

DETERMINAÇÃO DO VALOR NUTRICIONAL, PROPRIEDADES FERMENTATIVAS E EFEITOS SOBRE A MICROBIOTA DE UMA FONTE PROTEICA UNICELULAR NA DIETA DE GATOS

LUCAS S. CASTRO¹, JOSIANE A. VOLPATO¹, LUCAS B. F. HENRÍQUEZ¹, MAYARA A. S. CASTRO¹, PATRICK L. LOURENÇO¹, INGRID C. SILVA¹, PATRICIA D. S. DOS SANTOS¹, RICARDO S. VASCONCELLOS¹

¹Universidade Estadual de Maringá, PR, Brasil

Contato: lucascastro1797@gmail.com / Apresentador: LUCAS S. CASTRO

Resumo: Foi avaliada a utilização de uma proteína unicelular (SCP) em dietas para gatos, analisando digestibilidade, palatabilidade e impactos sobre fermentação e microbiota intestinal. O experimento teve duas etapas: a primeira avaliou a digestibilidade do ingrediente pelo método de substituição, com 12 gatos em delineamento casualizado. Na segunda, 4 dietas isonutritivas (0%, 4%, 8% e 16% SCP) foram ofertadas a 8 gatos em 2 quadrados latinos balanceados. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica, extrato etéreo e energia bruta foram aproximadamente 76%, 76%, 69%, 100% e 65%, com energia metabolizável de 2.882,89 kcal/kg. Na avaliação dose-resposta, a inclusão de 4% não alterou a digestibilidade, mas níveis de 8% e 16% reduziram os CDA e aumentaram a produção fecal ($p < 0,05$). Não houve diferenças significativas nos produtos de fermentação, pH ou microbiota fecal, embora maior alfa-diversidade tenha sido observada com 8%. Para palatabilidade, os animais preferiram dietas sem ou com menor inclusão da SCP. Conclui-se que a SCP pode ser usada em dietas para gatos em níveis moderados, até 4% sem interferir na digestibilidade, e acima disso com redução na digestibilidade, mas boa aceitação e sem efeitos adversos na qualidade fecal.

PalavrasChaves: Digestibilidade; Nutrição; Proteína microbiana.

DETERMINATION OF THE NUTRITIONAL VALUE, FERMENTATIVE PROPERTIES, AND EFFECTS ON THE MICROBIOTA OF A SINGLE-CELL PROTEIN SOURCE IN CAT DIETS

Abstract: The use of a single-cell protein (SCP) in cat diets was evaluated by analyzing digestibility, palatability, and impacts on fermentation and intestinal microbiota. The experiment was conducted in two phases: the first assessed the digestibility of the ingredient using the substitution method, with 12 cats in a randomized design. In the second phase, four isonutritive diets (0%, 4%, 8%, and 16% SCP) were offered to eight cats in two balanced Latin squares. The apparent total tract digestibility (ATTD) coefficients for dry matter, crude protein, organic matter, ether extract, and gross energy were approximately 76%, 76%, 69%, 100%, and 65%, with a metabolizable energy of 2,882.89 kcal/kg. In the dose-response evaluation, the inclusion of 4% did not affect digestibility, while 8% and 16% reduced ATTD and increased fecal output ($p < 0.05$). No significant differences were observed in fermentation products, fecal pH, or microbiota, although higher alpha-diversity was noted with 8% inclusion. Regarding palatability, cats preferred diets with no or lower levels of SCP. It is concluded that SCP can be used in cat diets at moderate levels—up to 4% without affecting digestibility—and above that level with reduced digestibility, but good acceptance and no adverse effects on fecal quality.

Keywords: Digestibility; Nutrition; Microbial protein.

