

**PARAMETROS DE REPRODUCCION DE 4 ESPECIES DE PECES
COMERCIALES (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma
macropomum* y *Piaractus brachypomum*)
EN LA CUENCA DEL RIO ICHILO (BOLIVIA)**

**REPRODUCTION PARAMETERS OF FOUR COMMERCIAL FISH SPECIES
(*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*,
Colossoma macropomum, and *Piaractus brachypomum*)
IN THE WATERSHED OF THE ICHILO RIVER (BOLIVIA)**

Muñoz, H.¹ & Van Damme, P.A.^{1,2}

ABSTRACT

Reproduction parameters of two commercial characoid species (*Colossoma macropomum* and *Piaractus brachypomum*) and two pimelodid species (*Pseudoplatystoma fasciatum* and *P. tigrinum*) were studied during 1996 and 1997. For each adult, the length, weight, gonado-somatic index, and abdominal fat-index were determined. All fish species studied spawned during high water, the characoids approximately in January and the pimelodids a month later, approximately in February. For both males and females of all species, there was a negative correlation between the gonado-somatic index and the abdominal fat-index. These results suggest that abdominal fat is used during spawning migration at the expense of sex organ maturation. An hypothesis on the possible spawning areas of pimelodids is also presented.

Key words: Reproduction parameters, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomum*, Rio Ichilo, Bolivia.

RESUMEN

Los parámetros de reproducción de dos carácidos comerciales (*Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomum*) y dos pimelódidos comerciales (*Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum*) han sido medidos durante 1996/97. De cada individuo, la longitud, el peso, el índice gonado-somático y el índice de grasa abdominal han sido registrados. Se observó que todas las especies desovan durante aguas altas, los carácidos aproximadamente en enero y los pimelódidos un poco después, aproximadamente en febrero. Para los machos y hembras de las cuatro especies se registró una correlación negativa entre el índice gonado-somático y el índice de grasa abdominal, lo cual sugiere que la grasa abdominal es utilizada en el período de las migraciones reproductivas y durante la maduración de órganos sexuales. Se presenta una hipótesis sobre las zonas de desove de los pimelódidos.

Palabras clave: Parámetros de reproducción, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomum*, Río Ichilo, Bolivia.

INTRODUCCION

La pesca comercial de agua dulce tropical en Bolivia se la realiza principalmente en los ríos Ichilo, Chapare

y Beni y en las lagunas adyacentes a dichos ríos. Es una pesca concentrada en cuatro especies: *Pseudoplatystoma fasciatum* (surubí), *P. tigrinum* (simicuyo), *Piaractus brachypomum* (tambaquí) y *Colossoma*

¹ Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón (U.M.S.S.), Cochabamba, Bolivia.

² Laboratory of Ecology and Aquaculture, Katholieke Universiteit Leuven, Naamsestraat 59, B-3000 Leuven, Belgium.
E-mail: Prolimco@bo.net

macropomum (pacú). Otras especies, como el general (*Phractocephalus hemiliopterus*), el bacalao (*Brachyplatystoma flavicans*) y la corvina (*Plagioscion squamosissimus*) tienen una importancia secundaria en la pesca Boliviana (LAUZANNE, LOUBENS y B. LE GUENNEC, 1990, VAN DAMME, datos no publicados).

La pesca de los pimelódidos (*P. fasciatum* y *P. tigrinum*) y los carácidos (*C. macropomum* y *P. brachypomum*), en toda su zona de distribución, reviste singular importancia, de acuerdo con los trabajos de GOULDING (1979 y 1980). Todos estos autores destacan la gran demanda que tienen estas especies, lo cual determina altos precios en los mercados (MARTINEZ, 1984).

Mientras algunos autores (LA TORRE *et al.*, 1979) sugieren que estas especies ya son sobre-explotadas (una opinión compartida por un alto porcentaje de pescadores de Puerto Villarroel), en la literatura reciente se destaca que la pesca de agua dulce en Bolivia se encuentra todavía en la fase de sub-explotación (LAUZANNE y LOUBENS, 1985; ALLISON, 1998). Estos últimos autores abogan por un desarrollo pesquero acelerado y no consideran aún la necesidad de desarrollar estrategias de conservación. De todos modos, es evidente que planes de manejo y de explotación sostenible de los recursos pesqueros de agua dulce, son escasos en América Latina, más aún en Bolivia. El primer paso hacia un manejo sostenible debería ser la obtención de datos de captura-por-esfuerzo, que permitirán una mejor estimación del estado del recurso.

En el río Ichilo, como en todos los ríos amazónicos (GOULDING, 1979; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1992), la abundancia de los pimelódidos y de los carácidos está relacionada con los períodos hidrológicos, caracterizados por diferentes niveles de agua del río, y con migraciones periódicas en función de su alimentación y reproducción. Las migraciones de reproducción son las que llaman más la atención. Los pimelódidos aparentemente realizan largos recorridos desde las zonas más bajas (ríos brasileños y bolivianos de llanura) hacia sus zonas de reproducción aún no conocidos, río arriba. Los carácidos, según los pescadores del área, desovan en la confluencia del río principal (río Ichilo) y pequeños tributarios como el río Ibaresito, río Ibabo, río Useuta y otros, lo cual confirma las observaciones de GOULDING (1979) en el río Madeira. Las migraciones de reproducción de las

especies comerciales en esta cuenca comienzan en septiembre y terminan a principios de enero (GOULDING, 1979 y LAUZANNE y LOUBENS, 1985).

En los años ochenta, se publicaron dos informes (LOUBENS, AQUIM y ROBLES, 1984 y LOUBENS y AQUIM, 1986) sobre la reproducción de las principales especies de peces de la región de Trinidad. De la especie *P. brachypomum* encontraron muy pocos individuos adultos, por lo tanto no se pudo establecer su ciclo sexual. Para *C. macropomum* (pacú) sin embargo, se perfiló un ciclo sexual, con maduración durante la estación de aguas bajas, desove durante las crecidas, y descanso sexual durante la bajada. LOUBENS, AQUIM y ROBLES (1984) suponían que los pacús desovan en los alrededores de Trinidad, aunque desconocían los lugares exactos. Para *P. fasciatum* (surubí) y *P. tigrinum* (simicuyo) los datos fueron menos claros: Más de 100 adultos de surubí y simicuyo encontrados en los alrededores de Trinidad en 1984, estaban todos en descanso sexual, tanto en época de aguas bajas como en época de aguas altas. Similares observaciones hicieron LOUBENS y AQUIM en 1986 en una zona que se extendió hasta el bajo río Isiboro. Es muy probable, según los citados autores, que la reproducción de estas dos especies no tenga lugar en las zonas muestreadas. Río abajo, en el río Madeira, también raras veces se encontraron individuos de *P. fasciatum* y *P. tigrinum* con huevos (GOULDING, 1979) y tampoco en el medio Paraná (BONETTO, PIGNALBERI y CORDIVIOLA, 1965).

En una publicación reciente, BARTHEM y GOULDING (1997) indican que hasta ahora se desconocen las zonas exactas de desove de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum*, ni del bacalao (*Brachyplatystoma fasciatum*). LOUBENS y AQUIM (1986) suponen que los pimelódidos *P. fasciatum* y *P. tigrinum* se reproducen en algunas zonas más cerca a los Andes, pero no han comprobado esta hipótesis.

La conservación de las áreas de reproducción generalmente es un requisito para un buen manejo de los recursos pesqueros. Para las especies comerciales en el Amazonas apenas se conocen las zonas de desove, lo cual dificulta la elaboración de planes de manejo o de explotación sostenible de dichas especies. En este estudio, se presentan los primeros datos sobre la reproducción de cuatro especies comerciales del trópico boliviano.



