

CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE DIETAS PARA O SURUBIM (*Pseudoplatystoma* sp.)

CHARACTERIZATION AND CONTROL OF QUALITY OF DIETS FOR SURUBIM (*Pseudoplatystoma* sp.)

CLAUCIA A. HONORATO¹ JULIANE MOREIRA² & RAQUEL BARBOSA COELHO²

1 Professora Doutora em Ciências Fisiológicas pela UFSCar, Docente do curso de Medicina Veterinária, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN

2 Acadêmico do curso de Medicina Veterinária, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN;

Trabalho realizado na Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Correspondência: ¹ Hospital Veterinário, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Medicina Veterinária, Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN, Rua Balbina de Matos, 2121, Dourados - Mato Grosso do Sul - MS, CEP: 79.824-900, E mail: clauciahonorato@yahoo.com.br

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo caracterizar as principais dietas utilizadas no sistema de cultivo das principais pisciculturas da região da grande Dourados. Para tanto, foram caracterizadas seis dietas comerciais para diferentes fases de crescimento do surubim. As dietas foram caracterizadas quanto ao controle qualidade através das análises de absorção de água, flutuabilidade, densidade, lixiviação de proteína. A composição bromatológica foi realizada as análises de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas. Pode-se observar que todas as dietas apresentaram-se apta a serem utilizadas durante o cultivo devido-a alta taxa de absorção de água e flutuabilidade. Houve uma correlação entre os dados de flutuabilidade de absorção de água. As dietas testadas para alimentação de surubins são adequadas por apresentarem boa qualidade do processo de extrusão o que garantiu altos índices de gelatinização do amido. Maiores estudos devem ser realizados a fim de monitorar a qualidade do processo aplicado.

Palavra chave: Dietas extrusadas, *Pseudoplatystoma* sp, qualidade de dieta

CHARACTERIZATION AND CONTROL OF QUALITY OF DIETS FOR SURUBIM (*Pseudoplatystoma* sp.)

This work aims to characterize the main diets used in the cropping system of the main farms in the Greater Golden. To this end, we characterized six commercial diets for different stages of growth surubim. The diets were characterized by quality control through the analysis of water absorption, floatability, pellet stability, density of diets and protein leaching. The chemical composition was performed the analysis of dry

matter, crude protein, lipid and ash. We can see that all diets had to be ready to be used during cultivation, due to high rate of water absorption and floatability. There was a correlation between the data floatability and absorption. The experimental diets for feeding catfish are suitable due to their good quality of the extrusion process which ensured high levels of gelatinization. Further studies should be performed to monitor the quality of the process applied.

Keyword: Extruded diets, *Pseudoplatystoma* sp, quality of diet

INTRODUÇÃO

O surubim, *Pseudoplatystoma* sp, é uma espécie da família Pimelodidae, encontrado frequentemente nas Bacias Amazônica, do Prata e do São Francisco. É um dos peixes mais apreciados pela qualidade de sua carne, valor de comercialização e marcante participação na pesca comercial. Pode atingir, na natureza, de 100 a 120 kg. Segundo dados do IBAMA (2005), Mato Grosso do Sul produziu no ano de 2003 um volume de 432 t de *Pseudoplatystoma* sp., o que o posiciona como um dos maiores produtores do Brasil. Nesse estado, a região da Grande Dourados destaca-se por concentrar a maior parte das pisciculturas voltadas principalmente à produção intensiva de surubins e também pela presença de empresas relacionadas à cadeia produtiva do pescado, tais como fábricas de ração e frigoríficos.

Apesar da tecnologia atual para a obtenção de alevinos de pintado, o maior desafio está sendo a sua alimentação em cativeiro, devido ao alto custo, pelo seu hábito alimentar piscívoro, e principalmente, à falta de conhecimento de suas exigências nutricionais, a fim de maximizar o aproveitamento dos nutrientes.

Como a proteína é o nutriente mais caro da dieta, é de grande importância determinar a concentração mínima desse nutriente que produz crescimento máximo nos animais. Contudo, a otimização da proteína está correlacionada com a inclusão de fontes de energia como carboidratos e lipídeos, em quantidades adequadas (HALVER; HARDY, 2002) com o intuito de promover o efeito poupador de proteína (KUMAR *et al.*, 2006).

Deficiência ou excesso de energia digestível na dieta pode reduzir as taxas de crescimento dos peixes (NRC, 1993). Alta relação energia/proteína (E/P) da dieta resulta na diminuição do consumo voluntário de alimento resultando em excessiva deposição de gordura visceral. Por outro lado, uma baixa relação E/P da dieta, leva a utilização de proteína para fins energéticos, aumentando a excreção de compostos nitrogenados para o meio aquático (KAUSHIK; OLIVA-TELES, 1985).

