

Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e taxa de passagem de dietas vegetais para frangos de corte com variação na composição química e presença de enzimas exógenas

Crude protein digestibility coefficient and passage rate of vegetable diets for broiler chickens with variation in chemical composition and presence of exogenous enzymes

Coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta y tasa de paso de dietas vegetales para pollos de engorde con variaciones en la composición química y la presencia de enzimas exógenas

DOI: 10.34188/bjaerv8n1-155

Submetido: 02/12/2024

Aprovado: 15/01/2025

Pedro Afonso de Souza Ezidio

Mestre em Zootecnia
Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá, PR. Brasil
E-mail: pedroafezidio@outlook.com

Leonardo Barriviera Furuya

Zootecnista
Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá, PR. Brasil
E-mail: ra108021@uem.br

Armando de Amorim Oliveira

Mestre em Zootecnia
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Maringá, PR. Brasil
E-mail: armandopdf@gmail.com

Kécia Martins Bastos Lopes

Mestre em Zootecnia
Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá, PR. Brasil
E-mail: kecia.bastos@gmail.com

Flávia Luiza Lavach

Mestre em Zootecnia
Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá, PR. Brasil
E-mail: flavialavach2@gmail.com

Uilquer Silva dos Santos

Mestre em Zootecnia
Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá, PR. Brasil
E-mail: uilquer@hotmail.com

RESUMO

Parte dos nutrientes da dieta é excretada devido à presença de fatores antinutricionais em alguns alimentos. Este estudo teve como objetivo determinar o coeficiente de digestibilidade total e ileal da proteína bruta, bem como a taxa de passagem de dietas com diferentes composições químicas, suplementadas ou não com um complexo enzimático, em frangos de corte. Não foi observado efeito do complexo enzimático sobre o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta ($P>0,05$). No entanto, os coeficientes de digestibilidade ileal da proteína bruta apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$) dentro de cada grupo (com ou sem suplementação enzimática). O tratamento controle com adição do complexo enzimático apresentou menor coeficiente de digestibilidade ileal da proteína bruta ($P<0,05$) em comparação ao tratamento controle sem a suplementação. A taxa de passagem não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). Conclui-se que a inclusão do complexo enzimático, composto por carbonato de cálcio, extrato de Yucca, protease, fitase e celulase, em dietas vegetais para frangos de corte, não influenciou os coeficientes de digestibilidade nem a taxa de passagem.

Palavras-chave: avicultura, aditivos enzimáticos, nutrição, proteína bruta.

ABSTRACT

A portion of the dietary nutrients is excreted due to the presence of antinutritional factors in some ingredients. This study aimed to determine the total and ileal digestibility coefficients of crude protein, as well as the passage rate of diets with different chemical compositions, supplemented or not with an enzymatic complex, in broiler chickens. No effect of the enzymatic complex was observed on the crude protein digestibility coefficient ($P>0.05$). However, the ileal digestibility coefficients of crude protein showed significant differences ($P<0.05$) within each group (with or without enzyme supplementation). The control treatment with the enzymatic complex presented a lower ileal digestibility coefficient of crude protein ($P<0.05$) compared to the control treatment without supplementation. The passage rate did not differ between treatments ($P>0.05$). It was concluded that the inclusion of the enzymatic complex, composed of calcium carbonate, Yucca extract, protease, phytase, and cellulase, in vegetable-based diets for broiler chickens did not affect digestibility coefficients or passage rate.

Keywords: poultry farming, enzyme additives, nutrition, crude protein.

RESUMEN

Una parte de los nutrientes de la dieta se excreta debido a la presencia de factores antinutricionales en algunos ingredientes. El objetivo de este estudio era determinar los coeficientes de digestibilidad total e ileal de la proteína bruta, así como la tasa de paso de dietas con diferentes composiciones químicas, suplementadas o no con un complejo enzimático, en pollos de engorde. No se observó ningún efecto del complejo enzimático sobre el coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta ($P>0,05$). Sin embargo, los coeficientes de digestibilidad ileal de la proteína bruta mostraron diferencias significativas ($P<0,05$) dentro de cada grupo (con o sin suplementación enzimática). El tratamiento control con el complejo enzimático presentó un menor coeficiente de digestibilidad ileal de la proteína bruta ($P<0,05$) en comparación con el tratamiento control sin suplementación. La tasa de paso no difirió entre tratamientos ($P>0,05$). Se concluyó que la inclusión del complejo enzimático, compuesto por carbonato cálcico, extracto de Yucca, proteasa, fitasa y celulasa, en dietas a base de vegetales para pollos de engorde no afectó a los coeficientes de digestibilidad ni a la tasa de paso.