Introdução: Diante do crescente desafio de buscar fontes proteicas de qualidade e sustentáveis para a população mundial e o mercado pet, as proteínas unicelulares (Single Cell Proteins, SCPs) se destacam por serem obtidas via fermentação de resíduos industriais (Bajic´ et al., 2022). Entre as SCPs desenvolvidas para uso animal, o fungo *Paecilomyces variotii*, conhecido pelo produto Pekilo tem obtido destaque. Sua biomassa contém 55-60% de proteína, perfil aminoácidos adequado, vitaminas do complexo B e betaglicanas (10-15%), reconhecidas por efeitos imunoestimulantes (Bajpai, 2017; Hooft et al., 2024). Embora microrganismos sejam usados na nutrição de cães e gatos devido a seus potenciais prebióticos (Soares et al., 2023), há poucos estudos sobre seu uso como fonte proteica na dieta desses animais (Holt & Aldrich, 2022). O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da SCP na dieta de gatos, avaliando palatabilidade, digestibilidade, fermentação e microbioma.

Material e Métodos: O experimento foi dividido em duas etapas: a primeira avaliou a digestibilidade do ingrediente com uma dieta controle (0% SCP) e uma dieta teste, formulada com os mesmos ingredientes, porém com a substituição da dieta por 18,2% de proteína unicelular, utilizando o método de substituição com cálculo descrito por Matterson et al. (1965). Foram utilizados 12 animais no total, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. O protocolo de digestibilidade teve um total de 13 dias, divididos em 5 dias de adaptação a dieta, 5 para coleta total de fezes e urina em gaiola metabólica para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes. E por fim entre 2 a 3 dias para avaliação do pH urinário. Para o segundo experimento foram formuladas quatro dietas isonutritivas (0%, 4%, 8% e 16% SCP) que posteriormente foram ofertadas para 8 gatos distribuídos em 2 quadrados latinos balanceados. Cada bloco teve duração total de 23 dias, tendo 5 dias de adaptação às dietas, 5 dias para a coleta total de fezes e urina para determinação do CDA dos nutrientes, 10 dias de adaptação do sistema gastrointestinal e microbiota, e 3 dias para coleta de microbiota e produtos de fermentação. Os dados de digestibilidade, produtos de fermentação e características fecais foram submetidas à ANOVA, testes post-hoc de Tukey. Para alfa-diversidade foi utilizado teste de Kruskal-Wallis seguido de teste de Dunn, enquanto a beta-diversidade foi avaliada por PERMANOVA e análise de coordenadas principais (PCoA), por último a palatabilidade foi utilizado o poder do teste.

Resultado e Discussão: Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) do ingrediente podem ser vistos na Tabela 1. Estes foram inferiores a fontes convencionais como farinha de vísceras de aves, farelo de soja, gluten de milho entre outros (Salo, 1977; Carciofi, 2008). No estudo dose-resposta, a inclusão de até 4% não alterou significativamente a digestibilidade

($p > 0,05$), mas nos níveis de 8% foram limítrofes na redução dos coeficientes de digestibilidade, enquanto 16% reduziram o CDA e aumentaram a produção fecal ($p < 0,05$). Esses resultados corroboram com Hooft et al. (2024) para o mesmo ingrediente em rações de peixes e Holt & Aldrich (2022) para a SCP Torula. A menor digestibilidade em inclusões maiores pode estar associada à fibra insolúvel da proteína microbiana, que não é digerida no trato gastrointestinal e aumenta a quantidade de fezes. Não houve diferenças significativas para os produtos finais de fermentação, pH ou microbiota fecal. A alta proporção de fibras estruturais não fermentáveis na biomassa das SCPs pode ter reduzido a disponibilidade de substrato para fermentação microbiana, embora a inclusão de 8% tenha aumentado a riqueza alfa-diversidade, não provocou alteração considerável na estrutura e equilíbrio do microbiota. Nos testes de palatabilidade, a dieta sem SCP teve maior aceitação que as dietas com 8% e 16%, enquanto a de 8% superou a de 16% (poder do teste = 0,98).

Tabela 2. Média das características fecais, coeficiente de digestibilidade aparente, energia metabolizável e produtos de fermentação de gatos alimentados com níveis crescentes da SCP.