De uma forma geral, a digestão de carboidrato é normalmente desconsiderada em espécies carnívoras. Porém, diversos estudos vêm revelando que o carboidrato é eficiente em promover o efeito poupador de proteína (SINGH *et al.*, 2006, MOHANTA *et al.*, 2007). Lundstedt *et al.* (2004) descreve que a amilase digestiva do pintado é responsiva ao conteúdo de amido da dieta, considerando seu hábito alimentar carnívoro o uso de 36% de amido é considerado relevante.

Por ser uma espécie carnívora, há uma grande dificuldade de atender as suas exigências nutricionais, contudo já se encontra no mercado dietas para esta espécie que conseguem bons índices de crescimento. No entanto as dietas utilizadas no sistema de cultivos desta espécie são dietas extrusadas com exceção das utilizadas para fase de larvicultura.

Devido ao seu hábito alimentar, o surubim apresenta pouca habilidade em digerir fontes de carboidratos (LUINDSTED, 2005). Por isso alguns autores, relatam o melhor aproveitamento de carboidratos em rações contendo ingredientes extrusados

devido ao aumento da taxa de amido gelatinizado. A utilização de dietas contendo ingredientes extrusados na alimentação de truta (*Orncorhynchus mykiss*) e carpa (*Cyprinus carpio*) revelaram melhores respostas de crescimento, eficiência alimentar e eficiência protéica em comparação aos peixes alimentados com ingredientes não-extrusados (TAKEUCHI *et al.*, 1990).

A opção de se trabalhar com dietas extrusadas se deu principalmente porque o meio aquático dificulta a observação da quantidade de ração consumida, além das perdas de nutrientes por lixiviação que podem prejudicar tanto o desenvolvimento dos peixes como degradar a qualidade da água (FURUYA *et al.*, 1998).

As dietas extrusadas apresentam como característica principal a flutuabilidade. A extrusão consiste em uma combinação de umidade, pressão (30 a 60 atm), temperatura entre 130 e 150°C e atrito mecânico, que resulta em alterações físico-químicas como redução da partícula do ingrediente, gelatinização do amido e inativação dos fatores anti-nutricionais (CHENG; HARDY, 2003). Podem também ser formados complexos amilose-lipídeos, desnaturação de proteínas e rompimento das pontes de hidrogênio (THAKUR; SAXENA, 2000). Durante o processo de extrusão ocorrem a gelatinização, cozimento, fricção molecular, esterilização e secagem da matéria prima, reestruturando-a para criar novas texturas e formatos (EXTRUSADOS, 2003).

Por ser um processo de alta temperatura e curto tempo de residência, as perdas de nutrientes são menores e o cozimento pode melhorar a digestibilidade do produto devido à desnaturação das proteínas e gelatinização do amido. Os produtos extrusados possuem longa vida de prateleira sem refrigeração, apresentando-se com baixa contagem total de microorganismos e livres de patógenos (EXTRUSADOS, 2003).

Existem vários fatores que afetam o produto extrusado entre eles destacam-se a temperatura da extrusão, a umidade da matéria prima, o diâmetro da matriz, a quantidade de amido e a natureza do amido empregado. Segundo Alves e Grossman (2002) o que caracteriza o produto extrusado é o grau de expansão que por sua vez vai afetar a densidade, a fragilidade e a textura do produto confeccionado.

Durante o processo de extrusão, ocorre desnaturação protéica, um conjunto de alterações na conformação da molécula, provocando modificações relacionadas à tecnologia de alimentos (GOMES; AGUILERA, 1984). A proteína desnaturada é a mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas e em muitos casos aumenta a digestibilidade (ARAUJO, 1999). Mas, esse processo só é benéfico para os alimentos quando provoca desnaturação parcial da molécula protéica (LEONEL *et al.*, 2006).

De uma forma geral, o processo de extrusão nas dietas para peixes carnívoros vem revelando bons resultados no crescimento. Contudo, o sucesso do processo de extrusão apresenta correlação positiva com altos níveis de carboidrato (amido) na massa a ser extrusada (HONORATO *et al.*, 2005). As dietas para peixes carnívoros apresentam como características altos níveis de proteína e baixos níveis de carboidratos que variam conforme a fase de cultivo. Esta variação influencia diretamente a qualidade do processo de extrusão. Neste contexto, Honorato *et al.* (2005) observaram que o controle de qualidade de dietas extrusadas é afetado principalmente pelos níveis de macronutrientes, como o carboidrato da dieta e apresenta correlação positiva com a proporção de proteína lixiviada para a água.

