

EFEITO DA VARIACÃO SAZONAL E DE DIFERENTES DIETAS SOBRE A  
CONCENTRAÇÃO DE GLICOSE NA HEMOLINFA E DE GLICOGÊNIO E DE  
LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO DO CARANGUEJO  
Chasmagnathus granulata

LUIZ CARLOS RIOS KUCHARSKI

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Curso de Pós-Graduação em Ciências  
Biológicas: Concentração Fisiologia  
da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, para a obtenção do  
grau de Mestre

Orientadora: Dra. Roselis Silveira  
Martins da Silva

Porto Alegre

1990

Aos meus pais,

Marcel e Norma,

e à Sandra.

## AGRADECIMENTOS

- À Profa. Dra. Roselis Silveira Martins da Silva, pela orientação, dedicação, incentivo e amizade importantes na realização deste trabalho
- À Profa. Norma Marroni pela iniciação científica, pelo incentivo e amizade que estimularam minha formação científica.
- À Profa. Georgina Bond pelo incentivo, ajuda na classificação taxônomica e pelo empréstimo de equipamento.
- À Profa. Denise Maria Zancan, pela impressão deste trabalho.
- À Sandra Maria Hartz por sua paciência, amor e pela ajuda nos experimentos deste trabalho.
- Aos colegas de laboratório pela ajuda nos experimentos e pela convivência.
- Aos colegas do curso de mestrado pela amizade e pela convivência durante este período.
- Ao João Batista da Rocha pela ajuda nas análises estatísticas.
- Ao João Luiz De Nardin pela realização dos diapositivos deste trabalho.
- Aos funcionários e professores do Departamento de Fisiologia pela convivência e amizade durante este período.
- À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

## S U M Á R I O

- INTRODUÇÃO.....	01
- MATERIAL E MÉTODOS	
Animais.....	11
Condições experimentais	
Animais coletados diretamente no campo nas	
quatro estações do ano.....	12
Animais submetidos a diferentes dietas.....	12
- ANÁLISES BIOQUÍMICAS	
Determinação da glicose.....	15
Isolamento e determinação do glicogênio.....	16
Extração e determinação dos lípidios totais.....	16
- TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	16
- RESULTADOS	
Efeito da variação sazonal.....	21
Efeito das diferentes dietas	
Efeito da dieta rica em proteína (RP).....	27
Efeito da dieta rica em carboidrato (RC).....	27
Comparação entre os efeitos da dieta RP e RC .....	28
Comparação dos resultados nos animais alimentados	
com diferentes dietas e os coletados durante o	
verão.....	29
- DISCUSSÃO.....	38
- RESUMO.....	54
- ABSTRACT.....	58
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
- APÊNDICE : posição taxônomica.....	74

## INTRODUÇÃO

Existe uma diferença preponderante entre os animais e vegetais, que é o fato dos vegetais estarem aptos a fabricar seus próprios nutrientes a partir de substâncias inorgânicas e por isto são caracterizados como produtores primários. Já os animais não são capazes de fabricar seu próprio alimento, por isso necessitam obter moléculas orgânicas de outros seres que os rodeiam, tanto para o seu crescimento como para a manutenção dos gastos energéticos.

Filogeneticamente os animais possuem necessidades alimentares diferenciadas. Assim iremos encontrar diversidades quando analisarmos o tipo de alimento ingerido pelas diversas classes de animais e mesmo dentro da mesma classe. Segundo o hábito alimentar, os animais podem ser classificados em carnívoros (se alimentam preferencialmente de outros animais), em herbívoros (se alimentam de plantas) e omnívoros (se alimentam de plantas e animais). Estes hábitos alimentares irão caracterizar um padrão

metabólico diferenciado para cada grupo animal. Assim podemos encontrar padrões de respostas metabólicas semelhantes quando comparamos animais pertencentes a diferentes classes, mas com o mesmo hábito alimentar, como ocorre entre o mamífero carnívoro (gato) e a ave carnívora (urubu) face ao jejum (KETTELHUT e cols., 1980; MIGLIORINI e cols., 1973 ).

O padrão de respostas metabólicas de um animal pode sofrer modificações em relação às variações do conteúdo de carboidratos, proteínas ou lipídios contidos na dieta administrada. Em peixes, COWEY e cols. (1977a) verificaram que a insulina era capaz de reduzir a concentração plasmática de glicose nos animais alimentados com uma dieta rica em carboidratos, mas nos peixe mantidos com uma dieta rica em proteínas este hormônio não produzia o mesmo efeito. Os autores também verificaram que a gliconeogênese no Salmo gairdneri alimentado com uma dieta rica em carboidratos era bastante reduzida quando comparada aos peixes mantidos com uma dieta rica em proteínas (COWEY e cols., 1977b). Também foi verificado por HIGUERA e GARDENAS (1985) um aumento marcante da glicemia em Salmo gairdneri alimentados com dieta rica em carboidratos ou gorduras, e valores glicêmicos baixos nos peixes mantidos com dieta rica em proteínas. Estes autores também constataram que as concentrações de glicogênio do fígado são menores em animais alimentados com dieta livre de carboidratos. Em enguias Anguilla anguilla alimentadas com diferentes fontes de carboidratos foi constatado um aumento na glicose do fígado e músculo com níveis mais altos nos animais alimentados com dieta de 27% de amido de milho. No músculo a atividade da aldolase foi maior no grupo alimentado com dieta de 30% de trigo. Porém no fígado este aumento foi

observado com a dieta de 27% de amido de milho (DEGANI, 1987).

Nas aves, MIGLIORINI e cols. (1973) constataram que a taxa de síntese de glicose a partir de alanina era mais elevada no urubu (ave carnívora) que na galinha (ave granívora). Os mesmos autores ainda constataram que os níveis das enzimas chaves da gliconeogênese (fosfoenolpiruvato carboxiquinase e a glicose-6-fosfatase) encontravam-se mais elevados na ave carnívora. Face ao jejum os padrões de as respostas metabólicas das aves carnívoras e das granívoras são diferenciados. O jejum longo não alterou os níveis de glicose plasmática no urubu, entretanto na galinha a redução foi marcante. Por outro lado a restrição alimentar diminuiu a capacidade gliconeogênica na ave carnívora, mas aumentou na ave granívora quando comparado ao estado alimentado (VEIGA e cols., 1978). Quanto ao metabolismo de lipídios, de maneira inversa ao que ocorre em mamíferos, o jejum de três dias no urubu não alterou os níveis de ácidos graxos livres (AGL) no plasma. Além disso, a atividade das vias de síntese a partir de glicose e acetato no fígado como no tecido adiposo estão diminuídas nesta ave carnívora (LINDER, 1971).

Em mamíferos, ratos alimentados com uma dieta rica em proteínas livre de carboidratos, apresentaram pequena diminuição dos níveis de glicose no plasma e de glicogênio hepático em resposta ao jejum (EISENSTEIN e cols., 1971).

Trabalho realizado por KETTELHUT e cols. (1980) demonstrou que a homeostase da glicose no mamífero carnívoro (gato) e no omnívoro (rato) alimentados com uma dieta rica em proteínas era similar a encontrada na ave carnívora (VEIGA e cols., 1978). Com relação ao metabolismo de lipídios, foi constatado um aumento dos lipídios totais do fígado de gatos e ratos mantidos com uma dieta rica em proteínas e livre de carboidratos (FOSS, 1978; KETTELHUT, 1980).

O efeito de diferentes dietas sobre o metabolismo intermediário também foi investigado em diversas classes de invertebrados.

Em moluscos, como o gastrópodo pulmonado Strophocheilus oblongus, a alimentação com couve aumentou marcadamente a excreta nitrogenada total em comparação aos animais mantidos com alface (DE JORGE, 1969). Na espécie Lymnaea stagnalis alimentada com dieta rica em carboidratos os níveis de glicose na hemolinfa e a concentração de polissacarídeos corporais foram superiores a dos animais mantidos com alface (VELDHUIJZEN e VAN BEEK, 1976). A manutenção do molusco Biophalaria glabrata com dietas livres de carboidratos (ricas em proteínas ou lipídios) causou uma redução significativa dos níveis de glicose na hemolinfa. Além disso, nos animais alimentados com dieta rica em proteínas e livre de carboidratos foi constatado um aumento na produção de uréia (STANISLAWSKI e BECKER, 1979).

Nos crustáceos foi verificado na espécie Gammarus duebeni (KIME, 1959 cf LOCKWOOD, 1968) que a taxa de crescimento era influenciada pela dieta. Os animais alimentados com uma dieta animal crescem mais lentamente que os animais alimentados com dieta vegetal. No caranguejo Hemigrapsus nudus alimentado com dieta rica em carboidratos ou com uma solução de glicose, a concentração de oligossacarídeos da hemolinfa era superior à dos animais controle (MEENAKSHI e SCHEER, 1961).

Tanto em vertebrados como em invertebrados os trabalhos consultados demonstraram uma flexibilidade adaptativa do metabolismo intermediário em resposta à composição das dietas.

Dentro de seu habitat os animais estão expostos a um grande número de variáveis ambientais, como por exemplo, temperatura, umidade, salinidade e fotoperíodo, que se modificam ao longo do ano de acordo com a região geográfica, provocando alterações comportamentais, alimentares e metabólicas nos indivíduos. A análise comparativa do efeito das variações estacionais sobre o metabolismo intermediário, demonstra uma variabilidade de acordo com a classe ou espécie estudada. Trabalho realizado com o peixe Coregonus nasus registrou variação estacional no peso e conteúdo de glicogênio no fígado e da atividade das enzimas glicogênio fosforilase e glicose-6-fosfato (VOLTANEN, 1974). Entretanto no pacu Colossama mitrei ZUIN e MACARI (1985) não

encontraram variação sazonal da glicose plasmática. Na rã Rana temporaria, o conteúdo de glicogênio no fígado encontrava-se elevado no outono e início do inverno, diminuindo gradualmente até o verão. O conteúdo de lipídios era elevado no início do inverno, diminuindo consideravelmente durante esta estação (PASANEN e KOSKELA, 1974). Em répteis, a glicemia permanece constante durante todo o ano em algumas espécies, enquanto em outras observam-se variações sazonais de seus níveis (GILLES-BAILLIEN, 1974). Na tartaruga Chrysemys d'orbigni (MARQUES, 1967) e nos lagartos Egernia cunninghami e Anolis carolinensis (COULSON e HERNANDEZ, 1974), foram constatadas variações estacionais no teor de glicogênio hepático. Ainda, na tartaruga Chrysemys d'orbigni não foram constatadas variações sazonais significativas na glicemia e nem nos ácidos graxos livres no plasma (MACHADO, 1977).

Em invertebrados, no gastrópodo pulmonado Strophocheilus oblongus foi constatada variação no teor de glicogênio do hepatopâncreas e dos níveis de glicose na hemolinfa, sendo maiores no verão e menores no inverno (MARQUES e PEREIRA, 1970). Com relação ao metabolismo de lipídios, no molusco pulmonado terrestre Cepaea nemoralis não foi constatada variação estacional dos lipídios totais corporais e nem em sua composição (HORST e ZANDEE, 1973). Entretanto no bivalve, Macoma balthica, o teor de lipídios totais e triacilglicerol achavam-se mais elevados no verão e

primavera e menores no outono e inverno (POLAK e cols., 1987). Na espécie Littorina littorea os níveis de lipídios e carboidratos também apresentaram uma variação estacional (WILLIAMS, 1970). A atividade de enzimas "chaves" como a glicogênio sintetase no manto e a fosfatase no hepatopâncreas, apresenta uma variação estacional nos moluscos Mytilus edulis e Helix pomatia (GABBOT e WHITTLE, 1986; BIELAWSKI e KESA, 1986).

A bibliografia consultada sobre o metabolismo energético no caranguejo Chasmagnathus granulata, baseia-se em trabalhos sobre mecanismos respiratórios e adaptações metabólicas (SANTOS e cols., 1987; DEZI e cols., 1987), efeitos da salinidade e do hormônio hiperglicêmico sobre o metabolismo de carboidratos (SANTOS e cols., 1986; 1987; 1988). Ainda podemos salientar o trabalho realizado por D'INCAO e cols., (1988) sobre a ecologia deste caranguejo. Os autores verificaram que os Chasmagnathus granulata nos meses de outono e inverno acham-se recolhidos em tocas, e em função das baixas temperaturas apresentam um visível estado de diminuição da taxa metabólica. Quanto ao hábito alimentar deste animal, foi constatado uma variação sazonal do conteúdo estomacal, com maior importância do sedimento e restos vegetais nos meses do outono e inverno, enquanto na primavera a maior frequência foi de detritos de origem animal. Entretanto, no verão os componentes tendem a um maior equilíbrio. Os mesmos autores concluíram que a espécie

caracteriza-se, quanto a seu comportamento alimentar, como oportunista (D'INCAO e cols., 1988).

Tendo em vista a inexistência de maiores informações sobre o efeito das variações estacionais sobre o metabolismo energético deste animal achamos pertinente avaliar os parâmetros do metabolismo de carboidratos e lipídios nas quatro estações do ano.

Considerando-se que em e invertebrados e especialmente nos caranguejos Chasmagnathus granulata o controle do metabolismo intermediário tem sido pouco investigado. Nosso trabalho teve como objetivo investigar o efeito da administração de dietas rica em carboidratos ou proteínas sobre o metabolismo de carboidratos e lipídios no caranguejo Chasmagnathus granulata.

