

CONCENTRAÇÕES DE GLICOGÊNIO EM DIFERENTES TECIDOS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG, 1887):.

[Glycogen levels in different tissues of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887)]

Elenise Gonçalves de OLIVEIRA^{1,5}
Elisabeth Criscuolo URBINATI²
Valéria Leão SOUZA³
Damares Perecim ROVIERO⁴

RESUMO

Procurando determinar as concentrações de glicogênio em diferentes tecidos de pacus criados em cativeiro, e se estas concentrações apresentam alterações relacionadas com sexo e meses do ano, peixes com peso corporal médio variando entre 2.204,00 a 2.571,00 g e comprimento padrão médio entre 40,59 a 43,38 cm, foram capturados em quatro meses do ano (maio, agosto novembro e fevereiro), mantidos em jejum por 24 - 48 horas, anestesiados com MS222 e sacrificados. Em seguida, o fígado e gônadas foram retirados e pesados para determinação do índice hepato-somático (IHS - %) e índice gônado-somático (IGS - %), respectivamente. Logo após, foram colhidas amostras do fígado, músculo branco, músculo vermelho, coração e gônadas para dosagem de glicogênio pelo método da antrona. Os resultados obtidos comprovaram que o tecido hepático foi o principal sítio de glicogênio. Neste tecido, as concentrações foram mais baixas em maio, aumentaram em agosto e atingiram um pico em novembro e fevereiro. As concentrações de glicogênio no coração, músculo branco, músculo vermelho e gônadas não diferiram estatisticamente entre si, como também não alteraram-se ao longo dos meses estudados. Os valores de IGS e de IHS foram menores nos machos. Nos machos o IGS não diferiu entre os meses estudados, e nas fêmeas o maior índice foi registrado em maio. As variações no IHS observadas durante os meses estudados foram independentes do sexo, sendo que os valores registrados em maio, foram significativamente menores que no inverno.

PALAVRAS-CHAVE: *Piaractus mesopotamicus*, glicogênio, meses do ano, tecidos

ABSTRACT

In order to determine the glycogen concentration in different tissues of pacu reared in captivity and if there are changes related to sex and month of the year, female and male fish (average body weight 2,387 g and body length 41.88 cm) were caught from ponds in four months (May, August, November and February). After 24 - 48 hours without food the fish were killed under anesthesia (MS 222) the liver and gonads were weighed to determine hepatosomatic index (HSI %) and gonadosomatic index (GSI %). Liver, white muscle, red muscle, heart and gonads samples were analyzed for glycogen levels dermination by colorimetric method. The results show that liver is the main storing organ of glycogen. In the liver, the glycogen levels were low in May, increased in August, and showed a peak in November and February. Concentrations of glycogen in heart, white muscle, red muscle and gonads did not differ statistically neither comparing sites or months of the year. The concentrations were the same in both female and male. HSI and GSI were lower in males and GSI did not differ between studded months, while in female the highest GSI was found in May. during the months HSI showed changes not related to sex and presenting the lower levels in May.

KEY WORDS: *Piaractus mesopotamicus*, glycogen in tissue, months of the year, tissue

* Artigo Científico - aprovado para publicação em 23/12/97

** Apoio financeiro: CAPES/PICD

(1) Profa. M.S. Depto. de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias/UFPB - Doutoranda em Zootecnia na FCAVJ/UNESP

(2) Profa. Dra. Depto. Morfologia e Fisiologia Animal/FCAVJ/UNESP

(3) Doutoranda em Aquicultura do CAUNESP - FCAVJ/UNESP

(4) Técnica Depto. Morfologia e Fisiologia Animal/FCAVJ/UNESP

(5) Endereço/Address: UFPB - Campus III - Areia/PB - CEP 58.397-000 - FONE: (083)362-2300 - FAX: (083)362-2259

