

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR RASPA DE MANDIOCA EM RAÇÕES
DO CAMARÃO DA MALÁSIA *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

Dissertação apresentada ao Curso
de Pós-Graduação em Aquicultura
do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal de Santa
Catarina, como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre
em Aquicultura.

Orientador:

Prof. Santo Zacarias Gomes, Dr.

EUDES DE SOUZA CORREIA

FLORIANÓPOLIS

1 9 9 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR RASPA DE MANDIOCA EM RAÇÕES
DO CAMARÃO DA MALÁSIA *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

Dissertação apresentada ao Curso
de Pós-Graduação em Aquicultura
do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal de Santa
Catarina, como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre
em Aquicultura.

Orientador:

Prof. Santo Zacarias Gomes, Dr.

EUDES DE SOUZA CORREIA

FLORIANÓPOLIS

1 9 9 3

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR RASPA DE MANDIOCA EM RAÇÕES
DO CAMARÃO DA MALÁSIA *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

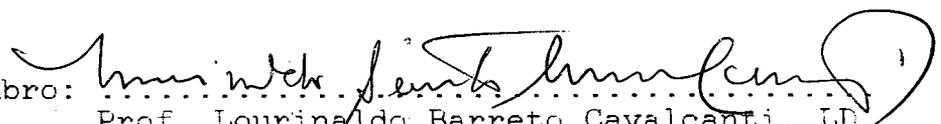
por

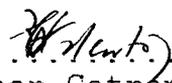
EUDES DE SOUZA CORREIA

Dissertação aprovada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre no Curso de
Pós-Graduação em Aqüicultura, pela Comissão
formada por:

Presidente:

Prof. Santo Zacarias Gomes, Dr.
UFSC

Membro:

Prof. Lourinaldo Barreto Cavalcanti, LD
UFPE

Membro:

Prof. Wagner Cotroni Valenti, Dr.
UNESP

Membro:

Prof. João Bosco Rozas Rodrigues, MSc
UFSC

Florianópolis, 19 de junho de 1993

--- A minha mulher, Jaidete.

A meus filhos, Breno e Taisa.

A meus pais e irmãos.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) pela oportunidade e pelo apoio para a realização do Curso.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pela acolhida para a realização do Curso de Mestrado em Aquicultura.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela concessão da Bolsa de Pós-Graduação.

Ao Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela liberação das instalações da Base de Piscicultura para a realização dos experimentos.

Ao Prof. Santo Zacarias Gomes da UFSC pela orientação e pelos ensinamentos na realização deste trabalho.

Ao Prof. Lourinaldo Barreto Cavalcanti pelo apoio e colaboração durante todo o Curso.

Aos professores da UFSC, especialmente aqueles que tiveram uma participação direta na ministração de disciplinas.

Ao Prof. João Bosco Rozas Rodrigues e à Bióloga Coralúcia Rodrigues pela receptividade e apoio em Florianópolis.

Ao Prof. Luiz Carlos Bernardi e família pela amizade e apoio.

Ao Engenheiro de Pesca Javier Alfonso Ganoza Macchiavello e esposa pela amizade e préstimos dispensados.

Aos amigos e colegas do Curso de Pós-Graduação em Aquicultura da UFSC pelo apoio e agradável convivência.

Ao pessoal administrativo do Departamento de Aquicultura da UFSC pelo apoio e colaboração, e em especial ao secretário do Curso Bel. Carlito Klunk.

Ao Prof. Antonio Lisboa Nogueira da Silva e à Profª Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira pela amizade e companheirismo.

À Base de Piscicultura da UFRPE, especialmente ao Engº de Pesca João Laurindo do Carmo e aos funcionários Emília, Tatóo, Ana, Fausto, Marcos e Sebastião pela convivência amistosa.

Aos estagiários Ana Paula, Flávia, Rômulo, Duda, Efigênia e Alvanir pela participação ativa na realização dos experimentos. À Jaime Guerrero pela ajuda na tabulação dos dados.

Aos Professores Odemar Vicente dos Reis, Israel Pereira da Silva e Mário de Andrade Lira Filho pelas sugestões e ajuda nas análises estatísticas.

À Bióloga Patrícia Fernandes de Castro pela colaboração na digitação e revisão gramatical. Também a meu filho Breno pela ajuda na digitação do texto.

À Bibliotecária Maria José Pereira pela orientação na normatização bibliográfica das referências.

Ao pessoal da Biblioteca, da Divisão de Laboratórios e da Estação Experimental de Araripina do IPA pelo apoio em vários segmentos desse trabalho.

A Qualitech International Ltd pelo fornecimento do aglutinante sintético. À Capiatã Aquicultura Comércio e Exportação Ltda pelo fornecimento do premix e à Aquanutre Rações Ltda pela liberação dos equipamentos para elaboração das dietas.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

1.	Composição química da raiz de mandioca (%)	27
2.	Composição centesimal dos principais ingredientes das dietas, com base na matéria seca	34
3.	Formulação das dietas experimentais	35
4.	Composição calculada das dietas experimentais	36
5.	Esquema teórico da análise de variância para perda de peso de matéria seca	40
6.	Esquema teórico da análise de variância para consumo de matéria seca	43
7.	Esquema teórico da análise de variância para avaliação de rendimento do cultivo	46
8.	Análise de variância da perda de peso de matéria seca ...	48
9.	Regressão polinomial da perda de peso de matéria seca (%) dos péletes	49
10.	Temperatura média da água dos aquários ($\pm s$)	51
11.	Análise de variância do consumo de matéria seca	52
12.	Regressão polinomial do consumo de matéria seca (valores médios em gramas)	52
13.	Consumo de matéria seca com base no peso do corpo (%) ...	53
14.	Parâmetros de qualidade da água do viveiro	54
15.	Ganho de peso médio (g) dos camarões nas gaiolas	57
16.	Análise de variância do ganho de peso médio	58
17.	Dados médios de peso inicial, final, ganho de peso e biomassa por gaiola	58

18.	Ganho de biomassa por unidade experimental (número de sobreviventes entre parênteses)	60
19.	Análise de variância da sobrevivência (número de indivíduos transformados para $\sqrt{x + 1}$)	60
20.	Análise de covariância do ganho de biomassa e indivíduos sobreviventes	61
21.	Ganho de biomassa e indivíduos sobreviventes (valores médios)	61
22.	Conversão alimentar	62
23.	Análise de variância da conversão alimentar	63
24.	Perda de peso de matéria seca (%) dos péletes durante os tempos de imersão	73
25.	Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho I ($P = 5,65 \pm 0,54$ g)	74
26.	Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho II ($P = 10,53 \pm 0,53$ g)	75
27.	Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho III ($P = 16,64 \pm 1,92$ g)	76
28.	Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho IV ($P = 23,46 \pm 2,31$ g)	77
29.	Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa tamanho de tamanho V ($P = 33,34 \pm 4,27$ g)	78

LISTA DE FIGURAS

1. Perda de peso de matéria seca dos péletes em função das dietas e dos tempos de imersão (TI) em minutos..... 48
2. Variação da temperatura na água do viveiro..... 55
3. Variação do Oxigênio dissolvido na água do viveiro 55
4. Variação do pH na água do viveiro 56
5. Variação da transparência na água do viveiro 56

LISTA DE ABREVIATURAS

1. CZ - Cinzas ou matéria mineral
2. EE - Extrato etéreo
3. F - Teste "F"
4. FB - Fibra bruta
5. GL - Graus de liberdade
6. MS - Matéria seca
7. P - Probabilidade
8. PB - Proteína bruta
9. QM - Quadrado médio
10. SQ - Soma dos quadrados

S U M Á R I O

AGRADECIMENTOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 - Estabilidade das Dietas em Água	38
3.2 - Consumo Voluntário de Matéria Seca	40
3.3 - Avaliação de Rendimento do Cultivo	43
4. RESULTADOS	47
4.1 - Estabilidade das Dietas em Água.....	47
4.2 - Consumo Voluntário de Matéria Seca	50
4.3 - Avaliação de Rendimento do Cultivo	54
5. DISCUSSÃO	64
6. CONCLUSÃO	70
7. ABSTRACT	71
8. APÊNDICE	73
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

R E S U M O

Quatro dietas isonitrogenadas (25% de proteína bruta) e isocalóricas (2,9 kcal/g de energia digestível) foram testadas em três experimentos, quanto à estabilidade em água, ao consumo voluntário de matéria seca e ao crescimento de camarões *Macrobrachium rosenbergii* na fase de engorda, visando avaliar o efeito da substituição do milho por raspa de mandioca. As rações foram compostas de vários ingredientes, sendo que o milho e a mandioca representaram 51% da dieta, em proporções respectivas para as quatro dietas de 51 e 0%, 34 e 17%, 17 e 34% e, 0 e 51%, correspondendo a uma substituição do milho por raspa de mandioca na ordem de 0,0, 33,3, 66,7 e 100,0%, respectivamente. A estabilidade foi avaliada com a imersão dos péletes em água doce durante 30, 60, 120, 240 e 360 minutos. O consumo de matéria seca foi mensurado com camarões de cinco faixas de tamanho em aquários de 40 litros. Quanto à avaliação do crescimento, dezesseis gaiolas cilíndricas de 1 m² foram mantidas em um viveiro de 1800 m² e cada uma estocada com 8 camarões juvenis. Foi constatado que a perda de peso de matéria seca dos péletes foi diretamente proporcional ao tempo de imersão e ao nível de mandioca na ração, verificando-se ser viável a utilização de

todas as dietas por tempos de imersão de até duas horas. O consumo de matéria seca foi registrado nos períodos da manhã e tarde, totalizando um consumo diário equivalente a 5,54, 4,41, 3,64, 2,61 e 1,84% sobre o peso do corpo/dia para as faixas de tamanho de $5,65 \pm 0,54$ g, $10,53 \pm 0,53$ g, $16,64 \pm 1,92$ g, $23,46 \pm 2,31$ g e $33,34 \pm 4,27$ g, respectivamente. Quanto ao crescimento, todas as dietas testadas não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) com relação ao ganho de peso individual, ganho de biomassa, sobrevivência e conversão alimentar, sendo constatada a possibilidade de substituição de 100% de milho, correspondendo à utilização de até 51% de raspa de mandioca em rações de engorda desse camarão, desde que sejam atendidos os requerimentos nutricionais da espécie.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado através da aquicultura em 1988 foi de 14,5 milhões de toneladas métricas, com um crescimento médio anual de 8,7% entre 1980 e 1988. A maior parte desta produção foi obtida através de sistemas que não utilizam a alimentação suplementar, no entanto, a expansão futura da aquicultura dependerá essencialmente de alimentos e sistemas de alimentação (Akiyama, 1991).

O cultivo de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*), como atividade econômica, vem apresentando acelerado desenvolvimento no mundo, especialmente nos países de clima tropical e subtropical, demonstrando que essa espécie possui elevado potencial para a aquicultura (Cavalcanti, Correia e Cordeiro, 1986).

A produção global do *M. rosenbergii* em 1989, foi de 27000 toneladas métricas, sendo a Tailândia, o Vietnã e Taiwan, os principais produtores, com uma participação de 44, 32 e 17% respectivamente. Na América Latina, os principais produtores são Brasil, México e República Dominicana (New, 1990).

O *M. rosenbergii* foi introduzido no Brasil em 1978 e estudos comparativos em relação às espécies nativas demonstraram a sua

viabilidade técnica de cultivo (Correia e Cordeiro, 1981 e Coelho, Barreto, Macedo *et al.*, 1986). Os primeiros trabalhos de cultivo foram iniciados em 1984, em Pernambuco e Alagoas, a partir de pós-larvas produzidas pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). Atualmente, esse camarão é cultivado e comercializado em vários estados da Federação (Comissão Interministerial de Apoio ao Desenvolvimento da Carcinicultura no Norte e Nordeste, 1989). Sua exploração tem sido considerada viável técnica e economicamente, no entanto, os custos de alimentação têm uma grande participação sobre os de produção (New, 1976; Shang e Fujimura, 1977; Cavalcanti, Correia e Cordeiro, 1986 e Valenti, 1985).

Nos cultivos semi-intensivo e intensivo, utilizam-se rações como complemento do alimento natural, sendo o milho o principal constituinte energético das dietas utilizadas para esta espécie animal, com uma participação da ordem de 50% (Corbin, Fujimoto e Iwai Jr, 1983). Nas pequenas propriedades rurais, tem sido viável a produção artesanal de rações para camarões, constatando-se no entanto, dificuldades, principalmente com relação à obtenção de alguns ingredientes, como é o caso do milho, cuja produção em determinadas regiões é insuficiente para atender à demanda de consumo humano e de animais domésticos. Lacerda (1988), por exemplo, constatou que 50% da pluviosidade das regiões semi-áridas do País, concentram-se em apenas três meses do ano, impedindo uma produção constante desse grão naquelas regiões. A

baixa produtividade das culturas e a irregularidade das safras, em decorrência, principalmente de fatores climáticos, como também a crescente demanda da avicultura regional, têm tornado o milho um produto escasso e de elevado custo (Araújo, 1990).

Por outro lado, é evidente a necessidade de alimentos que proporcionem boa estabilidade aos pêletes para evitar a desintegração da ração quando da exposição à água e ao processo de manipulação pelo animal durante a ingestão (Boonyaratpalin, 1981). De fato, Farmanfarmaian e Lauterio (1979) apontam a instabilidade na água e a fragmentação dos pêletes pelo animal, como as principais responsáveis pela baixa conversão alimentar. Alguns fabricantes utilizam aglutinantes sintéticos, mas estes implicam custos elevados, podem ser tóxicos e não possuem valor alimentício (Socola, 1986).

