

SUBSTITUIÇÃO DE PROTEÍNAS DE ORIGEM ANIMAL POR PROTEÍNAS DE ORIGEM VEGETAL NA DIETA PARA O TUCUNARÉ PACA (*Cichla sp.*)

Emerson Carlos Soares e Silva¹
Manoel Pereira Filho²
Rodrigo Roubach³
Daniel Rabelo Ituassú⁴
Renato Carlos Soares e Silva⁵

RESUMO

Neste estudo foi testado o efeito de quatro níveis de inclusão de proteína vegetal (protenose e farelo de soja), em substituição à farinha de peixe, e adicionadas de 0,10% de protease exógena. Os níveis de inclusão foram 0,0 (controle), 10, 20 e 30%, seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos (as rações) e quatro repetições por tratamento. As variáveis ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico foram analisadas por intermédio de uma ANOVA ($p < 0,05$) e quando houve significância, as médias foram discriminadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$). Os animais alimentados com 10% de inclusão de proteína vegetal obtiveram resultados semelhantes à dieta controle. Os resultados mostram que houve uma influência significativa da presença das fontes protéicas de origem vegetal sobre o desempenho zootécnico dos juvenis de tucunaré.

Palavras-chave: peixes carnívoros, tucunaré, cultivo intensivo, alimentação, proteína vegetal, protease exógena.

ABSTRACT

Animal protein replacement with vegetable protein sources in the diet for tucunaré paca (*Cichla sp.*)

In this study the effect of four inclusion levels of vegetable protein (gluten and soybean meal) were tested, in replacement of fish meal, and added 0.10% of exogenous protease. The inclusion levels were 0.0 (control), 10, 20 and 30%, following a complete randomized design with four treatments and four replicates per treatment. Weight gain, apparent feed conversion ratio and specific growth rate were analyzed through ANOVA ($p < 0.05$) and when significant, means were tested with a Tukey ($p < 0.05$) post-hoc. Animals fed with 10% vegetable protein inclusion showed similar performance results when compared to the control diet.

¹ Doutor em Biotecnologia. Professor Adjunto da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. E-mail: soaemerson@gmail.com

² Pós-Doutor em Zootecnia. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA

³ Doutor em Aqüicultura. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA

⁴ Mestre em Biologia de Água Doce. Bolsista do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA

⁵ Engenheiro de pesca. Bolsista do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA

Results indicated a significant influence on the growth performance of tucunare juveniles when vegetable protein sources were included in the feed.

Key words: carnivorous fish, tucunaré, intensive cultivate, diet, vegetable protein, exogenous protease.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das exigências nutricionais dos peixes é importante para a piscicultura, pois os gastos com alimentação representam entre 60 e 80% do custo total do cultivo (KUBITZA, 1999). Dentre os macronutrientes a proteína é o item mais importante e o mais caro da ração (ROBINSON & LI, 1997), afetando principalmente a criação de espécies carnívoras que requerem altos níveis de proteína animal na sua dieta. Por outro lado, as principais fontes de proteína de origem animal, as farinhas de peixe e de carne e ossos encarecem a formulação das rações, nem sempre apresentam padrão de qualidade constante e muitas vezes são de difícil aquisição (DE LA HIGUEIRA et al., 1989); (TACON, 1994); (CAVERO, 2004). Pezzato (1995; 2002), no entanto considera a farinha de peixe como um alimento padrão na composição de dietas em função do seu alto valor biológico, equilíbrio dos níveis de aminoácidos, cálcio e fósforo, sendo importante no crescimento dos peixes.

Uma forma de baratear os custos e melhorar a qualidade da ração é a substituição de fontes de proteína animal, por fontes de proteína vegetal (farelo de soja, protenose), entre outros, que possuem menor custo, composição química aceitável, perfil de aminoácidos favoráveis e alta disponibilidade (BARROSO et al., 2002). Com a grande demanda de ingredientes alimentares para a aquicultura, torna-se importante a avaliação dos componentes com a finalidade de melhorar a assimilação e a aceitabilidade das rações.