Palabras clave: avicultura, aditivos enzimáticos, nutrición, proteína bruta.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura tem apresentado um crescimento significativo, consolidando o Brasil como um dos principais produtores mundiais de carne de frango. Em 2023, o país produziu aproximadamente 14,833 milhões de toneladas, ocupando a segunda posição no ranking mundial, atrás apenas dos Estados Unidos, que produziram 21,095 milhões de toneladas. Além disso, o Brasil se destacou como o maior exportador global, com 5,139 milhões de toneladas exportadas, representando 34,65% da produção total (ABPA, 2024). Esse cenário evidencia a importância da otimização dos processos produtivos para garantir a competitividade e sustentabilidade do setor.

A nutrição de frangos de corte desempenha um papel essencial na maximização do desempenho zootécnico das aves. A formulação de dietas equilibradas requer o conhecimento preciso da composição química e energética dos ingredientes, visto que cerca de 20% dos nutrientes ingeridos são excretados, principalmente devido à presença de fatores antinutricionais que comprometem a digestibilidade e absorção dos nutrientes pelo trato gastrointestinal (Cowieson, 2010). Para minimizar essas perdas e melhorar a eficiência alimentar, avanços tecnológicos têm sido empregados, como a inclusão de enzimas exógenas nas dietas (Fernandes & Malaguido, 2004; Pucci et al., 2010; Bertechini, 2012).

Nesse contexto, o uso de um complexo enzimático composto por protease, fitase e celulase tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar a digestibilidade dos nutrientes, promovendo a liberação de aminoácidos, energia, cálcio e fósforo, e reduzindo a excreção de nutrientes não aproveitados. Dessa forma, o presente estudo busca contribuir tanto para o avanço do conhecimento científico quanto para aplicações práticas na avicultura, fornecendo informações relevantes sobre a digestibilidade total e ileal da proteína bruta, bem como a taxa de passagem das dietas com diferentes composições químicas, suplementadas ou não com um complexo enzimático. Os achados poderão auxiliar na formulação de dietas mais eficientes, reduzindo desperdícios e promovendo maior sustentabilidade na produção avícola.

2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na sala de metabolismo do setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no Estado do Paraná. Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA/UEM), sob o registro N° 7265010921.

Foram utilizados 320 frangos de corte machos, da linhagem comercial Cobb, com 16 dias de idade. Os frangos foram criados em galpão climatizado e receberam uma dieta convencional à base de milho e farelo de soja até os 15 dias de idade. Posteriormente, foram transferidos para gaiolas

de metabolismo de arame galvanizado (2 m x 2 m) em uma sala com temperatura parcialmente controlada por condicionadores de ar tipo Split.

As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10 x 2 (10 dietas vegetais x com e sem o complexo enzimático), totalizando 20 tratamentos, com 4 repetições e 4 aves por unidade experimental (n = 16 aves/tratamento). As dietas foram formuladas com variações na composição química, principalmente em relação à energia metabolizável, fibras e proteína bruta (Tabela 1).

As rações foram formuladas para atender às exigências nutricionais de Rostagno et al. (2017). O complexo enzimático utilizado foi composto por carbonato de cálcio, extrato de Yucca, protease, fitase e celulase, sendo incluído nas dietas conforme recomendação do fabricante (200 g/ton).

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais.

