

## Influência de diferentes aglutinantes na digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína, no pacu (*Piaractus mesopotamicus*) arraçoado com rações elaboradas com ou sem vapor

Osmar Angelo Cantelmo<sup>1</sup>, Luiz Edivaldo Pezzato<sup>2\*</sup>, Margarida Maria Barros<sup>2</sup> e Maria Angélica Rosa Ribeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA/Ibama. <sup>2</sup>FMVZ - Unesp/Câmpus de Botucatu, CP. 560, 18618-000, Botucatu-São Paulo, Brazil. \*Author for correspondence.

**RESUMO.** O trabalho foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - Cepta, com o objetivo de determinar a influência de vários aglutinantes: carboximetilcelulose, polimetilcarbamida, amido de mandioca, alginato de sódio, polivinilpirrolidona e goma guar, bem como a técnica de processamento, com ou sem vapor, na digestibilidade aparente das frações matéria seca e proteína bruta. Os resultados obtidos demonstraram que a técnica de processamento a que se submete a mistura, durante a confecção de ração para peixes, influencia o coeficiente de digestibilidade aparente das frações matéria seca e proteína bruta, em pacus. Quando da confecção de rações para peixes, houver a necessidade de utilizar-se de aglutinantes, a fim de obter pellets mais estáveis, recomenda-se, para os equipamentos dotados de câmara de condicionamento com adição de vapor, a polivinilpirrolidona, e para os sem a adição de vapor, a goma guar.

**Palavras-chave:** aglutinantes, digestibilidade, pacu, processamento de ração.

**ABSTRACT.** Influence of different binders in the apparent digestibility of dry matter and protein in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed with ration processed with or without steam. This work was carried out at National Research of Tropical Fishes - Cepta, with the objective to determine the influence of different dietary binders with their respective concentrations: sodium alginate, guar gum, polymethylolcarbamide, polyvinylpyrrolidone, carboxymethylcellulose, cassava starch, and the manufacturing process with or without steam, in the apparent digestibility of protein and dry matter. The results obtained showed that the manufacturing technique during the fish ration process, influences the apparent digestibility coefficient of dry matter and protein in pacu. When binders are required to obtain more stable diet pellets, polyvinylpyrrolidone for equipments with steam addition chambers and guar gum for equipment without steam are recommended.

**Key words:** binders, digestibility, pacu, ration process.

Os aglutinantes são usados em dietas para peixes com o intuito de conferir estabilidade e reduzir as perdas de nutrientes, quando em contato com a água. A maioria destes, afirmam Storebakken e Austreng (1987), são polímeros não digeridos ou desintegrados pelos animais monogástricos e podem, ainda, atuar na manutenção parcial da forma física do pellete, após a ingestão. Desta forma, torna-se importante avaliar como os aglutinantes atuam nessa manutenção e a ação dessa prática no valor nutritivo dos alimentos. Enquanto os nutricionistas têm se preocupado com os aspectos fisiológicos do uso de

aglutinantes em dietas para peixes de clima temperado, nos mais variados segmentos (Storebakken, 1985; Storebakken e Austreng, 1987; Shiau *et al.*, 1988; Spyridakis *et al.*, 1989; Rosa Ribeiro *et al.*, 1993; Takeuchi *et al.*, 1994; Hernández *et al.*, 1994), a avaliação de aglutinantes em dietas para peixes tropicais esbarra na escassez de informações.

