

## Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros<sup>1</sup>

Gustavo Alberto Arbelález-Rojas<sup>2</sup>, Débora Machado Fracalossi<sup>3</sup>, Jorge Daniel Indrusiak Fim<sup>4</sup>

**RESUMO** - Foi conduzido um estudo para avaliar o efeito do sistema de cultivo na composição corporal de juvenis de tambaqui e matrinxã, quando cultivados em sistema intensivo, em canal de igarapé, e em sistema semi-intensivo, em viveiros. Foram usados juvenis de tambaqui e matrinxã com comprimento e peso médio inicial de 15,4 cm e 88,3 g e 23,4 cm e 219,4 g, respectivamente. Os juvenis de cada espécie foram estocados a uma densidade de 10 e 1 peixe/m<sup>3</sup> no sistema intensivo e semi-intensivo, respectivamente. O período experimental foi de 170 dias e os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, até aparente saciedade, com ração extrusada comercial contendo 30% de proteína bruta. A análise da composição corporal de peixe inteiro e filé de tambaqui e matrinxã demonstrou que houve menor deposição de gordura e maior retenção de proteína nos peixes cultivados no sistema intensivo, em canal de igarapé, do que naqueles cultivados no sistema semi-intensivo, em viveiros. O desempenho das espécies foi diferenciado dependendo do sistema de cultivo: o tambaqui apresentou diferenças significativas no ganho em peso, sendo este 3,0 vezes maior no sistema semi-intensivo, enquanto o matrinxã não apresentou diferenças significativas no ganho em peso nos dois sistemas de cultivo.

Palavras-chave: *Brycon cephalus*, *Colossoma macropomum*, composição corporal, cultivo intensivo, cultivo semi-intensivo

### Body Composition of Tambaqui, *Colossoma macropomum*, and Matrinxã, *Brycon cephalus*, When Raised in Intensive (Igarapé Channel) and Semi-Intensive (Pond) Culture Systems

**ABSTRACT** - This study analyzed the influence of the fish farming system (intensive, in igarapé channel, or semi-intensive, in ponds) on the body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon cephalus*, juveniles. Tambaqui (15.4 cm and 88.3 g average length and weight, respectively) and matrinxã (23.4 cm and 219.4 g average length and weight, respectively) were stocked at a density of 10 and 1 fish/m<sup>2</sup> in the intensive and semi-intensive culture system, respectively. Fish were fed to satiation, twice a day, a 30% crude protein commercial extruded feed, for 170 days. The proximate analysis of the edible portion (fillet) and the whole fish, at the end of the culture period, showed less fat deposition and higher protein retention for matrinxã and tambaqui raised in the intensive system. Weight gain was different between the two species, depending on the culture system: tambaqui showed significantly higher in weight gain when raised in the semi-intensive system, whereas matrinxã weight gain was not different in both culture systems.

Key Words: *Brycon cephalus*, *Colossoma macropomum*, body composition, intensive culture system, semi-intensive culture system

#### Introdução

A aquicultura, por seu crescente aporte na produção mundial de pescado, surge como alternativa para aumentar a produção de alimentos. HUSS (1998) prevê que no próximo século haverá um aumento na demanda de pescado nos países em desenvolvimento, por ser uma alternativa alimentar de alto valor nutritivo, possuir relativamente baixos teores de gordura e alta digestibilidade. Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre

70 a 85% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de gordura e 1 a 2% de minerais (Ogawa & Koike, 1987). Estes percentuais variam de uma espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da época do ano, do tipo e quantidade de alimento disponível, da qualidade da dieta consumida, do estágio de maturação sexual, da idade, das condições de cultivo e da parte do corpo analisada (Lagler et al., 1977; Castagnolli, 1979; Machado, 1984; Junk, 1985). Estudos realizados por Reinitz & Hitzel (1980) e Shearer (1994) levaram

<sup>1</sup> Parte da Dissertação do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, na área de Biologia de Água Doce e Pesca Interior - BADPI/Fundação Universidade do Amazonas-FUA.

<sup>2</sup> Estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação do curso BADPI-INPA. E.mail: matamba2@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professor Adjunto do Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rodovia SC 404, km 3 - Itacorubi, Caixa postal 476. Florianópolis, SC. CEP: 88040-900. E.mail: deboraf@cca.ufsc.br

<sup>4</sup> Pesquisador da Coordenação de Pesquisas em Aquicultura (CPAQ)-INPA. Caixa Postal 478. Manaus-AM. CEP: 69083-000. E.mail: fim@inpa.gov.br

estes autores a afirmar que fatores endógenos e/ou exógenos podem influenciar simultaneamente na composição corporal dos peixes.

O conhecimento da composição corporal dos peixes é necessário para que sua utilização como alimento humano possa ser otimizada, possibilitando a competição com outras fontes protéicas largamente utilizadas como a de carne bovina, suína e de aves (Bello & Rivas, 1992; Freitas, 1988). Este conhecimento também permitirá avaliar a eficiência da transferência de nutrientes do alimento para o peixe (Shearer, 1994), bem como a escolha da tecnologia a ser utilizada no seu beneficiamento, processamento e conservação (Machado, 1984).

Paralelamente, a falta de conhecimentos sobre as exigências nutricionais dos peixes tropicais faz com que as dietas disponíveis no mercado, para a maioria das espécies, não sejam balanceadas. Por exemplo, inadequada relação entre as concentrações de energia e proteína, na dieta, pode conduzir à diminuição na taxa de crescimento, piora da conversão alimentar, além de favorecer maior acúmulo de gordura corporal, reduzindo o rendimento de carcaça no processamento (Lovell, 1998).

A maximização da produção, aliada à qualidade do produto final (pescado com maior porcentagem de tecido muscular no filé), constitui uma exigência dos frigoríficos de pescado e dos próprios consumidores (Cyrino, 1995). Em condições de confinamento, onde os movimentos dos peixes são restritos, pode haver aumento na deposição de gordura corporal, a qual diminui a qualidade do produto e pode afetar a aceitação pelo consumidor.