Tacon (1987), referindo-se às funções dos carboidratos, justifica sua importância em várias situações, principalmente como fonte de energia de baixo custo e servindo como constituinte dietético para preparação de dietas estáveis em água, quando usados como aglutinantes. Assim sendo, surge a alternativa de utilização da mandioca (*Manihot esculenta*), um produto com alto teor de carboidratos e com propriedades aglutinantes (Socola, 1986). Seu cultivo parece adaptar-se a diversos regimes pluviométricos e tipos de solos, podendo ser facilmente produzida nas pequenas, médias e na maioria das grandes propriedades rurais do País. O produto, uma vez processado na forma de raspas, pode ser

armazenado por longos períodos e com uma umidade menor que 10-12%, tem sua conservação praticamente indefinida (Conceição, 1987).

Como maior produtor, o Brasil participa com cerca de 30% da produção mundial de mandioca (Rosenthal e Lima, 1973), sendo que o Nordeste e o Estado de Pernambuco participam com cerca de 51 e 7% da produção nacional, respectivamente (Fundação Estadual de Planejamento Agrícola de Pernambuco, 1986). Os dados estaduais de produtividade da safra de 1988 para a mandioca são de 9990 kg/ha, bastante superiores ao do milho, que são de 591 kg/ha (Anuário Estatístico de Pernambuco, 1991). Isto representa uma produção de 12 milhões de quilocalorias por hectare para a mandioca contra 2 milhões para o milho.

O presente trabalho objetiva avaliar a substituição do milho por raspa de mandioca em dietas para engorda do camarão da Malásia *M. rosenbergii*, e concomitantemente investigar o efeito da adição de variadas quantidades da mesma sobre a estabilidade das referidas dietas na água e sobre o consumo voluntário de matéria seca. Para isso foram executados três experimentos, assim denominados: estabilidade das dietas em água, consumo voluntário de matéria seca e avaliação de rendimento do cultivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* é originário da região Indo-Pacífica, largamente distribuído nas regiões tropicais e subtropicais de vários países asiáticos, incluindo o leste do Paquistão, Índia, Ceilão, Burma, Tailândia, Malásia, Indonésia, Filipinas, Cambodja e Vietnã, habitando rios, lagos, reservatórios e canais de irrigação. Ocorre durante todo o ano, podendo estar presente tanto em água doce quanto em água salobra. Habita a maioria dos rios, podendo interiorizar-se até pelo menos 200 quilômetros da costa (Ling, 1969). Ainda segundo o autor, trata-se de um crustáceo onívoro que come freqüente e avidamente. Os alimentos mais comuns em sua dieta, incluem vermes e insetos aquáticos, pequenos moluscos, peixes, crustáceos, sementes, frutas, algas e folhas e talos macios de plantas aquáticas. Ao examinarem o conteúdo estomacal de *M. rosenbergii* no meio natural, John; Rao citados por Nelson, Li e Knight (1977) verificaram que a espécie ingere uma larga variedade de alimentos, tanto de origem animal quanto vegetal, além de detritos, agindo como um consumidor primário, secundário e como um detritívoro nos ecossistemas aquáticos nos quais é encontrada.

A utilização de dietas formuladas implica elevados custos de produção. Estes alimentos entretanto, podem ser importantes não só por seu consumo direto pelos camarões, como também por entrarem na cadeia do alimento natural presente no substrato de terra dos viveiros, o que parece contribuir significativamente para a nutrição do animal (Stahl, 1979). Segundo Schroeder (1983), os camarões parecem depender principalmente do alimento natural, havendo ou não presença de ração peletizada. Por outro lado, em estudos realizados sobre conteúdo estomacal de camarões *M. rosenbergii* em viveiros no Havai, Weidenbach (1980) concluiu que: a) os camarões ingerem péletes comerciais, quando disponíveis; b) alimentos naturais (vegetação natural e restos de animais aquáticos) são componentes freqüentes da dieta dos camarões, e c) os camarões se adaptam à ausência de péletes com um aumento do consumo da vegetação disponível. New (1990) cita que estes camarões aumentam o consumo do alimento natural para compensar a ausência do peletizado, sendo que, o substrato de terra dos viveiros parece prover um maior fator de crescimento (Stahl, 1979).

Em estudos sobre fisiologia da digestão, Tyagi e Prakash (1967) descreveram o *M. dayanum* como sendo um animal onívoro e que os órgãos desse camarão envolvidos na apreensão, trituração e digestão consistem de apêndices (três pares de maxilípedes, um par de maxila, maxílula e mandíbula), estômago cardíaco, pequeno

estômago pilórico, intestino estreito e longo e um reto muito bem definido, o que provavelmente deve ocorrer em todos os macrobráquios. Estes autores afirmaram que o estômago pilórico também se comunica com a glândula digestiva, chamada de hepatopâncreas. Demonstraram ainda, nesta espécie, altas atividades para várias carboidrases, incluindo amilase e concluíram que a maioria dos carboidratos são digeridos por enzimas secretadas pelo hepatopâncreas. De fato, segundo Moore e Stanley (1982) o camarão *M. rosenbergii* tem sido classificado como onívoro, não somente pelo consumo do alimento natural, mas também pelo arranjo de enzimas digestivas encontradas no hepatopâncreas.

Considerando o potencial do *M. rosenbergii* para a aqüicultura e a limitação de pesquisas sobre fisiologia da digestão. Lee, Blake e Rodrick (1980) determinaram a atividade específica de dez enzimas digestivas nesse camarão e observaram que os extratos do hepatopâncreas exibiram atividades significativas para as seguintes enzimas: amilase, tripsina, quimotripsina, pepsina, carboxipeptidase A e B, e leucina aminopeptidase. As atividades específicas de proteases, lipases e carboidrases indicaram a habilidade desse camarão para digerir uma dieta bastante diversificada.

New (1976) afirma que os camarões parecem ser mais hábeis em utilizar carboidratos complexos do que simples açúcares, como a

glicose. Segundo Lee, Blake e Rodrick (1980), a alta atividade da amilase, indica que o amido é rapidamente hidrolizado pelo *M. rosenbergii* e, provavelmente, desenvolve um importante papel no metabolismo energético.

Sabe-se que os alimentos protéicos contribuem para a elevação dos custos das rações utilizadas em alimentação animal, entretanto, New (1990) afirma que rações para camarões de água doce são mais baratas do que as de camarões marinhos, devido a menor exigência de proteína bruta em suas dietas.

Existem registros de requerimentos de proteínas para o camarão *M. rosenbergii* variando de 15 a 49% (Balazs, Ross e Brooks, 1973; Balazs e Ross, 1976; New, 1976; Millikin, Fortner, Fair *et al.*, 1980; Sick e Beaty citados por Sick e Millikin, 1983). Boonyaratpalin e New (1980) cultivaram esse camarão em tanques de concreto utilizando três níveis de proteína (15, 25 e 35%) e não encontraram diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, Sick e Millikin (1983) concluíram que para os camarões maiores (de 4,0 a 20,0 g) os requerimentos variam de 25 a 30% de proteína. Clifford e Brick (1978) verificaram que as condições ótimas para o crescimento do animal foram alcançadas com uma dieta de 25% de proteína e uma relação lipídio:carboidrato de 1:4, enquanto que New (1987), considerando o alimento natural disponível no ambiente de cultivo, sugere para engorda do *M. rosenbergii* uma dieta com teor protéico de 20 a 25%. Com

relação aos aminoácidos, os requerimentos são qualitativamente semelhantes à maioria dos outros organismos (New, 1976; Miyajima, Broderick e Reimer citados por Sick e Millikin, 1983). Embora os requerimentos quantitativos de aminoácidos para camarões não tenham sido ainda bem definidos, Farmanfarman e Lauterio (1979), trabalhando com suplementação de aminoácidos, mostraram que a mistura de proteínas de origem animal e vegetal se ajusta para reproduzir o padrão de aminoácidos exigidos.

Quanto aos requerimentos de lipídios, Biddle citado por New (1990), sugere que a adição de gordura neutra na dieta não deve exceder de 5 a 7%. New (1987) indica níveis variando de 2,5 a 7%, enquanto que os valores utilizados em rações comerciais variam de 2 a 4% em Taiwan (Hsieh, Chao, Gomes *et al.*, 1989) e de 6 a 9% na Tailândia (ASEAN/UNDP/FAO citado por New, 1990). No entanto, a composição de ácidos graxos é mais importante do que o conteúdo total de lipídios (New, 1990).

New (1976); Sandifer e Joseph (1976) afirmam que a taxa de lipídios na dieta deve conter ácidos graxos essenciais poliinsaturados (linoleico e linolênico) pertencentes à família w6 e w3, buscando uma ótima relação w3:w6, que, infelizmente, não está bem definida. Essa assertiva é confirmada por Reigh e Stickney (1989), quando observaram que os camarões *M. rosenbergii* podem converter os ácidos graxos 18:2w6 para 20:2w6 e mudar o 20:2w6 para 20:3w6. No entanto, nenhuma evidência foi encontrada

sobre a possibilidade de sintetizar o 18:2w6 ou o 18:3w3. Assim sendo, New (1987) propõe a utilização de 1 a 2% de ácidos graxos com alta proporção de w3:w6. Por outro lado, Briggs, Jauncey e Brown (1988), estudando os requerimentos de colesterol e lecitina, concluíram ser desnecessárias suas inclusões em dietas semipurificadas para juvenis de *M. rosenbergii*.

Segundo Corbin, Fujimoto e Iwai Jr (1983), os teores de fibra bruta na dieta de camarões não devem ultrapassar 5%. Por outro lado, Fair, Fortner, Millikin *et al.* (1980) afirmaram que o crescimento do *M. rosenbergii* foi melhorado quando se substituiu até 20% do amido por celulose em dietas isonitrogenadas, devido, provavelmente, à atividade da celulase hepatopancreática, cuja presença é registrada por Naborikawa citado por New (1990).

Quanto aos requerimentos energéticos, Corbin, Fujimoto e Iwai Jr (1983) afirmaram que o valor da energia de uma dieta afeta a separação e utilização dos componentes de um alimento, isto com relação às proteínas, aos lipídios e aos carboidratos.

Segundo Ashmore, Stanley, Moore *et al.* (1985), é possível que uma parte da proteína ingerida em determinadas dietas, seja usada como fonte de energia. Capuzzo e Lancaster (1979), analisando os efeitos dos níveis de carboidratos na dieta da lagosta americana (*Homarus americanus*), concluíram ser possível otimizar a utilização da proteína, em dietas com níveis crescentes de amido de milho. Por outro lado, Clifford e Brick (1978)

detectaram uma melhora na utilização protéica em camarões *M. rosenbergii* alimentados com dietas isonitrogenadas (25% de proteína bruta), tendo observado que o catabolismo da proteína nas proporções carboidrato:lipídio de 3:1 e 4:1 foi significativamente menor do que nas de 2:1 e 1:1. Isto parece indicar que estas dietas eram deficientes em carboidratos e lipídios para satisfazer o imediato requerimento energético basal do camarão, acarretando com isto a mobilização da proteína corporal para fins catabólicos. Com isto, concluíram que, ao nível de 25% de proteína, a proporção carboidrato:lipídio de 3:1 a 4:1 pode ser suficiente para satisfazer os requerimentos energéticos.

Com base em experimentos de economia de proteína, Clifford e Brick (1978) afirmam que as condições ótimas para o crescimento de juvenis de *M. rosenbergii*, são alcançadas com uma dieta protéica de 25%, contendo uma relação lipídio:carboidrato de 1:4. A relação calculada calor:proteína dessa formulação foi de 102,6 para energia metabolizável e de 155,6 para energia bruta.

Os efeitos dos níveis de energia foram estudados por Gomez, Nakagawa e Kasahara (1988) em dietas purificadas para o *M. rosenbergii*. Alterando a relação proteína:amido de 3:1 para 1:3, foi observado que, aumentando o nível de energia, houve melhora no crescimento e na eficiência alimentar, a partir do nível 1:1. Entretanto, a relação da eficiência protéica foi máxima na proporção proteína:amido de 1:3, equivalendo a 3850 kcal/kg de

energia bruta. Esses autores afirmaram que o crescimento, a eficiência alimentar e a eficiência protéica, poderiam ser melhorados pela suplementação de amido na dieta. Os resultados desse estudo, indicaram que a alta proporção de amido pareceu promover uma melhor eficiência protéica, sugerindo que a proteína foi poupada pela suplementação do amido.

Na alimentação animal, os carboidratos geralmente proporcionam a maior parte da energia digestível, sendo que os cereais representam suas principais fontes. Forster e Gabbot citados por Ashmore, Stanley, Moore *et al.* (1985), trabalhando com o camarão *Palaemon serratus*, utilizaram dietas constituídas de 47,5% de farinha de peixe (carne branca) e 47,5% de carboidratos (amido de trigo, amido de batata crua, amido de batata cozida, dextrina e glicogênio) obtendo excelentes resultados, concluindo que a digestibilidade do amido foi alta (85%), indicando o valor potencial de grãos como fonte de energia digestível. Lee, Blake e Rodrick (1980) verificaram no camarão *M. rosenbergii*, que a atividade da amilase indica que o amido é rapidamente hidrolisado e provavelmente desempenha um importante papel no metabolismo energético.

Em experimentos de digestibilidade, Newman e Lutz (1982) utilizaram uma ração comercial com 25% de proteína e percentuais de lipídios e carboidratos de 15,9 e 44,4% respectivamente e verificaram que a eficiência de assimilação dos nutrientes pelo

M. rosenbergii, não influenciada pela temperatura da água, permitiu uma digestibilidade de 94-97% para lipídios e de 83-97% para os carboidratos, mostrando a possibilidade da inclusão de altos níveis de carboidratos nas dietas desse camarão.

Ashmore, Stanley, Moore *et al.* (1985), num primeiro experimento, avaliaram o efeito de quatro dietas isonitrogenadas, isocalóricas e isolipídicas, com várias fontes de grãos (milho, sorgo, trigo e cevada), sobre o crescimento de juvenis de *M. rosenbergii* e observaram que não houve diferenças significativas nas taxas de conversão alimentar, eficiência protéica e consumo de alimento. Observaram serem todas as dietas altamente digestíveis com relação à proteína bruta (84,1 a 88,9% de digestibilidade) e à energia bruta (76,1 a 79,1%), e concluíram que o camarão foi hábil para efetivamente assimilar a proteína e a energia de todas as dietas testadas.