Storebakken (1985) comenta que os aglutinantes são conhecidos por reduzir a digestibilidade em truta, sendo que, em outras espécies, tem-se observado que esses aglutinantes influenciam o

conteúdo de umidade das fezes, a velocidade de passagem pelo trato digestivo, a ingestão de alimento, o balanço de minerais e o crescimento. Por outro lado, Balazs (1973) afirma que se tem obtido sucesso com aglutinantes, quando incorporados à ração, ficando limitado seu uso em função do preço, da disponibilidade e de equipamentos. Do mesmo modo que Hastings (1968) e Hephher (1968) fazem a afirmação de que o emprego de aglutinantes, para a obtenção de um grânulo de boa qualidade, está na dependência das características físico-químicas do material envolvido e da eficiência do equipamento empregado. Entretanto, para espécies de clima tropical, pouco se tem em resultados, principalmente, considerando-se as espécies nativas, com grande potencial de criação em cativeiro em sistema intensivo.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes aglutinantes comumente utilizados em dietas na aquicultura e diferentes técnicas de processamento, na digestibilidade aparente das frações proteína bruta e matéria seca.

## Material e métodos

Este trabalho foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - Cepta - Pirassununga-SP, onde se avaliou a eficiência de diferentes produtos aglutinantes, empregados nos níveis recomendados pela literatura, constituindo os tratamentos carboximetilcelulose (CMC), polimetilcarbamida (PMC), amido de mandioca (AM), alginato de sódio (ALG), polivinilpirrolidona (PVP) e goma guar (GG), além de uma ração controle, a qual não foi acrescida de aglutinante comercial (C). Esses produtos foram comparados através da determinação do volume de água presente no estômago e da digestibilidade aparente das frações proteína bruta e matéria seca, após ingestão pelo pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Os valores foram avaliados através de um delineamento inteiramente casualizado, arranjos em um esquema fatorial, com sete rações e duas técnicas de processamento, com e sem vapor.

As sete rações experimentais, que compuseram os tratamentos propostos, foram formuladas de modo a apresentarem-se isoprotéicas (26,0% PB) e isoenergéticas (2.700kcal ED/kg de ração), conforme Cantelmo (1993). As rações foram confeccionadas com ingredientes convencionalmente utilizados, como farinha de peixe, farelo de soja, farelo de trigo, fubá de milho, suplemento vitamínico e mineral, violeta genciana, óxido de crômio III como marcador e os aglutinantes acima apresentados.

Esses ingredientes tiveram seus diâmetros padronizados, mediante a utilização de peneira, no moinho à martelo, e com abertura de 2,0mm. A composição percentual dos ingredientes e as características nutritivas das rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição percentual e características nutritivas das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos						
	CMC	PMC	AM	C	ALG	PVP	GG
farinha de peixe	14,7	14,9	14,2	15,0	14,6	14,7	14,6
farelo de soja	21,2	21,5	20,5	21,6	21,1	21,2	21,1
farelo de trigo	29,4	29,9	28,5	30,0	29,2	29,4	29,2
fubá de milho	32,2	32,9	31,3	33,0	32,2	32,2	32,2
vitaminas	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
minerais	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
violeta genciana (g)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
carboximetilcelulose	2,0	-	-	-	-	-	-
polimetilcarbamida	-	0,5	-	-	-	-	-
amido de mandioca	-	-	5,0	-	-	-	-
controle	-	-	-	-	-	-	-
alginato de sódio	-	-	-	-	2,5	-	-
polivinilpirrolidona	-	-	-	-	-	2,0	-
goma guar	-	-	-	-	-	-	2,5
Total	100	100	100	100	100	100	100
Proteína bruta (%)	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
Energia digestível (kcal/kg ração)	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700

Níveis de garantia por kg de premix: ácido fólico 250mg; ácido pantotênico 5,0g; vit. B<sub>1</sub> 250mg; vit. B<sub>2</sub> 1,75g; vit. B<sub>6</sub> 875mg; vit. B<sub>12</sub> 2,5mg; niacina 3,75g; vit. C 12,5g; vit. A 1.000.000UI; vit. E 12.500UI; vit. K 315mg; vit. D<sub>3</sub> 600.000UI; cobalto 25g; cobre 2g; ferro 11,25g; iodo 106,2mg; manganês 3,75g; selênio 75,5mg; zinco 17,5g; antioxidante 0,25g. CMC = carboximetilcelulose; PMC = polimetilcelulose; AM = amido; C = controle; ALG = alginato; PVP = polivinilpirrolidona; GG = goma guar