Figura 1. Red hidrográfica de Bolivia, indicando la zona de estudio.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

La cuenca del río Ichilo se encuentra sobre la frontera oriental del Departamento de Cochabamba, sirviendo de límite natural con el Departamento de Santa Cruz. El río nace a 2 437 m.s.n.m. en los 17°49' de latitud sur y 64°13' de longitud oeste, en las estriba-

ciones de la Serranía Racete, con el nombre de río Alto Ichilo, el mismo que, al recibir las aguas del Río Moyja, toma el denominativo de río Ichilo propiamente, para luego escurrir en dirección norte (THAMES *et al*, 1993; VARGAS, 1994).

La cuenca se caracteriza por presentar temperaturas medias de 24°C en el mes de diciembre en la región Sub-andina y una humedad de 55%, aproximada-

mente, con un clima semi-frío a templado y semi-seco. Posteriormente, en la región de pie de monte la temperatura es de 25°C, con una humedad de 70% y un clima definido como templado a húmedo. La región de la llanura beniana se caracteriza por sus elevadas temperaturas y alto índice de humedad. Finalmente, el escudo brasileño tiene características similares a la de la llanura beniana, con un clima muy húmedo (7 000 mm de pluviosidad/año), con lluvia todo el año y un máximo de temporada en diciembre y enero y una temperatura media de 25°C. La vegetación es de selva tropical (WALTERS, POULTER y COUTS, 1982; VARGAS, 1994).

La red hidrográfica de la cuenca del río Ichilo tiene una longitud total de 2 455 km. La longitud del curso principal es de 632 km y el área de drenaje es de 15 660 km². La profundidad máxima del río Ichilo es de 18.6 m en el kilómetro 100 abajo de Puerto Villaroel (medida en un nivel de aguas mínimas). Su ancho máximo es de 420 m en el km 75 y el mínimo de 159 m en el km 137 (LORINI *et al.*, 1989; MONTES DE OCA, 1997).

Como área de estudio se ha considerado el río Ichilo entre los 17°01' de latitud sud, 64°41' de longitud oeste y 15°38' de latitud sud, 64°46' de longitud oeste (Fig. 1).

Características de las especies estudiadas

Los pimelódidos corresponden a niveles tróficos altos siendo en su mayoría predadores, ictiófagos y omnívoros (RODRIGUEZ FERNANDEZ, 1992; AYALA, 1997; GOULDING, 1987 y ZAMBRANA, 1998). Su alimentación se compone predominantemente de cardúmenes de carácidos. Muy extendidos en el bajo Amazonas pero raros o ausentes en los estuarios, se los encuentra en la cabecera de todo los tipos de ríos, en los canales, en los planos de inundación y a lo largo de los arroyos de la selva lluviosa, tanto en aguas corrientes como tranquilas (BARTHEM y GOULDING, 1997).

Las características anatómicas de *P. fasciatum* y *P. tigrinum* son muy semejantes. Siendo estos difícil-

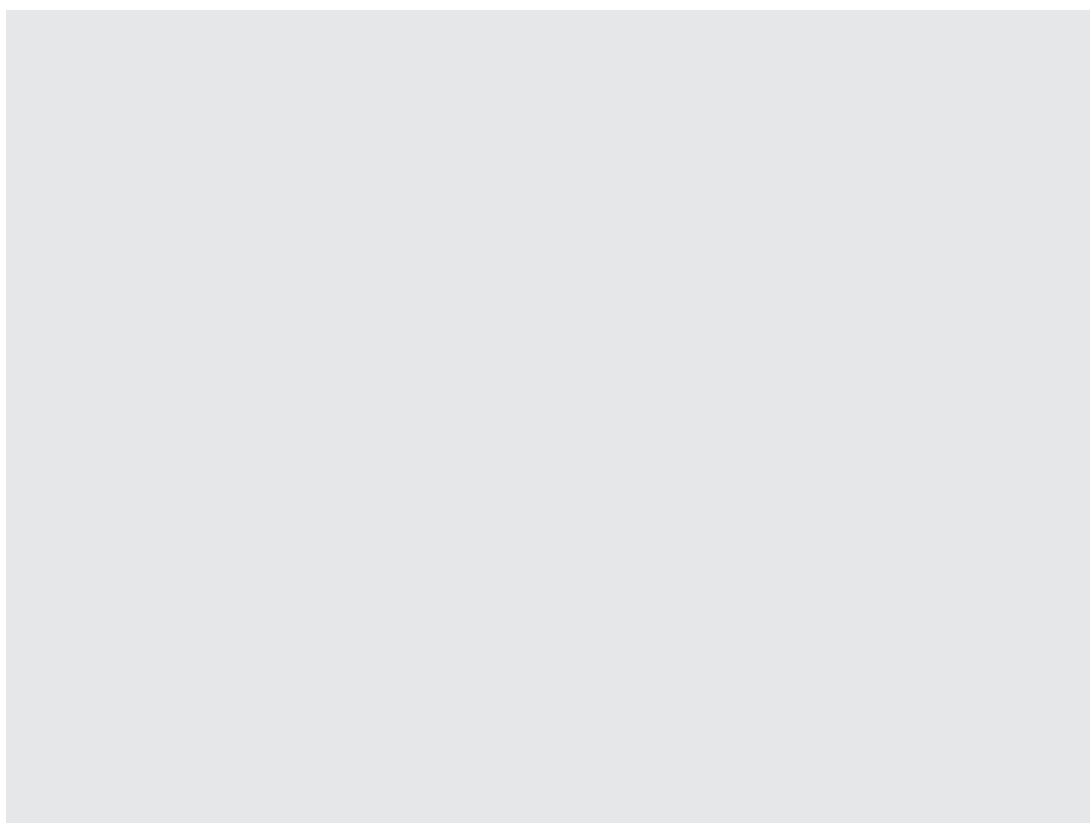


Figura 2. *Pseudoplatystoma fasciatum* (surubi) y *P. tigrinum* (simicuyo).

mente confundidos con otros, ya que se caracterizan por poseer dientes en el paladar, puente óseo en el cráneo, la aleta dorsal muy deprimida y barbillas siempre largas (VASQUEZ, 1990). Según LAUZANNE y LOUBENS (1985), *P. fasciatum* se diferencia de *P. tigrinum* por presentar la fontanela más corta, hocico más ancho y un patrón de coloración con más barras negras verticales.

P. fasciatum y *P. tigrinum* forman cardúmenes en tiempo de actividad sexual y en Bolivia aparentemente tienen un período de desove corto en la segunda parte de la crecida (enero y febrero). Esta estrategia de reproducción durante las aguas altas favorece mucho a larvas y juveniles, los cuales encuentran un ambiente diverso y una protección natural contra depredadores (LAUZANNE, LUBENS y LE GUENNEC, 1990).

Ambas especies son comunes pero el simicuyo es más abundante y alcanza un peso más importante (hasta 22 kg), mientras que el surubí no sobrepasa los 15 kg. Las dos especies son muy apetecidas y además no tienen espinas en la carne. Estos dos peces constituyen algunas de las especies de mayor importancia económica en ríos amazónicos y son más abundantes en los tramos medios, como consecuencia de sus hábitos migratorios.

