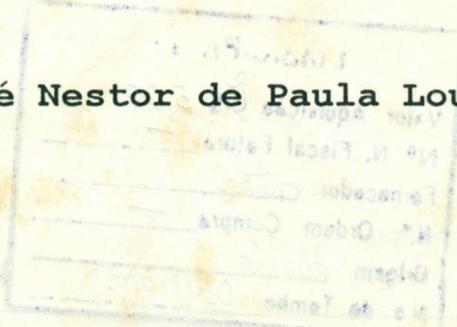


202

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**VARIAÇÕES SAZONAIS E DE FOTOPERÍODO SOBRE A INGESTÃO
E ABSORÇÃO DE ALIMENTOS EM TILÁPIAS DO NILO**
Oreochromis niloticus

José Nestor de Paula Lourenço



ORIENTADORA: Prof^a Dr^a Maria de Lourdes Mendes Vicentini Paulino

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências de
Botucatu como parte dos
requisitos para obtenção do
título de **Mestre em Ciências
Biológicas**, Área de Concentração
em Zoologia.

T 009/96
11/11/96

BOTUCATU

São Paulo - Brasil

Outubro - 1996

A Noiva, minha esposa,

pele paixão da vida.

Caroline e Felipe,

meus filhos queridos.

Amor,

Amor, minha filha Rita, Exato,

por esta vida e esforço.

"Em um povo, a teoria só se realiza na medida em que esta é a realização de suas necessidades". (Karl Marx e Frederic Engels)

agricultores

sempre existiram para:

provar que o uso da Terra é

um eterno aprendizado biológico.

AGRADE A **Neide**, minha cúmplice
pela paixão da vida.

A **Caroline e Felipe**,
meus filhos queridos.

Aos meus pais **Rita e Ernesto**,
por esta vida e esforço.

Aos pequenos agricultores
que sempre existiram para:

provar que o uso da Terra é
um eterno aprendizado biológico.

AGRADECIMENTOS

A Prof^a Dr^a Maria de Lourdes Mendes Vicentini Paulino pelo aprendizado de vida acadêmica, pelo exemplo, pela dedicada orientação e pela amizade.

Ao Prof Dr Luis Edivaldo Pezzato, pelo apoio logístico na área de nutrição e pelas sugestões neste trabalho.

Ao Prof Dr Carlos Roberto Padovani, pela orientação nas análises estatísticas.

A Prof^a Dr^a Edméia Dias pela análise histológica, à Prof^a Maeli Dal-Pai, pelo acompanhamento nas mensurações das vilosidades intestinais e ao Prof Dr Vitalino Dal-Pai, pelas fotografias das lâminas histológicas.

Aos Professores do Departamento de Fisiologia, em especial ao Dr. Gilson Luis Volpato.

Ao funcionário Jarbas do Amaral pelo auxílio no preparo dos cortes histológicos.

Ao setor de fotografia do Campus de Botucatu, na pessoa de Silvio Garcia, pelo preparo do material fotográfico.

As secretárias da Fisiologia Irani Monção e Maria de Lourdes Fumis.

Aos funcionários Luis Carlos José e Ivo Pereira pelo auxílio durante o experimento.

Ao sr Esmenaldo Batista da Silva, por ter dado uma grande contribuição na fase inicial do projeto.

Ao funcionário Antonio Carlos de Barros Tardivo, que muito auxiliou e que resta uma grande amizade.

Aos funcionários Dirce Baggio, Regina Forlim e Silvio Soares pela execução das análises bromatológicas.

As funcionárias da pós-graduação: Sonia, Salete e Janete, pela amizade, atenção e auxílios prestados.

A secretária Sara que vem prestando grandes serviços.

Aos amigos que mostraram saber fazer o YUCA UYCANÁ: Helton, Cecília e Poti.

A funcionária do Departamento de Bioestatística Célia Maria Nogueira da Silava, por ter me apoiado nos programas de computador de estatística.

Ao amigos Percilia, Sandra, Eliane, Marisa e Mônica.

Ao MOANGÁ dos peixes, o Paulinho Cekarreli.

A EMBRAPA - AGROFLORESTAL da AMAZÔNIA OCIDENTAL por possibilitar o nosso aperfeiçoamento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS vii

LISTA DE TABELAS.....viii

RESUMO.....01

ABSTRACT.....02

INTRODUÇÃO.....05

MATERIAL E MÉTODOS.....10

RESULTADOS.....16

DISCUSSÃO.....30

CONCLUSÕES.....35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

pág

01 - Médias de ingestão de alimentos, em três períodos de dez dias.....	17
02 - Médias de ingestão, num período de 30 dias.....	20
03 - Médias de ganho de peso.....	22
04 - Médias da taxa de crescimento específico.....	24
05 - Absorção de proteína bruta.....	26
06 - Cortes transversais do intestino próximo e distal de tilápias no verão.....	28
07 - Cortes longitudinais do intestino próximo e distal de tilápias no inverno.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela

pág

01 - Composição percentual dos ingredientes e características nutritivas da ração experimental.....	13
02 - Resultado da análise multivariada da ingestão em três períodos de dez dias.....	18
03 - Médias da ingestão de alimentos em 30 dias.....	19
04 - Médias de ganho de peso em 30 dias.....	21
05 - Médias da taxa de crescimento específico	23
06 - Postos médios das alturas das vilosidades no segmento proximal, no inverno e no verão	27
07 - Postos médios das alturas das vilosidades no segmento distal, no inverno e no verão	27

RESUMO

O objetivo do trabalho foi estudar a participação do fotoperíodo nas variações sazonais de ingestão de alimentos, ganho de peso, crescimento específico e absorção de proteína no intestino de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), uma espécie tropical.

Foram usados 64 peixes divididos em 2 grupos, com 32 animais em cada um, estudados durante 30 dias, no verão ou no inverno. Em cada estação, os peixes foram ainda divididos em 2 subgrupos. O subgrupo 14L:10E foi submetido à um regime de 14 horas de luz e 10 de escuro e o subgrupo 10L:14E à um regime de 10 horas de luz e 14 horas de escuro. Os peixes foram mantidos em aquários de vidro, com 4 animais por aquário, porém sem comunicação química ou visual. A água foi mantida em 25°C. A ingestão de alimentos foi determinada a cada 10 dias e ao final do período. A absorção de proteínas foi avaliada a cada

10 dias e todas as outras variáveis determinadas no fim do período experimental.

Foi observado um aumento da ingestão de alimentos durante o período experimental no verão, em ambos fotoperíodos ($p > 0,05$). No inverno a diferença entre os fotoperíodos não foi significativa. As médias de 30 dias de ingestão e de ganho de peso diminuíram no inverno, porém a diferença foi significativa apenas nos animais submetidos ao fotoperíodo 10L:14E. Houve diferença estatisticamente significativa entre estações na taxa de crescimento específico dos peixes e, ainda, entre os fotoperíodos no inverno. De fato, nos animais submetidos ao fotoperíodo curto no inverno esta taxa foi significativamente menor do que a apresentada por animais mantidos em fotoperíodo longo. Não foram encontradas diferenças no epitélio intestinal e na absorção de proteínas.

Os resultados sugerem que existe alteração sazonal da ingestão, ganho de peso e na taxa de crescimento específico em tilápia e que o fotoperíodo está fortemente envolvido nesta resposta.

ABSTRACT

This study was performed to study the participation of photoperiod in the seasonal changes of food intake, gain of weight, specific growth and protein intestinal absorption in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), a tropical fish.

Sixty-four fishes were used, divided in 2 groups, with 32 animals in each one. One group was studied in the summer and the other group in the winter, both during 30 days. In each season, the fishes were studied in 2 subgroups. The subgroup 14L:10D was submitted to 14 light:10 dark regime and the subgroup 10L:14D was submitted to 10 light:14 dark regime. The fishes were maintained, in number of 4, in glass aquarium with no visual or chemical communication among them. The water temperature was maintained at 25°C. The food intake and protein absorption were determined in 3 subsequent 10 days periods. The food intake and all the other variables

were determined at the end of the experimental period as well.