Além dos ingredientes mais comumente usados, a conveniência de utilização de outros não convencionais tem sido possível, incluindo a farinha de coco e a farinha de acácia (Aquacop, 1976), silagem de milho (Moore e Stanley, 1982), folhas verdes (Harpaz e Schmalbach, 1986) e grãos fermentados (Kohler e Krueger, 1985), além de outros usados também como aglutinantes, tais como: gomas, arroz cozido, banana, farelo de semente de banana e mandioca (Aquacop, 1976; Manik, 1976; Boonyaratpalin, 1981; Socola, 1986).

Apesar da possibilidade da utilização de muitos outros ingredientes, o milho participa como principal componente da maioria das dietas. Corbin, Fujimoto e Iwai Jr (1983) mostraram que o milho constava da composição de várias rações utilizadas por criadores de camarão no Havai, em percentuais que variavam de 50,25 a 56,75%.

A mandioca, planta nativa do Brasil, é cultivada em quase todo território nacional. Possui ótimas qualidades nutritivas para alimentação animal (Carvalho, 1986) e pode ser considerada uma fonte alternativa de carboidratos para as dietas de camarões, pois sua raiz está constituída de 64 a 72% de amido (Socola, 1986). Este autor ressalta que a farinha de mandioca, como substituto do milho, é importante como fonte de energia, apesar de conter quantidades relativamente baixas de outros nutrientes requeridos. A composição química da raiz de mandioca está apresentada na Tabela 1.

Zoby (1967), num experimento de crescimento e engorda de suínos, testou a substituição do milho por raspa de mandioca, em rações com 15 e 13% de proteína bruta para animais com menos e mais de 50 kg, respectivamente, através de cinco tratamentos: milho; raspa de mandioca; raspa de mandioca suplementada com metionina; raspa de mandioca suplementada com gordura; e raspa de mandioca suplementada com gordura e metionina. A conclusão foi a possibilidade de substituição do milho por raspa de mandioca nas

TABELA 1 - Composição química da raiz de mandioca (%)

Componentes	Raiz		
	Fresca	Seca	Ensilada
Matéria Seca	35,00	90,00	45,00
Proteína Bruta	1,25	3,21	1,61
Fibra Bruta	1,45	3,73	1,86
Extrato Etéreo	0,29	0,75	0,37
Cinzas	1,43	3,68	1,84
Extrato Não Nitrogenado	30,84	79,30	39,40

Fonte: Carvalho (1986).

rações, desde que os níveis de proteína bruta e metionina sejam adequados. No entanto, a adição desse aminoácido foi desnecessária para animais maiores de 50 kg de peso vivo.

Segundo Kok e Ribeiro citados por Conceição (1987), a alimentação de suínos mostrou melhores resultados quando se substituiu a farinha de milho (55%) por uma mistura de farelo de raspa de mandioca (47%) e de farelo de algodão (8%). Scott, Nesheim e Young (1969) afirmaram que a farinha de mandioca em um nível de 50% na ração de frango de corte pode, satisfatoriamente, substituir o milho desde que suplementada com 0,15% de metionina.

Segundo Farmanfarmaian e Lauterio (1979), as fazendas de camarão com sistemas de cultivo intensivo ou semi-intensivo

dependem de alimentos formulados, que possam ser manufaturados e estocados em escala industrial, principalmente para a fase de engorda. Os péletes elaborados para cada espécie e para cada fase de crescimento, deverão ser otimizados com respeito à conteúdo de nutriente, atratividade, forma, tamanho, textura, palatabilidade, digestibilidade e estrutura física.

A natureza bêntica do camarão exige que o alimento afunde rapidamente e seja estável na água o suficiente para seu aproveitamento máximo, conforme afirmação de Farmanfarmaian, Lauterio e Ibe (1982). Instabilidade na água e fragmentação pelo animal, são as principais causas da queda na eficiência alimentar das rações (New, 1976; Forster; Kittaka; Biddle; McSweeny citados por Farmanfarmaian e Lauterio, 1979). Vários trabalhos têm sido realizados no que concerne à estabilidade dos péletes em água (Balazs, Ross e Brooks, 1973; Farmanfarmaian e Lauterio, 1979; Boonyaratpalin, 1981; Taechanuruk e Stickney, 1982; Socola, 1986). Estes autores investigaram a utilização dos mais variados produtos para viabilizar a aglutinação, tais como: agar, alginatos, gomas, gelatinas, farinha de trigo, mandioca, além de vários produtos sintéticos. Os resultados foram satisfatórios, havendo registro de estabilidade de 83 a 86% em 22 horas, com péletes aglomerados com alginatos (Farmanfarmaian, Lauterio e Ibe, 1982). Entretanto, alguns aditivos implicam custos elevados, como por exemplo o Kelco HV e a carboxymetilcelulose utilizados

por Farmanfarmaian e Lauterio (1979), em proporções de 0,5-1,0 e 5,0%. respectivamente.

Taechanuruk e Stickney (1982) referem-se à perda de matéria seca em partículas de 0,5-2,0 mm e > 2,0 mm em função do tempo de imersão em água, com percentuais variando de 3,82 a 15,53% para períodos de 20 a 45 minutos, respectivamente. Balazs, Ross e Brooks (1973), testando a perda de matéria seca de rações contendo 20% de farinha de trigo, imersas em água por períodos de 1 a 5 horas, concluíram que a dissolução foi influenciada pela composição da dieta e que a perda foi maior em água doce do que em água salgada, com registros respectivos variando de 11,4 a 18,8% e de 5,8 a 16,4%.

Segundo Bordner, D'Abramo, Conklin *et al.* citados por New (1990), a estabilidade de alimentos de crustáceos em água é agora considerada menos importante do que anteriormente, porquanto há a possibilidade de utilização de mais de uma alimentação diária, diminuindo assim o tempo de permanência dos péletes dentro da água, o que provavelmente reduz a perda de nutrientes. Taechanuruk e Stickney (1982) comentaram que mais de 90% da tiamina de uma dieta peletizada foi lixiviada num prazo de 18 horas de submersão, enquanto que, para riboflavina, colina, vitamina C, aminoácidos livres e potássio as perdas alcançaram 50% em menos de uma hora de submersão, independentemente do aglutinante usado na elaboração dos péletes (Goldblatt, Conklin e Brown, 1980).

O consumo de alimentos pode depender da frequência de alimentação, bem como da temperatura da água. Newman e Lutz (1982), utilizando uma ração para camarão marinho com 25% de proteína bruta, observaram que o maior consumo de matéria seca por camarões *M. rosenbergii* de 33,0 a 51,3 gramas, ocorreu em temperaturas mais elevadas, sendo registrados dados de ingestão de 2,7 a 3,4% do peso do corpo/dia em temperaturas de 28,0 a 33,7°C. Por outro lado, Deshimaru e Shigueno (1972), trabalhando com *Penaeus japonicus*, concluíram que a taxa de alimentação para camarões de aproximadamente 5,0 gramas seria de 2 a 4%, quando utilizando alimento preparado à base de farinha de lula, peixe, baleia e camarão, proteína de soja, fermentos, caseína, alfa amido e mistura mineral e vitamínica.

Condrey, Gosselink e Bennett citados por Taechanuruk e Stickney (1982), trabalhando com *P. setiferus* e *P. astecus* afirmaram que a ingestão alimentar cessa depois que a câmara do proventrículo é preenchida. Sedgwick (1979) reportou que os aumentos de peso e conversão alimentar foram melhorados em *P. merguensis*, quando os camarões foram alimentados quatro vezes ao dia. Da mesma forma, Robertson, Lawrence e Castille (1992) afirmaram que, o crescimento de *P. vannamei* foi maior à medida em que a frequência de alimentação aumentou para quatro vezes ao dia desde que os intervalos fossem superiores a três horas.

Por outro lado, Taechanuruk e Stickney (1982), em função da conclusão de que a frequência de alimentações tem um efeito significativo sobre a ingestão alimentar no camarão de água doce, afirmaram que múltiplas alimentações diárias podem ser importantes para otimização do crescimento, pois o consumo pode ser aumentado e as perdas por lixiviação reduzidas, resultando numa redução dos custos da alimentação.

Davis e Arnold (1992), avaliando a digestibilidade de fontes de carboidratos (trigo integral, amido de trigo, sorgo e milho) participando em 30% das dietas de *P. vannamei* (8,8 g), concluíram que o consumo das dietas teste, pareceu estar inversamente relacionado à digestibilidade aparente de matéria seca da fonte de carboidrato, indicando que o consumo pode ser regulado pelo nível de energia. Registraram ainda um consumo de matéria seca no valor de 2,3, 2,2, 2,0 e 1,9% para as dietas contendo milho, sorgo, amido de trigo e trigo integral, respectivamente.

Por outro lado, Stahl (1979), analisando o papel da produtividade natural e de alimentos formulados, concluiu que o camarão *M. rosenbergii* alcançou o melhor crescimento quando alimentado com ração peletizada em associação com alimento do substrato. Além disto, os camarões também consomem suas próprias exúvias conforme as observações de Nelson, Li e Knight (1977).

O crescimento do camarão *M. rosenbergii* é bastante variado, pois depende tanto das condições ambientais quanto do manejo

aplicado. Manik (1976) obteve resultados satisfatórios para a fase inicial de crescimento do camarão utilizando ração contendo de 5 a 15% de mandioca. Segundo New (1990), a taxa de crescimento de camarões *M. rosenbergii* é rápida sob condições tropicais. Trata-se de um animal de crescimento heterogêneo onde, a partir dos quatro meses já se pode obter alguns indivíduos adultos. Em fazendas de cultivo no Brasil, esse camarão atinge o tamanho comercial (>30 g) em 6-9 meses (Lobão e Rojas, 1985; Valenti, 1985; Cavalcanti, Correia e Cordeiro, 1986).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Base de Piscicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Dois Irmãos, Recife-PE, no período de abril de 1991 a fevereiro de 1992.

As dietas foram formuladas à base de farinha de peixe, farelo de soja, farelo de milho, raspa de mandioca, óleo de soja, óleo de peixe, bagaço de cana, fosfato bicálcico, mistura mineral e vitamínica, sal iodado, lignossulfato de sódio e a fim de completar os 100% da dieta, foi utilizada, como inerte, areia fina esterilizada.

As rações foram balanceadas de maneira a atender aos requerimentos nutricionais do camarão *Macrobrachium rosenbergii* para a fase final de crescimento em viveiros de engorda, ou seja, nivelando principalmente a proteína bruta em 25% e a energia digestível em 2900 kcal/kg, calculadas com base em várias rações apresentadas por New (1987). Assim sendo, o milho e a mandioca participaram das dietas com 51 e 0% (Ração 1 - R1), 34 e 17% (Ração 2 - R2), 17 e 34% (Ração 3 - R3) e 0 e 51% (Ração 4 - R4), respectivamente, representando os seguintes percentuais de substituição do milho pela raspa de mandioca: 0,0, 33,3, 66,7 e

100,0%. A composição centesimal das dietas experimentais foi calculada com base na análise dos principais ingredientes (Tabela 2) e em tabelas do National Research Council - NRC (1983), New (1987) e EMBRAPA (1989). A formulação e a composição centesimal calculada das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 2 - Composição centesimal dos principais ingredientes das dietas, com base na matéria seca¹

Ingredientes	%				
	MS	PB	EE	FB	CZ
Farinha de peixe	94,02	56,98	6,02	0,35	31,47
Farelo de soja	87,34	54,19 (54,06) ²	2,82	3,01	6,97
Farelo de milho	89,49	12,50 (12,34) ²	5,72	1,70	3,42
Raspa de mandioca	89,12	4,73 (3,00) ²	0,83	0,69	2,09

¹ Análises realizadas pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA)

² Análises realizadas pela Fundação Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (ITEP).

Para elaboração das rações, a farinha de peixe, os farelos de milho e soja e a raspa de mandioca, foram finamente triturados e misturados. Os demais ingredientes foram posteriormente acrescentados após serem também pré-misturados. Para aglutinação foi adicionada a mistura, água com uma temperatura de 60°C, na

TABELA 3 - Formulação das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Rações			
	R1	R2	R3	R4
Farinha de peixe	20,00	20,00	20,00	20,00
Farelo de soja	13,20	15,70	18,10	20,60
Farelo de milho	51,00	34,00	17,00	0,00
Raspa de mandioca	0,00	17,00	34,00	51,00
Bagaço de cana	4,00	3,50	2,90	1,90
Óleo de soja	1,50	1,50	1,50	1,50
Óleo de peixe	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	5,00	5,00	4,00	2,50
Mistura min. vit. ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal iodado	0,50	0,50	0,50	0,50
Lignossulfato de sódio	2,00	0,00	0,00	0,00
Inerte (areia fina)	0,80	0,80	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ Níveis de Garantia por quilograma do produto:

Vitamina A - 1600000 UI; Vitamina D3 - 300000 UI; Vitamina E - 10000 mg;
 Vitamina K3 - 1000 mg; Vitamina B1 - 2000 mg; Vitamina B2 - 5000 mg; Vita-
 mina B6 - 2000 mg; Vitamina B12 - 10000mcg; Vitamina C - 10000 mg; Niacina
 - 20000 mg; Ácido Pantotênico - 10000 mg; Colina - 200000 mg; Selênio (Se)
 - 40 mg; Cobre (Cu) - 1800 mg; Zinco (Zn) - 16000 mg; Iodo (I) 500 mg;
 Cobalto (Co) - 160 mg; Antioxidante - 40000 mg; Veículo qsp - 1000000 mg.