Nosso estudo foi dividido em duas partes :

- 1) Avaliação dos efeitos das variações sazonais sobre a glicemia e o teor de glicogênio e lipídios totais no músculo e hepatopâncreas.
- 2) Avaliação dos efeitos das dietas rica em carboidratos ou proteínas sobre os níveis de glicose na hemolinfa e conteúdo de glicogênio e lipídios totais no músculo e hepatopâncreas.

MATERIAL E MÉTODOS

## ANIMAIS

Foram utilizados caranguejos Chasmagnathus granulata Dana.(1851), que habitam os horizontes superior e médio do mesolitoral em substratos areno-lodosos e deslocam-se diariamente para o mesolitoral inferior e infralitoral (BOTTO e YRIGOYEN, 1980). No seu habitat permanecem muitas horas fora d'água e suportam variações de salinidade características de regiões estuarinas (MANE-GARZON, 1974).

Esta espécie é encontrada no litoral ,com distribuição irregular desde o Rio de Janeiro (Brasil) até o golfo de San Matias ( Argentina) (BOSCHI, 1964).

Os animais foram coletados na lagoa Tramandaí ,município de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil ,situada nas coordenadas 29 58 latitude sul e 50 08 latitude oeste.

A lagoa se caracteriza por ser uma laguna estuarina que recebe influências de rios e também do mar. A variação de salinidade na lagoa ocorre em função das mares e aporte de água doce.

As coletas foram realizadas pela manhã, entre os meses de janeiro de 1988 a maio de 1989, que teve como temperatura média e índice pluviométrico os valores representados na figuras 1 e 2 respectivamente (Dados fornecidos pelo Departamento Estadual de Portos Rios e Canais - DEPRC). Os caranguejos utilizados nos experimentos encontravam-se no estágio C do período de intermuda (Drach e Tchernigovtzeff,

1967). Foram coletados manualmente, nas tocas, dentro d'água ou sobre o sedimento lodoso.

## CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

### 1) ANIMAIS COLETADOS DIRETAMENTE NO CAMPO NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO

Foram utilizados caranguejos machos (peso e tamanho representados na tabela 1A, N=90). Imediatamente após a captura era procedida a coleta de hemolinfa da articulação da quela com seringa (anticoagulante oxalato de potássio 10%), e a retirada do hepatopâncreas e tecido muscular. As amostras de hemolinfa e dos tecidos eram acondicionadas em papel de alumínio e transportadas em gelo para o laboratório onde eram pesadas e processadas.

Para a avaliação sazonal foram realizadas duas coletas em cada estação do ano.

### 2) ANIMAIS SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS

Caranguejos machos e fêmeas com as médias de peso e tamanho representados na tabela 1B, foram coletados e transportados para o laboratório em caixas plásticas com um pouco de água do próprio local e colocados em aquários, aerados com uma salinidade de 10‰, à temperatura ambiente

e fotoperíodo diário natural. Os experimentos foram realizados sempre pela parte da manhã entre os meses de janeiro e março de 1988.

Após chegarem ao laboratório, os animais permaneciam 24 horas nos aquários em período de adaptação. Em seguida eram divididos em três grupos de acordo com as dietas que recebiam:

a) Grupo RP (dieta rica em proteínas - carne bovina crua):

Proteína	21,59%
Gordura	6,71%
Fibras	0,31%
Umidade	71,01%
Cinzas	0,35%
Carboidratos	0,03%

Valor calórico total 146,87cal/100g

b) Grupo RC (dieta rica em carboidratos - arroz cozido).

Proteína	3,34%
Gordura	0,45%
Fibras	0,30%
Umidade	61,33%
Cinzas	0,02%
Carboidratos	34,56%

Valor calórico total 155,65cal/100g

As duas dietas apresentaram um valor calórico total bastante semelhante. As análises dos alimentos foram realizados pelo Professor Dr. Cristoph Bernasiuk do Instituto de Tecnologia de Alimentos UFRGS.

c) Grupo Alternado (dieta administrada alternadamente carne e arroz)

Neste grupo, os animais recebiam a dieta rica em proteínas e rica em carboidratos em dias alternados este procedimento foi escolhido em função das variações sazonais do conteúdo estomacal descritas por D'INCAO e cols., (1988), os quais classificaram esta espécie, segundo o hábito alimentar, como oportunista. De acordo com o conteúdo estomacal, alimentar-se-iam mais de vegetais superiores e sedimento nos meses de outono e de inverno e de animais na primavera. Já no verão, haveria um equilíbrio nos componentes. Como este experimento foi realizado durante o verão, optou-se pela administração de uma dieta mista (carne e arroz) procurando imitar seu hábito alimentar nessa época. Entretanto como os caranguejos preferiam a carne quando lhes eram oferecidos a carne e o arroz, foi necessário alternar o oferecimento de cada uma das dietas. Porém, a aceitação às dietas foi satisfatória, assim como a adaptação as condições de laboratório. O grupo de animais que recebeu a dieta de forma alternada apresentou valores médios de peso corporal menores aos grupos RC e RP. Também foi encontrada uma

correlação entre o peso dos animais e seu tamanho. O comportamento de fuga característico desse animal desaparece ao longo de sua permanência no laboratório.

O período experimental teve duração de quinze dias sendo fornecida a dieta "ad libitum" uma vez ao dia, pela parte da manhã. No final deste período o animal era pesado e medido, valores representados na tabela 1B, e realizada a coleta de hemolinfa da articulação da quela (anticoagulante oxalato de potássio, 10%). Para a retirada do hepatopâncreas e amostras de músculo o animal era anestesiado por crioanestesia. O hepatopâncreas e músculo eram cuidadosamente enxutos em papel de filtro, pesados em balança de torção Bethlehem (200mg - glicogênio; 500mg - lipídios totais) e, imediatamente, após eram iniciadas as determinações bioquímicas.

Não foram constatadas diferenças nos parâmetros bioquímicos analisados entre machos e fêmeas. Desta forma os dados foram analisados em conjunto.

## ANÁLISES BIOQUÍMICAS

### 1) DETERMINAÇÃO DA GLICOSE NA HEMOLINFA.

Na parte inicial dos experimentos, a dosagem de glicose na hemolinfa, foi feita pelo método KING-GARNER (1947),

sendo após usado o método glicose oxidase (kit glicose enz-color). Não encontramos diferenças significativas entre os dois métodos utilizados. As medidas de absorvância das amostras foram realizadas em um espectrofotômetro digital B242 micronal. Os resultados foram expressos em mg%.

## 2) ISOLAMENTO E DETERMINAÇÃO DO GLICOGÊNIO.

O isolamento do glicogênio muscular e do hepatopâncreas foi realizado segundo o método de VAN HANDEL (1965), e determinado como glicose após hidrólise ácida. Os resultados foram expressos em g% de tecido úmido.

## 3) EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO LIPÍDIOS TOTAIS.

A extração dos lipídios totais do músculo e do hepatopâncreas foi realizada segundo método de FOLCH e cols. (1957), e determinado gravimetricamente. Os resultados foram expressos em g% de tecido úmido.

## TRATAMENTO ESTATÍSTICO.

Para a análise estatística dos resultados obtidos nos experimentos foi aplicado o teste de análise da variância de uma via com teste de comparação de Duncan. Foi adotado o nível de significância de 5% e de 1% .

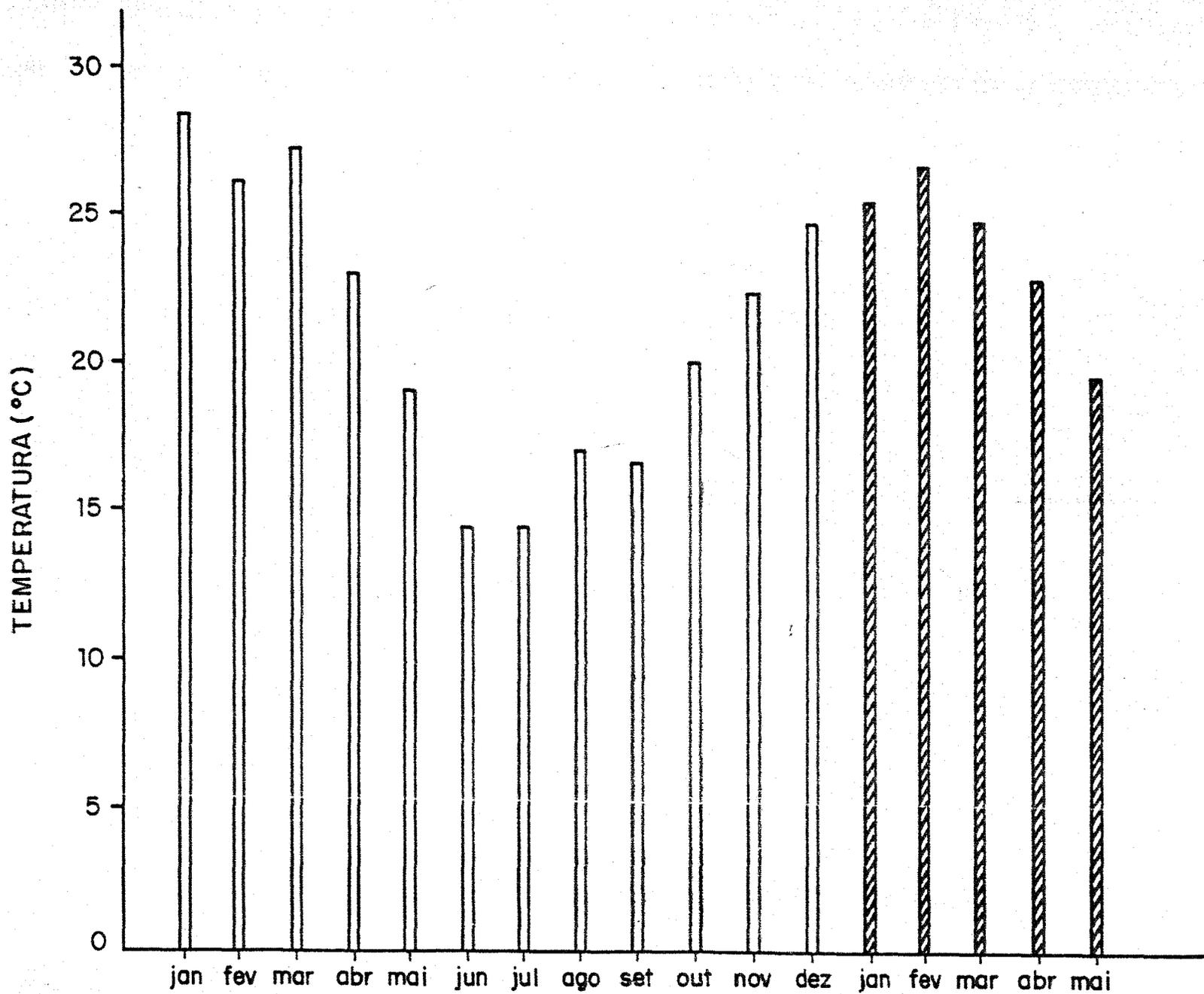


FIGURA 1. Variação da temperatura dos meses de janeiro de 1988 a maio de 1989. As colunas representam a média mensal.

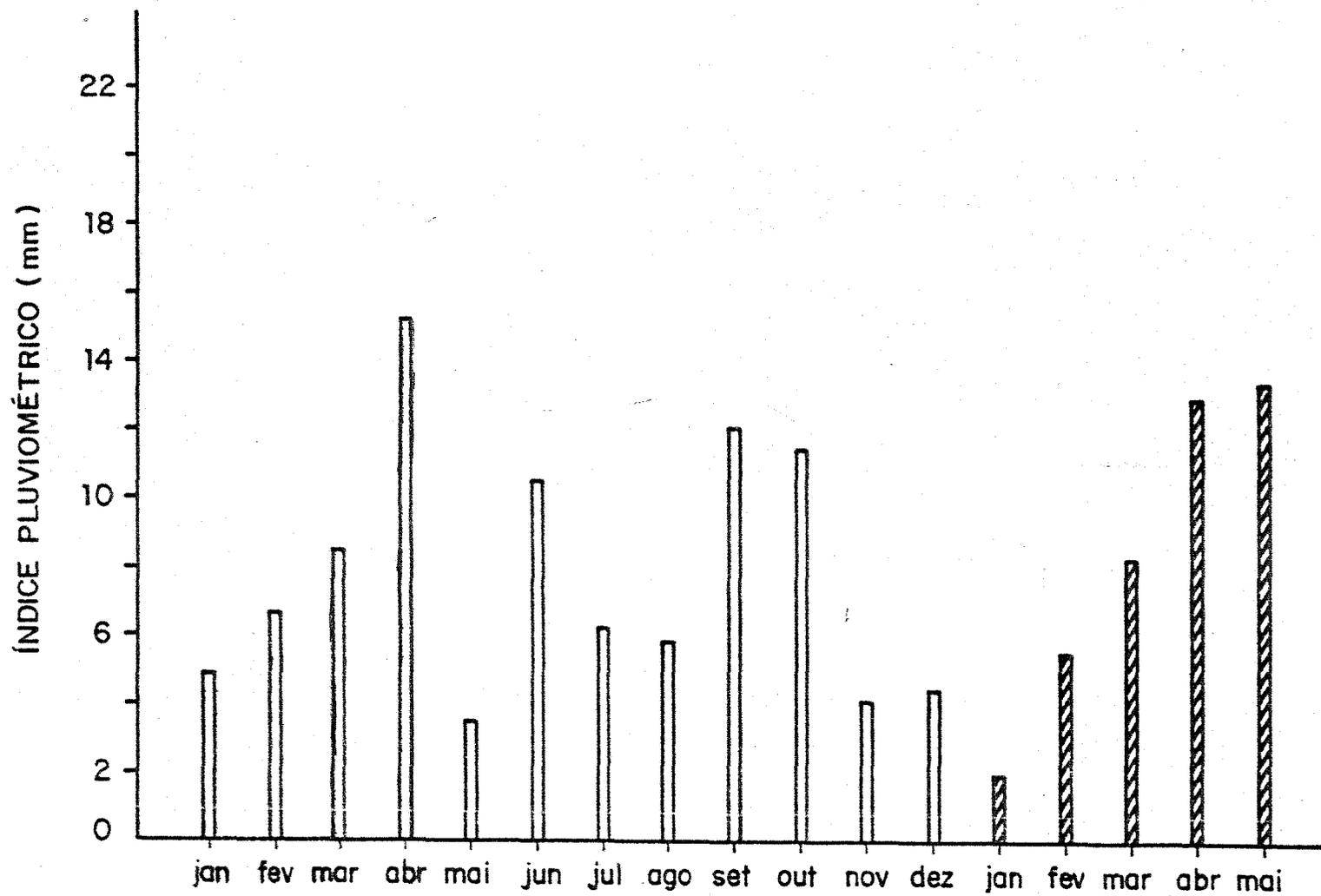


FIGURA 2. Variação do índice pluviométrico dos meses de janeiro de 1988 a maio de 1989. As colunas representam a precipitação mensal.

