- SHEIKH, M.S., CHETRI, G., GOSWAMI, U.C., DUTTA, A. Y KALITHA, J.T.I. 1996. Studies on certain biometric features of *Bagarius bagarius* (Ham) from the Brahmaputra River. *Indian J. Fish.* 43(4):361-369.
- VAZZOLER, A.E.A. Y VAZZOLER, G. 1965. Relation between condition factor and sexual development in *Sardinella aurita* (Cuv. & Val., 1847). *Anais Acad. Bras. Cienc.* 37:34-38.
- VERANI, J., SATO, Y., FENERICH-VERANI, N. Y VIERA, L.J.S. 1997. Avaliação de fêmeas de espécies icticas aptas a indução reprodutiva: critério embasado no fator de condição relativo. Pp. 323-325. En: Sem. Reg. de Ecol. VIII, São Carlos. UFSC.
- WEATHERLEY, A.H. 1972. Growth and Ecology of Fish Populations. *Acad. Press Inc.* London. 293p.
- WOYNAROVICH, E. Y HORVATH, L. 1983. A propagação artificial de peixes de águas tropicais. Manual de extensão. *FAO/CODEV/CNPq-Brasília*. 220 p.