

FARINHA DE CARNE E OSSOS COMO SUBSTITUTO DA FARINHA DE PEIXE EM DIETAS DE CAMARÃO

Bruno Rodrigo Simão

*Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência Animal, Prefeitura Municipal de Areia Branca / PMAB,
Secretaria da Agricultura; Km 01 da BR 110; 59655-000, Areia Branca, RN.*

E-mail: bruno.agronomia@gmail.com

Celicina Maria da Silveira Borges Azevedo

*Prof. Associado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido /UFERSA, Departamento de Ciências Animais; Km
47, BR 110; Presidente Costa e Silva; 59625-900, Mossoró, RN, Brasil. E-mail: celicina@ufersa.edu.br*

Laizy Cabral Miranda

*Estudante de Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido /UFERSA, Departamento de Ciências
Animais; Km 47, BR 110; Presidente Costa e Silva; 59.625-900, Mossoró, RN.*

Hudson do Vale de Oliveira

*Estudante de Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido /UFERSA, Departamento de Ciências
Animais; Km 47, BR 110; Presidente Costa e Silva; 59.625-900, Mossoró, RN.*

Ana Valéria Lacerda Freitas

*Engenheira Agrônoma, Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido / UFERSA, Km
47, BR 110; Presidente Costa e Silva; 59.625-900, Mossoró, RN.*

Resumo - O experimento teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de pós-larvas de camarão marinho, *Litopenaeus vannamei* submetidas a diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de carne e ossos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 com cinco repetições. Os tratamentos do esquema fatorial foram resultantes da combinação de quatro níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de carne e ossos (0, 25, 50 e 75%), com a adição ou não de um atrativo comercial. O sistema de cultivo era formado por 40 caixas plásticas de 50L, servidas por aeração, biofiltro e abrigos, com água proveniente da mistura de água de poço tubular salinizado mais 1% de água do rejeito de dessalinizadores. Com relação ao desempenho dos camarões foram avaliados o ganho de peso, peso final, consumo de ração, conversão alimentar e a sobrevivência. Foi observado que o rendimento produtivo dos camarões decresceu à medida que os níveis de substituição da fonte proteica se elevaram; enquanto a presença do atrativo nas rações proporcionou maior ganho de peso e peso final em relação às rações sem atrativo.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*, Proteína, Ração.

MEAT AND BONE MEAL AS A SUBSTITUTE OF FISH MEAL ON DIETS FOR SHRIMP

Abstract - The objective of this study was to evaluate the performance of *Litopenaeus vannamei* postlarva submitted to different substitution levels of fish meal protein by meat and bone meal protein. A completely randomized design, in a 4x2 factorial arrangement was used. The first factor was substitution levels of fish meal protein by meat and bone meal protein (0, 25, 50 and 75%); and the second factor was the use of a commercial attractant (with and without). The system consisted of 40 plastic boxes with 50 L each, provided with aeration, biofilter and shelter for the shrimps, with water from a low salinity well combined with 1% of effluent from low salt water dessalination. It was evaluated shrimp final weight, weight gain, feed consumption, feed conversion rate and survive. It was observed that shrimp performance decreased with the increasing on substitution levels of fish meal protein by meat and bone meal protein; and the presence of commercial attractant on feeds resulted on higher final weight and weight gain, in relation to feeds without commercial attractant.

Key Words: *Litopenaeus vannamei*, Protein, Ration.

INTRODUÇÃO

O custo da ração é um dos fatores limitantes, especialmente para os pequenos produtores, sendo os gastos com essa *commoditie* o principal componente dos custos variáveis de uma fazenda carcinicultora, podendo representar até 60% dos mesmos (CORREIA *et al.*, 2003). Assim, testar a utilização de ingredientes, mais baratos, para substituir as fontes convencionais de proteínas é muito importante para a redução do custo da dieta artificial para crescimento e engorda de camarões, sendo uma prioridade para o fortalecimento da carcinicultura.

