

## SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE CARNE E OSSOS POR FARELO DE SOJA EM DIETAS PARA *Cyprinus carpio*<sup>1</sup>

S. Marasca<sup>2</sup>, M. R. C. Jovanovichs<sup>3</sup>, E. G. Durigon<sup>2</sup>, J. Uczay<sup>2</sup>, J. B. Gonzatto<sup>2</sup>, R. Lazzari<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Recebido em 18/07/2018. Aprovado em 11/03/2019.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, RS, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Federal Farroupilha, campus Julio de Castilhos, RS, Brasil.

\*Autor correspondente: rlazzari@ufsm.br

**RESUMO:** Os ingredientes de origem animal possuem boa composição aminoacídica, porém muitas vezes com grande variação quantitativa. Neste trabalho foi avaliada a substituição da farinha de carne e ossos de suínos por farelo de soja na alimentação de juvenis de carpa comum. Utilizou-se 135 peixes em sistema com recirculação de água. Foram testadas três dietas: DA (dieta com proteína animal), DV (dieta 100% vegetal, utilizando farelo de soja e Concentrado Proteico de Soja) e DV1 (dieta DV suplementada com 1% de lisina sintética). Após 35 dias de experimento, foram mensurados parâmetros de desempenho, teor de lipídios corporais e glicose plasmática nos peixes. Os valores de comprimento, ganho de peso e lipídios corporais foram menores nos peixes alimentados com dietas vegetais (DV e DV1). Os peixes alimentados com dietas vegetais apresentaram maiores valores de glicose. Conclui-se que a dieta contendo farinha de carne e ossos de suínos com fonte protéica principal é a melhor opção para a alimentação de juvenis de carpa comum.

**Palavras-chave:** Aminoácidos essenciais, farelos de origem vegetal, farinha animal, nutrição.

## REPLACEMENT OF MEAT AND BONE MEAL BY SOYBEAN MEAL IN DIETS FOR THE *Cyprinus carpio*

**ABSTRACT:** Ingredients of animal origin are characterized by a good amino acid composition, but frequent wide quantitative variation. This work evaluated the replacement of meat and bone meal by soybean meal in the feeding of juvenile common carp. Thirty-five animals were used in a water recirculation system. Three diets were tested: DA (diet with animal protein), DV (100% plant diet using soybean meal and Soy Protein Concentrate) and DV1 (DV diet supplemented with 1% synthetic lysine). After 35 days of the experiment, performance parameters, body lipid content and plasma glucose were measured in the fish. The length, weight gain and body lipids were lower in animals fed the plant diets (DV and DV1). Animals fed the plant diets had higher glucose levels. It is concluded that the diet containing porcine meat and bone meal as protein base is the best option for feeding juvenile common carp.

**Key words:** Animal meal, essential amino acids, nutrition, plant feeds.

## INTRODUÇÃO

A piscicultura é atualmente a atividade agropecuária em maior expansão. Segundo levantamentos da Peixe BR (2018), houve um aumento de 8% na produção aquícola no Brasil somente em 2017 e se comparar entre os anos de 2014 á 2017 houve um aumento de 16,32%, sendo que a produção nacional em 2017 foi de 691.700 toneladas. A atividade gera um PIB de R\$ 5 bilhões, que mobiliza 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores, proporcionando 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. O potencial brasileiro é enorme e o país pode se tornar um dos maiores produtores mundiais de pescado (MPA, 2013).

A carpa comum (*Cyprinus carpio*), é a 3ª espécie mais produzida no mundo, com uma produção de 4.557 toneladas, sendo que em 2016 apresentou um crescimento de 8% (FAO, 2018). Atualmente esta espécie é muito utilizada em sistemas de produção semi-intensivos (KHAN et al., 2016), sendo considerada uma espécie com grande potencial devido a sua tolerância a baixos níveis de oxigênio, resistência a ampla faixa de temperatura, fácil reprodução, boa adaptação aos sistemas de produção e boa aceitação a dietas comerciais (OMAR et al., 2012; TANG et al., 2013).

As fontes proteicas de origem animal são ingredientes que apresentam altos níveis de proteína, composição em aminoácidos equilibrada e pouco ou nenhum fator antinutricional (VEIVERBERG et al., 2008). Em contrapartida, possuem um custo elevado e disponibilidade variada no mercado, e através de estudos e pesquisas está tentando-se substituir por fontes de origem vegetal, que supram da mesma forma as necessidades nutricionais do animal, apresentando esta uma disponibilidade contínua no mercado, como consequência um menor custo (YAMAMOTO et al., 2017).

