

## Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede

Franmir Rodrigues Brandão<sup>(1)</sup>, Levy de Carvalho Gomes<sup>(2)</sup>, Edsandra Campos Chagas<sup>(2)</sup>  
e Lucelle Dantas de Araújo<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro Universitário Nilton Lins, Av. Prof. Nilton Lins 3259, CEP 69058-040 Manaus, AM. E-mail: franmir@cpaa.embrapa.br <sup>(2)</sup>Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: levy@cpaa.embrapa.br, edsandra@cpaa.embrapa.br, lucelle@cpaa.embrapa.br

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade de estocagem mais adequada para a fase de recria de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanque-rede. Foram utilizados 12 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup> cada, com peixes distribuídos nas densidades de 200, 300, 400 e 500 peixes/m<sup>3</sup> em três repetições. Os peixes foram alimentados seis vezes por semana em três refeições diárias com ração comercial com 36% de proteína bruta, durante 60 dias. Foram analisados o crescimento em peso e em comprimento, o coeficiente de variação do comprimento, a taxa de crescimento específico e a glicose sanguínea aos 30 e 60 dias de criação. Ao final do experimento, foram analisados os seguintes parâmetros de produtividade: sobrevivência, conversão alimentar aparente, ganho de peso e produção por área. Os parâmetros físico-químicos da água foram avaliados a cada sete dias. O crescimento em peso e em comprimento, aos 60 dias, foi maior na densidade de 200 peixes/m<sup>3</sup> do que na de 500 peixes/m<sup>3</sup>. O coeficiente de variação, a taxa de crescimento específico e a glicose não diferiram entre as densidades aos 30 e 60 dias. A sobrevivência final, a conversão alimentar aparente e o ganho de peso foram iguais em todas as densidades. A produção por área foi significativamente maior nas duas maiores densidades. Os resultados indicaram que a densidade de 400 peixes/m<sup>3</sup> é a mais adequada para recria de juvenis de tambaqui em tanque-rede.

Termos para indexação: *Colossoma macropomum*, piscicultura, produção.

## Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages

**Abstract** – The objective of this work was to determine the adequate stocking density to second growth phase of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles in cage. Twelve cages of 1 m<sup>3</sup> were used to stock fish in four different densities, with three replicate: 200, 300, 400 and 500 fish/m<sup>3</sup>. Fish were fed with commercial diets with 36% of crude protein six times a week, in three daily meals during 60 days. The growth in weight and in length, coefficient of variation of length, specific growth rate and glucose were analyzed at 30 and 60 days of rearing. At the end of the experiment final productivity parameters were evaluated: survival, feed conversion, weight gain and production per area. Physical-chemical parameters of water were evaluated each seven days. After 60 days, the growth in weight and length was higher in the density of 200 fish/m<sup>3</sup> compared to the density of 500 fish/m<sup>3</sup>. The coefficient of variation of length, specific growth rate and glucose present no significant differences among the treatments at 30 and 60 days. Survival, feed conversion and weight gain were similar for all densities. The production per area was higher in the two highest densities. Results indicate that the density of 400 fish/m<sup>3</sup> is more adequate to second growth phase of tambaqui in cage.

Index terms: *Colossoma macropomum*, fish culture, production.

### Introdução

A tecnologia de piscicultura em tanques-rede tem se revelado uma técnica promissora por conciliar o uso sustentável do meio ambiente com alta produtividade oriunda da utilização de altas taxas de estocagem

(Merola & Cantelmo, 1987; Andrade et al., 1993; Beveridge, 1996; Chagas et al., 2003) e vem sendo amplamente difundida no Brasil.

Os juvenis de espécies nativas, normalmente disponíveis no mercado, são de tamanho inferior ao mínimo necessário (10–12 cm) para povoamento de tanque-rede

de engorda. Portanto, para que a criação de peixes em tanques-rede cresça no Brasil, é necessário desenvolver um pacote de produção direcionado para recria, que é a fase de engorda de um juvenil de 2–5 cm até atingir 10–12 cm.