Externamente, *C. macropomum* se caracteriza por un patrón de coloración negra en todo el cuerpo, excepto en la parte posterior del abdomen que tiende a ser blanquecina, pero se sabe que hay variación de color cuando se aproxima la freza y también con respecto a la ubicación geográfica, tiene una aleta adiposa radiada y puede llegar a pesar 30 kg y medir 90 cm. *P. brachypomum* es un poco más pequeño que el anterior alcanzando sólo 85 cm y llegando a pesar hasta 20 kg. Tiene una coloración más clara, pardo grisácea y a veces azulada en el dorso y en los flancos. El abdomen es blanquecino, con ligeras manchas anaranjadas. Como característica principal tiene la aleta adiposa redondeada, pequeña y carnosa, que no presenta radios (LAUZANNE y LOUBENS, 1985; MARTINEZ, 1984).

GOULDING (1980), AYALA (1997) y ZAMBRANA (1998) indican que son especies omnívoras tendiendo a frugívoras, consumiendo preferentemente semillas sin partes carnosas y frutas. Según MARTINEZ (1984) acumulan grasa en la época lluviosa, cuando

hay alimento disponible, y consumen la grasa acumulada durante la sequía y durante las migraciones. Durante la estiaje también pueden actuar como filtradores de zooplancton, gracias al elevado número de branqui-espinas que poseen. También se alimentan de heces y, en ocasiones, de algún pez de tamaño pequeño. El papel que estos grandes carácidos juegan en la ecología de los bosques o sabanas inundadas, es de extrema importancia, puesto que sirven de agentes dispersantes de semillas que son ingeridas y expulsadas sin alteración (MARTINEZ, 1984).

El pacú, *C. macropomum*, y el tambaquí, *P. brachypomum*, desovan en forma total una vez al año, antes de que las aguas alcancen su nivel máximo. Generalmente, desovan en la confluencia de los ríos principales y sus tributarios (GOULDING, 1980). Durante la sequía, se encuentran en los ríos y en las lagunas adyacentes (LAUZANNE y LOUBENS, 1985; MARTINEZ, 1984).

El pacú y el tambaquí se pescan con redes de mallas grandes (110 mm y más) en las lagunas, en el monte cuando hay inundación, o en el río (LAUZANNE y LOUBENS, 1985). Según LORINI *et al.* (1989), su aprovechamiento es aún limitado, se supone que su pesca podría ser incrementada.

METODOS

La captura se realizó a lo largo de la cuenca del río Ichilo. Para este propósito, se contó con la colaboración de pescadores de Puerto Villarroel, quienes facilitaron el transporte y captura a lo largo de la cuenca mediante un pontón. Se tomaron las muestras en los lugares de pesca habituales, tanto en el cauce principal como en las lagunas adyacentes con redes agalleras de 20 - 100 m de longitud y 1 - 3.5 m de profundidad con un calibre de malla de 18 - 24 cm. La zona de captura se detalla en la figura 1.

Los peces se capturaron cada dos meses durante el período 1996-1997, lo que permitió estimar la época de desove. Se colectaron individuos de cuatro especies: *Pseudoplatystoma fasciatum* (Surubí), *P. tigrinum* (Simicuyo), *Colossoma macropomum* (Pacú) y *Piaractus brachypomum* (Tambaquí). El cuadro 1 muestra el total de ejemplares capturados por viaje entre agosto de 1996 y junio de 1997. Se observa que *P. fasciatum* y *P. brachypomum* son las

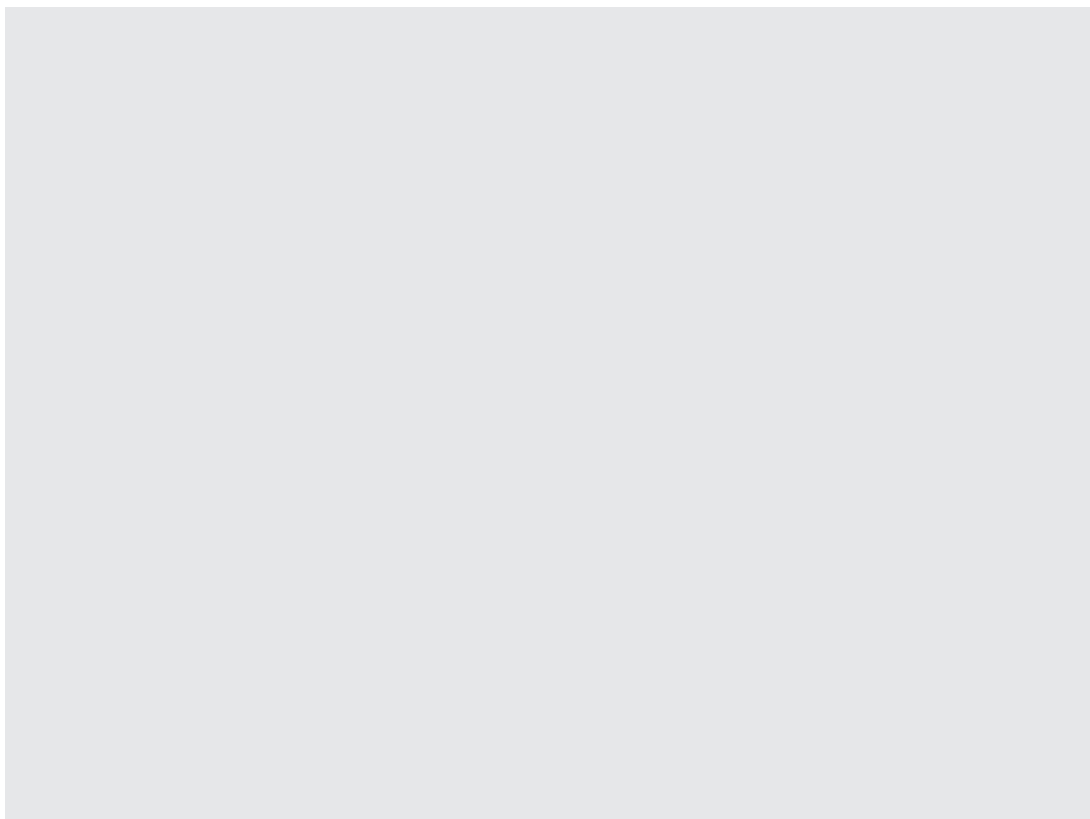


Figura 3. *Colossoma macropomum* (pacú) y *Piaractus brachipomum* (tambaqui).

especies que más se capturaron, presentando a lo largo del estudio un número más o menos constante de individuos, no así para *P. tigrinum* y *C. macropomum* donde el número de ejemplares capturados es muy variable, siendo nulo en ciertas épocas del año.

Una vez obtenidos los peces, con la ayuda de un ictiómetro, se obtuvo la longitud total y estándar y se pesó con un dinamómetro de 50 kg de capacidad y sensibilidad de 0.5 kg. Se determinó el sexo mediante la observación de las gónadas, luego se las pesó con una balanza de 6 000 g de capacidad y sensibilidad de 1 g. También se pesó la grasa abdominal.

El cálculo de la relación longitud-peso se obtuvo para hembras y machos de las cuatro especies mediante la fórmula:

$$\text{Log (peso)} = \text{log } a + b \text{ log (longitud total)}$$

donde a,b = coeficientes de regresión

Se calculó la variación del índice gonadosomático (IGS) mediante la fórmula:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso de las gónadas (g)} \times 100}{\text{Peso corporal total (g)}}$$

Finalmente, se calculó el índice de grasa abdominal:

$$\text{IGRS} = \frac{\text{Peso de la grasa abdominal (g)} \times 100}{\text{Peso corporal total (g)}}$$

RESULTADOS

Proporción de hembras y machos

Para *P. fasciatum*, el número total de individuos capturados durante el período de estudio, tanto en el cauce del río como en las lagunas adyacentes, fue de 111. El número de hembras fue superior al de los machos (>60%) durante todos los meses. La mayoría de los ejemplares de *P. tigrinum* fueron capturados en los meses de diciembre y febrero. En todos los meses, el número de machos fue mayor al de las hembras (Cuadro 1).

