

ARTIGO



AUTORES:

Raimundo Aderson
 Lobão de Souza¹

Alberto Carvalho Peret²

André Moldenhauer
 Peret³

Alex da Silva Souza³

Maria de Jesus Jorge
 Rodrigues⁴

Jefferson Murici
 Penafort¹

¹ Instituto Socioambiental e Recursos Hídricos - Universidade Federal Rural da Amazônia, 66.077-530, Belém - PA, Brasil.

² Universidade Federal de São Carlos-UFScar, Depto. de Hidrobiologia, 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

³ Instituto Federal do Pará, 68.440-970, Abaetetuba, PA, Brasil.

⁴ Secretaria Executiva de Agricultura - Sagri, 66.093-410, Belém, PA, Brasil.

Recebido: 15/10/2009

Aprovado: 20/05/2010

AUTOR CORRESPONDENTE:

Raimundo Aderson Lobão de Souza
 Email: adersonlobao@globo.com

PALAVRAS-CHAVE:

Piscicultura,
 Crescimento de peixes,
 Arapaima gigas.

KEY WORDS:

Fish-farming,
 Fish growth,
 Arapaima gigas.

Cultivo consorciado do pirarucu com a tilápia

Intercropping Arapaima gigas with Oreochromis niloticus

Resumo: Com o propósito de estudar o crescimento do pirarucu (*Arapaima gigas*) e da tilápia (*Oreochromis niloticus*), em um cultivo consorciado, foi utilizado um viveiro com área de 190 m², tendo sido escavado em Gleissolo Háplico povoado com 10 indivíduos de *A. gigas* medindo 21,5 cm de comprimento médio e pesando, em média, 54,21 g. A tilápia foi introduzida como alimento, totalizando 6840 indivíduos (36 peixes m⁻²) medindo 5,4 cm em média, e com peso médio de 3,2 g, e seis casais de tilápia, com 12,4 cm e 32,46 g de comprimento total médio e peso total médio, respectivamente. As tilápias foram alimentadas com ração de frango farelada com 23% de proteína bruta em quantidades de 2% da biomassa inicial, durante todo o período de cultivo, apenas para manter as necessidades básicas. O crescimento do *A. gigas*, submetido ao forrageamento de alevinos de *O. niloticus* em cativeiro, foi estimada mensalmente pelos: incremento relativo em comprimento, incremento relativo em peso, curva de crescimento ajustada aos dados de comprimento, relação peso/comprimento, sendo que as curvas de crescimento em peso foram obtidas pelo método dedutivo da conjunção entre a relação peso/comprimento e a curva de crescimento em comprimento, a curva de sobrevivência da tilápia foi obtida pelo ajustamento da curva aos dados mensais das densidades e as curvas de biomassa pela conjunção entre as curvas de sobrevivência e a de crescimento em peso. Os resultados demonstraram que as tilápias devem ser oferecidas como alimento em tamanho inferior a 15 cm e densidades superiores a 36 peixes m⁻² para cada 10 pirarucus durante todo o período de cultivo. A partir de 15 cm, a tilápia dificilmente é consumida pelo pirarucu, podendo ficar disponível ao piscicultor, para consumo.

Abstract: Intercropping of *Arapaima gigas* (Pisces, Arapaimatidae) with tilapia, *Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae). In order to study the growth of *Arapaima gigas* (Pisces, Arapaimatidae) and *Oreochromis niloticus* (tilapia) in a mixed system, a fish pond of 190 m² surface area was excavated in Gleissolo Háplico soil and stocked with 10 arapaima individuals measuring an average of 21.5 cm and weighing an average of 54.21 g. The tilapia stock amounted to a total of 6840 individuals (36 individuals m⁻²), each fish measuring 5.4 cm on average with an average weight of 3.2 g, and six pairs of mature tilapia, with 12.4 cm average length and an average weight of 32.46 g. The tilapia were fed chicken feed with 23% raw protein in quantities of 2% of initial biomass throughout the growing season for the sole purpose of meeting their basic needs. Evaluation of the growth of *A. gigas* fed on *O. niloticus* minnows in captivity was estimated monthly according to several indices: weight gain relative to length, relative increase in weight, growth curve fitted to length, and weight to length. Weight was obtained from the regression between weight to length and the growth curve for length. The survival curve for tilapia was obtained by plotting monthly density data. Tilapia biomass curves were obtained from curves for survival and weight. The results showed that tilapia smaller than 15 cm in length should be offered as food at densities exceeding 36 individuals m⁻² for every 10 arapaima throughout the growing season. Tilapia longer than 15 cm are almost never consumed by arapaima and may be available for fish farming for human consumption.