Estudos com espécies de águas temperadas, tais como a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), revelam que existe uma série de vantagens do cultivo em ambientes de correnteza, onde os peixes são forçados a nadar a uma velocidade moderada. Entre estas, destaca-se: maior deposição de proteína muscular, menor acúmulo de gordura, maior firmeza na textura da carne, tamanho mais uniforme e diminuição nas freqüências de interações agressivas (Love, 1992; Jobling et al., 1993). Bello & Rivas (1992) recomendam a realização de estudos testando o cultivo de espécies que tendem a acumular gordura visceral, como o tambaqui, *Colossoma macropomum*, e o matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de correnteza. Estas duas espécies são muito importantes na alimentação da população da cidade de Manaus, sendo que o tambaqui representa mais de 40% de

todo o pescado vendido na cidade (Araújo-Lima & Goulding, 1998). Apesar de alcançar preços relativamente altos (US\$ 4,00 a US\$ 5,00/kg de 1995 a 1997, dados de Araújo-Lima & Goulding, 1998), a demanda de tambaqui é incessante, indicando grande potencialidade para aumentar a renda do produtor rural, através do cultivo desta espécie em cativeiro. O matrinxã apresenta rápido crescimento e sabor excelente, conforme relatado por Honczaryk (1999), destacando-o igualmente como uma espécie potencial para exploração comercial na região amazônica.

Tradicionalmente, a forma mais comum de cultivo de peixes é por meio do sistema semi-intensivo, que representa ao redor de 70% da produção mundial de peixes (Tacon & De Silva, 1997). Este sistema está normalmente associado a uma pequena vazão de água, visto ser importante a retenção dos nutrientes no viveiro para garantir boa produtividade primária (Zaniboni Filho, 1997). O sistema de cultivo em *raceways*, ao qual o cultivo em igarapé se assemelha, entretanto, oferece algumas vantagens, se comparado ao cultivo em viveiros, tais como: permitir maiores taxas de estocagem e maior produção de biomassa por unidade de volume do que o sistema semi-intensivo (viveiro), visto que a água com elevada carga de matéria orgânica está sendo constantemente substituída por água limpa; ocupar menor espaço que viveiros ou barragens; facilitar as operações de despesca, alimentação e observação dos peixes (área inundada é menor) e propiciar menores custos de mão-de-obra no manejo do sistema.

O objetivo deste trabalho foi comparar a influência dos sistemas de cultivo intensivo (canal de igarapé) e semi-intensivo (viveiro) na composição corporal de juvenis de tambaqui e matrinxã.

## Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado simultaneamente em dois locais em Manaus, AM, e teve uma duração de 170 dias. O cultivo intensivo foi desenvolvido em um canal de igarapé, em uma propriedade particular a 17 km da cidade de Manaus. O sistema intensivo em igarapé trata-se de um sistema de cultivo que apresenta alto fluxo de água, que passa rapidamente através de um canal, semelhante ao cultivo em *raceways*, só que é realizado em terra. Um pequeno dique de 1 m de altura foi construído, objetivando elevar o nível do fluxo natural do igarapé e a formação de um reservatório de pequeno porte. Após esta

etapa, foi construído um canal orientado em sentido paralelo ao curso normal do igarapé, a fim de captar e direcionar parte da água. As unidades experimentais no sistema intensivo de cultivo em igarapé se constituíram em seis parcelas teladas cuja área e profundidade médias eram  $19,66 \text{ m}^2$  e  $0,57 \text{ m}$ , respectivamente, ocupando uma área total de  $118 \text{ m}^2$ . O fluxo da corrente da água foi de  $1200 \text{ L/min}$  a  $1800 \text{ L/min}$  e a velocidade da água foi de  $0,20 \text{ m/s}$  a  $0,32 \text{ m/s}$ . Foram utilizados tambaquis juvenis com peso médio de  $86,2 \pm 10,9 \text{ g}$  e comprimento médio inicial de  $15,1 \pm 0,5 \text{ cm}$  e juvenis de matrinxã com peso e comprimento médio inicial de  $220,7 \pm 15,4 \text{ g}$  e  $23,5 \pm 0,4 \text{ cm}$ , respectivamente. Cada espécie foi estocada em três unidades experimentais numa densidade de  $10 \text{ peixes/m}^3$  ( $n = 332$ ) neste sistema de cultivo.

Já o cultivo semi-intensivo foi conduzido na Coordenação de Pesquisas em Aquicultura, CPAQ, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Manaus- AM. Peso e comprimento médio inicial foram  $90,4 \pm 10,7 \text{ g}$  e  $15,8 \pm 0,6 \text{ cm}$  para o tambaqui e  $218,2 \pm 22,7 \text{ g}$  e  $23,3 \pm 0,6 \text{ cm}$  para o matrinxã, respectivamente. Os peixes foram estocados a uma densidade de  $1 \text{ peixe/m}^3$ , em três viveiros com paredes de alvenaria e fundo de argila batida. Cada viveiro foi dividido com tela sintética, formando um total de seis parcelas com uma área de  $25 \text{ m}^2$  cada e profundidade média de  $1 \text{ m}$ . Portanto,  $25$  juvenis de tambaqui foram distribuídos ao acaso em três unidades experimentais ( $n=75$ ), o mesmo ocorrendo com o matrinxã. Em comparação com o sistema intensivo, onde houve um fluxo constante de água, no sistema semi-intensivo não se deu troca de água, mas apenas reposição daquela perdida por evaporação e infiltração.

Os juvenis de tambaqui foram adquiridos na empresa Amazonfish Tecnologia e Empreendimentos em Aquicultura Ltda (rodovia AM-10, km 20, zona rural de Itacoatiara, AM), enquanto que os alevinos de matrinxã foram coletados na natureza. Antes do início do experimento, os peixes passaram por um período de  $15$  dias de adaptação às condições experimentais de cada sistema, recebendo ração comercial duas vezes ao dia, até aparente saciedade (Tabela 1). Após esse período, os peixes foram pesados e medidos (comprimento furcal). Este procedimento efetuou-se a cada  $30$  dias durante todo o período experimental. Biometrias mensais de uma amostra ( $30\%$  da população) de cada parcela, em cada sistema de cultivo, foram alternadas com

biometrias mensais do número total dos peixes. Para a pesagem, os peixes eram capturados com rede de arrasto e colocados em grupos de seis a nove exemplares em baldes plásticos contendo água e anestésico (2-Phenoxyethanol, SIGMA, St. Louis, EUA) na concentração de  $0,3 \text{ mg/L}$ .