TABELA 1A. VALORES MÉDIOS DO PESO, E DA ÁREA DOS CARANGUEJOS AO LONGO DAS ESTAÇÕES

	ESTAÇÃO			
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
PESO (g)	13,09 ± 1,08 (23)	10,24 ± 0,97 (26)	11,21 ± 1,32 (21)	15,57 ± 1,42 (20) **
AREA (mm <sup>2</sup> )	724 ± 31 (23)	670 ± 25 (26)	688 ± 30 (21)	748 ± 27 (20)

média ± erro padrão  
 ( ) número de animais  
 \*\* significância para p < 0,05

TABELA 1B. VALORES MÉDIOS DOS PESOS E DAS ÁREAS DOS CARANGUEJOS SUBMETIDOS AS DIFERENTES DIETAS

	DIETAS		
	ALTERNADA	PROTEÍNA	CARBOIDRATO
PESO (g)	11,08 ± 0,85 (19) **	14,36 ± 0,81 (39)	13,56 ± 0,73 (37)
AREA (mm <sup>2</sup> )	603 ± 33 (19)	708 ± 28 (39)	688 ± 26 (37)

média ± erro padrão  
 ( ) número de animais  
 \*\* significância para p < 0,05

## RESULTADOS

EFEITO DA VARIAÇÃO SAZONAL SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE GLICOSE NA HEMOLINFA E DE GLICOGÊNIO E LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO DO Chasmagnathus granulata

Os resultados da glicemia ao longo das quatro estações estão representados na Figura 3 e na Tabela 2. Estes resultados demonstram que há uma diminuição dos níveis glicêmicos de 466% no outono, em relação ao verão, e de 388% na primavera, em relação ao inverno. Estes dados foram estatisticamente significativos ( $P < 0,01$ ).

Na figura 4a, estão representados os valores médios do glicogênio do hepatopâncreas ao longo das quatro estações. A concentração de glicogênio no hepatopâncreas foi menor no verão, atingindo níveis 235% mais elevados no período de inverno. Estes valores foram significativamente ( $p < 0,01$ ) superiores aos níveis obtidos nos períodos de verão, primavera e outono. No outono e na primavera, os valores são semelhantes:  $0,52 \pm 0,09$  e  $0,50 \pm 0,13$  G%, respectivamente (Tabela 2).

O conteúdo de glicogênio muscular está representado na Figura 4b. Os níveis de glicogênio muscular foram menores no verão e atingiram valores 205% mais elevados no inverno. Este aumento foi significativo ( $p < 0,01$ ) em relação ao verão e outono. No outono e na primavera, os valores foram intermediários aos do verão e inverno respectivamente (Tabela 2).

As concentrações de glicogênio no músculo e no hepatopâncreas mostraram uma periodicidade com níveis mais elevados no inverno do que no verão.

Os valores médios dos lipídios totais no hepatopâncreas encontram-se na Figura 5a e na Tabela 2. Ao longo das estações, pode-se notar uma certa constância nos níveis de lipídios totais no hepatopâncreas, com exceção do outono, quando ocorreram níveis significativamente menores ( $p < 0,01$ ), quando comparados com os valores médios das outras três estações.

Os valores dos lipídios totais do músculo estão representados na Figura 5b. No verão, os valores foram significativamente mais elevados ( $p < 0,05$ ). A partir do outono, os valores diminuem, atingindo níveis 314% menores no inverno, com um pequeno aumento de 31% na primavera (Tabela 2).

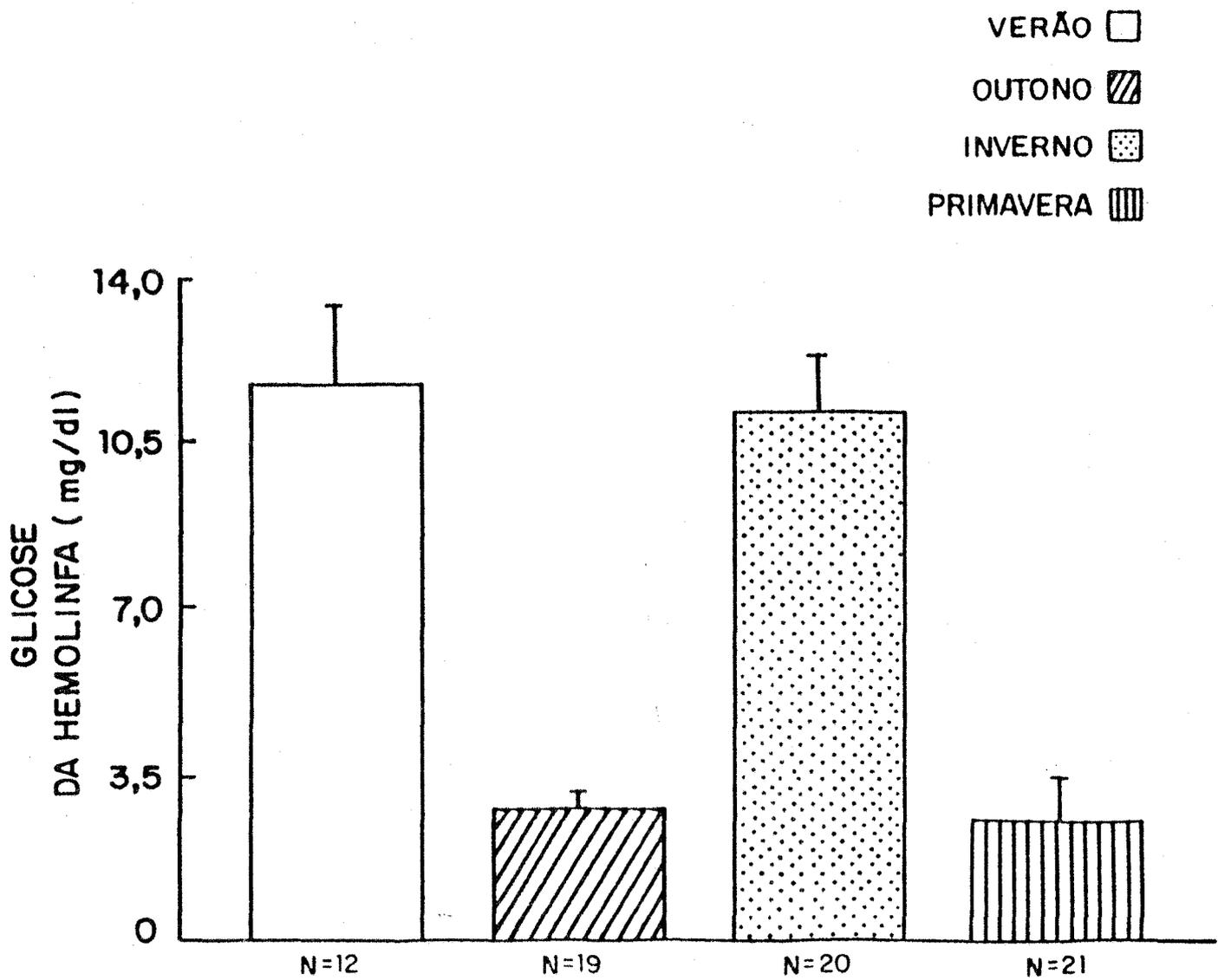


FIGURA 3. Variação da glicemia de caranguejos coletados ao longo das estações. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média.

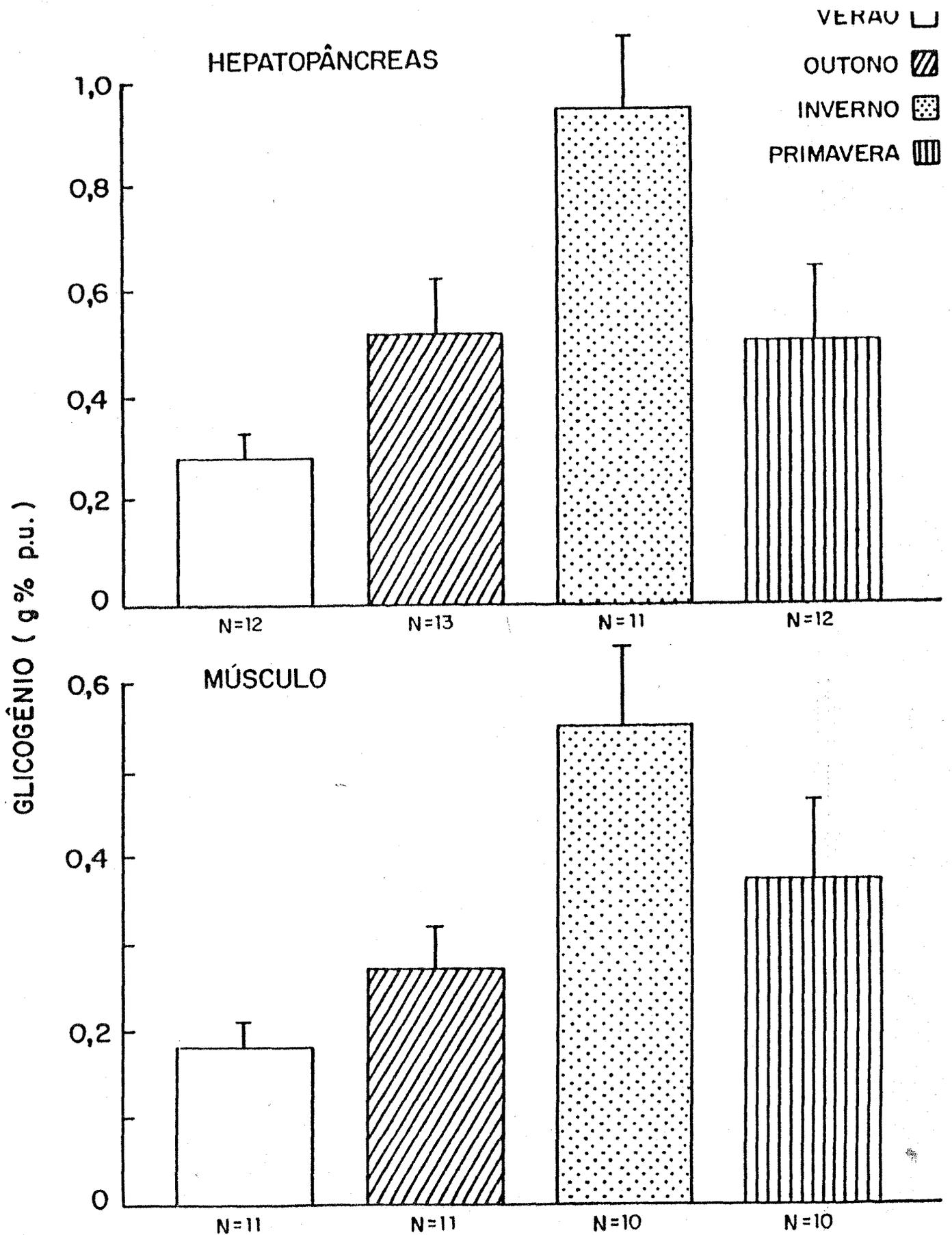


FIGURA 4. Variação do glicogênio do hepatopâncreas (a) e músculo (b) de caranguejos coletados ao longo das estações. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. (p.u. = peso úmido)