A partir da formulação, os ingredientes foram homogeneizados em misturador vertical, com capacidade para 100,0kg de ração, em lotes de 50,0kg, onde cada tratamento foi submetido ao processamento (peletização) em peletizador (modelo Júnior da Koopers), com câmara de acondicionamento e presença de vapor, de modo que os grânulos apresentaram-se com diâmetro e comprimento de 5,0mm e 10,0mm. E o outro foi peletizado em um peletizador para laboratório (California Pellet Mill), com a adição de água, sem vapor, e com as mesmas características do anterior.

Para avaliar os prováveis efeitos dos tratamentos sobre o valor nutritivo da dieta, as rações processadas, com e sem vapor, foram empregadas na determinação da digestibilidade aparente das frações proteína bruta e matéria seca.

Para esse estudo, foram utilizados aquários de fibra de vidro, de formato circular e capacidade de 300l, conforme o sistema de coleta proposto por Cho *et al.* (1985) e adaptado para a realização desse experimento. Esses aquários foram dotados de sistema de coleta de fezes por gravidade, o que possibilitou a obtenção do material para análise, sem provocar estresse aos peixes. Foram estocados 100 peixes por aquário, com peso médio de 50g, nos

quais foi avaliada a influência dos diferentes aglutinantes e da técnica de processamento na digestibilidade aparente da proteína bruta e matéria seca com o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). O fluxo de água dos tanques foi regulado e mantido constante, permitindo adequado suprimento de oxigênio aos peixes de, no mínimo, 4ppm e conseqüente carreamento e deposição das fezes, nos respectivos coletores. A iluminação ambiente foi obtida através de lâmpadas fluorescentes, com fotoperíodo das 6h às 18h. A temperatura da água foi medida duas vezes ao dia, às 08h e às 17h30min.

Os peixes foram mantidos nos aquários de digestibilidade, onde receberam quatro refeições diárias, às 08h30min, 11h30min, 14h30min e às 17h30min, sendo a coleta de fezes realizada no período da manhã, antes da primeira alimentação. No período da tarde, foi efetuado processo de limpeza de todo o sistema 15 minutos após a última refeição, preparando, desta forma, os tanques para nova coleta, no dia seguinte.

Os peixes receberam a dieta controle, com coloração diferente das dietas experimentais, por um período de 5 dias, para assegurar a limpeza do sistema digestório, quando só então receberam a dieta para avaliação do coeficiente de digestibilidade aparente, durante 4 dias. As fezes foram liofilizadas e estocadas a -15°C para posterior análise química do óxido de crômio, conforme metodologia proposta por Granner (1972 e 1992). Esse procedimento constituiu em submeter a amostra a uma digestão com soluções concentradas de ácido sulfúrico, ácido nítrico e ácido perclórico, até completa oxidação/solubilização do crômio III. Em seguida, a solução foi misturada com uma alíquota de s-difenilcarbazida, e a leitura feita em espectrofotômetro a 550nm.

A digestibilidade aparente das frações proteína bruta e matéria seca das rações foi estimada através da equação proposta por Cho *et al.* (1985):

$$D.A.(n) = \frac{100 - 100 (\%Cr_2O_3 \text{ (dieta)}) \times (\%nutriente_{(fezes)})}{(\%Cr_2O_3 \text{ (fezes)}) \times (\%nutriente_{(dieta)})}$$

Para a avaliação do efeito dos aglutinantes sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da fração proteína e matéria seca da dieta, foi efetuada análise de variância para experimentos inteiramente casualizados. No caso de significância para o teste nas análises de variância, os graus de liberdade dos tratamentos foram desdobrados em seus efeitos principais e nas interações entre os mesmos. Estudos de comparações múltiplas de médias foram realizados pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade (Steel e Torrie, 1984).