Devido à grande importância do pintado no cenário econômico da região de Dourados-MS e seus entraves no que tange a alimentação com dietas artificiais faz-se necessário um estudo de caracterização das dietas que estão disponíveis no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de caracterização e controle de qualidade foi realizado no Laboratório de Bromatologia e Laboratório de Patologia Clínica da UNIGRAN no período de março a junho de 2009.

Foram avaliadas sete dietas comerciais para diferentes fases do cultivo de surubim. Foram selecionadas as seguintes dietas: Dieta terminação - Uma dieta para fase final – Term. Dieta crescimento - Duas dietas para fase de crescimento – Cresc. I - Cresc. II; Dieta juvenil - Duas dietas para juvenis – Juv. I - Juv. II; Dieta para alevino - Uma para alevino - Alev.

As dietas testadas foram caracterizadas quando aos parâmetros de controle de qualidade: Peso do pellet, tamanho do pellet, absorção de água, flutuabilidade, densidade da dieta, estabilidade e lixiviação de proteínas conforme descrito:

Peso do pellet: Foram separados aleatoriamente 100 pellets de cada amostra em uma placa de petri para serem pesados em balança analítica.

$$\text{Peso} = \left[\frac{\text{peso das amostras}}{\text{número de amostras}} \right]$$

Tamanho do pellet: Foram separados aleatoriamente 100 pellets de cada amostra a qual se procedeu à medição de cada pellet de ração em paquímetro digital.

$$\text{Tamanho} = \left[\frac{\text{tamanho dos peletes}}{\text{número de medições}} \right]$$

Absorção de água: Foi realizada de acordo com a técnica proposta por Holay e Harper (1982). Em 40 gramas da amostra de cada dieta foi adicionado 200 ml de água a 60°C, seguido de agitação por 10 segundos. Em seguida, a mistura foi filtrada.

$$\text{Abs} = 100 * \left[200 - \frac{\text{Volume do filtrado}}{40} \right]$$

Flutuabilidade: Foi pesada uma amostra de 5g de cada dieta, pesadas em balança analítica e contado o número de pellet. Posteriormente as amostras foram colocadas em um becker contendo 1000 ml de água destilada por 5 minutos e verificado o número de pellet que havia afundado.

$$\text{Flut.} = 100 - \left[\frac{\text{número de grânulos afundados}}{\text{número total de grânulos}} \right] * 100$$

Estabilidade: Foram separados 30 pellet de dieta colocadas em becker com 100 ml água a temperatura ambiente. Foi monitorada a estabilidade da dieta a cada 5 minutos para determinar o tempo máximo que a dieta mantém sua forma original imersa em água.

$$\text{Est.} = 100 * \left[\frac{\text{número de pellet intactos}}{\text{tempo (min)}} \right]$$

Densidade da dieta: Em um elemayer de 40 ml foi colocada as respectivas dietas até a marca que indicava o volume máximo. Posteriormente os becker foram pesados em balança analítica. A densidade foi avaliada pela razão peso: volume.

$$\text{Dens.} = 100 * \left[\frac{\text{peso dos pellets}}{\text{volume do becker}} \right]$$

Lixiviação de proteína: A água remanescente do teste de absorção de água, para leitura foi retirada uma alíquota para quantificação de proteínas totais pelo método de Bradford et al. (1976).

As dietas foram previamente moídas e estocadas sobre refrigeração a -20°C. As dietas utilizadas foram analisadas quanto aos seus teores de umidade, proteína bruta,

extrato etéreo e cinzas, conforme a metodologia de composição bromatológica AOAC (2000).

Os resultados de controle de qualidade foram avaliados em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com sete tratamentos e três repetições. Os resultados de lixiviação de proteína foram analisados em um esquema de parcela subdividida, tendo como tratamento principal as sete dietas e como tratamento secundário os tempos de coleta (inicial, 5, 10, 15, 30 e 60 minutos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de controle de qualidade mostra as características de cada dieta levando em consideração as diferenças na formulação para atender aparentemente a exigência nutricional para cada fase de cultivo.

Os resultados de tamanho e peso dos pellets estão apresentados na Tabela 1. Estes resultados revelaram se de acordo com cada fase de cultivo. Essa verificação se faz imprescindível uma vez que, tamanhos de pellet maior que a capacidade de apreensão (tamanho da boca e do esôfago). A conformidade do tamanho do pellet com a fase de crescimento tem efeito direto com a saciedade dos peixes. Quando essa relação de tamanho do pellet é respeitada para peixes carnívoros faz-se possível diminuir o canibalismo, devido à saciedade alcançada.