Tratamentos	Controle				Proteína normal			Casca de arroz (3%)			Redução de PB (-1%)		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
EMA (kcal/kg)	3200	3080	3150	3220	3080	3150	3220	3080	3150	3220			
Milho grão moído	53,38	59,26	55,84	52,41	53,96	50,57	47,18	62,45	59,00	55,54			
Farelo de soja	37,99	35,06	36,77	38,47	35,33	36,98	38,62	31,94	33,65	35,36			
Casca de arroz	-	-	-	-	3,00	3,00	3,00	-	-	-			
Óleo de soja	4,97	2,12	3,78	5,44	3,80	5,45	7,10	1,61	3,28	4,95			
Fosfato Bicálcico	1,24	1,17	1,21	1,25	1,19	1,23	1,27	1,40	1,45	1,50			
Calcário	0,98	0,96	0,97	0,99	0,95	0,96	0,97	0,96	0,97	0,98			
Sal Comum	0,47	0,45	0,46	0,48	0,45	0,46	0,47	0,45	0,47	0,48			
Suplemento min-vitamínico ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40			
DL-Metionina 98%	0,31	0,29	0,30	0,31	0,43	0,43	0,42	0,31	0,32	0,34			
L-Lisina 78%	0,18	0,20	0,19	0,17	0,34	0,32	0,29	0,30	0,28	0,27			
L-Treonina 98%	0,08	0,07	0,07	0,08	0,12	0,15	0,18	0,12	0,12	0,12			
L-Valina 98%	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,10	0,07	0,07	0,07			
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			
Composição calculada													
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3200	3080	3150	3220	3080	3150	3220	3080	3150	3220			
Proteína Bruta (%)	22,62	21,77	22,27	22,76	21,77	22,27	22,76	20,77	21,27	21,76			
Extrato etéreo (%)	7,88	5,16	6,74	8,33	6,68	8,25	9,82	4,67	6,27	7,86			
Fibra bruta (%)	2,67	2,66	2,67	2,67	3,71	3,72	3,72	2,59	2,60	2,60			
Fósforo disponível (%)	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,35	0,35			
Cálcio (%)	0,82	0,79	0,81	0,83	0,79	0,81	0,83	0,79	0,81	0,83			
Lisina dig (%)	1,24	1,19	1,22	1,24	1,19	1,22	1,24	1,19	1,22	1,24			
Metionina + Cisteína dig (%)	0,91	0,88	0,90	0,92	0,88	0,90	0,92	0,88	0,90	0,92			
Treonina dig (%)	0,82	0,78	0,80	0,82	0,78	0,80	0,82	0,78	0,80	0,82			
Triptofano dig (%)	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22			
Valina dig (%)	0,95	0,92	0,94	0,96	0,92	0,94	0,96	0,92	0,94	0,96			
Arginina (%)	1,32	1,27	1,30	1,33	1,27	1,30	1,33	1,24	1,30	1,32			
Isoleucina (%)	0,84	0,81	0,83	0,85	0,81	0,83	0,85	0,78	0,83	0,83			
Leucina (%)	1,33	1,28	1,31	1,34	1,28	1,31	1,34	1,28	1,31	1,34			
BED (mEq/kg)	217,92	208,72	214,08	219,44	207,31	212,43	217,54	196,68	202,06	207,44			

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Período Experimental

O experimento teve duração de doze dias, com cinco dias de adaptação às gaiolas de metabolismo e às rações, cinco dias de coleta total de excretas e dois dias de coleta ileal. Durante o período experimental, as aves receberam água e ração à vontade.

Para determinar os períodos inicial e final de coleta, foi utilizado 1% de óxido férrico (Fe_2O_3) nas rações. O ensaio metabólico foi conduzido conforme metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2016). As excretas foram coletadas em bandejas revestidas com plástico para evitar contaminação e perdas, sendo realizadas duas coletas diárias, em intervalos de 12 horas, para minimizar fermentação e alterações na composição. As amostras foram pesadas e armazenadas em sacos plásticos identificados em freezer (-20°C) até o processamento.

Para a coleta da digesta ileal, utilizou-se 1% de óxido crômico (Cr_2O_3) como marcador. Aos 26 dias de idade, 4 aves de cada unidade experimental foram abatidas por deslocamento cervical após anestesia com administração endovenosa de tiopental (20 mg/kg), garantindo a imobilidade e a ausência de reflexos palpebral e corneal. O íleo foi exposto por incisão abdominal, e um segmento anterior à junção íleo-cecal foi removido. O conteúdo ileal foi drenado em recipientes plásticos identificados, e as amostras foram armazenadas em freezer (-20°C) para posteriores análises.

Processamento e Análise laboratorial

Ao final do experimento, as excretas e as digestas foram descongeladas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. As amostras foram moídas em moinho tipo faca (excretas) com peneira de 1 mm e em moinho tipo bola (digesta) antes de serem encaminhadas para análises laboratoriais no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LANA/UEM).

A análise de cromo (indicador) foi realizada nas amostras de dietas e digestas para determinar o fator de indigestibilidade (FI), posteriormente utilizado no cálculo do coeficiente de digestibilidade ileal aparente (CDI aparente), conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2005).

