

## **Biologie de *Piaractus brachypomus* (Teleostei: Serrasalminidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne)**

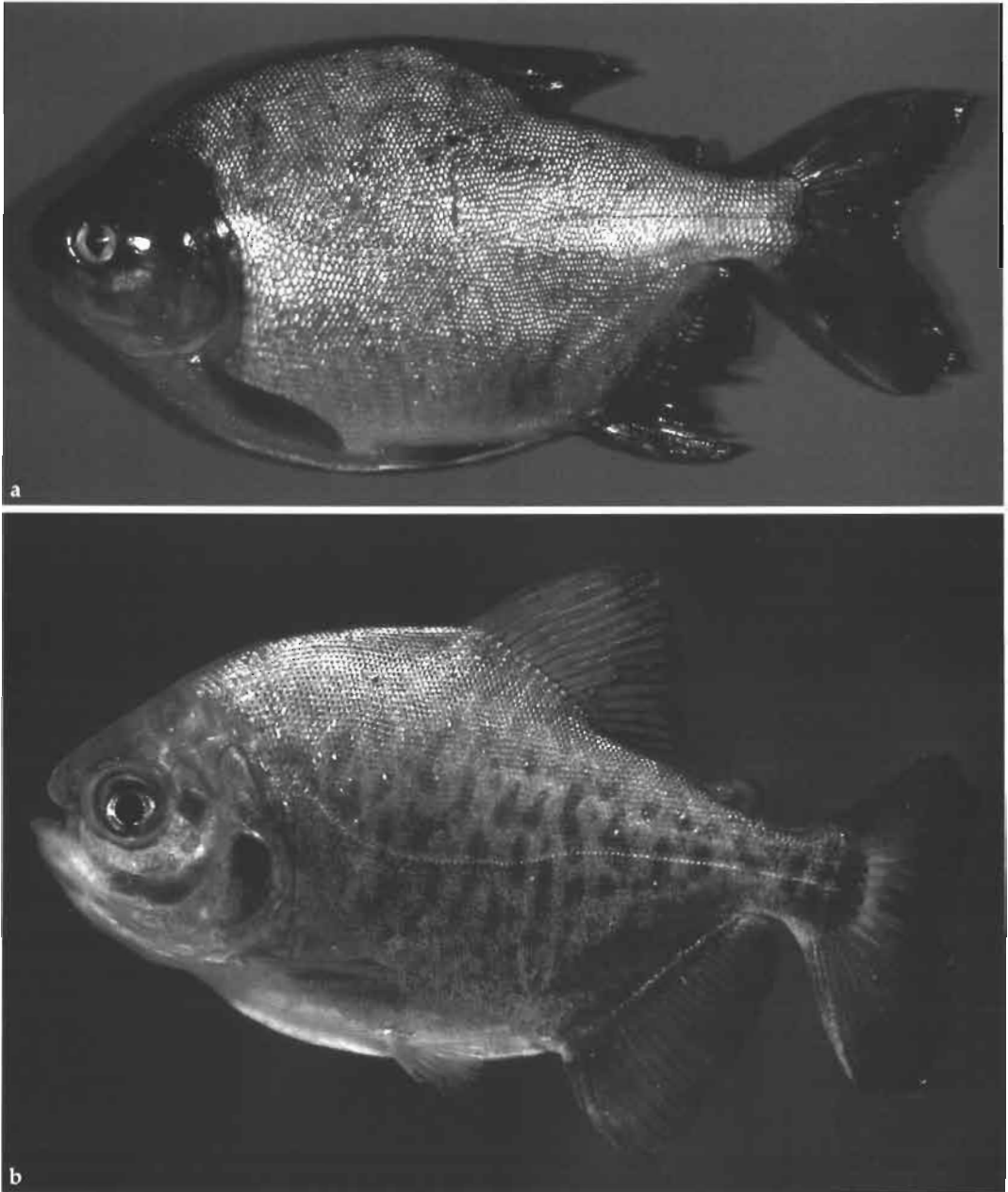
**Gérard Loubens\* et Jacques Panfili\*\***

**Biology of *Piaractus brachypomus* (Teleostei: Serrasalminidae) in the Mamore basin (Bolivian Amazonia).** We examined 325 *P. brachypomus* ranging from 6.2 to 71 cm (standard length) collected by various experimental fishing from 1981 to 1987. Individual age estimation was done by the validated observation of stained transverse sections of the otoliths (asteriscus). Youngs are living primarily in the arborized savannah until 2 years old (30 cm), then they join the Mamore gallery forest. Both sexes mature at about 7 years old and 52 cm. Maximum observed age is 28 years. From January (start of the extended flooding), *P. brachypomus* eats fruits and seeds from the flooded forest trees; so there is a quick rise of condition and a formation of a large opaque non-chromophilic band into the otolith. During low water and the first part of the rising (second half-year), the feeding is low, the condition is falling and a hyaline chromophilic ring appears into the otolith. At the same time adults are maturing and moving nearer the Andes for reproduction. Adult females grow slightly faster than males. *Piaractus brachypomus* appears more primitive than the close species *Colossoma macropomum*: it is a pioneer tending to widen its spatial distribution to the Bolivian Andes and Guyana, but much less abundant than *C. macropomum* in the principal part of its vital fields (low warm plains of the Amazon and Orinoco basins) for it is less specialized.

**Biología de *Piaractus brachypomus* (Teleostei: Serrasalminidae) en la cuenca del río Mamoré (Amazonia boliviana).** Examinamos 325 *P. brachypomus* de 6,2 hasta 71 cm de largo estandar capturados por variados artes experimentales de pesca desde 1981 hasta 1987. La edad individual fue estimada por la observación de las secciones coloradas de los otolitos (asteriscus). Los juveniles viven de preferencia en la sabana arbolada hasta 2 años más o menos (30 cm), y después entran en la selva de galería. Alcanzan la madurez sexual alrededor de 7 años y 52 cm. La edad máxima observada es de 28 años. Desde enero (principio de las grandes inundaciones) *P. brachypomus* come frutas y semillas cayendo de los árboles de los bosques inundados, lo que genera una rápida elevación de la condición y la formación de una zona ópaca ancha no cromofila en los otolitos. Durante el estiaje y la primera parte de la crecida (segundo semestre) la alimentación queda reducida, la condición baja rápidamente y un anillo hialino y cromofilo se forma en los otolitos. Al mismo tiempo los adultos entran en maduración y se acercan de los Andes para reproducirse. Las hembras adultas crecen ligeramente más deprisa que los machos. En comparación con la especie vecina *Colossoma macropomum* y como en el campo de la sistemática, *P. brachypomus* resulta más primitiva: está alargando su área de distribución (bajos Andes de Bolivia, Guyana) pero es mucho menos abundante que *C. macropomum* en la parte principal de sus ámbitos vitales (llanos de los ríos Amazonas y Orinoco) porque menos especializada.

\* Le Fanga, La Chapelle-Mouret, 24120 Terrasson, France.