Para los carácidos, la proporción de hembras y ma-

CUADRO 1. NUMERO DE INDIVIDUOS, PROPORCIÓN DE MACHOS Y HEMBRAS, TAMAÑO PROMEDIO (\pm DEVIACION ESTANDAR) DE MACHOS Y HEMBRAS Y PESO (\pm DEVIACION ESTANDAR) PROMEDIO DE MACHOS Y HEMBRAS PARA CUATRO ESPECIES DE RIO ICHILO (BOLIVIA) (*PSEUDOPLATYSTOMA FASCIATUM*, *P. TIGRINUM*, *COLOSSOMA MACROPOMUM* Y *PIARACTUS BRACHYPOMUM*)

	N de ind.	Hembras	Machos	Hembras Tamaño promedio	Machos Tamaño promedio	Hembras Peso promedio	Machos Peso promedio
		----- % -----		----- cm -----		----- kg -----	
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>							
Agosto	16	63	37	83 (\pm 16)	68 (\pm 6)	5.9 (\pm 3.6)	2.7 (\pm 0.8)
Octubre	17	76	24	90 (\pm 12)	70 (\pm 5)	7.4 (\pm 3.2)	2.6 (\pm 0.5)
Diciembre	29	73	27	91 (\pm 12)	76 (\pm 13)	7.2 (\pm 2.8)	4.7 (\pm 2.3)
Febrero	24	63	37	93 (\pm 9)	75 (\pm 8)	7.1 (\pm 2.1)	3.9 (\pm 1.3)
Abril	17	76	24	91 (\pm 8)	84 (\pm 8)	6.3 (\pm 1.8)	5.4 (\pm 1.8)
Junio	8	88	12	96 (\pm 10)	81	8.2 (\pm 2.3)	4.0
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>							
Agosto	1	0	100	-	99	-	7.5
Octubre	5	20	80	107	115 (\pm 5)	9	12.0 (\pm 1.8)
Diciembre	19	10	90	112 (\pm 35)	100 (\pm 12)	12.8 (\pm 8.8)	8.0 (\pm 2.8)
Febrero	19	46	54	114 (\pm 27)	105 (\pm 8)	13.7 (\pm 6.9)	8.8 (\pm 2.6)
Abril	2	0	100	-	120 (\pm 89)	-	14.0 (\pm 5.7)
Junio	6	17	83	127	116 (\pm 6)	15.0	12.8 (\pm 1.9)
<i>Colossoma macropomum</i>							
Agosto	3	67	33	91 (\pm 3)	78	15.5 (\pm 2.1)	11.5
Octubre	14	62	38	77 (\pm 18)	88 (\pm 3)	10.4 (\pm 5.8)	11.7 (\pm 2.1)
Diciembre	0	-	-	-	-	-	-
Febrero	6	83	17	87 (\pm 4)	86	12.0 (\pm 3.2)	11.0
Abril	46	39	61	84 (\pm 3)	82 (\pm 4)	12.1 (\pm 1.9)	10.8 (\pm 1.4)
Junio	10	60	40	78 (\pm 8)	67 (\pm 22)	9.7 (\pm 3.1)	6.3 (\pm 4.6)
<i>Piaractus brachypomum</i>							
Agosto	2	100	0	67 (\pm 11)	-	7.0 (\pm 1.4)	-
Octubre	22	73	27	60 (\pm 9)	62 (\pm 9)	4.9 (\pm 2.0)	5.0 (\pm 1.7)
Diciembre	12	25	75	61 (\pm 3)	65 (\pm 5)	7.0 (\pm 0.3)	5.3 (\pm 1.2)
Febrero	18	67	33	63 (\pm 10)	70 (\pm 20)	5.9 (\pm 2.1)	6.3 (\pm 1.9)
Abril	21	39	61	68 (\pm 4)	70 (\pm 3)	6.0 (\pm 1.2)	6.6 (\pm 0.8)
Junio	3	33	67	62	58 (\pm 5)	5.0	4.4 (\pm 0.7)

chos es menos constante. *C. macropomum* presenta una predominancia de hembras en la mayoría de los meses, pero en abril, los machos predominan con un 61%. También, la proporción de machos y hembras

de *P. brachypomum* resulta variable a lo largo del estudio. En algunos meses (diciembre, abril y junio) los machos predominan y en otros meses (agosto, octubre y febrero) las hembras son predominantes

(Cuadro 1).

Longitud total y peso

En el cuadro 1 se presentan las longitudes y pesos medios de las cuatro especies estudiadas.

La longitud total media de las hembras de *P. fasciatum* fue de 90 cm y el peso promedio correspondiente fue de 7 kg. Los machos capturados presentaron una longitud media de 86 cm y un peso medio de 4 kg. El ejemplar más grande capturado fue una hembra con un tamaño de 109 cm y un peso de 12 kg (Fig. 4). Los tamaños y pesos de *P. tigrinum* son mayores al de *P. fasciatum*: Las hembras presentan una longitud total media de 114 cm y un peso medio de 13 kg, mientras que los machos tenían un tamaño medio de 106 cm y un peso de 9 kg. El ejemplar más grande fue una hembra de 137 cm longitud y 21 kg de peso (Fig. 4).

Colossoma macropomum presenta una longitud media mayor a la alcanzada por *P. brachypomum* donde hembras y machos tienen una longitud total casi similar de 82 cm y 81 cm, respectivamente, y un peso medio de 12 kg para las hembras y 10 kg para los machos. Respecto al ejemplar de mayor tamaño capturado fue una hembra de 97 cm y un peso de 18 kg (Fig. 5). Para *Piaractus brachypomum* las hembras presentaron una longitud media de 63 cm y un peso medio de 5 kg, siendo de 67 cm el tamaño y 6 kg el peso medio para los machos. Los ejemplares de mayor tamaño capturados fueron de 76 cm en el caso de las hembras y de 108 cm en los machos (Fig. 5).

Relación longitud-peso

Para cada especie, se calculó la relación longitud – peso conjuntamente para machos y hembras. Se ob-

tuvieron coeficientes de correlación muy altos para las cuatro especies. El coeficiente b fue mayor a 2.8 para las especies de *Pseudoplatystoma* y menor a 2.7 para los carácidos.

Análisis de la relación entre IGS y peso

La variación del IGS respecto al peso en hembras y machos de *P. fasciatum* (Fig. 4) nos muestra que, desde abril hasta octubre, los valores del IGS son bajos, manteniéndose casi constantes a lo largo de todo el periodo, sin importar el peso. Sin embargo, a partir de noviembre – febrero, el incremento de los valores del IGS en las hembras se produce mayormente en ejemplares con pesos elevados (Cuadro 3), lo cual indica que posiblemente algunos de estos, en particular los peces que tienen un peso menor a 3.5 kg, aún no han alcanzado la madurez sexual. Los individuos de *P. tigrinum* generalmente tenían pesos arriba de 4 kg, lo cual explica la ausencia de una correlación significativa. Para los machos de *P. tigrinum*, se observó lo inverso, los peces grandes aparentemente tienen el índice gonado-somático más bajo.

Para los carácidos, no se observaron correlaciones significativas entre el IGS y el peso, lo cual sugiere que la mayoría de los individuos capturados se encontraban en la fase de maduración sexual (Cuadro 3). Sin embargo, se debe mencionar que en algunos casos, el número de individuos no fue suficiente para obtener conclusiones.