A farinha e o óleo de peixe são as principais fontes de proteína e lipídios para dietas de organismos aquáticos, entretanto, as indústrias de ração têm tido problemas em encontrar esses ingredientes em função das constantes reduções na oferta, além do aumento de preços, o que vem estimulando a pesquisa por fontes alternativas de proteínas para substituição desses ingredientes (WATANABE, 2002), especialmente porque a produção de farinha e óleo de peixe são altamente dependentes da captura de peixes marinhos (TACON, 2004).

A farinha de carne e ossos é uma fonte de proteína de origem animal, relativamente barata, que vem sendo testada como fonte de proteína para peixes (WU *et al.*, 1998; EL-SAYED, 1998; KURESHY *et al.*, 2000; MILLAMENA, 2002) sem maiores efeitos adversos aos seus desempenhos, entretanto, poucos estudos foram realizados visando substituir a proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de carne e ossos em dietas para o camarão branco *L. vannamei* (FORSTER *et al.*, 2003; TAN *et al.*, 2005), e tão pouco foi testada a inclusão de um atrativo para melhorar a palatabilidade das rações.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar o melhor percentual de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de carne e ossos, em dietas balanceadas para pós-larvas do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*, com e sem atrativo comercial “Aqua Savor”.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de oito semanas, na Sala de Estudos em Aqüicultura, situada no Campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido / UFERSA, no município de Mossoró-RN. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial

4 x 2 com cinco repetições. Os fatores foram: níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de carne e ossos (0; 25; 50 e 75%) e atrativo comercial “Aqua Savor” (sem e com adição). As dietas experimentais foram formuladas, tendo como referência uma dieta prática convencional (DAVIS e ARNOLD, 2000), sendo à base de farinha de peixe, farelo de soja e farinha de trigo (Tabela 1).

O sistema de cultivo foi formado por 40 caixas plásticas de 50L, servidas por aeração e biofiltro individual. A água utilizada foi proveniente de poço tubular com salinidade aproximada de 3 g/L e localizado no campus da UFERSA, adicionando-se à mesma 1% de água de rejeito de dessalinizadores, com salinidade de 4 g/L (Tabela 2).

As pós-larvas de *L. vannamei* (PL12), foram obtidas junto a COMPESCAL Larvicultura Ltda (Aracati-CE), sendo transportadas até a Sala de Estudos em Aqüicultura (SEAq) do Departamento de Ciências Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde foram aclimatadas e estocadas nas caixas experimentais, com trinta camarões por cada unidade experimental.

Foram ministradas duas refeições diárias, sendo fornecida uma taxa de 10% da biomassa estocada em cada unidade experimental, realizando-se o sifonamento nas unidades experimentais, uma hora antes de cada alimentação. A qualidade da água foi avaliada diariamente, através da medição da temperatura e de oxigênio dissolvido; semanalmente, procedia-se a leitura de pH e quinzenalmente, a de amônia não-ionizada.

Avaliou-se o peso final, o ganho de peso (peso final – peso inicial), a conversão alimentar (ração fornecida dividida pelo ganho em peso) e a sobrevivência (%). Os dados foram submetidos à análise de variância, e o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade foi utilizado para comparar as médias dos atrativos, enquanto a análise de regressão foi usada para ajustar a função resposta em relação aos níveis de substituição da proteína, através do Software Table Curve e pelo Software Sisvar – UFPA.

A farinha de carne e ossos (FCO) utilizada no presente estudo apresentou em média 7,19% umidade e a seguinte composição nutricional, expressa na base da matéria seca: 33,90% de proteína bruta, 6,68% de extrato etéreo, 2,19% de fibra bruta, 43,29% de matéria mineral, 15,05% de cálcio.