O farelo de soja é um ingrediente usado mundialmente na substituição das farinhas de origem animal (ASSANO et al., 2011), pois possui alto teor de proteína de bom valor biológico. Entretanto, é deficiente em alguns aminoácidos essenciais, como lisina e metionina (VEIVERBERG et al., 2008; YAMAMOTO et al., 2017). Portanto, uma alternativa para o uso de fontes vegetais como o farelo de soja, pode ser a adição de aminoácidos livres limitantes, a

fim de se obter rações com qualidade proteica equivalente aquela obtida a partir das fontes de origem animal.

A lisina é o aminoácido que está presente em maior proporção no tecido muscular dos peixes, sendo o primeiro aminoácido limitante em algumas fontes proteicas de origem vegetal comumente utilizadas para a substituição de fontes proteicas de origem animal (SILVA et al., 2018). Merece, portanto uma atenção especial nos níveis de inclusão nas dietas, pois o nível adequado deste aminoácido pode melhorar o valor nutricional dos alimentos (NGUYEN; DAVIS, 2016). Em dietas, contendo 40% de farelo de soja, a suplementadas com 0,4% de lisina proporciona maior desempenho para carpas em comparação a não suplementadas (DENG et al., 2011). No entanto o excedente de nutrientes também não é desejado devido a uma maior poluição ambiental (TRBOVIĆ et al., 2013).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a substituição da farinha de carne e ossos de suínos por farelo de soja, suplementado ou não com lisina sintética, em dietas para juvenis de carpa comum (*Cyprinus carpio*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante 35 dias, nas instalações do Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Palmeira das Missões. Utilizou-se um sistema de recirculação de água, composto por nove tanques (250 L), no qual possuíam entrada e saída de água individual. O sistema foi composto ainda por um reservatório de água (2000 L), para abastecimento dos tanques e um biofiltro, constituído por um tanque de plástico (500 L) com pedra brita para efetuar a filtragem biológica. A água de abastecimento foi proveniente de poço artesiano.

Foram utilizados 135 juvenis de carpa comum (*Cyprinus carpio*) com peso médio inicial de  $5,3 \pm 1,81$  g, sendo utilizado 15 peixes por caixa com 3 tratamentos e 3 repetições. Antes do início do experimento, os animais foram acondicionados no sistema onde passaram por sete dias de adaptação. Os protocolos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFSM-RS sob número 026/2013.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com Bergamin et al. (2010). No qual utilizou-se uma dieta com proteína de origem animal como tratamento controle (DA) e mais duas dietas no qual a proteína foi 100% proveniente de origem vegetal. Sendo que uma dessas sem adição de lisina sintética (DV) e a outra com adição de 1% de lisina sintética (DV1) (Tabela 1).

Para a fabricação das dietas experimentais os ingredientes foram pesados e posteriormente misturados, através de amassadeira industrial, até completa homogeneização. Então se adicionou água na mistura para realizar a peletização obtendo-se grânulos de 3mm, após isso, a ração foi levada à estufa com

circulação de ar forçado durante 24 horas a uma temperatura de 55°C. Depois da secagem, as rações foram moídas para a obtenção de grânulos de tamanho adequado a ingestão desta pelos peixes.

A alimentação dos peixes foi realizada três vezes ao dia (9, 13 e 17 h), no qual foi fornecido 4,5% do peso vivo em ração, diariamente. No horário das 13 h, antes da alimentação, todos os resíduos do dia anterior eram retirados, através de sifonagem, com uma posterior renovação de 10% da água do sistema. Semanalmente os peixes de cada unidade experimental foram pesados para aferição da biomassa e ajuste no consumo de ração.