1. INTRODUÇÃO

O glicogênio é um importante produto do corpo animal que é sintetizado a partir de glicose e é estocado no fígado (JIRGE, 1970; AHSAN & AHSAN, 1975; OTTOLENGHI et alii, 1981). Ele constitui uma das principais fontes de energia e é utilizado quando necessário, pelo processo de quebra em glicose (JIRGE, 1970; WALTON & COWEY, 1982; CHRISTIANSEN & KLUNGSOYR, 1987). Alterações nas concentrações do glicogênio em diferentes tecidos têm sido relacionadas com o modo de vida do animal, estágio de desenvolvimento gonadal, estação do ano e sexo (CHAVIN & YOUNG, 1970). Também tem sido observado que as concentrações de glicogênio apresentam diferenças acentuadas entre tecidos, sendo o coração o órgão com maior concentração depois do fígado, e o músculo vermelho com teores mais elevados que o músculo branco (OTTOLENGHI et alii, 1981). A maior quantidade de glicogênio no músculo vermelho, quando comparado ao músculo branco, parece ser

resultante da atividade de cada um deles; o músculo vermelho, pelo fato de responder pelo esforço da natação, em condições normais perde menos energia, enquanto que o músculo branco, responsável pelas atividades mais vigorosas, tais como captura de presa ou fuga de predador, apresenta maior desgaste energético (HEPHER, 1988).

Em peixes de clima temperado todos estes aspectos são bem documentados. Já em pacu (*Piaractus mesopotamicus*), uma espécie neotropical de desova anual e de grande interesse econômico para o Brasil, as informações sobre o metabolismo de carboidrato são ainda escassas. Desta forma, com este trabalho teve-se por objetivo determinar as concentrações de glicogênio no fígado, músculo vermelho, músculo branco, coração e gônadas de machos e fêmeas de pacu cultivados, e se estas concentrações apresentam alterações relacionadas com sexo e meses do ano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nas dependências e instalações do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal e Centro de Aqüicultura da UNESP (CAUNESP), que pertencem a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, e está localizada a 21°15'22" de latitude sul, 48°18'58" de longitude oeste e a 595 m de altitude.

Foram utilizados machos e fêmeas de pacu (*P. mesopotamicus*), com peso médio entre 2204,00 g a 2571,00g e comprimento padrão entre 40,59 cm e 43,38 cm. Cerca de 60 dias antes de cada amostragem,

os peixes foram capturados em represas do CAUNESP com 1,5 a 3,0 m de profundidade e área aproximada de 0,5 ha e, em seguida, transferidos para um viveiro de 380 m² e profundidade média de 1,50 m. A alimentação dos animais foi feita com uma ração comercial do tipo extrusada, com 24 % de proteína bruta, 3 % de extrato etéreo, 8 % de fibra bruta, 11 % de matéria mineral, 1,8 % de cálcio e 0,6 % de fósforo, diariamente no período da manhã, correspondendo a cerca de 5 % do peso corporal.

A colheita de material experimental foi realizada nos meses de maio, agosto e no-

vembro de 1993 e fevereiro de 1994.

Para colheita de material experimental, os peixes foram capturados no viveiro, com auxílio de rede de arrasto, e em seguida transferidos para laboratório, onde permaneceram em aquários com fluxo contínuo de água e oxigenação e sem receber alimentação.

As amostragens foram iniciadas 24 horas após a transferências dos animais para o laboratório. Para a amostragem do material experimental, foi retirado um peixe por vez do aquário e colocado em um recipiente contendo anestésico (MS222), na proporção de 1 g por 20 litros de água, por aproximadamente 2 minutos. Após a anestesia o peso corporal (g) e o comprimento padrão (cm) foram determinados e foi feita uma incisão ventral longitudinal, na cavidade abdominal para expor o fígado, coração e gônadas, os quais foram retirados, pesados e amostrados e o sexo determinado através do exame macroscópico das gônadas. Em seguida, também foram colhidas amostras de músculo branco e músculo vermelho da região posterior do corpo, na altura da linha lateral. Imediatamente à colheita, amostras de 0,5 g de cada um dos tecidos foram colocadas em tubo de centrífuga contendo 2 ml de KOH à 30%, para determinação das concentrações de

glicogênio, conforme método da antrona, descrito por CARROL et alii, (1956).

