



<http://dx.doi.org/>

<http://www.higieneanimal.ufc.br>

Artigo Científico

Zootecnia e Recursos Pesqueiros

Aplicação de coeficientes de digestibilidade aparente visando a maximização da utilização protéica em formulações de ração para o camarão branco *L. vannamei*.

*Application of apparent digestibility coefficients for maximum protein utilization on feed formulations for the white shrimp *L. vannamei**

Otávio S. Castro¹, Alberto J. P. Nunes², Marcelo V.C. Sá³, Luiz E. L. Freitas⁴, Leandro F. Castro⁴

Resumo: Avaliou-se a aplicação de coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) na formulação visando à maximização da utilização protéica em rações destinadas ao camarão branco do pacífico, *L. vannamei*. Foram calculados os valores de energia digestível aparente (ED) e proteína digestível aparente (PD) para os ingredientes contidos no sistema de formulação do Laboratório de Nutrição de Camarões Marinhos (LNC) utilizando-se CDA's da energia e proteína bruta (PB) obtidos na literatura. Realizaram-se formulações visando atingir o máximo teor de PD possível, para dietas contendo valores pré-fixados de 35, 34, 33 e 32% de proteína bruta. Para cada teor protéico, realizaram-se duas formulações, uma permitindo e outra não permitindo a entrada do aminoácido sintético DL-metionina na fórmula, totalizou-se oito dietas. Foi formulada uma dieta controle para análise comparativa descritiva. Utilizou-se o software de formulação a mínimo custo Feedsoft Professional[®] 3.1. A metionina foi o aminoácido limitante das formulações. A dieta controle apresentou o menor nível de PD e ED dentre as dietas formuladas. Na ração com 35% de PB, foi possível um aumento no teor de PD reduzindo os custos de formulação, destacando-se as rações de 33 e 34% de PB suplementadas, cuja formulação possibilitou valores de PD maiores que a ração de 35% de PB sem suplementação, totalizando ainda menores preços. Entretanto, todas as formulações tiveram custo no mínimo 35% maior que a ração controle.

Palavras Chave: Carcinicultura, Formulação, Nutrição Animal, Proteína Digestível, Rações.

Abstract: Were evaluated the apparent digestibility coefficients (ADC) application, on feed formulation for the shrimp *L. vannamei*, aiming maximum dietary protein utilization. Were calculated the apparent digestible energy values (DE) and apparent digestible protein values (DP) for the ingredients of Laboratory of Shrimp Nutrition system formulation. The ADC's of energy and protein were obtained from bibliographic data. The formulas were planned to reach the maximum DP level in diets with prefixed crude protein (CP) levels (35, 34, 33 and 32% of CP). For each CP levels were formulated two diets, which one diet were allowed to DL-methionine supplementation, were formulated eight diets. A control diet was formulated for comparisons. Minimum cost formulation software Feedsoft Professional[®] 3.1 was used. Methionine was the restraining amino acid on formulation. The control diet showed

smaller levels of DE and DP. In 35% CP diet, were obtained greater DP level, with decrease in formula costs. The 33 and 34% CP supplemented diets, obtained higher levels of DP than the 35% CP diet without supplementation, at the same time, the cost of these diets were reduced. Nevertheless, all formulas were at least 35% more expensive than the control diet.

Keywords: Animal Nutrition, Aquaculture, Digestible Protein, Formulation, *Litopenaeus vannamei*

¹ Mestrando - Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR/UFC, Fortaleza-CE.
otavio.castro@labomar.ufc.br

² Prof. Adjunto – Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR/UFC, Fortaleza-CE.
albertojpgn@uol.com.br

³ Prof. Adjunto – Depto de Engenharia de Pesca – UFC, Fortaleza – CE,

⁴ Mestrando - Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR/UFC, Fortaleza-CE.

Introdução

Na carcinicultura marinha, como na maioria das outras culturas animais, a ração é o insumo mais oneroso dos processos produtivos, correspondendo a mais de 50% dos custos variáveis de produção (MADRID, 2005). Rações destinadas à aquicultura são caracterizadas pelo seu alto valor agregado, chegando a custar o dobro do preço das rações para animais terrestres (EPAGRI/CEPA, 2007). Apesar da importância deste insumo, a nutrição de camarões ainda apresenta um atraso relativo quando comparada a outras espécies como aves e suínos, principalmente no que se refere à disponibilidade de dados que permitam formulações de dietas com maior precisão (ROSTAGNO et al, 2005).