## Resultados e discussão

No ambiente em que foi conduzido o presente trabalho, os valores de temperatura da água apresentaram pequenas variações durante todo o período experimental. Esses valores foram em média 27°C pela manhã e 28°C à tarde, e estão de acordo com a temperatura apresentada por Carneiro (1990), como sendo a que proporcionou os melhores resultados no desenvolvimento e utilização do alimento pelo pacu.

**Digestibilidade aparente da matéria seca.** Quando da avaliação dos aglutinantes dentro das técnicas de processamento, pode-se constatar que, enquanto processados com vapor, o aglutinante polivinilpirrolidona (PVP) proporcionou ( $p < 0,05$ ) melhor digestibilidade da matéria seca do que o aglutinante goma guar (GG). Entretanto, essa superioridade não foi constatada entre o aglutinante PVP e os demais, o mesmo ocorrendo entre o GG e esses mesmos tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios (%) de digestibilidade aparente das frações proteína bruta e matéria seca, desvio padrão e resultado do teste estatístico para comparação de médias

Tratamentos	Técnica de processamento			
	Com vapor		Sem vapor	
	PB	MS	PB	MS
CMC	88,59±0,72 ac A	74,22±1,06 ab A	85,47±1,78 c A	72,28±2,60 cb A
PMC	85,67±0,58 ac A	73,86±0,83 ab A	83,82±0,85 c A	70,86±1,10 c A
AM	84,91±1,09 ac A	72,62±1,95 ab A	86,97±0,34 bc A	76,52±0,17 ab B
C	87,43±1,07 a A	75,25±2,21 ab A	90,51±1,05 ab B	81,21±2,34 a B
ALG	83,23±1,56 bc A	72,42±4,11 ab A	88,43±1,74 b B	77,88±3,12 ab B
PVP	86,60±0,97 ac A	76,41±0,80 a A	87,82±0,67 b A	76,08±1,32 b A
GG	87,20±3,57 a A	70,63±2,13 b A	92,65±0,60 a B	86,39±0,54 d B

Valores seguidos mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), onde as letras minúsculas representam as diferenças entre aglutinantes dentro da técnica e as letras maiúsculas as de tempo dentro de aglutinante. CMC = carboximetilcelulose; PMC = polimetilcelulose; AM = amido; C = controle; ALG = alginato; PVP = polivinilpirrolidona; GG = goma guar. CV/MS (%) = 3,07; CV/PB (%) = 1,87; DMS/MS (5%) = 5,09 (para aglutinante dentro de técnica de processamento); DMS/MS (5%) = 3,31 (para técnica de processamento dentro de aglutinante); DMS/PB (5%) = 2,52 (para aglutinante dentro de técnica de processamento); DMS/PB (5%) = 2,32 (para técnica de processamento dentro de aglutinante)

No sentido de quantificar essas diferenças, atribuiu-se índice 100% ao tratamento controle (C). Assim, pode-se verificar que, embora a diferença entre o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, quando da técnica de processamento com vapor entre os tratamentos PVP e C tenha sido de apenas 1,51%, a mesma foi inferior em 6,13% no tratamento GG.

Neste sentido, Shiau *et al.* (1988) afirmam que a presença de aglutinantes fibrosos em dietas para peixes tem ação sobre o movimento de nutrientes ao longo do trato gastrointestinal, podendo influenciar a absorção da dieta. Segundo esses autores, existem duas categorias de fibra dietética: as chamadas polissacarídeos viscosos ou solúveis em água, e não

viscosos ou insolúveis. Observam ainda que as fibras dietéticas solúveis em água, como a goma guar e o carboximetilcelulose, aumentam a viscosidade do conteúdo estomacal dos peixes, retardando o seu esvaziamento, influenciando, portanto, a taxa de absorção da fração carboidrato da dieta.

Quando da técnica de processamento sem vapor (Tabela 2), o aglutinante GG proporcionou o melhor ( $p < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca da dieta. Essa superioridade, em média de 10,58%, constatada de forma significativa para o aglutinante GG, destaca-o entre os demais.