TABELA 4 - Composição calculada das dietas experimentais

Nutrientes	Rações			
	R1	R2	R3	R4
Energia Digestível (Kcal/g)	2,91	2,92	2,92	2,92
Proteína Bruta (%)	25,03	25,05	25,02	25,03
Extrato Etéreo (%)	7,03	6,25	5,49	4,72
Fibra Bruta (%)	5,46	7,18	8,82	10,54
Cinzas (%)	15,19	15,11	14,01	11,94

proporção de 40% do peso seco dos ingredientes. Na ração R1, com 0% de raspa de mandioca, foi adicionado lignossulfato de sódio, como aglutinante artificial, à razão de 2% da dieta. Após a perfeita homogeneização, a massa úmida obtida, foi passada num picador de carne com trafilas de 2 mm. Os péletes obtidos foram imediatamente colocados em bandejas teladas, para secagem em estufa ventilada à temperatura de 80°C durante quatro horas, após o que foram acondicionados em sacos de papel e mantidos em ambiente refrigerado. As rações foram elaboradas em dois lotes, com um intervalo de dois meses.

Para realização dos experimentos, foram utilizados juvenis de camarões *M. rosenbergii*, provenientes de pós-larvas obtidas na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), previamente

mantidas num viveiro auxiliar com ração comercial. Dois dias antes de cada experimento, a alimentação de manutenção dos camarões a serem utilizados foi suspensa, segundo metodologia de New (1976), e no dia anterior ao início do experimento, os animais foram sexados e classificados por tamanho, para serem pesados e medidos no ato da estocagem.

Esses juvenis foram distribuídos aleatoriamente nos ambientes experimentais (aquários e gaiolas), numa proporção sexual de 1:1, a fim de reduzir os efeitos da heterogeneidade no crescimento entre machos e fêmeas, de acordo com a técnica utilizada por Moore e Stanley (1982).

O trabalho constou de três experimentos:

- a) Estabilidade das dietas em água;
- b) Consumo voluntário de matéria seca; e
- c) Avaliação de rendimento do cultivo.

Para todos eles foi utilizada água doce, proveniente do Açude de Dois Irmãos, que abastece a Base de Piscicultura da UFRPE. Essa bacia hidrográfica é formada por várias fontes de águas naturais, com boa qualidade para o cultivo de animais aquáticos.

Os tratamentos estatísticos aplicados a todos os experimentos estão de acordo com Steel e Torrie (1960) e Benza (1970).

3.1 - Estabilidade das Dietas em Água

A estabilidade das rações em água doce foi testada em béqueres de vidro com volume de 2000 ml, de acordo com técnica recomendada por Lovell (1975), adaptada para as condições deste experimento.

Duas gramas de matéria seca de cada uma das quatro rações foram colocadas numa pequena cesta de arame galvanizado (dimensões de 60 x 60 x 20 mm) com malha de 2 mm. Essas cestas foram previamente secadas à 105°C durante 30 minutos, taradas e imersas nos béqueres contendo 1500 ml de água. Após os tempos de imersão (T1 = 30, T2 = 60, T3 = 120, T4 = 240 e T5 = 360 minutos) foram lentamente suspensas por 15 minutos para drenagem da água. Em seguida, as cestas e as rações remanescentes foram colocadas em estufa a 105°C durante quatro horas, resfriadas em dessecador e pesadas, a fim de se calcular a perda de peso nos diversos tratamentos e repetições. A diferença entre o peso inicial e o peso final foi expressa como percentual de perda de peso de matéria seca, da seguinte forma:

$$\text{Perda de Peso (\%)} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 4 x 5 e três repetições, onde os fatores estudados foram as rações (R1, R2, R3 e R4) e os períodos

(T1, T2, T3, T4 e T5), resultando nas seguintes combinações:

1) R1T1	6) R2T1	11) R3T1	16) R4T1
2) R1T2	7) R2T2	12) R3T2	17) R4T2
3) R1T3	8) R2T3	13) R3T3	18) R4T3
4) R1T4	9) R2T4	14) R3T4	19) R4T4
5) R1T5	10) R2T5	15) R3T5	20) R4T5

A análise estatística para o parâmetro perda de peso de matéria seca foi efetuada pelo método da Análise de Variância - ANOVA (Tabela 5), adequado ao delineamento inteiramente casualizado, de acordo com o seguinte modelo matemático e esquema teórico da decomposição da análise de variância:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + P_j + (RP)_{ij} + \epsilon_{ijk}, \text{ onde:}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n; \quad j = 1, 2, 3, \dots, p; \quad e \quad k = 1, 2, 3, \dots, r.$$

Y_{ijk} = resposta da i -ésima ração, no j -ésimo período, na k -ésima repetição;

μ = média geral;

R_i = efeito da i -ésima ração;

P_j = efeito do j -ésimo período;

$(RP)_{ij}$ = efeito da interação da i -ésima ração com o j -ésimo período; e

ϵ_{ijk} = efeito residual correspondente a unidade experimental, contendo a i -ésima ração, no j -ésimo período e k -ésima repetição.

TABELA 5 - Esquema teórico da análise de variância para perda de peso de matéria seca

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	
Ração (R)	n-1	3
Período (P)	p-1	4
Interação (R x P)	(n-1)(p-1)	12
Resíduo	np(r-1)	40
TOTAL	npr-1	59

Por serem quantitativos os fatores estudados, a análise de variância foi completada com a análise de regressão polinomial.

3.2 - Consumo Voluntário de Matéria Seca

A determinação do consumo voluntário de matéria seca das dietas foi efetuada em 16 aquários de vidro (dimensões 0,40 x 0,40 x 0,32 m) com área de 0,16 m² e volume útil de 40 litros. Cada aquário foi estocado com dois camarões *M. rosenbergii*, provenientes de um viveiro auxiliar que continha animais de reserva. A água doce, previamente filtrada em telas de 150 µm, foi mantida a 28,0 ± 1,0°C, através de aquecedores com termostatos e aeração constante.

As determinações de consumo voluntário das rações foram feitas com animais das seguintes faixas de tamanho: 60-66 mm (denominada de I), 70-78 mm (II), 83-90 mm (III), 92-101 mm (IV) e 104-116 mm (V); representando respectivamente as seguintes faixas reais de peso: 4,50 a 6,42 g, 9,49 a 11,30 g, 13,40 a 19,65 g, 20,10 a 26,45 g e 28,20 a 42,30 gramas.

O período de experimento para cada faixa foi de sete dias, tendo sido precedido de igual período para adaptação, durante o qual foi oferecida apenas alimentação de manutenção, à razão de 1% da biomassa. Durante o experimento foi adotado um fotoperíodo de 10 horas de escuro e 14 horas de claro, através de lâmpadas fluorescentes de 40 W, segundo recomendação de New (1976) adaptada à condição climática regional.

A alimentação durante o teste foi *ad libitum*, ofertada duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 horas), controlando-se a oferta de alimento para que sempre existissem sobras em todas as parcelas experimentais. Antes de cada alimentação foi procedido o sifonamento total do aquário, com a retirada dos excrementos e colocada a quantidade de alimento definida, esperando-se 30 minutos para o consumo. As sobras foram sifonadas, coletadas em papel de filtro, secadas em estufa a 80°C e posteriormente a 105°C, resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g para cálculo da matéria seca. A diferença entre a matéria seca ofertada e a das sobras foi considerada a matéria

seca ingerida.

Após cada alimentação, quando da coleta das sobras, a água dos aquários foi substituída em aproximadamente 30%, visando manter o pH, a Amônia e o Nitrito dentro dos valores normais. A temperatura da água foi mensurada antes de cada alimentação.

Foram conduzidas cinco análises experimentais para avaliar o consumo das dietas, onde cada análise correspondeu a um dos tamanhos dos camarões.

O delineamento experimental adotado para cada análise (Tabela 6) foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, representado pelo seguinte modelo matemático e esquema teórico de decomposição da análise de variância.

$$Y_{ij} = \mu + R_i + \epsilon_{ij}, \text{ onde}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{e} \quad j = 1, 2, 3, \dots, r.$$

Y_{ij} = observação do consumo da i -ésima ração na j -ésima repetição;

μ = média geral;

R_i = efeito da i -ésima ração;

ϵ_{ij} = erro residual.

A análise de variância também foi complementada pela análise de regressão polinomial.

TABELA 6 - Esquema teórico da análise de variância para consumo de matéria seca

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	
Ração (R)	n-1	3
Resíduo	n(r-1)	12
TOTAL	nr-1	15

3.3 - Avaliação de Rendimento do Cultivo

Em um viveiro de 1800 m², foram colocadas dezessete gaiolas cilíndricas, com área individual de 1.00 m² (diâmetro de 1,13 m) e altura de 1.20 m, confeccionadas em arame galvanizado nº 16 e malha de 6mm, de acordo com Moore e Stanley (1982) e Stanley, Moore e Malecha (1984). Cada gaiola foi coberta com uma tela fina de náilon, a fim de evitar a fuga dos camarões. Essas gaiolas foram distribuídas ao acaso, assentadas no fundo do viveiro e, para permitir o adequado aproveitamento dos detritos constituintes do alimento natural por parte dos camarões, foi aplicada em cada uma delas uma fina camada de material lamoso do próprio viveiro.

Antes de se proceder a fixação das gaiolas, o viveiro experimental foi preparado para a adubação com 180 kg de cal virgem. Dois dias após, foi adubado com 180 kg de esterco bovino.

e em seguida abastecido com água até a metade. A seguir foi adubado com 4,5 kg de sulfato de amônio e 4,5 kg de superfosfato triplo. O adubo químico foi diluído em água antes de sua aplicação para então ser espalhado por toda área do viveiro. Três dias após, foi completado o nível da água e, através de medições com o Disco de Secchi, acompanhou-se o processo de fertilização, até que o mesmo estivesse adequado ao cultivo, ou seja com a transparência da água variando entre 30 e 50 cm.

Em cada gaiola foram estocados 8 juvenis numa proporção macho:fêmea de 1:1, conduzindo-se o cultivo durante 16 semanas. A taxa de alimentação para todos os tratamentos foi calculada com base na matéria seca e equivalendo a 5% da biomassa dos camarões na primeira metade e a 4% na segunda metade do experimento. O alimento foi fornecido duas vezes ao dia, às 08:00 e 17:00 horas, em quantidades correspondentes a 30 e 70% do total diário, respectivamente.

Os quantitativos das rações foram reajustados a cada duas semanas com base em dados de biometria, obtidos numa das gaiolas destinada especificamente para este fim. O emprego dessa gaiola adicional teve a finalidade de reduzir não só o estresse dos animais sob experimento bem como evitar alterações na disponibilidade do alimento natural nas demais gaiolas.

Para o acompanhamento evolutivo do crescimento em peso dos animais, procedeu-se as pesagens individuais dos camarões de cada

gaiola, na estocagem, na metade e no final do experimento, através de uma balança eletrônica, com precisão de 0,01 g.

A temperatura da água, o pH, a transparência e o Oxigênio dissolvido foram mensurados duas vezes ao dia antes de cada alimentação, sendo a temperatura através de termômetro a álcool e a transparência pelo Disco de Secchi, enquanto que o pH e o Oxigênio dissolvido, através de métodos colorimétricos desenvolvidos pela Alfa Tecnoquímica. A Amônia (NH₃-N), o Nitrito (NO₂-N) e o Nitrato (NO₃-N) foram analisados quinzenalmente, também através de métodos colorimétricos da Alfa Tecnoquímica. A Dureza Total foi analisada por método titulométrico desenvolvido pela Merck.

O delineamento experimental, adotado para avaliar o rendimento do cultivo, ou seja, ganho de peso, ganho de biomassa, sobrevivência e conversão alimentar (Tabela 7) foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (R1, R2, R3 e R4) e quatro repetições, de acordo com o seguinte modelo matemático e esquema teórico de decomposição da análise de variância:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + \epsilon_{ij}, \text{ onde}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{e} \quad j = 1, 2, 3, \dots, r.$$

Y_{ij} = observação do crescimento da i -ésima ração na j -ésima repetição;

μ = média geral;

R_i = efeito da i -ésima ração;

ϵ_{ij} = erro residual.

TABELA 7 - Esquema teórico da análise de variância para avaliação do rendimento do cultivo

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	
Ração (R)	n-1	3
Resíduo	n(r-1)	12
TOTAL	nr-1	15

A sobrevivência foi avaliada através do número de indivíduos e para isso utilizou-se a transformação dos dados segundo a raiz quadrada de $(x + 1)$, de acordo com Benza (1970). A conversão alimentar foi calculada com base na quantidade de alimento fornecido dividida pelo ganho de peso dos animais sob experimento em gaiolas.

A análise de variância também foi complementada pela análise de regressão polinomial.

4. RESULTADOS

4.1 - Estabilidade das Dietas em Água

As perdas de peso de matéria seca dos péletes imersos em água doce estão apresentadas na Tabela 24 do Apêndice e representadas graficamente na Figura 1, que ilustra o comportamento das rações em cada tempo de imersão. Esses dados foram submetidos à análise de variância conforme delineamento adotado (Tabela 8), e complementados pela análise de regressão polinomial (Tabela 9).

Na ração R1, preparada sem o uso de raspa de mandioca, as perdas de matéria seca foram 10,57, 14,19, 15,18, 17,88 e 17,60% respectivamente, para os tempos de imersão de 30, 60, 120, 240 e 360 minutos. Para a ração R2, com 17% de raspa, as perdas foram de 10,95, 15,32, 18,43, 18,15 e 24,01% respectivamente, para os mesmos períodos de imersão, enquanto que para a ração R3, contendo 34% de raspa, as perdas foram de 14,85, 21,27, 27,36, 33,79 e 35,32% respectivamente, para os cinco tempos de imersão. Já a ração R4, com 51% de raspa, apresentou os seguintes percentuais de perda de peso: 12,54, 22,40, 23,04, 41,76 e 44,65%.