Item	Tratamentos					p-valor
	Controle	4%	8%	16%	EPM	
Consumo MS ($g/kg^{0,75}$)	16,83	16,93	17,05	16,73	0,5840	0,9492
Características fecais						
Materia seca fecal (%)	33,66	33,15	32,88	31,75	0,6611	0,6338
Escore fecal	3,72	3,78	3,78	4,14	0,1025	0,1873
Output fecal no MS ($g/kg^{0,75}$ /dia)	2,50 ^a	2,32 ^a	2,75 ^{ab}	3,10 ^a	0,1113	0,0059
pH fecal	5,91	5,74	5,76	5,81	0,0477	0,6040
Coefficiente de digestibilidade aparente (%)						
Materia seca (%)	85,32 ^a	86,58 ^a	83,81 ^{ab}	81,52 ^a	0,6134	0,0034
Proteína bruta (%)	84,86 ^a	86,13 ^a	83,17 ^{ab}	82,04 ^a	0,6452	0,0333
Materia Orgânica (%)	86,77 ^a	88,07 ^a	85,51 ^{ab}	83,98 ^a	0,5781	0,0055
Materia Mineral (%)	59,27 ^a	62,93 ^a	56,28 ^a	47,65 ^a	1,4266	0,0001
Extrato Etéreo (%)	90,59 ^a	91,78 ^a	88,65 ^a	88,65 ^a	0,4349	0,0105
Energia bruta (%)	86,78 ^{ab}	87,94 ^a	85,27 ^{ab}	83,53 ^a	0,6081	0,0095
Energia metabolizável (kcal/kg)	4102,94 ^{ab}	4177,37 ^a	4019,75 ^{ab}	3953,86 ^a	0,0283	0,0071
Amido (mmol/kg de MS)	405,42	368,90	344,32	379,99	17,8315	0,1391
Ácidos graxos de cadeia curta (mmol/kg de MS)						
Ácido acético	405,42	368,90	344,32	379,99	17,8315	0,4559
Ácido propiônico	106,98	112,57	112,18	134,05	6,9102	0,1919
Ácido butírico	91,98	85,54	84,29	81,49	8,1459	0,9579
AGCC ¹	604,39	567,01	540,80	595,53	25,7528	0,6777
Ácidos graxos de cadeia ramificada (mmol/kg de MS)						
Ácido isovalérico	19,74	19,30	19,08	19,43	0,4596	0,9447
Ácido neovalérico	20,64	20,30	20,06	19,55	0,4914	0,7761
Ácido valérico	43,44	42,99	45,47	46,88	1,9622	0,8662
AGCR ²	83,83	82,59	84,61	85,86	2,7559	0,9744
Aminoácidos biogênicos (mmol/kg de MS)						
Serotonina	11,56	11,60	11,39	11,51	0,2899	0,9940
Tiramina	66,87	99,27	71,83	88,96	15,8392	0,8731
Spermidina	77,88	83,11	118,49	103,96	7,9585	0,0870
Cadaverina	819,80	841,35	766,73	789,09	36,8385	0,9129
Histamina	57,84	45,78	45,68	57,86	3,4471	0,2602
Putrescina	1302,56	1314,49	1077,19	1331,81	120,8799	0,8805
Spermina	31,92	33,24	32,92	30,63	0,8750	0,6005
Aminoácidos biogênicos totais	2368,53	2428,84	2124,23	2413,83	159,8892	0,9178

a,b = médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si ($P > 0,05$) no mesmo teste.

¹ EPM - Eiro padão da análise.

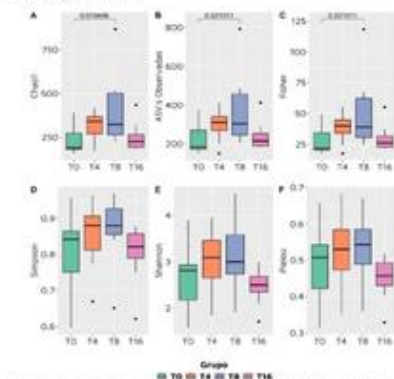


Figura 1. Alfa-diversidade estimada pelos parâmetros Chao1 (A), ACE1 (B), Observado (C), Índice de Fisher (D), Índice de Simpson (E), Shannon (F) e Evenness (F) da microbiota intestinal de gatos submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de SCP (0%, 4%, 8% e 16%).