Tabela 1- Valores médios e desvio de peso e tamanho dos pellets das dietas para diferentes fases do crescimento de surubim.

Dietas	Peso do pellet (mg)	Tamanho do pellet (mm)
Ter.	1,25 ± < 0,01	14,33 ± 0,58
Cresc I	0,15 ± 0,01	9,00 ± 1,00
Cresc II	0,19 ± 0,01	9,00 ± 1,00
Juv I	0,07 ± 0,01	4,33 ± 0,58
Juv II	0,03 ± 0,01	4,00 ± 0,00
Alev	0,03 ± 0,02	3,67 ± 0,58

Valores expressos em médias ± desvio padrão.

Atualmente há o questionado na piscicultura sobre o processamento aplicado para fabricação da ração, onde se tem dado bastante atenção às rações extrusadas para juvenis e adultos (BOOTH *et al.*, 2000). Neste cenário as dietas extrusadas apresentam destaque pela praticidade de seu uso no cultivo. Utilizando-se o método de extrusão, têm-se obtido amidos modificados com maiores valores de solubilidade em água e com alta capacidade de absorver água, em virtude da gelatinização e dextrinização (GROSSMANN *et al.*, 1988).

O índice de absorção de água é um indicativo de qualidade de processamento da dieta. Pode-se observar que todas as dietas apresentaram altos índices de absorção de água comprovando a qualidade do processo de extrusão (Figura 1). A dieta Juv I foi a que apresentou o maior índice de absorção de água. A menor média foi apresentada pela dieta Cresc II.

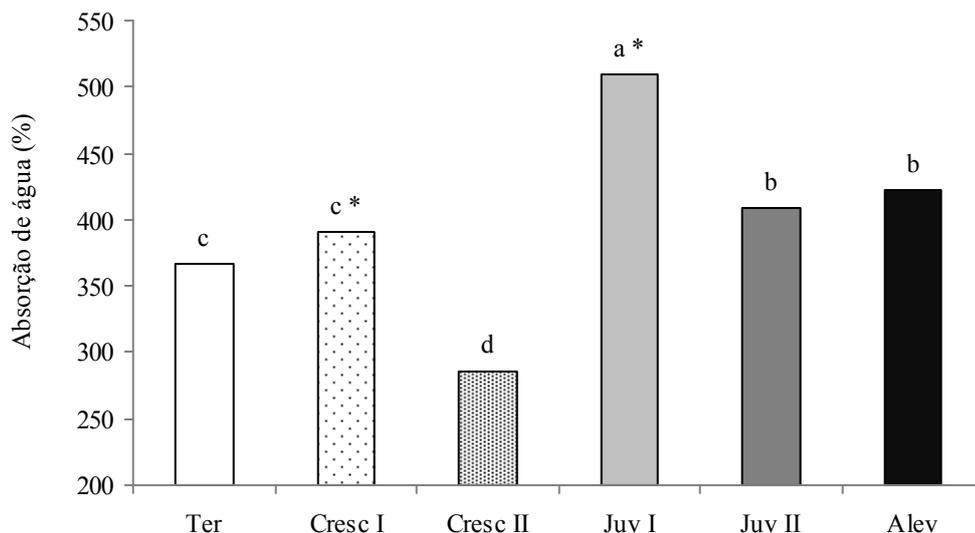


Figura 1 – Médias de absorção de água das dietas para alimentação de surubim. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (*) comparação entre a mesma fase de cultivo.

Segundo Lawrence (1985), com o processamento das dietas o grânulo pode ser aquecido, absorver água e se expandir, exudando parte da amilose e ocorrendo a ruptura das ligações secundárias de hidrogênio que prendem a cadeia do polímero. Com isso é perdida a birrefringência e torna-se mais suscetível à degradação enzimática. Essa ruptura, denominada gelatinização, pode estar associada ao processo de absorção de água. Com base nestes conceitos, este resultado de absorção de água evidencia o eficiente grau de gelatinização de amido na dieta.

Uma das vantagens do uso de dietas extrusadas no sistema de cultivo aquícola é a fluvariabilidade, o que permite o controle do fornecimento das dietas sem proporcionar desperdícios. A fluvariabilidade é reflexo direto da gelatinização do amido e consequentemente do grau de expansão da dieta. O grau de fluvariabilidade da dieta (Figura 2) revelou que a dieta destinada à terminação (Ter) foi a que apresentou o maior índice de fluvariabilidade (100%). Este alto índice pode estar associado aos altos níveis de carboidrato utilizado nesta fase de cultivo. Quando comparamos diferentes dietas na mesma fase de cultivo, observa-se que a dieta Cresc I e Juv I foram que revelaram os maiores índices de fluvariabilidade, reflexo da composição da dieta.