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional da dieta referência (ref) e das dietas com níveis de substituição (25, 50 e 75%) da farinha de peixe pela farinha de carne e ossos (FCO), com ou sem adição de atrativo comercial (s ou c), expressos na base da MS (%)

Ingrediente	Dietas							
	Ref s	Ref c	FCO25s	FCO25c	FCO50s	FCO50c	FCO75s	FCO75c
Farinha de peixe	36,00	36,00	27,00	27,00	18,00	18,00	9,00	9,00
Farelo de soja	21,30	21,30	24,00	24,00	28,00	28,00	31,00	31,00
Farinha de carne e ossos	0,00	0,00	15,75	15,75	31,47	31,47	47,20	47,20
Óleo de peixe	4,00	4,00	3,90	3,90	3,70	3,70	3,55	3,55
Farinha de trigo	32,95	32,55	23,80	23,40	13,28	12,88	3,70	3,30
Gémen de trigo	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Atrativo (Aqua Savor)	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40
BHT	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento mineral	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Suplemento vitamínico	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fonte vitamina C 35%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Fosfato bicálcico	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto de sódio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Lecitina de soja	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional								
Proteína bruta	40,77	40,70	40,58	40,52	40,85	40,79	40,75	40,68
Extrato etéreo	9,63	9,62	9,68	9,67	9,61	9,60	9,60	9,59
Fibra bruta	1,68	1,68	2,20	2,20	2,79	2,79	3,30	3,30
Material mineral	8,70	8,69	14,73	14,72	20,94	20,93	26,98	26,97
Cálcio	2,01	2,01	4,14	4,14	6,28	6,28	8,38	8,38
Fósforo disponível	1,69	1,69	1,98	1,98	2,31	2,31	2,63	2,63
Energia bruta (kcal/kg)	4450	4432	4189	4171	3917	3899	3653	3636

Tabela 2. Análise físico-química da água mesohalina do Poço Juazeiro da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA (média ± desvio-padrão)

Parâmetro	Água			Referência	
	AD ¹	PJ ²	AMD4 ³		
PH	8,5 ± 0,0	8,0 ± 0,25	8,3 ± 0,06	7,0 - 8,3	Van Wyk <i>et al.</i> , 1999
CE (mcS/cm)	615,5 ± 21,92	5236 ± 228,55	6467 ± 655,77	≥ 5135	Nunes, 2001
Ca ²⁺ (mg.L ⁻¹)	16,0 ± 0,0	330,7 ± 17,36	103,5 ± 5,78	≥ 57,3	Nunes, 2001
Mg ²⁺ (mg.L ⁻¹)	8,9 ± 0,70	224,9 ± 10,53	155,2 ± 19,07	≥ 178	Nunes, 2001
K ⁺ (mg.L ⁻¹)	9,12 ± 0,23	24,11 ± 0,23	98,28 ± 13,03	≥ 40	Boyd e Thunjai, 2003
				15,4	Saoud <i>et al.</i> , 2003
Na ⁺ (mg.L ⁻¹)	93,76 ± 4,75	446,96 ± 32,64	999,71 ± 11,00	1306	Nunes, 2001
				1015,5	Saoud <i>et al.</i> , 2003
Cl ⁻ (mg.L ⁻¹)	100,5 ± 10,24	1323,6 ± 40,93	1749,0 ± 225,15	≥ 300	Van Wyk <i>et al.</i> , 1999
SO ₄ ²⁻ (mg.L ⁻¹)	10,11 ± 0,83	171,50 ± 14,85	145,50 ± 9,19	113,57	Nunes, 2001
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹)	153 ± 7,64	205 ± 10,00	152 ± 10,41	≥ 100	Van Wyk <i>et al.</i> , 1999
Dureza total (mg.L ⁻¹)	76,73 ± 2,88	1751,7 ± 0,01	897,6 ± 92,99	≥ 150	Van Wyk <i>et al.</i> , 1999
Dureza cálcica (mg.L ⁻¹)	40,03 ± 0,0	825,7 ± 43,34	258,5 ± 14,44	≥ 100	Van Wyk <i>et al.</i> , 1999
Salinidade (g.L ⁻¹)	0,39 ± 0,01	3,35 ± 0,14	4,14 ± 0,42	≥ 0,5	Samocha <i>et al.</i> , 2001

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a qualidade da água, observamos que a faixa de variação apresentada durante o período experimental, entre os diversos indicadores, se mostrou apropriada para o desempenho produtivo das pós-larvas de camarão (Tabela 3).