Em situações de confinamento, as espécies carnívoras exigem dietas mais ricas em proteína do que espécies onívoras ou herbívoras. Desta forma, ingredientes como farelo de soja, farelo de milho e trigo podem ser administrados na formulação da ração para estas espécies, apenas em proporções diferenciadas (LEGATE et al., 2001); (CYRINO et al., 2004). Entretanto, peixes herbívoros e onívoros não apresentam dificuldade na digestão do amido, já peixes carnívoros possuem baixa taxa de secreção de amilase, o que pode ser um entrave à inclusão de componentes de origem vegetal em sua dieta. Contudo, o uso de ingredientes vegetais pode ser utilizado na composição alimentar de espécies carnívoras em substituição à proteína animal, bastando que haja um monitoramento da capacidade do fígado destes indivíduos no sentido de metabolizar carboidratos (LEGATE et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição de proteína animal por proteína vegetal em rações fornecidas a juvenis de tucunaré, suplementadas com 0,10% de protease exógena à dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

Os animais foram adquiridos de produtor local, com aproximadamente $3,5 \pm 0,3$ cm de comprimento inicial e $2,5 \pm 0,4$ g de peso inicial. Dez exemplares do lote foram sacrificados para verificar a sanidade dos peixes antes do início dos experimentos. Os alevinos foram submetidos ao condicionamento alimentar constituído da substituição gradual e progressiva da dieta úmida por ração seca durante um período de 25 dias.

Após a fase de treinamento alimentar o trabalho pôde ser conduzido na Coordenação de Pesquisas em Aquicultura (CPAq) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), no período de 15 de agosto a 15 de setembro de 2004.

A qualidade da água foi monitorada durante todo o experimento através dos parâmetros oxigênio dissolvido, amônia total, nitrito, pH e temperatura, medidos em dois horários: 08:00 e 18:00 horas.

A dieta utilizada foi peletizada obtendo uma granulometria de diâmetro igual a 5,0 mm. Nesta fase os tucunarés foram acostumados a alimentar-se numa frequência de 4 vezes ao dia (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas).

A análise bromatológica dos ingredientes que fizeram parte da dieta encontra-se descrita na Tabela 1.

Tabela – Análise bromatológica dos ingredientes da ração utilizada no experimento.

Ingredientes	Características (%)				
	umidade	PB	EE	cinzas	FB
Farinha de peixe	5,5	61,6	18,6	14,4	0,0
Farelo de soja	12,2	50,4	2,5	6,6	4,3
Fubá de milho	12,0	12,6	3,6	2,6	2,0
Farinha de trigo	11,2	15,9	3,1	2,6	1,1

Após a fase de treinamento alimentar e aclimação dos peixes, testou-se a adição de proteína de origem vegetal (farelo de soja e protenose) em quatro concentrações (0, 10, 20 e 30%) suplementadas com 0,10% de protease exógena. O experimento foi avaliado por intermédio de um delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos (rações) e 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais tendo uma duração de 30 dias. As unidades experimentais eram representadas por gaiolas com dimensões de 0,80 x 0,80 x 1,0 m, que foram dispostas em um tanque de 8,0 x 15,0 x 1,5 m (120 m²) com vazão de 300 L/h. Os animais experimentais foram medidos, pesados e posteriormente distribuídos homogêaneamente (teste Cochran, $p < 0,05$) ($17,5 \pm 1,6$ cm de comprimento médio e $76,5 \pm 7,1$ g de peso médio), na densidade de 13 exemplares por unidade experimental, totalizando 208 exemplares.