O índice gônado-somático (IGS) e o índice hepato-somático (IHS) foram obtidos, respectivamente utilizando as seguintes fórmulas: $IGS = \text{Peso das Gônadas} / \text{Peso do Corpo} \times 100$ e $IHS = \text{Peso do Fígado} / \text{Peso do Corpo} \times 100$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial. Quando foi estudado os níveis de glicogênio em diferentes tecidos de machos e fêmeas de pacu amostrados em quatro meses do ano, o fatorial foi 2x4x5 (sexo, meses do ano e tecidos, respectivamente). Já quando foram estudados o IGS e IHS o fatorial foi 2x4 (sexo e estação do ano, respectivamente). Cada peixe foi considerado uma repetição e, como a determinação do sexo só foi feita após sacrificar o peixe e expor suas gônadas para exame macroscópico, o número de repetições variou de um mês para outro e também entre os sexos. Entretanto, teve-se o cuidado de trabalhar com no mínimo 4 repetições por sexo em cada período de amostragem. A análise de variância e teste de comparação de médias (Tukey 5 %) foram feitos no programa ESTAT desenvolvido pela FCAVJ/UNESP.

3. RESULTADOS

O IGS (TABELA 1) das fêmeas foi maior que o dos machos. Nos machos, o IGS manteve-se estável durante os quatro meses estudados, enquanto que nas fêmeas o IGS registrado em novembro e fevereiro foi significativamente mais baixo que em maio.

O IHS (TABELA 2) foi maior nas fêmeas que nos machos e as diferenças entre os meses, foram independentes do sexo. As-

sim, em ambos os sexos o IHS em agosto foi maior que em maio, caiu em novembro e voltou a recuperar-se em fevereiro.

A comparação das médias de glicogênio (TABELA 3) mostrou que o músculo branco, músculo vermelho, coração e gônadas apresentaram apenas traços deste metabólito, e que nestes tecidos não houve alterações durante os meses estudados. O fígado foi o

tecido com maior concentração de glicogênio, sendo que esta sofreu alterações relacionadas com meses do ano. Assim, em maio as concentrações de glicogênio no fígado fo-

ram baixas, aumentaram em agosto e atingiram os valores mais elevados em novembro e fevereiro.

TABELA 1

Efeito do sexo e mês do ano sobre o índice gônado-somático (IGS) (%) de pacu (*P. mesopotamicus*)

MESES DO ANO	IGS (%)	
	Macho	Fêmea
Maio	0,025 ¹ √ ± 0,006 (4) A ¹ b ²	0,433 ± 0,199 (8) Aa
Agosto	0,030 ± 0,005 (8) Ab	0,308 ± 0,053 (4) ABa
Novembro	0,082 ± 0,055 (13) Ab	0,240 ± 0,043 (4) Ba
Fevereiro	0,145 ± 0,145 (6) Aa	0,232 ± 0,107 (6) Ba
Coeficiente de Variação		6,82

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão. Número de peixes entre parênteses.

¹√ As médias apresentadas na tabela são originais, mas para efeito de análise estatística os dados foram transformados em raiz quadrada de X + 0,5.

Médias seguidas de letras maiúsculas¹ iguais na vertical ou minúsculas² iguais na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

TABELA 2

Efeito do sexo e mês do ano sobre o índice hepato-somático (IHS) (%) de pacu (*P. mesopotamicus*)

MESES DO ANO	IHS (%)		MÉDIA GERAL
	Macho	Fêmea	
Maio/93	0,728 ¹ √ ± 0,120 (4)	0,799 ± 0,123 (8)	0,763 B ¹
Agosto/93	0,935 ± 0,209 (8)	1,118 ± 0,254 (4)	1,026 A
Novembro/93	0,761 ± 0,173 (13)	0,953 ± 0,039 (4)	0,857 AB
Fevereiro/94	0,928 ± 0,343 (6)	1,0215 ± 0,306 (6)	0,972 AB
MÉDIA GERAL	0,838 b ²	0,971 a	
Coeficiente de Variação		7,52	

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão. Número de peixes entre parênteses.

¹√ As médias apresentadas na tabela são originais, mas para efeito de análise estatística os dados foram transformados em raiz quadrada de X + 0,5.