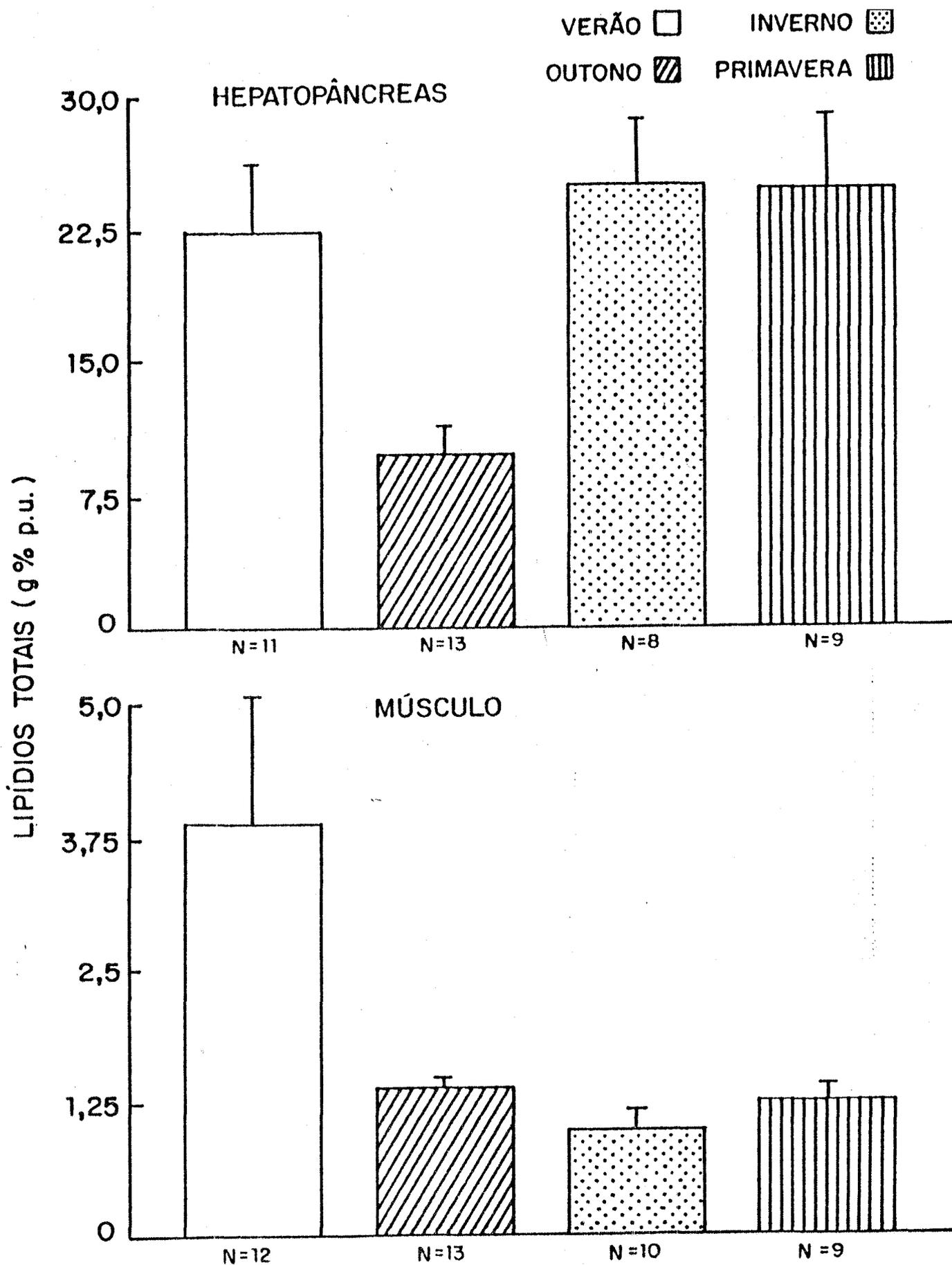


FIGURA 5. Variação dos lipídios totais do hepatopâncreas (a) e músculo (b) de caranguejos coletados ao longo das estações. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. (p.u. = peso úmido)

TABELA 2. EFEITO DA VARIACÃO SAZONAL SOBRE OS NÍVEIS DE GLICEMIA DE GLICOGENIO E DE LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO NO CARANGUEJO Chasmagnathus granulata

	GLICEMIA (mg%)	GLICOGENIO(g%)		LIPÍDIO TOTAL(g%)	
		Hepatopâncreas	Músculo	Hepatopâncreas	Músculo
VERÃO	11,78±1,60 (22)	0,28±0,04 (12)	0,18±0,03 (11)	22,40±3,67 (11)	3,90±1,20 (12) **
OUTONO	2,08±0,30 (19) *	0,52±0,09 (13)	0,27±0,05 (11)	9,83±1,61 (13) *	1,33±0,08 (13)
INVERNO	11,00±1,00 (20)	0,94±0,13 (11) *	0,55±0,09 (10) *	24,90±3,34 (8)	0,94±0,22 (10)
PRIMAVERA	2,28±0,80 (21) *	0,50±0,13 (12)	0,37±0,09 (10)	24,72±3,74 (9)	1,24±0,20 (9)

média ± erro padrão

( ) Número de animais

\*\* significância para  $p < 0,05$

\* significância para  $p < 0,01$

EFEITO DAS DIFERENTES DIETAS SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE GLICOSE NA HEMOLINFA E DE GLICOGEÊNIO E DE LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO DO CARANGUEJO Chasmagnathus granulata

A) EFEITO DA DIETA RICA EM PROTEÍNA (RP) (Tabela 3)

Com quinze dias de alimentação com a dieta RP, os valores glicêmicos foram 1,5 vezes ( $p < 0,01$ ) menores que aqueles nos animais com dieta alternada (Figura 6).

Os níveis de glicogênio muscular e do hepatopâncreas foram significativamente ( $P < 0,01$ ) menores nos animais após alimentação com a dieta RP, quando comparados aos dos animais com dieta alternada (Figura 7).

Quanto ao metabolismo de lipídios, constatou-se no músculo que a dieta RP levou a um aumento significativo ( $P < 0,01$ ) de 966% dos lipídios totais em relação ao grupo com dieta alternada. No hepatopâncreas, a dieta RP aumentou em 26% a concentração de lipídios totais quando comparada à do grupo com dieta alternada. Estes valores, contudo não foram significativos (Figura 8).

B) EFEITO DA DIETA RICA EM CARBOIDRATOS (RC) (Tabela 4)

A dieta RC, nos 15 dias de alimentação levou a um aumento significativo ( $P < 0,01$ ) da glicemia (94%), quando comparada à do grupo com dieta alternada (Figura 6).

Os valores do glicogênio muscular entre os dois grupos experimentais não diferiram significativamente. Entretanto os valores de glicogênio, no hepatopâncreas, foram 91% maiores nos animais mantidos com a dieta RC que nos animais com dieta alternada, o que evidencia uma diferença significativa ( $P < 0,01$ ) (Figura 7).

A concentração de lipídios totais no músculo dos animais alimentados com uma dieta RC teve um aumento significativo ( $P < 0,01$ ) em relação à dos animais com dieta alternada e com valores 1043% maiores. Por outro lado, os lipídios totais do hepatopâncreas no grupo com dieta RC apresentou níveis muito próximos aos do grupo com dieta alternada, não configurando uma diferença significativa (Figura 8).

#### C) COMPARAÇÃO ENTRE OS EFEITOS DA DIETA RP E DIETA RC (Tabela 5)

O grupo alimentado com dieta RC apresentou níveis glicêmicos significativamente ( $P < 0,01$ ) mais elevados que os do grupo mantido com a dieta RP, com um acréscimo de 275% (Figura 6).

Da mesma forma à concentração de glicogênio no músculo, dos animais mantidos com a dieta RC apresentou valores significativamente ( $P < 0,01$ ) maiores (264%) que os do grupo alimentado com a dieta RP. O mesmo foi constatado quanto a concentração de glicogênio no hepatopâncreas, que apresentou

um aumento de 500% sobre os valores apresentados pelo grupo mantido com dieta RP (Figura 7).

A comparação dos valores de lipídios totais no músculo dos animais submetidos às duas dietas não mostrou diferença estatisticamente significativa. No hepatopâncreas, entretanto, os níveis de lipídios totais foram 28% maiores nos animais alimentados com uma dieta RP quando comparados aos alimentados com uma dieta RC, embora esta diferença também não seja significativa.

#### D) COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS ANIMAIS ALIMENTADOS COM AS DIFERENTES DIETAS E NOS CARANGUEJOS, COLETADOS DURANTE O VERÃO (Tabela 6)

Como os experimentos com as diferentes dietas foram realizados durante o período de verão, julgou-se conveniente comparar os parâmetros determinados nos animais submetidos às diferentes dietas com os parâmetros obtidos junto aos animais do campo, nessa estação.

Os valores glicêmicos, mostram que há uma redução significativa ( $p < 0.01$ ) da glicemia dos animais alimentados com uma dieta proteica ou alternada, em relação aos animais do campo. Os animais alimentados com uma dieta de carboidratos tiveram um aumento de 16% dos níveis glicêmicos em relação aos animais do campo.

Os grupos de animais alimentados com uma dieta rica em carboidratos e alternada apresentaram um aumento

significativo ( $p < 0.01$ ) nos níveis de glicogênio do hepatopâncreas e do músculo. Já o grupo alimentado com dieta proteica o aumento (164%) dos níveis de glicogênio de ambos os tecidos não foi estatisticamente significativo.

Quanto à concentração de lipídios totais, o grupo de animais alimentado com dieta protéica apresenta as concentrações de lipídios totais do hepatopâncreas significativamente ( $p < 0.01$ ) mais elevadas em relação às dos animais do campo. Já os grupos alimentados com uma dieta alternada e de carboidratos, o aumento de 36% e 34%, respectivamente, não foi significativo em relação aos animais do campo. Os lipídios totais musculares apresentaram níveis significativamente mais elevados nos grupos tratados com dieta rica em proteína e rica em carboidratos, tendo o grupo com dieta alternada uma diminuição não significativa de 253% em relação aos animais do campo.