O desempenho dos peixes nos dois sistemas de cultivo foi determinado por intermédio dos seguintes parâmetros: ganho em peso médio no período, obtido pela diferença do peso médio final e inicial de cada período considerado (o ganho em peso diário, foi obtido pela divisão do ganho em peso médio no período pelo número de indivíduos e de dias do respectivo período); conversão alimentar aparente, obtida dividindo-se a quantidade de ração fornecida aos peixes pela biomassa média existente na unidade experimental e eficiência da utilização protéica da dieta, determinada dividindo-se o ganho em peso pela percentagem de proteína ingerida durante o período experimental. A determinação da composição corporal dos juvenis de tambaqui e matrinxã, nos dois sistemas de cultivo, foi feita em filé e em peixe inteiro. Uma amostra de  $5\%$  da população de peixes foi escolhida aleatoriamente de cada unidade experimental, em cada sistema de cultivo, para estas determinações. Estas amostragens foram realizadas no início, meio ( $78^{\circ}$  dia) e final do experimento ( $170^{\circ}$  dia). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, rotuladas e congeladas em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  para posterior análise. As amostras (filé e peixe inteiro) foram inicialmente moídas e homogeneizadas para a determinação da umidade, em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$ , até peso constante, proteína bruta (método de Kjeldahl), lipídio ou extrato etéreo (método de Soxhlet), cinzas em mufla a  $550^{\circ}\text{C}$ , até peso constante. Todas estas determinações foram feitas segundo a AOAC (1975) e os valores obtidos representam a média de três determinações por amostra.

O controle dos parâmetros de qualidade da água, temperatura e oxigênio dissolvido (medidor portátil YSI 55, Ohio, EUA), pH e condutividade (medidores portáteis Pinpoint, American Marine Inc., Connecticut, EUA) e transparência (disco de Secchi), foi feito por meio de monitoramento semanal no sistema semi-intensivo e mensal no sistema intensivo, já que, neste último, havia constante renovação de água ( $1500 \text{ L/min}$ ). Também foram realizados, dois ciclos de  $24$  horas em ambos sistemas, onde a temperatura, pH, oxigênio dissolvido ( $\text{mg/L}$ ), condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ ) e transparência ( $\text{cm}$ ) da água foram determinados a cada hora.

Tabela 1 - Composição bromatológica da dieta comercial (na matéria seca)<sup>1, 2</sup>  
 Table 1 - Commercial diet proximate composition (dry matter basis)

Item <i>Item</i>	Quantidade indicada pelo fabricante % <i>Amount indicated by manufacturer</i>	Quantidade obtida após análise bromatológica % <i>Amount found in proximate analysis</i>
Umidade (máx.) <i>Moisture (max)</i>	13	12,74
Proteína bruta (mín.) <i>Crude protein (min)</i>	30	26,54
Extrato étereo (mín.) <i>Ether extract (min)</i>	3	3,61
Fibra bruta (máx.) <i>Crude fiber (max)</i>	7	1,03
Material mineral (máx.) <i>Ash (max)</i>	10,0	9,14
Cálcio (máx.) <i>Calcium (max)</i>	0,8	na <sup>2</sup>
Fósforo (mín.) <i>Phosphorus (min)</i>	0,8	na

<sup>1</sup>Os ingredientes que normalmente compõem esta ração são: farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de trigo, sal, suplemento mineral e vitamínico. (*Commonly used ingredients: soybean meal, meat and bone meal, wheat meal, salt, mineral and vitamin supplement*). Eventuais substitutivos são: farinha de peixe, raspa de mandioca e quebrado de arroz. (*Occasionally used ingredients: fish meal, shredded yucca, rice cracklings*). Composição do premix mineral-vitamínico [quantidade/kg]. (*Mineral-vitaminic premix composition, amount/kg*): Ácido fólico (*Folic acid*), 1,0 mg; Ácido pantotênico (*Pantothenic acid*), 20,0 mg; Antioxidante (*Antioxidant*), 0,001 mg; Cobalto (*Cobalt*), 5 mg; Cobre (*Copper*), 8 mg; Ferro (*Iron*), 55mg; Iodo (*Iodine*), 0,425mg; Manganês (*Manganese*), 15mg; Selênio (*Selenium*), 0,302mg; Zinco (*Zinc*), 70mg; Vitamina (*Vitamin*) A, 4000 UI. Vitamina B<sub>1</sub>, 1 mg; Vitamina B<sub>12</sub>, 10 mg; Vitamina B<sub>2</sub>, 7mg; Vitamina B<sub>6</sub>, 3,5 mg; Vitamina C, 50 mg; Vitamina D<sub>3</sub>, 2400 UI; Vitamina E, 50 UI; Vitamina K, 1,6mg; Niacina (*Niacin*), 15mg.

<sup>2</sup>na = não foi analisado (*not analyzed*).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado nos dois sistemas de cultivo. O teste t de Student, ao nível de 5% de significância, foi utilizado para comparação das médias dos dois sistemas de cultivo para cada espécie. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico Jandel SigmaStat, versão 2.0, 1995.

### Resultados e Discussão

Os parâmetros físico-químicos da água apresentaram diferenças entre os dois sistemas de cultivo durante o período experimental. A temperatura do sistema intensivo em canal de igarapé apresentou variação de 24,9 a 26,9°C e média de 25,8°C. Este sistema estava localizado em ambiente natural, protegido pela floresta, com fluxo de água de 1500 L/min. Já no sistema semi-intensivo, a temperatura da água foi maior do que no sistema intensivo (26,6 a 30,8°C, com média de 28,9°C), provavelmente devido à ausência de vegetação em suas margens e por ser este um ambiente lântico, que permitiu maior aquecimento da água. O pH no sistema intensivo oscilou de 4,6 a 5,6, enquanto no sistema semi-intensivo variou entre 5,0 e 7,8. Oxigênio dissolvido na água do sistema inten-

sivo apresentou valores médios de 5 mg/L, mostrando ser este um ambiente bastante oxigenado. No sistema semi-intensivo, as oscilações do oxigênio dissolvido na água foram mais acentuadas, variando de 0,7 a 9,9 mg/L, diminuindo à medida que a biomassa aumentava, ao longo do período experimental. Os valores de condutividade no sistema intensivo foram bem menores em relação ao semi-intensivo, variando entre 10,2 e 11,9 µS/cm, refletindo a deficiência destas águas em sais dissolvidos (Lopes & Silva da Rocha, 1999). No sistema semi-intensivo, a condutividade atingiu valores médios de 45 µS/cm. A transparência da água no sistema intensivo foi equivalente à profundidade máxima (0,57 cm) do canal de igarapé, enquanto que no sistema semi-intensivo a transparência da água oscilou entre 46,3 a 96,6 cm.