O controle da qualidade da água foi

**Tabela 1 - Composição das dietas experimentais.**

INGREDIENTES	Tratamentos <sup>1</sup>		
	DA	DV	DV1,0
Farinha de carne e ossos suína	50	-	-
Farelo de soja	-	42	42
Milho	12,99	7,49	7,49
Farelo de arroz	30	29,5	28,5
Concentrado proteico de soja	-	12	12
Lisina sintética	-	-	1
Óleo de soja	2	4	4
Sal	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1
Vitaminas e minerais <sup>2</sup>	3	3	3
BHT <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01
Composição centesimal (%MS) <sup>4</sup>			
Matéria seca	91,74	89,91	90,00
Proteína bruta	33,06	32,18	33,01
Energia bruta	3983,21	4220,69	4177,34
Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>5</sup>	332,49	336,67	338,14
Extrato etéreo	8,77	5,66	5,64
Fibra bruta	3,54	6,76	6,65
Matéria mineral	16,30	5,94	5,85
Extrato não nitrogenado	38,34	49,47	48,86

<sup>1</sup>Tratamentos: DA: tratamento controle; DV: tratamento vegetal sem adição de lisina; DV1,0: tratamento vegetal com 1,00% de lisina sintética. Dietas experimentais baseadas em Bergamin (2010).

<sup>2</sup>Mistura vitamínica e mineral (níveis de garantia por quilograma do produto) - ácido fólico: 250mg; ácido pantotênico: 5.000 mg; antioxidante: 0,60 g; biotina: 125 mg; cobalto: 25 mg; cobre: 2.000 mg; ferro: 820 mg; iodo: 100 mg; manganês: 3750 mg; niacina: 5.000 mg; selênio: 75 mg; vitamina A: 1.000.000 UI; vitamina B1: 1.250 mg; vitamina B12: 3.750 mcg; vitamina B2: 2500 mg; vitamina B6: 2.485 mg; vitamina C: 28.000 mg; vitamina D3: 500.000 U.I; vitamina E: 20.000 UI; vitamina K: 500 mg; zinco: 17.500 mg.

<sup>3</sup>BHT: composto orgânico lipossolúvel e antioxidante.

<sup>4</sup>Valores calculados segundo as tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

<sup>5</sup>Calculada: ED = PB x 4,23 + EE x 8,50 + ENN x 3,08, adaptado de Bureau et al. (2002).

realizado através de limpezas periódicas dos encanamentos que compõe o sistema de criação, sifonagem diária de resíduos dos tanques e do biofiltro, sendo posteriormente realizada renovação parcial da água do sistema e monitoramento dos parâmetros físicos e químicos da água. Diariamente foi mensurada a temperatura (°C) e o oxigênio dissolvido (mg/L). Semanalmente, foram mensurados amônia total (mg/L), nitrito (mg/L), Ph, dureza (mg/L CaCO<sub>3</sub>) e alcalinidade (mg/L). Para a aferição da temperatura e do oxigênio dissolvido foi utilizado um oxímetro digital da marca YSI, modelo 550<sup>®</sup>. A amônia total foi determinada pela técnica do salicinato (VERDOW et al., 1978), já o nitrito, dureza e alcalinidade foram determinadas usando kit colorimétrico (Alfa-Tecnoquímica<sup>®</sup>), o pH foi mensurado através do instrumento pH100A da marca YSI<sup>®</sup>. A água para a realização das análises foi coletada na entrada do filtro biológico, antes da sifonagem diária. Os valores mínimos, máximos e médios dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água encontram-se na Tabela 2, sendo que os mesmos estão dentro dos limites aceitáveis para a espécie (BERGAMIN et al., 2010).

Foram realizadas duas biometrias para coleta de dados, uma no início e outra no final do experimento. Os dados coletados foram: peso (g) utilizando balança digital com duas casas decimais, comprimento total (cm) e comprimento padrão (cm) através de ictiômetro graduado. A partir destas medidas biométricas e dos resultados das análises das dietas foram estimados: peso médio (g), comprimento total e padrão (cm), fator de condição, taxa de crescimento específico (%/dia):  $TCE = \frac{\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})}{\text{dias}} * 100$ , ganho de peso diário (g) = (peso final - peso inicial)/dias e ganho de peso relativo.

**Tabela 2 - Valores dos parâmetros da água obtidos durante o período experimental.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio
Temperatura manhã (°C)	16	26,7	21,77 ± 3,21
Temperatura tarde (°C)	17	28	22,74 ± 3,08
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,55	8,67	7,62 ± 0,61
Amônia total (mg/L)	0,50	0,50	0,50 ± 0
Nitrito (mg/L)	0,01	0,05	0,02 ± 0,02
pH	7,5	7,5	7,5 ± 0
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	100	140	115 ± 13,78
Alcalinidade total (mg/L)	60	70	67,33 ± 3,93

Ao final do experimento coletou-se sangue de um peixe por caixa, totalizando três animais por tratamento, por meio de punção na veia caudal. Imediatamente após a coleta realizou-se a leitura da glicose com aparelho medidor portátil (Accu-check Active<sup>®</sup>). Após as coletas de sangue, foram capturados e abatidos por punção cervical 10 peixes por tratamento para análise do teor corporal de lipídios (BLIGH e DYER, 1959).