Médias seguidas de letras maiúsculas¹ iguais na vertical ou minúsculas² iguais na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

TABELA 3

Efeito do mês do ano e do tecido sobre a concentração de glicogênio (g.100g⁻¹) de machos e fêmeas de pacu (*P. mesopotamicus*)

TECIDOS	GLICOGÊNIO (g.100g ⁻¹)			
	Maio	Agosto	Novembro	Fevereiro
Fígado	3,38 ¹ ± 1,56 (10)A ¹ c ²	4,30 ± 0,97 (11)Ab	5,73 ± 1,34 (17)Aa	5,45 ± 1,46 (12)Aa
Músculo Branco	0,03 ± 0,05 (10)Ba	0,04 ± 0,02 (12)Ba	0,04 ± 0,01 (17)Ba	0,04 ± 0,01 (12)Ba
Músculo Vermelho	0,07 ± 0,05 (07)Ba	0,07 ± 0,02 (12)Ba	0,07 ± 0,05 (17)Ba	0,14 ± 0,05 (12)Ba
Coração	0,14 ± 0,03 (8)Ba	0,16 ± 0,02 (11)Ba	0,09 ± 0,02 (17)Ba	0,14 ± 0,02 (12)Ba
Gônadas	0,01 ± 0,01 (10)B a	0,07 ± 0,02 (12)Ba	0,07 ± 0,07 (17)Ba	0,01 ± 0,01 (12)Ba
Coefficiente de Variação	12,57			

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão. Número de peixes entre parênteses.

¹ ↓ As médias apresentadas na tabela são originais, mas para efeito de análise estatística os dados foram transformados em raiz quadrada de X + 0,5.

Médias seguidas de letras maiúsculas¹ iguais na vertical ou minúsculas² iguais na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

4. DISCUSSÃO

Os maiores valores de glicogênio no fígado e os mais baixos no músculo branco, músculo vermelho, coração e gônadas encontrados em pacu no presente estudo, corroboram os obtidos em "catfish" *Ictalurus melas* (OTTOLENGHI et alii, 1981) e sugerem que, nesta espécie, o fígado é o órgão central do metabolismo de carboidrato.

Em salmão do Atlântico, *Salmo salar*, (PLISETSKAYA et alii, 1994) as concentrações de glicogênio hepático que, em alguns meses foram idênticas ao glicogênio muscular, foram mais baixas que as registradas em pacu. Concentrações de glicogênio hepático, mais baixas que as verificadas para pacu no presente estudo, também foram observadas em *Oncorhynchus nerka* (CHANG & IDLER, 1960), *Spicara cryselis* (FERNANDEZ & PLANAS, 1980) e em pacus juvenis submetidos a restrição alimentar (SOUZA, 1994). Já OLIVEIRA (1993) observou que as concentrações de glicogênio hepático em

tambacu, um híbrido do cruzamento da fêmea do tambaqui com o macho do pacu, foram semelhantes as registradas no presente estudo, sendo que no tambacu foi registrado um decréscimo no glicogênio hepático no mês de dezembro.

Em pacu, apenas as concentrações de glicogênio do fígado apresentaram alterações relacionadas com meses do ano, sendo que neste tecido as concentrações mais baixas ocorreram em maio e agosto e coincidiram com os valores mais elevados de IGS de fêmeas. A ausência de animais em estágio de maturação avançada, conforme comprovado pelo baixo IGS e também por exame histológico realizado posteriormente, pode ter contribuído para a deposição de glicogênio no fígado em novembro e fevereiro. BOROWSKY & KALLMAN (1993), trabalhando com fêmeas de *Xiphophorus variatus*, não encontraram diferenças significativas nos teores de glicogênio do fígado que pudessem ser relacionadas com

desenvolvimento gonadal. Já VALTONEN, (1974); PETERSEN & EMMERSEN (1977) e OTTOLENGHI et alii (1981), observaram variações sazonais nas concentrações de glicogênio hepático, e atribuíram as varia-

ções ao ciclo reprodutivo. DAVE et alii, (1975) e SAINT-PAUL, (1984), atribuíram as diferenças sazonais nos carboidratos hepático tanto ao ciclo reprodutivo, quanto a alimentação.