Ao término de 170 dias de período experimental, observou-se variação de ganho em peso entre as duas espécies, dependendo do sistema de cultivo. O tambaqui, cultivado no sistema semi-intensivo, alcançou peso médio final três vezes maior ( $P < 0,05$ ) que no sistema intensivo (833,7 e 271,7 g, respectivamente). A diferença de peso médio/peixe para o tambaqui, nos dois sistemas de cultivo, tornou-se significativa a partir do 48º dia do experimento. O matrinxã,

entretanto, não mostrou diferença de peso médio/peixe ( $P>0,05$ ), quando cultivado em ambos sistemas de cultivo.

As variações observadas no desempenho entre as duas espécies, nos dois sistemas de cultivos considerados, poderiam ser atribuídas à marcante diferença nos ambientes naturais destas espécies e conseqüente grau de adaptação aos diferentes sistemas de cultivo. O matrinxã é uma espécie que vive em ambientes de correnteza, onde aloja-se preferencialmente nas águas rápidas e frias das corredeiras dos igarapés (Goulding, 1979; Zaniboni Filho, 1985; Villacorta-Correa, 1987). O tambaqui, por sua vez, é uma espécie adaptada a ambientes lênticos, permanecendo, quando jovem, nos lagos de várzea de planícies alagadas, onde cresce e alimenta-se de zooplâncton, frutas e sementes (Honda, 1974; Goulding, 1979; Goulding & Carvalho, 1982; Silva, 1997). Quando adulto, entretanto, o tambaqui move-se para o canal principal do rio para realizar migração reprodutiva ou trófica (Villacorta-Correa, 1997; Costa, 1998). O maior crescimento do tambaqui no sistema semi-intensivo (viveiro) provavelmente se deveu à maior disponibilidade de alimento natural neste sistema. O tambaqui possui eficiente aparelho filtrador, permitindo-lhe capturar zooplâncton presente na água (Goulding & Carvalho, 1982). O matrinxã, entretanto, possui baixa capacidade de utilizar fito e zooplâncton na sua alimentação, pois seus rastros branquiais são mais grossos, mais separados entre si e em menor número (Fim, 1995). Conseqüentemente, o matrinxã é uma espécie menos eficiente na filtragem de plâncton em relação ao tambaqui. Outros fatores que possivelmente influenciaram no melhor desempenho do tambaqui no sistema semi-intensivo foram a menor taxa de estocagem (1 peixe/m<sup>3</sup>) e a temperatura mais elevada da água. A temperatura média da água do sistema semi-intensivo (28,9°C) esteve em média 3°C acima da temperatura do sistema intensivo (25,8°C), em canal de igarapé.

O peso e comprimento das duas espécies foram mais uniformes no sistema intensivo em canal de igarapé do que no sistema semi-intensivo de água parada (Tabela 2). Provavelmente, a maior heterogeneidade no peso e comprimento para ambas espécies no sistema semi-intensivo foi resultado da formação de hierarquias de peixes dominantes, que levaram à diminuição no crescimento dos peixes subordinados. Observações feitas por Christiansen & Jobling (1990) demonstraram que, quando grupos de salmonídeos são expostos à correnteza da água, estes

se orientam contra a correnteza, formando cardumes, o que diminui a agressão entre eles. Jobling et al (1993) observaram taxas de crescimento mais homogêneas e tamanhos mais uniformes em salmonídeos forçados a nadar, quando comparados com peixes não exercitados.

Os índices de eficiência da utilização protéica da ração e conversão alimentar aparente foram significativamente ( $P<0,05$ ) melhores no sistema semi-intensivo do que o sistema intensivo para o tambaqui (Tabela 2). Provavelmente, a baixa densidade de estocagem, a maior temperatura da água e o efeito interativo entre a ração consumida e a produtividade primária repercutiram positivamente para obtenção dos melhores índices. Para o matrinxã, entretanto, a eficiência da utilização protéica da ração e conversão alimentar aparente não diferiu significativamente ( $P>0,05$ ) em ambos sistemas de cultivo. De maneira geral, a eficiência da utilização protéica encontrada no presente estudo, tanto para as diferentes espécies como para os dois sistemas de cultivo, pode ser considerada satisfatória, uma vez que Steffens (1987), comparando a utilização de dietas comerciais em diferentes espécies de peixes, considerou valores de eficiência da utilização protéica da dieta em torno de 2 como bom padrão de referência. A melhor conversão alimentar aparente para o matrinxã foi atingida no sistema intensivo, em comparação com o sistema semi-intensivo (1,9 e 2,14, respectivamente). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Jobling et al (1993), os quais observaram que salmonídeos forçados a nadar a velocidade moderada durante seis semanas, apresentaram maior crescimento e melhor conversão alimentar, quando comparados a salmonídeos cultivados em água parada. Estes autores comentam que a melhoria deste índice foi devida à redução no comportamento agressivo dos peixes. Outro fator que pode afetar a conversão alimentar aparente é a densidade de estocagem. Zonneveld & Fadholi (1991) avaliaram o consumo de ração e crescimento da tilápia vermelha híbrida, *Oreochromis niloticus* x *O. urolepsis hornoru*, em diferentes densidades de estocagem e encontraram que, à medida que a densidade de estocagem aumentava, diminuía o índice de conversão alimentar. Estes autores atribuíram este fato ao declínio na qualidade da água, a qual estava estreitamente relacionada ao incremento da biomassa. No presente trabalho, quando cultivados no sistema intensivo, houve piora na conversão alimentar para o tambaqui, mas melhora

Tabela 2 - Índices de desempenho do tambaqui e matrinxã em sistemas de cultivo intensivo e semi-intensivo, durante o período experimental de 170 dias

Table 2 - Tambaqui and matrinxã performance indexes in intensive and semi-intensive culture systems, during 170-days experimental period