It was observed an increase of food intake during the experimental period in the summer in both photoperiods ($p > 0.05$). In the winter the difference was not significant to the photoperiod. The mean of 30 days ingestion and the gain of weight decreased in the winter but the differences were significant only in the group submitted to 10L:14D photoperiod. There was a significant difference in the specific growth of the fishes between the seasons and between photoperiod in the winter. In fact, there was a decrease in the specific growth of the animals submitted to 10L:14D in the winter when compared with the animals submitted to 14L:10D regime. There appear to be no differences either in protein absorption or in the morphology of the absorptive epithelium.

The present data suggest that there are seasonal changes in food intake, weight gain and specific growth in the tilapia and that the photoperiod is strongly implied in this response.

INTRODUÇÃO

A literatura mostra que peixes, de várias espécies, apresentam variações cíclicas sazonais de muitas funções fisiológicas, entre elas a ingestão de alimentos e o crescimento (BROWN, 1946; HOGMAN, 1968 e KARÁS, 1990).

Tem sido demonstrado também que estas variações são independentes de temperatura. De fato, HERMAN *et al.* (1962), trabalhando com salmão, observaram alteração sazonal da ingestão independente da temperatura. Relatam que o consumo de alimento diminuiu no inverno quando comparado com o verão, muito embora os peixes tivessem sido mantidos em temperatura verão de, aproximadamente, 20°C. Também PÁLSÖN *et al.* (1992) observaram independência da temperatura nas mudanças sazonais na ingestão alimentar em salmão do Atlântico (*Salmo salar*), com uma diminuição observada no outono.

MOLNAR & TÖLG (1962) observaram alteração sazonal também do trânsito alimentar, caracterizada por inibição no inverno e aumento no verão, mesmo em peixes anteriormente aclimatados a temperaturas baixas e altas, respectivamente.

Além de alterações na ingestão e na atividade digestiva, têm sido registradas alterações sazonais no ganho de peso. Por exemplo, GROSS et al. (1965) trabalhando com "sunfish" (*Lepomis cyanellus*) à temperatura fixa de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obteve maiores ganhos de peso nos dias com maior fotoperíodo.

IVANOVA & SUIRSKAYA (1991) também observaram, em *Exos lucius*, diminuição na taxa de ganho de peso no início do outono e diminuição da ingestão no início do inverno, embora os animais fossem mantidos a uma temperatura constante de verão.

TALBOT (1993) observou que peixes de regiões temperadas têm aumento de peso rápido no verão, enquanto crescem menos na primavera.

Diferentemente da temperatura, o fotoperíodo tem sido apontado como um fator importante no desencadeamento de alterações sazonais de ingestão e de aproveitamento de alimentos. De fato, já na década de 40 BROWN (1946), trabalhando com truta marron (*S. trutta*) em temperatura constante de 11.5°C , observou valores mais baixos na taxa de crescimento específico no inverno, estação de fotoperíodo mais curto.

KILAMBI et al. (1970), trabalhando com "catfish" (*Ictalus lacustres*) em dois fotoperíodos (14L:10E e 10L:14E) e três diferentes temperaturas (26° , 28° e 32°C) observaram uma taxa de ganho de peso médio 16% maior no fotoperíodo 14L:10E nessas temperaturas experimentadas.

SMITH et al. (1993) observaram também em salmão do Atlântico (*Salmo salar* L.) que o apetite foi mais correlato com o comprimento do dia do que com outros fatores ambientais, incluindo a temperatura da água.

Dos trabalhos acima descritos, fica evidente a influência do fotoperíodo nas variações sazonais de ingestão e peso corpóreo em diversas espécies de peixe. Porém, SAETHER e cols (1996), estudando a ingestão de alimentos por "Artic charr", *Salvelinus alpinus*, não conseguiu demonstrar a participação nem da temperatura e nem do fotoperíodo na variação sazonal no consumo de alimentos.

É importante destacar que também o epitélio intestinal apresenta variações cíclicas de superfície absorptiva e de características celular. VASILIEVA E MELNIKOVA (apud KAPOOR et al., 1975) verificaram, em salmonídeos, diminuição do diâmetro e do pregueamento do intestino durante a migração e desova. ABEBE e GETACHEW (1992) verificaram que a digestão e absorção de nutrientes tiveram uma tendência a aumentar nos meses de chuva, quando comparados com outras estações.

Chama a atenção que a grande maioria destes trabalhos foram realizados com espécies que vivem em zona temperada. Porém, são muito raras as informações sobre as influências de sazonalidade e fotoperiodismo sobre ingestão e aproveitamento de alimentos por peixes que vivem em clima tropical ou subtropical.

PIRES DE CAMPOS (1993), estudando trânsito e absorção de alimentos em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com o propósito de esclarecer a participação destas variáveis no estabelecimento de diferença inter-

individualde crescimento, servou padrões de respostas diferentes no verão e inverno, muito embora seus animais fossem mantidos em temperatura constante de verão.

Estes resultados aventaram a hipótese de que o fotoperíodo pudesse ser um fator determinante destas respostas e de outras relacionadas à sazonalidade, como ingestão e peso corpóreo.

O trabalho então foi direcionado para avaliar se a tilápia do Nilo apresenta variação sazonal (verão e inverno), de ingestão e absorção de alimentos, ganho de peso e morfologia do epitélio absorptivo e, além disso, determinar a importância do fotoperíodo no estabelecimento destas respostas.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a ingestão de alimentos, absorção de proteína, ganho de peso e morfologia do epitélio intestinal em tilápias (*Oreochromis niloticus*), mantidas em temperatura constante, no inverno e verão e, além disso, determinar a influência do fotoperíodo nestas respostas.

MATERIAL e MÉTODOS

1. ANIMAIS

Foram utilizados 64 alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*(L.), originários do Setor de Piscicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP-Campus de Botucatu, sem determinação de sexo. Inicialmente, os animais ficaram estocados no Biotério de peixes do Departamento de Fisiologia do Instituto de Biociências da UNESP-Campus de Botucatu em caixas de cimento-amianto de 1000 litros, com aeração contínua e fotoperíodo ambiente. Durante os meses de inverno a temperatura da água foi aquecida por meio de aquecedores de imersão.

Após um período mínimo de 30 dias de ajuste no biotério, os peixes foram coletados aleatoriamente e transferidos para o Laboratório de Fisiologia Digestiva, permanecendo durante o período experimental (verão ou inverno) em aquários de vidro.

Cada aquário (60cm x 60cm x 30cm) era equitativamente dividido em 4 partes, por placas opacas, cada uma recebendo um animal. Assim, todos os animais ficavam isolados, química e visualmente, um dos outros. Durante os primeiros 30 dias, estes animais foram mantidos em fotoperíodo artificial, de acordo com o grupo a que pertenciam, e eram condicionados a se alimentarem em cochos.

2.GRUPOS EXPERIMENTAIS

Foram constituídos 2 grandes grupos experimentais: inverno e verão. Os animais do grupo verão foram estudados de 15/01/94 a 14/02/95. O grupo inverno foi estudado de 15/06/95 a 14/07/95. Cada grupo foi dividido em 2 subgrupos (n=16), caracterizados pelo fotoperíodo a que foram submetidos: 10 horas de luz e 14 horas de escuro (10L:14E) ou 14 horas de luz e 10 horas escuro (14E:10L). As medidas iniciais dos animais (peso e comprimento padrão) no inverno foram $10,49 \pm 0,79g$ e $8,99 \pm 0,68cm$ para os submetidos ao fotoperíodo 14L:10E e $10,26 \pm 0,21g$ e $9,18 \pm 0,76cm$ para aqueles submetidos ao fotoperíodo 10L:14E. No grupo de verão estas variáveis foram $10,45 \pm 0,26g$ e $8,45 \pm 0,81cm$ para os animais submetidos ao fotoperíodo 14L:10E e $10,87 \pm 0,39g$ e $8,70 \pm 0,84cm$ para os submetidos ao fotoperíodo 10L:14E. A temperatura foi mantida constante e igual, $25,1 \pm 0,46^{\circ}C$ em ambas as estações. Toda manhã foi feita limpeza de restos encontrados no fundo dos aquários. Em consequência da sifonação para limpeza, cerca de 1/5 da água do aquário tinha que ser repostas.