Por outro lado, embora não diferenciando do aglutinante carboximetilcelulose (CMC), o polimetilcarbamida (PMC) foi aquele que apresentou o menor coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (70,86%). Cabe, ainda, ressaltar que os aglutinantes alginato de sódio (ALG), PVP e amido de mandioca (AM), juntamente com o tratamento C, proporcionaram resultados que os qualificam como de qualidade intermediária, dentro dessa técnica de processamento. A qualidade do CMC, como aglutinante de dietas para peixes, foi também destacada por Shiau *et al.* (1988), quando o avaliaram em dietas para tilápia do Nilo. Concluíram, esses autores, que o CMC não influenciou a digestibilidade da matéria seca das dietas, mas que a mesma declinou, quando níveis maiores foram incorporados à mistura.

Ainda dentro da técnica de processamento sem vapor, atribuindo-se índice 100% ao tratamento C, verifica-se que o aglutinante GG foi superior em 6,37%, enquanto a digestibilidade aparente da matéria seca, do aglutinante PMC, também em relação ao C, foi inferior em 12,74%.

A influência dos aglutinantes no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas confirmam os resultados obtidos por Storenbakken e Austreng (1987), quando empregaram 5,0% de seis diferentes alginatos, com propriedades de gelatinização, em dietas para truta arco-íris (*Salmo gairdneri*). Os autores concluíram que o alginato reduz a digestibilidade aparente das frações proteína bruta e extrato etéreo, além dos minerais, destacadamente o cálcio da dieta.

Quando da avaliação de cada um dos aglutinantes dentro das técnicas de processamento, constatou-se que os aglutinantes CMC, PMC e PVP proporcionaram semelhantes coeficientes de digestibilidade aparente da fração matéria seca, tanto quando processados com vapor como para sem vapor. Por outro lado, verificou-se diferença ( $P < 0,05$ ) da técnica de processamento para os tratamentos AM, C, ALG e GG, sendo que o

processamento sem vapor resultou em melhor digestibilidade de matéria seca.

No sentido de destacar a diferença da técnica de processamento dentro de cada um dos aglutinantes, atribuiu-se índice 100% a cada um destes, quando submetidos ao processamento sem vapor. Como conseqüência, pode-se constatar que, quando da técnica de processamento sem vapor, os coeficientes de digestibilidade aparente foram superiores em 5,35, 7,92, 7,53 e 22,31%, respectivamente para os tratamentos AM, C, ALG e GG.

Resultados inferiores ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos AM e C, obtidos enquanto do processamento com vapor, contrariam as expectativas lógicas previstas, quando da presença do vapor d'água na mistura. Essa constatação contraria as afirmações feitas por Hernandez *et al.* (1984) e Takeuchi *et al.* (1994), os quais avaliaram vários carboidratos em dietas com a carpa comum (*Cyprinus carpio*) e concluíram que a gelatinização do amido das diferentes fontes resultou no aumento da digestibilidade do amido e energia. Segundo Storenbakken (1985), aglutinantes, como o alginato e a goma guar, podem reduzir, em trutas, a digestibilidade das dietas, enquanto em outras espécies, modificam o conteúdo de umidade nas fezes e sua taxa de passagem pelo trato digestivo.

**Digestibilidade aparente da proteína bruta.** Dentro da técnica de processamento com vapor, observa-se que o menor ( $p < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta foi obtido pelos peixes arraçoados com a dieta com o ALG, o qual diferiu dos tratamentos C e GG. Estes, entretanto, apresentaram resultados semelhantes aos dos aglutinantes PVP, PMC, CMC e AM, que não diferiram do aglutinante ALG.

Os resultados de coeficiente de digestibilidade aparente da fração proteína bruta não apresentam-se correlacionados com os obtidos com a fração matéria seca, dentro do mesmo processo de confecção das dietas. No sentido de melhor quantificar esses resultados, atribuiu-se índice 100% ao tratamento C, obtendo-se, desta maneira, um valor de digestibilidade 4,80% inferior para o aglutinante ALG.