Parâmetro Parameter	Sistema de cultivo Fish farming system			
	Matrinxã		Tambaqui	
	Semi-intensivo Semi-intensive	Intensivo Intensive	Semi-intensivo Semi-intensive	Intensivo Intensive
<b>Dados iniciais</b> <i>Initial data</i>				
Número de peixes/m <sup>3</sup> <i>Number of fish/ m<sup>3</sup></i>	1	10	1	10
Comprimento furcal médio (cm) <i>Mean furcal length (cm)</i>	23,3	23,5	15,8	15,1
Peso médio/peixe (g) <i>Mean weight/fish (g)</i>	218,2	220,7	90,4	86,2
Biomassa/tratamento (kg) <i>Biomass/treatment (kg)</i>	16,4	68,6	6,8	31,5
<b>Dados finais</b> <i>Final data</i>				
Numero de peixes/m <sup>3</sup> <i>Number of fish/ m<sup>3</sup></i>	0,7	9,2	1	9,6
Comprimento furcal médio (cm) <i>Mean furcal length (cm)</i>	34,8	32,7	31,6	22,1
Peso médio/peixe (g) <sup>1</sup> <i>Mean weight/fish (g)</i>	814,5 <sup>a</sup>	632 <sup>a</sup>	883,7 <sup>a</sup>	271,7 <sup>b</sup>
Ganho em peso médio (g/dia/peixe) <sup>1</sup> <i>Mean weight gain(g/day/fish)</i>	3,6 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	4,5 <sup>a</sup>	1,05 <sup>b</sup>
Coefficiente de variação do ganho em peso/sistema/espécie (%) <i>Variation coefficient of weight gain/system/species (%)</i>	8,8	3,88	11,3	5,57
Biomassa / tratamento (kg) <sup>1</sup> <i>Biomass/treatment (kg)</i>	34,3 <sup>b</sup>	134 <sup>a</sup>	64,7 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>
Conversão alimentar aparente <sup>1,2</sup> <i>Apparent feed conversion</i>	2,14 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,80 <sup>a</sup>
Eficiência da utilização protéica <sup>1,3</sup> <i>Protein efficiency ratio</i>	1,56 <sup>a</sup>	1,53 <sup>a</sup>	2,55 <sup>a</sup>	1,86 <sup>b</sup>
Taxa de sobrevivência (%) <i>Survival rate (%)</i>	70,6	93,3	100	96

<sup>1</sup> Médias, dentro da mesma espécie, seguidas de letras diferentes, diferem significativamente (P<0,05).<sup>2</sup> Conversão alimentar aparente = consumo de ração (g)/ganho em peso (g).<sup>3</sup> Eficiência da utilização protéica = ganho em peso (g)/proteína ingerida (g)<sup>1</sup> Means for the same species, followed by the same letters, are significantly different (P<.05).<sup>2</sup> Apparent feed conversion = feed intake (g)/weight gain (g).<sup>3</sup> Protein efficiency ratio = weight gain (g)/protein intake (g).

deste índice para o matrinxã. Cabe ressaltar, entretanto, que, apesar da maior densidade de estocagem do sistema intensivo (10 peixes/m<sup>3</sup>), a qualidade da água manteve-se satisfatória ao longo do período experimental neste sistema.

No sistema intensivo, em igarapé, a taxa de sobrevivência foi de 96 e 93,3%, para o tambaqui e matrinxã, respectivamente. Devido ao sistema intensivo estar rodeado por mata ciliar, sem proteção real

contra potenciais predadores, é possível que parte das perdas possam ter sido resultantes de predação. Ao longo do experimento, observaram-se algumas evidências disso, tais como lacerações em várias partes do corpo e alguns peixes decapitados. Perdas por roubo de espécimes também não podem ser descartadas.

No sistema semi-intensivo, entretanto, a taxa de sobrevivência foi de 100% para o tambaqui, e 70,6% para o matrinxã. No 109º dia do experimento, ocorreu

mortalidade de exemplares de matrinxã em uma das unidades experimentais, que foi atribuída à redução na concentração de oxigênio dissolvido na água. Tal mortalidade aconteceu durante a madrugada, quando os níveis de oxigênio dissolvido praticamente caíram a zero, conforme acompanhamento feito durante 24 horas. A mortalidade quase total dos tambaquis, e a sobrevivência dos matrinxãs, sendo que as espécies encontravam-se em duas parcelas diferentes, mas compartilhando o mesmo viveiro, sugere que este fato esteja ligado a particularidades da fisiologia respiratória de cada espécie. O tambaqui conseguiu sobreviver provavelmente graças às adaptações mais refinadas que possui, em nível sanguíneo, para o transporte de oxigênio. A hemoglobina do tambaqui tem maior afinidade pelo oxigênio dissolvido do que a do matrinxã (Val, 1986; Val & Almeida - Val, 1988).

A biomassa final de matrinxã foi quatro vezes maior ( $P < 0,05$ ) no sistema intensivo, em canal de igarapé (134 kg), do que o sistema semi-intensivo, em viveiro (34,3 kg). O ganho em peso diário dos juvenis de matrinxã foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) no sistema intensivo do que no sistema semi-intensivo (3,6 g versus 2,1 g, respectivamente). Do ponto de vista econômico, o sistema de cultivo intensivo apresenta-se mais atrativo para os investidores e com maiores taxas internas de retorno (Rissato, 1995). Entretanto, este sistema exibe maior risco e necessita ser administrado com mão-de-obra especializada e domínio da tecnologia de produção, notadamente por exigir estrito controle da qualidade da água.

As análises da composição centesimal do peixe inteiro, feitas no início (dia 0), meio (dia 78) e final (dia 170) do período experimental, revelaram diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) no conteúdo de gordura e cinzas para o matrinxã (Figura 1). No final do período experimental, o teor de gordura corporal dos juvenis de matrinxã criados no sistema intensivo (13,51%) foi significativamente menor ( $P < 0,05$ ) que o dos indivíduos criados no sistema semi-intensivo (14,95%). Esta diferença já foi observada no 78º dia do experimento, quando o teor de gordura corporal do matrinxã, no sistema intensivo, foi de 16,65%, enquanto no sistema semi-intensivo, de 18,26%. Observações similares foram obtidas para os resultados de cinzas. A composição centesimal dos filés de tambaqui foi significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) em relação à umidade e gordura para os dois