O valor nutricional de uma ração formulada com base apenas na composição química das matérias-primas, pode não

representar o verdadeiro valor nutricional da mesma para os animais, é imprescindível se considerar a bio-disponibilidade dos nutrientes e da energia destes ingredientes, sendo fundamental então, o conhecimento da digestibilidade dos mesmos para realizar esta quantificação (NRC. 1993).

Avanços nos estudos da digestibilidade, visando maximizar a utilização dos nutrientes da dieta, pode ser uma importante ferramenta a ser aplicada no desenvolvimento de rações ambientalmente menos impactantes (FURUYA, 2007), e que auxiliem na superação dos principais desafios enfrentados pela nutrição na carcinicultura, a redução dos custos e do uso da farinha e do óleo de peixe das rações e a diminuição da carga de nutrientes nos efluentes (NAYLOR et al, 2000). O presente trabalho teve por objetivo, avaliar a

aplicação de coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) na formulação visando à maximização da utilização protéica em rações destinadas ao camarão branco do pacífico, *L. vannamei*.

Materiais e Métodos

Para a realização dos cálculos dos valores de energia digestível aparente (ED) e proteína digestível aparente (PD), dos ingredientes contidos no sistema de formulação do Laboratório de Nutrição de Camarões Marinhos (LNC) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), foram utilizados os CDA's da energia e proteína bruta determinados por SICARDI et al (2006) para a espécie *L. vannamei*, utilizando a metodologia *In vivo* com marcador óxido de cromo. Para a químera de arroz, utilizou-se coeficiente determinado por DAVIS & ARNOLD (1995) para o farelo de arroz, para o óleo de peixe e lecitina de soja utilizaram-se coeficientes de digestibilidade *In vitro* determinados segundo NOLASCO et al (2006) e para a DL-Metionina, CDA obtido por FOX et al (2006).

O cálculo dos valores da ED e PD consistiu na multiplicação dos valores brutos de energia e proteína de cada ingrediente pelo seu respectivo CDA, sendo os valores obtidos posteriormente inclusos na matriz de formulação para cada respectivo ingrediente.

Os níveis nutricionais determinados para formulação seguiram as recomendações de aminoácidos determinada por AKYIAMA et al (1992), teor de amido segundo CUZON et al (2000), relação EB/PB segundo COUSIN et al (1991) e o teor de lipídeos segundo GLENCROSS et al (2002) (Tabela 01).

Foram determinadas inclusões fixas de 1,00% de premix vitamínico-mineral, 3,00% de óleo de peixe, 2,00% de lecitina de soja, 0,50% de aglutinante sintético e 0,15% de colesterol.

Apesar de não contribuir nutricionalmente para os cálculos da matriz, o premix, o colesterol e o aglutinante foram inclusos para ocuparem espaço na fórmula e tornar a formulação mais realista.

Foram realizadas formulações visando atingir o máximo teor de proteína digestível possível, para dietas contendo valores pré-fixados de 35, 34, 33 e 32% de PB. Para cada teor protéico, realizaram-se duas formulações, uma permitindo e outra não permitindo a entrada do aminoácido sintético DL-metionina na fórmula, totalizou-se oito dietas. Não foram realizadas restrições quanto ao nível prático de inclusão de nenhum macro-ingrediente, deixando a escolha dos ingredientes livre ao sistema.

Foi realizada a formulação de uma dieta controle respeitando-se as inclusões práticas de ingredientes para análise comparativa e descritiva.

Para tanto, utilizou-se o software de formulação a mínimo custo Feedsoft Professional[®] 3.1.

Resultados e Discussão

A composição dos ingredientes das oito formulações é apresentada na Tabela

01. A dieta com 32% de PB sem suplementação de DL metionina (DL- met) não foi determinável, devido à limitação imposta pelo requerimento de metionina (Met). A limitação foi comprovada com a retirada do requerimento mínimo de Met da matriz após o erro, e realizando nova formulação.

Tabela 1: Composição percentual de ingredientes das dietas formuladas visando atingir o maior nível de proteína digestível nos determinados níveis de proteína bruta.