Os seguintes parâmetros de desempenho foram observados no presente estudo:

- Ganho de peso (GP):
 $GP = \text{Peso médio final} - \text{Peso médio inicial}$
- Consumo médio de ração individual (CMDi):
 $CMDi = \text{Quantidade de ração fornecida por dia (g)} / \text{N}^\circ \text{ de peixes}$
- Consumo individual médio de ração no final do experimento (CIMFi):
 $CIMFi = \sum CMDi$
- Conversão alimentar aparente (CAA):
 $CAA = CIMFi / (\text{peso médio final} - \text{peso médio inicial})$
- Crescimento específico em peso dos peixes (CEP):
 $CEP = 100 \times (\text{Ln peso médio final} - \text{Ln peso médio inicial}) / \text{tempo}$
- Taxa de sobrevivência dos peixes (TS):
 $TS = 100 \times (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes})$

Os resultados das biometrias do experimento foram determinados por intermédio de uma análise de variância com 5% de probabilidade, com a finalidade de aferir o efeito dos tratamentos sobre o desempenho dos peixes. O teste de Tukey (5%) foi utilizado com o intuito de se determinar o melhor tratamento no caso de serem observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. As formulações das rações isoprotéicas peletizadas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 2 – Formulação das dietas utilizadas no experimento de substituição de proteína animal por proteína de origem vegetal na dieta para o tucunaré (*Cichla* sp.). Valores apresentados em g/kg.

Ingredientes	Tratamentos (inclusão)			
	T1 (controle)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)
Farinha de Peixe	27,00	24,30	21,60	18,90
Protenose	21,20	22,45	23,80	25,15
Farelo de soja	21,00	22,45	23,80	25,15
Farelo de milho	17,85	17,85	17,85	17,85
Farinha de trigo	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	7,00	7,00	7,00	7,00
Premix (Vit e Min)	0,80	0,80	0,80	0,80
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05
Protease	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água para este trabalho apresentaram os seguintes valores médios: oxigênio dissolvido, $5,8 \pm 1,5$ mg/L; temperatura $28,5 \pm 1,2$ °C; condutividade, $30,4 \pm 2,5$ μ S/cm; pH, $5,8 \pm 0,5$; amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$), $2,4 \times 10^{-3} \pm 10^{-3}$ mg/L e nitrito, $4,2 \times 10^{-2} \pm 1,8 \times 10^{-2}$ mg/L. Estas informações sustentam uma situação de normalidade e estabilidade quanto aos aspectos físico-

químicos do ambiente de cultivo. Durante os 30 dias de cultivo houve uma sobrevivência de 94,5% dos exemplares.

Os dados de ganho de peso e crescimento específico em peso dos tratamentos controle (T1) e com 10% (T2), de inclusão de protenose e farelo de soja não deferiram significativamente, entretanto à medida que aumentamos o percentual de farelo de soja e protenose (Tratamentos 3 e 4, ambos com 20 e 30% de inclusão de proteína vegetal) na ração, o ganho de peso e o crescimento específico em peso em tucunares diminuíram consideravelmente.

Os valores médios de desempenho dos juvenis de tucunare em termos de ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de crescimento específico em peso utilizados no experimento estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 – Desempenho dos juvenis de tucunare, alimentados com ração com inclusão de três níveis de proteína vegetal (10, 20 e 30%), ao longo de 30 dias de cultivo.

Variáveis observadas	Tratamento (inclusão)			
	T1 (controle)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)
Peso inicial	77,88 ± 7,02 ^a	72,23 ± 4,67 ^a	80,46 ± 4,64 ^a	76,89 ± 4,69 ^a
Peso final	102,20 ± 10,1 ^a	104,00 ± 7,73 ^a	94,20 ± 8,11 ^a	91,60 ± 6,35 ^a
Ganho de peso	25,59 ± 2,17 ^a	25,29 ± 1,22 ^a	16,52 ± 3,29 ^b	16,82 ± 2,35 ^b
Conversão alimentar aparente	2,26 ± 0,07 ^b	2,33 ± 0,14 ^b	3,49 ± 0,50 ^a	3,41 ± 0,49 ^a
Crescimento específico em peso	1,08 ± 0,05 ^a	1,02 ± 0,05 ^a	0,84 ± 0,06 ^b	0,87 ± 0,07 ^b