No desenvolvimento de um pacote de produção para uma espécie de peixe, o primeiro passo é a determinação da densidade de estocagem ideal, a qual visa determinar os níveis ótimos de produtividade por área. Jobling (1994) relata que a densidade de estocagem tem efeito na sobrevivência e no crescimento, sendo uma possível causa do fracasso na produção final de peixes. Normalmente, peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa (Gomes et al., 2000), caracterizando baixo aproveitamento da área disponível. Por sua vez, peixes mantidos em altas densidades normalmente têm menor crescimento (El-Sayed, 2002), ficam estressados (Iguchi et al., 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanho heterogêneo (Cavero et al., 2003).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie mais criada na Região Amazônica (Araújo-Lima & Goulding, 1997; Val et al., 2000) e com maior disponibilidade de juvenis.

O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade de estocagem adequada para a fase de recria de tambaqui em tanque-rede.

### Material e Métodos

Juvenis de tambaqui de  $2,47 \pm 0,05$  cm e  $0,24 \pm 0,01$  g (média $\pm$ erro-padrão) foram obtidos na fazenda Santo Antônio, Rio Preto da Eva, AM, e levados para 12 tanques-rede com  $1 \text{ m}^3$  de área útil e malha de 20 mm entrenós, revestidos internamente por uma malha de multifilamento de 5 mm entrenós. Os tanques-rede foram instalados em um açude de 6 ha abastecido por água da chuva, localizado no Pesque-Pague San Diego, Manaus, AM, com as seguintes características físico-químicas: oxigênio dissolvido (mg/L),  $7,3 \pm 0,8$ ; temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $29,7 \pm 0,5$ ; pH,  $6,7 \pm 0,3$ ; dureza (mg/L),  $3,6 \pm 0,6$ ; alcalinidade (mg/L),  $5,6 \pm 1,9$  e amônia total (mg/L),  $1,2 \pm 0,4$ .

O açude era povoado por uma quantidade desconhecida de tambaqui e matrinxã (*Brycon cephalus*) destinados a pesca esportiva. Nos tanques os juvenis foram distribuídos em um delineamento experimental inteira-

mente casualizado nas densidades de 200, 300, 400 e 500 peixes/ $\text{m}^3$ , com três repetições. O experimento teve duração de 60 dias, entre maio e julho de 2003, e os peixes foram alimentados até a saciedade aparente três vezes por dia, seis dias por semana, com ração comercial extrusada com 36% de PB.

Aos 30 e 60 dias de criação foram capturados 30 peixes de cada tanque-rede, sendo estes anestesiados com 100 mg/L de benzocaína (Gomes et al., 2001), pesados e medidos. Com o resultado da biometria, foi possível calcular o crescimento em peso e comprimento, o coeficiente de variação do comprimento [ $\text{CV} = (\text{desvio-padrão do comprimento}/\text{comprimento médio}) \times 100$ ] e a taxa de crescimento específico ( $\text{TCE} = [(\ln \text{ peso tempo } 0 - \ln \text{ peso tempo } 1)/\text{tempo}] \times 100$ ). Os parâmetros de produtividade final avaliados foram: sobrevivência (%), produção por área (peixes/ $\text{m}^3$ ), ganho de peso (GP = peso inicial - peso final) e conversão alimentar aparente (CAA = consumo de ração/ganho de peso).

O oxigênio dissolvido e a temperatura foram avaliados seis vezes por semana com um oxímetro digital, e a cada sete dias o pH com um potenciômetro digital, alcalinidade e dureza por titulação (Boyd, 1982) e a amônia total conforme Verdow et al. (1978).

Aos 30 e 60 dias após o início do experimento foi retirado sangue, por punção caudal, de cinco peixes de cada tanque-rede para avaliar o estado fisiológico dos animais. O indicador fisiológico de estresse foi a glicose sanguínea, medida com um leitor digital (Advantage).

Os resultados obtidos foram comparados entre as densidades por uma análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade (Zar, 1999).

### Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade da água, com exceção do pH e da amônia, não apresentaram diferença significativa entre as densidades (Tabela 1). As concentrações de oxigênio dissolvido e temperatura estão dentro da faixa considerada ótima para criação de peixes por Boyd (1982). Os valores de dureza e alcalinidade estão abaixo do considerado adequado para criação de peixes, porém as águas de ocorrência natural da espécie e as utilizadas para criação de peixes na Amazônia, normalmente, apresentam baixas concentrações de sais dissolvidos (Izel, 1995; Araújo-Lima & Goulding, 1997). Dessa maneira, essas variáveis, mesmo estando abaixo do considerado ideal, não devem ter causado um efeito negativo na produção do tambaqui.

**Tabela 1.** Parâmetros de qualidade da água durante a recria de juvenis de tambaqui em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem<sup>(1)</sup>.

Parâmetros físico-químicos	Densidade de estocagem (peixes/m <sup>3</sup> )			
	200	300	400	500
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,00±0,01a	6,98±0,03a	6,96±0,02a	6,95±0,01a
Temperatura (°C)	29,60±0,02a	29,59±0,01a	29,58±0,03a	29,61±0,01a
pH	6,70±0,03a	6,62±0,01ab	6,55±0,04ab	6,52±0,03b
Alcalinidade (mg/L)	6,50±0,39a	5,93±0,12a	6,19±0,13a	6,46±0,12a
Dureza (mg/L)	3,56±0,09a	3,56±0,06a	3,47±0,02a	3,45±0,06a
Amônia total (mg/L)	1,69±0,08a	1,43±0,09ab	1,30±0,05b	1,23±0,06b

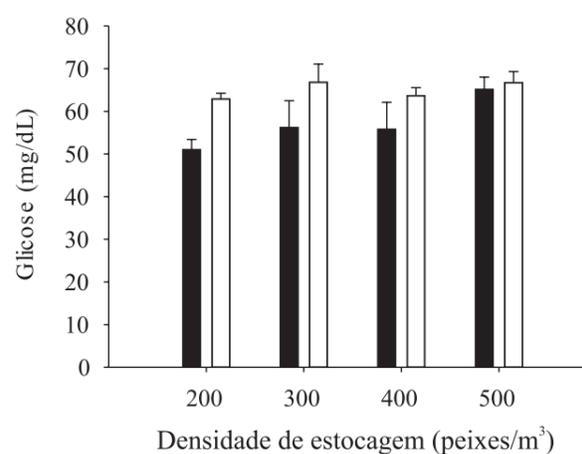
<sup>(1)</sup>Médias±erro-padrão seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O pH foi mais alto na densidade de 500 peixes/m<sup>3</sup> do que na de 200 peixes/m<sup>3</sup>. As demais densidades não apresentaram diferença significativa. Segundo Aride (1998), o melhor crescimento de tambaqui ocorre em pH ácido (4–6), sendo este valor semelhante aos obtidos nas densidades testadas no presente trabalho; portanto os valores de pH obtidos estão dentro da faixa ótima para o crescimento da espécie.

A amônia foi mais alta na menor densidade quando comparada às demais densidades estudadas. A principal causa para os altos valores de amônia total obtidos deve ser o intenso processo de excreção dos peixes existentes no açude; esta hipótese é reforçada pelo fato de a amônia do açude, no ponto de coleta fora dos tanques-rede, também apresentar valor elevado (1,2 mg/L).

De acordo com Ismiño-Orbe (1997), valores de até 0,46 mg/L de NH<sub>3</sub> não causam diminuição do crescimento do tambaqui, sendo esta uma espécie extremamente resistente à toxidez de amônia. Como o pH da água era ácido, a fração tóxica de amônia foi de apenas 0,08–0,8% da amônia total, bem abaixo do valor crítico para o crescimento da espécie. Desta forma, esta variável não causou efeito negativo na produção de juvenis de tambaqui.