\*\* Institut de Recherche pour le Développement, LASAA, B.P. 70, 29280 Plouzané, France. E-mail panfili@ird.fr



**Fig. 1.** *Piaractus brachyomus*. **a**, individu d'environ 25 cm de LS, río Tocantins (photo M. Jégu, 1997); **b**, individu d'environ 10 cm de LS (photo J. Géry).

### Introduction

L'étude de la biologie des espèces de poissons les plus importantes pour la pêche et la pisciculture en Amazonie se poursuit par celle de *Piaractus*

*brachyomus* (Cuvier, 1818), le tambaqui bolivien (Fig. 1). Cette espèce fait partie des trois grands Myleinae des genres *Piaractus* et *Colossoma* dont la systématique a été revue par Géry (1985). Les noms vernaculaires sont encore très utilisés dans



nombre d'individus capturés pendant 24 h par 600 m<sup>2</sup> de filet dormant comprenant 100 m<sup>2</sup> de chacune des mailles de 60, 70, 80, 90, 110 et 140 mm. Les pêches sont regroupées par station, une station de pêche étant l'ensemble des pêches faites pendant 2 à 3 jours consécutifs dans un endroit donné. L'effort moyen par station pour les 6 types de filets indiqués, exprimé en 100 m<sup>2</sup>/24 h, s'est élevé à 35 unités, ce qui représente la pose pendant 24 h de 1,4 km de filet d'une hauteur en pêche de 2,5 m. Il y a eu 59 stations de pêche dont 35 dans la zone I (Fig. 2). L'échantillonnage avec ces filets a été beaucoup plus important en forêt-galerie (54 stations) qu'en savane arborée (5 stations).

L'échelle des stades sexuels définis dans Loubens & Panfili (1995) n'a pu être utilisée pour *P. brachypomus* car le nombre d'adultes observés est faible et les différents stades de maturation restent mal connus. Nous distinguons simplement les femelles juvéniles ou en repos sexuel F- et les femelles en développement sexuel F+; et de même, les mâles M- et les mâles M+. Le rapport gonosomatique (RGS), poids des gonades en % du poids total du corps, est fourni pour les femelles.

Pour l'estimation de l'âge, nous basant sur les résultats obtenus pour l'espèce voisine *C. macropomum* (Panfili, 1993), ce sont les otolithes (*asteriscus*) qui ont été utilisés. L'*asteriscus* droit a été enrobé dans de la résine polyester puis

sectionné selon le plan transversal indiqué (Fig. 3). La surface de la partie postérieure de l'otolithe a été poncée à la main (avec du papier abrasif 1200 à l'eau), polie à la main avec un disque de feutre imprégné d'un mélange d'eau et de poudre d'alumine de 3 µm, décalcifiée pendant 3 minutes avec de l'EDTA à 5 % et colorée au bleu de toluidine à 1 % pendant 3 minutes également. L'observation de la surface colorée a été faite en lumière réfléchie dans un mélange à 50 % d'eau et de glycérine.

## Résultats

**Tailles, poids, relations métriques.** Les adultes atteignent 50 à 60 cm de longueur standard et 4 à 10 kg. Les tailles et poids maximums observés sont de 71 cm et 14 kg pour les femelles, 62 cm et 10,5 kg pour les mâles. La longueur moyenne des 5 plus grandes femelles dépasse de 10 % celle des 5 plus grands mâles (65,5 cm versus 59,5), ce qui correspond à un poids plus élevé de 36 %. La longueur totale, prise en plaçant le plus long rayon de la caudale parallèlement à l'axe du corps, fait 20 % de plus que la longueur standard, et la longueur à la fourche fait 10 % de plus (Tableau 1). La relation longueur – poids ne change pas avec le sexe, mais l'exposant b s'élève avec la taille de 2,85 à 3,17: le corps devient progressivement plus massif.

**Tableau 1.** Relations morphométriques chez *Piaractus brachypomus*. Modèle linéaire  $Y = a + bX$ . AMR, axe majeur réduit (GM regression de Ricker); DDR, droite de régression de Y en X; LS, longueur standard; LF, longueur à la fourche; LT, longueur totale; n, nombre d'individus; P, poids du corps en kg; r, coefficient de corrélation.

catégorie	type de droite	variables		b	a	r	n	intervalle de LS (cm)
		Y	X					
tous	AMR	LF	LS	1,098	0,850	0,999	213	6,2-71,0
	AMR	LT	LS	1,203	0,967	0,998	194	6,2-71,0
	AMR	LT	LF	1,099	-0,115	0,998	191	6,2-71,0
femelles	AMR	Log P	Log LS	2,958	-4,340	0,989	128	23,5-71,0
	DDR	Log P	Log LS	2,926	-4,288	0,989	128	23,5-71,0
mâles	AMR	Log P	Log LS	2,923	-4,294	0,989	123	13,5-62,0
	DDR	Log P	Log LS	2,877	-4,220	0,989	123	13,5-62,0
tous	AMR	Log P	Log LS	2,873	-4,204	0,998	306	6,2-71,0
	DDR	Log P	Log LS	2,867	-4,195	0,998	306	6,2-71,0
selon intervalle de LS	AMR	Log P	Log LS	2,849	-4,172	0,998	83	6,2-34,5
	AMR	Log P	Log LS	3,088	-4,564	0,934	164	35,0-49,0
	AMR	Log P	Log LS	3,167	-4,695	0,946	59	50,0-71,0

**Pêche et exploitation.** L'exploitation des ressources piscicoles en Amazonie bolivienne est encore très faible et ne s'adresse qu'à quelques grands poissons pêchés avec des filets maillants à grandes mailles (100 à 120 mm). La quantité totale de poissons commercialisée à Trinidad est d'environ 300 tonnes composées principalement de *Pseudoplatystoma tigrinum* (48,3 %), *C. macropomum* (35,2 %) et *Ps. fasciatum* (9,2 %) (Payne, 1987). *Piaractus brachypomus* vient au quatrième rang avec 2,2 % seulement: c'est la première des espèces secondaires.

En ce qui concerne les pêches expérimentales de 1982 à 1987, les prises de *P. brachypomus* ont été très faibles ou nulles dans les filets maillant de 8 à 50 mm. Pour les autres filets, les résultats sont présentés dans le Tableau 2. Les prises moyennes par unité d'effort en nombre/100 m<sup>2</sup>/24 h sont les plus élevées pour les filets de 90 mm (0,14) et 110 mm (0,16) et s'abaissent pour les filets de 140 mm (0,06). Les mailles des filets de pêche commerciale sont donc bien adaptées à la capture de *P. brachypomus*, et son rôle comme espèce secondaire notable est confirmé.

**Répartition écologique, abondance et migrations.** *Piaractus brachypomus* a été rencontré, généralement en petites quantités, dans tous les milieux explorés comprenant le fleuve Mamoré, la forêt-galerie et la savane qui l'encadre. Au niveau de l'espèce, il est indifférent aux différents types d'eau qui s'y trouvent. Les pêches exploratoires dans les Andes en 1982 et 1983 ont montré sa présence jusqu'à Villa Tunari vers 300 m d'altitude (Lauzanne et al., 1991). Il fait partie du petit lot d'espèces de plaine capables de pénétrer dans des milieux montagnards de caractéristiques très différentes.