* letras iguais indicam não haver diferenças significativas entre os tratamentos

Com relação às médias dos parâmetros analisados, o T2 (inclusão de 10% proteína vegetal) não diferiu do Controle ($p < 0,05$). A taxa de crescimento específico em peso para o T2 e o Controle foram 1,02% e 1,08% ao dia, respectivamente. Para as dietas 3 e 4, ambos com 20 e 30% de inclusão de proteína vegetal na dieta foi observado que conforme se aumentou o nível de inclusão de farelo de soja e protenose (glúten de milho), ocorreu uma diminuição no ganho de peso e piora na conversão alimentar aparente. Como as dietas eram isoprotéicas e isoenergéticas, é pouco provável que o pior índice de conversão alimentar se deva aos níveis de energia dietética (PAGE & ANDREWS, 1973).

Estudos com acréscimo de proteínas vegetais em rações têm demonstrado melhoras no desempenho zootécnico de peixes (PEZZATO, 2002). Burel et al. (2000) observaram que insumos vegetais na dieta de peixes carnívoros obtiveram resultados satisfatórios. O farelo de soja possui um perfil de aminoácido que contém lisina e metionina em quantidades maiores que outros produtos de origem vegetal, além de ser rico em lipídios e possuir a quase totalidade dos ácidos graxos para espécies de peixes de água doce. Este já foi testado em rações para várias espécies com sucesso, e o seu uso em rações foi recomendado por Francis et al. (2001) por ser a única fonte protéica vegetal a cumprir todos os requisitos comerciais e de qualidade nutricional. Mohsen e Lovell (1990) relataram que o

bagre de canal, *Ictalurus punctatus*, apresentou ganho de peso com o acréscimo da mistura milho-soja. Poston (1965) observou que a concentração de aminoácidos no sangue de trutas alimentadas com farelo de soja obteve níveis semelhantes às trutas alimentadas com farinha de peixe. Webster et al. (1995) observaram que a inclusão de farelo de soja na dieta de *Ictalurus punctatus* apresentou bom desenvolvimento para a espécie. McGoogan & Gatlin (1997) concluíram que o farelo de soja é uma fonte de proteína satisfatória para espécies de peixes carnívoros. Kikuchi (1999) observou que a inclusão de soja juntamente com glúten de milho e mexilhão como atrativo melhorou a digestibilidade e a conversão alimentar para *Paralichthys olivaceus*.

Entretanto, Pezzato (1995) afirmou que fontes de origem vegetal apresentam qualidade inferior às de origem animal, devido à deficiência em alguns aminoácidos. É provável que a diminuição do ganho de peso e o pior valor da conversão alimentar na ração com 20 e 30% de inclusão da mistura de protenose e farelo de soja em tucunarés, esteja associado à redução ou ausência de enzimas (fitases, amilases, carboidrases). Segundo Robaina et al. (1995), o aumento de 10 para 30% de farelo de soja para *Sparus auratus* está associado à presença de fitatos (a maioria dos peixes não possuem enzima fitase no trato digestivo). Spinelli et al. (1983) observaram que o ácido fítico causou redução da digestibilidade da proteína em truta arco-íris e, segundo, Boonyaratpalin & Tunpibal (1998) observaram que proteínas vegetais são inibidoras de proteases e antivitaminicas. Kubtiza (1997) sugere a inclusão de fitases para aumentar a disponibilidade do fósforo nos ingredientes de origem vegetal. Considerando o exposto, é provável que a diminuição do ganho de peso dos animais experimentais alimentados com ração com 20 e 30% de inclusão da mistura protenose e farelo de soja com tucunarés esteja associada à ausência de enzimas fitases e amilases nas dietas formuladas.