A glicose é um eficiente indicador de distúrbio fisiológico, por ser a principal fonte de energia utilizada pelos peixes para suportar situações desfavoráveis (Morgan & Iwama, 1997). Segundo Procarione et al. (1999), densidades de estocagem extremas causam um aumento na glicose sanguínea e conseqüente diminuição do crescimento, pois a energia destinada ao crescimento é desviada para compensar a situação desfavorável. Não houve diferença significativa na glicose sanguínea dos peixes entre as densidades aos 30 e 60 dias de criação, o que mostra que nenhuma das densidades testadas é fisiologicamente extrema para o tambaqui (Figura 1). Os valores de glicose obtidos (51–65 mg/dL) são se-



**Figura 1.** Glicose sanguínea de juvenis de tambaqui após 30 (■) e 60 (□) dias de recria em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem. As colunas representam os valores médios de três repetições de cada densidade (n = 5 para cada repetição), e as barras, o erro-padrão.

melhantes aos valores basais da espécie obtidos por Gomes et al. (2001) e Chagas et al. (2003).

De acordo com Jobling (1994), altas densidades de estocagem geram problemas de espaço e afetam a taxa de crescimento. As variáveis de crescimento avaliadas não apresentaram diferença significativa entre as densidades com 30 dias, indicando que para este tempo de criação a disponibilidade de espaço não teve efeito adverso no crescimento dos peixes, mas o tamanho médio dos peixes (5,3–5,8 cm) ainda não é o suficiente para povoar tanques-rede de engorda (Tabela 2). Resultado semelhante foi observado em relação a juvenis de jundiá (*Rhamdia* sp.), criados por 30 dias, em tanques-rede na densidade de 500 peixes/m<sup>3</sup>, que apresentaram tamanho médio final de 5,98 cm (Vaz et al., 2003).

Na avaliação de 60 dias, o crescimento em comprimento e peso na densidade de 500 peixes/m<sup>3</sup> foi signifi-

ficativamente mais baixo que na densidade de 200 peixes/m<sup>3</sup>; as demais densidades não diferiram entre si. Com exceção da densidade mais alta, todas as demais atingiram o tamanho médio final desejado para a fase de recria, ou seja, >10 cm. O comprimento final de juvenis de tambaqui, após a recria em viveiros (Melo et al., 2001) e tanques (Souza et al., 1998), com duração de 50–60 dias é semelhante ao obtido no presente trabalho, evidenciando que o sistema de criação em tanque-rede é eficiente para a fase de recria.

De acordo com Ricker (1958), em um sistema de produção de peixes, é mais importante avaliar o aumento de peso do que o crescimento em comprimento. Porém, deve-se observar que esta consideração se aplica à fase de engorda. Na fase de recria direcionada para a engorda em tanque-rede, o crescimento em comprimento é mais importante do que o aumento de peso, pois

**Tabela 2.** Crescimento de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem<sup>(1)</sup>.

Densidade de estocagem (peixes/m <sup>3</sup> )	Período de criação (dias)	
	30	60
	Comprimento (cm)	
200	5,60±0,24a	10,74±0,36a
300	5,88±0,26a	10,70±0,16ab
400	5,86±0,45a	10,49±0,20ab
500	5,30±0,11a	9,80±0,21b
	Massa (g)	
200	5,17±0,54a	23,80±0,98a
300	3,89±0,35a	20,90±1,33ab
400	4,08±1,00a	20,56±1,33ab
500	2,99±0,34a	16,47±0,44b
	CV (%) do comprimento	
200	18,70±2,47a	14,15±2,77a
300	17,94±1,20a	9,54±1,02a
400	18,72±1,90a	15,56±0,95a
500	18,63±1,52a	19,91±3,76a
	Taxa de crescimento específico (%)	
200	9,15±0,27a	6,17±0,28a
300	9,25±0,33a	5,62±0,41a
400	9,27±0,76a	5,53±0,61a
500	8,43±0,35a	5,72±0,32a

<sup>(1)</sup>Médias±erro-padrão seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Produtividade de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem<sup>(1)</sup>.