Foi feita a determinação diária da quantidade de alimento ingerido, bem como a coleta de fezes para posterior análise bromatológica (AOAC, 1984). O comportamento destes

dois parâmetros ao longo do experimento foram avaliados através de análise dos dados obtidos a cada 10 dias.

No fim do experimento foram determinados peso e comprimento dos animais e calculados a ingestão média de 30 dias e taxa de crescimento específico.

Após sacrifício, os peixes foram submetidos à abertura do abdomen, de onde eram retirados segmentos intestinais para análise histológica.

3. FOTOPERÍODO

Os aquários foram distribuídos em 2 armações de ferro, que eram recobertas com lona plástica preta que garantia total isolamento luminoso do ambiente. Acima dos aquários, à uma distância de 20 cm da superfície da água, foram colocadas lâmpadas fluorescentes de 20 w (540 lux) que possibilitavam idêntica luminosidade para todos eles. O tempo de iluminação foi automaticamente mantido das 06:00 às 20:00h (grupo 14L:10E) ou das 06:00 às 18:00h (grupo 10L:14E). As médias mensais de fotoperíodo por dia em Botucatu ($22^{\circ}54'S$ e $48^{\circ}27'W$) nos meses de janeiro e junho foram 13,43h e 10,68h, respectivamente (Anuário Astronômico - IAG 1987).

4. QUANTIFICAÇÃO DA INGESTÃO

Os peixes foram alimentados com ração balanceada (30% de PB e 2950 kcal de EM), previamente preparada no Setor de Piscicultura da FMVZ - UNESP - Botucatu e mantida armazenada a $-10^{\circ}C$ (tabela 01).

A alimentação, colocada em cochos individuais, foi oferecida diariamente sempre às 14:00 horas. O alimento diário fornecido em excesso por animal (7% do peso vivo) e era permitido ao peixe se alimentar por um período de uma hora. A ingestão individual foi determinada subtraindo-se do total oferecido a quantidade restante no cocho,.

Tabela 01: Composição percentual dos ingredientes e características nutritivas da ração experimental.

Materia prima	% na ração	EM Kcal/Kg	PB %	FB%	EE%	Ca%	Pdis%	met+cis %	lis%
fubá de milho	33,56	1.226,95	2,8559	0,5973	1,10	0,0067	0,0302	0,1174	0,0771
farelo de soja	49,92	1.297,92	22,7635	3,2248	0,3943	0,1797	0,0898	0,6689	1,4327
farelo de trigo	10,00	280,00	1,53	0,955	0,38	0,012	0,029	0,052	0,057
farinha de peixe	5,00	205,00	2,88	--	0,3035	0,305	0,150	0,1125	0,233
premix									
vit.+min.	1,50	--	--	--	--	--	--	--	--
BHT	0,50	--	--	--	--	--	--	--	--

PB - Proteína bruta

EE - Extrato etéreo

FB - Fibra bruta

Ca - Cálcio

Pdis. - Fósforo disponível

MET + CIS - Metionina + Cistina

LIS - Lisina

BHT - Beta hidroxitolueno.

5. TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO

A taxa de crescimento específico foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\text{TCE (\%)} = 100 \frac{(\ln P_f - \ln P_i)}{T} \quad \text{onde:}$$

P_f = peso em gramas no final do experimento

P_i = peso em gramas no início do experimento

T = tempo de duração do experimento em dias

6. ANÁLISE DE PROTEÍNA

Foram feitas análises de proteína da ração e das excretas acumuladas a cada 10 dias. A análise foi realizada no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ (UNESP-Botucatu), de acordo com a A.O.A.C. (1984). A proteína bruta foi determinada no total de excretas do grupo, uma vez que a quantidade individual era insuficiente para análise. A absorção de proteína foi calculada pela diferença entre a proteína oferecida e a determinada nas excretas.

7. ANÁLISE HISTOLÓGICA

No final de cada fase experimental os animais foram sacrificados por transecção da coluna vertebral e posterior rebatimento do cérebro. Através de abertura na cavidade

abdominal foram, então, retirados segmentos de 1 cm das porções proximais e distais do intestino de cada animal. Os segmentos foram fixados em Bouim e, em seguida, corados pelo método de Hematoxilina-Eosina (HE). Em cada segmento foram feitas medidas do comprimento de 10 vilosidades intestinais, através de microscópio acoplado a um computador com o programa analisador de imagens "OPTIMAS".

8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das variáveis paramétricas estão apresentados como média \pm erro padrão.

A análise estatística foi feita através de:

- análise de variância e teste de Tukey para comparação de ganho de peso, índice de crescimento específico e ingestão de alimentos por 30 dias;

- análise multivariada de perfil para comparação da ingestão nos 3 períodos de 10 dias.

- Kruskal-Wallis para os tamanhos das vilosidades.

O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

1) INGESTÃO DE ALIMENTOS

a) nos 3 subperíodos de 10 dias

As médias de ingestão determinadas em cada subperíodo de 10 dias, durante todo o experimento, estão representadas na figura 01.

Na estação de verão a ingestão de alimentos aumentou significativamente ($p < 0,01$) ao longo dos 30 dias de experimento, nos dois fotoperíodos estudados (tabela 02). No grupo verão submetido ao fotoperíodo 14L:10E as médias de ingestão de alimentos no 1º, 2º e 3º subperíodos foram $0,257 \pm 0,021g$, $0,382 \pm 0,022g$ e $0,464 \pm 0,023g$, respectivamente. No grupo submetido ao fotoperíodo 10L:14E estas médias foram: $0,284 \pm 0,024g$, $0,393 \pm 0,022g$ e $0,484 \pm 0,022g$, respectivamente.

No inverno, por outro lado, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias de alimento ingerido em cada subperíodo, nos dois fotoperíodos (tabela 02). Os valores médios obtidos no fotoperíodo 14L:10E foram $0,288 \pm 0,009g$, $0,296 \pm 0,017g$ e $0,264 \pm 0,017g$, respectivamente. No fotoperíodo 10L:14E os valores foram $0,298 \pm 0,008g$, $0,321 \pm 0,016g$ e $0,318 \pm 0,015g$.

Apenas no último subperíodo (21-30 dias) foi detectada diferença significativa de ingestão em função do período sazonal (tabela 02). Não houve diferença estatisticamente

significante ($p>0,05$) entre as quantidades ingeridas nos diferentes fotoperíodos, dentro de cada estação.