INGREDIENTE	35% PB		34% PB		33% PB		32% PB		Controle
	S/ Met	C/ Met	S/ Met	C/ Met	S/ Met	C/ Met	S/ Met*	C/ Met	
Farinha de Peixe Nacional (54% PB)	-	-	-	-	-	-	nd	-	25,00
Farinha de Peixe Nacional (61% PB)	40,28	-	1,75	-	1,20	-	nd	-	-
Farinha de Peixe – Anchoveta	1,36	-	-	-	-	-	nd	-	-
Farelo de Soja (45%PB)	-	53,27	-	67,80	-	64,29	nd	11,39	28,46
Farelo de Soja (48%PB)	12,01	16,53	30,12	-	29,76	-	nd	43,10	-
Quirera de Arroz	31,01	2,95	4,94	0,80	25,28	1,28	nd	1,74	21,49
Farinha de Trigo	8,57	20,24	33,23	24,39	13,44	27,05	nd	33,99	10,00
Farinha de Vísceras de Aves	-	-	-	-	-	-	nd	-	-
Farinha de Sangue	-	-	-	-	-	-	nd	-	-
Farinha de Penas (75 %PB)	-	-	-	-	-	-	nd	-	-
Farinha de Penas (84 %PB)	-	-	-	-	-	-	nd	-	-
Glúten de Milho	-	-	-	-	-	-	nd	-	-
Farinha de Krill	0,12	-	23,31	-	23,66	0,37	nd	2,78	3,13
Farinha de Lula	-	-	-	-	-	-	nd	-	5,20
Óleo de Peixe	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	nd	3,00	3,00
Lecitina de Soja	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	nd	2,00	2,00

Colesterol	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	nd	0,15	0,15
Premix Vit-Mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	nd	1,00	1,00
Aglutinante	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	nd	0,50	0,50
DL-Metionina	-	0,35	-	0,36	-	0,37	nd	0,35	0,06

*Não determinável.

Na Tabela 02, são apresentados os valores nutricionais das formulações, já excluindo a dieta não determinável. Analisando as dietas em que foi possível a formulação com e sem DL-met (35, 34 e 33% de PB), observou-se que os valores energia bruta (EB) foram sempre menores nas dietas contendo o aminoácido, refletindo-se este padrão nas relações EB/PB, fato devido a todas as dietas suplementadas apresentarem níveis inferiores de amido e de lipídeos quando comparadas as dietas sem suplementação. Os valores inferiores podem ser explicados na Tabela 01, onde as dietas sem suplementação foram compostas por ingredientes protéicos com maior teor de Met como a farinha de peixe e a farinha de krill, aportando conseqüentemente mais lipídeos. Os maiores valores para o amido se devem a maior inclusão da quirera de arroz, que entrou na fórmula para diluir o alto teor protéico dessas farinhas. Com a diminuição do teor protéico das dietas, observou-se um aumento nas relações EB/PB. Os elevados teores de fibra bruta (FB) nas dietas suplementadas foram devido à maior inclusão de farelo de soja na ração, o aumento

da FB foi permitido pela abertura de espaço na fórmula, gerada pela inclusão da DL-met.

Os valores de PD nas rações suplementadas foram maiores que nas dietas sem suplementação (Tabela 02), sendo este fato explicado pelo alto CDA do farelo de soja (0,92) encontrado por SICARDI et al (2006), maiores que os obtidos para a farinha de krill (0,89) e para a farinha de peixe (0,83), respectivos substitutos nas formulações sem suplementação. A PD da dieta controle foi a mais baixa dentre as formulações.

As dietas sem suplementação e contendo maior teor de farinha de peixe e de krill, apresentam conteúdo de cinzas mais elevado. Segundo SICARDI et al (2006), o teor de cinzas está correlacionado negativamente com a digestibilidade. A energia digestível (ED) apresentou valores seguindo o mesmo padrão da EB, desta maneira não se pode observar o efeito da diferença entre a digestibilidade energética dos ingredientes. As relações ED/PD entre as dietas suplementadas e não suplementadas apresentaram relação de valores como na EB/PB, sendo maior nas não suplementadas.

Tabela 2: Níveis nutricionais alcançados com as formulações visando atingir o maior nível de proteína digestível nos determinados níveis de proteína bruta e custo das respectivas fórmulas.