sistemas de cultivo (Figura 2). A concentração de gordura no filé de tambaqui foi de 1,4% no sistema intensivo e 2,41% no sistema semi-intensivo. Portanto, os filés provenientes de tambaquis criados no sistema intensivo, em canal de igarapé, apresentaram 42% menos gordura no final do período experimental que aqueles criados no sistema semi-intensivo, de água parada. O mesmo foi observado no matrinxã, não havendo, contudo, diferença significativa ( $P > 0,05$ ). No sistema intensivo, em canal de igarapé, houve tendência de maior acúmulo de proteína e menor deposição de gordura corporal em ambas espécies no final do experimento. Contudo, o conteúdo de proteína no filé e peixe inteiro não diferiu significativamente entre os dois sistemas de cultivo ( $P > 0,05$ ). Provavelmente, os peixes tiveram maior gasto energético no canal de igarapé para manter a posição de seus corpos na coluna da água e ao nadar contra a corrente, o que ocasionou diminuição na deposição de gordura corporal. No sistema intensivo em canal de igarapé encontrou-se, ainda, menor teor de água corporal no peixe inteiro e no filé, para ambas espécies consideradas. O maior crescimento dos juvenis de matrinxã, no sistema intensivo em canal de igarapé, ocorreu provavelmente devido ao maior desenvolvimento das fibras musculares, refletido pelo maior peso seco, quando comparado ao grupo de peixes que não foi submetido a nado contínuo. Entretanto, para o grupo de peixes cultivados no sistema semi-intensivo de água parada, o peso corporal esteve representado por maior acúmulo de gordura, demonstrando que o aumento em peso corporal dos peixes sob condições de exercício contínuo (cultivo intensivo em canal de igarapé) se deu pelo crescimento da massa muscular e não pelo incremento no conteúdo de água e/ou gordura corporal.

Os resultados obtidos no presente estudo são semelhantes aos obtidos por Christiansen et al (1989), que estudaram o efeito do exercício sustentado sobre o crescimento e a composição corporal de juvenis de trutas, *Salvelinus alpinus*. Estes autores compararam um grupo de peixes submetido a nado forçado com um grupo controle, mantido em água parada. Foi observado que o grupo exercitado apresentou significativa diminuição do nível de lipídios corporais e aumento no conteúdo de proteína corporal em relação ao grupo controle. Igualmente, Jobling et al. (1993) observaram incremento da proteína no tecido muscu-

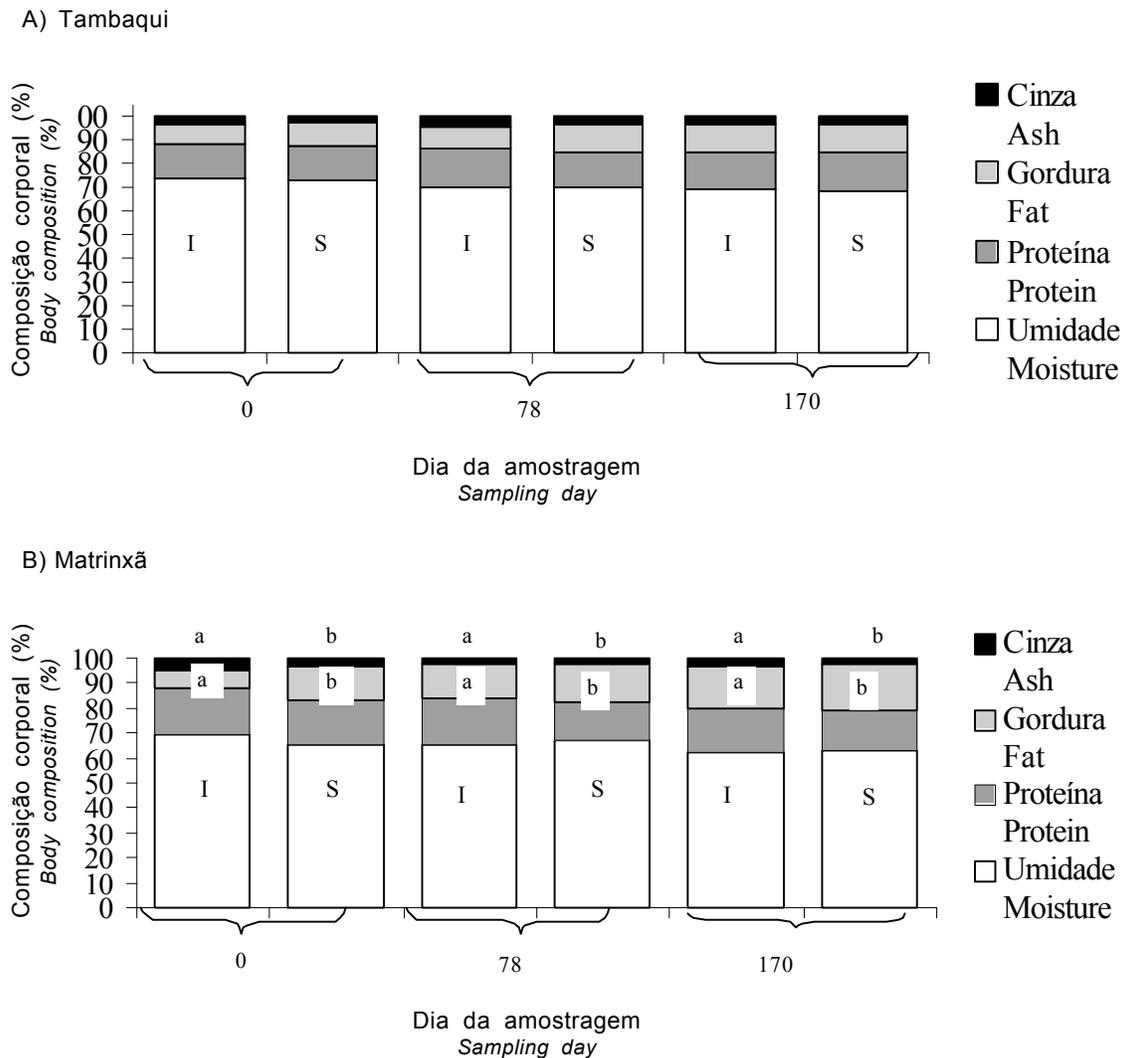


Figura 1 - Composição corporal do peixe inteiro de tambaqui (A) e matrinxã (B) em três amostragens (dia 0, 78 e 170), quando alimentados com ração comercial em dois sistemas de cultivo: intensivo (I) e semi-intensivo (S). Letras diferentes significam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os sistemas de cultivo, dentro de um período de amostragem.

Figure 1 - Body composition of whole fish from tambaqui (A) and matrinxã (B) in three samplings (days 0, 78, and 170), when fed a commercial diet in two culture systems: intensive (I) and semi-intensive (S). Different letters indicate statistical difference ( $P < 0.05$ ) between culture systems, in a sampling period.

lar e diminuição do conteúdo de lipídios em salmões, Articharr, quando submetidos a nado forçado.