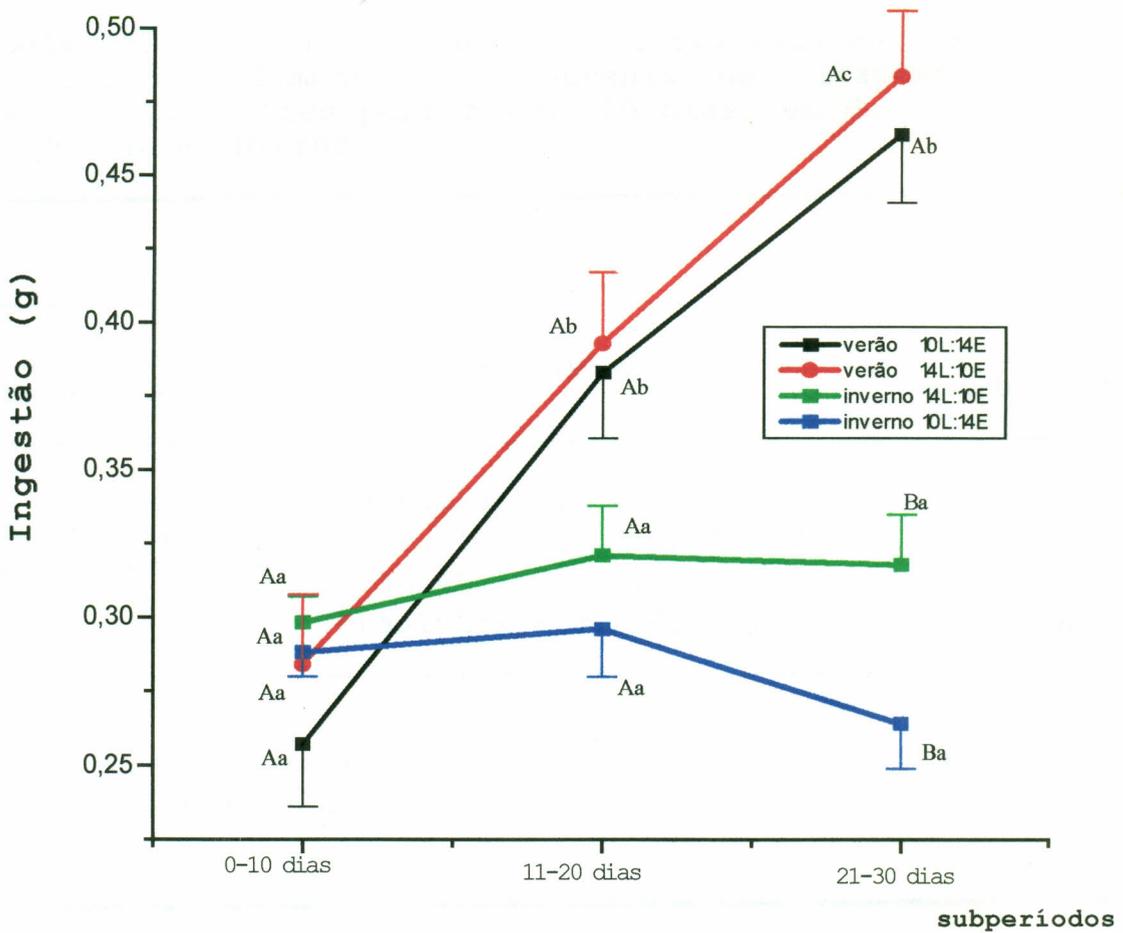


Figura 01: Médias e erros padrão de ingestão de alimentos por tilápias do Nilo, sob efeito de dois fotoperíodos, no inverno e no verão. Letras maiúsculas referem-se à comparações entre as estações e letras minúsculas referem-se à comparações entre períodos de 10 dias. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Tabela 02: Resultado da análise multivariada de perfis para a ingestão de alimentos por juvenis de tilápias do Nilo, distribuída em três períodos de 10 dias, em duas estações do ano (verão e inverno).

Hipótese estatística	Resultado do teste estatístico (nível descritivo)	Conclusão
Paralelismo entre os perfis	$\theta = 0,58$ ($p < 0,01$)	Não há semelhança entre os perfis.
Efeito do período dentro da estação	Inverno 14L:10E = 0,87 ($p > 0,05$) Inverno 10L:14E = 1,41 ($p > 0,05$) Verão 14L:10E = 40,73 ($p < 0,01$) Verão 10L:14E = 36,13 ($p < 0,01$)	$P_{10} = P_{20} = P_{30}$ $P_{10} = P_{20} = P_{30}$ $P_{10} \neq P_{20} \neq P_{30}$ $P_{10} \neq P_{20} \neq P_{30}$
Efeito da estação em cada período	0-10 dias = 0,36 ($p > 0,05$) 11-20 dias = 1,98 ($p > 0,05$) 21-30 dias = 6,84 ($p < 0,01$)	$I_1 = I_2 = V_1 = V_2$ $I_1 = I_2 = V_1 = V_2$ $(I_1 = I_2) \neq (V_1 = V_2)$

I_1 = inverno 14L:10E
 I_2 = inverno 10L:14E
 V_1 = verão 14L:10E
 V_2 = verão 10L:14E
 P_{10} = período de 1 a 10 dias
 P_{20} = período de 11 a 20 dias
 P_{30} = período de 21 a 30 dias

b) período de 30 dias

Na figura 02 estão representadas as médias da quantidade de alimento ingerido por 30 dias. A análise comparativa da ingestão média durante o período de 30 dias, **mostrou não haver diferença significativa ($p > 0,05$)** entre as quantidades de alimentos ingeridas nos diferentes fotoperíodos dentro de uma mesma estação (tabela 03). A ingestão média no inverno foi de $0,323 \pm 0,013g$ no fotoperíodo 14L:10E e $0,260 \pm 0,014g$ no fotoperíodo 10L:14E (fig. 02). A ingestão média no verão foi $0,382 \pm 0,023g$ para o fotoperíodo 14L:10E e de $0,390g \pm 0,022g$ para o fotoperíodo 10L:14E. A comparação da ingestão dos animais submetidos a um mesmo fotoperíodo, nas diferentes estações, revelou que não existe diferença na quantidade ingerida no inverno e verão quando os animais são submetidos ao fotoperíodo de 14 h de luz. Porém, animais submetidos ao fotoperíodo curto (10h) ingeriram quantidades significativamente menores no inverno do que no verão (tabela 03).

Tabela 03 : Ingestão de alimentos durante período de 30 dias

ESTAÇÃO	14L:10E	10L:14E	CONCLUSÃO
INVERNO	0,323 aA	0,260 aB	14L:10E = 10L:14E
VERÃO	0,382 aA	0,390 aA	14L:10E = 10L:14E

inverno = verão inverno \neq verão

DMS (5%) = 0,77

Letras maiúsculas referem-se a comparação entre as estações e letras minúsculas a comparação entre fotoperíodos dentro da estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

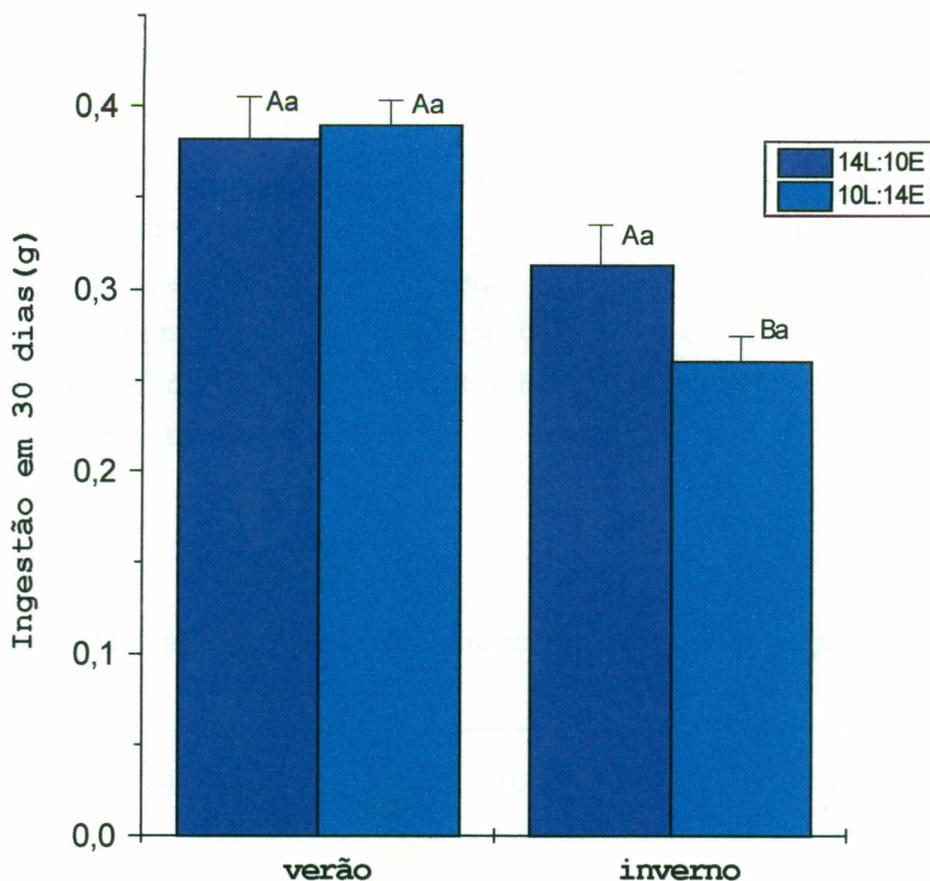


Figura 02 : Médias e erros padrão da ingestão, por tilápia do Nilo, em período de 30 dias, sob efeito de dois fotoperíodos, no inverno e verão. Letras maiúsculas referem-se às comparações entre estações para cada fotoperíodo e letras minúsculas entre os fotoperíodos dentro de cada estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

2) GANHO DE PESO

Os valores de ganho médio de peso durante 30 dias estão representados na figura 03. As médias do ganho de peso no verão foram $6,83 \pm 0,77g$, no fotoperíodo 14L:10E e $6,85 \pm 1,11g$,; no fotoperíodo 10L:14E. No inverno foram de $4,56 \pm 0,47g$ e $2,68 \pm 0,41g$, respectivamente. A análise estatística revelou que não existe diferença entre fotoperíodos dentro de cada estação (Tabela 04). Porém, a comparação entre estações, em um mesmo fotoperíodo (tabela 04), revelou que o ganho de peso foi menor no inverno, tanto no fotoperíodo longo como no fotoperíodo curto.