Parâmetros	Densidade de estocagem (peixes/m <sup>3</sup> )			
	200	300	400	500
Sobrevivência (%)	81,2±4,8a	68,8±12,2a	81,6±4,20a	84,0±4,7a
Conversão alimentar aparente	1,23±0,18a	1,27±0,17a	1,00±0,06a	0,92±0,05a
Produção por área (peixes/m <sup>3</sup> )	174,3±9,6a	203,3±36,7a	326,3±16,8b	420,0±23,4b
Ganho de peso (g/m <sup>3</sup> )	4.057±396a	4.147±834a	6.530±755a	6.639±395a

<sup>(1)</sup>Médias±erro-padrão seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

são necessários peixes do tamanho adequado, que não passem pela malha do tanque de engorda.

O coeficiente de variação do crescimento (CV) e a taxa de crescimento específico (TCE) não apresentaram diferenças significativas entre as densidades. Estes resultados são inversos ao esperado, pois outras espécies como o matrinxã e “largemouth bass” (*Micropterus salmoides*) apresentam um CV maior e uma TCE menor com o aumento da densidade de estocagem (Gomes et al., 2000; Petit et al., 2001). Juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*), criados em tanque-rede, apresentam um crescimento mais homogêneo (CV de 6,94%–7,60%) (Cavero et al., 2003) do que o obtido para o tambaqui. Os autores atribuem este resultado ao manejo alimentar. Estudos futuros devem testar diferentes protocolos de manejo alimentar durante a recria de tambaqui em tanque-rede, a fim de diminuir a variação do tamanho dos peixes criados.

A conversão alimentar aparente (CAA) e o ganho de peso (GP) não apresentaram diferenças significativas entre as densidades (Tabela 3). A CAA obtida neste estudo (1,27–0,92) foi melhor do que a reportada por Chagas et al. (2003) na fase de engorda desta espécie em tanque-rede. Este resultado pode ser atribuído ao fato de que os peixes menores são mais eficientes em converter ração em músculo, como já observado em vários peixes como, por exemplo, o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Silva et al., 1997), ou que o manejo alimentar aplicado neste trabalho foi melhor do que o manejo realizado no estudo de Chagas et al. (2003). Os resultados de CAA mostram que o juvenil de tambaqui é mais eficiente em converter a ração do que a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (El-Sayed, 2002) e o matrinxã (Gomes et al., 2000) durante a larvicultura.

A sobrevivência média final ficou entre 84,0±4,7% na densidade de 500 peixes/m<sup>3</sup> e 68,8±12,2% na densidade de 300 peixes/m<sup>3</sup>, porém não houve diferença significativa entre as densidades (Tabela 3). Da mesma forma que para o tambaqui, a densidade de estocagem não tem efeito na sobrevivência do bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*) (Esquivel et al., 1997) e da carpa-cabeça-

grande (*Aristichthys nobilis*) (Engle, 1982) durante a recria. A sobrevivência média obtida (em torno de 80%) é semelhante à obtida para o tambaqui nos sistemas de recria em viveiro (75%) e em tanque (94%) (Souza et al., 1998; Melo et al., 2001).

A produção por área foi significativamente mais alta nas densidades de 400 e 500 peixes/m<sup>3</sup> quando comparada às densidades de 200 e 300 peixes/m<sup>3</sup>. A produção nas duas maiores densidades foi de 326±16,8 e 420±23,4 peixes/m<sup>3</sup>, respectivamente, sendo estas muito mais altas que as obtidas na recria de tambaqui em viveiros (Melo et al., 2001) e tanques (Souza et al., 1998) que foram, respectivamente, de 7,5 e 20 peixes/m<sup>3</sup>.

### Conclusões

1. A produção por área em tanque-rede é maior com o aumento da densidade de estocagem.
2. A densidade de estocagem ideal para fase de recria de tambaqui em tanque-rede é de 400 peixes/m<sup>3</sup>.

### Agradecimentos

A Finep/Fucapi e ao BASA, pelo apoio financeiro; ao Senhor José P. de Souza, pelo apoio técnico; à pesquisadora Nivia Pires Lopes, pela coleta do sangue para análise de glicose; ao pesquisador Rodrigo Roubach, pela correção do manuscrito; ao Senhor Hélcio Ferreira, pela cessão do açude para a realização do trabalho.