Les jeunes de première année apparaissent d'avril à août, depuis la fin des hautes eaux jusqu'à l'étiage, dans les zones inondées autour de Trinidad (n=54; moyenne de LS=10,2 cm; 6,2-17,5 cm). Ils ne représentent qu'une part très faible des peuplements en constante évolution de ces zones, de l'ordre de 0,1 %. Ils peuvent être capturés dans les espaces d'eaux libres par des

**Tableau 2.** Pourcentages en poids dans les captures de *P. brachypomus* en fonction de la maille des filets.

maille (mm)	60	70	80	90	110	140	60-140
% en poids	1,0	1,8	2,4	3,5	5,3	3,1	2,9

sennes et des éperviers à petites mailles, et dans les endroits encombrés de végétaux, par des lignes à main appâtées de viande.

Des individus de deuxième année (20 à 30 cm, cf. Croissance) mélangés à quelques jeunes de troisième année ont été pris le long du rio Tijamuchi en savane arborée avec des filets dormants et des lignes appâtées à la viande (n=22; moyenne de LS=26,7 cm; 19,2-38 cm). Par contre 6 individus seulement de moins de 30 cm ont été capturés en forêt-galerie de 1981 à 1987 malgré un effort de pêche beaucoup plus grand et plus varié. Selon ces résultats préliminaires, la savane arborée constitue l'habitat préférentiel des jeunes pendant leurs deux premières années de vie.

A partir de la 3<sup>ème</sup> année, au dessus de 35 cm environ (LS), les grands juvéniles et les adultes ont été pris, souvent en mélange, dans le Mamoré aux basses eaux et dans les lacs des forêts-galeries en toutes saisons (Tableau 3). A l'inverse, les pêches en savane arborée n'ont fourni que 4 individus de plus de 35 cm. Sous réserve de pêches supplémentaires en savane, il y a une migration latérale des jeunes de 3<sup>ème</sup> année qui quittent la savane pour se rassembler dans les milieux de forêts-galeries où ils terminent leur existence à quelques exceptions près.

L'abondance des grands juvéniles et des adultes en forêt-galerie est difficile à mesurer car très variable et souvent faible ou nulle (Tableau 4). En zone I, le cycle est assez clair: augmentation de

**Tableau 3.** Comparaison des captures de *P. brachypomus* en savane arborée (SA) et en forêt-galerie (FG): % en nombre des classes de longueur standard LS pour chaque type de milieu. n, effectif.

classe de LS (cm)	SA	FG
5 - < 10	50,5	
10 - < 15	11,4	0,8
15 - < 20	7,6	0,8
20 - < 25	8,9	
25 - < 30	12,7	1,2
30 - < 35	3,8	5,4
35 - < 40	1,3	17,4
40 - < 45		36,4
45 - < 50		15,7
limite jeunes - adultes		
50 - < 55	3,8	8,3
55 - < 60		8,7
60 - < 65		4,1
65 - 71		1,2
n	79	242

**Tableau 4.** Indices d'abondance IA des *Piaractus brachypomus* (grands juvéniles et adultes, LS  $\geq$  35cm) en forêt-galerie en fonction des périodes hydrologiques et des zones d'échantillonnage. EPG, niveau d'eau en cm à l'échelle de crue de Puerto Ganadero près de Trinidad; ET, écart-type; n, nombre de stations; EXT, valeurs extrêmes de IA.

situation hydrologique	paramètre	zone I	zone II	zone III	zone IV
très hautes eaux	IA	0,00		0,00	0,73
EPG > 1000 cm	ET				0,24
(février à avril)	n	7		1	2
	EXT				0,49-0,97
hautes eaux, début de décrue	IA	0,28	0,86		
980 > EPG > 740	ET	0,39	0,74		
(mars à juillet)	n	12	4		
	EXT	0,0-1,32	0,16-1,89		
fin de décrue, étiage	IA	0,10	1,68		
510 > EPG > 130	ET	0,16	1,68		
(juin à septembre)	n	5	2		
lacs	EXT	0,0-0,40	0,0-3,35		
fin de décrue, étiage,	IA	12,28			
510 > EPG > 130	ET	13,78			
(juin à septembre)	n	3			
fleuve	EXT	1,0-31,7			
crue	IA	0,79	5,38	0,41	0,29
160 < EPG < 780	ET	1,88	7,02	0,66	0,21
(octobre à début février)	n	7	3	5	3
	EXT	0,0-5,38	0,12-15,3	0,0-1,7	0,0-0,47

l'abondance avec la décrue et rassemblement à l'étiage dans le Mamoré alors que peu d'individus restent dans les lacs. Le maximum d'abondance en fonction des zones se trouve dans le Bas Sécuré (Zone II). Il y a une remontée de l'indice aux très hautes eaux en zone IV près des Andes ce qui indique une migration vers l'amont en cette période (Tableau 4).

La variabilité, très apparente dans les résultats obtenus dans le Mamoré à l'étiage (Tableau 4),

**Tableau 5.** Evolution avec la longueur standard (LS) du sex-ratio (% des mâles) chez *Piaractus brachypomus*. n, effectif; M, mâles.

LS (cm)	n	%M
20-34	21	52,4
35-39	41	48,8
40-44	83	50,6
45-49	49	55,1
50-54	22	59,1
55-59	20	25,0
60-64	10	30,0
65-71	3	0,0
tous	249	48,6

est aussi très sensible dans les lacs du bas Sécuré. Deux lacs très proches et échantillonnés aux mêmes moments, le lac Camacho et le lac des Ferroquies, ont des indices d'abondance très différents: 0,0 et 0,16 pour le premier; 3,35 et 1,23 pour le second. Les *P. brachypomus* semblent avoir des lieux de rassemblement privilégiés. Les raisons de ce comportement demandent une étude détaillée portant en particulier sur la flore arbustive dont les fruits et autres productions sont très utilisés par les *P. brachypomus* (cf. Relations trophiques et Discussion).

**Sexualité et reproduction.** Mâles et femelles sont en nombres statistiquement égaux dans les principaux échantillons qui portent sur les grands juvéniles et les préadultes. Les femelles atteignent des tailles plus élevées que les mâles (Tableau 5), ce qui est dû à leur croissance plus rapide (cf. Croissance). Une première estimation des tailles de maturité sexuelle est fournie par les longueurs des plus petits individus observés en maturation, soit 51 cm pour les mâles et 53 cm pour les femelles. Le RGS des femelles peut également être utile pour distinguer les préadultes des adultes en repos sexuel: il est de 0,18 % en moyenne chez les

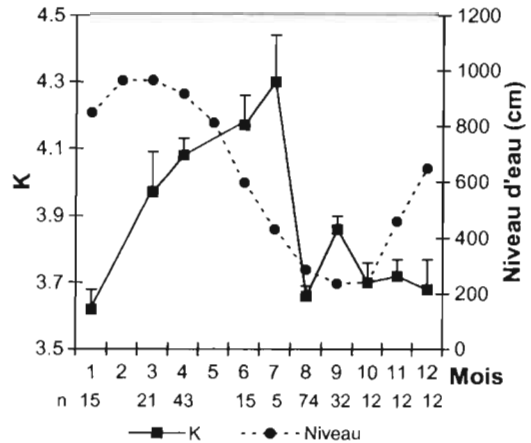
premiers (0,04 à 0,31) et de 0,40 % chez les seconds (0,29 à 0,58).