1 Introdução

O pirarucu (*Arapaima gigas*), é um peixe da família Arapaimatidae (FERRARIS, 2003; SANTOS et al., 2004), e um carnívoro com preferência a piscívoro, segundo Lüling (1971), Schaler e Dorn (1973) e Ferraris (2003). Provavelmente é a espécie mais promissora para o desenvolvimento da criação de peixes em regime intensivo na Região Amazônica. Possui alta velocidade de crescimento, podendo alcançar até 10 kg no primeiro ano de criação (MENEZES, 1951; CARVALHO; NASCIMENTO, 1992; IMBIRIBA, 2001) e na natureza, o peso máximo de 200 kg e comprimento total de 2 a 3 metros (SAINT-PAUL, 1986), sendo comum a captura de indivíduos com peso variando entre 30 kg e 40 kg no ambiente natural.

Na piscicultura, a alimentação representa 40 a 60% dos custos operacionais, dado o alto teor proteico necessário ao desenvolvimento dos organismos (EL-SAYED, 1999; CHENG; HARDY; USRY, 2003).

O cultivo do pirarucu é mais praticado de forma extensiva, onde peixes forrageiros constituem a principal fonte alimentar, ou associados a criações de búfalos ou suínos (BARD; IMBIRIBA, 1986; ALCÂNTARA; GUERRA, 1992; MOURA CARVALHO; NASCIMENTO, 1992), evitando o elevado custo com ração (IMBIRIBA, 2001).

Apesar dessa prática, poucos são os estudos que avaliaram o crescimento do pirarucu utilizando peixe forrageiro como principal fonte alimentar.

Por esta razão, este trabalho teve como objetivo estudar o crescimento do pirarucu e da tilápia (*Oreochromis niloticus*), em um cultivo consorciado para atender uma demanda dos criadores em sistema extensivo.

2 Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade Experimental de Várzea, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), na cidade de Belém (PA), situada no paralelo 01°27'20" S e no meridiano 48°30'15" W. O clima é caracterizado como Af, segundo Köppen. Apresenta pluviosidade média anual de 2760 mm ano⁻¹, com período de maior intensidade pluviométrica durante os meses de dezembro a maio, temperatura média anual de 25,9 °C, umidade relativa do ar de 86% e insolação de 2.389 horas/ano (BASTOS, 1972).

O viveiro utilizado no presente estudo possui

área de 190 m², tendo sido escavado em solo Gleissolo Háptico, com pH variando de 5,2 a 5,8. Tratado previamente com calagem [Ca(OH)₂], na proporção de 1000 kg ha⁻¹, totalizando 19 kg, como medida profilática foi preenchido com uma lâmina d'água oriunda de um canal de ligação com o rio Guamá durante o período de cheia, até a altura de 1,20 m. A suplementação para reposição das perdas por evaporação, quando necessário, foi feita com água bombeada de poço artesiano. A fertilização orgânica foi constituída de esterco curtido de aves em quantidades de 600 kg ha⁻¹, correspondendo a 11,4 kg, seguindo as recomendações de Ostrensky e Boeger (1998).

O viveiro foi povoado com 10 indivíduos de *Arapaima gigas*, medindo 21,5 cm de comprimento médio, e pesando, em média, 54,21 g. A tilápia foi introduzida como alimento, totalizando 6840 indivíduos (36 peixes m⁻²) de tilápia (*Oreochromis niloticus*), medindo 5,4 cm, em média, e com peso médio de 3,2 g, e seis casais da tilápia com 12,4 cm e 32,46 g de comprimento total médio e peso total médio, respectivamente. As tilápias foram alimentadas com ração de frango farelada com 23% de proteína bruta, em quantidades de 2% da biomassa inicial, durante todo o período de cultivo apenas para manter as necessidades básicas.