O decréscimo do percentual de proteína de origem animal na dieta observado nos Tratamentos 3 e 4, pode ter afetado negativamente a conversão alimentar e o ganho de peso em juvenis de tucunaré, devido ao aumento dos fatores antinutricionais presentes no farelo de soja. Reigh e Ellis (1992) notaram que o "red drum" (*Sciaenops ocellatus*) obteve ganho de peso reduzido quando alimentado com ingrediente à base de soja. Segundo Tacon e Jackson (1985), a substituição de 40% da farinha de peixe por farelo de soja em dietas para truta arco-íris causou redução de crescimento, devido à ocorrência de fatores antinutrientes da soja. Davis et al. (1995) observaram que o decréscimo de farinha de peixe de 60 para 45% da dieta influenciou negativamente no ganho de peso para *Sciaenops ocellatus*. O aumento de protenose (glúten de milho) na dieta, também pode ter influenciado no desempenho negativo dos exemplares do experimento. Estudos realizados com glúten de milho em substituição a farinha de peixe apresentaram menor digestibilidade da proteína para turbot (*Psetta maxima*) (REGOST et al., 1999). Apesar do glúten de milho possuir alto nível de proteína e pouca fibra, é deficiente em aminoácidos essenciais como lisina, tripsina e arginina (BUREL et al., 2000), ao passo que farelo de soja é deficiente em

metionina mais cistina. A combinação destas duas fontes protéicas no presente trabalho tinha a função de equilibrar os aminoácidos da ração, com ambas as fontes suprindo uma a deficiência da outra. No entanto é possível que estas duas fontes, mesmo combinadas, continue a ter um valor nutricional menor que o valor nutricional da farinha de peixes, provocando o desempenho inferior dos exemplares alimentados com rações com níveis maiores que 10% de inclusão de proteína vegetal. Watanabe et al. (1997) concluíram que a inclusão de proteína vegetal na dieta pode agravar problemas referentes ao balanço de aminoácidos, ao passo que Berge et al. (1999) observaram que a substituição de farinha de peixe por farelo de soja suplementado com metionina não reduziu a conversão alimentar para *Hippoglossus hippoglossus*.

Apesar de Davis et al. (1995), Kolkovsski (1999) e Ng et al. (2002) sugerirem que a adição de atrativos e complexos enzimáticos melhoram a conversão alimentar e a digestibilidade de rações com produtos de origem vegetal, além de neutralizar fatores antinutricionais, é pouco provável que a inclusão de maior nível de protease melhore os índices de conversão alimentar ou ganho de peso em juvenis de tucunaré alimentados com 20 ou 30% a mais de proteína vegetal, haja vista que em ensaios experimentais para se definir a dieta controle do presente estudo, o melhor nível de inclusão de protease exógena na dieta foi de 0,10%. O argumento mais plausível é de que a inclusão de aminoácidos tais como lisina, tripsina, arginina ou metionina possa suprir a deficiência ocorrida pela mistura do farelo de soja com o glúten de milho nas dietas deste experimento, melhorando a conversão alimentar e o ganho de peso. No entanto, essa hipótese não foi testada neste trabalho.

Provavelmente, a melhora nos parâmetros corpóreos e de conversão alimentar utilizando-se proteínas vegetais na dieta para juvenis de tucunarés pode ser obtida com: (1) adição de enzimas exógenas como a fitase, proteases e carboidrases nas dietas com inclusão de proteína vegetal; (2) o bom balanceamento dos componentes de origem vegetal em dietas de carnívoros, que poderão propiciar melhor aproveitamento destas fontes alternativas, reduzindo a dependência de farinha de peixe; (3) a suplementação de aminoácidos essenciais e (4) testes com dieta extrusada em vez de peletizada.

CONCLUSÃO

A inclusão de 10% de proteína vegetal em substituição de igual teor de proteína animal em rações de juvenis de tucunaré resultou em mesmo ganho de peso, quando comparado com uma ração contendo apenas proteína de origem animal. No entanto, níveis mais elevados de proteína de origem vegetal, nas condições deste experimento, não são recomendados por afetarem negativamente o desempenho desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, V. M.; CASTRO, C. J.; AOKI, M. C. P.; HELMER, L. J. Valor nutritivo de alguns ingredientes para o robalo (*Centropomus parallelus*). **Rev. Bras. Zoo.** v. 31, p. 2157-2164, 2002.