No presente estudo, as variações observadas na composição corporal dos peixes nos dois sistemas de cultivo considerados, podem ser devidas a características inerentes a cada espécie. O tambaqui, por exemplo, apresenta sazonalidade bem definida no

acúmulo de gordura, devido a seu comportamento trófico e/ou reprodutivo. O acúmulo de gordura está localizado ao redor das vísceras, havendo pouca variação no filé ao longo do ano (Viegas & Guzman, 1998). Diversos estudos têm mostrado que a deposição de gordura corporal também está estreitamente relacionada à concentração energética da dieta.

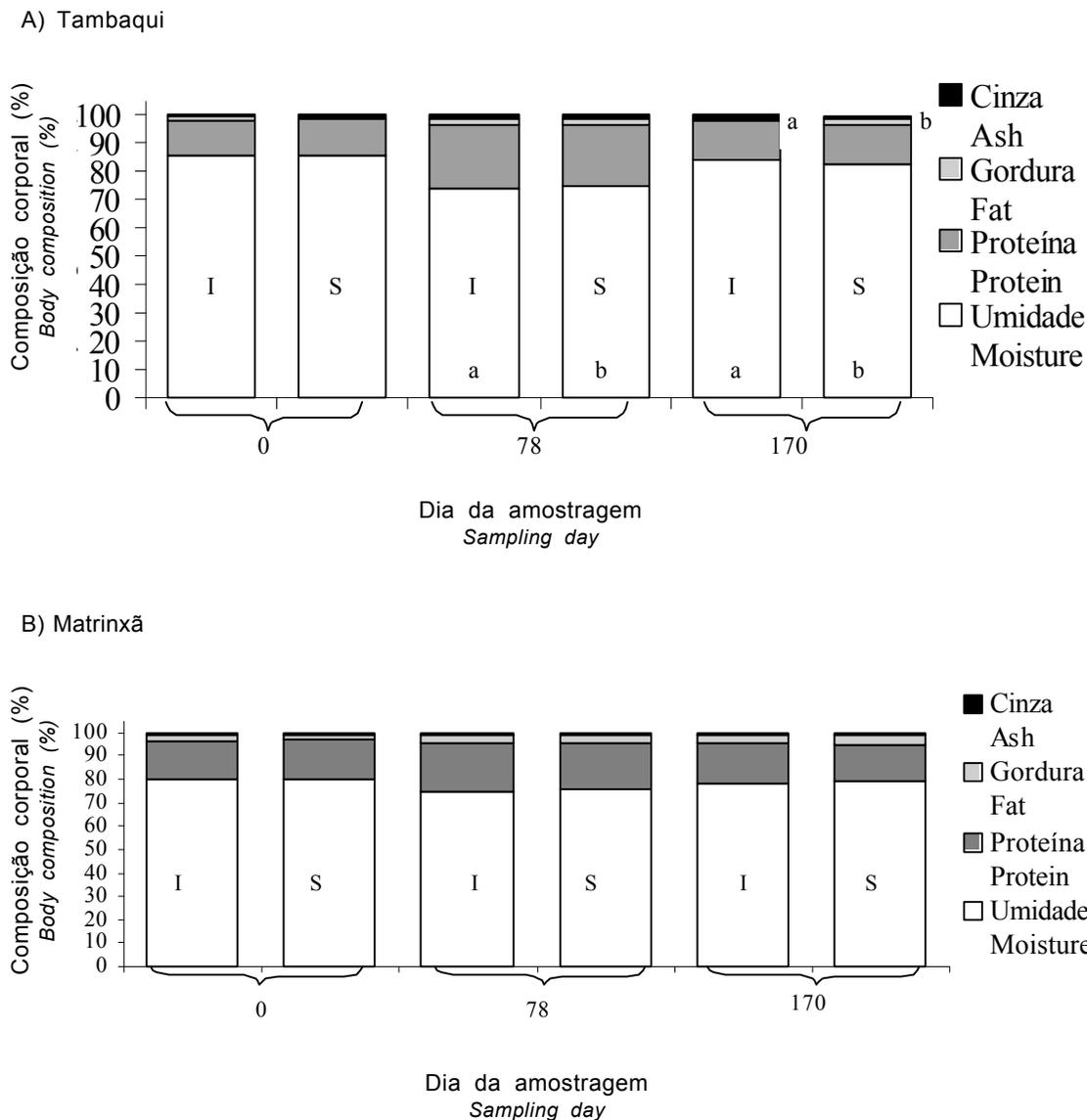


Figura 2 - Composição corporal do filé de tambaqui (A) e matrinxã (B) em três amostragens (dia 0, 78 e 170), quando alimentados com ração comercial em dois sistemas de cultivo: intensivo (I) e semi-intensivo (S). Letras diferentes significam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os sistemas de cultivo, dentro de um período de amostragem.

Figure 2 - Fillet composition for tambaqui (A) and matrinxã (B) in three samplings (days 0, 78, and 170), when fed a commercial diet in two culture systems: intensive (I) and semi-intensive (S). Different letters indicate statistical difference ( $P < 0.05$ ) between culture systems, in a sampling period.

### Conclusões

O presente estudo demonstrou que as composições corporais de tambaqui e matrinxã podem ser alteradas, visando menor concentração de gordura, por meio do cultivo destas espécies em sistema que propicie maior gasto energético, tal como o sistema intensivo em canal de igarapé.

As condições de cultivo do sistema semi-inten-

sivo, entretanto, permitiram maior eficiência da utilização da proteína da dieta para ambas as espécies. A conversão alimentar foi melhor no sistema semi-intensivo para o tambaqui, não havendo, entretanto, diferenças com relação a este índice para o matrinxã.

O ganho em peso das duas espécies variou de modo distinto nos dois sistemas de cultivo: tambaqui apresentou menor ganho em peso no sistema de cultivo intensivo em canal de igarapé, enquanto o ganho em

peso do matrinxã não diferiu nos dois sistemas de cultivo. Esta variação sugere que características biológicas inerentes às espécies fazem com que estas se adaptem melhor a um ou outro sistema de cultivo.