Tabela 04: Médias de ganho de peso durante período de 30 dias

ESTAÇÃO	14L:10E	10L:14E	CONCLUSÃO
INVERNO	4,56 aA	2,68 aA	14L:10E = 10L:14E
VERÃO	6,83 aB	6,85 aB	14L:10E = 10L:14E

inverno \neq verão inverno \neq verão

DMS(5%) = 2,11

Letras maiúsculas referem-se a comparação entre estações em um mesmo fotoperíodo e letras minúsculas a comparação entre fotoperíodos dentro de cada estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

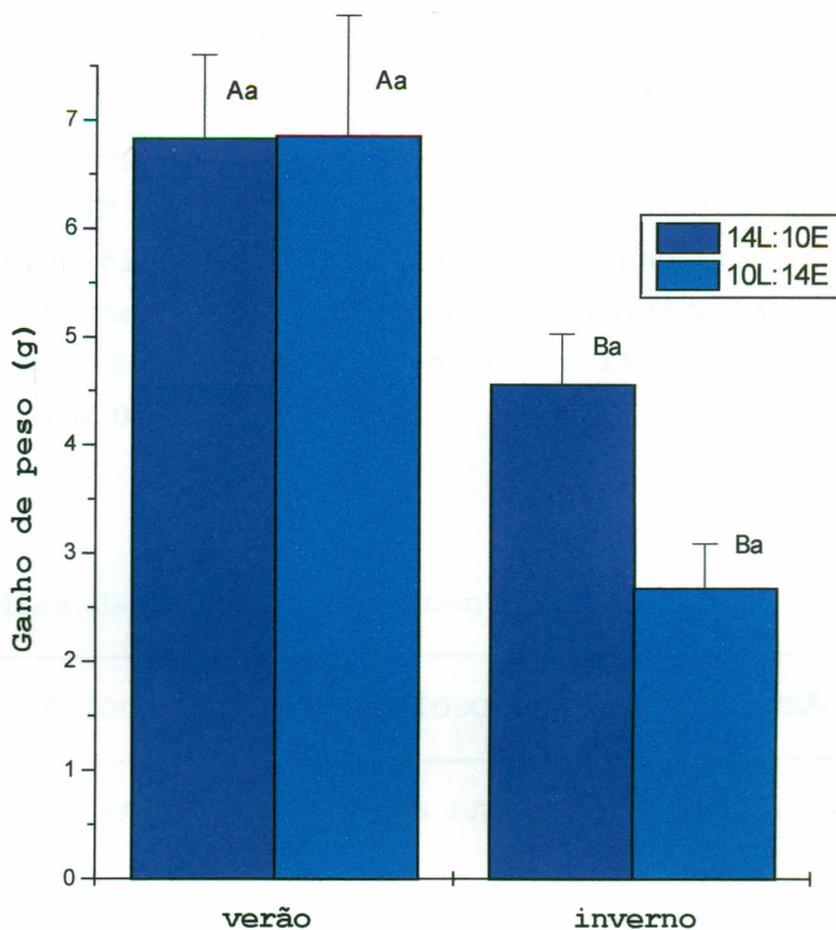


Figura 03 : Médias e erros padrão do ganho de peso por tilápia do Nilo, em períodos de 30 dias, sob condição de dois fotoperíodos, no inverno e no verão. Letras maiúsculas referem-se às comparações entre estações para cada fotoperíodo e letras minúsculas entre os fotoperíodos dentro de cada estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

3) TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO

A taxa média de crescimento específico no verão foi $1,70 \pm 0,19\%$ no fotoperíodo de 14L:10E e $1,48 \pm 0,15\%$ no fotoperíodo 10L:14E. No inverno os valores obtidos foram $1,25 \pm 0,085\%$ no fotoperíodo de 14L:10E e $0,75 \pm 0,095\%$ no fotoperíodo 10L:14E. A análise estatística revelou que esta variável foi significativamente menor no inverno, em ambos os fotoperíodos estudados, e ainda que, no inverno, a taxa de crescimento específico é menor no fotoperíodo de 10L:14E (Tabela 05, figura 04).

Tabela 05: Médias da taxa de crescimento específico

ESTAÇÃO	FOTOPERÍODO I	FOTOPERÍODO II	CONCLUSÃO
INVERNO	1,25 aA	0,75 bA	14L:10E \neq 10L:14E
VERÃO	1,70 aB	1,48 aB	14L:10E = 10L:14E
	inverno \neq verão	inverno \neq verão	

DMS (5%) = 0,45

FOTOPERÍODO I = 14 h luz e 10 h escuro.

FOTOPERÍODO II = 10 h luz e 14 h escuro.

Letras maiúsculas referem-se a comparação entre as estações e letras minúsculas referem-se a comparação entre fotoperíodos dentro da estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

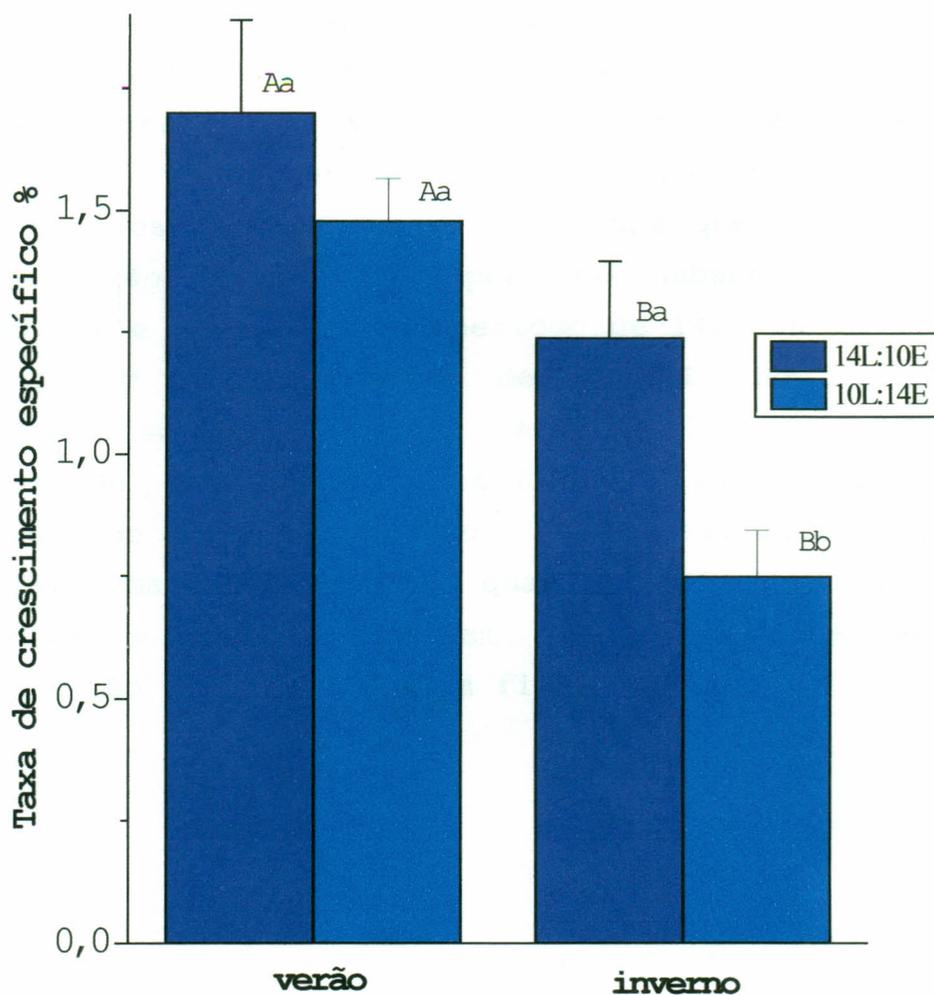


Figura 04 : Médias e erros padrão da taxa de crescimento específico por tilápia do Nilo, durante períodos de 30 dias, sob condição de dois fotoperíodos, no inverno e no verão. Letras maiúsculas referem-se às comparações entre estações para cada fotoperíodo e letras minúsculas entre os fotoperíodos dentro de cada estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