ITEM	35% PB		34% PB		33% PB		32% PB	35%PB
	S/ Met	C/ Met	S/ Met	C/ Met	S/ Met	C/ Met	C/ Met	Controle
Proteína Bruta ¹	35,00	35,00	34,00	34,00	33,00	33,00	32,00	35,00
Energia Bruta ²	4.197,29	4.161,59	4.443,47	4.139,45	4.459,75	4.134,66	4.180,57	4.190,17
Lípidios ¹	7,86	6,29	8,35	6,35	8,26	6,38	6,47	8,14
Amido ¹	30,00	24,78	30,00	27,65	30,00	29,60	30,00	27,18
Matéria Seca ¹	86,81	85,17	86,47	85,17	86,69	85,13	84,99	87,00
Cinzas ¹	9,16	4,33	6,44	4,25	6,48	4,12	3,92	8,63
Fibra Bruta ¹	0,68	3,60	1,31	3,67	1,41	3,49	2,47	1,66
Proteína Digestível ¹	31,30	33,90	31,60	33,00	30,00	32,00	30,90	28,68
Energia Digestível ¹	3.864,03	3.668,47	3.984,83	3.655,19	4.000,61	3.660,90	3.725,36	3.592,20
Relação EB/PB ³	11.992,25	11.890,25	13.069,04	12.174,87	13.514,38	12.529,27	13.064,27	11.971,92
Relação ED/PD ³	12.345,13	10.821,43	12.610,22	11.076,33	13.335,36	11.440,32	12.056,17	12.524,15
Metionina ¹	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Lisina ¹	2,29	2,03	3,24	1,95	3,23	1,90	1,94	2,30
Histidina ¹	0,80	0,90	1,54	0,86	1,52	0,85	0,91	0,89
Leucina ¹	2,59	2,67	3,41	2,60	3,37	2,53	2,50	2,70
Isoleucina ¹	1,48	1,59	1,91	1,54	1,88	1,50	1,48	1,70
Fenilalanina ¹	1,47	1,76	2,05	1,71	2,01	1,66	1,63	1,63
Arginina ¹	2,23	2,48	2,81	2,39	2,82	2,31	2,25	2,22
Treonina ¹	1,40	1,33	1,84	1,29	1,82	1,26	1,26	1,52
Valina ¹	1,74	1,65	2,06	1,59	2,04	1,55	1,55	1,89
Ac. Linoléico ¹	0,48	0,78	1,13	0,78	1,10	0,78	0,80	0,61
Ac. Linolênico ¹	0,16	0,11	0,61	0,10	0,66	0,11	0,16	0,20
Ac. EPA ¹	0,30	0,28	4,91	0,28	4,97	0,35	0,83	0,90
Ac. DHA ¹	0,37	0,34	5,71	0,34	5,79	0,42	0,98	1,06
Custo (US\$/ton)	917,71	904,97	1.223,64	911,73	1.193,58	920,26	960,89	669,49

¹ % da dieta; ² kcal/kg de ração; kcal/kg de proteína

A dieta controle apresentou a menor ED. Analisando os teores de aminoácidos das fórmulas (Tabela 02), pode se notar claramente que a metionina é o aminoácido mais limitante nas formulações de ração para o camarão *L. vannamei*, sendo sempre satisfeita na sua exigência mínima.

Com o decréscimo do valor protéico, a suplementação de metionina reduziu os teores de todos os outros aminoácidos na fórmula, deixando a composição mais próxima do limite mínimo estabelecido.

Desta maneira, evitam-se rações com valores nutricionais superformulados, o que é bem pronunciado no caso da histidina, que teve seu teor na fórmula quase duas vezes maior quando não realizada a suplementação. Com relação aos custos de formulação, todas as fórmulas suplementadas com DL-met foram respectivamente mais baratas que as não suplementadas, devido ao alto custo das fontes de proteína animal de origem marinha inclusas nessas fórmulas.

Na ração com 35% de PB, foi possível um aumento no teor de PD reduzindo os custos de formulação, destacando-se as rações de 33 e 34% de PB suplementadas, cuja formulação possibilitou valores de PD maiores que a ração de 35% de PB sem suplementação,

totalizando ainda menores preços. Entretanto, todas as formulações tiveram custo no mínimo 35% maior que a ração controle.

Considerações Finais

No presente trabalho, o emprego dos CDA's na formulação possibilitou teoricamente, aumentar o grau de precisão das formulações, promovendo o uso mais racional dos nutrientes da dieta e aumentando a gama de estratégias de utilização dos ingredientes.

No entanto, a falta de dados homogêneos e concisos, ainda não afere confiabilidade às formulações, limitando a acurácia e a aplicação prática deste conceito.