5. CONCLUSÕES

Embora as concentrações de glicogênio no músculo branco, músculo vermelho, coxação e gônadas tenham sido baixas, as concentrações registradas no fígado, e as variações ao longo dos meses estudados

observadas neste órgão, indicam que os carboidratos constituem, também uma importante fonte de energia para o pacu, assim como para outras espécies de peixes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES/PICD, pela contribuição financeira à pesquisa e ao CAUNESP, pelas instalações para condu-

ção do experimento e doação dos espécimes estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHSAN, S. F. A. Z. N. & AHSAN, J. 1975 Changes in liver glycogen in starved and normally fed, growth hormone treated *Clarias batrachus* (Linn.). *The Annals of Zoology*, 11(3): 53-8.

BOROWSKY, R. & KALLMAN, K. 1993 Genetic variation of fat and glycogen storage in *Xiphophorus variatus* (Pisces: Poeciliidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 105A (3): 579-86.

CARROL, N. V.; LONGLEY, R. W.; ROE, J. H. 1956 The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 220: 583-90.

CHANG, W. & IDLER, D. R. 1960 Biochemical studies on socheye salmon during spawning migration - XII. Liver glycogen. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 38: 553-8.

CHAVIN, W. & YOUNG, J. E. 1970 Factors in the determination of normal serum glucose levels of goldfish, *Carassius auratus* N. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 33(3): 629-53.

CHRISTIANSEN, D. C. & KLUNGSOYR, L. 1987 Metabolic utilization of nutrients and the effects of insulin in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 88B(3): 701-11.

DAVE, G.; JOHANSSON-SJÖBECK, M. L.; LARSSON, A.; LEWANDER, K.; LIDMAN, V. 1975 Metabolic and hematological effects of starvation in the european eel *Anguilla anguilla* L. I Carbohydrate, lipid protein and inorganic ion metabolism, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 52A: 423-30.

FERNANDEZ, J. & LANAS, J. 1980 Annual variations of some carbohydrate and lipid parameters in the fish *Spicara chryselis* during captivity. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 67A: 383-9.

HEPHER, B. 1988 *Nutrition of pond fishes*. Cambridge: Cambridge University, 387p.

JIRGE, S. K. 1970 Changes in the distribution of glycogen in the liver at various stages of development

OLIVEIRA, E. G. de; URBINATI, E. C.; SOUZA, V. L.; ROVIERO, D. P. 1997 Concentrações de glicogênio em diferentes tecidos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 24 (n. especial): 89 - 95.

of Tilapia larvae. *Annual Histochemic.* (15): 283-7.

OLIVEIRA, E. G. 1993 *Variações sazonais em parâmetros metabólicos de tambacu (Fêmea Colossoma macropomum X macho Piaractus mesopotamicus)*. 92p. (Dissertação de Mestrado. Jaboticabal: FCAV/UNESP).

OTTOLENGHI, C.; PUVIANI, A. C.; BRIGHENTI, L. 1981 Glycogen in liver and other organs of catfish (*Ictalurus melas*): Seasonal changes and fasting effects. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 68A: 313-21.

PETERSEN, I. M. & EMMERSEN, B. K. 1977 Changes in serum glucose and lipids, and liver glycogen and phosphorylase during vitellogenesis in nature in the flounder (*Platichthys flesus* L.) *Comparative Biochemistry and Physiology*, 58B: 167-71.

PLISETSKAYA, E. M. 1994 Liver glycogen, enzyme activities, and pancreatic hormones in juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) during their first

summer in seawater. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science*, 51: 567-76.

SAINT-PAUL, U. 1984 Investigation on the seasonal changes on the chemical composition of liver and condition from a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae). *Amazoniana*, Manaus, 9(1): 147-58.

SOUZA, V. L. 1994 *Efeitos da restrição alimentar e da realimentação no metabolismo de pacus juvenis (Piaractus mesopotamicus)*. 163p. (Dissertação de Mestrado. Jaboticabal: FCAV/UNESP).

VALTONEN, T. 1974 Seasonal and sex-bound variation in the carbohydrate metabolism of the liver of the whitefish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 47A: 713-27.

WALTON, M. J. & COWEY, C. B. 1982 Aspect of intermediary metabolism in salmonid fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 73(1): 59-79.