La période de reproduction reste encore mal définie (Tableau 6) car l'échantillon des adultes est réduit. La maturation chez les femelles commence en juillet-août; une femelle en maturation avancée (RGS=11,1 %) a été observée fin septembre. Il y a des individus des 2 sexes en maturation de novembre à février, ce qui conduit à choisir le 1<sup>er</sup> janvier comme date moyenne de naissance.

**Relations trophiques et condition.** Les estomacs pleins de 9 individus de 42 à 62 cm capturés aux hautes eaux renfermaient des fruits de 4 espèces d'arbre (n=7), des fleurs (n=1) ou des graines (n=1). Selon ces données préliminaires l'alimentation à cette période est fournie essentiellement par les arbres de la forêt inondée.

**Tableau 6.** Époque de reproduction de *Piaractus brachypomus* (mâles  $\geq 51$  cm, femelles  $\geq 53$  cm). F, femelle; M, mâle; F+, femelle en évolution sexuelle; M+, mâle en évolution sexuelle; n, effectif. Mois représentés par des nombres: janvier, 1; etc.

bimestre	femelles				mâles	
	n	%F+	RGS	intervalle de variation RGS	n	%M+
1-2	1	100	0,76		4	100
3-4	15	33	0,68	0,29-1,46	7	0
5-6	3	0	0,32	0,29-0,35		
7-8	2	100	1,48	1,43-1,53		
9-10	3	33	4,01	0,40-11,12	5	0
11-12	7	43	0,76	0,34-1,78	1	100



**Fig. 4.** Evolution annuelle du coefficient moyen de condition (K) et du niveau d'eau du Mamoré. n, effectifs mensuels. Les moyennes sont surmontées de leurs erreurs standards.

Les variations du coefficient de condition  $K = 10^5 P \cdot LS^{-3}$  (P, poids du corps en kg; LS, longueur standard en cm) pour les individus de plus de 30 cm montrent une forte élévation pendant les hautes eaux de janvier à avril lorsque le niveau de l'eau permet aux *P. brachypomus* d'entrer dans la forêt inondée (Fig. 4). L'élévation de K se poursuit pendant la décrue qui correspond donc à une alimentation abondante d'origine inconnue. Il y a ensuite une chute rapide de la condition qui reste faible pendant les basses eaux et la première partie de la crue.

**Estimation de l'âge individuel.** Elle a été tentée pour 148 individus de 13,3 à 64,5 cm d'après la lecture des coupes colorées d'asteriscus. Les cou-



**Fig. 5.** Section transversale colorée d'un otolith d'un *P. brachypomus* (58 cm de LS et pesant 8,6 kg) et aspects des zones opaques et des anneaux chromophiles. L'axe de lecture dans le champ dorsal est repéré par la flèche jaune. Les petites flèches blanches indiquent la position externe des 8 anneaux colorés dénombrés pour estimer l'âge. D, face dorsale; E, face externe; I, face interne; V, face ventrale. Barre: 1 mm.

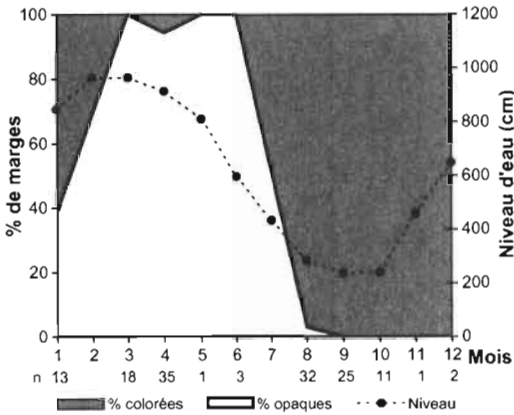


Fig. 6. Chronologie de la formation des zones de croissance de l'otolithe de *P. brachyomus* (% d'individus à marge blanche et à marge colorée) et niveau du Mamoré. n, effectifs mensuels.

pes présentent en lumière réfléchie une alternance nette d'anneaux colorés et de zones blanches (Fig. 5). Celles-ci, d'abord larges au centre de l'otolithe, deviennent progressivement plus étroites dans la partie distale. Les anneaux sont généralement bien détachés les uns des autres dans toute la partie dorsale de la coupe tandis qu'on ne distingue nettement que les 3 ou 4 premiers dans la partie ventrale. Le premier anneau est souvent peu coloré et parfois difficile à repérer. Il y a quelques difficultés d'interprétation dues à des marques de coloration intermédiaire, des dédoublements et, pour les poissons très âgés, des séries d'anneaux très resserrés difficiles à compter exactement. Cependant, le pourcentage d'échecs dans l'estimation du nombre d'anneaux

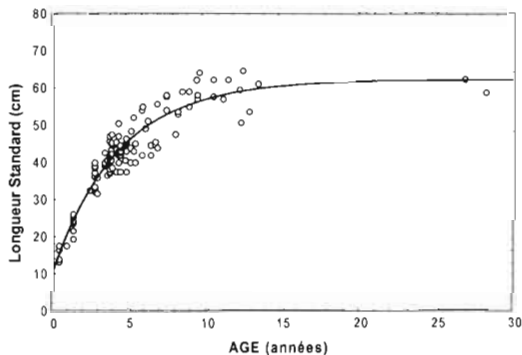


Fig. 7. Courbe de croissance de *Piarractus brachyomus* (tous individus) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne).

internes (c'est à dire compte non tenu de la dernière zone de croissance en cours de dépôt [appelée marge]) n'est que de 6,1 %.

L'aspect coloré ou non de la marge est bien visible mais il faut faire attention à l'interface otolithe-résine où le colorant s'accumule et forme une bande fine très foncée. Les quelques difficultés tiennent aux cas où la marge n'a pas un aspect homogène le long du bord de l'otolithe; elle apparaît tantôt blanche, tantôt colorée. Cela se produit pendant les périodes de transition dans la formation des deux types de zone de croissance.

La chronologie de dépôt des anneaux et des zones blanches est nette (Fig. 6). Les zones blanches se forment pendant les hautes eaux et les anneaux colorés pendant les basses eaux et la crue; il y a formation d'un couple zone-anneau par an. L'âge A en année peut alors être estimé par la formule:

$$A = N + M/12$$

avec N, nombre d'anneaux internes et M, numéro du mois de capture de 1 (janvier) à 12 (décembre). Pour 2 individus présentant une marque colorée en avril (fin des hautes eaux) nous avons considéré qu'il s'agissait d'une marque supplémentaire accidentelle dont nous n'avons pas tenu compte. L'âge maximum observé est de 28 ans.