4) ABSORÇÃO DE PROTEÍNA

No verão, a absorção de proteína mostrou uma **tendência a aumentar durante o período experimental**, mas ao final deste apresentava valores semelhantes ao início da experimentação. No inverno houve, inicialmente, uma estabilização dos valores, seguido por uma queda. Os valores obtidos no verão, nos três subperíodos subsequentes, foram 13,05%, 18,18% e 12,72% no fotoperíodo de 14L:10E e 12,67%, 18,70% e 13,19% no fotoperíodo de 10L:14E. No inverno os valores calculados foram 14,71%, 14,93% e 9,80% no fotoperíodo de 14L:10E e 14,11%, 14,40% e 8,06% no fotoperíodo de 10L:14E. Não foi realizada análise estatística, uma vez que as quantidades amostras foram insuficientes e não permitiram repetições. Os valores calculados estão representados na figura 05.

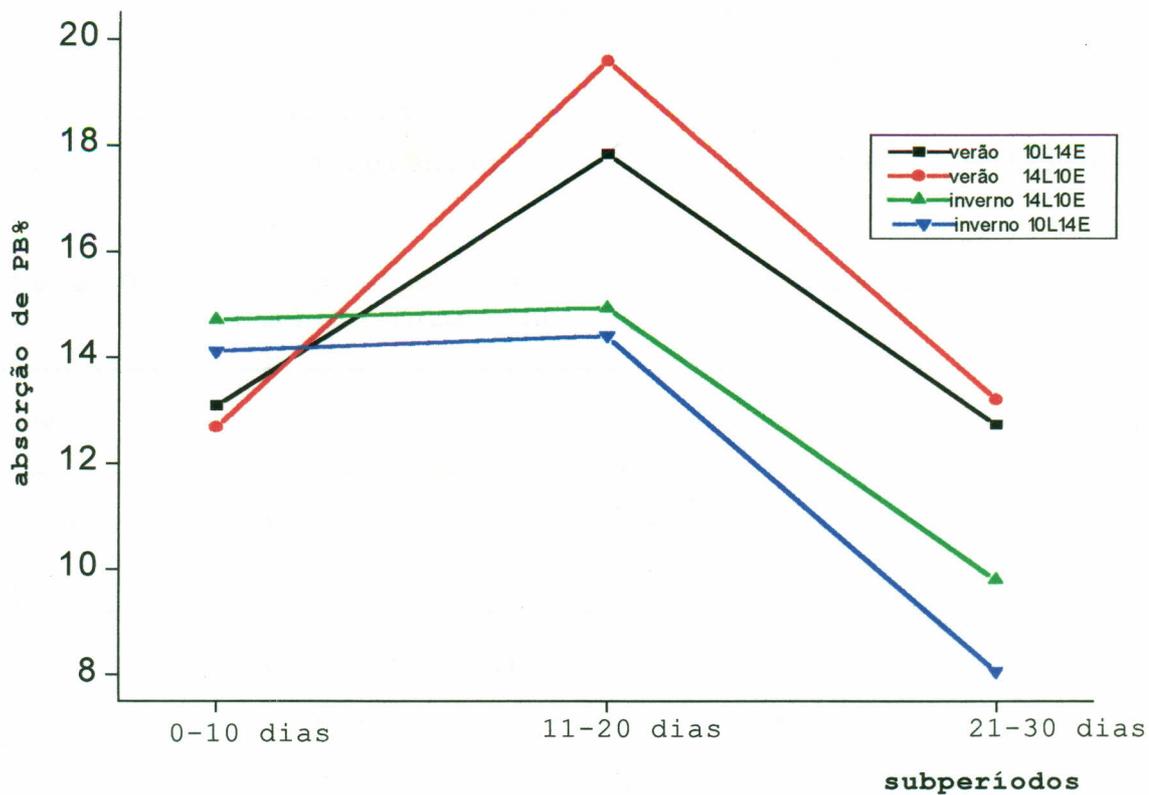


Figura 05: Absorção de proteína bruta por tilápias, em períodos de 10 dias, sob o efeito de dois fotoperíodos, no inverno e no verão.

5) ANÁLISE HISTOLÓGICA

A altura das vilosidades apresentaram uma grande variabilidade (Figuras 06 e 07). A comparação entre estação e fotoperíodo, realizada através do teste de Kruskal-Wallis, revelou que as diferenças obtidas não foram significantes (tabela 06 e 07).

Tabela 06 : Postos médios das alturas das vilosidades no segmento proximal do intestino

ESTAÇÃO	14L:10E	10L:14E	CONCLUSÃO
INVERNO	19,21 Aa	19,94 Aa	14L:10E = 10L:14E
VERÃO	21,73 Aa	24,31 Aa	14L:10E = 10L:14E
inverno = verão		inverno = verão	

DMS (5%) = 0,45

Letras maiúsculas referem-se a comparação entre as estações e letras minúsculas referem-se a comparação entre fotoperíodos dentro da estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Tabela 07 : Postos médios das alturas das vilosidades no segmento distal do intestino

ESTAÇÃO	14L:10E	10L:14E	CONCLUSÃO
INVERNO	19,12 Aa	19,75 Aa	14L:10E = 10L:14E
VERÃO	24,95 Aa	22,53 Aa	14L:10E = 10L:14E
inverno = verão		inverno = verão	

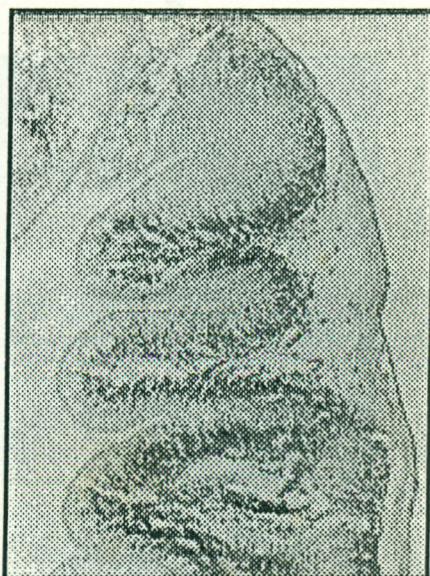
DMS (5%) = 0,45

Letras maiúsculas referem-se a comparação entre as estações e letras minúsculas referem-se a comparação entre fotoperíodos dentro da estação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

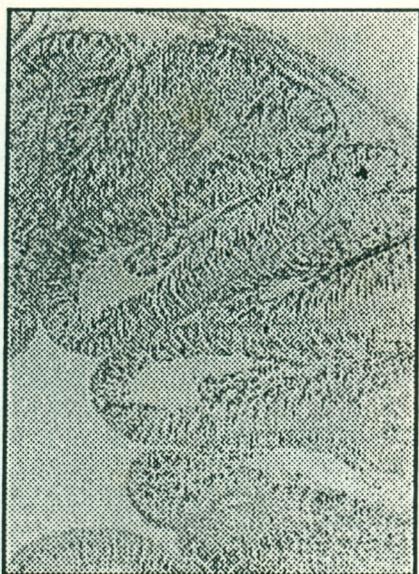
A



B



C

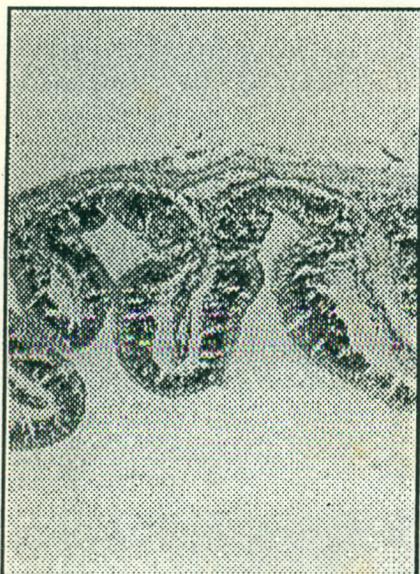


D



Figura 07 - Corte transversal de intestino proximal (A e C) e distal (B e D) de tilápia do Nilo mantidas no verão em fotoperíodo 14L:10E (superior) e 10L:14E (inferior). Ampliação 150x.