Não foi observada interação apenas para as variáveis conversão alimentar e sobrevivência. As pós-larvas de camarão apresentaram melhores resultados de ganho em biomassa, biomassa final e conversão alimentar nas rações que continham atrativo comercial, no entanto, o mesmo não foi significativo para sobrevivência (Tabela 4).

Tabela 3. Qualidade da água durante o período experimental

Indicador	Média	Faixa de variação	Referência ¹
Temperatura da manhã (°C)	27,49	25,90 – 29,20	25 - 30
Temperatura da tarde (°C)	27,45	26,30 – 28,70	
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,7	5,40 – 8,20	> 6,0
PH	7,4	7,20 – 7,90	6,5 – 9,0
Amônia (mg.L ⁻¹)	0,0639	0,0010 – 0,1730	< 0,4

Tabela 4. Ganho em biomassa, biomassa final, consumo de ração total, conversão alimentar e sobrevivência, para o fator atrativo, durante o período experimental

Atrativo	Ganho em biomassa (g)	Biomassa final (g)	Consumo de ração total (g)	Conversão alimentar	Sobrevivência
Com	25,14 ^a	33,57 ^a	89,90 ^a	2,09 ^a	51,64 ^a
Sem	23,71 ^b	32,41 ^b	86,39 ^a	2,22 ^b	50,54 ^a

a, b - letras iguais nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

À medida que cresciam os níveis, o ganho em biomassa, a biomassa final e a sobrevivência decresciam (Gráfico 1, 2 e 5). A conversão alimentar piorou à medida que os níveis de substituição aumentaram (Gráfico 4), o que diferiu da literatura onde Tan et al. (2005), observaram que a substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de carne e ossos não afetou o desempenho de pós-larvas de *L. vannamei*, até um nível de 60% de substituição. É possível que a redução no desempenho dos camarões nos níveis de substituição, observada no presente estudo, seja devido à deficiência de algum aminoácido essencial, já que a farinha de carne e ossos tem sido referida como insatisfatória na amplitude ou variedade de aminoácidos essenciais e não-essenciais (WATANABE e PONGMANEERAT, 1991). Os altos níveis de ácidos graxos saturados presentes na farinha de carne e ossos pode ter reduzido a palatabilidade das dietas (WILLIAMS e BARLOW, 1996) à medida que elevou-se os níveis de substituição da farinha de peixe pela farinha de carne e ossos.

O consumo de ração diminuiu significativamente quando os níveis de substituição foram aumentados, o que provavelmente se deve a redução da farinha de peixe nas rações, provocando uma baixa atrato-palatabilidade das mesmas (Gráfico 3). Para tornar a aqüicultura mais viável economicamente, é necessário que se encontre fontes alternativas de proteína animal que sejam independentes da pesca oceânica. Em estudos com alguns peixes como o bagre de canal e a tilápia, a proteína de farinha de peixe pôde ser totalmente substituída por proteínas de origem terrestre, sem comprometer o desempenho produtivo desses peixes (WEBSTER e LIM, 2002). A substituição da proteína da farinha de peixes pela proteína da farinha de carne e ossos foi testada em dietas para tilápias, tendo sido possível uma substituição de até 100 % (EL-SAYED e TACON, 1996), em até 80% para juvenis de grupo *Epinephelus coioides* (MILLAMENA, 2002) e em até 40% para peixes marinhos do mediterrâneo (ALEXIS, 1997), sem redução significativa no crescimento desses peixes.