**Croissance.** Les données d'observation âge-longueur obtenues par la lecture des otolithes sont complétées par les tailles des jeunes *P. brachyomus* de première année pêchés pendant la décrue d'avril à août et ayant donc environ 6 mois (Tableau 7). Ces données sont ajustées à des modèles de von Bertalanffy (VB) (ajustement Statistica / quasi Newton) (Tableau 7 et Fig. 7). Comme il est usuel, le modèle VB ne convient pas pour la première année puisque la longueur à l'éclosion (tous individus) serait de 11,4 cm: la croissance réelle est beaucoup plus rapide que celle indiquée par le modèle. A l'âge de 1 an, l'estimation VB est de 21,9 cm, probablement surévaluée car à la limite de validité du modèle; celle obtenue par proportionnalité à partir des données d'observation à 1,3 année est de 18,4 cm. On peut conclure que la longueur moyenne à 1 an est voisine de 20 cm. En dehors de la première année les ajustements VB sont bons puisque les variances expliquées représentent 82,5 à 89,6 % de la variance totale.

Il n'apparaît pas de différence entre les mâles et les femelles jusqu'à la maturité sexuelle atteinte vers 7 ans. Les mâles adultes ont une croissan-



ce un peu plus lente que celle des femelles: la différence des longueurs moyennes pour la classe de 11,2 ans est significative ( $t=2,52$ ;  $p < 0,05$ ). Cette croissance plus lente peut expliquer l'évolution du sex-ratio avec la taille (Tableau 5).

La croissance est rapide pendant toute la période juvénile avec des accroissements pondéraux annuels  $\Delta P$  maximums de 1 kg entre 3 et 5 ans. Elle ralentit fortement avec la maturité sexuelle et devient pratiquement nulle vers 12 ans. Dans les conditions de faible exploitation des ressources piscicoles qui sont celles du bassin du rio Mamoré, certains adultes peuvent vivre encore longtemps.

## Discussion

**Données générales.** Goulding (1979, 1980, 1981) indique que *P. brachypomus* atteint au moins 80 à 85 cm de longueur standard et 20 kg. De telles mensurations n'ont pas été observées récemment puisque les records sont de 71,5 cm pour l'Orénoque (Novoa & Ramos, 1982), 66 cm dans la région de Santarem (Ruffino & Isaac, 1995) et 71 cm pour la Bolivie.

*Piaractus brachypomus* fait partie des espèces les plus résistantes à l'hypoxie. Il peut survivre pendant plusieurs heures à des concentrations en oxygène inférieures à  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Saint-Paul, 1986). Cette concentration ne devient létale qu'en des-

**Tableau 7.** Croissance en longueur standard LS et en poids P de *Piaractus brachypomus*.  $LS_{\text{moy}}$ , longueur standard moyenne (cm); ET, écart-type; n, effectif; ( ), surévaluations dues à la modélisation.

données d'observation									
âge (an)	femelles			mâles			tous		
	n	$LS_{\text{moy}}$	ET	n	$LS_{\text{moy}}$	ET	n	$LS_{\text{moy}}$	ET
0,5							54	10,2	2,4
1,3	7	23,9	2,1	2	24,8	0,8	10	23,9	2,0
2,7	4	34,9	2,9	9	35,4	2,7	13	35,2	2,8
3,7	20	41,3	3,0	16	41,1	2,6	36	41,2	2,8
4,4	19	43,2	2,2	14	43,5	3,4	33	43,3	2,8
6,0	9	46,4	4,7	7	48,3	4,8	16	47,2	4,8
7,9	4	54,9	4,7	6	55,2	1,9	10	55,1	3,3
11,2	8	61,2	2,5	6	56,7	3,7			
27,4	2	60,2	1,8						

modèle de von Bertalanffy $LS = L_{\infty} \times [1 - e^{-K(t-t_0)}]$					
âge (an)	longueur standard modélisée			poids (kg) tous	$\Delta P$ annuel
	femelles	mâles	tous		
1	(22,2)	(22,0)	(21,9)	(0,47)	(0,47)
2	30,1	30,8	30,3	1,17	0,70
3	36,5	37,5	36,8	1,96	0,79
4	41,6	42,7	42,1	2,97	1,01
5	45,8	46,6	46,2	3,96	0,99
6	49,2	49,6	49,5	4,90	0,94
7	52,0	51,8	52,1	5,80	0,90
		maturité sexuelle			
8	54,2	53,6	54,1	6,54	0,74
9	56,0	54,9	55,7	7,17	0,63
10	57,4	55,9	57,0	7,71	0,54
15	61,5	58,3	60,4	9,26	0,31
20	62,9	59,0	61,4	9,76	0,10
30	63,6	59,2	61,9	10,01	0,03
$L_{\infty}$	63,6	59,2	61,9		
K	0,21	0,27	0,23		
$t_0$	-1,03	-0,72	-0,88		
n	73	60	139		

sous de  $0,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Junk et al., 1997). La formation d'excroissances temporaires à la lèvre inférieure en milieu pauvre en oxygène a été signalée dès 1983 par Junk et al. (1997), mais nous ne l'avons pas observée en Bolivie. A partir de  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  d'oxygène *P. brachypomus* vient à la surface et pratique la respiration aquatique superficielle (Kramer & Mehegan, 1981) observée en aquarium par Saint-Paul (1988). Enfin *P. brachypomus* peut tolérer une certaine salinité, jusqu'à 10 ‰ selon Saint-Paul (1991). Seule la résistance au froid laisse à désirer: il réduit son alimentation à 20-22 °C, s'arrête de manger à 16-18 °C et meurt à 13 °C (Lovshin, 1995). Malgré toutes ces caractéristiques, *P. brachypomus* n'échappe pas toujours aux mortalités naturelles qui se produisent aux basses eaux ou pendant la crue, comme nous l'avons constaté deux fois dans l'arroyo Chimimita, près du confluent Sécuré - Isiboro, les 2 février et 11 novembre 1986.

**Pêche et pisciculture.** *Piaractus brachypomus* est très souvent cité dans les statistiques de débarquement du bassin amazonien, mais avec des pourcentages faibles: 0,6 % à Santarem en 1993 (Isaac et al., 1996); 4,3 % à Manaus en 1976 (Petreire, 1985), mais quasi absent dans les données plus récentes présentées par Mérona (1990); 2 % à Porto Velho sur le rio Madeira (Goulding, 1981); 1,3 % à Iquitos, moyenne pour les années 1980-1989 (Guerra et al., 1990). Il semble un peu plus abondant dans le bassin de l'Orénoque où il représente 1,5-4,7 % des débarquements selon les zones et les années (Novoa, 1990). Ces données sont du même ordre que celles présentées pour la Bolivie et confirment son rôle d'espèce secondaire notable. Comme en Bolivie, il est capturé principalement aux filets maillants. En Amazonie centrale, il était pris en abondance aux basses eaux avec des filets tournants (Petreire, 1978) mais l'importance actuelle de cette pêche est inconnue. Goulding (1981) rapporte que, selon les pêcheurs, *P. brachypomus* était abondant dans le rio Madeira au début des années 1970 et qu'ensuite il a décliné rapidement en raison du développement de l'usage des filets maillants.