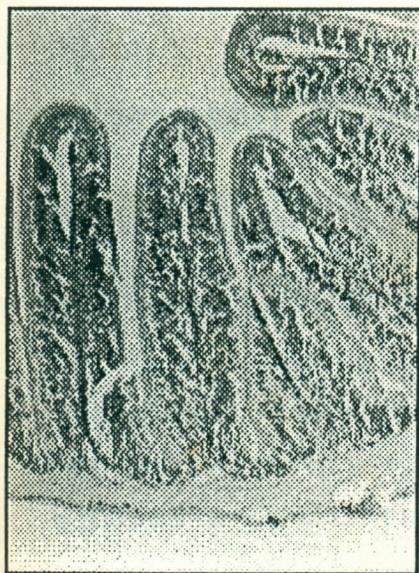
A



B



C



D



Figura 09 - Corte transversal de intestino proximal (A e C) e distal (B e D) de tilápia do Nilo mantidas no inverno, em fotoperíodo 14L:10E (superior) e 10L:14E (inferior). Ampliação de 150x.

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados demonstram que alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresentam variações sazonais de ingestão, ganho de peso e taxa de crescimento específico caracterizadas por valores menores destas variáveis no inverno, mesmo com manutenção da água do aquário a temperatura de verão (~25°C).

Respostas sazonais de parâmetros metabólicos já foram demonstradas em espécies brasileiras, por SAINT PAUL (1984) e OLIVEIRA (1993). O primeiro, trabalhando com tambaqui na Amazônia, constatou alterações sazonais dos níveis de glicogênio hepático com valores elevados em fevereiro e diminuição de março a junho. A segunda trabalhando com tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) observou diminuição de AGL e glicogênio no verão e diminuição de lipídios e proteínas na primavera.

Com relação à ingestão, é bem demonstrado que ocorre uma diminuição significativa deste parâmetro no inverno (COX e COUTAT, 1981, PIRES DE CAMPOS, 1992) e que a taxa de ingestão é dependente de temperatura (CARNEIRO, 1990).

Porém, não temos conhecimento de trabalhos experimentais que tenham estudado a influência de fotoperíodo sobre a ingestão e/ou ganho de peso em espécies adaptadas ao Brasil.

No estudo da ingestão de alimentos ao longo do período experimental realizado neste trabalho, nota-se a diferença entre estações e a queda evidente, porém não significativa, da ingestão no inverno, no fotoperíodo curto. A grande variabilidade na ingestão diária de alimentos em peixe é amplamente demonstrada na literatura (SMAGULA e ADELMAN, 1982; TACKET et al., 1988 e BOUJARD et al., 1992). Esta grande variabilidade também ocorreu no presente trabalho e, com certeza, impediu que as diferenças entre grupo fossem estatisticamente significantes.

A influência do fotoperíodo nas variáveis estudadas começou a ser evidenciada na diminuição das médias de ingestão e de ganho de peso, avaliadas por 30 dias, no inverno. Esta diminuição só se tornou estatisticamente significativa à medida que os animais foram submetidos à exposição de luz por período mais curto, semelhante ao ^{que} ocorre naturalmente nesta estação. Esta influência foi ainda mais evidente nos resultados da taxa de crescimento específico, quando pode ser observado que a diminuição ocorrida no inverno tornou-se ainda mais acentuada quando os animais foram submetidos ao fotoperíodo curto. Estes resultados,

portanto, demonstram a participação do fotoperíodo na resposta sazonal de ingestão e ganho de peso em tilápia do Nilo, uma espécie de clima tropical, aclimatada em um país de climas tropical e subtropical.

Estudando a atividade monoaminérgica hipotalâmica em *Channa punctatus*, peixe de águas subtropicais da Índia, KHAN e JOY (1990) verificaram alterações sazonais dependentes de fotoperíodo e independentes de temperatura.

BOUJARD et al. (1990) sugeriram que para o "catfish" (*Hoplosternum litorale*), a luz é provavelmente o principal sincronizador do ritmo da atividade alimentar. DUSTON e SAUNDERS (1992) propõem que a alteração do comprimento do dia serve como um indicador externo para ativação de um ciclo endógeno circunual ou de um relógio interno. Segundo SENTHILKUMARAN e JOY (1994) entre todos os fatores ambientais que podem influenciar um ciclo anual, o fotoperíodo é o mais previsível, uma vez que ele permanece invariável dentro de uma dada latitude. De fato, as mudanças sazonais de comprimento do dia em países trópicos, ocorrem de maneira mais rigorosa do que as mudanças de temperatura.

A absorção de proteína no inverno apresentou valores mais baixos do que no verão, nos últimos dois períodos de 10 dias. Porém não mostrou diferenças qualitativas entre fotoperíodos. Além disso, a absorção apresentou um comportamento de queda no 3º período, para o qual não temos ainda uma explicação satisfatória. Na verdade a quantidade de fezes coletadas em animais do tamanho utilizado é tão pequena que não nos permite fazer análises individuais, forçando-nos a trabalhar com "pool" das fezes de todos os animais empregados. Isto com certeza dificulta a

compreensão dos dados, por não conseguirmos réplicas em número satisfatório.

No presente trabalho não pudemos observar alteração do epitélio absortivo em função de estação. Este resultado é **contrario ao descrito na literatura por VASILIEVA e MELNIKOVA** e por VASILIEVA e KOROVINA (apud KAPOOR et al., 1975). Estes autores verificaram em salmonídeos, que no período de jejum, durante a migração e desova, o diâmetro do intestino diminui, as pregas mucosas tornam-se lisas e a quantidade de citoplasma diminui. BELONZHKO (apud KAPOOR, 1975) observou aumento do citoplasma do epitélio intestinal e da absorção de gorduras no verão, quando comparados ao inverno. STROGANOV e BUZINOVA (apud KAPOOR, 1975) observaram em *Ctenopharyngodon idella* e *Hypophthalmichthys molitrix* que o comprimento e peso do intestino em relação ao corpo variam em diferentes idades e diferentes épocas do ano.

ABEBE e GETACHEW (1992) verificaram que a digestão e absorção de nutrientes mostraram uma tendência a aumentar nos meses de chuva, quando comparados com as outras estações.

Traçando um paralelo com os mamíferos, estes dados poderiam ser explicados pela ausência ou diminuição de fatores tróficos, como por exemplo hormônios intestinais, na época de inverno e, portanto, de jejum ou de menor ingestão.

Alterações nos processos de digestão e absorção obviamente contribuem para alterações no ganho de peso e na taxa de crescimento específico. ANNICHEV (1959) observou diferença entre estações na atividade das enzimas digestivas amilase, tripsina, pepsina e lipases em *Lucioperca lucioperca* e em *Abramis brama*. KAPOOR et al. (1975) observaram que

teleósteos apresentam diminuição da atividade enzimática do intestino no inverno. Também Pires de Campos (1992) observou diminuição no trânsito intestinal de tilápia-do-Nilo no inverno.

Estas variações podem ter contribuído para um menor aproveitamento de alimentos nesta estação e, conseqüentemente, ser parcialmente responsáveis pelas alterações no ganho de peso e na taxa de crescimento específico verificado neste trabalho.

Alteração no grau de metabolismo dos alimentos, podem também ser parcialmente responsáveis por estas alterações. Não temos conhecimento de trabalhos sobre a alteração sazonal de parâmetros metabólicos em tilápia, além do realizado por DELICIO e VICENTINI-PAULINO(1993), que mostra flutuação anual na glicemia independente da temperatura.