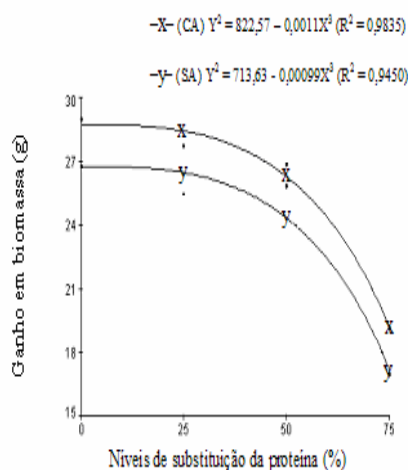


Gráfico 1. Ganho de peso de pós-larvas de camarão *L. vannamei*, em função dos níveis de substituição de proteína, com (CA) ou sem (SA) atrativo comercial.

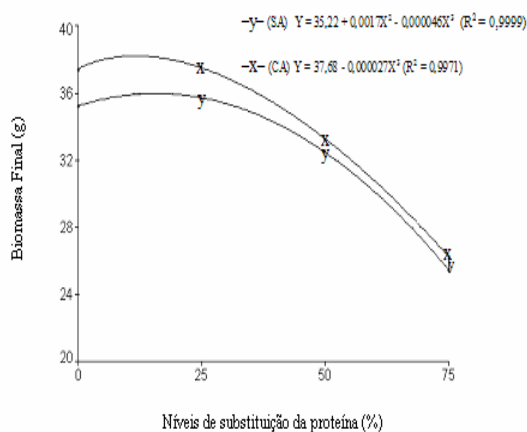


Gráfico 2. Biomassa final de pós-larvas de camarão *L. vannamei*, em função dos níveis de substituição de proteína, com (CA) ou sem (SA) atrativo comercial.

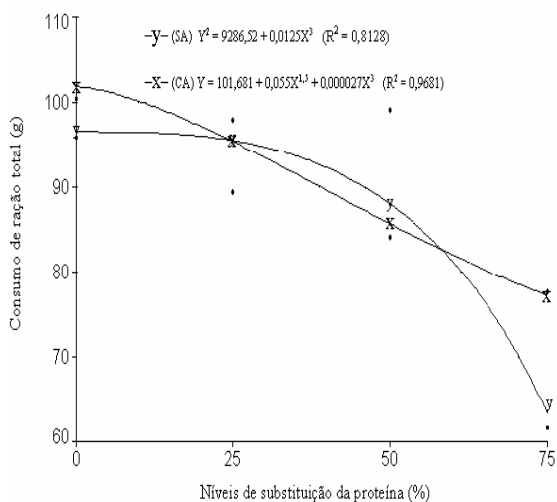


Gráfico 3. Consumo de ração total de pós-larvas de camarão *L. vannamei*, em função dos níveis de substituição de proteína, com (CA) ou sem (SA) atrativo comercial.

Embora os estudos da substituição da proteína da farinha de peixes pela proteína da farinha e carne e ossos encontrem-se em estágio relativamente avançado para dietas de peixes, testes com níveis de substituição em dietas para camarões são escassos.

No presente estudo foi observado que a substituição da farinha de peixe afetou negativamente o desempenho produtivo dos camarões com relação às variáveis estudadas.

Foster *et al.* (2003), estudando três níveis de substituição da proteína de farinha de peixe (25, 50 e 75%) pela farinha de carne e ossos para dietas de *L. vannamei*, observou que embora a habilidade da farinha de carne e ossos de substituir a farinha de peixes varie em função da composição da farinha de carne e ossos, pelo menos 25% da proteína da farinha de peixes poderia ser substituída pela proteína da farinha de carne e ossos sem que tenha sido observado uma redução significativa no crescimento dos juvenis de *L. vannamei*.

De fato, a presença do atrativo nas dietas melhorou significativamente o ganho de peso, o peso final e a conversão alimentar dos camarões no presente experimento.