Todos os exemplares de pirarucu estocados foram medidos e pesados mensalmente, com o auxílio do ictiômetro, registrando-se o comprimento total, e de uma balança eletrônica semianalítica, com capacidade máxima de 2000 g e mínima de 1,0 g, com precisão de 0,1 g, para determinação dos pesos totais. A balança utilizada para pesagem de indivíduos adultos tem capacidade máxima de 5000 g e intervalos de 10 g.

As biometrias da tilápia foram efetuadas concomitantemente às do pirarucu até o final de 176 dias de cultivo, correspondentes ao período de despesca indicado em monocultivo de pirarucu.

A avaliação do crescimento do *A. gigas*, submetido ao forrageamento de alevinos de *O. niloticus* em cativeiro, foi estimada mensalmente pelos:

a) Incremento Relativo em Comprimento (RICKER, 1975):

$$I_{L_t} = \frac{L_{t+1} - L_t}{t} \quad (\text{cm d}^{-1})$$

b) Incremento Relativo em Peso

$$I_{W_t} = \frac{W_{t+1} - W_t}{t} \quad (\text{g d}^{-1})$$

Onde:

I_{wt} = incremento em peso

I_{Lt} = incremento em comprimento

W_t = comprimento e peso médios em um dado instante T

W_{t+1} = pesos médios num instante t+1

L_{t+1} = comprimentos médios num instante t+1

A curva de crescimento ajustada aos dados de comprimento foi a de Krüger (1973), cuja expressão matemática é:

$$L_t = \frac{L_\infty}{1 + e^{a-rt}}$$

Onde:

L_t = o comprimento a um tempo t

L_∞ = comprimento assintótico

a = constante da expressão

r = constante de crescimento

O processo de ajustamento da função foi iterativo, elegendo-se as constantes que apresentavam a menor variância sobre a curva ajustada.

A relação peso/comprimento foi ajustada pela expressão potencial:

$$W_t = \phi L_t^\theta$$

Onde:

W_t = peso no tempo

ϕ = fator de condição

L_t = comprimento ao tempo t

θ = constante relacionada ao tipo de crescimento da espécie

As curvas de crescimento em peso foram obtidas pelo método dedutivo da conjugação entre a relação peso/comprimento e a curva de crescimento em comprimento:

$$W_t = \frac{W_\infty}{(1 + e^{a-rt})^\theta}$$

Onde:

W_t = peso ao tempo t

$W_\infty = \phi L_\infty^\theta$ o peso assintótico

A curva de sobrevivência da tilápia foi obtida pelo ajustamento de curva aos dados mensais das densidades calculados pelo método Leslie-DeLury

(1951) utilizado por Lamotte e Bourliere (1971). No final do experimento, a curva de sobrevivência estimada foi confrontada com a sobrevivência final, distribuída de forma constante ao longo dos meses.

As curvas de biomassa foram obtidas pela conjugação entre as curvas de sobrevivência e a de crescimento em peso:

$$B_t = RS^* \frac{W_\infty}{(1 + e^{a-rt})^\theta}$$

Onde:

B_t = biomassa ao tempo

R = quantidade de peixes estocados

S^* = taxa de sobrevivência

3 Resultados e Discussão

Seguindo a orientação dos trabalhos divulgados pelo Tratado de Cooperação da Amazônia – TCA (1999), o tempo de duração do cultivo do pirarucu foi de 7 meses. Assim, o rendimento do cultivo foi observado pela caracterização das curvas de crescimento em comprimento, das relações peso/comprimento, crescimento em peso e rendimento em biomassa durante esse tempo, tanto para o pirarucu quanto para a tilápia. Os ajustamentos das expressões matemáticas das curvas de crescimento em comprimento demonstram que as assíntotas não foram atingidas no cultivo pelo pirarucu nem pela tilápia. As tendências indicam que os valores assintóticos seriam atingidos com o dobro do tempo utilizado no experimento; *O. niloticus* teria valor assintótico de 33 cm (Figura 1), enquanto *A. gigas* de 130 cm (Figura 2).