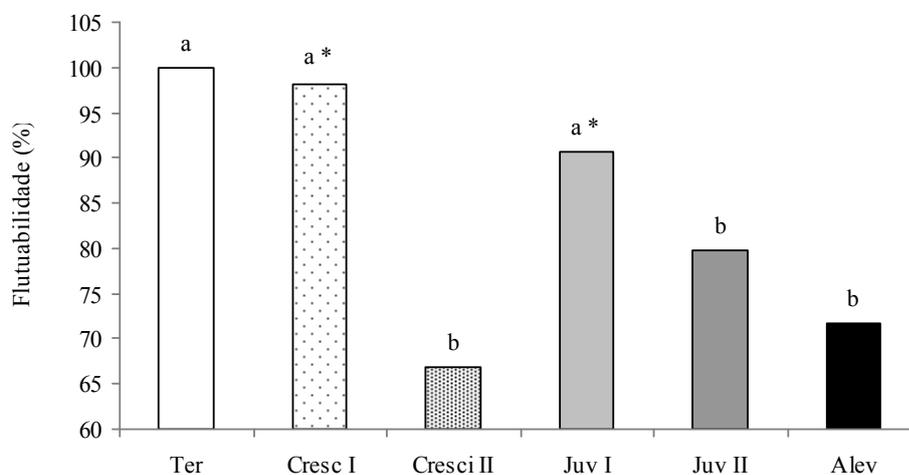


Figura 2 – Médias de fluvariabilidade das dietas para alimentação de surubim. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (*) comparação entre a mesma fase de cultivo.

Os dados de absorção de água e fluvariabilidade apresentaram correlação positiva (Figura 3) o que reafirma que a gelatinização do amido é quem confere a característica de fluvar nas dietas extrusadas.

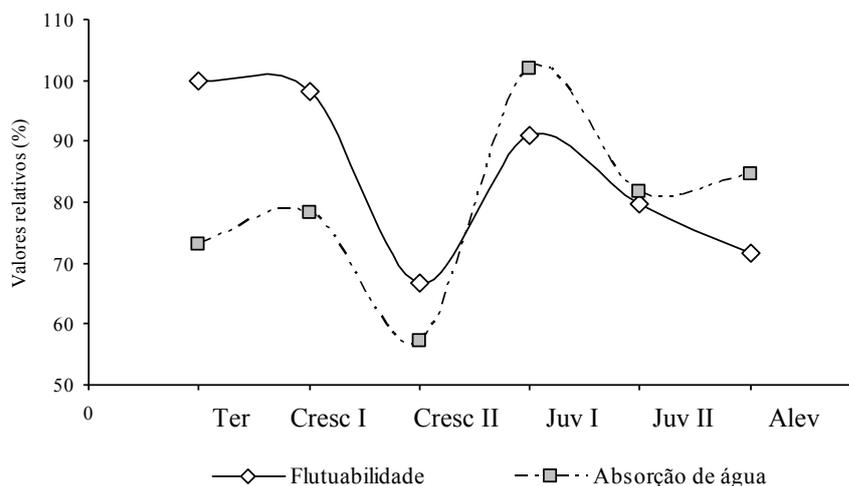


Figura 3 – Valores relativos de fluvariabilidade e de absorção de água das dietas para alimentação de surubim.

A densidade da dieta é um reflexo operacional uma vez que o volume que a dieta ocupa é proporcional aos gastos com armazenamento e embalagens. Os valores de densidade da dieta (Figura 4) revelaram que a dieta Cresc II foi a que apresentou o maior índice. As dietas destinadas a juvenis não apresentaram diferença estatística neste parâmetro. De uma forma geral, as dietas apresentaram altos valores de densidade, que refletem a expansão do amido da dieta.