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com três tratamentos e três repetições (nove tanques). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Após este procedimento, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas ( $P < 0,05$ ), foram comparadas pelo teste de Dunnett, considerando a dieta composta por ingredientes de origem animal como controle.

## RESULTADOS

O peso final dos peixes alimentados com dietas de origem vegetal, com ou sem lisina sintética (DV e DV1), foi inferior ( $P < 0,05$ ) ao peso final dos peixes alimentados com a dieta contendo fonte proteica de origem animal (DA) (Figura 1).

Os valores de CT, CP, TCE e GPR das carpas foram superiores nos peixes alimentados com a dieta contendo farinha de carne e ossos. O fator de condição (FC) dos peixes não diferiu entre os tratamentos testados ( $P > 0,05$ ). Menores teores de lipídios corporais foram observados nas dietas contendo fontes proteicas vegetais (DV e DV1, Tabela 3). Os peixes alimentados com dietas contendo farinha de carne e ossos apresentaram menor quantidade de glicose plasmática (Figura 2).

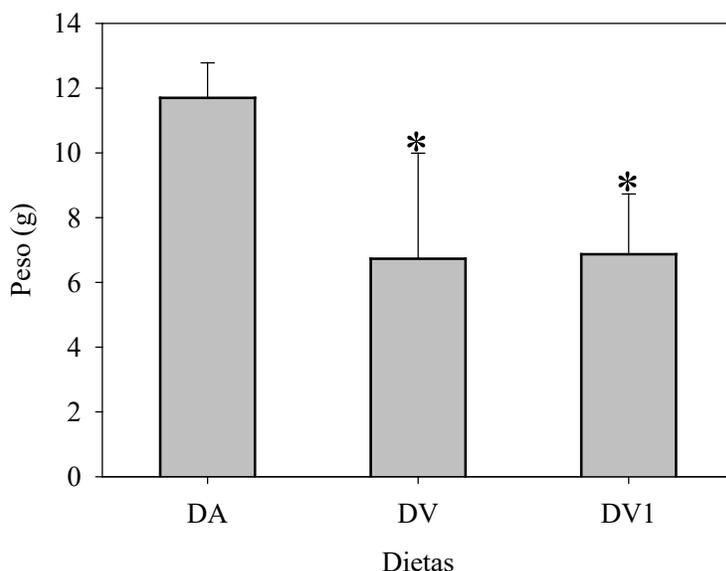


Figura 1 - Peso de carpas comum submetidas à dietas contendo fonte protéica de origem animal e dietas vegetais. Médias assinaladas com \* indicam diferença significativa em relação ao tratamento controle (DA), pelo teste de Dunnet ( $p < 0,05$ ).

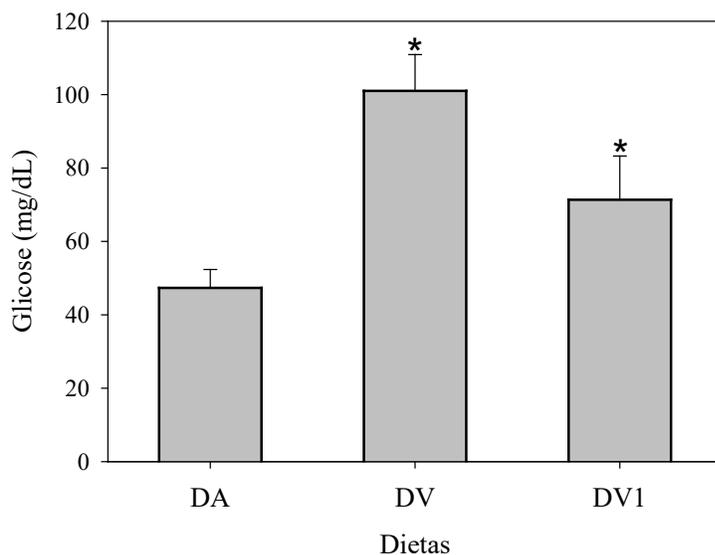


Figura 2 - Níveis de glicose em carpas comum submetidas à dietas contendo fonte protéica de origem animal e dietas vegetais. Médias assinaladas com \* indicam diferença significativa em relação ao tratamento controle (DA), pelo teste de Dunnet.