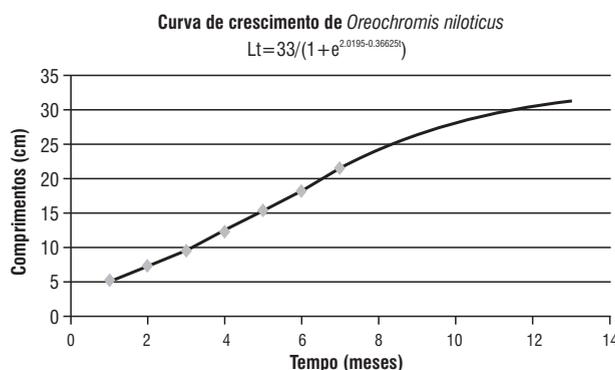


Figura 1 – Curva ajustada de crescimento de *O. niloticus*.

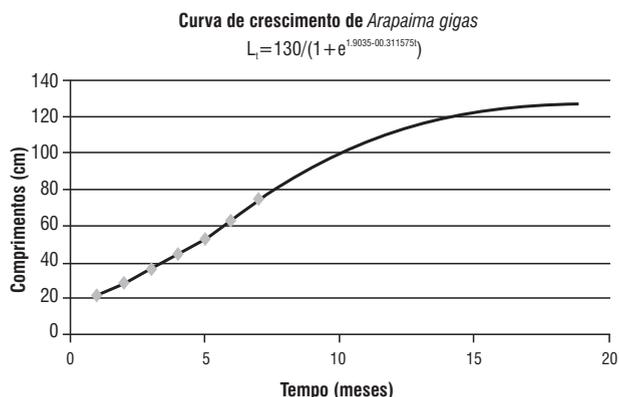


Figura 2 - Curva ajustada de crescimento do *A.gigas*.

A relação peso/comprimento do pirarucu (Figura 3), diferentemente da tilápia (Figura 4), mostrou uma quebra importante no ritmo de engorda nos dois últimos meses de cultivo (evidenciada com as setas no gráfico correspondente), observando-se também queda na velocidade do crescimento (Figura 5), que pode ser relacionada com a não capturalidade da tilápia, confirmando-se por indivíduos maiores boiando na superfície da água.

Considerando-se que a taxa de incremento em comprimento é função do tamanho dos peixes, procedeu-se à observação da variação desta característica, conforme evidenciado nas Figuras 5 e 6. Exatamente neste período, os jovens oriundos da reprodução dos seis casais estocados no início do cultivo passaram a ser consumidos pelos pirarucus, o que proporcionou-lhes a retomada no ritmo de crescimento.

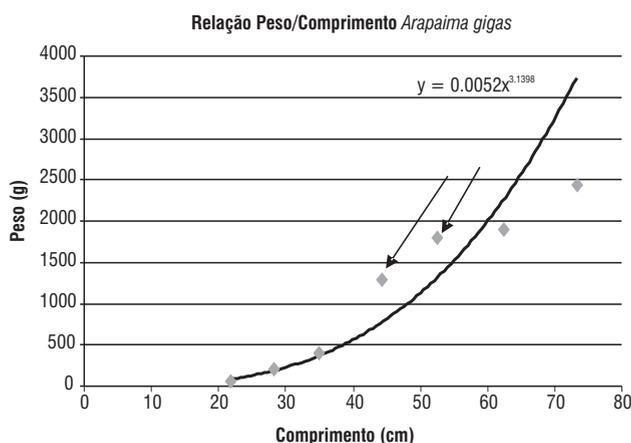


Figura 3 - Relação peso/comprimento do *A.gigas*. As setas assinalam a queda no ganho em peso ocorrida nos dois últimos meses de cultivo.

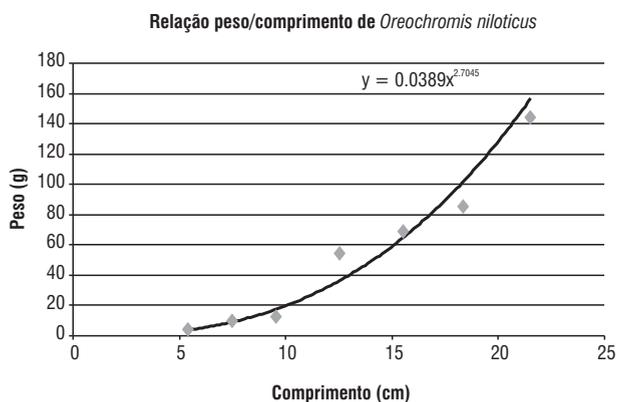


Figura 4 - Relação peso/comprimento de *O.niloticus*.