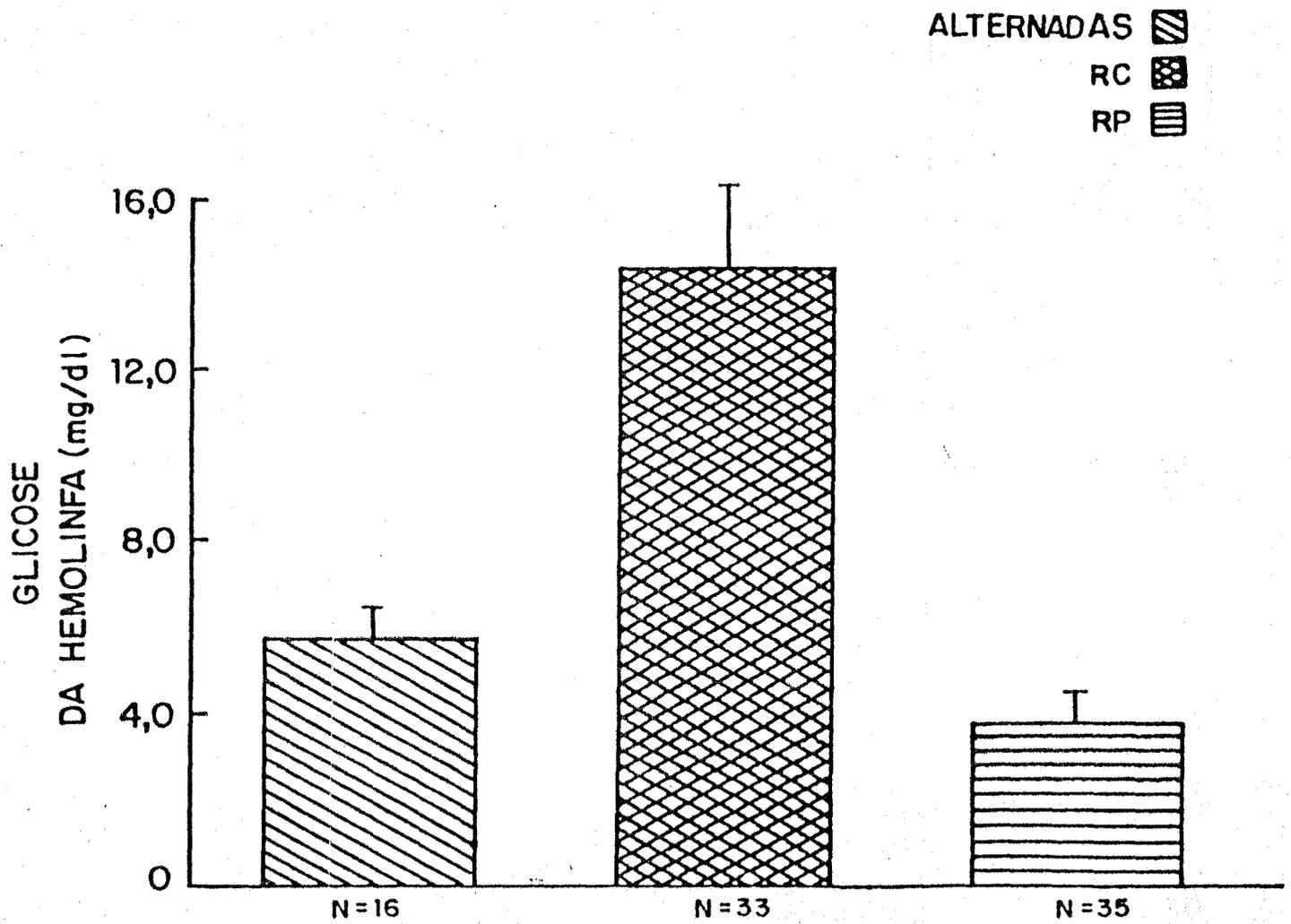
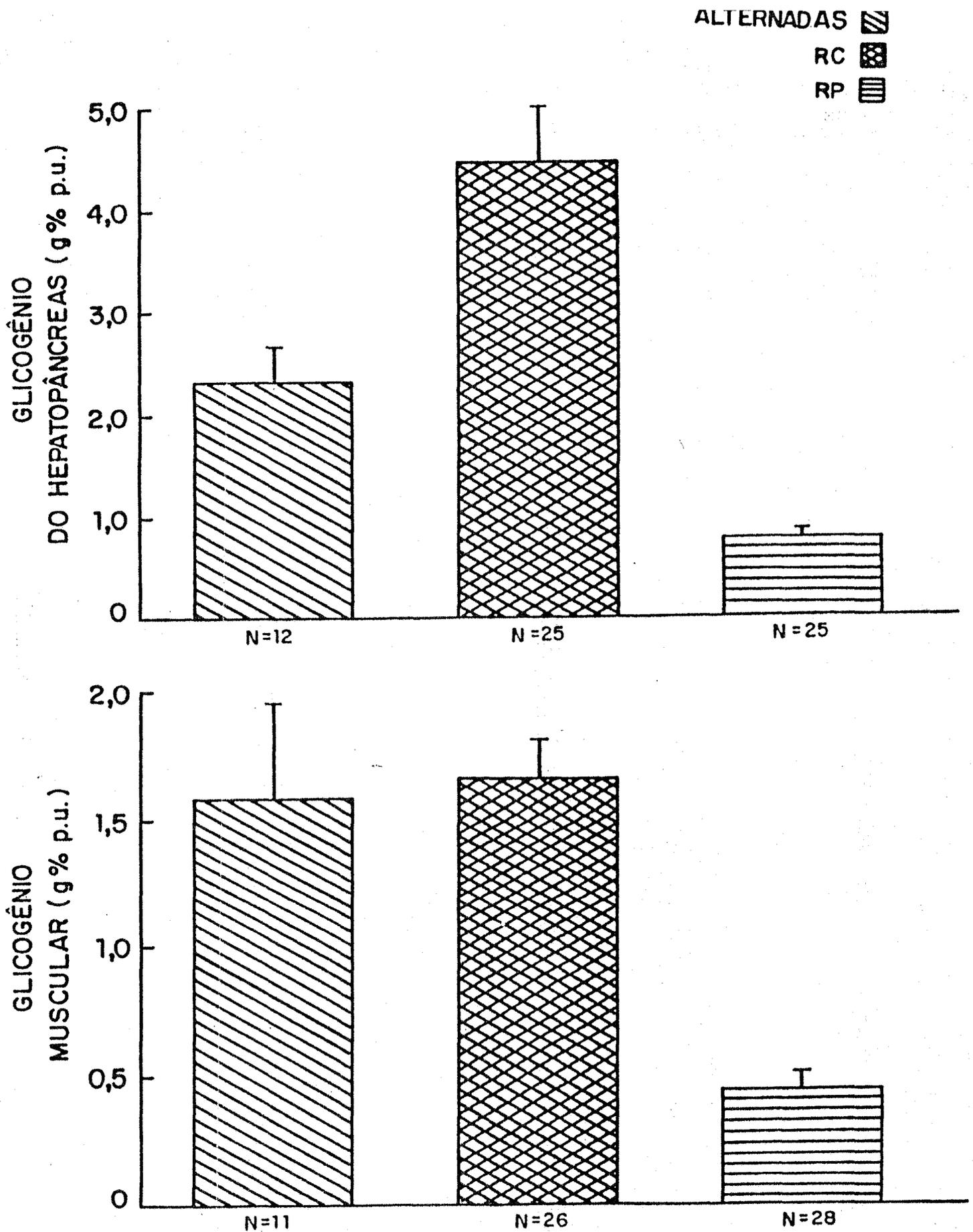


FIGURA 6. Variação da glicemia de caranguejos submetidos a diferentes dietas. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média.



FIGURAS 7. Variação do glicogênio muscular e do hepatopâncreas após os caranguejos terem sido submetidos a diferentes dietas. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. (p.u. = peso úmido)

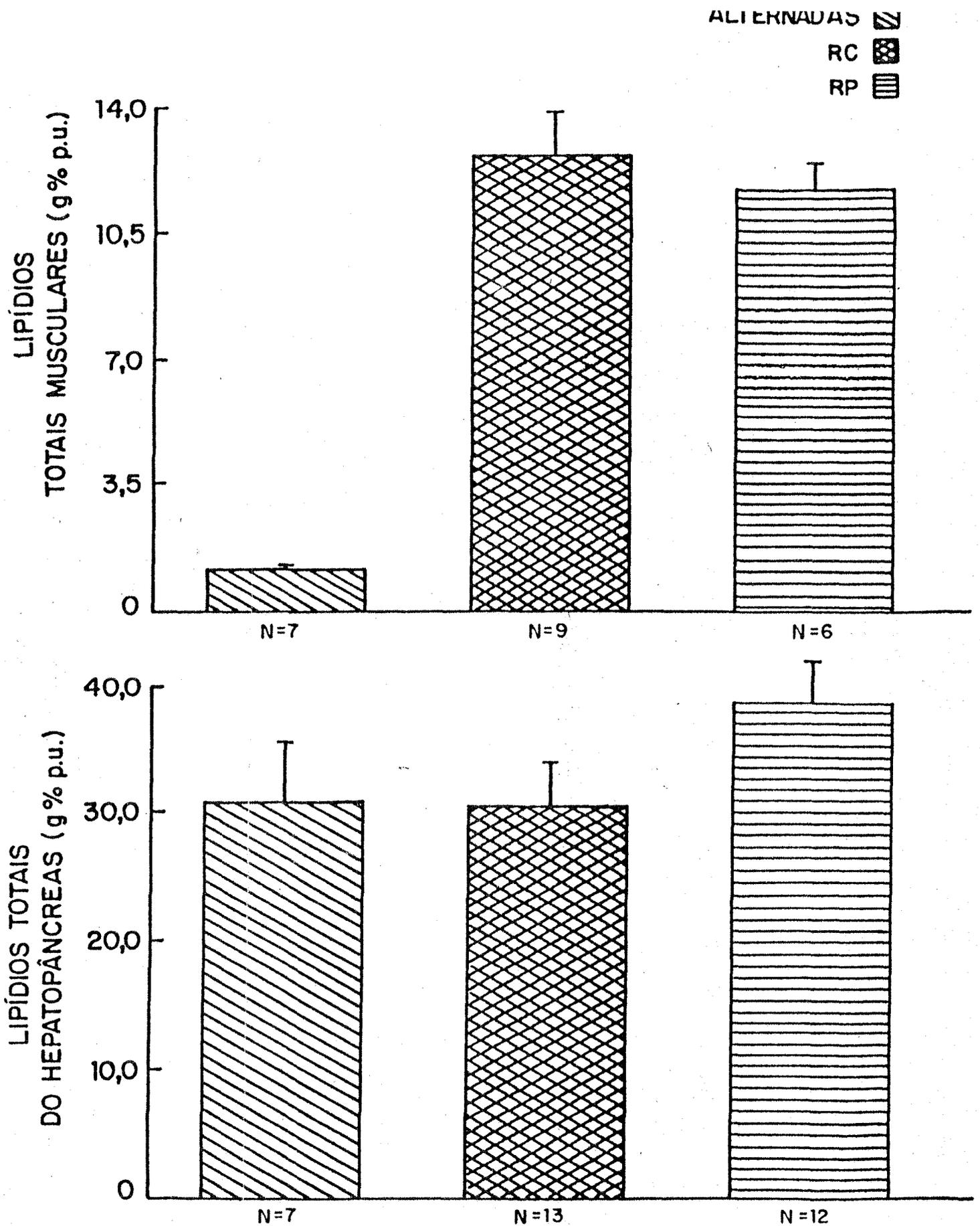


FIGURA 8. Variação dos níveis de lipídios totais do hepatopâncreas e do músculo após os caranguejos terem sido submetidos a diferentes dietas. As colunas representam a média e as barras verticais o erro padrão da média. (p.u. = peso úmido)

TABELA 3. EFEITO DA DIETA RP E ALTERNADA SOBRE OS NÍVEIS DA GLICEMIA, DO GLICOGÊNIO E DE LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO NO CARANGUEJO Chasmagnathus granulata

	GLICEMIA (mg%)	GLICOGÊNIO(g%)		LIPÍDIO TOTAL(g%)	
		Hepatopâncreas	Músculo	Hepatopâncreas	Músculo
ALTERNADA	5,88±0,73 (16)	2,32±0,35 (12)	1,58±0,36 (11)	30,65±1,48 (7)	1,10±0,09 (7)
DIETA RP	3,81±0,50 (35)	0,74±0,09 (25) **	0,45±0,05 (26) *	38,83±2,93 (12)	11,73±0,77 (6) *

média ± erro padrão

( ) Número de animais

\*\* significância para  $p < 0,05$ .

\* significância para  $p < 0,01$ .

TABELA 4. EFEITO DA DIETA RC E ALTERNADA SOBRE OS NÍVEIS DA GLICEMIA, DO GLICOGÊNIO E DE LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO NO CARANGUEJO Chasmagnathus granulata

	GLICEMIA (mg%)	GLICOGÊNIO(g%)		LIPÍDIO TOTAL(g%)	
		Hepatopâncreas	Músculo	Hepatopâncreas	Músculo
ALTERNADA	5,88±0,73 (16)	2,32±0,35 (12)	1,58±0,36 (11)	30,65±1,48 (7)	1,10±0,09 (7)
DIETA RC	14,30±1,88 (33)	4,44±0,50 (25)	1,64±0,15 (28)	30,29±3,25 (13)	12,58±1,10 (9)

média±erro padrão

( ) Número de animais

\* significância para  $p < 0,01$

TABELA 5. EFEITO DA DIETA RP E RC SOBRE OS NÍVEIS DA GLICEMIA, DO GLICOGÊNIO E DE LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO NO CARANGUEJO Chasmagnathus granulata

	GLICEMIA (mg%)	GLICOGÊNIO(g%)		LIPÍDIO TOTAL(g%)	
		Hepatopâncreas	Músculo	Hepatopâncreas	Músculo
DIETA RP	3,81±0,50 (35)	0,74±0,09 (25)	0,45±0,05 (26)	38,83±2,93 (12)	11,73±0,77 (6)
DIETA RC	14,30±1,88* (33)	4,44±0,50* (25)	1,64±0,15* (28)	30,29±3,25 (13)	12,58±1,10 (9)

média ± erro padrão

( ) Número de animais

\* significancia para  $p < 0,01$ .

TABELA 6. EFEITO DAS DIFERENTES DIETAS SOBRE OS NÍVEIS DA GLICEMIA, DO GLICOGÊNIO E DE LIPÍDIOS TOTAIS NO HEPATOPÂNCREAS E NO MÚSCULO QUANDO COMPARADO AO DOS ANIMAIS DO CAMPO

	GLICEMIA (mg%)	GLICOGÊNIO(g%)		LIPÍDIO TOTAL(g%)	
		Hepatopâncreas	Músculo	Hepatopâncreas	Músculo
VERÃO	11,78±1,60 (22)	0,28±0,04 (12)	0,18±0,03 (11)	22,40±3,67 (11)	3,90±1,20 (12)
ALTERNADA	5,88±0,73* (16)	2,32±0,35* (12)	1,58±0,36* (11)	30,65±1,48 (7)	1,10±0,09 (7)
DIETA RP	3,81±0,50* (35)	0,74±0,09 (25)	0,45±0,05* (26)	38,83±2,93* (12)	11,73±0,77 (6)
DIETA RC	14,30±1,88 (33)	4,44±0,50* (25)	1,64±0,15* (28)	30,29±3,25 (13)	12,58±1,10* (9)

média ± erro padrão

( ) Número de animais

\* significância para  $p < 0,01$ .

## DISCUSSÃO

No seu habitat, os caranguejos estão expostos a um número bastante grande de variáveis ambientais, tais como, temperatura, umidade, salinidade, fotoperiodicidade, disponibilidade e variação dos itens alimentares. No presente trabalho, o método experimental utilizado para a obtenção dos resultados sobre o efeito da variação sazonal sobre o metabolismo de carboidratos e de lipídios possibilitou avaliar a influência das diferentes variáveis ambientais, pois foram realizadas duas coletas em cada estação. Os caranguejos eram sempre capturados pela parte da manhã dentro d'água, nas tocas ou sobre o sedimento lodoso, e a hemolinfa e os tecidos utilizados nas determinações bioquímicas eram imediatamente retirados no próprio local de captura.