## DISCUSSÃO

Em estudos avaliando a substituição de farinha de carne suína por farelo de canola e de soja nas dietas de juvenis de carpa húngara, também houve um maior crescimento nos peixes alimentados com a dieta contendo o maior nível de farinha de carne (BERGAMIN

et al., 2010). O menor crescimento dos animais alimentados com fontes vegetais pode estar relacionado à presença de fibra e fatores antinutricionais, resultando em baixa digestibilidade de aminoácidos e a baixa palatabilidade (TORRECILLAS et al., 2017).

A taxa de crescimento específico (TCE) e o

ganho em peso relativo (GPR) são variáveis que visam mostrar a velocidade de crescimento dos peixes, tanto em percentual por dia como em relação ao peso inicial. Em ambas variáveis, verificou-se que a adição de lisina na dieta vegetal não foi eficiente para melhorar a TCE e o GPR (Tabela 3).

Observou-se maior quantidade de lipídios nos peixes alimentados com a dieta DA, sendo que as dietas vegetais com e sem lisina sintética proporcionaram redução significativa nesse parâmetro, isto pode ser explicado devido a alta concentração de gordura presente na farinha de carne (ROSTAGNO et al., 2011), sendo que a composição da dieta afeta diretamente a composição corporal dos peixes, principalmente os lipídios (TOMÁS et al., 2005)

A glicose mensurada no plasma dos peixes alimentados com DV e DV1 foram respectivamente:  $101,00 \pm 9,90$  mg/dL e  $71,33 \pm 11,93$  mg/dL, sendo esses valores significativamente superiores aos encontrados nas carpas alimentadas com a dieta à base de proteína de origem animal (DA), no qual a glicose mensurada foi de  $47,33 \pm 5,03$  mg/dL (Figura 2). A determinação da glicose plasmática é importante para o conhecimento do metabolismo dos peixes em função das alterações da dieta, além de servir como indicativo de saúde (KUMAR et al., 2010).

Pode-se sugerir que este aumento da glicose sanguínea tem como causa primária o consumo de carboidratos. Sendo que

animais consumindo maiores quantidades de carboidratos tendem a ter maiores níveis de glicose circulante, podendo isso até ser prejudicial aos peixes, pois pode provocar hiperglicemia e conseqüente redução na ingestão de alimentos (glicemia elevada reduz o apetite) e crescimento (BALDISSEROTTO, 2013).

A suplementação de aminoácidos, utilizando-os na forma livre, nem sempre é a mais recomendada, visto que a absorção de peptídeos é mais rápida que os próprios aminoácidos livres, o que pode explicar o fato da dieta suplementada com lisina sintética (DV1) não ter apresentado um desempenho satisfatório neste experimento. Portanto a adição de aminoácidos livres pode não ser a melhor maneira de aumentar a absorção de proteína nas dietas (BALDISSEROTTO, 2013; MICHELATO et al., 2016).

Segundo o NRC (2011) a exigência de lisina requerida pela carpa comum é de 2,2% do total da dieta e de 5,7% em relação a PB da dieta. Já Signor et al. (2017), em estudos com juvenis dessa mesma espécie conclui que a exigência de lisina na dieta é de apenas 1,89%, neste caso, a dieta vegetal (DV) sem a adição de lisina sintética, já teria suprido a demanda desse aminoácido essencial (Tabela 4), pois tem em sua formulação o farelo de soja e o concentrado proteico de soja, sendo que esses possuem 2,79 e 4,07% de lisina na MS, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2011), totalizando 2,02%

**Tabela 3 - Variáveis de desempenho e composição corporal de carpas comum submetidas à dietas contendo diferentes níveis de lisina sintética em dietas com fontes proteicas de origem vegetal.**

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>			
	DA	DV	DV1,0	P
Desempenho				
CT (cm)	8,70 ± 0,22	7,29 ± 0,76*	7,58 ± 0,31*	0,0092
CP (cm)	6,87 ± 0,25	5,83 ± 0,60*	5,97 ± 0,26*	0,0128
FC	1,77 ± 0,05	1,64 ± 0,29	1,55 ± 0,22	NS
TCE (%/dia)	2,10 ± 0,11	0,83 ± 0,85*	0,55 ± 0,52*	0,0092
GPR (%)	108,80 ± 7,91	37,68 ± 37,62*	22,56 ± 23,30*	0,0029
Composição corporal				
Lipídios (%)	8,29 ± 0,88	6,58 ± 0,77*	5,63 ± 0,46*	0,0041

<sup>1</sup>Tratamentos: DA: tratamento controle; DV: tratamento vegetal sem adição de lisina; DV1,0: tratamento vegetal com 1,00% de lisina sintética.