Para los carácidos *C. macropomum* y *P. brachypomum*, el comportamiento del IGS respecto al peso fue muy similar a *Pseudoplatystoma* con la diferencia de que el aumento del IGS se produce antes, a partir de septiembre - diciembre, siendo bajos el resto del año (febrero - agosto) en ejemplares con pesos máximos y mínimos. En el cuadro 3 se nota que no hay una correlación significativa entre el IGS y el peso, lo cual sug-

CUADRO 2: RELACION ENTRE EL PESO Y LA LONGITUD TOTAL DE CUATRO ESPECIES COMERCIALES EN EL RIO ICHILO (*PSEUDOPLATYSTOMA FASCIATUM*, *P. TIGRINUM*, *COLOSSOMA MACROPOMUM*, *PIARACTUS BRACHYPOMUM*) SEGUN LA FORMULA LOG (PESO) = LOG A + B LOG (LONGITUD).

Especie	N	log a	B	r ²
<i>P. fasciatum</i>	111	-5.15	3.04	0.95
<i>P. tigrinum</i>	52	-4.76	2.82	0.94
<i>C. macropomum</i>	78	-4.02	2.64	0.94
<i>P. brachypomum</i>	80	-3.62	2.40	0.90

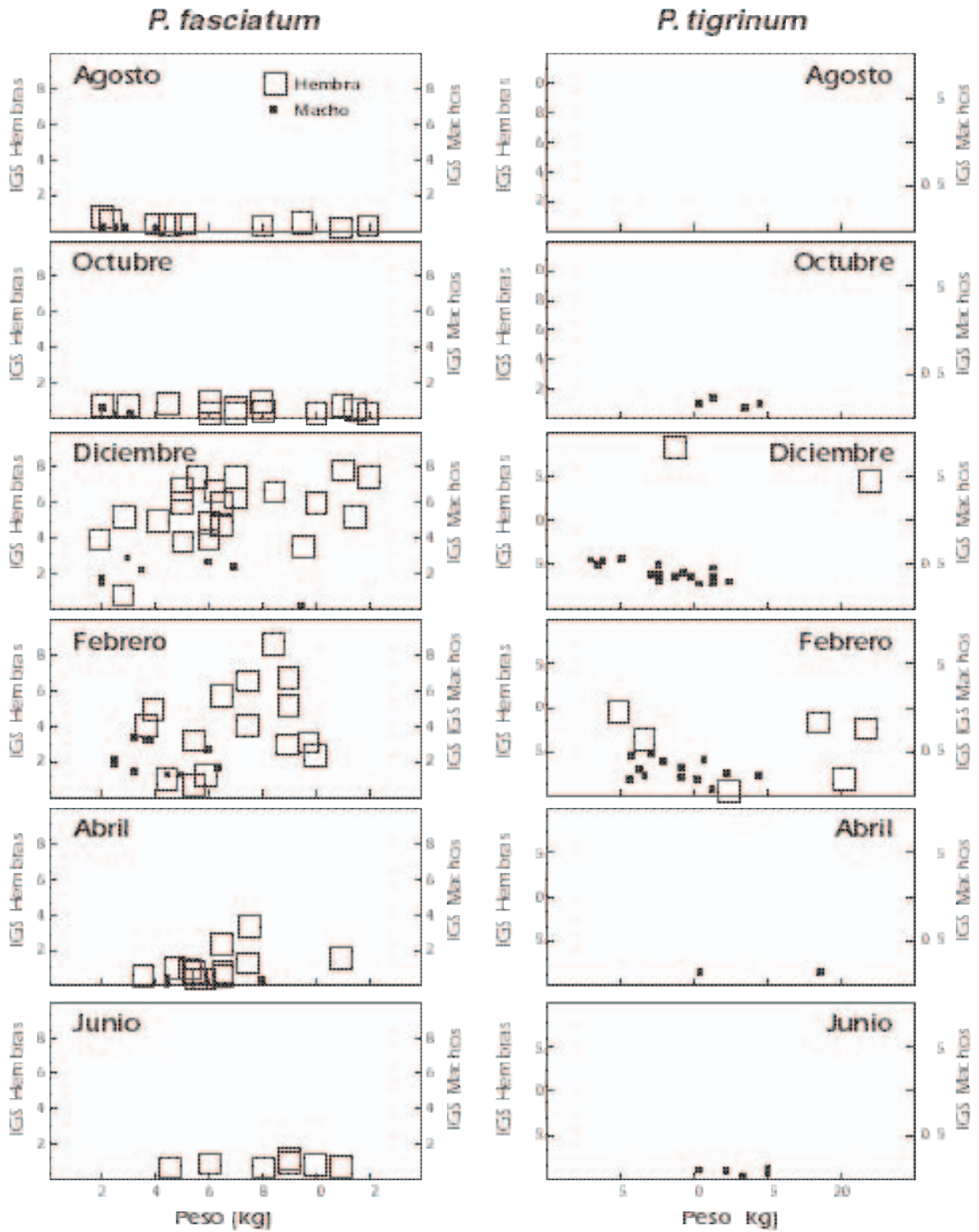


Figura 4. Índice gonadosomático (IGS) para *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* del río Ichilo (1996/1997).