Os dados demonstram uma nítida variação da concentração de glicogênio no hepatopâncreas e no músculo. Esta variação ocorre de forma cíclica: no verão, os níveis são mais baixos; no inverno, os valores são mais elevados; durante o outono e primavera, as concentrações são intermediárias. Comparando-se os resultados do glicogênio obtidos no outono e primavera, verifica-se que as tendências são inversas: no outono tende a um aumento; na primavera a uma redução (Fig.4). Quanto à glicemia, verificam-se dois picos de elevação: um no verão e outro no inverno; no outono e primavera os valores são intermediários (Tabela 2). Na literatura consultada os resultados sobre o efeito da variação sazonal sobre a

concentração de glicose na hemolinfa e glicogênio nos tecidos de crustáceos são bastante contraditórios e incompletos (MCWHINIE e SALLER, 1960 ; DEAN e VERNBERG, 1965; TELFORD, 1968 ; LYNCH e WEBB, 1973). Nestes trabalhos os autores utilizaram animais em diferentes estágios de muda, fêmeas em diferentes etapas do ciclo reprodutivo ou avaliaram somente duas estações do ano. Porém, no caranguejo Callinectes sapidus, macho, maturo, foi constatado um aumento dos valores glicêmicos no verão, diminuindo no outono. Estes resultados são concordantes com os encontrados no caranguejo Chasmagnathus granulata nas mesmas estações. DEAN e VERNBERG (1965) verificaram que os estágios de muda e reprodutivo dos crustáceos influenciam os níveis de glicose na hemolinfa. Os autores também constataram que a glicemia na Uca pugilator apresentava um ciclo diurno de variação, com valores reduzidos pela manhã e mais elevados à tarde. No presente trabalho as influências das variações decorrentes do estágio de muda , diferença sexual e horário de coleta de hemolinfa foram minimizadas. Utilizaram-se somente animais machos, em fase de intermuda e a retirada da hemolinfa para a determinação da glicose foi realizada no local de coleta entre às dez e onze horas da manhã. Desta forma, os dados do presente trabalho refletem as influências decorrentes das modificações ambientais características de cada estação do ano.

A concentração de lipídios totais no músculo apresenta níveis maiores no verão e acha-se bastante reduzida nas outras estações do ano. Na primavera, constatou-se uma elevação de 31% em relação ao inverno o que indica a tendência de aumento verificada no verão (Fig.5). Resultado semelhante foi encontrado em outro invertebrado, o molusco Macoma balthica, onde o valor e a composição dos lipídios totais são mais elevados no verão e diminuem no outono e inverno (POLAK e cols., 1987). A diminuição de 193% dos níveis de lipídios no outono com relação ao verão está acompanhada pelo aumento progressivo da concentração de glicogênio no hepatopâncreas e no músculo (Fig.4).

Na inexistência de um tecido adiposo diferenciado, parece que os lipídios totais do músculo seriam uma fonte importante de reserva energética durante o inverno. Isto seria bastante vantajoso, pois os lipídios representam um eficiente mecanismo bioquímico para acumular grande quantidade de energia em um espaço menor. Também deve-se levar em conta que as concentrações de glicogênio tanto no hepatopâncreas como no músculo são relativamente baixas (Fig.4), quando comparadas às de lipídios contribuindo muito pouco para os requerimentos de energia. Desta forma, a utilização das reservas de lipídios, talvez triglicerídeos, como substrato energético diminuiria a utilização de glicose. Em apoio a essa hipótese, foi constatado aumento da glicemia e do glicogênio no músculo e no hepatopâncreas

durante o inverno. Uma outra via seria pela hidrólise dos triglicerídeos musculares, fornecendo glicerol, que funcionaria como precursor para a gliconeogênese no hepatopâncreas, levando ao aumento da produção de glicose, demonstrada pela elevação da glicemia e do glicogênio no hepatopâncreas e no músculo, durante o inverno. Não pode ser descartada, também, uma menor utilização de glicose nos tecidos periféricos como consequência de uma redução na taxa metabólica constatada no inverno por D'INCAO e cols. (1988).

Como no verão a frequência da ocorrência dos itens da dieta é maior no estômago dos animais, (D'INCAO e cols., 1988), indicando uma maior disponibilidade de substrato energético, a utilização das reservas de carboidratos como fonte energética seria vantajosa, possibilitando o aumento das reservas de lipídios que seriam usadas durante o outono e inverno. Os menores valores de glicogênio encontrados no hepatopâncreas e no músculo, durante o verão, estariam relacionadas com a utilização de glicose como fonte de energia.

Como não deve ter havido troca significativa do hábito alimentar, mas somente na frequência da ocorrência dos itens nas diferentes estações do ano (D'INCAO e cols., 1988), a interrelação entre o metabolismo de lipídios e de carboidratos, durante o verão e inverno, seria um dos fatores adaptativos às modificações decorrentes da mudança das estações. Outro fator resultante das modificações

decorrentes da mudança das estações seria o aumento significativo do peso corporal constatado na primavera, que poderia ser explicado pelo aumento do tamanho dos caranguejos nesta estação. Pois foi constatada no Chasmagnathus granulata uma correlação ( $r=0,97$ ) entre peso e tamanho. Entretanto, estudos mais aprofundados sobre as variáveis ambientais características de cada estação e o ciclo biológico do Chasmagnathus granulata serão mais esclarecedores para a interpretação adequada destes achados.

Quanto aos lipídios totais no hepatopâncreas, houve pouca variação no conteúdo ao longo das estações, exceto no outono, quando observou-se uma queda bastante acentuada destes níveis. Resultados semelhantes foram verificados por MUNN (1963) que, investigando as alterações sazonais nos lipídios totais do hepatopâncreas do Carcinus maenas machos no estágio de intermuda encontrou níveis elevados de lipídios totais durante o verão e menores no outono. Como o hepatopâncreas apresenta uma quantidade de lipídios bastante elevada, pode-se atribuir esta constatação ao fato de os crustáceos não apresentarem um tecido adiposo diferenciado ou visível. Assim sendo, o hepatopâncreas desempenharia o papel de órgão de reserva lipídica. Talvez os lipídios do hepatopâncreas neste crustáceo sejam uma reserva energética bastante importante, mobilizada em períodos de grande demanda de energia, como a muda e a reprodução. Segundo D'Incao e cols. (1988), o período reprodutivo destes animais

seria de outubro a abril, e a diminuição dos níveis de lipídios totais observada no presente trabalho coincide com o final deste período, o que sugere uma participação das reservas energéticas do hepatopâncreas na reprodução destes animais. Fato semelhante foi verificado em répteis onde foi observada uma diminuição do peso de corpos gordurosos no fim do período de atividade reprodutiva, sendo estas alterações mais acentuadas que as decorrentes das variações estacionais das condições ambientais (DERICKSON, 1976).

Concluindo, no caranguejo Chasmagnathus granulata em condições de campo o glicogênio do hepatopâncreas e do músculo parece constituir a maior fonte de energia durante o verão, enquanto os lipídios musculares seriam utilizados como substrato energético durante os períodos de outono e inverno. Essa mudança no padrão metabólico pode ser decorrente das variações ambientais e/ou dos itens alimentares disponíveis em cada estação.

Em vertebrados foi bem demonstrado que o padrão de respostas metabólicas de um animal pode sofrer modificações em resposta à composição das dietas administradas.

Os resultados obtidos da investigação sobre o efeito da composição de dietas sobre o metabolismo energético no caranguejo Chasmagnathus granulata permitem caracterizar aspectos contrastantes do metabolismo de carboidratos e lipídios nesses animais.

Com relação ao seu comportamento alimentar, o caranguejo Chasmagnathus granulata foi classificado por D'INCAO e cols.(1988) como generalista, apresentando estratégias alimentares detritívora e oportunista. Por estas razões e pela falta de conhecimento do valor calórico de sua dieta natural e ainda, pela variabilidade da salinidade de seu habitat, os animais do campo não foram considerados como controle. Contudo, comparando-se os resultados obtidos nos animais de campo no verão com os dados nos animais alimentados com as diferentes dietas nessa mesma estação verifica-se que a variável composição da dieta e a regularidade de fornecimento do alimento foi capaz de modificar o padrão do metabolismo de carboidratos e de lipídios do caranguejo Chasmagnathus granulata, sem alterar de forma significativa o peso corporal dos caranguejos. Esta constatação da similaridade entre os pesos corporais no verão e após a administração de diferentes dietas demonstra que não houve uma modificação nutricional nos animais. Entretanto, o grupo de animais que recebeu a dieta de forma alternada apresentou o peso corporal menor em relação aos grupos com dietas RP e RC, provavelmente isso se deva ao menor tamanho dos animais deste grupo (Tabela 1B), e não a um efeito da dieta já que existe uma correlação ( $r=0,97$ ) entre peso corporal e tamanho dos caranguejos. Tal constatação vêm reforçar a importância do afluxo de substrato das dietas, e não as modificações do peso

corporal, na regulação do metabolismo intermediário desse animal.

Os caranguejos mantidos com uma dieta rica em proteínas e pobre em carboidratos apresentam baixos níveis de glicose na hemolinfa e reduzidas concentrações de glicogênio no hepatopâncreas e no músculo. Entretanto, a alimentação com uma dieta rica em carboidratos e pobre em proteínas reverte a homeostase do metabolismo de carboidratos: os níveis glicêmicos e de glicogênio no hepatopâncreas e no músculo atingem valores bastante elevados (Fig. 6 e 7).

O efeito da composição das diferentes dietas sobre os valores glicêmicos e concentração de glicogênio no hepatopâncreas são concordantes com resultados obtidos em outros invertebrados e em vertebrados. No molusco Lymanaea stagnalis, alimentado com dieta rica em carboidratos, os níveis de glicose na hemolinfa e a concentração de polissacarídeos corporais foram superiores aos do grupo controle alimentado com alface (VELDHUIJZEN and VAN BEEK, 1976). Após manutenção do molusco Biomphalaria glabrata com uma dieta rica em proteínas, os níveis de glicose na hemolinfa apresentam-se bastante baixos em relação aos dos animais controle alimentados com dieta padrão (STANISLAWSKI e BECKER, 1979). No caranguejo Hemigrapsus nudus, alimentado com dieta rica em carboidratos, a concentração de oligossacarídeos da hemolinfa foi superior à dos animais controle (MEENAKSHI e SCHEER, 1961). Em vertebrados, como no

peixe Salmo gairdneri, (HIGUERA e CARDENAS, 1985) e em mamíferos carnívoro (gato) e onívoro (rato), (KETTELHUT e cols., 1980), a alimentação com dieta rica em proteínas leva a valores glicêmicos e de glicogênio no fígado menores que nos animais mantidos com dietas rica em carboidratos ou balanceada.

Nos caranguejos submetidos a uma dieta rica em proteínas, o grande afluxo de aminoácidos e a escassa quantidade de glicose da dieta podem ter levado a um aumento da capacidade gliconeogênica do tecido do hepatopâncreas. Esta hipótese encontra suporte nos trabalhos realizados em peixes (HIGUERA e CARDENAS, 1985), no urubu (LINDER, 1971), no gato e no rato, adaptados a uma dieta rica em proteínas (KETTELHUT e cols., 1980), onde a glicemia e a concentração de glicogênio do fígado apresentavam-se menores que as dos animais controle e, além disso, a capacidade gliconeogênica no estado alimentar estava aumentada.

Por outro lado, o grupo de animais que recebeu a dieta de forma alternada apresentou níveis de glicose na hemolinfa e de glicogênio no hepatopâncreas intermediários aos outros dois grupos (Fig. 6 e 7). Estes dados vêm reforçar o efeito da variável afluxo de substratos sobre o metabolismo de carboidratos neste caranguejo.

Apesar de, em mamíferos carnívoros ou onívoros, a manutenção com uma dieta rica em carboidratos não causar um aumento significativo do glicogênio muscular. (KETTELHUT e

cols., 1980), o presente estudo revelou que tanto a dieta rica em carboidratos como a administração de forma alternada produziram um aumento das concentrações de glicogênio no músculo (Fig.7). Estes resultados são concordantes com os obtidos no molusco Lymanaea stagnalis, no qual foi constatado um aumento dos valores de glicogênio no músculo, após alimentação com uma dieta rica em carboidratos (VELDHUIJZEN e VAN BEEK, 1976).

Os valores de lipídios totais verificados no hepatopâncreas são elevados nos animais mantidos com as diferentes dietas (Fig.8). Entretanto, também foi encontrada uma elevada concentração de lipídios totais no hepatopâncreas dos animais coletados diretamente do campo (Fig.5). Esta alta concentração de lipídios totais (acima de 20%) encontrados pode ser explicada pelo fato da inexistência de um tecido adiposo diferenciado. Provavelmente hepatopâncreas e músculo sejam tecidos responsáveis pela estocagem de lipídios, talvez triglicerídeos e fosfolipídios como foi demonstrado no Carcinus maenas (MUNN, 1963).

Nos animais alimentados com a dieta rica em proteínas, pobre em carboidratos, verificou-se um aumento dos lipídios totais no hepatopâncreas: 73% em relação aos animais do campo; 28% em relação à dieta rica em carboidratos e 26% em relação ao grupo alternado. Em gatos e ratos mantidos com uma dieta rica em proteínas, pobre em carboidratos no estado alimentado, as concentrações de lipídios totais no fígado

apresentavam-se elevadas em relação aos controles com dieta rica em carboidratos ,pobre em proteínas (KETTELHUT e cols., 1980). Estudos mais aprofundados de várias etapas do metabolismo de lipídios no fígado de ratos alimentados com dieta rica em proteínas, pobre em carboidratos, demonstraram que o aumento dos lipídios totais no fígado era devido não a um aumento da síntese, mas a uma redução na secreção de triglicerídeos pelo fígado (SCHMID, 1981). O padrão do metabolismo de carboidratos do caranguejo, submetido a uma dieta rica em proteínas, é bastante semelhante ao dos ratos sugerindo uma alta capacidade gliconeogênica, o que levaria a uma diminuição da síntese e da secreção de triglicerídeos pelo hepatopâncreas, como foi demonstrado por SCHMID e cols. (1984) no rato com dieta hiperprotéica. O efeito da presença de 6,7% de gordura na alimentação dos animais em dieta rica em proteínas seria pouco relevante, levando em conta que os animais alimentados de forma alternada também receberam uma porcentagem semelhante de gordura. Em nosso laboratório, está sendo investigada a atividade gliconeogênica no Chasmagnathus granulata e estudos mais aprofundados sobre o metabolismo de lipídios no hepatopâncreas serão mais esclarecedores.