Entretanto, a partir de 50% de substituição a possível melhora na palatabilidade das rações com a presença do atrativo, não foi suficiente para elevar o desempenho dos camarões no que se refere às características anteriormente citadas.

O uso de atrativos em dietas para organismos aquáticos tem sido incrementado principalmente para aumentar o consumo de ração, melhorando assim a conversão alimentar e proporcionando um melhor aproveitamento das dietas artificiais (MENDOZA *et al.*, 1997).

Montemayor-Leal *et al.* (2005), testou vários atrativos em dietas para *L. vannamei* e encontrou que a adição de atrativos não somente promoveu uma rápida localização do alimento como também proporcionou um aumento significativo no consumo da dieta comercial.

A substituição da proteína da farinha de peixes pela proteína da farinha e carne e ossos para dietas de *L. vannamei*, associada ao uso de atrativos, pode ser uma alternativa para redução dos custos das dietas artificiais, entretanto estudos econômicos mais detalhados precisam, ser feitos para avaliar todas as vantagens desse ingrediente alternativo.

Portanto, o desempenho piorou com a substituição da farinha de peixe pela farinha de carne e ossos, e o atrativo nas rações promoveu uma melhora no desempenho das pós-larvas.

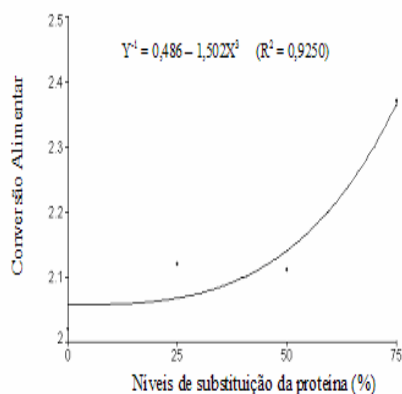


Gráfico 4. Conversão Alimentar de pós-larvas de camarão *L. vannamei*, em função dos níveis de substituição de proteína.

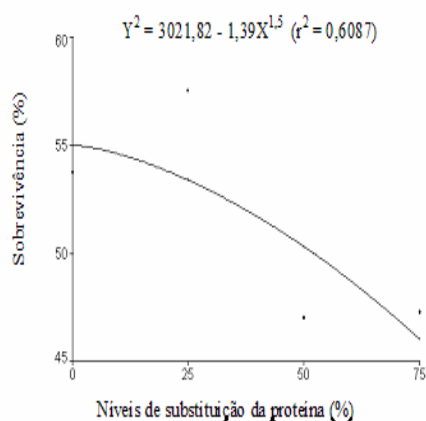


Gráfico 5. Sobrevivência de pós-larvas de camarão *L. vannamei*, em função dos níveis de substituição de proteína.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o estudo foi realizado concluiu-se que o desempenho produtivo dos camarões decresceu à medida que os níveis de substituição cresceram, não sendo possível substituir totalmente a proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de carne e ossos, enquanto o atrativo comercial usado nas rações promoveu uma melhora no desempenho produtivo das pós-larvas de camarões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXIS, M.N. Fish meal and fish oil replacers in Mediterranean marine fish diets. In: TACON, A. et al. **Feeding Tomorrow's Fish - Proceedings...** Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean.

June 24–26, 1996, Mazarron, Spain, vol. 22, p.183–204, 1997.

ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis: UFSC, 1997. 166 p.

BOYD, C.E.; THUNJAI, T. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp ponds in China, Ecuador, Thailand, and the United States. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.34, p.524-532, 2003.

CORREIA, E.S.; PEREIRA, J.A.; SILVA, A.P.; HOROWITZ, A.; HOROWITZ, S. Growout of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in fertilized ponds with reduced levels of formulated feed. **Journal World Aquaculture Society**, v.34, n.2, p.184-191, 2003.

DAVIS, D. A.; ARNOLD, C. R. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 185, p. 291 – 298, 2000.