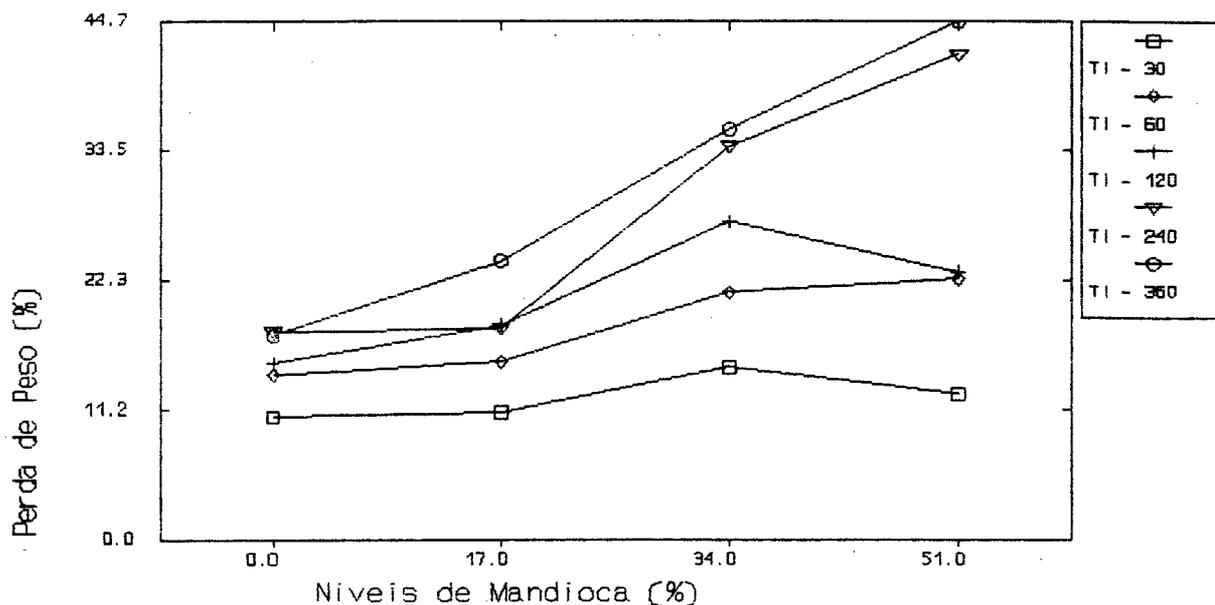


Figura 1 - Perda de peso de matéria seca dos péletes em função das dietas e dos tempos de imersão (TI) em minutos.

TABELA 8 - Análise de variância da perda de peso de matéria seca

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Ração (R)	3	2054,63	684,88	25,80 **
Período (P)	4	2585,81	646,45	24,36 **
Interação (R x P)	12	952,05	79,34	2,99 **
Resíduo	40	1061,70	26,54	
TOTAL	59	6654,19		

** - significativo ao nível de 1%

TABELA 9 - Regressão polinomial da perda de peso de matéria seca (%) dos péletes

Níveis de Mandioca (%)	Tempo de Imersão (min)					Função Polinomial
	30	60	120	240	360	
0 (R1)	10,57	14,19	15,18	17,88	17,60	NS
17 (R2)	10,95	15,32	18,43	18,15	24,01	Linear(1) **
34 (R3)	14,85	21,27	27,36	33,79	35,32	Quadrática(2)*
51 (R4)	12,54	22,40	23,04	41,76	44,65	Linear(3) **
Função Polinomial	NS	Linear (4) *	Linear (5) *	Linear (6) **	Linear (7) *	-
Coeficiente de Variação = 23,46%						

Desdobramento da Interação Significativa ($P < 0,01$) pelo Teste F.

NS - não significativo ao nível de 5%

* - significativo ao nível de 5%

** - significativo ao nível de 1%

Equações para tempos de imersão: 1) $Y = 12,203 + 0,032X$; 2) $Y = 11,456 + 0,159X - 0,00026X^2$; 3) $Y = 13,319 + 0,096X$. Equações para níveis de mandioca na ração: 4) $Y = 13,710 + 0,179X$; 5) $Y = 16,125 + 0,191X$; 6) $Y = 14,801 + 0,513X$; 7) $Y = 16,526 + 0,544X$.

Deve-se ressaltar que a ração R1, que apresentou maior estabilidade, não continha raspa de mandioca em sua composição, que foi substituída por 2% de lignossulfato de sódio, não havendo portanto diferença significativa em todos os tempos de imersão ($P > 0,05$).

Pela análise dos dados, constata-se que a perda de peso de matéria seca foi diretamente proporcional ao tempo de imersão,

como também foi ligeiramente maior à medida em que se aumentou o nível de mandioca na ração. As perdas de peso de matéria seca com relação aos tempos de imersão para as rações (R1, R2, R3 e R4), variaram de 10,57 a 14,85% para 30 minutos, de 14,19 a 22,40% para 60, de 15,18 a 27,36% para 120, de 17,88 a 41,76% para 240 e de 17,60 a 44,65% para 360 minutos de imersão. Para o tempo de 30 minutos não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). As rações R2, R3 e R4, a partir de 60 minutos de imersão, apresentaram diferenças significativas conforme exposto na Tabela 9.

4.2 - Consumo Voluntário de Matéria Seca

A temperatura da água dos aquários, apesar de ser ajustada por aquecedores com termostato, apresentou uma pequena variação nos períodos da manhã e da tarde. Os valores médios nos períodos, para cada faixa de tamanho dos camarões, estão apresentados na Tabela 10. Os outros parâmetros relativos à qualidade de água, como Oxigênio dissolvido, pH, Amônia e Nitrito estiveram dentro dos padrões de normalidade, com registros médios de 6,2 mg/l, 7,2, menor que 0,5 NH₃-N mg/l e menor que 0,05 NO₂-N mg/l, respectivamente.

TABELA 10 - Temperatura média da água dos aquários ($\pm s$).

Tamanho dos Camarões(g)	Temperatura ($^{\circ}$ C)	
	Manhã	Tarde
I (5,65 \pm 0,54)	28,40 \pm 1,10	28,22 \pm 0,67
II (10,53 \pm 0,53)	28,76 \pm 1,07	28,41 \pm 0,64
III(16,64 \pm 1,92)	27,93 \pm 0,30	28,12 \pm 0,36
IV (23,46 \pm 2,31)	28,38 \pm 0,54	28,31 \pm 0,40
V (33,34 \pm 4,27)	28,77 \pm 0,31	28,69 \pm 0,34

Os valores referentes à ingestão de matéria seca para as cinco faixas de tamanho dos camarões (I: 5,65 \pm 0,54 g; II: 10,53 \pm 0,53 g; III: 16,64 \pm 1,92 g; IV: 23,46 \pm 2,31 g; e V: 33,34 \pm 4,27 g), nos períodos da manhã e da tarde, com as respectivas repetições, estão apresentados nas Tabelas 25 a 29 do Apêndice.

Esses dados foram submetidos à análise de variância para cada uma das faixas, a fim de se verificar o efeito das quatro dietas testadas sobre o consumo de matéria seca pelos camarões. A demonstração resumida dos cinco experimentos está apresentada na Tabela 11 e a análise de regressão polinomial na Tabela 12.

Analisando-se os dados observa-se um efeito significativo ($P < 0,01$) apenas para a primeira faixa de tamanho, ou seja, para os camarões com peso de 5,65 \pm 0,54 g. Constatou-se um consumo

TABELA 11 - Análise de variância do consumo de matéria seca

Fontes de Variação	GL	QM das Avaliações (Faixa de Tamanho)				
		I	II	III	IV	V
Ração (R)	3	0,0073**	0,0023NS	0,0046NS	0,0098NS	0,0009NS
Resíduo	12	0,0002	0,0020	0,0025	0,0092	0,0028
CV (%)		5,04	9,53	8,33	15,72	8,64

** - significativo ao nível de 1%

NS - não significativo ao nível de 5%.

TABELA 12 - Regressão polinomial do consumo de matéria seca
(valores médios em gramas)

Níveis de Mandioca (%)	Faixas de Tamanho				
	I	II	III	IV	V
0 (R1)	0,2750	0,4550	0,6100	0,6600	0,6350
17 (R2)	0,2750	0,4825	0,5650	0,5425	0,6125
34 (R3)	0,3575	0,4950	0,6000	0,6275	0,6025
51 (R4)	0,3375	0,4425	0,6475	0,6150	0,6050
Média	0,3112	0,4687	0,6056	0,6112	0,6137
Função Polinomial	$Y=0,271+0,002X$	NS	NS	NS	NS

variado em função dos níveis de mandioca na ração, verificando-se que os camarões dessa faixa consumiam mais, quanto maior era o nível de mandioca na dieta. Para as demais faixas, o consumo de

matéria seca não apresentou diferença significativa ($P>0,05$).

Os animais ingeriram em média 0,31, 0,47, 0,61, 0,61 e 0,61 g, respectivamente, para as cinco faixas de tamanho. Esses dados de consumo diário de matéria seca são equivalentes à média diária de 5,54, 4,41, 3,64, 2,61 e 1,84% sobre o peso do corpo respectivamente, para as faixas de tamanho I, II, III, IV e V, conforme dados de consumo de matéria seca em função do peso do corpo, pela manhã e tarde, para os quatro tratamentos e faixas de tamanho, apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 - Consumo de matéria seca com base no peso do corpo (%)

Tamanho (g)	Período	Tratamentos				Média
		R1	R2	R3	R4	
I 5,65±0,54	Manhã	2,48	2,48	3,01	3,01	2,75
	Tarde	2,48	2,48	3,19	3,01	2,79
	Diário	4,96	4,96	6,20	6,02	5,54
II 10,53±0,53	Manhã	1,99	2,28	2,18	1,99	2,11
	Tarde	2,28	2,28	2,47	2,18	2,30
	Diário	4,27	4,56	4,65	4,17	4,41
III 16,64±1,92	Manhã	1,86	1,98	1,74	1,92	1,87
	Tarde	1,74	1,74	1,86	1,74	1,77
	Diário	3,60	3,72	3,60	3,66	3,64
IV 23,46±2,31	Manhã	1,45	1,24	1,45	1,32	1,36
	Tarde	1,36	1,07	1,24	1,32	1,25
	Diário	2,81	2,31	2,69	2,64	2,61
V 33,34±4,27	Manhã	0,99	0,96	0,87	0,96	0,94
	Tarde	0,93	0,87	0,93	0,87	0,90
	Diário	1,92	1,83	1,80	1,83	1,84

Níveis de raspa de mandioca na ração:
R1 = 0%; R2 = 17%; R3 = 34%; R4 = 51%.

4.3 - Avaliação de Rendimento do Cultivo

A temperatura da água do viveiro no período experimental variou de 26,3 a 31,9°C, enquanto que os valores de Oxigênio dissolvido, pH e Disco de Secchi variaram de 3,8 a 8,1 mg/l, de 6,5 a 7,8 e de 41 a 80 cm respectivamente, conforme dados apresentados na Tabela 14 e com representação gráfica nas Figuras 2 a 5. Os outros parâmetros de qualidade da água se apresentaram dentro da normalidade, ou seja, Dureza total igual a 1 °dH (17,80 ppm CaCO₃), Amônia (NH₃-N) menor que 0,10 mg/l, Nitrito (NO₂-N) menor que 0,04 mg/l, Nitrato (NO₃-N) menor que 0,06 mg/l e Ferro (Fe) menor que 0,04 mg/l.

TABELA 14 - Parâmetros de qualidade da água do viveiro

Parâmetros	Análises Diárias					
	Manhã			Tarde		
	Min	Max	Med	Min	Max	Med
Temperatura (°C)	26,3	29,9	28,7	28,2	31,9	30,4
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	3,8	6,1	5,5	5,3	8,1	7,0
pH	6,5	7,4	7,0	6,7	7,8	7,2
Disco de Secchi(cm)	42,0	80,0	60,0	41,0	80,0	61,0

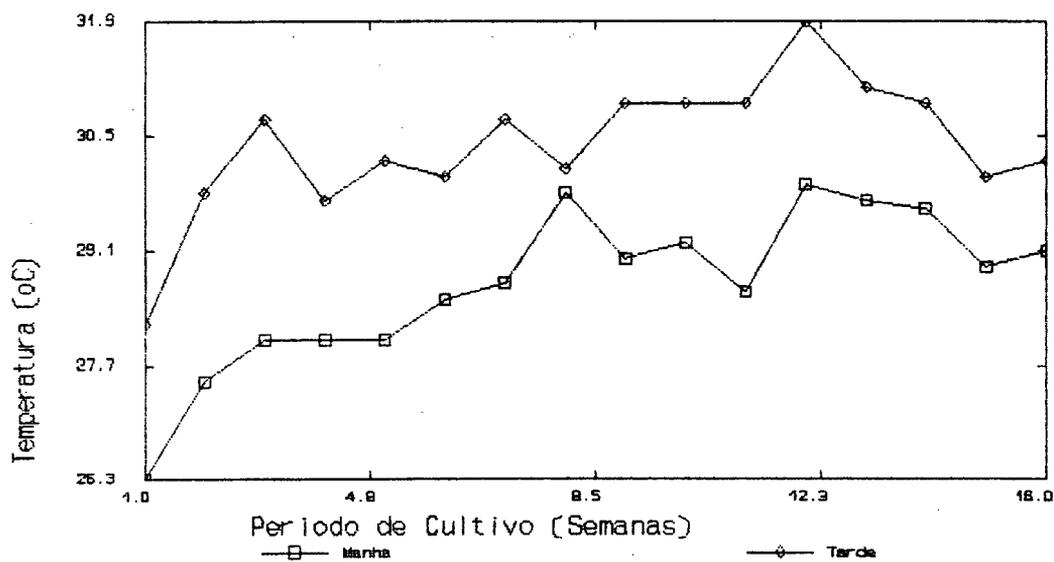


Figura 2 - Variação da temperatura na água do viveiro.