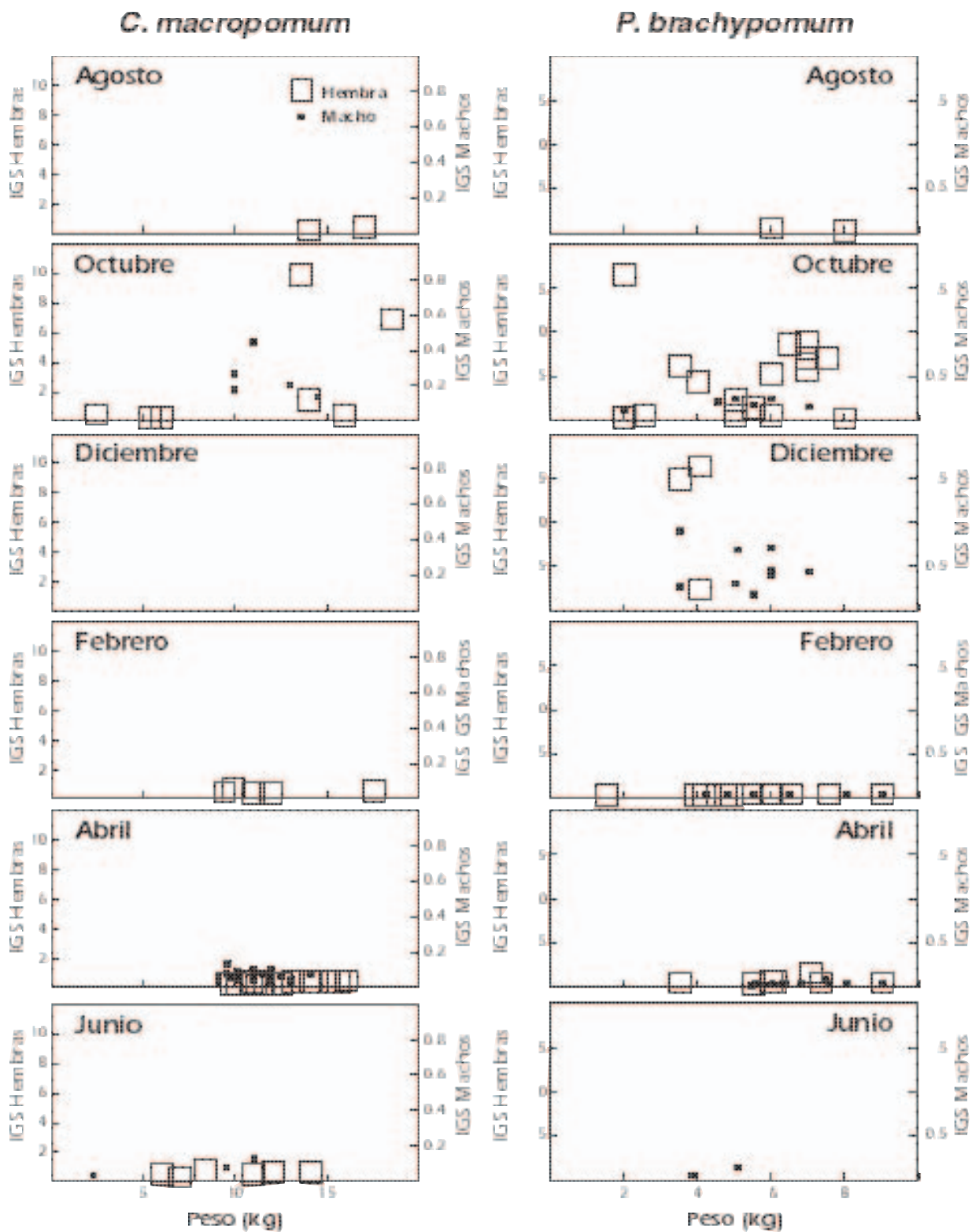


Figura 5. Índice gonadosomático (IGS) para *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomum* del río Ichilo (1996/1997).

CUADRO 3. CORRELACION (SPEARMAN RANK) ENTRE IGS Y PESO PARA CUATRO ESPECIES COMERCIALES DEL RIO ICHILO, DURANTE EL PERIODO DE MADURACION (1996/1997).

Especie	Mes/Año	Sexo	N	Rs	P
<i>P. fasciatum</i>	Diciembre 1996	Hembras	22	0.51	< 0.05
		Machos	7	-0.02	N.S.
	Febrero 1997	Hembras	15	0.76	<0.001
		Machos	9	-0.39	N.S.
<i>P. tigrinum</i>	Diciembre 1996	Machos	17	-0.75	<0.001
	Febrero 1997	Hembras	6	0.49	N.S.
		Machos	13	-0.27	N.S.
<i>C. macropomum</i>	Octubre 1996	Hembras	8	0.55	N.S.
		Machos	5	-0.41	N.S.
<i>P. brachypomum</i>	Octubre 1996	Hembras	16	0.40	N.S.
		Machos	6	0.14	N.S.
	Diciembre 1996	Hembras	3	0.0	N.S.
		Machos	19	0.04	N.S.

iere que la mayoría de los ejemplares capturados han llegado a la maduración sexual.

Correlación entre el Índice Gonadosomático (IGS) y el Índice de Grasa Abdominal (IGRS)

En la figura 6, se presentan los valores de IGS y IGRS para hembras y machos de las cuatro especies estudiadas. En general, se registraron durante todo el año valores de IGRS más altos para los carácidos que para los pimelódidos. El IGRS de *Colossoma* y *Piaractus* alcanza valores de 6 y 4.3, respectivamente, después de las inundaciones de verano (marzo-junio), mientras que los valores para *Pseudoplatystoma* no pasan de 2 durante todo el año.

Se observa que las gónadas de las cuatro especies

empiezan a desarrollarse a partir de septiembre - octubre y que el IGS es más alto durante las crecidas, mientras que el IGRS es más bajo durante dicho período. En la figura 6, se observa claramente que los carácidos desovan antes (aproximadamente enero) que los pimelódidos (aproximadamente febrero - marzo). Enseguida, entran todos en un período de descanso sexual a partir de abril - agosto y octubre, donde nuevamente empieza el desarrollo de las gónadas. En estos meses de descanso sexual, las reservas de grasa abdominal son más altas, las que serán utilizadas en el proceso de maduración gonadal.

Existe una relación inversa entre el IGS y IGRS para las cuatro especies, ya que en los meses en que el IGS presenta valores mínimos, como ser los meses de agosto, octubre, abril y junio, el IGRS presenta valores máximos y a la inversa en los meses de diciembre y febrero (Cuadro 4). Generalizando, se ve que la cor-

CUADRO 4. CORRELACION (SPEARMAN RANK) ENTRE IGS Y IGRS PARA CUATRO ESPECIES COMERCIALES DEL RIO ICHILO (1996/1997).

Especie	Sexo	N	Rs	P
<i>P. fasciatum</i>	Hembras	81	-0.73	< 0.001
	Machos	30	-0.56	<0.001
<i>P. tigrinum</i>	Hembras	10	-0.48	N.S.
	Machos	42	-0.69	<0.001
<i>C. macropomum</i>	Hembras	39	-0.15	N.S.
	Machos	39	-0.03	N.S.
<i>P. brachypomum</i>	Hembras	43	-0.41	<0.01
	Machos	37	-0.26	N.S.

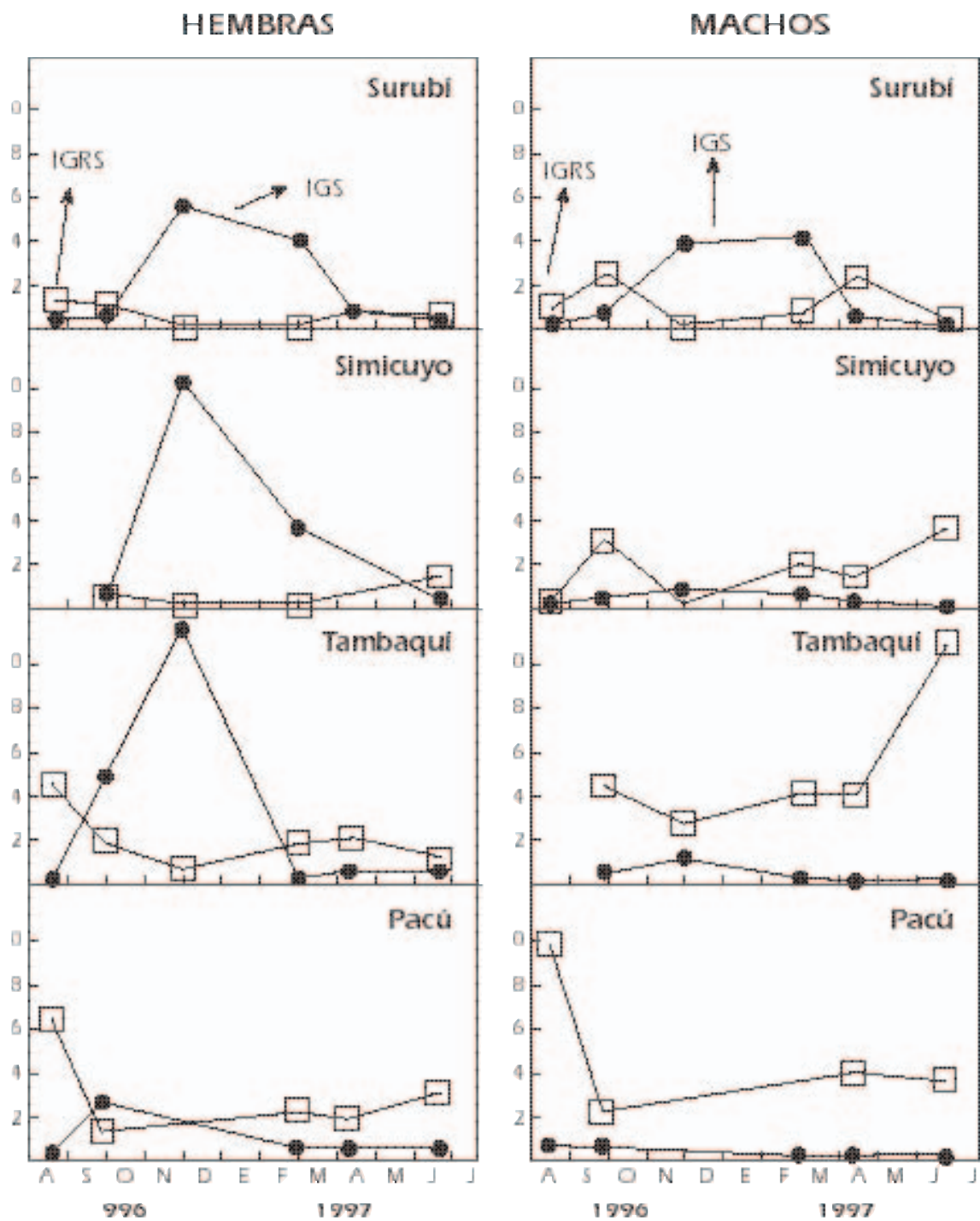


Figura 6. Índice gonadosomático (IGS) e índice de grasa abdominal (IGRS) para 4 especies de peces comerciales del río Ichilo (1996/1997).