Foram determinados os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta total (CDPBT) e ileal (CDPBI), bem como a taxa de passagem. Os coeficientes obtidos foram submetidos à análise de variância e posteriormente avaliados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) da suplementação com complexo enzimático sobre o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta total (CDPBT). As aves que receberam a ração suplementada apresentaram metabolizabilidade semelhante às alimentadas sem o complexo enzimático (Tabela 2).

Embora o presente estudo não tenha evidenciado benefícios, pesquisas anteriores apontam efeitos positivos da suplementação enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja. Tejedor

et al. (2001) e Leite et al. (2008) observaram melhora no CDPBT com a adição de enzimas. Da mesma forma, Rodrigues et al. (2003) e Zhou et al. (2009) relataram aumento na digestibilidade da proteína bruta em frangos de corte. No entanto, estudos como os de Matias (2012) e Luder (2011) não demonstraram efeito da suplementação enzimática sobre o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB). Vaz (2013) também não verificou influência da suplementação enzimática SSF em dietas à base de milho e farelo de soja. Barbosa et al. (2008) corroboraram esses achados ao não observarem efeito significativo com a inclusão de amilase, protease e xilanase.

Pinheiro et al. (2008) indicaram que a suplementação enzimática (α -galactosidase, celulase, amilase e protease) não afetou o CMPB em dietas com baixa fibra, mas resultou em benefícios quando a dieta possuía alto teor de fibra, devido ao maior número de substratos para ação enzimática. No presente estudo, essa melhora não foi observada.

Tabela 2. Taxa de passagem, coeficiente de digestibilidade da proteína Bruta total e ileal de frangos de corte alimentados com dietas vegetais com e sem a suplementação do complexo enzimático Allzyme SSF.

TRAT	Trat (EM)	CE (g/ton)	CDPB	CDIPB	Taxa de Passagem
1	3200	w/o	64,14	82,45a	185,00
2	3080	w/o	67,15	79,00ab	167,75
3	3150	w/o	62,31	77,66b	178,33
4	3220	w/o	66,01	79,84ab	180,00
5	3080+casca	w/o	68,95	76,64b	167,00
6	3150+casca	w/o	66,62	79,79ab	163,75
7	3220+casca	w/o	64,53	78,36ab	172,00
8	3080 - PB (1%)	w/o	68,86	79,07ab	172,75
9	3150 - PB (1%)	w/o	68,88	78,51ab	171,75
10	3220 - PB (1%)	w/o	68,02	78,95ab	180,25
11	3200	200	66,75	75,83ab**	177,25
12	3080	200	66,44	78,41ab	168,50
13	3150	200	64,56	78,73ab	167,33
14	3220	200	67,17	80,83a	188,50
15	3080+casca	200	69,66	74,95b	162,75
16	3150+casca	200	65,78	79,65ab	169,00
17	3220+casca	200	67,07	75,36b	186,00
18	3080 - PB (1%)	200	67,25	79,17ab	178,25
19	3150 - PB (1%)	200	67,32	78,47ab	169,33
20	3220 - PB (1%)	200	67,08	80,50a	181,75
	EPM		1,3	1,15	9,66
	CV		3,88	2,92	10,23
	P-valor		0,1576	0,0027	0,6354

abc; ABCDiferentes letras na coluna diferem pelo teste de Tukey em cada grupo (sem ou com CE), respectivamente (P<0,05);

**Médias diferem por contraste entre os respectivos tratamentos sem e com CE (T1 vs T11, T2 vs T12, T3 vs T13, T4 vs T14, T5 vs T15, T6 vs T16, T7 vs T17, T8 vs T18, T9 vs T19, T10 vs T20) (P<0,05).

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A digestibilidade pode ser avaliada por coleta total (excretas) ou ileal (digesta). A digestibilidade total da proteína bruta não deve ser considerada isoladamente, pois sofre influência da microbiota cecal e das perdas endógenas, podendo gerar incertezas na determinação da digestibilidade dos aminoácidos (Leeson & Summers, 2001). A digestibilidade ileal é um método mais preciso, pois apresenta menor interferência microbiana, sendo amplamente utilizada para estimar a disponibilidade de aminoácidos (Stein et al., 2005; Adedokun, 2007).