CT: comprimento total médio; CP: comprimento padrão médio; FC: Fator de condição; TCE: taxa de crescimento específico; GPR: ganho de peso relativo.

Os valores da variável sobrevivência foram submetidos à transformação do tipo raiz quadrada.

Médias assinaladas com \* indicam diferença significativa em relação ao tratamento controle (DA), pelo teste d Dunnet.

Tabela 4 - Composição aminoacídica das dietas experimentais.

Aminoácidos <sup>2</sup>	Exigência <sup>3</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>		
		DA	DV	DV1,0
Lisina%	2,20	1,70	2,02	3,02
Arginina%	1,70	2,28	2,39	2,38
Histidina%	0,80	0,64	0,83	0,82
Isoleucina%	1,00	1,00	1,45	1,45
Leucina%	1,30	2,05	2,55	2,54
Metionina + Cistina%	0,80	0,88	0,88	0,88
Fenilalanina + Tirosina%	1,30	1,85	2,12	2,11
Treonina%	1,50	1,10	1,33	1,32
Triptofano%	0,30	0,22	0,51	0,51
Valina%	1,40	1,51	1,69	1,68

<sup>1</sup>Tratamentos: DA: tratamento controle; DV: tratamento vegetal; DV1,0: tratamento vegetal com 1,00% de lisina sintética.

<sup>2</sup>Valores calculados segundo as tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

<sup>3</sup>Exigência de aminoácidos limitantes para carpa comum (*cyprinus carpio*) baseado no NRC 2011.

de lisina total na dieta e 6,28% em relação a PB da dieta. Este resultado é semelhante ao encontrado por Silva et al. (2018) que relata em seu trabalho que a exigência de lisina para tambaqui (*Colossoma macropomum*) é de 1,78%. Já para tilápia a exigência é de 1,45% (MICHELATO et al., 2016), enquanto que as dietas DA, DV e DV1 continham 1,70, 2,02 e 3,02% de lisina respectivamente (tabela 4), no qual não seria necessária a adição deste aminoácido em específico, pelo fato deste já estar presente em proporções ideais na dieta DV. Mais estudos devem ser feitos visando buscar alternativas para substituir rações baseadas em fontes de origem animal por rações com base nas fontes de origem vegetal sem afetar o desempenho dos peixes.

### CONCLUSÕES

A adição de lisina sintética em dieta com base vegetal não é eficiente na alimentação da carpa comum nas fases iniciais.

A dieta composta por fonte proteica de origem animal (farinha de carne e ossos de suínos) é a melhor opção para a alimentação de juvenis de carpa comum.

### REFERÊNCIAS

- ASSANO, M.; RAMIREZ, A.P.M.; STECH, M.R.; HONORATO, C.A.; MALHEIROS, E.B.; CARNEIRO, D.J. Desempenho de tilápia-do-nilo cultivadas em viveiros alimentadas com diferentes fontes e níveis protéicos. **Ensaio e Ciências: Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde**, v.15, p.81-90, 2011. <http://dx.doi.org/10.17921/1415-6938.2011v15n5p%25p>
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 3.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2013. 352p.
- BERGAMIN, G.T.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T.; LAZZARI, R.; MASCHIO, D.; KNAPP, V. Substituição da farinha de carne suína por fontes vegetais em dietas para carpa-Húngara. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1189-1197, 2010. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2010001000019>
- BLIGH, E.; DYER, W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry**, v.37, p.911-917, 1959. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca**