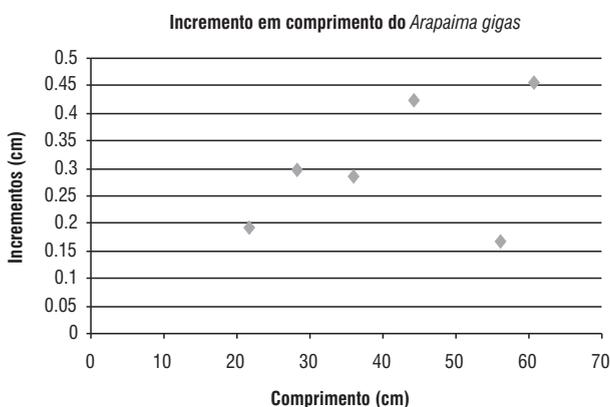


Figura 5 - Evolução da taxa de incremento em comprimento do *A.gigas*.

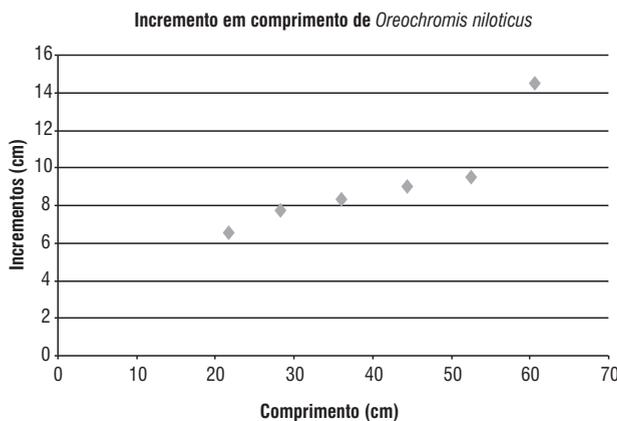


Figura 6 - Evolução da taxa de incremento em comprimento da *O.niloticus*.

A curva de sobrevivência da tilápia mostra um decréscimo acentuado na densidade populacional inicial (Figura 7) em uma taxa constante, o que significa que o consumo pelo pirarucu obedeceu a uma uniformidade ao longo do experimento. No quarto mês de cultivo, entretanto, a densidade populacional da presa atingiu um nível extremamente baixo, aproximando-se do valor quase assintótico. Certamente

a capturabilidade da tilápia pelo pirarucu passa a ter uma eficiência muito reduzida, pois as observações diretas evidenciaram que indivíduos de pirarucu com aproximadamente 50 cm de comprimento têm dificuldades de deglutição das tilápias quando seus comprimentos totais estão próximos a 15 cm.

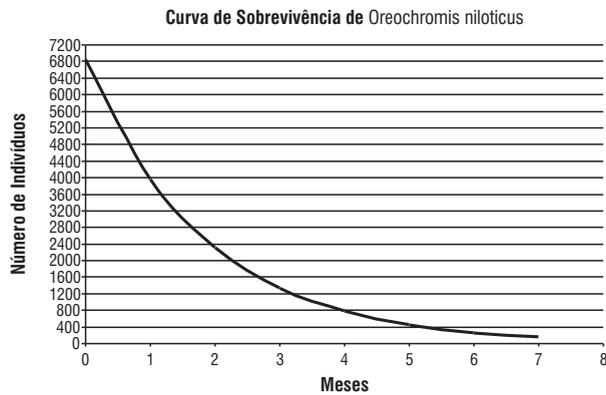


Figura 7 - Curva de sobrevivência de *O. niloticus* durante o período total de cultivo.

Evidentemente, este prejuízo se reflete na biomassa acumulada do cultivo do pirarucu (Figura 8), uma vez que altera o traçado da curva de crescimento em peso (Figura 9). É interessante notar que, mesmo com este prejuízo, o tamanho dos peixes foi correspondente ao descrito por Padilla, Aldea e Alcântara (2002). Para a tilápia, conforme demonstrado na Figura 4, esta tendência não esteve presente, pois o padrão de dispersão dos pontos empíricos na relação peso/comprimento obedeceu à condição geral de seu aumento na medida em que os peixes crescem.