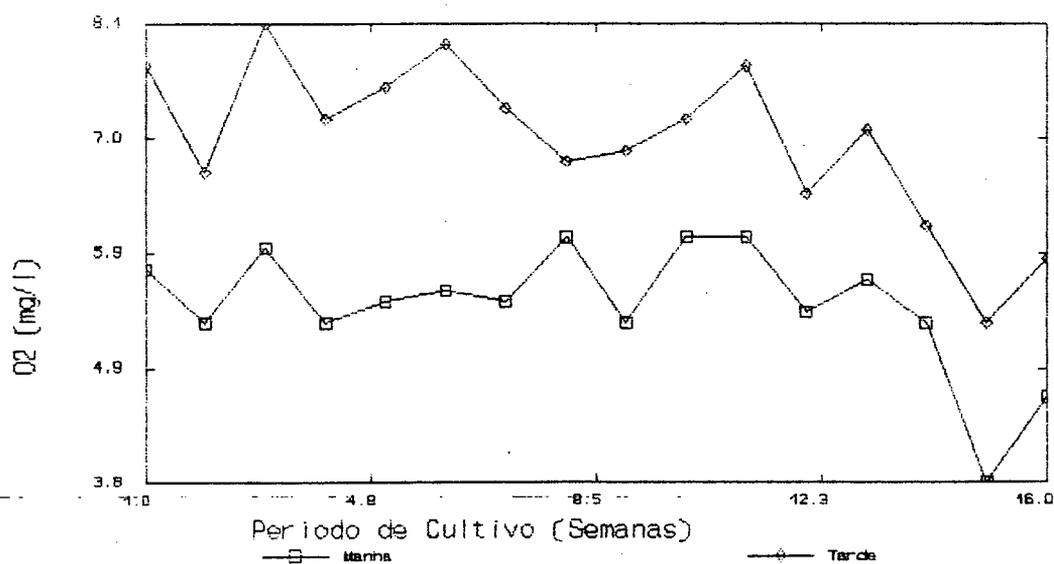


Figura 3 - Variação do Oxigênio dissolvido na água do viveiro.

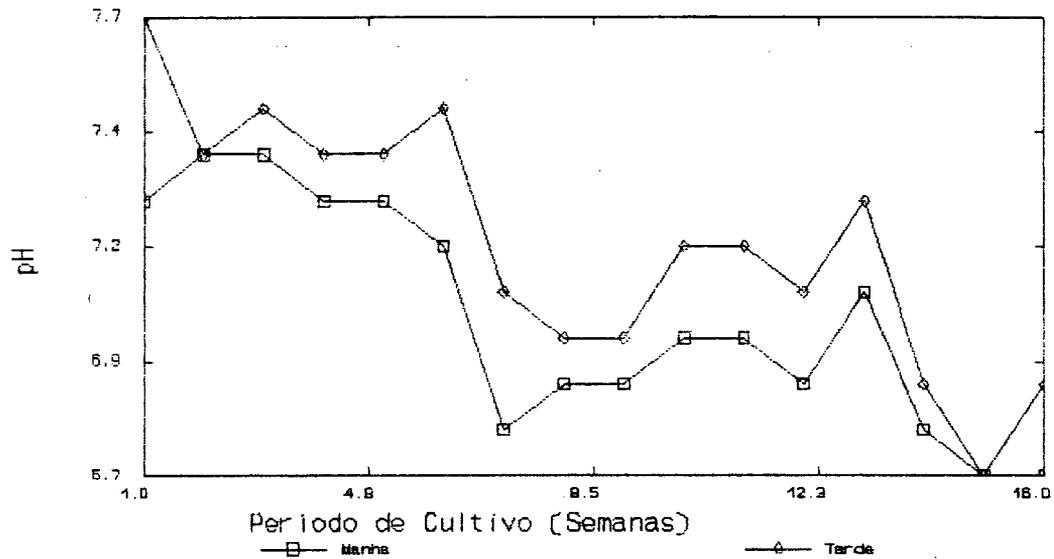


Figura 4 - Variação do pH na água do viveiro.

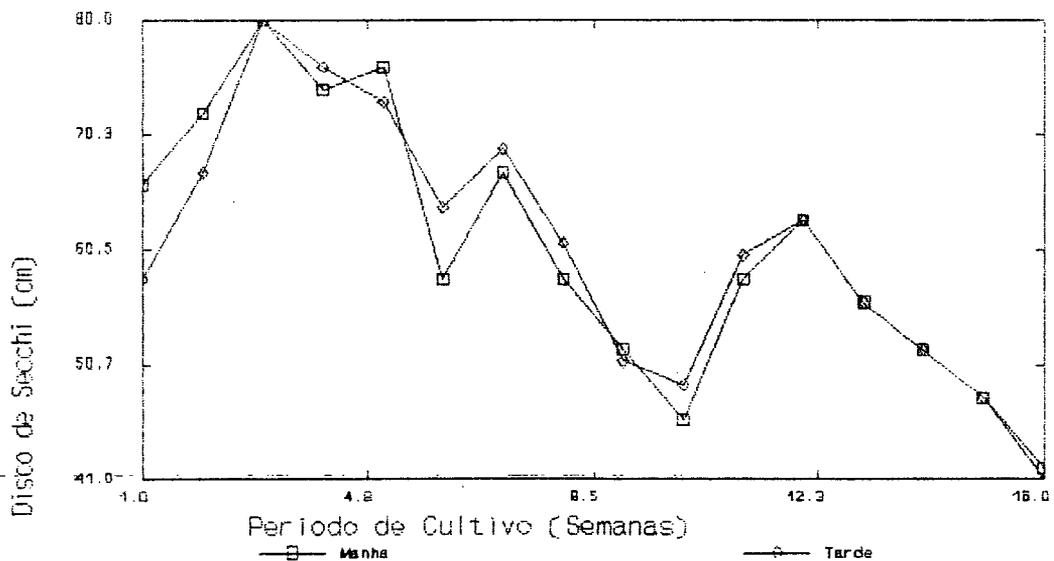


Figura 5 - Variação da transparência na água do viveiro.

O crescimento dos camarões alimentados com dietas em níveis crescentes de raspa de mandioca em substituição ao milho foi avaliado com base no ganho de peso individual durante o período de engorda, cujos dados estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 - Ganho de peso médio (g) dos camarões nas gaiolas

Níveis de Substituição do Milho (%)	Repetições				Média
	I	II	III	IV	
0,0 (R1)	27,74	23,53	20,67	22,80	23,68
33,3 (R2)	37,94	31,89	26,83	25,14	30,45
66,7 (R3)	32,13	25,46	24,95	33,49	29,01
100,0 (R4)	31,11	27,00	28,62	24,80	27,80
Média Geral					27,75

Pode-se observar uma média de ganho de peso de 23,68, 30,45, 29,01 e 27,80 g para as respectivas dietas. A análise de variância desses dados demonstrou não haver diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 16).

A Tabela 17 apresenta os dados médios de pesos inicial e final, ganho de peso dos camarões alimentados com as rações

TABELA 16 - Análise de variância do ganho de peso médio

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	
Ração	3	101,65	33,88	1,97	NS
Resíduo	12	205,95	17,16		
Total	15	307,60			
Coeficiente de Variação = 14,92%					

NS - não significativo ao nível de 5%.

TABELA 17 - Dados médios de peso inicial, final, ganho de peso e biomassa por gaiola

Parâmetros	Tratamentos (Rações)				Média
	R1	R2	R3	R4	
Peso Inicial (g)	10,50	10,16	10,59	10,62	10,47
Peso Final (g)	34,18	40,61	39,60	38,50	38,22
Ganho de Peso (g)	23,68	30,45	29,01	27,88	27,75
Biomassa Inicial (g/m ²)	83,99	81,31	84,79	84,99	83,77
Biomassa Final (g/m ²)	179,37	229,90	226,74	193,02	207,26
Ganho de Biomassa (g/m ²)	95,38	148,59	141,95	108,03	123,49

experimentais, bem como os resultados de biomassa inicial, final e ganhos de biomassa no período experimental. Os pesos médio inicial e final variaram de 10,16 a 10,62 g e de 34,18 a 40,61 g, respectivamente entre os tratamentos, correspondendo a um ganho de peso médio variando de 23,68 a 30,45 g. As biomassas inicial e final variaram de 81,31 a 84,99 g/m² e de 179,37 a 229,90 g/m², respectivamente, representando um ganho de biomassa variando de 95,38 a 148,59 g/m².

A Tabela 18 apresenta os dados de biomassa e de sobrevivência obtidos nas diversas unidades experimentais. Os oito indivíduos inicialmente estocados em cada gaiola resultaram numa coleta final variando de 4 a 7 indivíduos por unidade experimental, o que representa uma sobrevivência que varia de 50 a 87,5%. Devido a essa grande amplitude, optou-se pela análise de um outro parâmetro - a biomassa, que para efeito de avaliação estatística, dá uma análise total das unidades produtivas, permitindo uma melhor avaliação do resultado das unidades experimentais, através da comparação entre o ganho de peso individual e o ganho de biomassa.

A análise de variância (Tabela 19) demonstrou que os diversos tratamentos utilizados não influenciaram ($P > 0,05$) na sobrevivência dos camarões. Nesse caso, para reduzir os efeitos da variação da sobrevivência sobre o ganho de biomassa, optou-se pela análise de covariância (Tabelas 20 e 21).

TABELA 18 - Ganho de biomassa por unidade experimental (número de sobreviventes entre parênteses).

Níveis de Substituição do Milho (%)	Repetições				Média
	I	II	III	IV	
0,0 (R1)	106,62(5)	87,58(5)	72,44(4)	114,89(6)	95,38
33,3 (R2)	110,54(4)	213,68(7)	140,07(6)	130,09(6)	148,59
66,7 (R3)	126,39(5)	133,61(6)	128,40(6)	179,39(6)	141,95
100,0 (R4)	125,11(5)	140,71(6)	110,54(5)	55,76(4)	108,03

TABELA 19 - Análise de variância da sobrevivência (número de indivíduos transformados para $\sqrt{x + 1}$)

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	
Ração	3	0,5563	0,1854	1,09	NS
Resíduo	12	2,0481	0,1707		
TOTAL	15	2,6044			
Coeficiente de Variação = 16,92%					

NS - não significativo ao nível de 5%

TABELA 20 - Análise de covariância do ganho de biomassa e de indivíduos sobreviventes

Fontes de Variação	Soma Quadrados e Produtos				Parte Ajustada			
	GL	Y ²	XY	X ²	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	7.999,94	130,69	2,25				
Resíduo	12	13.188,60	284,15	9,50	11	4.689,52	426,32	
Trat+Resid	15	21.188,54	415,84	11,75	14	6.542,39		
Trat(Ajust)					3	1.852,87	617,62	1,45 NS

NS - não significativo ao nível de 5%

TABELA 21 - Ganho de biomassa e indivíduos sobreviventes
(valores médios)

Níveis de Substituição do Milho (%)	Médias dos Tratamentos		
	Originais		Ajustadas
	Ganho de Biomassa	Indivíduos	Ganho de Biomassa
0,0 (R1)	95,38	5,00	106,60
33,3 (R2)	148,59	5,75	137,38
66,7 (R3)	141,95	5,75	130,73
100,0 (R4)	108,03	5,00	119,25

A análise estatística permitiu constatar não ter havido diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), ou seja, a substituição de até 100% de milho por raspa de mandioca nas rações de engorda não afetou o crescimento dos animais sob experimento. Os dados médios representam um ganho de peso individual de 1,73 g/semana e um ganho de biomassa de 7,72 g/semana/tratamento, equivalendo a uma produtividade de 1,10 g/m²/dia.

Os valores da conversão alimentar por tratamento e respectivas repetições, estão expostos na Tabela 22, enquanto que a análise de variância da conversão alimentar está exposta na Tabela 23.

TABELA 22 - Conversão alimentar

Níveis de Substituição do Milho (%)	Repetições				Média
	I	II	III	IV	
0,0 (R1)	8,18	4,26	3,36	5,78	5,39
33,3 (R2)	3,30	2,76	3,56	4,24	3,46
66,7 (R3)	5,11	2,84	2,58	3,08	3,40
100,0 (R4)	3,51	4,55	5,77	3,50	4,33

TABELA 23 - Análise de variância da conversão alimentar

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	
Ração	3	10,45	3,48	1,90	NS
Resíduo	12	21,96	1,83		
TOTAL	15	32,41			
Coeficiente de Variação = 32,61%					

NS - não significativo ao nível de 5%

Os dados de conversão alimentar variaram de 2,58 a 8,18, com médias de 5,39, 3,46, 3,40 e 4,33 respectivamente, para as dietas R1, R2, R3 e R4, não apresentando diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

5. DISCUSSÃO

As rações R1 e R2, com até 17% de raspa de mandioca, apresentaram perdas máximas de matéria seca de 17,60 a 24,01% em períodos de imersão de 6 horas. Analisando-se a Figura 1, verifica-se que em até 120 minutos de imersão, é possível utilizar-se todas as dietas com perdas de peso relativamente pequenas (com valores máximos variando de 15,18 a 27,36%), resultado compatível com o obtido por Forster citado por Taechanuruk e Stickney (1982), que afirmam que a imersão prolongada de alimentos em água pode ocasionar perdas de 20 a 30% do conteúdo de matéria seca. Os resultados do presente trabalho também são próximos daqueles obtidos por Balazs, Ross e Brooks (1973), que utilizaram 20% de farinha de trigo em dietas para crustáceos, onde a perda de peso de matéria seca em água doce nos períodos de imersão de 1 a 5 horas variou de 10,7 a 22,1%. Por outro lado, deve-se também considerar que períodos de imersão prolongados podem resultar em perdas de nutrientes solúveis em água (Goldblatt, Conklin e Brown, 1980; Grant, Seib, Liao *et al.*, 1989). Taechanuruk e Stickney (1982) observaram que mais de 90% da tiamina de uma ração peletizada foi lixiviada em 18 horas de

submersão. Perdas de riboflavina, colina, vitamina C, aminoácidos livres e potássio podem alcançar 50% em menos de uma hora de submersão, independentemente do aglutinante usado na formulação dos péletes (Goldblatt, Conklin e Brown, 1980). Assim sendo, considerando ser desnecessário o uso de aglutinantes de efeitos prolongados, a mandioca pode ser usada em formulação de rações visando à aglomeração dos péletes, principalmente por ser um produto de fácil aquisição e de custo relativamente baixo, além de seu papel nutritivo como fonte de carboidratos.