relación negativa es más significativa para los pimelódidos que para los carácidos.

DISCUSION

El conocimiento de los cambios que ocurren en las

gónadas de peces a través del tiempo, es de suma importancia porque permite comprender la biología reproductiva de las especies. El conocimiento sobre el sexo, la talla a la madurez sexual, el número de desoves al año y el conocimiento general de la biología reproductiva pueden servir de base para limitar la

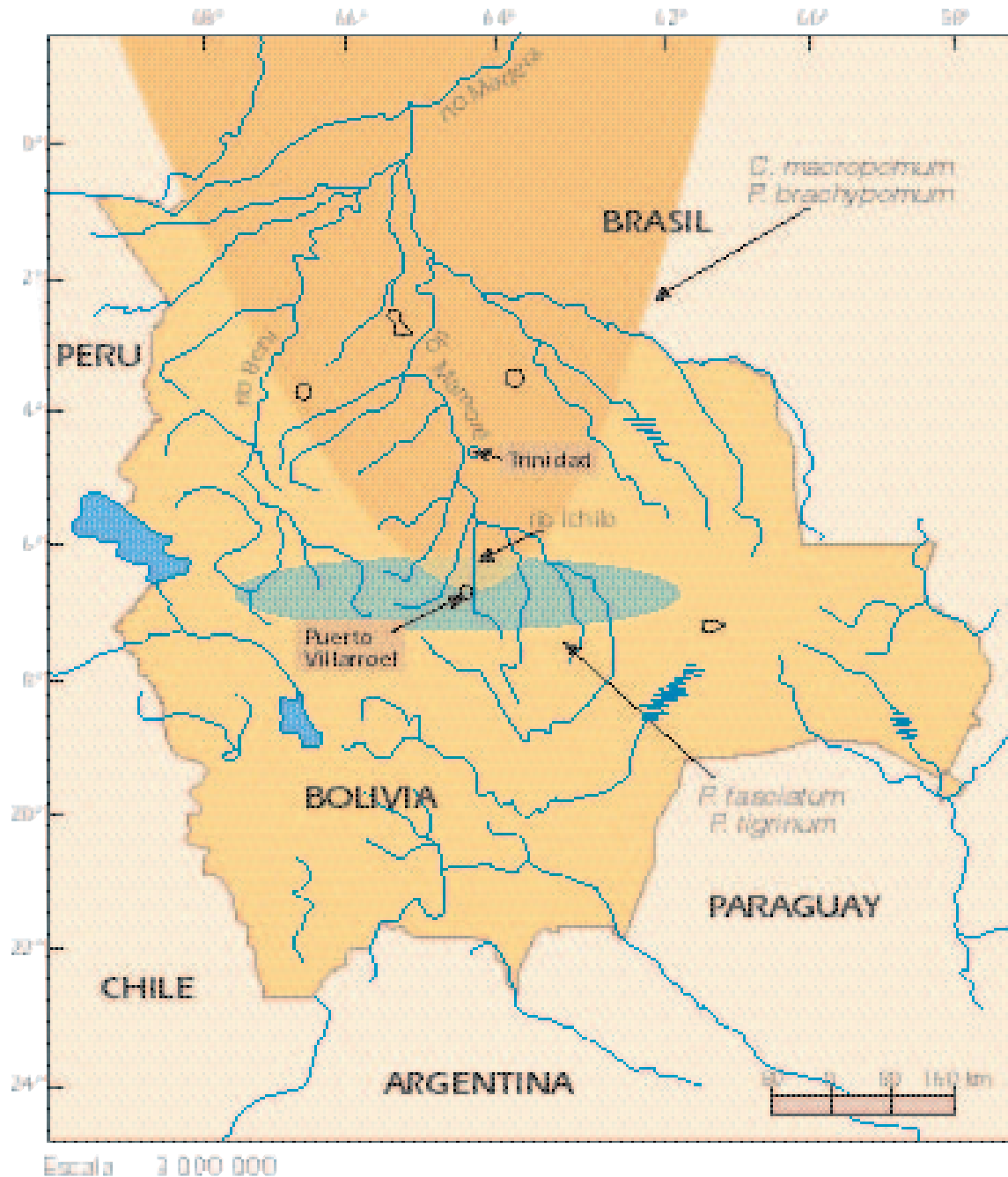


Figura 7. Zonas hipotéticas de desove para *Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomum*.

pesca de una población sobre-explotada, a fin de cuidar que el reclutamiento futuro no baje a niveles que signifiquen un peligro para la estabilidad de una población. Esto último puede suceder cuando el número de huevos es tan reducido que el reclutamiento es casi cero (TRESIERRA y CULQUICHICON, 1992). El presente estudio sobre algunos parámetros de reproducción de las especies de peces comerciales de río Ichilo constituye la primera etapa para un mejor entendimiento de su ciclo de vida.

En la cuenca del río Ichilo, las cuatro especies estudiadas desovan en forma total una vez al año en época de aguas altas. Según el período de desove que presentan, se las puede asociar en dos grupos. El primer grupo está compuesto por *P. brachynomum* y *Colossoma macropomum* que desovan entre diciembre y enero, con las primeras crecidas del agua. El segundo grupo corresponde a las especies *Pseudoplatystoma*, las cuales desovan después del anterior grupo, es decir a partir de febrero hasta el mes de marzo, siendo un período de desove relativamente corto y coincidente con la época de aguas altas. Después, ambos grupos entran en un período de descanso sexual por aproximadamente siete meses, hasta octubre cuando empieza nuevamente el desarrollo de las gónadas.

Respecto a las reservas de grasa abdominal, se observó que, en los meses que se encuentran en descanso sexual, la reserva de grasa es alta. Esta comienza a disminuir en el momento en que las gónadas empiezan a desarrollarse, hasta llegar a desaparecer en algunos casos, especialmente en las hembras de *Pseudoplatystoma*, las que aparentemente requieren toda sus reservas de grasa para poder producir una gran cantidad de huevos en la época de desove. Por su parte, *Colossoma* y *Piaractus* no llegan a utilizar en su totalidad las grandes reservas de grasa que han sido acumuladas los meses anteriores. Se debe mencionar también que, probablemente una gran cantidad de grasa abdominal es utilizada durante las migraciones anuales reproductivas.