Pode-se verificar que, dentro da técnica de processamento sem vapor, didaticamente, é possível dividir os aglutinantes em três grupos, em função dos resultados de digestibilidade da proteína bruta. Assim, constata-se que os melhores resultados foram obtidos com os peixes que receberam as dietas com os aglutinantes GG e C, ao passo que o GG diferiu de todos os demais agregantes.

Esses resultados concordam com os obtidos com a mesma espécie, por Rosa Ribeiro *et al.* (1993),

quando trabalharam com a técnica sem vapor e dietas contendo 2,0% de carboximetilcelulose ou goma guar. Os autores concluíram que a goma guar resultou em melhor coeficiente de digestibilidade aparente para a fração proteína bruta.

Ainda, dentro da técnica de processamento sem vapor, resultados intermediários foram proporcionados pelos aglutinantes ALG, PVP e AM. Pode-se observar, que esses dois primeiros diferiram significativamente dos resultados de CMC e PMC, os quais demonstraram menores porcentagens de digestibilidade aparente.

Destaca-se que os resultados de digestibilidade aparente da proteína bruta, dentro da técnica de processamento sem vapor, mostrou semelhante comportamento para a matéria seca, quando confeccionada sem vapor. Quando atribuiu-se índice 100% ao resultado do processamento sem vapor do tratamento C, pode-se constatar que o aglutinante GG apresentou coeficiente de digestibilidade aparente 2,3% superior. Por outro lado, os tratamentos CMC e PMC mostraram-se inferiores em 5,89 e 7,98%, respectivamente.

A ação dos alginatos como aglutinantes na digestibilidade da dieta com peixes foi estudada por Spyridakis *et al.* (1989). Esses autores empregaram dietas contendo níveis crescentes desse aglutinante com o *European sea bass* e concluíram que não afetaram significativamente a digestibilidade da proteína bruta e extrato etéreo. Entretanto, Storebakken (1985) constatou, em experimento com a truta arco-íris, que o alginato de sódio e a goma guar reduziram a digestibilidade aparente dessas mesmas frações nutritivas, além de aumentarem o conteúdo de umidade nas fezes.

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, Tabela 2, das técnicas de processamento dentro dos aglutinantes, revelaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para alguns aglutinantes, em função do processamento a que se submeteu essas dietas.

Neste sentido, pode-se verificar que os tratamentos C, ALG e GG foram significativamente influenciados pela técnica de processamento. Notou-se que essas dietas apresentaram superiores coeficientes de digestibilidade aparente, quando confeccionadas sem vapor.

Com base nesses resultados, pode-se considerar que os aglutinantes ALG e GG não seriam os mais recomendados, quando do emprego de equipamento dotado de câmara de acondicionamento com injeção de vapor d'água. Esses resultados de digestibilidade da proteína bruta apresentam-se semelhantes aos de

digestibilidade obtidos para a matéria seca, dentro da mesma técnica de processamento.

Entretanto, não constatou-se interferência da técnica de processamento para os aglutinantes CMC, PMC, AM e PVP. A não detecção de ação da técnica de processamento, na digestibilidade aparente da proteína bruta, para o aglutinante AM, contraria as expectativas preliminares dessa investigação.

No sentido de melhor quantificar a ação da técnica de processamento, atribuiu-se índice 100% a cada um dos aglutinantes. Constatou-se, desta forma, que o processamento sem vapor implicou na melhora da digestibilidade da proteína bruta, respectivamente em 3,40, 5,88 e 5,88% para os tratamentos C, ALG e GG. Resultados semelhantes foram verificados por Hilton *et al.* (1981), em experimento com trutas arco-íris. Os autores destacaram que o processamento pode influenciar de forma significativa o consumo, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos peixes, concluindo que a extrusão pode promover reações do tipo *Mayllard*, com conseqüente destruição de aminoácidos, reduzindo a utilização da fração protéica da dieta.