Os valores dos lipídios totais no músculo dos animais alimentados com uma dieta rica em proteínas são bastante elevados, cerca de 11g%, percentual semelhante ao encontrado nos animais com a dieta rica em carboidratos e

significativamente maior que o do grupo alternado (Fig.8). Deve-se salientar o fato de que uma dieta rica em proteínas leva à suposição de que os processos gliconeogênicos destes animais estejam ativos e eficazes, como foi demonstrado em vertebrado (MIGLIORINI e cols.,1973 e KETTELHUT e cols., 1980). O aumento de concentração de lipídios totais musculares, constatado nos caranguejos, talvez seja devido a uma menor utilização dos lipídios musculares. Tal suposição, entretanto, necessita de investigações posteriores para comprovação.

Comparando-se as concentrações de lipídios totais no hepatopâncreas dos animais alimentados com uma dieta de forma alternada daqueles alimentados com uma dieta rica em carboidratos constata-se que não houve uma diferença significativa (Fig.8). Entretanto, a concentração de lipídios totais no músculo destes animais foi significativamente maior que nos caranguejos mantidos com a dieta de forma alternada. Talvez nestes animais o tecido muscular seja uma fonte de reserva para os períodos de inverno, quando ocorrem os mais baixos níveis de lipídios totais musculares. Dessa forma, a maior disponibilidade de glicose proveniente da dieta rica em carboidrato leva ao aumento das reservas de lipídios totais no músculo. A maior disponibilidade de glicose aumentaria a lipogênese nos tecidos de reserva, conforme foi constatado em peixes e mamíferos (LIKIMANI e WILSON,1982; NEWSHOLMES,1973).

No Chasmagnathus granulata, como ocorre em vertebrados e em outros invertebrados, a composição da dieta tem influência sobre o metabolismo de carboidratos e lipídios.

Também deve ser levado em conta que existem fatores hormonais que irão atuar quando um afluxo contínuo de substrato é fornecido, sejam eles de origem protéica ou de carboidratos. Um dos fatores hormonais, envolvido no metabolismo de carboidratos em crustáceos, é o hormônio hiperglicemiante (HHG) localizado no pedúnculo ocular e descrito por vários autores. Diversos trabalhos têm demonstrado o efeito deste hormônio sobre o metabolismo de carboidratos em crustáceos (SEDLMEIER, 1985, 1987; KELLER e cols., 1985 ; KLEINHOLZ, 1976). WANG e SCHEER (1963) demonstraram que extrato de pedúnculo ocular produzia inibição da UDPG-glicogênio transglicosilase "enzima-chave" da síntese de glicogênio no músculo e hepatopâncreas. Trabalho realizado por SANTOS e cols., (1988) com Chasmagnathus granulata mostra que a incubação de tecido muscular em presença de extrato de pedúnculo ocular diminui a captação de glicose por este tecido. KLEINHOLZ (1976) observou que, em animais apedunculados, havia um aumento da concentração do glicogênio no hepatopâncreas.

Baseados nesses dados e no conhecimento das alterações hormonais que ocorrem em vertebrados após a alimentação com dietas de diferentes composições, pode-se levantar algumas

hipóteses sobre a influência das dietas sobre a regulação hormonal no caranguejo Chasmagnathus granulata.

Com o fornecimento de uma dieta rica em carboidratos, os níveis circulantes de glicose estão aumentados (Fig.6) e, em contrapartida, ocorreria uma diminuição da secreção do HHG, o que aumentaria a captação de glicose e a síntese de glicogênio no hepatopâncreas e no músculo.

Já na dieta rica em proteína, o fornecimento de glicose era reduzido, o que ocasionou uma diminuição da glicemia (Fig.6), determinando um aumento da liberação do HHG que atuaria sobre o metabolismo de carboidratos.

Experimentos posteriores que possam elucidar esta possível relação entre a composição da dieta e a liberação de HHG serão bastante esclarecedores.

Outro hormônio envolvido no metabolismo de crustáceos seria a insulina. Substância insulina imunorreativa (IRI) foi determinada no crustáceo Homarus americanus. Extratos do hepatopâncreas, intestino e hemolinfa contêm IRI, sendo a maior concentração encontrada no hepatopâncreas desse animal (SANDERS, 1983a). A atividade biológica da IRI da lagosta foi demonstrada pelo aumento da incorporação "in vitro" da C-glicose em glicogênio no músculo desse crustáceo, (SANDERS, 1983b). Em outro crustáceo, Carcinus maenas, extrato do hepatopâncreas com atividade IRI aumentou "in vitro" a glicogênese em diafragma de rato (DAVIDSON e cols., 1971).

A administração de uma dieta rica em carboidratos ao caranguejo Chasmagnathus granulata, como ocorre em vertebrados, estimularia a liberação da "insulin-like", que levaria ao aumento da síntese e estocagem das reservas metabólicas.

O caranguejo Chasmagnathus granulata mostrou-se um modelo biológico bastante adequado para a investigação sobre o controle do metabolismo intermediário em invertebrados, devido a excelente adaptação as condições experimentais de laboratório. Com esse modelo biológico e os resultados aqui obtidos, abriram-se novas perspectivas de investigação no laboratório.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo investigar, no caranguejo Chasmagnathus granulata, a variação sazonal e o efeito de diferentes dietas sobre os níveis glicêmicos, de glicogênio e de lipídios totais do hepatopâncreas e do músculo. As coletas dos animais foram realizadas pela manhã na lagoa Tramandaí - Tramandaí/RS. No estudo das modificações estacionais foram utilizados caranguejos machos. Após a captura, era procedida no próprio local a coleta de hemolinfa e a retirada dos tecidos que, acondicionados em papel de alumínio eram transportados para o laboratório, onde eram realizadas as determinações bioquímicas. Os animais submetidos às diferentes dietas, após a captura, eram transportados para o laboratório e mantidos em aquários aerados com salinidade de 10‰. No laboratório os caranguejos machos e fêmeas, foram divididos em tres grupos de acordo com as dietas fornecidas: dieta rica em proteína (carne) (RP), rica em carboidratos (arroz) (RC) e alternada (carne-arroz). As dietas apresentaram um valor calórico semelhante e foram fornecidas aos animais por um período de quinze dias. Após este período os animais eram sacrificados e realizadas as determinações bioquímicas. A glicose foi determinada pelo método King-Garner (1947) e glicose oxidase; o glicogênio muscular e do hepatopâncreas foi isolado segundo Van Handel (1965) e determinado como glicose após hidrólise ácida; e a extração dos lipídios totais do músculo e do hepatopâncreas foi realizada segundo

Folch e cols. (1957) e sua concentração determinada gravimetricamente. Os resultados demonstram uma variação cíclica dos níveis de glicogênio no hepatopâncreas e no músculo, com concentrações mais elevadas durante o inverno. Os níveis glicêmicos apresentam-se mais elevados no verão e no inverno. As concentrações dos lipídios totais do hepatopâncreas são constantes ao longo das estações, exceto no outono onde apresentam uma queda acentuada, provavelmente em função do final do período reprodutivo. Os lipídios totais musculares apresentam níveis elevados no verão e menores durante o inverno. Apartir dessas constatações, pode-se admitir que há uma variação nas reservas de carboidratos do hepatopâncreas e do músculo ao longo do ano. As reservas de lipídios totais no hepatopâncreas seriam utilizadas em períodos de grande demanda energética, e os lipídios musculares utilizados em períodos de inverno onde as condições ambientais são adversas.

Após quinze dias da administração de diferentes dietas, os resultados demonstram que a alimentação com dieta rica em carboidratos aumenta os níveis de glicose da hemolinfa, do glicogênio e dos lipídios totais do músculo. Com uma dieta rica em proteína a glicemia e o glicogênio do hepatopâncreas e do músculo apresentam-se baixos, e os lipídios totais elevados nesses tecidos. O grupo submetido a uma dieta alternada apresenta níveis de glicemia e de glicogênio no hepatopâncreas e no músculo intermediários em relação aos

grupos RC e RP. Os níveis de lipídios totais no hepatopâncreas são semelhantes aos do grupo RC. Já os níveis de lipídios totais no músculo estão reduzidos em relação aos outros grupos. Esses dados demonstram que a variável afluxo de substratos tem papel importante na regulação das reservas de carboidratos e de lipídios no caranguejo Chasmagnathus granulata, fato este também constatado nos vertebrados.

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to examine, in the Chasmagnathus granulata crab, sazonal changes and effect of the differents diets on glycemia, glycogen and total lipids in the hepatopaneas and muscle. The animals were collected in salt marshes around the city of tramandai, in the morning. In the study on sezonal variations samples of hemolymph and tissues were collected at the sample site. The tissues were stored in aluminum paper and immediately transported to the laboratory, where biochemistry determinations were done.

The animals were submitted to different diets, after being caught and immediately transported to the laboratory and kept in aquaria containing water with a salinity of 10%. In the laboratory males and females crabs were separated in to three groups according to diets: protein-rich diet (HP), carbohydrate-rich diet (HC) and balanced diet. The diets were approximately isocaloric and animals underwent it for 15 days. After thiis period the animals were killed for biochemistry determinations.

Blood glucose was determined by the enzymatic method glucose oxidase; muscle and hepatopaneas glycogen was extracted by Handel's method (1965) and determined as glucose after acid hydrolisis; and total lipids of the hepatopaneas and muscle were determined gravimetrically after extration using the Folch et.al. method (1957).

The results show cyclic variation in the levels of hepatopancreas and muscle glycogen with high concentration in the winter. The glycemia was high in the summer and winter. The concentration of the total lipi in the hepatopancreas shows no variation during the year, except in the fall when a sharp drop is seen probably due to the final reproductive period. The total muscle lipid levels are high in the summer and low in the winter. This observation showed variation in carbohydrate storage during the year.

The total lipid storage in the hepatopancreas would has utilized on periods for high energy consumption, and total muscle lipid were utilized in the winter when environmental conditions were adverse.

After 15 days of the administration of differents diets, the results showed that animals fed a carbohydrate-rich diet have high levels of hemolymph glucose, muscle glycogen and total lipids. The protein-rich diet glycemia, hepatopancreas and glycogen were low, and total lipids was high in these tissues. The group which underwent a balanced diet showed levels of glycemia and glycogen in hepatopancreas and muscle intermediary to the relation of HC and HP groups. The total hepatopancreas lipid levels was similar to the HC group. Total muscle lipids were low as compared to others. These data show that the input of substrate has an important role in regulating the carbohydrate and lipid storage in

Chasmagnathus granulata. This fact was also observed in  
vertebrates.

**BIBLIOGRFIA**

- BALLARD, F.J. 1965. Glucose utilization in mammalian liver. Comp. Biochem. Physiol., 14:437-443.
- BERGREEN, P.V.; MEENAKSHI, V.P. and SCHEER, B.T. 1961. The oxidation of glucose by crustaceans. Comp. Biochem. Physiol., 2:218-220.
- BIELAWSKI, J. and KESA, H. 1986. Seasonal variation of phosphatase activity in the hepatopancreas of snail Helix pomatia L.
- BOSCHI, E.E. 1964. Los crustáceos decápodos brachyura del litoral Bonaerense. Bol. Inst. Biol. Mar., Mar del Plata. 6:1-76
- BOTTO, J.L. y IRIGOYEN, H.R. 1980. Bioecología de la comunidad del cangrejal I. Contribución al conocimiento biológico del cangrejo de estuario, Chasmagnathus granulata Dana (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) en la desembocadura del río salado, provincia de Buenos Aires. Sem. Latinoam. Ecol. Bentónica y sedimentolog. Plataf. Cont. Atlant. Sur, Unesco Montivideo, p161-169.
- COULSON, R.A. and HERNANDEZ, T. 1974. Intermediary metabolism of reptiles. In: FLORKIN, M. and SCHEER, B.T. eds. -Chemical Zoology: Amphibia and Reptiles. New York, Academic Press, Vol. 9 pp. 217-247.

- COWEY, C.B.; KNOX, D.; WALTON, M.J. and ADRON, J.W. 1977a. The regulation of gluconeogenesis by diet and insulin in rainbow trout (Salmo gairdneri). Br. J. Nutr., 38:463-470.
- COWEY, C.B.; DE LA HIGUERA, M. and ADRON, J.W. 1977. The effect of dietary composition and of insulin on gluconeses in rainbow trout. Br. J. Nutr., 38:385-395.
- DAVIDSON, J.K.; FALKMER, S.; MEHROTRA, B.K. and WILSON, S. 1971. Insulin assays and light microscopical studies of digestive organs in protostomian and deuterostomian species and in coelenterates. Gen. Comp. Endocrinol., 17: 388-401.
- DEAN, J.M. and VERNBERG, F.J. 1965. Variations in the blood glucose level of crustacea. Comp. Biochem. Physiol., 14: 29-34.
- DEGANI, G. 1987. Effect of dietary carbohydrate source on soluble protein glucose concentration and enzyme activity (Aldolase) of european eels (Anguilla anguilla L.) Comp. Biochem. Physiol., 87A (1):27-30.
- DE JORGE, F.B.; PETERSEN, J.A. and DIDATI, A.S.F. 1969. Variations in nitrogenous compounds in the urine of Strophocheilus (Pulmonata, mollusca) with different diets. Experientia, 25 :614-615.