EL-SAYED, A. F. M.; TACON, A. G. J. Fish-meal replacers for Tilapia: a review. Spain: [s.n], 1996. (Paper presented at the TECAM Fish Nutrition Workshop - Feeding Tomorrow's Fish held in Mazarron).

EL-SAYED, A.-F. M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. **Aquaculture Research**, v.29, p.275-280, 1998.

FORSTER, I.P.; DOMINY, W.; OBALDO, L.; TACON, A.G.J. Rendered meat and bone meals as ingredients of diets for shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Aquaculture**, v. 219, p. 655-670, 2003.

KURESHY, N.; DAVIS, D.A.; ARNOLD, C. R. Partial Replacement of fish meal whit meat-and-bone meal, flash-dried poultry by product meal, and enzyme-digested poultry by product meal in practical diets for juvenile red drum. **North American Journal of Aquaculture**, v. 62, n. 4, p. 266-272, 2000.

MENDOZA, R.; MONTEMAYOR, J.; VERDE, J. Use of pheromones and biogenic amines as attractants in food by shrimp prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture Nutrition**, v. 3, n.3, p. 167-174, 1997.

- MILLAMENA, O. M. Replacement of fish meal by animal product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*. **Aquaculture**, v. 204, n. 21, p. 75-84, 2002.
- MONTEMAYOR-LEAL, J.; MENDOZA-ALFARO, R.; AGUILERA-GONZÁLES, C.; RODRÍGUEZ-ALMARAZ, G. Moléculas sintéticas y extractos animales y vegetales como atrayentes alimenticios para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. **Revista AquaTIC**, n. 22, p. 1-10, 2005.
- NUNES, A. J. P. Cultivo de *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. **Panorama da Aquicultura**, v. 11, n. 66, p. 17-23 2001.
- SAMOCHA, T. M.; DAVIS, A. D.; LAWRENCE, A. L.; COLLINS, C. R.; VAN WYK, P. M. Intensive and super-intensive production of the pacific white *Litopenaeus vannamei* in greenhouse-enclosed raceway systems. Book of Abstracts, **Aquaculture**. v. 573. 2001.
- SAOUD, I.P.; DAVIS, D.A.; ROUSE, D.B. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. **Aquaculture**, v.217, p.373-383, 2003.
- TACON, A. G. J. Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. **Aquatic Resources, Culture e Development**, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2004.
- TAN, B. P.; MAI, K. S.; ZHENG, S. X.; ZHOU, Q. C.; LIU, L. H.; YU, Y. Replacement of fish meal by meat bone meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 5, p. 439-444, 2005.
- VAN WYK, P.; DAVIS-HODGINKINS, M.; LAMORE, C. R.; MAIN, K.; MOUTAIN, J.; SCARPA, J. Farming marine shrimp in recirculating freshwater production systems: a practical manual. FDACS Contract #4520. Florida, Department of Aquaculture Consumer Services, Tallahassee, FL. 1999
- WATANABE, T. & PONGMANEERAT, J. Quality evaluation of animal protein sources for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 57, p. 459-501, 1991.
- WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, v. 68, n. 2, p. 242-252, 2002.
- WEBSTER, C.D. & LIM, C.E. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. **CAB International**, New York: 2002.
- WILLIAMS, K.C., BARLOW, C.G. Nutritional research in Australia to improve pelleted diets for grow-out, *Ž. barramundi*. In: Kongkeo, H., Cabanban, A.S. Eds. **Aquaculture of Coral Fishes and Sustainable Reef Fisheries**. NACA and Pacific, Bangkok, Thailand. 1996.
- WU, Y. V.; TUDOR, K. W.; BROWN, P. B.; ROSATI, R. R. Substitution of plant proteins or meat and bone meal for fish meal in diets of Nile tilapia. **North American Journal of Aquaculture**, v. 61, n. 1, p.58-63, 1998.