### Agradecimento

Ao Dr. Edson Lessi da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pelas revisões e sugestões feitas a este trabalho. Ao M.Sc. Jorge Gallardo da Coordenação de Pesquisas em Ecologia (INPA), pelo auxílio na análise estatística. Ao projeto "Desenvolvimento da Aquicultura no Amazonas", do Programa de Intercâmbio Interuniversitário CAPES/The British Council, pelo apoio financeiro dado para a realização deste estudo, e às técnicas Maria Inês de Oliveira Pereira e Suzana Otsuka Kawashima, da Coordenação de Pesquisas em Aquicultura/INPA, pelas análises laboratoriais.

### Literatura Citada

- ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Tefê: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 1998. 186p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses**. 13ed. Washington, D. C.: 1975. 937p.
- BELLO, R.A.; RIVAS, W. G. **Evaluación y aprovechamiento de la cachama, *Colossoma macropomum* cultivada, como fuente de alimento**. Mexico: FAO, Proyecto Aquila II, 1992. 113p. (Documento de Campo, 2)
- CASTAGNOLLI, N. Fatores que influenciam a absorção de energia nos peixes. In: **Fundamentos de nutrição de peixes**. São Paulo: Livrocercas, 1979. 108p.
- CHRISTIANSEN, J.S.; RINGO, E.; JOBLING, M. Effects of sustained exercise on growth and body composition of first-feeding fry of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). **Aquaculture**, v.79, p.329-335, 1989.
- CHRISTIANSEN, J.S.; JOBLING, M. The behaviour and the relationship between food intake and growth and juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., subjected to sustained exercise. **Canadian Journal of Zoology**, v.68, p.2185-2191, 1990.
- COSTA, L.R.F. **Subsídios ao manejo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) na várzea do médio Solimões: pesca, dinâmica de populações, estimativa de densidade e dispersão**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 1998. 76p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Universidade Federal do Amazonas, 1998.
- CYRINO, J.E.P. Regulação nutricional do crescimento. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS**, 1995, Campos do Jordão. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1995. p.69-90.
- FIM, J.D.I. Sistema integrado de cultivo entre animais e peixes. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 1995. 149p.
- FREITAS, J.V. **Estudo de algumas características físicas e da composição química da carpa espelho, *Cyprinus carpio* (L. 1758) vr. *Specularis*, criada em cativeiro**. Fortaleza: DNOCS, 1988. p.5-15 (Boletim Técnico, 46).
- GOULDING, M. **Ecologia de pesca do Rio Madeira**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1979. 172p.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.1, n.2, p.107-133, 1982.
- HONCZARYK, A. O potencial do matrinxã, *Brycon cephalus*, na piscicultura da Amazônia. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL AMAZÔNIA NO TERCEIRO MILÊNIO: ATITUDES DESEJÁVEIS**, 1999, Manaus. **Anais ...** Manaus: 1999. p.24-27.
- HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. **Acta Amazônica**, v.4, p.47-53, 1974.
- HUSS, R.B. **El pescado fresco su calidad y cambios de su calidad**. Roma: FAO, 1998. 202 p. (Documento Técnico de Pesca, 348).
- JOBLING, M.; BAARVIK, B.M.; CHRISTIANSEN, J.S. et al. The effects of prolonged exercise training on growth performance and production parameters in fish. **Aquaculture International**, v.1, p.95-111, 1993.
- JUNK, J. W. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related environmental changes of Amazon river. **Amazoniana**, v.9, n.3, p.315-351, 1985.
- LOPES, A.; SILVA DA ROCHA.; M. Hidroquímica das águas de superfícies da bacia do Puraquequara-Manaus-AM. In: **JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INPA**, 7., 1999, Manaus. **Anais...** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1999. p.191-193.
- LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER. et al. **Ictiologia**. México: John Wiley & Sons, 1977. 489p.
- LOVE, R.M. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish In: HALL, G.M. (Ed.) **Fish processing technology**. Glasgow: Blache Academic G. Prossional, 1992. p.1-27.
- MACHADO, Z.L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife: Superintendência de Desenvolvimento da Região Nordeste - Divisão de Recursos Pesqueiros, 1984. 277p.
- OGAWA, M.; KOIKE, J. **Manual de pesca**. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará, 1987. 800p.
- REINTZ, G.; HITZEL, F. Formulation of practical diets for rainbow trout based on desired performance and body composition. **Aquaculture**, v.19, p.243-252, 1980.
- RISSATO, D. Cultivo semi-intensivo de tilápias gera prejuízos para o produtor. **Panorama da Aquicultura**, v.5, p.5-7, 1995.
- SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v.119, p.63-88, 1994.
- SILVA, J.A.M. **Nutrientes energia e digestibilidade aparente de frutos e sementes consumidos pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) nas florestas inundáveis da Amazônia central**. Manaus: Universidade

- Federal do Amazonas, 1997. 149p. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Universidade Federal do Amazonas, 1997.
- STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Zaragoza: Acribia, 1987. 350p.
- TACON, A.G.J.; DE SILVA, S.S. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming system in the tropics. **Aquaculture**, v.151, p.379-404, 1997.
- VAL, A.L. **Hemoglobinas de *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characoidei, Pisces): Aspectos adaptativos (Ilha da Marçantaria, Manaus, AM)**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia /FUA, 1986. 112p. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Fundação Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1986.
- VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. Adaptative features of Amazon fish. Hemoglobins of *Brycon cephalus* and *Brycon erythropterum* (Pisces). **Revista Brasileira de Genética**, v.11, n.1, p.27-39, 1988.
- VIEGAS, E.M.M.; GUZMAN, E.C. Effect of sources and levels of dietary lipids on growth, body composition, and fatty acids. **World Aquaculture**, v.29, n.10, p.66-70, 1998.
- VILLACORTA-CORREA, M.A. **Crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, characidae) no rio Negro, seus afluentes e no baixo rio Solimões**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/FUA, 1987. 124p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Fundação Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1987.
- VILLACORTA-CORREA, M.A. **Estudo de idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/UFAM, 1997. 217p. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Fundação Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1997.
- ZANIBONI FILHO, E. **Biologia da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, characidae)**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/FUA, 1985. 138p. Dissertação (Mestrado Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Fundação Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1985.
- ZONNEVELD, N.; FADHOLI, R. Feed intake and growth of red tilapia at different stocking densities in ponds in Indonesia. **Aquaculture**, v.99, p.83-94, 1991.

Recebido em: 21/03/01

Aceito em: 18/02/02