GOULDING (1980, 1981) indica que los grandes carácidos probablemente desovan en la confluencia de los ríos principales y los tributarios. Hasta ahora, hay indicios que la reproducción de estas especies ocurre en diferentes ríos de la parte sur de la cuenca del Amazonas, tanto en el río Madeira (GOULDING, 1981) como en el río Ichilo-Mamoré (LOUBENS y

AQUIM, 1986) y probablemente también en ríos similares. De la incidencia de adultos con huevos en este estudio se puede suponer que éstas especies también desovan en la parte alta del río Ichilo (Fig. 7). Para *Pseudoplatystoma*, así como para las especies del género *Brachyplatystoma*, no habían hasta ahora claras indicaciones sobre sus zonas de reproducción. En el presente estudio, aportamos argumentos a favor de una zona de reproducción en las cabezeras de los ríos amazónicos (Fig. 7). No se sabe todavía los lugares exactos de desove, pero hay indicaciones por pescadores de la zona, que adultos de surubí suben hasta una altitud de por lo menos 700 m.s.n.m.

Diferentes autores (LOUBENS, AQUIM y ROBLES, 1984, ALLISON, 1998) han expresado su desacuerdo con la veda que se implementa en diferentes partes de la Amazonía boliviana. La mayoría de ellos defienden su posición declarando que en esta región se tiene una veda natural, durante las crecidas cuando la pesca es casi imposible en la región de Trinidad. Sin embargo, LOUBENS, AQUIM y ROBLES (1984) sí destacan la necesidad de proteger los peces en desove, por lo menos si se conociera con precisión los lugares exactos donde lo hacen. La observación de que el surubí y el simicuyo aparentemente desovan en una zona caracterizada por la presencia de factores antropogénicos, como asentamientos humanos, actividades petrolíferas, deforestación, uso de agroquímicos y narco-químicos, es preocupante y nos hace pensar que sería de suma urgencia desarrollar más estudios detallados sobre la biología y el comportamiento reproductivo de estas especies.

Una de las limitaciones más serias para el manejo de los recursos pesqueros en la Amazonía boliviana es la escasa información sobre la reproducción, la distribución y la migración de los peces comerciales (RODRIGUEZ FERNÁNDEZ, 1992). El mantenimiento de la riqueza pesquera amazónica requiere un adecuado manejo del recurso por los pobladores, pero también medidas y acciones dirigidas a la protección de las zonas de reproducción. Debido a que los peces comerciales del Amazonas son migradores este tipo de manejo debería ser desarrollado en el ámbito internacional. Por ejemplo, el futuro de la pesca comercial de peces de los géneros *Pseudoplatystoma* y *Brachyplatystoma* en Bolivia, pero también en otros países amazónicos como Brasil, depende mucho de una estrategia regional de conservación de las zonas de reproducción que, en este caso, tienen una ex-

tensión muy limitada y tienden a ser de gran fragilidad.

LA TORRE, J., C. BARRA, C. CASTELLON, F. NAVARRO y R. SAHONERO 1979. Pre-estudio de la pesquería de Puerto Villarroel. UMSS. 10 p.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido posible gracias al apoyo inter-institucional brindado a la U.M.S.S. por las Universidades Flamenecas (Bélgica) a través del V.L.I.R. Ha sido desarrollado en el marco del proyecto PROLIMCO ("Estudios limnológicos en el departamento de Cochabamba, Bolivia") y bajo un convenio firmado por ASPECO (Asociación de Pescadores de Cochabamba), la H. Alcaldía Municipal de Puerto Villarroel y la ULRA (U.M.S.S.). Agradecemos a los pescadores de Puerto Villarroel por todo el apoyo logístico en el campo, especialmente a "Toby", Fortunato Vargas y Nelson Durán.

BIBLIOGRAFIA

ALLISON, E. 1998. Recursos pesqueros en Bolivia. Adepesca, La Paz, Bolivia. 195 p.

AYALA, G. 1997. Relaciones tróficas de los peces en ambientes leníticos de la llanura aluvial del río Chapare (Cochabamba). Tesis para obtener el título de Lic. en Biología. UMSS. Cochabamba. Bolivia. 97 p.

BARTHEM, R. y M. GOULDING. 1997. The catfish connection. Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators. Ed. Columbia University, New York. USA. 144 p.

BONETTO, A., C. PIGNALBERI y E. CORDIVIOLA. 1965. Notas preliminares para un estudio biológico y pesquero del "surubí" (*Pseudoplatystoma coruscans* y *P. fasciatum*) en el Paraná Medio (Pisces Pimelodidae). Anais do II Congreso Latinoamericano de Zoología. (II):125-129.

GOULDING, M. 1979. Ecologia de pesca do rio Madeira. INPA. Manaus. 172 p.

GOULDING, M. 1980. The fishes and the forest. University California Press. Berkeley. 280 p.

GOULDING, M. 1981. Man and fisheries on an Amazon frontier. The Hague, Dr. W. Junk. 137 p.

- LAUZANNE, L. y G. LOUBENS. 1985. Peces del río Mamoré. ORSTOM-CORDEBENI-UTB. Inf. N° 192. 116 p.
- LAUZANNE, L.; G. LOUBENS y B. LE GUENNEC. 1990. Pesca y biología pesquera en el Mamoré Medio (región de Trinidad). ORSTOM-UTB-CORDEBENI. Trinidad. Bolivia. 15 p.
- LORINI, J.; J. QUINTANILLA; J. PEÑA; R. MARIN y E. SALAS. 1989. Diagnóstico del estado actual de los recursos pesqueros de la cuenca amazónica boliviana. Centro de Estudios Ecológicos y de Desarrollo Integral. Proyecto Recursos Hidrobiológicos. La Paz. Bolivia. 148 p.
- LOUBENS, G., J. AQUIM y E. ROBLES. 1984. Primeras observaciones sobre la sexualidad y la reproducción de las principales especies de peces de la región de Trinidad, Beni, Bolivia. Informe Científico N° 1. ORSTOM, 34 p.
- LOUBENS, G. y J.L. AQUIM. 1986. Sexualidad y reproducción de los principales peces de la cuenca del río Mamoré (Beni, Bolivia). Informe Científico N° 5. ORSTOM, 45 p.
- MARTINEZ, M. 1984. El cultivo de las especies del género *Colossoma* en América Latina. FAO. Inf. Pesca N° 5. 46 p.
- MONTES DE OCA, O. 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Ed. EDOBOL. La Paz. Bolivia. 318 p.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, C.A. 1992. Bagres, malleros y cuerdos en el bajo río Caquetá. Estudios en la Amazonía Colombiana, Tropenbos-Bogotá. 152 p.
- THAMES, A., J. BOURGES, N. ABASTOS, E. ALBORNOZ y L. CARRASCO. 1993. Río Mamoré hidrología y caudales Puerto Varador. ORSTOM. La Paz. Bolivia. 34 p.
- TRESIERRA, A. y Z. CULOUICHICÓN. 1992. Biología pesquera. Trujillo. Perú. 432 p.
- VARGAS, G. 1994. Estudio hidrológico de la cuenca del río Ichilo. Tesis para obtener el título de Lic. en Ingeniería Civil. UMSS. Cochabamba. Bolivia. 90 p.
- VASQUEZ, A. 1990. Descripción de la espermatogénesis en el surubí *Pseudoplatystoma fasciatum*. Tesis para obtener el título de Lic. en Biología. UMSS. Cochabamba. Bolivia. 76 p.
- WALTERS, P., R. POULTER y R. COUTTS. 1982. Desarrollo pesquero en la región amazónica de Bolivia. Tropical Institute. 173 p.
- ZAMBRANA, K. 1998. Relaciones tróficas de los peces en lagunas de la llanura inundable del río Ichilo (Cochabamba). Tesis para obtener el título de Lic. en Biología. UMSS. Cochabamba. Bolivia. 103 p.