Referências Bibliográficas

AKYIAMA, D.M., DOMINY, W.G., LAWRENCE, A., 1992. Penaeid shrimp nutrition. In: FAST, A. W., LESTER, J. (Eds.), Marine Shrimp Culture: Principles and practices. Elsevier, Amsterdam, pp 535-567.

COUSIN, M., CUZON, G., BLANCHET, E., RUELLE, F., 1991. Protein requirements following an optimum dietary to protein ratio for *Penaeus vannamei* juveniles. In: KAUSHIK, S. J., LIQUET, P., (Eds.), Fish Nutrition in Practice. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France, pp: 599-606.

CUZON, G., ROSAS, C., GAXIOLA, G., TABOADA, G. AND VAN WORMHOUDT, A. 2000. Utilization of Carbohydrates By Shrimp. In: CRUZ-SUÁREZ, L.E., RICQUE-MARIE, D., TAPIA-SALAZAR, M., OLVERA-

- NOVOA, M.A. Y CIVERA-CERECEDO, R., (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán. pp: 328-339.
- DAVIS, D, A., ARNOLD, C,R., 1995, Effects of two extrusion processing conditions on the digestibility of four cereal grains for *Penaeus vannamei*, Aquaculture 133: 287-294,
- EPAGRI/CEPA - Centro de Estudos de Safras e Mercados-SC, 2007, Preços Médios Mensais de Insumos e Fatores de Produção Disponível em: <[http://www.cepa,epagri,sc.gov,br](http://www.cepa.epagri.sc.gov.br)>, Acessado em: 16 de abril 2007.
- FOX, J.M, et al, 2006, Current status of amino acids requirement research with marine penaeid shrimp:En Cruz-Suárez L, E., D,Ricque-Marie y R, Mendoza Editores, Mem, Octavo Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos Acuícolas, Mazatlán, Sinaloa México, p, 182-196,
- FURUYA, W.M., 2007. Redução do impacto ambiental por meio da ração. VII Seminário de Aves e Suínos e III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca. Belo Horizonte, MG. Pg. 123-139.
- GLENCROSS, B.D., SMITH, D.M., THOMAS, M.R., WILLIAMS, K.C., 2002. Optimising the essential fatty acids in the diet for weight gain of the prawn, *Penaeus monodon*. Aquaculture 204: 85-99.
- MADRID, R, M. 2005, A crise econômica da carcinicultura, Panorama da Aqüicultura, V,15,Nº90 p,22-29,
- NAYLOR, R., GOLDBURG, R.J., PRIMAVERA,J. H., KAUTSKY, N., BEVERIDGE, M.C.M., CLAY, J., FOLKE, C., LUBCHENCO, J., MOONEY, H., TROELL, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature vol 405: 1017-1024.
- NOLASCO, H.; MARTÍNEZ, A, M., HINOJOSA, P.; CIVERA-CERECEDO, R.; VEJA-VILLASANTE, F, 2006, Digestibilidad In vitro de lípidios alimentarios para el camarón, En: Editores: L, Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar,Martha G, Nieto López, David ^a Villarreal Cavazos, Ana C, Puello Cruz y Armando García Ortega, Avances em Nutrición Acuícola VIII, VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 15-17 Nov, UANL, Monterrey, Nuevo León, México, ISBN 970-694-333-5.
- NRC, National Research Council, 1993, Nutrient Requirements of Fish Subcommittee on Fish Nutrition, National Research Council, Washington, DC: National Research Council, 124 pages,
- ROSTAGNO, H,S.; ALBINO, L,F,T;; DONZELE, J,L;; GOMES, P,C;; OLIVEIRA, R,F;; LOPES, D,C;; FERREIRA, A,S;; BARRETO, S,L,T,, 2005, Tabelas Brasileiras para aves e suínos, Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais 2ª edição, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa – MG.
- SICCARDI, A,J,, LAWRENCE, A, L,, GATLIN, D, M,, FOX, J, M,, CASTILLE, F,L,, PEREZ-VELAZQUEZ, M,, GONZALEZ_FELIX, M,L,, 2006, Digestibilidad aparente de energía, protein y material seca de ingredients utilizados en alimentos balanceados para el Camarón Blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*,En: Editores: L, Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar,Martha G, Nieto López, David Villarreal Cavazos, Ana C, Puello Cruz y Armando García Ortega, Avances em Nutrición Acuícola VIII, VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 15-17

Nov, UANL, Monterrey, Nuevo León,
México.