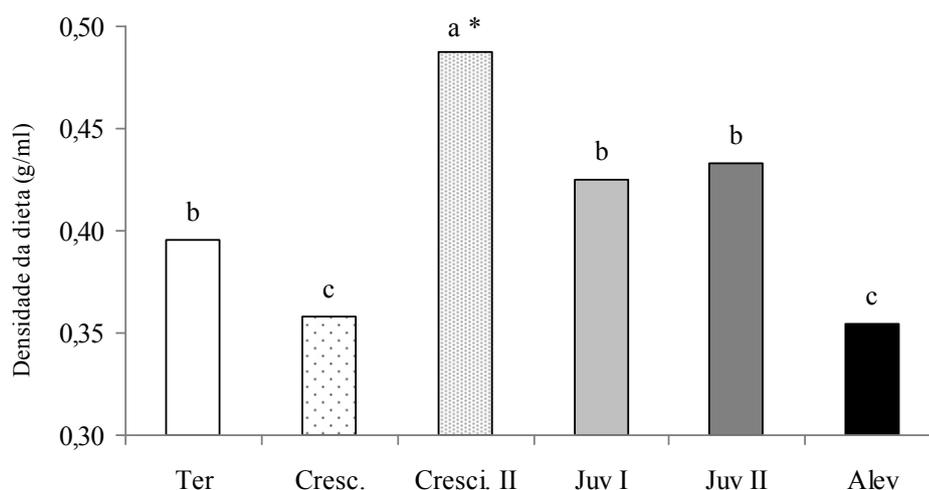


Figura 4 – Médias de densidade das dietas para alimentação de surubim. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (*) comparação entre a mesma fase de cultivo.

A estabilidade da dieta na água reflete diretamente nos parâmetros de qualidade de água. As dietas analisadas apresentaram altos índices de estabilidade em 50 minutos de exposição à água (Figura 5).

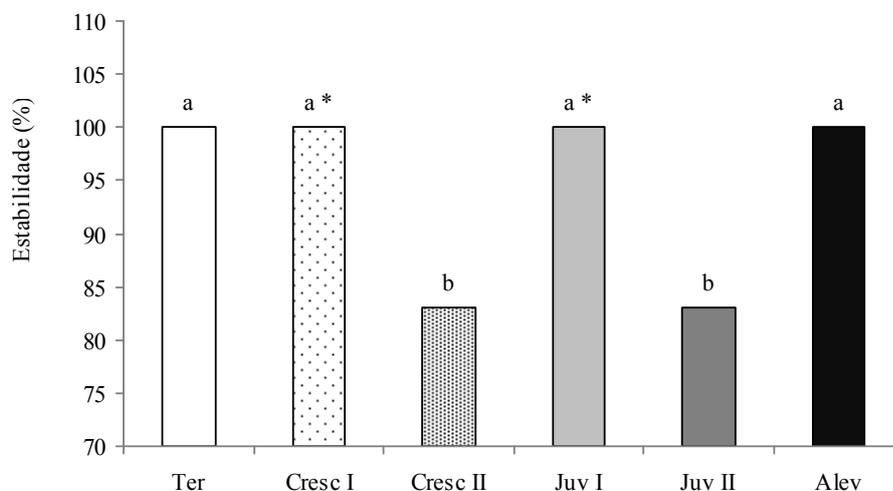


Figura 5 – Médias de densidade das dietas para alimentação de surubim. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (*) comparação entre a mesma fase de cultivo.

A lixiviação de nutrientes para água se faz indispensável, uma vez que, estas perdas podem eutrofizar o ambiente aquático e provocar poluição ao meio ambiente. Outro reflexo é que este nutriente deveria ser aproveitado pelo peixe. Os níveis de lixiviação de proteína foram considerados insignificantes pelos baixos valores apresentados para todas as dietas (Figura 6).

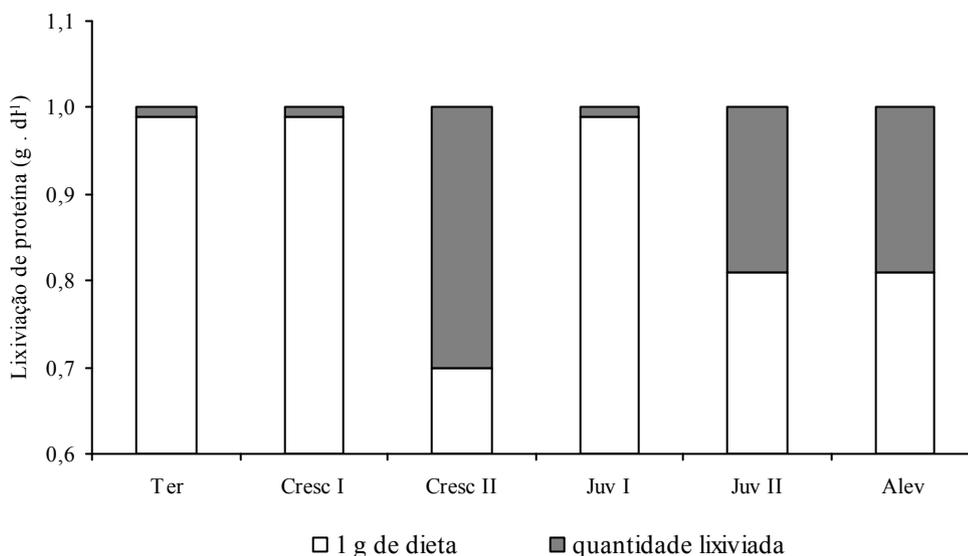


Figura 6 – Médias de lixiviação de proteína das dietas para alimentação de surubim.