Ce poisson très apprécié a donné lieu à de nombreux essais d'élevage depuis une vingtaine d'années (Martinez Espinoza, 1984; Saint-Paul, 1986; Lovshin, 1995). La reproduction naturelle en étang contrôlé n'a pas été obtenue. Il faut procéder à la fécondation artificielle à sec précé-

dée d'injection d'hormones naturelles ou artificielles sur des individus en maturation avancée. On obtient des individus de 30 g (environ 8,5 cm de LS) à 6 mois et de 1 kg à 1,5 an, ce qui est un peu plus rapide que la croissance naturelle observée en Bolivie (1,2 kg à 2 ans; Tableau 7). La production en pisciculture s'est rapidement développée en Colombie où elle atteignait 3500 t en 1993 (Kapetsky & Nath, 1997). Au Vénézuéla, *P. brachypomus* n'est bien accepté que dans les zones où sa pêche est traditionnelle; il est très difficile à commercialiser dans les grandes villes côtières car les habitants préfèrent les poissons de mer (Lovshin, 1995).

**Répartition géographique et écologique.** Eigenmann (1912) ne cite pas *P. brachypomus* dans son travail sur les poissons de la Guyana (anciennement Guyane britannique). Par la suite, les systématiciens n'ont cité l'espèce que de l'Amazonie et de l'Orénoque; c'est la répartition indiquée par Géry (1985) dans le dernier travail de révision des genres *Colossoma* et *Piaractus*. Cependant, Lowe McConnell (1984) fait figurer *C. brachypomum* dans la liste des principaux poissons consommés en Guyana. Elle indique qu'elle avait observé ce poisson dès l'année 1962 (Lowe McConnell, 1962) mais que la détermination n'en a été faite que plus tard par Mees en 1974; elle ajoute: «*Colossoma brachypomum* was caught on tidal mudflats in the rainy seasons when the sea was diluted by affluent rivers». En outre *P. brachypomus* a pour nom vernaculaire en Guyana «morocut», adaptation anglaise de «morocoto», nom vernaculaire de l'Orénoque. Or les noms vernaculaires indiens des poissons sont en général très différents dans l'Orénoque et en Guyana (Lowe McConnell, 1984). Si la présence de *P. brachypomus* en Guyana était très ancienne, ce poisson aurait un nom dans la langue indienne locale qui ne serait pas un décalque de celui de l'Orénoque.

*Piaractus brachypomus* a donc pénétré très probablement en Guyana entre 1912 et 1962 à partir du delta de l'Orénoque où les pêches expérimentales de Novoa et al. (1982) ont montré qu'il est abondant. Ecologiquement, cela n'a rien d'impossible car la côte entre l'Orénoque et l'Essequibo est basse et marécageuse, les apports en eaux douces sont énormes à la saison des pluies, le réseau de la rivière Barama en Guyana s'ouvre sur le delta de l'Orénoque et, enfin, *P. brachypo-*

*mus* peut tolérer une salinité assez élevée. Il reste à savoir si l'espèce est limitée à la rivière Barama ou si elle a déjà atteint l'Essequibo.

A l'intérieur de son aire de répartition tous les auteurs signalent sa présence dans les principaux milieux fluviaux ou lacustres. Comme elle tend aussi à sortir de cette aire pour envahir les zones géographiques voisines (Guyana, Andes boliviennes), elle peut être qualifiée d'eurytope pionnière.

**Reproduction et migrations.** Goulding (1979, 1980, 1981) a fait une description générale hypothétique des migrations dans le bassin du rio Madeira d'une vingtaine d'espèces de Characoides comprenant *P. brachypomus* (*C. bidens* dans ces travaux). Il y aurait une migration à la décrue (mars à juillet) et aux basses eaux (août à octobre) pendant laquelle les poissons des affluents du Madeira rejoignent ce cours d'eau puis le remontent pour entrer dans un autre tributaire; et une migration de reproduction de la mi-novembre au début de février (première partie de la crue) au cours de laquelle ils rejoignent à nouveau le Madeira pour se reproduire dans les eaux blanches. Cette description est basée sur des entretiens avec des pêcheurs, des observations personnelles et des statistiques de pêche qui ne sont pas présentés ni analysés suffisamment. Il s'agit d'hypothèses à vérifier même si, par la suite, ces migrations sont présentées comme un fait acquis dans les livres de synthèse (Goulding, 1983; Lowe McConnell, 1987; Barthem & Goulding, 1997). D'autre part la description, sans doute juste en partie pour les espèces les plus abondantes dont les grands bancs peuvent être suivis, ne doit pas être étendue sans précaution à tout ce lot d'espèces. En ce qui concerne *P. brachypomus*, il n'y a aucun résultat qui indique un tel comportement.

Selon Novoa (1989, 1990; Novoa & Ramos, 1982; Novoa et al., 1982) les *P. brachypomus* de l'Orénoque entreprendraient une migration anadrome pendant les basses eaux et le début de la crue (février à juillet) avec des arrêts dans des lieux encombrés de bois morts appelés par les pêcheurs «paleros» et «arrecifales», où ils s'alimenteraient. Beaucoup de ces individus sont alors en maturation. Il s'agirait d'une migration de reproduction avec pontes dans le lit du fleuve. La fécondité, estimée sur 6 femelles, est élevée et varie de 192 000 œufs pour une femelle de 52 cm à 1 420 000 pour une femelle de 71,5 cm. Ces ré-

sultats demandent à être confirmés et précisés; ils sont très voisins de ceux entrevus pour la Bolivie avec un décalage de 6 mois correspondant au décalage des régimes hydrologiques du Mamoré et de l'Orénoque.

**Alimentation et condition.** Le régime alimentaire de *P. brachypomus* a été étudié dans le rio Madeira par Goulding (1980), en Amazonie centrale par différents auteurs dont les travaux sont synthétisés par Junk et al. (1997), dans l'Orénoque par Novoa & Ramos (1982).

Pendant la période des hautes eaux et quelle que soit la région considérée, les *P. brachypomus* entrent dans la forêt inondée et se nourrissent abondamment des fruits, graines et parfois des feuilles tombant des arbres. Les résultats les plus complets sont ceux présentés par Goulding (1980) sur 51 individus de 38 à 55 cm (grands juvéniles et jeunes adultes): les fruits et graines forment 94 % en volume des contenus stomacaux et le coefficient moyen de réplétion est de 91 %. Ces données concordent bien avec l'élévation du coefficient de condition constatée en Bolivie (Fig. 4). Dans ce pays, la condition continue à s'améliorer pendant la décrue, indiquant la poursuite d'une bonne alimentation. La comparaison avec les autres régions n'est pas possible sur ce point car il n'y a pas de données spécifiques à cette période.