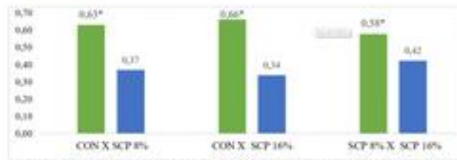


Figura 3. Razão de ingestão das dietas Controle (CON), 8 e 16% de inclusão do ingrediente. * Poder do teste: $> 0,98$

Tabela 3. Média do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA, %) e energia metabolizável (EM, kcal/kg) do ingrediente.

Item	SCP	EPM ¹
Materia seca (%)	76,43	2,747
Proteína bruta (%)	75,74	1,072
Materia orgânica (%)	69,27	2,283
Extrato etéreo (%)	107,10	2,662
Energia bruta (%)	65,24	2,166
Energia metabolizável (kcal/kg)	2882,89	0,141

¹ EPM - Eiro padão da análise.

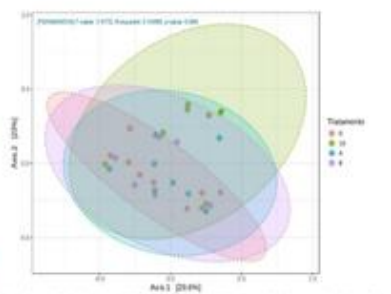


Figura 2. Análise de beta-diversidade (PCoA) para microbiota intestinal de gatos submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de SCP (0%, 4%, 8% e 16%).

Conclusão: Os resultados indicam que a SCP pode ser usada em dietas para gatos em níveis moderados. Inclusões de até 4% não afetam a digestibilidade, e níveis mais altos, embora ocorra modificações na digestibilidade, mantêm boa aceitação e qualidade fecal. Conclui-se que a SCP é uma fonte proteica viável, com sua inclusão determinada pela formulação, custo e aspectos relacionados sustentabilidade.

Agradecimentos: Os autores agradecem à FS Bioenergia, por disponibilizar o ingrediente e financiamento do projeto. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro e Special Dog Company pela manutenção dos animais do laboratório.

Referências Bibliográficas: BAJIC, B.; VUCUROVIC, D.; VASIC; JEVTIC-MUCIBABIC, R. et al. Biotechnological production of sustainable microbial proteins from agro-industrial residues and by-products. Foods, 107, 12, n. 1, 2022.BAJPAI, P. Single-cell protein from lignocellulosic wastes. In: Single Cell Protein Production from Lignocellulosic Biomass: Springer, 2017. cap. 7, p. 41-58.CARCIOFI, A. C. Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos. Revista Brasileira de Zootecnia, 37, p. 28-41, 2008.HOLT, D. A.; ALDRICH, C. G. Evaluation of Torula yeast as a protein source in extruded feline diets. Animal Science, skac327, 100, n. 12, 2022.HOOFT, J. M.; MONTERO, R.; MORALES-LANGE, B.;

BLIHOVDE, V. F. et al. *Paecilomyces variotii* (PEKILO®) in novel feeds for Atlantic salmon: Effects on pellet quality, growth performance, gut health, and nutrient digestibility and utilization. *Aquaculture*, 740905, 589, 2024. KOIVURINTA, J.; KURKELA, R.; KOIVISTOINEN, P.; HOLASOVÁ, M. et al. Bread baking properties of Pekilo, a microfungus biomass from *Paecilomyces variotii*. *Food/Nahrung*, 24, n. 7, p. 597-606, 1980. SALO, M. L. The carbohydrate composition and solubility of pekilo protein and two yeasts. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 27, n. 1, p. 77-80, 1977. SOARES, N. M. M.; BASTOS, T. S.; KAELE, G. C. B.; DE SOUZA, R. B. M. D. S. et al. Digestibility and palatability of the diet and intestinal functionality of dogs fed a blend of yeast cell wall and oregano essential oil. *Animals*, 2527, 13, n. 15, 2023.