Contudo, cabe destacar que a dieta Cresc II apresentou o maior valor de lixiviação de proteína o que pode estar associado aos baixos índices de controle de qualidade obtidos na absorção de água. As perdas de nutrientes para o meio aquático influenciam diretamente o desempenho animal pela redução do aproveitamento dos

nutrientes perdidos na lixiviação ou pela deteriorização da água (FURUYA *et al.*; 1998).

Os baixos valores de lixiviação de proteína podem ser reflexos do sucesso do processo de extrusão pelos níveis adequados de carboidratos utilizados na formulação da dieta. Segundo Honorato *et al.* (2005) o aumento de carboidratos nas dietas extrusadas diminui a lixiviação de proteína.

As análises bromatológicas das dietas utilizadas nas diferentes fases do crescimento do surubim apresentaram-se dentro do padrão de qualidade de dietas secas (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição bromatológica em porcentagem das dietas utilizadas nas diferentes fases do crescimento do surubim.

Dietas	MS %	PB %	EE %	MM %	ENN %
Ter	95,66± 0,5	29,32± 0,4	5,97± 1,0	7,71± 1,2	52,65± 1,3
Cresc I	93,1± 9,8	32,55± 6,7	8,33± 0,8	12,77± 1,2	39,44± 1,0
Cresc II	99,26± 2,8	32,49± 7,3	5,41± 1,5	14,45± 0,1	46,91± 8,6
Juv I	99,93± 1,3	41,65± 1,1	5,21± 0,3	15,39± 0,4	37,68± 0,1
Juv II	95,26± 0,5	35,75± 0,1	8,14± 0,4	11,44± 0,8	39,93± 1,6
Alevino	98,53± 2,1	37,48± 0,7	3,53± 2,3	15,05± 0,7	42,46± 4,4

MS – matéria seca; PB – proteína bruta; LIP – lipídeos; MM – matéria mineral; ENN – extrativo não nitrogenado. Dados apresentados com médias ± D. P. (desvio padrão)

A matéria seca apresentou valores acima de 90% o que garante que a dieta pode ser armazenada sem oferecer riscos de contaminação, principalmente por fungo. Os teores de carboidrato são maiores que 30% o que garante a qualidade do processo de extrusão. Os teores de matéria mineral estão elevados o que pode acarretar problemas digestivos aos peixes.

Os níveis de proteína e energia utilizados para as diferentes fases de cultivo ainda não podem ser contestados para esta espécie, uma vez que, ainda são poucos os dados sobre exigência nutricional para esta espécie e para suas fases de crescimento. Neste contexto, Lundstedt (2003) encontrou para juvenis de pintado os melhores resultados com 40% PB, 13% de amido e 4150 kcal/kg de ração, no entanto ao empregar dietas energia-variável, observou que a melhor combinação foi a de 32% PB, 27% de amido e 3500 kcal/kg. Gonçalves (2002) testando níveis de proteína digestível para alevinos de pintado observou que a exigência para esta fase é de 32% PD. No entanto, ainda há uma lacuna no que tange as exigências de proteína e da relação proteína e energia para a fase de terminação.

CONCLUSÃO

As dietas testadas para alimentação de surubins são adequadas por apresentarem boa qualidade do processo de extrusão o que garantiu altos índices de gelatinização do amido. Maiores estudos devem ser realizados a fim de monitorar a qualidade do processo aplicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. M. L.; GROSSMANN, M.V.E. Parametros de extrusão para produção de snacks de farinha de cará (*Dioscorea alata*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas: São Paulo, Brasil, v.22, n.1, p.32-38, 2002.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: Minas Gerais, Brasil, UFV, p.282, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Oficial Methods of Analysis**, 17th edn. AOAC, Gaithersburg, MD, USA, 2000.

BATAGLIA A. M. **A extrusão no preparo de alimentos para animais**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3. Seminário sobre Tecnologia da Produção de Rações, 2, 1990, Campinas: São Paulo, Brasil, CBNA, 1990. p.73-81.

BOOTH, M. A.; ALLAN, G. L.; WARNER-SMITH, R. Effects of grinding, steam conditioning and extrusion of a practical diet on digestibility and weight gain of silver perch, *Bidyanus bidyanus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 182, p. 287-299, 2000.

CHENG, Z. J.; HARDY, R.W. Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture nutrition**, Berlin, Alemanha, v.9, p.77-83, 2003.