Aux basses eaux les observations ont été peu nombreuses et discordantes. Si pour 12 individus d'un lac du Madeira, la réplétion moyenne reste très élevée avec 100 % en volume de matières végétales dont 81 % de feuilles (Goulding, 1980), Junk et al. (1997) indiquent que les estomacs sont généralement vides à cette période, ce qui correspond bien avec la faible condition observée dans le Mamoré sur des individus capturés dans le fleuve même. Il est possible que les individus bloqués dans les lacs puissent continuer à s'alimenter, surtout de feuilles poussées par le vent comme le montrent les résultats de Goulding. En effet outre que les poissons ne peuvent s'approcher en général du pied des arbres à cette saison, la plupart de ces derniers donnent leurs fruits aux hautes eaux (Waldhoff et al., 1996). Dans l'Orénoque Novoa & Ramos (1982) ont noté une proportion importante (38 %, méthode gravimétrique) de détritus et vase pendant les basses eaux (janvier-avril), la catégorie «matières végétales» restant prédominante; cependant le nom-

bre d'estomacs examinés, les lieux de capture (fleuve ou lacs) et les réplétions moyennes correspondantes ne sont pas précisés.

Le régime alimentaire dans la nature des jeunes de moins de 40 cm n'est pas connu mais on les prend à la ligne avec des appâts carnés. En aquarium, ils se nourrissent très bien de petits animaux vivants (*Tubifex*, chironomes, etc.) et de nourriture déshydratée (Mancini, 1993).

**Causalité de formation des marques de croissance de l'otolithhe.** A Trinidad, les températures moyennes mensuelles de l'air évoluent entre 27 et 28°C de septembre à mars pour s'abaisser légèrement jusqu'au minimum de juin-juillet à 24 °C (Loubens et al., 1992). Les variations saisonnières de la température de l'eau à quelques mètres de profondeur – celles qui intéressent les grands poissons – sont peu connues, mais la régularité du climat est un facteur important de stabilité. Quelques mesures à 5 m de profondeur dans le lac Okreni près de Trinidad ont montré un minimum de 23,7 °C en septembre et un maximum de 28,3 °C en mars, avec déjà 28,2 °C en novembre (Corbin et al., 1988). Ces faibles variations, non corrélées avec les périodes de formation des marques, ne peuvent en être la cause. La formation des zones blanches est en corrélation étroite avec l'élévation de K (hautes eaux et décrue) conséquence elle-même d'une alimentation abondante accompagnée du repos sexuel; celle des anneaux colorés avec le faible niveau de la condition, conséquence d'une alimentation réduite, de la maturation des gonades et d'une migration anadrome de reproduction (Figs. 4, 6).

Nous n'avons pas trouvé de renseignements sur les autres aspects de la biologie de *P. brachypomus*, notamment en ce qui concerne l'âge et la croissance.

**Biologie comparée de *P. brachypomus* et de *C. macropomum*** (Loubens & Panfili, 1997). Ces deux grands Myleinae sympatriques, systématiquement voisins (Géry, 1985), sont également très semblables en ce qui concerne les principaux traits de leur biologie. Aux hautes eaux, les individus des deux espèces sont dispersés dans les zones inondées où ils se nourrissent des fruits des arbres; c'est une période de repos sexuel, de croissance rapide et d'engraissement se traduisant par la formation d'une large zone opaque sur les coupes d'otolithes. Aux basses eaux, les

adultes se retrouvent en majorité dans les grands cours d'eau, n'ont qu'une alimentation réduite, maigrissent et entreprennent une migration anadrome de reproduction qui les rapproche des Andes; il y a alors formation d'un anneau hyalin chromophile sur les otolithes. Ce sont des animaux qui n'atteignent pas la maturité sexuelle avant l'âge de 7 ans et peuvent vivre plus de deux dizaines d'années. Il y a une seule ponte par an et la fécondité est élevée. Les deux espèces peuvent s'hybrider artificiellement (Lovshin, 1995). Leurs croissances sont rapides, 20 cm environ à 1 an, puis *C. macropomum* prend peu à peu l'avantage et atteint 9 à 15 kg à l'âge adulte contre 6 à 10 kg pour *P. brachypomus*. Elles sont eurybiotes et en particulier très résistantes à l'hypoxie, caractéristique essentielle pour pouvoir occuper tout l'espace vital amazonien. Les juvéniles vivent tout d'abord dans les zones inondées – plus particulièrement les savanes arborées en ce qui concerne le bassin du Mamoré – puis rejoignent la forêt-galerie qui constitue l'habitat préférentiel des grands juvéniles et des adultes. Les deux espèces sont donc non seulement sympatriques mais aussi syntopiques aux différents stades de vie. Leurs stratégies adaptatives ne sont ni du type r à cause de leurs grandes tailles, de leurs maturités sexuelles tardives, de leurs longévités élevées, ni du type K en raison de leurs croissances rapides, de leurs fécondités élevées et des mortalités de type catastrophique qui semblent prédominantes chez les jeunes (énorme réduction de l'espace vital pendant la décrue). D'ailleurs l'ensemble de milieux parcourus par les deux espèces au cours de la vie ne peut être qualifié d'instable (stratégie de type r), ni de stable (stratégie de type K): il est prévisible et changeant, c'est à dire stable à l'échelle annuelle (les mêmes conditions se retrouvent à peu près à la même période d'une année à l'autre), et instable à l'échelle mensuelle (les biotopes se modifient sensiblement d'un mois à l'autre).

La différence principale entre les deux espèces porte sur leurs abondances respectives vues à travers les statistiques de débarquement dans les bassins de l'Amazone et de l'Orénoque: les apports de *C. macropomum* sont environ 10 fois plus importants que ceux de *P. brachypomus* (Loubens & Panfili, 1997 et ce travail). Les autres différences sont encore peu perceptibles avec les résultats disponibles; leur mise en évidence nécessite des études plus détaillées. Elles portent presque certainement sur le régime alimentaire, plus spé-

cialisé chez *Colossoma macropomum* dont en particulier les branchiospines longues et fines permettent l'utilisation du zooplancton par les jeunes; sur la reproduction pour laquelle *P. brachyomus* semble se rapprocher davantage des Andes que *C. macropomum*; sur l'aire de répartition, *P. brachyomus* tendant à envahir des zones différentes de son domaine principal (basses Andes boliviennes, Guyana) tandis que *C. macropomum* est strictement confiné aux grandes plaines de l'Amazonie et de l'Orénoque. *Piaractus brachyomus* est considéré en systématique comme moins spécialisé que *C. macropomum* (Machado-Allison, 1983, cité par Géry, 1985). La biologie laisse entrevoir aussi cette différenciation: *P. brachyomus* paraît plus adaptable à de nouveaux milieux de vie que *C. macropomum*; en revanche il est nettement moins abondant là où les caractères spécialisés de *C. macropomum* permettent à cette espèce de mieux utiliser les ressources disponibles.

### Remerciements

C'est grâce au personnel du Convenio ORSTOM (actuellement IRD) – CORDEBENI (Corporación de desarrollo del Beni, Trinidad) – UTB (Universidad técnica del Beni) que la récolte des données de terrain a pu être menée à bien dans des conditions parfois difficiles. Nous tenons aussi à féliciter Philippe Lucas pour la préparation des otolithes et à remercier Louis Marec et Pierre Campana (IRD, Centre de Bretagne) pour leur appui technique lors de la rédaction du manuscrit. Merci également à Michel Jégu (IRD-MNHN, Paris) et Jacques Géry pour les photos de poisson.