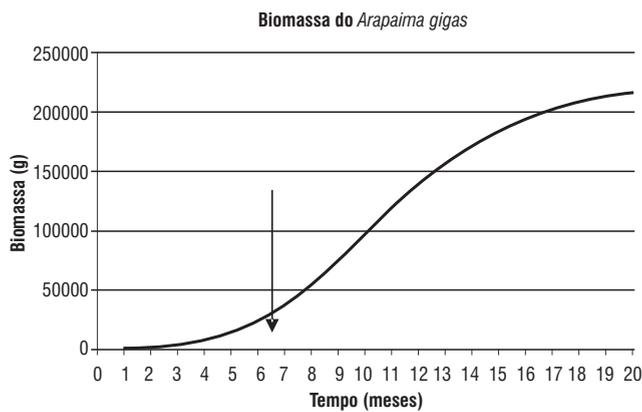


Figura 8 - Biomassa de *A. gigas* durante o cultivo (a seta indica o período de despesca).

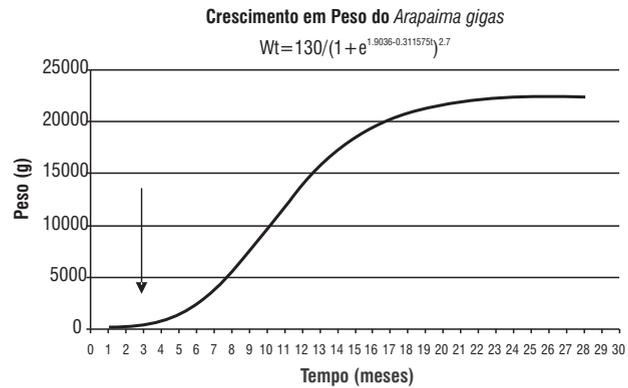


Figura 9 - Curva de crescimento em peso do *A. gigas*. A seta indica o instante em que houve o encerramento do cultivo.

Consequentemente para a tilápia, a curva de crescimento em peso não é influenciada por algum evento modificador no tamanho assintótico (Figura 10), mas a curva de rendimento, influenciada pela mortalidade, apresenta seu ponto máximo entre o terceiro e o quarto mês de cultivo (Figura 11).

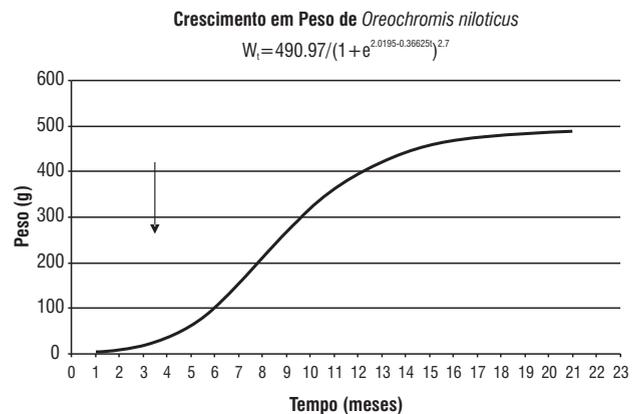


Figura 10 - Curva de crescimento de *O. niloticus*. A seta indica o momento em que o cultivo foi interrompido.

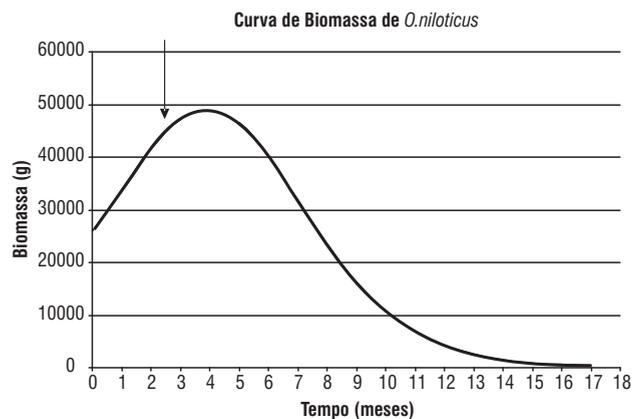


Figura 11 - Biomassa de *Oreochromis niloticus* durante o cultivo (a seta indica o período de despesca).