- DERICKSON, W.K. 1976. Lipid storage and utilization in reptiles. Amer.Zool., 16:711-723.
- D'INCAO, F. ; SILVA, K.G. e RUFFINO, M.L. 1988a. Hábito alimentar do caranguejo Chasmagnathus granulata (Dana, 1851) na barra de Rio Grande, RS. (Decapoda, Grapsidae). In. Resumos XV Congresso Brasileiro de Zoologia, Curitiba.
- D'INCAO, F.; RUFFINO, M.L. e SILVA, K.G. 1988. Notas preliminares sobre a ecologia de Chasmagnathus granulata (Dana, 1851) na barra de Rio Grande, RS. (Decapoda, Grapsidae). In. Resumos XV Congresso Brasileiro de Zoologia, Curitiba.
- DEZI, R.E.; RODRIGUEZ, E.M. y LENGE, M.E. 1987. Estudios del metabolismo energetico en especies del cangrejal de la provincia de Buenos Aires. I. Tasa metabolica en machos de Uca uruguayensis y Chasmagnathus granulata (Crustacea, Decapoda, Brachyura) Physis, 45 (109): 47-60.
- DRACH, P. and TCHERNIGOUTZEFF, C. 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. Vie Milieu, 18 :595-607.
- EISENSTEIN, A.B. and STRACK, I. 1971. Effect of high protein feeding on gluconeogenesis in rat liver. Diabetes, 20 (9): 577-585.

- FOLCH, J.; LEES, M. and STANLEY, H.S. 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226:497-503.
- GABBOTT, P.A. and WHITTLE, M.A. 1986. Glycogen synthetase in the sea mussel Mytilus edulis L.-II. Seasonal changes in glycogen content and glycogen synthetase activity in the mantle tissue. Comp. Biochem. Physiol., 83B (1): 197-207.
- GIESE, A.G. 1966. Lipids in the economy of marine invertebrates. Physiol. Rev., 46:244-298.
- GILLES-BAILLIEN, M. 1974. Seasonal variations in reptiles. In: FLORKIN, M. and SCHEER, B.T. eds. -Chemical Zoology: Amphibia and Reptiles. New York, Academic Press, V9 pp. 353-376.
- HIGUERA, M. de la and CARDENAS, P. 1985. Influence of dietary composition on gluconeogenesis from L-(U-C) glutamate in rainbow trout (Salmo gairdneri). Comp. Biochem. Physiol., 81A (2):391-395.
- HORST, D.J. van der and ZANDEE, D.I. 1973. Invariability of the composition of fatty acids and others lipids in the pulmonate land snail Cepaea nemoralis (L.) during annual cycle. J. Comp. Physiol., 85:317-326.
- KELLER, R.; JAROS, P.P. and KEGEL, G. 1985. Crustacean

- hyperglycemic neuropeptides. Amer. Zool., 25:207-221.
- KETTELHUT, I.C.; FOSS, M.C.; MIGLIORINI, R.H. 1980. Glucose homeostasis in a carnivorous animal (cat) and in rats fed a high protein diet. Am. J. Physiol., 239:437-444.
- KETTELHUT, I.C. ; FOSS, M.C. and MIGLIORINI, R.H. 1985. Lipolysis and the antilipolytic effect of insulin in adipocytes from rats adapted to high-protein diet. Metabolism., 34(1):69-73
- KING, E.J. and GARNER, R.J. 1947. Colorimetric determination of glucose. J. Clin. Pathol., 1:30-33.
- KLEINHOLZ, L.H. 1976. Crustacean neurosecretory hormones and physiological specificity. Amer. Zool., 16:151-166.
- LIKIMANI, T.A. and WILSON, R.P. 1982. Effects of diet on lipogenic enzyme activities in channel catfish hepatic and adipose tissue. J. Nutr., 112:112-117.
- LINDER, C. 1971. Metabolismo de carboidratos e de lipídios no urubu (Coragyps atratus bechts, 1973). Botucatu, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. (Tese de livre docência)
- LOCKWOOD, A.P.M. 1968. Aspects of the physiology of crustacea Edinburgh. Oliver and Boyd. 328p.
- LYNCH, M.P. and WEEB, K.L. 1973. Variations in serum

- constituents of the blue crab, Callinectes sapidus: total serum protein. Comp Biochem. Physiol., 44A: 1237-1249.
- MACHADO, S.C. 1977. Mobilização dos ácidos graxos livres em Chrysemys dorsibigni (Reptilia, Quelonia). Porto Alegre, Instituto de Ciências Biológicas, UFRGS, RS. (Dissertação de Mestrado)
- MACHADO, C.R. ; GAROFALO, M.A.R. ; ROSELINO, J.E.S. ; KETTELHUT, I.C. and MIGLIORINI, R.H. 1988. Effects of starvation, refeeding and insulin on energy-linked metabolic process in catfish (Rhamdia hilari) adapted to a carbohydrate-rich diet. Gen. Comp. Endocrinol., 71: 429-437.
- MANÉ-GARZOÓN, F.; DEI-CAS, E.; HOLCMAN-SPECTOR, B. y LEYMONIE, J. 1974. Estudios sobre la biología del cangrejo de estuario Chasmagnathus granulata Dana 1851. I. Osmorregulación frente a cambios de salinidad. Physis sec. A 33 (86): 163-171.
- MARQUES, M. 1967. Effects of prolonged glucagon administration to turtles (Chrysemys d'orbignyi) Gen. Comp. Endocrinol. 9 (1): 102-109.
- MARQUES, M. and PEREIRA, S. 1970. Seasonal variations in blood glucose and glycogen levels of some tissues of

- Strophocheilus oblongus. Rev. Brasil. Biol., 30 (1):  
43-38.
- McWHINNIE, M.A. and SALLER, P.N. 1960. Analysis of blood sugars in the crayfish Ornectes virilis. Comp. Biochem. Physiol., 1:110-122.
- MEENAKSHI, V.R. and SCHEER, B.T. 1961. Metabolism of glucose in the crabs Cancer magister and Hemigrapsus nudus. Comp. Biochem. Physiol., 3:30-41.
- MERKLE, S. and HANKE, W. 1988. Long-term starvation in Xenopus laevis Daudin - II. Effects on several organs. Comp. Biochem. Physiol., 90A(3):491-495.
- MIGLIORINI, R.H.; LINDER, C.; MOURA, J.L. and VEIGA, J.A.S. 1973. Gluconeogenesis in a carnivorous bird (black vulture). Am. J. Physiol., 225:1389-93.
- MUNN, E.A. 1963. The nature and metabolism of carbohydrates and lipids of Carcinus maenas. PhD thesis Univ. of Southampton. Southampton England in Adv. Comp. Physiol. Biochem., 1968. 3:271-378.
- NEWSHOLME, E.A. and STAR, C. 1973. Regulation of carbohydrate metabolism in liver. In: Regulation of metabolism. John Wiley, New York.
- PASANEN, S. and KOSKELA, P. 1974. Seasonal and age variation

- in the metabolism of the common frog, Rana temporaria.  
in northern Finland. Comp. Biochem. Physiol., 47A: 635-  
654.
- POLAK, L.; JARZEBSKI, A.; WENNE, R. and FALKOWSKI, L. 1987.  
Seasonal changes in condition and lipids composition of  
the bivalve Macoma balthica L. from gulf of Gdansk  
(Southern Baltic). Comp. Biochem. Physiol., 88B(3):881-  
885.
- SANDERS, B. 1983a. Insulin-like peptides in the lobster  
Homarus americanus. I. Insulin immunoreactivity. Gen.  
Comp. Endocrinol., 50:366-373.
- SANDERS, B. 1983b. Insulin-like peptides in the lobster  
Homarus americanus. II. Insulin-like biological activity.  
Gen. Comp. Endocrinol., 50:374-377.
- SANTOS, E.A. and COLARES, E.P. 1986. Blood glucose  
regulation in an intertidal crab, Chasmagnathus  
granulata (Dana, 1851). Comp. Biochem. Physiol., 83A  
(4): 673-675.
- SANTOS, E.A.; BALDISSEROTO, B.; BIANCHINI, A.; COLARES, E.P.;  
NERY, L.E.M. and MANZONI, G.C. 1987. Respiratory  
mechanisms and metabolic adaptations of an intertidal  
crab, Chasmagnathus granulata (Dana, 1851). Comp. Biochem.  
Physiol., 88A(1):21-25.

- SANTOS, E.A. and NERY, L.E.M. 1987. Blood glucose regulation in an estuarine crab, Chasmagnathus granulata (Dana, 1851) exposed to different salinities. Comp. Biochem. Physiol., 87A(4):1033-1035.
- SANTOS, E.A.; NERY, L.M.E. and MANZONI, G.C. 1988. Action of the crustacean hyperglycemic hormone of Chasmagnathus granulata(Dana, 1851)(Decapoda, Grapsidae). Comp. Biochem. Physiol., 89A(3):329-332.
- SCHMID, H. 1981. Metabolismo hepático de lipídios em ratos: efeito da administração de dieta hiperprotéica. USP, São Paulo. (Tese de Doutorado).
- SCHMID, H.; KETTELHUT, I.C. and MIGLIORINI, R.H. 1984. Reduced lipogenesis in rats fed a high-protein carbohydrate-free diet. Metabolism., 33(3):219-223.
- SEDLMEIER, D. 1985. Mode of action of the crustacean hyperglycemic hormone. Amer. Zool., 25:223-232.
- SEDLMEIER, D. 1987. The role of hepatopancreatic glycogen in the action of the crustacean hiperglicemic hormone (CHH). Comp. Biochem. Physiol., 87A:423-425.
- SILVA, A.M.R. 1980. Lipomobilização na tartaruga Chrysemys dorbigni: influência dos hormônios sexuais. Porto Alegre, Instituto de Ciências Biológicas, UFRGS. RS. (Dissertação de mestrado).

- SJOGREN, B.; NORDENSKJOLD, J.; HOLMGEEM, H. & MOILERSTRON, J. 1938. Beitrag zur kenntnis der leberhythmik (glycogen, phosphor und calcium in der kaninchenleber). Pflugers Arch. Ges. Physiol., 240:427-434.
- STANISLAWSKI, E. and BECKER, W. 1979. Influences of semi-syntetic diets, starvation and infection with Schistosoma mansoni (Trematoda) on the metabolism of Biomphalaria glabrata (gastropoda). Comp. Biochem. Physiol., 63A:527-533.
- TELFORD, M. 1968. Changes in blood sugar composition during the molt cicle of the lobster Homarus americanus. Comp. Biochem. Physiol., 26:374-377.
- VAN HANDEL, E. 1965. Estimation of glycogen in small amouts of tissue. Analyt. Biochem., 11:256-265.
- VEIGA, J.A.S.; ROSELINDO, E.S.; and MIGLIORINI, R.H. 1978. Fasting adrenalectomy and gluconeogenesis in the chicken and carnivoros bird. Am. J. Physiol., 234(3):R115-R121.
- VELDHUIJZEN, L.P. 1975. Effects of different kinds of food starvation and restart of feeding on the haemolymph glucose of the pond snail Limnaea stagnalis. Neth. J. Zool., 25(1):89-102.
- VELDHUIJZEN, J.P. and VAN BEEK, G. 1976. The influence of starvation and of increased carbohydrate intake on the

- polysaccharide content of various body parts of the pond snail Lymnaea stagnalis. Nether.J.Zool., 26(1): 106-118.
- VOLTANEN, T. 1974. Seasonal and sex-bound variation in the carbohydrate metabolism of the liver of the whitefish. Comp. Biochem. Physiol. 47A :713-727.
- WILLIAMS, E.E. 1970. Seasonal variations in the biochemical composition of edible winkle Littorina littorea (L.). Comp. Biochem. Physiol., 33:655-661.
- WANG, D. and SCHEER, B.T. 1963. UDPG-Glycogen transglucosylase and natural inhibitor in crustacean tissues. Comp. Biochem. Physiol., 9:263-274.
- WATERMAN, T.H. 1960. The physiology of crustacea. V.1 Metabolism and growth. New York, Academic Press. 670p.
- ZUIM, S.M.F.; MACARI, M. 1985. Variação sazonal nos níveis de glicose sanguínea e eletrólitos plasmáticos de Colossoma mitrei (pacu), durante o estágio juvenil. In: Proc. Fed. Bras. Biol. Exp. Anais, São Paulo Federação Brasileira de Biologia Experimental.

## CHAVE SISTEMÁTICA

FILO: Artropoda  
SUPER CLASSE: Crustácea  
CLASSE: Malacostraca  
SUB-CLASSE: Eumalacostraca  
SUPER ORDEM: Eucarida  
ORDEM: Decapoda  
SUB-ORDEM: Pleocyemata  
INFRA ORDEM: Brachyura  
SECCÃO: Brachyrhyncha  
SUPER FAMILIA: Grapsidoidea  
FAMILIA: Grapsidae  
GÊNERO: Chasmagnathus  
ESPECIE: Chasmagnathus granulata Dana, (1851)

Classificação segundo Bowman, T. e Abele, L.G., 1982.