- e aquicultura:** Brasil 2013. Brasília: MPA, 2013.
- DENG, J.; ZHANG, X.; TAO, L.; BI, B.; KONG, L.; LEI, X. D-lysine can be effectively utilized for growth by common carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.467-475, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00783.x>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Roma: FAO, 2018. 233p.
- KHAN, M.N.; SHAHZAD, K.; CHATTA, A.; SOHAIL, M.; PIRIA, M.; TREER, T. A review of introduction of common carp *cyprinus carpio* in pakistan: origin, purpose, impact and management. **Croatian Journal of Fisheries** v.74, p.71-80, 2016. <https://doi.org/10.1515/cjf-2016-0016>
- KUMAR, V.; MAKKAR, H.P.S.; AMSELGRUBER, W.; BECKER, K. Physiological, haematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, p.2063-2072, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.05.007>
- MICHELATO, M.; OLIVEIRA VIDAL, L.V.; XAVIER, T.O.; MOURA, L.B.; ALMEIDA, F.L.A.; PEDROSA, V.B.; FURUYA, V.R.B.; FURUYA, W.M. Dietary lysine requirement to enhance muscle development and fillet yield of finishing Nile tilapia. **Aquaculture**, v.457, p.124-130, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.022>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2011. 376p.
- NGUYEN, L.; DAVIS, D.A. Comparison of crystalline lysine and intact lysine used as a supplement in practical diets of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, n.464, p.331-339, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.07.0205>
- OMAR, S.S.; MERRIFIELD, D.L.; KÜHLWEIN, H.; WILLIAMS, P.E.V.; DAVIES, S.J. Biofuel derived yeast protein concentrate (YPC) as a novel feed ingredient in carp diets. **Aquaculture** v.330-333, p.54-62, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.12.004>
- PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2018**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2018. 138 p.
- ROSTAGNO, H.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2011.
- SIGNOR, A.; BITTARELLO, A.C.; FRIES, E.M.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Lysine in the diet of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. **Boletim do Instituto da Pesca**, v.43, p.464-473, 2017. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017v43n3p464>
- SILVA, J.C.; ANTONIO, M.; BOMFIM, D.; ARRUDA, E.; LANNA, T.; RIBEIRO, F.B.; SIQUEIRA, J.C.; JOSÉ, T.; SOUSA, R.; MARCHÃO, R.S.; CARDOSO, D. Lysine requirement for tambaqui juveniles. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, p.2157-2168, 2018. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n5p2157>
- TANG, L.; FENG, L.; SUN, C.Y.; CHEN, G.F.; JIANG, W.D.; HU, K.; LIU, Y.; JIANG, J.; LI, S.H.; KUANG, S.Y.; ZHOU, X.Q. Effect of tryptophan on growth, intestinal enzyme activities and TOR gene expression in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. *Jian*): Studies in vivo and in vitro. **Aquaculture**, n.412-413, p.23-33, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.002>
- TOMÁS, A.; DE LA GÁNDARA, F.; GARCÍA-

- GOMEZ, A.; PÉREZ, L.; JOVER, M. Utilization of soybean meal as an alternative protein source in the Mediterranean yellowtail, *Seriola dumerili*. **Aquaculture Nutrition**, v.11, p.333-340, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2005.00365.x>
- TORRECILLAS, S.; MOMPTEL, D.; CABALLERO, M.J.; MONTERO, D.; MERRIFIELD, D.; RODILES, A.; ROBAINA, L.; ZAMORANO, M.J.; KARALAZOS, V.; KAUSIHIK, S.; IZQUIERDO, M. Effect of fishmeal and fish oil replacement by vegetable meals and oils on gut health of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.468, p.386-398, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.11.005>
- TRBOVIĆ, D.; MARKOVIĆ, Z.; MILOJKOVIĆ-OPSENICA, D.; PETRONIJEVIĆ, R.; SPIRIĆ, D.; DJINOVIĆ-STOJANOVIĆ, J.; SPIRIĆ, A. Influence of diet on proximate composition and fatty acid profile in common carp (*Cyprinus carpio*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.31, p.75-81, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.04.002>
- VERDOW, H.; VAN ECHELD, C. J. A. AND DEKKERS, E. M. J. Ammonia determination based on indophenol formation with sodium salicylate. **Water Research**, v.12, p.399-402, 1978. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(78\)90107-0](https://doi.org/10.1016/0043-1354(78)90107-0)
- VEIVERBERG, C.A.; BERGAMIN, G.T.; NETO, J.R.; LAZZARI, R.; CORRÊIA, V.; ROSSATO, S.; SUTILI, F.J.; FERREIRA, C.C. Farelo de soja como substituto à farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). **Boletim do Instituto da Pesca** v.34, p.463-472. 2008.
- YAMAMOTO, F., SONODA, D.Y., CYRINO, J.E.P. Maximização do lucro na substituição de fontes proteicas na ração de juvenis de dourado. **Revista iPecege** v.3, p.49-58, 2017. <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.1.49>