Os coeficientes de digestibilidade ileal da proteína bruta (CDIPB) apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) dentro de cada grupo (Tabela 2). O tratamento controle suplementado com complexo enzimático apresentou menor CDIPB em relação ao controle sem suplementação ($P < 0,05$). Avaliando um complexo enzimático, Silva (2015) não encontrou diferenças significativas no CDIPB, mesmo com a valorização da composição química do milho e farelo de soja em 2%, 4% e 6%. No entanto, outros estudos demonstraram efeitos positivos da suplementação enzimática sobre a digestibilidade da proteína bruta em dietas contendo milho, sorgo e trigo (Rodrigues et al., 2003; Meng et al., 2004; Oliveira et al., 2007), reforçando a especificidade enzimática em relação aos substratos.

O tempo médio de passagem das dietas variou entre 163,75 e 188,5 minutos (Tabela 2), sem diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Esse intervalo é semelhante ao relatado para aves adultas, cujo tempo de passagem da digesta pelo trato digestório varia entre 2,5 e 3 horas. Kato (2005) verificou tempos médios de passagem de 144,7; 153,6 e 163,3 minutos para aves de 15 a 21; 22 a 28 e 29 a 35 dias, respectivamente, indicando que a idade influencia o tempo de passagem devido ao desenvolvimento do trato gastrointestinal. Além disso, o tipo de alimento pode afetar essa variável, devendo ser considerado na análise dos resultados.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que a inclusão do complexo enzimático avaliado não influenciou os coeficientes de digestibilidade e a taxa de passagem em frangos de corte alimentados com dietas vegetais. Isso sugere que sua eficácia pode depender da composição da dieta e de outros fatores nutricionais. Estudos futuros devem explorar diferentes formulações e metodologias para melhor compreender o impacto dessas enzimas na digestão das aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADEDOKUN, A. S.; ADEOLA, O. Metabolizable energy value of meat and bone meal for ducks. **Poultry Science**, v. 84, n. 10, p. 1539 -1546, 2005.
2. Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. Publicações, 2024. Acesso em: 26 de Maio de 2024.
3. BARBOSA, N. A. A. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 755-762, 2008.
4. BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Editora ufla, Lavras, 2º edição, p. 373, 2012.
5. DA SILVA, E. I. C. Formulação de premix vitamínico e mineral para não ruminantes. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, n. 1, p. 344-362, 2023.
6. DA SILVA, E. I. C. Formulação de premix mineral para não ruminantes. **nutriNews**, v. 18, n. 4, p. 4-11, 2023.
7. DA SILVA, E. I. C. Formulação de premix vitamínico para não ruminantes. **nutriNews**, v. 17, n. 3, p. 18-25, 2023.
8. DA SILVA, E. I. C. *et al.* **Apostila aplicada a nutrição de não ruminantes**. 2ª ed. Recife: EDUFRPE, 2024.
9. DA SILVA, E. I. C. Formulação de rações balanceadas para frangos de corte, galinhas poedeiras e codornas. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 3, p. 516-541, 2024.
10. DA SILVA, E. I. C. Formulação de ração para monogástricos. **nutriNews**, v. 23, n. 1, p. 48-55, 2025.
11. FERNANDES, P. C. C.; MALAGUIDO, A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte. *In: Apinco*; Campinas, São Paulo, p. 117-129, 2004.
12. KATO, R. K. **Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades**. [Tese]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras, p.96, 2005.
13. LEESON, S.; SUMEERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4ª edition. Guelph, Ontario: University Books, p. 591, 2001.
14. LUDER, V. S. **Desempenho e Metabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático**. [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.73, 2010.
15. MATIAS, C. F. Q. et al. Efeito da protease sobre o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 492-498, 2015.
16. OLIVEIRA, J. P. et al. Farelo de girassol com suplementação enzimática para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p. 45, 2007.
17. PINHEIRO, C. C. et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 984-996, 2008.

18. PUCCI, L. E. A. et al. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1272-1279, 2010.
19. ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: departamento de zootecnia, ufv. 4 ed. 2017.
20. RODRIGUES, P. B. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.171-182, 2003.
21. SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal:funep. 2 ed, 2016.
22. SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, p. 235, 2002.
23. SILVA, J. C. R. **Efeito do complexo enzimático sobre o valor nutricional e energético de dietas para poedeiras comerciais**. [Dissertation]. Pernambuco (PE): Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 62, 2015.
24. STEIN, H. H. et al. Additivity of values for apparent and standardized ileal digestibility of amino acids in mixed diets fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.83, p. 2387-2395, 2005.
25. VAZ, D. P. **Complexo enzimático ssf (solid state fermentation) em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte**. [Dissertation]. Minas Gerais (MG): Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.