### Referências

- ANDRADE, P.C.M.; TOLENTINO, A.S.; FREITAS, C.E.C. Desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) em gaiolas. **Revista da Universidade do Amazonas: Série Ciências Agrárias**, v.2, p.21-30, 1993.
- ARAUJO-LIMA, C.R.M.; GOULDING, M. **So fruitful fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui**. New York: Columbia University Press, 1997. 157p.
- ARIDE, P.H.R. **Efeito do pH nos parâmetros hematológicos e no ganho de peso de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)**. 1998. 52p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. Oxford: Fishing News Books, 1996. 346p.
- BOYD, C.E. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier Science, 1982. 317p.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.103-107, 2003.

CHAGAS, E.C.; LOURENÇO, J.N.P.; GOMES, L.C.; VAL, A.L. Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2003, Goiânia. **Anais. Jaboticabal: Aquabio**, 2003. p.83-93.

EL-SAYED, A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v.33, p.621-626, 2002.

ENGLE, C.R. Growth of fed and unfed bighead carp in cages at two stocking densities. **Progressive Fish-Culturist**, v.44, p.216-217, 1982.

ESQUIVEL, B.M.; ESQUIVEL, J.R.; ZANIBONI, E. Effects of stocking density on growth of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fingerlings in southern Brazil. **Journal of Applied Aquaculture**, v.7, p.1-6, 1997.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

GOMES, L.C.; CHIPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. Efficacy of benzocaine as anesthetic for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.31, p.426-431, 2001.

IGUCHI, K.; OGAWA, K.; NAGAE, M.; ITO, F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture**, v.202, p.515-523, 2003.

ISMIÑO-ORBE, R.A. **Excreção e efeito da amônia sobre o crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818)**. 1997. 29p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

IZEL, A.C.U. A qualidade do solo e da água. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1995. p.17-28.

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 294p.

MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa-CPAA, 2001. 30p. (Documentos 18).

MEROLA, N.; CANTELMO, O.A. Growth, conversion and mortality of cage-reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. **Aquaculture**, v.66, p.223-233, 1987.

MORGAN, J.D.; IWAMA, G.K. Measurements of stressed states in the field. In: IWAMA, G.K.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B. (Ed.). **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p.247-270. (Society for Experimental Biology Seminar Series, 62).

PETIT, G.; BEAUCHAD, M.; BUISSON, B. Density effects on food intake and growth of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Aquaculture Research**, v.32, p.492-495, 2001.

PROCARIONE, L.S.; BARRY, T.P.; MALISON, J.A. Effects of high rearing density and loading rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. **North American Journal of Aquaculture**, v.61, p.91-96, 1999.

RICKER, W.E. **Handbook of computations for biological statistics of fishes populations**. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada, 1958. 300p.

SILVA, J.W.B.E.; BERNARDINO, G.; SILVA NOBRE, M.I.S.; FERRARI, V.A.; MENDONÇA, J.O.J. Cultivo do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em duas densidades de estocagem no nordeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.10, p.61-70, 1997.

SOUZA, R.A.L.; MELO, J.S.C.; PEREIRA, J.A.; PERET, A.C. Determinação da densidade de estocagem de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Pisces; Characidae) no Estado do Pará – Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.11, p.39-48, 1998.

VAL, A.L.; ROLIM, P.R.; RABELO, H. Situação atual da aqüicultura na Região Norte. In: VALENTE, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A.; BORGHETTI, J.R. (Ed.). **Aqüicultura no Brasil**: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq; MCT, 2000. p.247-266.

VAZ, B.S.; POUÉY, J.L.O.F.; ANDRADE, S.O.; PANOZZO, L.E.; AZEVEDO, R.T. Produção de alevinos de jundiá (*Rhamdia* sp.) em tanques-rede de pequeno volume. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2003, Goiânia. **Anais**. Jaboticabal: Aquabio, 2003. p.33-38.

VERDOW, H.; VANECHTED, C.J.A.; DEKKERS, E.M.J. Ammonia determination based on indophenol with sodium salicylate. **Water Research**, v.12, p.399-402, 1978.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 63p.

---

Recebido em 29 de julho de 2003 e aprovado em 13 de janeiro de 2004