Em princípio, o consumo alimentar dos animais pecilotérmicos varia de acordo com a temperatura da água. Luquet citado por Taechanuruk e Stickney (1982) observou que as temperaturas têm efeito significativo sobre a ingestão de alimento. O consumo de matéria seca também varia de acordo com o tamanho do camarão, ou seja, vai se reduzindo, em relação ao peso do corpo do animal, à medida em que o camarão cresce. Os resultados desse trabalho confirmam essa afirmativa.

Segundo Taechanuruk e Stickney (1982), as altas taxas de consumo durante a primeira alimentação diária foram seguidas por níveis de ingestão reduzidos na alimentação subsequente. Considerando que a ingestão cessa depois que a câmara do proventrículo é preenchida, a importância de múltiplas alimentações torna-se clara quando se verifica não ser conveniente a permanência prolongada do pélete na água, que além de favorecer sua desinte-

gração, contribuirá principalmente para a lixiviação dos nutrientes. No entanto, deve-se compatibilizar o uso de múltiplas alimentações diárias com o custo operacional da unidade produtora.

O consumo de matéria seca é melhor representado quando calculado em função do percentual do peso do corpo do camarão. Na maioria dos cultivos comerciais, normalmente são aplicadas taxas de alimentação diária variando de 5 a 10% da biomassa dos camarões, com o alimento ofertado uma vez ao dia, ao entardecer. Entretanto foi registrado neste trabalho, numa temperatura de aproximadamente 28°C, uma taxa média de consumo de 1,84%, em duas alimentações diárias para camarões de $33,34 \pm 4,27$ g. Estes resultados se aproximam daqueles obtidos por Taechanuruk e Stickney (1982) que variaram de 1,54 a 2,11% de consumo sobre o peso do corpo para camarões com pesos superiores a 30 g. Concluíram ainda que taxas abaixo de 1,5% não são boas para um rápido crescimento. Por outro lado, Newman e Lutz (1982) registraram taxas de ingestão variando de 1,4 a 2,4% para camarões de 33-51 g, alimentados uma vez ao dia e mantidos em temperaturas de 22,1 a 34,4°C e de 1,0 a 3,4% para animais alimentados três vezes ao dia, em temperaturas de 21,6 a 33,7°C. Os autores constataram também que a temperatura da água tem um significativo efeito sobre a ingestão alimentar, o que não ocorre com a assimilação dos nutrientes.

Com referência ao rendimento do cultivo, os camarões obtive-

ram em média um ganho de peso individual de 27,75 g e um ganho de biomassa de 123,49 g/m², o que potencialmente representa uma produtividade de 401 g/m²/ano, resultados estes superiores aos descritos por Moore e Stanley (1982), os quais utilizaram um sistema de cultivo idêntico, com uma densidade de 10 camarões por gaiola durante 10 semanas e obtiveram um ganho de peso médio de 11.1 g e um ganho de biomassa de 101.1 g. Os dados do presente trabalho são considerados satisfatórios quando comparados com os relatados por Ra'anan e Cohen (1983), onde foram obtidos, num cultivo de uma população mista de juvenis de 7,2 g, em densidade de 3.5 camarões/m², durante 125 dias, um ganho de peso de 32,8 g, uma biomassa final de 112,72 g/m² e sobrevivência de 84,7%. São também próximos dos obtidos por Menasveta e Piyatiratitivorakul (1980), onde num cultivo de *M. rosenbergii*, a 5 indivíduos/m², obtiveram uma produtividade equivalente a 262 g/m²/ano e sobrevivência de 48%. Por outro lado, Malecha (1983) refere-se à produção de camarão em viveiros havaianos de despesca contínua de 3314 kg/ha, equivalente a 331 g/m²/ano, com um "standing crop" estimado, para a fase de crescimento em mono-cultivo, variando de 145 a 207 g/m². Para os cultivos comerciais semi-intensivos no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, onde não há interrupção do processo por condições climáticas, as produtividades variam de 1500 a 2500 kg/ha/ano (Valenti, 1992), no entanto estes valores são duplicados em cultivos intensivos.

Com relação à sobrevivência deste experimento, a variação nas taxas de 50 a 87,5% entre as unidades experimentais, é justificável quando se trata do cultivo de crustáceos, uma vez que após a ecdise o animal fica vulnerável à predação, principalmente quando é cultivado num ambiente fechado, como foi o caso das gaiolas, combinando assim com a afirmação de Gomez, Nakagawa e Kasahara (1988) de que o canibalismo é inevitável no cultivo de crustáceos.

Quanto à conversão alimentar, apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos, os registros também foram variados, obtendo-se valores de 2,58 a 8,18:1, com médias variando de 3,40 a 5,39:1. Estas variações podem ser imputadas à ocorrência de sobras nas parcelas onde houve mortalidades entre as biometrias, já que as taxas de alimentação foram pré-fixadas em 5 e 4% do peso vivo durante a primeira e segunda metade do experimento, respectivamente. Mesmo assim, os valores médios situam-se dentro da faixa obtida com a maioria das rações comerciais que, segundo Silva e Nogueira (1988), variam de 2 a 6:1. No entanto é possível a obtenção de menores taxas através da utilização de rações mais adequadas e de um rigoroso manejo alimentar.

A substituição do milho por raspa de mandioca em rações de engorda para o *M. rosenbergii* pode ser considerada tecnicamente viável, uma vez que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) em todos os parâmetros relacionados com o rendimento do cultivo.

ou seja, ganho de peso, ganho de biomassa, sobrevivência e conversão alimentar. Os resultados obtidos indicam que é possível substituir até 100% do milho por raspa de mandioca nas rações de engorda desse camarão, desde que a combinação dos ingredientes atenda aos requerimentos nutricionais da espécie. Por outro lado, faz-se necessário a realização de novas pesquisas objetivando o uso de raspa de mandioca em rações para espécies aquáticas, buscando inclusive, outras formas de utilização da mandioca como componente de rações.

6. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho permitem concluir que:

- a) a raspa de mandioca pode ser utilizada como ingrediente em rações de engorda do camarão *Macrobrachium rosenbergii* substituindo até 100% do milho, desde que sejam mantidos os requerimentos nutricionais da espécie;
- b) as taxas de consumo voluntário de matéria seca não foram afetadas com a substituição do milho por raspa de mandioca em dietas de engorda, exceto para camarões juvenis (60-66mm; $5,65 \pm 0,54g$), onde o consumo aumentou gradativamente com o aumento de mandioca na ração;
- c) a raspa de mandioca pode servir como aglutinante em rações peletizadas, porém a estabilidade diminui à medida que se aumentam os níveis de substituição do milho pela raspa, em tempos de imersão superiores a 30 minutos.

7. ABSTRACT

Four isonitrogenous (25% crude protein) and isocaloric (2,9 kcal/g digestible energy) diets were tested in three experiments related to water stability, dry matter consumption and growth of prawns *Macrobrachium rosenbergii* in growout stage in order to verify the effect of using cassava as corn substitute. The rations were composed of various ingredients with the corn and cassava representing 51% of the diet, in proportions of 51-0%, 34-17%, 17-34% and 0-51% for the four diets, corresponding to a substitution of corn by cassava in about 0,0, 33,3, 66,7 and 100,0%, respectively. The stability was measured by immersing the pellets in freshwater during 30, 60, 120, 240 and 360 minutes. The dry matter consumption was measured with prawns of five different sizes in 40 liters aquaria. For the growth, sixteen 1 m² cylindrical cages were maintained in a 1800 m² earthen pond and each one was stocked with eight juveniles. The dry matter weight loss was proportional to the immersion time and to the cassava level in the ration, which makes possible the use of all diets until two hours of immersion time. The consumption of dry matter was recorded in the morning and in the afternoon.

corresponding to a total of 5,54, 4,41, 3,64, 2,61 and 1,84%, in wet body weight basis/day, for the $5,65 \pm 0,54g$, $10,53 \pm 0,53g$, $16,64 \pm 1,92g$, $23,46 \pm 2,31g$ and $33,34 \pm 4,27g$ size classes, respectively. In the growth experiment, all diets tested had no significant difference ($P > 0,05$) for weight gain, biomass gain, survival and feed conversion rate. It was verified the possibility of substitute 100% of corn, equivalent to the use of up to 51% of cassava in prawn growout rations, with observance of nutritional requirements of the species.

8. APÊNDICE

TABELA 24 - Perda de peso de matéria seca (%) dos péletes durante os tempos de imersão

Níveis de Mandioca (%)	Repe- tição	Tempo de Imersão (min)				
		30	60	120	240	360
0 (R1)	1	10,92	12,71	15,03	17,73	19,74
	2	9,69	13,59	14,13	17,05	21,96
	3	11,11	16,28	16,38	18,85	11,11
	Média	10,57	14,19	15,18	17,88	17,60
17 (R2)	1	12,00	12,53	17,17	19,32	18,27
	2	10,37	17,35	18,30	15,21	32,24
	3	10,47	16,07	19,81	19,93	21,51
	Média	10,95	15,32	18,43	18,15	24,01
34 (R3)	1	14,08	17,12	23,87	28,90	33,64
	2	15,78	23,99	24,86	34,24	45,28
	3	14,69	22,71	33,36	38,23	27,04
	Média	14,85	21,27	27,36	33,79	35,32
51 (R4)	1	11,96	14,47	24,82	47,87	46,29
	2	10,81	31,16	22,30	29,91	53,33
	3	14,84	21,56	22,00	47,51	34,34
	Média	12,54	22,40	23,04	41,76	44,65

TABELA 25 - Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho I ($P = 5,65 \pm 0,54$ g)

Níveis de Mandioca (%)	Repe- tição	Períodos		Total
		Manhã	Tarde	
0 (R1)	1	0,12	0,15	0,27
	2	0,15	0,13	0,28
	3	0,13	0,13	0,26
	4	0,16	0,13	0,29
	Média	0,1400	0,1350	0,2750
17 (R2)	1	0,14	0,14	0,28
	2	0,15	0,13	0,28
	3	0,14	0,14	0,28
	4	0,14	0,12	0,26
	Média	0,1425	0,1325	0,2750
34 (R3)	1	0,18	0,18	0,36
	2	0,19	0,20	0,39
	3	0,16	0,17	0,33
	4	0,17	0,18	0,35
	Média	0,1750	0,1825	0,3575
51 (R4)	1	0,17	0,16	0,33
	2	0,16	0,18	0,34
	3	0,17	0,16	0,33
	4	0,17	0,18	0,35
	Média	0,1675	0,1700	0,3375

TABELA 26 - Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho II (P = 10,53 ± 0,53g)

Níveis de Mandioca (%)	Repe- tição	Períodos		Total
		Manhã	Tarde	
0 (R1)	1	0,21	0,25	0,46
	2	0,24	0,25	0,49
	3	0,18	0,22	0,40
	4	0,21	0,26	0,47
	Média	0,2100	0,2450	0,4550
17 (R2)	1	0,26	0,24	0,50
	2	0,27	0,26	0,53
	3	0,20	0,23	0,43
	4	0,23	0,24	0,47
	Média	0,2400	0,2425	0,4825
34 (R3)	1	0,23	0,26	0,49
	2	0,21	0,24	0,45
	3	0,25	0,29	0,54
	4	0,24	0,26	0,50
	Média	0,2325	0,2625	0,4950
51 (R4)	1	0,22	0,29	0,51
	2	0,21	0,23	0,44
	3	0,19	0,18	0,37
	4	0,23	0,22	0,45
	Média	0,2125	0,2300	0,4425

TABELA 27 - Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho III ($P = 16,64 \pm 1,92$ g)

Níveis de Mandioca (%)	Repe- tição	Periodos		Total
		Manhã	Tarde	
0 (R1)	1	0,31	0,27	0,58
	2	0,34	0,32	0,66
	3	0,30	0,34	0,64
	4	0,33	0,23	0,56
	Média	0,3200	0,2900	0,6100
17 (R2)	1	0,29	0,29	0,58
	2	0,28	0,29	0,57
	3	0,25	0,30	0,55
	4	0,25	0,31	0,56
	Média	0,2675	0,2975	0,5650
34 (R3)	1	0,31	0,28	0,59
	2	0,30	0,24	0,54
	3	0,30	0,28	0,58
	4	0,37	0,32	0,69
	Média	0,3200	0,2800	0,6000
51 (R4)	1	0,34	0,33	0,67
	2	0,40	0,32	0,72
	3	0,31	0,31	0,62
	4	0,29	0,29	0,58
	Média	0,3350	0,3125	0,6475

TABELA 28 - Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho IV ($P = 23,46 \pm 2,31$ g)

Níveis de Mandioca (%)	Repe- tição	Periodos		Total
		Manhã	Tarde	
0 (R1)	1	0,30	0,21	0,51
	2	0,21	0,32	0,53
	3	0,43	0,31	0,74
	4	0,44	0,42	0,86
	Média	0,3450	0,3150	0,6600
17 (R2)	1	0,35	0,23	0,58
	2	0,24	0,27	0,51
	3	0,28	0,26	0,54
	4	0,31	0,23	0,54
	Média	0,2950	0,2475	0,5425
34 (R3)	1	0,38	0,32	0,70
	2	0,31	0,29	0,60
	3	0,30	0,27	0,57
	4	0,37	0,27	0,64
	Média	0,3400	0,2875	0,6275
51 (R4)	1	0,32	0,31	0,63
	2	0,32	0,29	0,61
	3	0,26	0,27	0,53
	4	0,34	0,35	0,69
	Média	0,3100	0,3050	0,6150

TABELA 29 - Consumo médio diário de matéria seca (g) pelos camarões da faixa de tamanho V ($P = 33,34 \pm 4,27$ g)

Níveis de Mandioca (%)	Repe- tição	Períodos		Total
		Manhã	Tarde	
0 (R1)	1	0,32	0,28	0,60
	2	0,32	0,30	0,62
	3	0,33	0,31	0,64
	4	0,34	0,34	0,68
	Média	0,3275	0,3075	0,6350
17 (R2)	1	0,36	0,29	0,65
	2	0,32	0,34	0,66
	3	0,29	0,29	0,58
	4	0,31	0,25	0,56
	Média	0,3200	0,2925	0,6125
34 (R3)	1	0,28	0,27	0,55
	2	0,28	0,30	0,58
	3	0,35	0,34	0,69
	4	0,25	0,34	0,59
	Média	0,2900	0,2875	0,6025
51 (R4)	1	0,28	0,26	0,54
	2	0,30	0,27	0,57
	3	0,36	0,32	0,68
	4	0,33	0,30	0,63
	Média	0,3175	0,2875	0,6050

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKIYAMA, D. M. Future considerations for the aquaculture feed industry. In: PROCEEDINGS OF THE AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP, 1991, Thailand. Singapore : American Soybean Association, 1991. p. 5-9.
2. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE PERNAMBUCO - 1988. Recife : Fundação Instituto Pernambuco, 1991, 323 p.
3. AQUACOP. Incorporation de protéines végétales dans un aliment composé pour crevettes *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 8, p. 71-80, 1976.
4. ARAUJO, M. C. L. C. Substituição parcial do milho (*Zea mays* L.) e farelo de trigo (*Triticum aestivum* L.) pela farinha de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (S. W.) D. C.) na alimentação de suínos em terminação. Recife : UFRPE, 1990. 63p. Dissertação de Mestrado.
5. ASHMORE, S. B.; STANLEY, R. W.; MOORE, L. B. et al. Effect on growth and apparent digestibility of diets varying in grain source and protein level in *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Mariculture Society*, Baton Rouge, v. 16, p. 205-216, 1985.