### Littérature citée

- Barthem, R. & M. Goulding. 1997. The catfish connection. Ecology, migration and conservation of Amazon predators. Columbia University Press, New York, 144 pp.
- Corbin, D., J. L. Guyot, H. Calle & J. Quintanilla. 1988. Datos físico-químicos de los medios acuáticos de la zona del Mamore central (región de Trinidad, Amazonia boliviana). ORSTOM, La Paz, 58 pp.
- Eigenmann, C. H. 1912. The freshwater fishes of British Guiana, including a study of the ecological grouping of species and the relation of the fauna of the plateau to that of the lowlands. Mem. Carnegie Mus., 5: 1-578.
- Géry, J. 1985. Notes de characologie néotropicale. 1. Progrès dans la systématique des genres *Colossoma* et *Piaractus*. Rev. Fr. Aquariol., 12: 97-102.
- Goulding, M. 1979. Ecologia da pesca do rio Madeira. INPA, Manaus, 172 pp.
- 1980. The fishes and the forest. University of California press, Berkeley, 280 pp.
- 1981. Man and fisheries on an Amazon frontier. Junk, The Hague, 137 pp.
- 1983. Amazon fisheries. Pp. 189-210 in E. F. Moran (ed.), The dilemma of Amazonian development. Westview Press, Colorado.
- Guerra, H., F. Alcantara, J. Maco & H. Sanchez. 1990. La pesquería en el Amazonas peruano. Interciencia, 15: 469-475.
- Honda, E. M. S. 1974. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens* Spix. Acta Amazonica, 4: 47-53.
- Isaac, V. J., A. Milstein & M. L. Ruffino. 1996. A pesca artesanal no baixo Amazonas: análise multivariada da captura por espécie. Acta Amazonica, 26: 185-208.
- Junk, W. J., M. G. M. Soares & U. Saint-Paul. 1997. The fish. Pp. 385-408 in W. J. Junk (ed.), The central Amazon floodplain. Springer, Berlin.
- Kapetsky, J. M. & S. S. Nath. 1997. A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America. FAO, COPESCAL Techn. Pap. n° 10: 1-128.
- Kramer, D. L. & J. P. Mehegan. 1981. Aquatic surface respiration and adaptive response to hypoxia in the guppy, *Poecilia reticulata* (Pisces, Poeciliidae). Env. Biol. Fish., 6: 299-313.
- Lauzanne, L., G. Loubens & B. Le Guennec. 1991. Liste commentée des poissons de l'Amazonie bolivienne. Rev. Hydrobiol. Trop., 24: 61-76.
- Loubens, G., L. Lauzanne & B. Le Guennec. 1992. Les milieux aquatiques de la région de Trinidad (Béni, Amazonie bolivienne). Rev. Hydrobiol. Trop., 25: 3-21.
- Loubens, G. & J. Panfili. 1992. Estimation de l'âge individuel de *Prochilodus nigricans* (Teleostei, Prochilodidae) dans le Béni (Bolivie): protocole d'étude et application. Aquat. Living Res., 5: 41-56.
- 1995. Biologie de *Prochilodus nigricans* (Teleostei: Prochilodontidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). Ichthyol. Explor. Freshwaters, 6: 17-32.
- 1997. Biologie de *Colossoma macropomum* (Teleostei: Serrasalminae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). Ichthyol. Explor. Freshwaters, 8: 1-22.
- Lovshin, L. L. 1995. The Colossomids. Pp. 153-159 in C. E. Nash & A. J. Novotny (eds.), Production of aquatic animals. Elsevier, Amsterdam.
- Lowe-McConnell, R. H. 1962. Notes on the fishes in Georgetown fish markets and their seasonal fluctuations. Fish. Bull. Dept. Agriculture, Georgetown, Guyana, 4: 1-31.
- 1984. The status of studies on South American freshwater food fishes. Pp. 139-156 in T. M. Zaret (ed.), Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes. Junk, The Hague.

- 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge, 382 pp.
- Machado-Allison, A. 1983. Estudios sobre la sistemática de la subfamilia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). Parte 2: discusión sobre la condición monofilética de la subfamilia. *Acta. Biol. Venez.*, 11: 145-195.
- Mancini, A. 1993. Les Serrasalmidés. *Aquarama*, 134: 7-15.
- Martínez Espinosa, M. 1984. El cultivo de las especies del género *Colossoma* en América latina. FAO, Serie RLAC/84/41-PES 5, Santiago, Chile, 47 pp.
- Mérona, B. de. 1990. Amazon fisheries: general characteristics based on two case-studies. *Interiencia*, 15: 461-468.
- Novoa, D. 1989. The multispecies fisheries of the Orinoco river: development, present status and management strategies. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106: 422-428.
- 1990. El río Orinoco y sus pesquerías: estado actual, perspectivas futuras y las investigaciones necesarias. Pp. 387-406 in F. H. Weibzahn, H. Alvarez & W. M. Lewis (eds.), *El río Orinoco como ecosistema*. EDELCA, Fondo editorial Acta Científica Venezolana, CAVN, Universidad Simon Bolívar, Caracas.
- Novoa, D., F. Cervignon & F. Ramos. 1982. Catalogo de los recursos pesqueros del delta del Orinoco. Pp. 263-324 in D. Novoa (ed.), *Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación*. Editorial Arte, Caracas.
- Novoa, D. & F. Ramos. 1982. Aspectos generales sobre la biología de las principales especies de peces de importancia comercial en el río Orinoco. Pp. 77-106 in D. Novoa (ed.), *Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación*. Editorial Arte, Caracas.
- Panfili, J. 1993. Estimation de l'âge individuel des poissons: méthodologies et applications à des populations naturelles tropicales et tempérées. ORSTOM, Paris, Trav. Doc. Microfich., 112: 1-456.
- Payne, A. I. 1987. A preliminary stock assessment survey of the fishery at Trinidad on the rio Mamore. Overseas Development Administration, London, 34 pp.
- Petrere, M. 1978. Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. 2. Locais, aparelhos de captura e estatísticas de desembarque. *Acta Amazonica*, 8: 1-54.
- 1985. A pesca comercial no rio Solimões - Amazonas e seus afluentes: análise dos informes do pescado desembarcado no mercado municipal de Manaus (1976-1978). *Ciência e Cultura*, 37: 1987-1999.
- Ruffino, M. L. & V. J. Isaac. 1995. Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *Naga*, 18: 41-45.
- Saint-Paul, U. 1986. Potential for aquaculture of south American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*, 54: 205-240.
- 1988. Diurnal routine O<sub>2</sub> consumption at different O<sub>2</sub> concentrations by *Colossoma macropomum* and *Colossoma brachypomum* (Teleostei, Serrasalminidae). *Comp. Biochem. Physiol.*, 89A: 675-682.
- 1991. The potential for *Colossoma* in Latin America. *INFOFISH international*, 2/91: 49-53.
- Waldhoff, D., U. Saint Paul & B. Furch. 1996. Value of fruits and seeds from the floodplain forests of central Amazonia as food resource for fish. *Ecotropica*, 2: 143-156.

Received 6 September 1999

Revised 2 March 2000

Accepted 18 August 2000