EXTRUSADOS, Disponível em <http://www.milly.com.br/estrusados.html>. Acesso em 12 de fevereiro de 2003.

FURUYA, W. M.; SOUZA, S. R.; FURUYA, V. R. B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R. P. Dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria: Rio Grade do Sul, Brasil, v. 28, p. 483-487, 1998.

GOMES, M. H.; AGUILERA, J. M. A. physicochemical model for extrusion of corn starch. **Journal Food Science**, Chicago, v.49, p.40-63, 1984.

GONÇALVES, E. G. **Coefficientes de digestibilidade aparente da proteína e da energia dos alimentos e exigência de proteína digestível em dietas para o crescimento do pintado**, *Pseudoplatystoma coruscans*. 2002. 59f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura). Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal: São Paulo, Brasil, 2002.

GROSSMANN, M. V. E.; EL- DASH, A. A.; CARVALHO, J. F. Extrusion cooking effects on hydration properties of moniac starsh. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba: Paraná, Brasil, v. 31, p. 329-335, 1998.

HALVER, J. E; HARDY, R. W. Nutrient Flow and Retention. In: Halver, J. E; Hardy, R.W. (eds). **Fish Nutrition**. 3 ed, Academic Press, USA, p. 755-770, 2002.

HOLAY, S.H., HARPER, J.M. Influence of the extrusion shear environment on plant protein texturization. **Journal Food Science**, Chicago, 47(6):1869-1874, 1982.

HONORATO, C. A.; CARNEIRO, D. J.; MORAES, G. **Controle de qualidade em dietas extrusadas para o crescimento de pacu** (*Piaractus mesopotamicus*). In: V Seminário Internacional de Aquicultura, 2005, Bogotá.

KAUSHIK, S. J.; OLIVA-TELES, A. 1985. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 50, p. 89-101, 1985.

KUMAR, S.; SAHU, N. P.; PAL, A. K.; CHOUDHURY, D.; MUKHERJEE, S. C. Studies on digestibility and digestive enzyme activities in *Labeo rohita* (Hamilton) juveniles: effect of microbial α -amylase supplementation in non-gelatinized or gelatinized corn-based diet at two protein levels. **Fish Physiol And Biochem**, Holanda, v.32, p. 209-220, 2006.

LAWRENCE, T. L. J. Processing and preparation of cereals for pig diets. In: COLE, D.J.A., HARESIGN, W. (eds.) **Recent developments in pig nutrition**. London: Butterworths. p. 230-45, 1985.

LEONEL, M.; MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z.; IATAURO, R. A.; DUARTE FILHO, J. Efeito de parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de produtos de inhome.

Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas: São Paulo, Brasil, v. 26, n. 2, p. 459-464, 2006.

LUNDSTEDT, L.M. **Aspectos adaptativos dos processos digestivo e metabólico de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) arraçoados com diferentes níveis de proteína e energia**. 2003. 140f. Tese (Doutorado em Genética e Evolução). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: São Paulo, Brasil, 2003.

LUNDSTEDT, L.M., MELO, J. F. B., MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Canada, v. 137, Part B, p. 331–339, 2004.

MOHANTA, K.N.; MOHANTY, S.N.; JENA, J.K. Protein-sparing effect of carbohydrate in silver barb, *puntius gonionotus* fry. **Aquaculture Nutrition**, Berlin, Alemanha, v.13, p. 311-317, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes**: nutrient requirements of domestic animals. Washington, D.C: p. 114, 1993.

SINGH, R. K.; BALANGE, A. K.; GHUGHUSKAR, M. M. Protein sparing effect of carbohydrate in the diet of *Cirrhinus mrigala* (Hamilton, 1822) fry. **Aquaculture**, Amsterdam v.258, p. 680-684, 2006.

TAKEUCHI, T.; JEONG, K. S.; WATANABE, T. Availability of extruded carbohydrate ingredients to rainbow trout *oncorhynchus mykiss* and carp *cyprinus carpio*. Bulletin Japanese **Society Science Fish**, Tokio, v. 56, n. 11, p. 1839-1845, 1990.

THAKUR, S.; SAXENA, D. C. Formulation of extruder snack food gum based cereal-pulse blend: optimization of ingredients levels using response surface methodology. **Lebensmittel Wissenschaft Technologie**, London, v. 33, p. 354-361, 2000.

BRADFORD, M.M., MCRORIE, R.A., WILLIAM, W.L. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal Biochem**, v. 72, p. 248-254, 1976.

Enviado em: fevereiro de 2011.

Revisado e Aceito: março de 2011.