6. BALAZS, G. H.; ROSS, E. Effect of protein source and level on growth and performance of the captive freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 7, p. 299-313, 1976.
7. BALAZS, G. H.; ROSS, E.; BROOKS, C. C. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 369-377, 1973.
8. BENZA, J. C. **Metodo estadístico para la investigación**. 3.ed. Lima : Juridica, 1970, 644 p.
9. BOONYARATPALIN, M. Water stability of prawn diet with different binders. **Thai. Fish. Gaz.**, v. 34, n. 6, p. 661-667, 1981.
10. BOONYARATPALIN, M.; NEW, M. B. Evaluation of diets for giant prawn reared in concret ponds. **Thai. Fish. Gaz.**, v. 33, n. 5, p. 555-561, 1980.
11. BRIGGS, M. R. P.; JAUNCEY, K.; BROWN, J. H. The cholesterol and lecithin requirements of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) fed semi - purified diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 70, p. 121-129, 1988.
12. CAPUZZO, J. M.; LANCASTER, B. A. The effect of dietary carbohydrate levels on protein utilization in the American lobster (*Homarus americanus*). **Proceedings of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 10, p. 689-700, 1979.

13. CARVALHO, J. L. H. **A Mandioca**. Raiz, parte aérea e subprodutos da indústria de alimentação animal. Cruz das Almas. VI Curso Intensivo Nacional de Mandioca, 93 p. 1986.
14. CAVALCANTI, L. B.; CORREIA, E. S.; CORDEIRO, E. A. **Camarão**: Manual de cultivo do *Macrobrachium rosenbergii*. Recife : Aquaconsult, 1986. 143 p.
15. CLIFFORD III, H. C.; BRICK, R. W. Protein utilization in the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. **Proceedings of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 9, p. 195-208. 1978.
16. COELHO, P. A.; BARRETO, A. V.; MACEDO, S. J. *et al.* Estudo comparativo sobre o cultivo de camarões do gênero *Macrobrachium* (*M. rosenbergii* e *M. amazonicum*) Ilha de Itamaracá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA. 4.. Curitiba, 1985. **Anais...** Curitiba: Associação dos Engenheiros de Pesca da Região Sul, 1986, p. 25-34.
17. COMISSÃO INTERMINISTERIAL DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA CARCINICULTURA NO NORTE E NORDESTE. **Estudo Setorial para o Levantamento dos Recursos da Ciência e Tecnologia na Área de Carcinicultura**. Brasília : Programa Nacional de Irrigação, 1989. 163 p. Relatório Mimeografado.
18. CONCEIÇÃO, A. J. **A Mandioca**. 3.ed. São Paulo : Nobel, 1987. 382 p.

19. CORBIN, J. S.; FUJIMOTO, M. N.; IWAI JR, T. Y. Feeding practices and nutritional considerations for *Macrobrachium rosenbergii* in Hawaii. In: McVey, J.P. (Editor). **CRC Handbook of Mariculture** : Crustacean Aquaculture. Boca Raton : CRC Press, 1983. v. 1, p. 391-411.
20. CORREIA, E. S.; CORDEIRO, E. S. Estudo comparativo do crescimento de camarões de água doce no estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2., 1981, Recife. **Anais** ... Recife : Associação dos Engenheiros de Pesca de Pernambuco, 1981. p. 155-160.
21. DAVIS, D. A.; ARNOLD, C. R. Evaluation of five carbohydrate sources for *Penaeus vannamei*. **Abstracts of Aquaculture '92** : Orlando, p. 75-76, 1992.
22. DESHIMARU, O.; SHIGUENO, K. Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus* . **Aquaculture** , Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 115-133, 1972.
23. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. Concórdia, 1989. Não paginada.
24. FAIR, P. H.; FORTNER, A. R.; MILLIKIN, M. R. et al. Effects of dietary fiber on growth, assimilation and celullase activity of the prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Proceedings of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 10, p. 369-381. 1980.

25. FARMANFARMAIAN, A.; LAUTERIO, T. Amino acid supplementation of feed pellets of the giant shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). **Proceedings of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 10, p. 674-688, 1979.
26. FARMANFARMAIAN, A.; LAUTERIO, T.; IBE, M. Improvement of the stability of commercial feed pellets for the giant shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 27, p. 29-41, 1982.
27. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DE PERNAMBUCO. **Estatísticas da Agropecuária de Pernambuco**. Recife : CEPAP-PE, 1986, 128 p.
28. GOLDBLATT, M. J.; CONKLIN, D. E.; BROWN, W. D. Nutrient leaching from coated crustacean rations. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 19, p. 383-388, 1980.
29. GOMEZ, G.; NAKAGAWA, H.; KASAHARA, S. Effect of dietary protein/starch ratio and energy level on growth of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, Japan, v. 54, n. 8, p. 1401-1407, 1988.
30. GRANT, B. F.; SEIB, P. A.; LIAO, M. L. *et al.* Polyphosphorylated L-ascorbic acid: a stable form of vitamin C for aquaculture feeds. **Journal of the World Aquaculture Society**. Baton Rouge, v. 20, n. 3, p. 143-157, 1989.

31. HARPAZ, S.; SCHMALBACH, E. A. Improved growth and health of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, by addition of fresh leaves to the artificial diet. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 55, p. 81-85, 1986.
32. HSIEH, C. H.; CHAO, N. H.; GOMES, A. O. *et al.* Culture practices and status of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Taiwan. In : SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 3, João Pessoa, 1989. **Anais...**, João Pessoa : MCR Aquacultura Ltda, 1989, p. 85-109.
33. KOHLER, C. C.; KRUEGER, S. P. Use of pressed brewer's grain as feed for freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Journal of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 16, p. 181-182, 1985.
34. LACERDA, A. T. Sorgo, uma opção sobre o semi-árido. **Ciência Hoje**. São Paulo, v. 8, n. 43, p. 79, junho 1988.
35. LEE, P. G.; BLAKE, N. J.; RODRICK, G. E. A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Proceedings of the World Mariculture Society**. Baton Rouge, v. 11, p. 392-402, 1980.
36. LING, S. W. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). **FAO Fisheries Report**, v. 3, n. 56, p. 589-606, 1969.

37. LOBÃO, V. L.; ROJAS, N. E. T. **Camarões de Água Doce** - da coleta ao cultivo e à comercialização. São Paulo : Icone, 1985. 100 p.
38. LOVELL, R. T. **Laboratory manual for fish feed analysis and fish nutrition studies**. Auburn : Auburn University, 1975. 63p.
39. MALECHA, S. R. Commercial pond production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In: McVey, J. P. (Editor). **CRC Handbook of Mariculture : Crustacean Aquaculture**. Boca Raton : CRC Press, 1983. v. 1, p. 231-259.
40. MANIK, R. Preliminary studies on the effect of different pelletized formulated feeds on the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. **Bull. Shrimp Cult. Res. Cent.**, v. 2, n. 1-2, p. 187-193. 1976.
41. MENASVETA, P.; PIYATIRATITIVOKUL, S. Effects of different culture systems on growth, survival and production of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). **Proc. of the Giant Prawn Conf. 1980**. Bangkok : International Foundation for Science, 1980, p. 247-269.
42. MILLIKIN, M. R.; FORTNER, A. R.; FAIR, P. H. *et al.* Influence of dietary protein concentration on growth feed conversion and general metabolism of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Proceedings of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 11, p. 382-391. 1980.

43. MOORE, L. B.; STANLEY, R. W. Corn silage as a feed supplement for grow-out of *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. **Journal of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 13, p. 86-94, 1982.
44. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes**. Washington : National Academy Press, 1983. 102 p.
45. NELSON, S. G.; LI, H. W.; KNIGHT, A. W. Calorie, carbon and nitrogen metabolism of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Crustacea, Palaemonidae) with regard to trophic position. **Comp. Biochem. Physiol.**, Great Britain, v. 58A, n. 3, p. 319-327, 1977.
46. NEW, M. B. A review of dietary studies with shrimps and prawns. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 9, p. 101-144, 1976.
47. _____. **Feed and Feeding of fish and shrimp**. Roma : FAO, 1987. 275 p.
48. _____. Freshwater prawn culture: a review. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 88, p. 99-143, 1990.
49. NEWMAN, M. V.; LUTZ, P. L. Temperature effects on feed ingestion and assimilation efficiency of nutrients by the Malaysian prawn. *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). **Journal of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 13, p. 95-103, 1982.

50. RA'ANAN, Z.; COHEN, D. Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. II. Selective stocking of size subpopulations. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 31, p. 369-379, 1983.
51. REIGH, R. C.; STICKNEY, R. R. Effects of purified dietary fatty acids on the fatty acid composition of freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 77, p. 157-174, 1989.
52. ROBERTSON, L.; LAWRENCE, A.; CASTILLE, F. Feeding frequency and feeding time effects on growth of *Penaeus vannamei*. **Abstract of Aquaculture'92** : Orlando, p. 194, 1992.
53. ROSENTHAL, F. R. T.; LIMA, J. A. **A Mandioca e a Indústria de Rações**. 1. Aspectos técnicos e econômicos. s.l. : CNPq, 1973. 53 p.
54. SANDIFER, P. A.; JOSEPH, J. D. Growth responses and fatty acid composition of juvenile prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) fed a prepared ration augmented with shrimp head oil. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 8, n. 2, p. 129-138, 1976.
55. SCHROEDER, G. L. Sources of fish and prawn growth in polyculture ponds as indicated by $\delta^{13}C$ analysis. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 29-42, 1983.
56. SCOTT, M. L.; NESHMEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. New York. Scott & Associates, 1969. 511 p.

57. SEDGWICK, R. W. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis* de Man. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 16, n. 4, p. 279-298, 1979.
58. SHANG, Y. C.; FUJIMURA, T. The production economics of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in Hawaii. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 11, p. 99-110, 1977.
59. SICK, L. V.; MILLIKIN, M. R. Dietary and nutrient requirement for culture of the asian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. In: McVey, J. P. (Editor). **CRC Handbook of Mariculture: Crustacean aquaculture**. Boca Raton, CRC Press, 1983, v. 1, p. 381-389.
60. SILVA, J. R. M. C.; NOGUEIRA, A. C. M. Perfil de alimentação nas fazendas de criação de camarões marinhos e de água doce do Brasil. São Paulo : FAO, 1988. 78 p.
61. SOCOLA, J. A. S. Breve estudio sobre el uso de harina de yuca para la elaboración de alimento balanceado para camarones. Guayaquil : A & S, Nutrición y alimentación animal, 1986. 13 p.
62. STAHL, M. S. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. **Proceedings of the World Mariculture Society**, Baton Rouge, v. 10, p. 92-109, 1979.

63. STANLEY, R. W.; MOORE, L. B.; MALECHA, S. R. Research and development strategies for nutrition and feeding of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Sea Grant Quarterly*, v. 6, n. 2, p. 1-6, 1984.
64. STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. *Principles and Procedures of Statistics*. New York : Mc Graw-Hill, 1960. 481 p.
65. TACON, A. G. J. *The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 1. The essential nutrients*. Brasilia : FAO, 1987. 117 p. (GCP/RLA/075/ITA Field Document 2/E).
66. TAECHANURUK, S.; STICKNEY, R. R. Effects of feeding rate and feeding frequency on protein digestibility in the freshwater shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). *Journal of the World Mariculture Society*, Baton Rouge, v. 13. p. 63-72. 1982.
67. TYAGI, A. P.; PRAKASH, A. A study on the physiology of digestion in freshwater prawn *Macrobrachium dayanum*. *J. Zool. Soc. India*, Muzaffarnagar, v. 19, n. 1-2, p. 77-83. 1967.
68. VALENTI, W. C. *Cultivo de camarões de água doce*. São Paulo : Nobel, 1985. 82 p.

69. VALENTI, W. C. Current status of freshwater prawn farming in Brazil. In: Silas, E.G.(Editor). **Freshwater Prawn**. Trissur: Kerala Agricultural University, 1992. p. 50-53.
70. WEIDENBACH, R. P. Dietary components of prawns reared in Hawaian ponds. **Proc. of the Giant Prawn Conf. 1980**. Bangkok : International Foundation for Science, 1980, p. 149-158.
71. ZOBY, J. L. F. **Raspa de mandioca suplementada com gordura e metionina na alimentação de suínos**. Viçosa - MG : Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1967. 45 p. Tese de Mestrado.