Trabalhos nestas áreas poderiam ajudar a explicar os resultados aqui observados.

CONCLUSÕES

Baseados nos resultados obtidos concluímos que:

1) Alevinos de tilápia do Nilo apresentam, no inverno, diminuição da ingestão de alimentos, ganho de peso e taxa de crescimento específico, quando comparados ao verão, mesmo estando sob condição de temperatura de verão;

2) Estas respostas se tornam significativas nos animais submetidos à fotoperíodo curto;

3) O fotoperíodo é um dos sinalizadores externos que promovem estas alterações e pode ser um dos indicadores da estação do ano nesta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABEBE, E., GETACHEW, T. Seasonal changes in the nutritional status of *oreochromis niloticus* in lake Ziway, Ethiopia. Arch.Hidrobiol. v.124, p.109-22, 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 14. ed. Official Methods of Analysis. Washington, 1984.

ANANICHEV, A.V. Digestive enzymes of fish and seasonal changes in their activity. Biochemistry, v. 24, p.952-8, 1959.

BJÖRSSON, B.T., THORAPENSEN, H., HIRANO, T., OGASARAWARA, T., KRISTINSSON, J.B. Photoperiod and temperature affect growth hormone levels, growth, condition factor and hypoosmoregulatory ability of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* during parr-smolt transformation. Aquaculture, v.82, p. 77-91, 1989.

*UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP. Normas para publicações da UNESP. São Paulo: Editora UNESP, 1994. V.2: Referências bibliográficas.

BIOSIS. Serial sources for the BIOSIS previews database. Philadelphia, 1991. 451p.

- BOUJARD, T., KEITH, P., LUQUET, P. Diel cycle in *Hoploternum littorale*: evidence for synchronization of locomotor, air breathing and feeding activity by circadian alternation of light and dark. J.Fish Biol. , v.36, p. 133-40, 1990.
- BOUJARD, T., DUGY, X., GENNER, D., GOSSET, C., GRIG, G. Description of a modular, low cost, water meter for the study of feeding behavior and food preferences in fish. Physiol.Behav. , v.52, p.1101-06, 1992.
- BROWN, M.E. The growth of brown trout *Salmo trutta* II. The growth of two-year-old at constant temperature of 11.5°C. J.Exp. Biol. v.22, p.130-44, 1946.
- CARNEIRO, D.J. *Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, Piaractus mesopotamicus*. São Carlos. 1990. 60p. (Tese de Doutorado em Ecologia). Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos
- COX, D.K., COUTANT, C.C. Growth dynamics of juvenile striped bass as functions of temperature and ration. Trans.Amer.Fish.Soc. v.110, p.226-38, 1981.
- DELICIO, H.C., VICENTINI-PAULINO, M.L.M. Variação nos níveis de glicose n sangue de *Oreochromis niloticus*. In: VIII REUNIÃO ANUAL DA FEDERAÇÃO DE SOCIEDADES DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL. 1993. Caxambú. Resumos...Caxambú: FESBE, 1993, p.257.

DUSTON, J., SAUNDERS, R.L. Effect of 6-, 12-, 18-months photoperiod cycles on smolting and sexual maturation in juvenile Atlantic salmon *Salmo salar*. Can.J.Aquat.Sci., v.49, p.2273-80, 1992.

GROSS, W.L., ROELOFS, E.W., FROMM, P.O. Influence of photoperiod on growth of green sunfish *Lepomis cyanellus*. J. Fish. Res. Board Can. v.22, p.1376-86, 1965.

HERMAN, R. B., WARREN, C.E., DOURDOFF, P. Influence of oxygen concentration on the growth of juvenile coho salmon. Trans. Amer. Fish. Soc., Bethesda, v.91. p.155 - 67, 1962.

HIGGINS, P.J., TALBOT, C. A radiographic method for feeding studies on fish using metallic iron powder as a marker. J. Fish Biol., v.23, p. 211-20, 1983.

HOGMAN, W.J. Annulus formation on scales of four species of Coregonids reared under artificial conditions. J. Fish. Res. Board Can. v.25, 2111-22, 1968.

INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEOFÍSICO. Anuário astronômico. São Paulo: USP, 1986. P.6-17.

IVANOVA, M.N., SUIRSKAYA, A.P. Feeding and growth of juvenile pike (*Esox lucius*) maintained under varied temperature

conditions .J. Ichthyology(Engl. Transl. Vopr. Ichthiol.)
. Bethesda , v.31, p.128-36, 1991.

KAPOOR,,B.G., SMIT,H., VERIGHINA,I.A. The alimentary canal
and digestion in teleosts. Adv.Mar.Biol., v.13, p.109-239,
1975.

KARÅS,P. Seasonal changes in growth and standart metabolic
rate of juvenile perch, *Perca fluviatilis*. J.Fish Biol.
v.37, p.913-20, 1990.

KILAMBI,R.V., NOBLE,J., HOFFMAN,C.E. Influence of temperature
and photoperiod on growth, food consumption and food
conversion efficiency of channel catfish. Aquat. Sci.
Fish. Abstr, v.4, p. 231, 1970.

KHAN,I.A., JOY,K.P. Effects of season, pineallectomy, and
blinding, alone and in combination, on hypothalamic
monoaminergic activity in the teleost fish *Channa*
punctatus. J.Pineal Res. v.8, p.277-87, 1990.

MOLNAR, G.Y., TÖLG, T. Relation between water temperature
and gastric digestion of large mouth bass (*Micropterus*
salmonidaes). J. Fish. Res. Board Can., v. 19, p.1005-12,
1962.

OLIVEIRA ,E.G. . Variações sazonais em parâmetros metabólicos do tambacu (femea *Colossoma macropomun* X macho *Piaractus mesopotanicus*) . Jaboticabal, 1993. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

PÁLSÖN J.O., JOBLING, M., JØRGENSEN, E.H. Temporal changes in daily food intake of Arctic charr *Salvelinus alpinus*, of different sizes monitored by radiography. Aquaculture, v.106, p.51-61, 1992.

Pires de CAMPOS , S.. Alterações das funções digestivas em tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, em condições de agrupamento e em relação ao grau hierárquico. Botucatu 1993. 120p.(Dissertação de Mestrado em Zoologia). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

PLISETISKAYA,E. M., SWASON, P., BERNARD, M.G., DICKHOFF, W.W. Insulin in coho salmon (*Onchorhynchus kisuctch*) during the parr to smolt transformation. Aquaculture , v.72, p. 147 - 58, 1984.

SÆTHER,B.S., JOHNSEN,H.K., JOBLING,M. Seasonal changes in food consumption and growth of Arctic charr, exposed to either simulated, natural or 12:12 LD photoperiod at constant water temperature. J. Fish Biol., v.48, p.1113-22, 1996.

- SAINT-PAUL, U. Investigation on the Seasonal changes in the chemical composition of Liver and from a neotropical characoid fish (*Colossama macropomun*). Amazoniana, v.9, p.147-58, 1984.
- SENTHILKUMARAN, B., JOY, K.P. Effects of photoperiod alterations on day-nighth variation in hypothalamic serotonin content and turnover, and monoamine oxidase activity in the famert catfish *Heteropneustes fossilis*. Fish. Physiol. Biochem., v.13, p.301-7, 1994.
- SMAGULA, C.M., ADELMAN, I.R. Day-to-day variation in food consumption by largemouth bass. Trans. Am. Fish. Soc. v.111, p.243-48, 1982.
- SMITH, I.P., METCALFE, N.B., HUNTINGFORD, F.A., KADRI, S. Daily and seasonal patterns in the feeding behaviour. Aquaculture. v.117, p.165-78, 1993.
- TACKETT, D.L., CARTER, R.R., ALLEN, K.O. Daily variation in feed consumption by channel catfish. The Proges. Fish-Cultur. v.50, p.107-10, 1988.
- TALBOT, C. Some aspects of the biology of feeding and growth in fish. Proc. Nutr. Soc. , v.52, p. 403-16, 1993.