BERGE, G.M.; GRISDALE-HELLAND, B.; HELLAND, S.J. Soy protein concentrate in diets for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, v. 178, p. 139-148. 1999.

BOONYARATPALIN, M.S.; TUNPIBAL, T. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Lates calcarifer*. **Aquaculture**, 161 1-4, p.67-78. 1998.

BUREL, C.; BOUJARD, T.; TULLI, F. *et al.*. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture**, v. 188, p. 285-298. 2000.

CAVERO, B. A. S. **Uso de enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas*** (Cuvier, 1829). Tese de Doutorado-INPA/UFAM, 75p. 2004.

CYRINO, J. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Editor: José Eurico Possebon Cyrino et. al. São Paulo: TecArt. 533p. 2004.

CRESCÊNCIO, R. **Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares**. Dissertação de Mestrado. INPA/UA. 35p. 2001.

DAVIS, D. A.; JIRSA, D.; ARNOLD, C. R. Evaluation of soybean proteins as replacements for menhaden fish meal in practical diets for red drum (*Scianops ocellatus*). **J. World Aquac. Soc.** v. 26, p.48-58. 1995.

DE LAHIGUERA, M.; GARCIA-GALLEGO, M.; SANZ, A.; HIDALGO, M. C.; SUAREZ, M. D. Utilization of dietary protein by eel (*A. anguilla*). Optimum dietary protein levels. **Aquaculture**. v.79, p. 53 – 61. 1989.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v. 199, p. 197-227. 2001.

GARCIA, M. R. E.; MURAKAMI, E. A.; BRANCO, F. A. FURLAN, C. A.; MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes da digestão ideal e o desempenho de frangos. **Rev. Bras. Zoot.** v.29, 5, p. 1414 – 1426. 2000.

HIDALGO, C. M. E.; UREA, A. S. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutrition habits. Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture** v. 170, p. 267 – 283. 1999.

KIKUSHI, K. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquaculture**, v. 179, p. 3-11. 1999.

KOSSOWSKY, C. Perspectivas del cultivo de bagre en Venezuela. Anais. In: **ACUICULTURA, 99, ACUICULTURA EN ARMONIA COM EL AMBIENTE.** p. 287 – 294. 1999.

KUBITZA, F.; CYRINO, J. E. P. Feed training strategies for the piscivorous peacock bass *Cichla spp.* In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOLOGY OF TROPICAL FISHES, Resumos. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, AM. 139p. 1997.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de peixes cultivados.** Campo Grande, MS. 113p. 1998.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de tilápias – parte I. **Panorama da Aquicultura,** Rio de Janeiro, V. 9 nº 52. p. 42 – 50. 1999.

KUROKAWA, T.; SHIRAIISHI, M & SUZUKI, T. Quantification of exogenous protease derived of zooplankton in the intestine of Japanese sardine (*Sardinops melanoticus*) larvae. **Aquaculture.** v.161, p. 491-499. 1998.

LEGATE, N. J.; BONEN, A. & MOON, T. W. Glucose tolerance and peripheral glucose utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), America eel (*Anguilla aostrata*), and black bulhead catfish (*Ameirus melas*). **General and Comparative Endocrinology.** v.122, p. 48-59. 2001.

LESLIE, A. J. & LIONS, T. R. The ever increasing role of the biotechnology in the poultry industry: Lessons from the past and thoughts for the future In: NORTH AMERICAN UNIVERSITY TOUR. Nicholasville. Proceedings...Nicholasville. Altech p. 65 – 85. 1996.

MCGOOGAN, B. B.; GATLIN, D. M. Effects of replacing fish meal with soybean meal in diets for red drum *Scianops ocellatus* diet and potential for palatability enhancement. **J. World Aquac. Soc.**, v. 28, n. 4, p. 374-385. 1997.

MOHSEN, A. A.; LOVELL, R. T. Partial substitution of soybean meal with animal protein sources in diets for channel catfish. **Aquaculture**, v. 90, p.303-311. 1990.