A constatação de diferenças entre os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas contrariam a afirmação feita pelo NRC (1983), que, segundo as indústrias que confeccionam rações para peixes, os aglutinantes têm pouco ou nenhum efeito negativo sobre a digestibilidade, quando empregados em baixas concentrações.

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstraram que a técnica de processamento a que se submete a mistura, durante a confecção de ração para peixes, influencia o coeficiente de digestibilidade aparente das frações matéria seca e proteína bruta em pacus e, quando da confecção de rações para peixes, houver a necessidade de utilizar-se de aglutinantes, a fim de obter-se pellets mais estáveis, recomenda-se, para equipamentos dotados de câmara de acondicionamento com adição de vapor, a polivinilpirrolidona e, os sem a adição de vapor, a goma guar.

### Referências bibliográficas

- Balazs, G.H. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean. *Aquaculture*, 2:369-377, 1973.
- Cantelmo, O.A. Níveis de proteína e energia em dietas para o crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), em condições de criação intensiva. Florianópolis, 1993. (Master's Thesis) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- Carneiro, D.J. Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). São Carlos, 1990.

- (Doctoral Thesis in Ecology) - Universidade Federal de São Carlos.
- Cho, C.Y.; Cowey, C.B.; Watanabe, T. Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development. Ottawa: IDRC, 1985.
- Graner, C.A.F. *Determinação do cromo pelo método colorimétrico da s-difenilcarbazida*. Botucatu, 1972. (Doctoral Thesis in Science) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista.
- Graner, C.A.F. *Determinação do cromo quando utilizado como marcador biológico na fase óxido de cromo (III)*. Botucatu, 1992. (Projeto de Pesquisa) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista.
- Hastings, W.H. *Recent development in fish food technology; fish food processing*. Rome: EFAC Press, 1968.
- Hepher, B. *A modification hastings method of the determination of the water stability of fish feed pellets*. Rome: EFAC Press, 1968.
- Hernández, M.; Takeuchi, T.; Watanabe, T. Effect of gelatinized corn meal as a carbohydrate source on growth performance, intestinal evacuation, and starch digestion in common carp. *Fish. Sci.*, 60(5):579-582. 1994.
- Hilton, J.W.; Cho, C.Y.; Slinger, S.J. Effect of extrusion processing and steam pelleting diets on pellet durability, pellet water absorption and the physiological response of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture*, 25:185-194. 1981.
- National Research Council. *Nutrient requirement of warmwater fishes and shellfishes: other dietary components*. Washington: National Academy Press, 1983.
- Rosa Ribeiro, M.A.; Ribeiro Costa, A.P.; Cantelmo, O.A. Influência do aglutinante na digestibilidade aparente da proteína e energia, para o pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 4, 1993; CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1, 1993. João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Tersona. 1993. p.729-734.
- Shiau, S.Y.; Yu, H.L.; Hwa, S. The influence of carboxymethylcellulose on growth, digestion, gastric emptying time and body composition of tilapia. *Aquaculture*, 70:345-354. 1988.
- Spyridakis, P.; Metailler, R.; Gabaudan, J. Studies on nutrients digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). 2. Effect of sodium alginate on protein and lipid digestibility. *Aquaculture*, 77:71-73. 1989.
- Steel, R.G.D.; Torrie, S.H. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. Auckland: McGraw-Hill International, 1984.
- Storebakken, T. Binders in fish feeds. I. Effect of alginate and guar gum on growth, digestibility, feed intake and passage through the gastrointestinal tract of rainbow trout. *Aquaculture*, 47:11-26. 1985.
- Storebakken, T.; Austreng, E. Effect of different alginates on the digestibility of macronutrients in rainbow trout. *Aquaculture*, 60(2):121-131. 1987.
- Takeuchi, T.; Hernández, M.; Watanabe, T. Nutritive value of gelatinized corn meal as a carbohydrate source to grass carp and hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Fish. Sci.*, 60(5):573-577. 1994.

Received on January 25, 1999.

Accepted on May 31, 1999.