4 Conclusão

Observando-se estes resultados nas condições experimentais em que foi realizada a pesquisa conclui-se que:

A biomassa acumulada da tilápia atinge seu ponto máximo quando os comprimentos estão abaixo de 15 cm e, nestas condições, não pode ser aproveitada para uso comercial pelo piscicultor. Neste mesmo momento começa o recrutamento dos jovens oriundos da reprodução dos casais, o que sustenta o crescimento em comprimento do pirarucu, promovendo a retomada das taxas anteriormente registradas.

A partir de 15 cm a tilápia dificilmente é consumida pelo pirarucu, podendo ficar disponível ao piscicultor para o consumo.

As tilápias devem ser oferecidas como alimento em tamanho inferior a 15 cm e densidades superiores a 36 peixes m⁻² para cada 10 pirarucus, durante todo o período de cultivo.

Referências

- ALCÂNTARA, F.B.; GUERRA, H.F. Cultivo del paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. *Folia Amazonica*, v.4, p.129-139, 1992.
- BARD, J.; IMBIRIBA, E.P. *Piscicultura do pirarucu, Arapaima gigas*. Belém: Embrapa/CPATU, 1986. 17p.
- BASTOS, T.X., O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. In: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE. *Zoneamento agrícola da Amazônia (1ª aproximação)*. Belém, 1972. p.68-122. (Boletim Técnico, 54).
- CARVALHO, L.O.D.M.; NASCIMENTO, C.N.B. do. *Engorda de pirarucus (Arapaima gigas) em associação com búfalos e suínos*. Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 21p. (Circular Técnica, 65).
- CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; USRY, J.L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. *Aquaculture*, v.215, p.255-265, 2003.
- EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, v.179, p.149-168, 1999.
- FERRARIS Jr., C.J. Family Arapaimatidae (bonytongues). In: REIS, R. E; KULLANDER, S. O; FERRARIS Jr., C.J. (Eds.). *Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p.31-32.
- IMBIRIBA, E.P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. *Acta Amazonica*, v.31, p.299-316, 2001.
- KRÜGER, F. Zür Mathematik des tierichen Wachstums. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, v.25, p.509-550, 1973.
- LAMOTTE, M.; BOURLIERE, F. Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplement nimaux des milieux aquatique. Paris: Masson, 1971.
- LÜLING, K. Der Riesenfisch *Arapaima gigas* in den Flüssen und Seen Amazoniens. *Natur Museum*, v.101, p.373-386, 1971.
- MENEZES, R.S. *Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu*. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1951. 152p. (Série Estudos Técnicos, 3).
- MOURA CARVALHO, L.O.D.; NASCIMENTO, C.N.B. do. *Engorda de pirarucus (Arapaima gigas) em associação com búfalos e suínos*. Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 21p. (Circular Técnica 65).
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. *Piscicultura, fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211p.
- PADILLA, P.P.; ALDEA, G.M.; ALCÂNTARA, F.B. Adaptación de paiche *Arapaima gigas*, al alimento artificial. In: SEMINARIO COLOMBIANO DE LIMNOLOGÍA NEOTROPICAL, 5. REUNIÓN INTERNACIONAL DE LIMNOLOGÍA DEL ALTO AMAZONAS, 1., 2002, Leticia. *Resúmenes...* Leticia, 2002.
- RICKER, W.E., Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fish of Research. Board Can.* v.191, p.203-233, 1975.
- SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes; a review. *Aquaculture Amsterdam*, v.54, p.205-240, 1986.
- SANTOS, G.M.; MÉRONA, B.; JURAS, A.A.; JÉJU, M. *Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí*. Brasília, DF: Eletronorte, 2004. 216p.
- SCHALLER, F.; DORN, E. Atemmechanismus und kreislauf des Amazonasfisches Pirarucu (*Arapaima gigas*, Pices; Osteoglossidae). *Natur Wissenchaften*, v.60, p.303, 1973.
- TRATADO DE COOPERAÇÃO DA AMAZÔNIA/SPT. *Manual de piscicultura del paiche (Arapaima gigas Cuvier)*. Caracas: IIAP/FAO, 1999.