MOURA CARVALHO, L. O. D.; NASCIMENTO, C. N. B. *Engorda de pirarucus (Arapaima gigas) em associação com búfalos e suínos*. **Circular Técnica EMBRAPA-CAPTU**, v.65. 21p. 1992.

MOURA, M. A. M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J. E. P. Feed training of Peacock Bass (*Cichla* sp.). **Rev. Brasil. Biol.**, v. 60. n. 4, São Carlos. 2000

MUNILLA–MORAN. R. & SABORIDO–REY. F. Digestive enzymes in marine species. II. Amylase activities in Gut From Seabream (*Sparus aurata*), Turbot (*Scophthalmus maximus*) and Redfish (*Sebastes mentella*). **Comp. Biochem. Physiol.** v.113B, n.4, p. 827 – 834. 1996.

NG, W.K. ET AL. Nutritive value of palme kernel meal pretreated with enzyme or fermented with *Trichoderma koningii* as na dietary ingredient for red hybrid tilapia *Oreochromis* sp., **Aquaculture Reseach**, v.33, p.1199-1207. 2002.

PAGE, J. W.; ANDREWS, J. W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **J. Nutr.**, v. 103, p.1339-1346. 1973.

PEZZATO, L. E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes no Brasil. Anais *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1, Campos de Jordão, 1995. p.34-52. 1995.

PEZZATO, L. E. Qualidade dos ingredientes, processamento e eficiência alimentar em aquicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, Goiânia. Anais. Goiânia: SIMBRAQ, p. 62-75. 2002.

POSTON, H. A. Effect of protein and caloric sources in blood serum protein of immature brown trout. **Fish. Res. Bull.**, v. 24, p. 19-23. 1995.

REGOST, C.; ARZEL, J.; KAUSHIK, S. J. Partial or total replacement of fish meal by with gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture**, v. 180, p. 99-117. 1999.

REIGH, R. C.; ELLIS, S. C. Effects of dietary soybean and fish-protein rations on growth and body composition of red drum *Sciaenops ocellatus* fed isonitrogenous diets. **Aquaculture**, v. 104, p. 279-292. 1992.

ROBAINA, L.; IZQUIERDO, M. S.; MOYANO, F. J. *et al.* Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. **Aquaculture**, v. 130, p.219-233. 1995.

ROBINSON, E. H. & LI, M. H. Low protein diets for channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds at high density. **J. World Aquac. Soc.**, v. 28, p. 224 – 229. 1997.

SPINNELI, J.; HOULE, C. R.; WEKELL, J. C. The effect of phytases on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium. **Aquaculture**, v. 30, p.71-84. 1983.

TACON, A. J. G. Feed ingredients for carnivorous fish species: Alternate to fishmeal and other fisheries resources. **FAO. Fish. Circ.**, v. 881. 35p. 1994.

TACON, A.G.J.; JACKSON, A.J.. Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: Cowey, C.B.; Mackie, A.M.; Bell, J.G. **Nutrition and feeding in fish: utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds**. London Academic Press, p.1-25. 1985.

TORAL, B. L. F.; FURLAN. C. A.; SCAPINELLO. C.; PERALTA. M. R.; FIGUEIREDO. F. D. Digestibilidade de duas fontes de amido e atividade enzimática em coelhos de 35 e 45 dias de idade. **Rev. Brasil. Zoot.**, v. 31 n.3, p. 1434 – 1441. 2002.

WATANABE, T.; VERAKUNPIRIYA, V.; WATANABE, K. *et al.* Feeding of rainbow trout with non-fish meal diets. **Fish. Sci.**, v. 63, p.258-266. 1997.

WEBSTER, C. D.; GOODGAME-TIU, I. S.; TIDWELL, J. H. Total replacement of fish meal by soybean meal, with various percentages of supplemental L. Methionine, in diets for blue catfish, *Ictalurus furcatus* (Lesueur). **Aquac. Res.**, v.26, p.299-309. 1995.