



Valores energéticos e composição bromatológica do resíduo seco de fecularia associado a carboidrases para frangos de corte em fase de crescimento

[Energy value and bromatological composition of dry residue of cassava associated with carbohydrases for grower broilers]

I.M. Silva¹, J. Broch¹, L. Wachholz¹, C. de Souza¹, I.C. Pires Filho¹,
C. Eying², C.Y. Tsutsumi², R.V. Nunes²

¹Aluno de pós-graduação - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – Marechal Cândido Rondon, PR

²Centro de Ciências Agrárias (Unioeste) – Marechal Cândido Rondon, PR

RESUMO

Foram determinados os valores energéticos e a composição bromatológica do resíduo seco de fecularia (RSF) para frangos de corte, na fase de crescimento, utilizando ou não enzimas carboidrases. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2x4 + ração referência, sendo uma RR sem adição de RSF e quatro tratamentos experimentais com 10%, 20%, 30% e 40% de inclusão do RSF e a suplementação ou não com carboidrases. A composição química encontrada para o RSF, na MN, foi de 89,86% de matéria seca, 0,98% de proteína bruta, 3519kcal kg⁻¹ de energia bruta, 0,19% de extrato etéreo, 27% de fibra em detergente neutro, 19,5% de fibra em detergente ácido, 0,33% de cálcio, 0,43% de fósforo, 0,46% de potássio e 0,12% de magnésio. O uso de carboidrases proporcionou um aumento de 173 e 213kcal kg⁻¹ nos valores de EMA e EMA_n, respectivamente, resultando em 1828kcal kg⁻¹ EMA e 1840kcal kg⁻¹ EMA_n. Concluiu-se que os maiores níveis de EMA e EMA_n foram encontrados para o nível de inclusão médio do RSF de 35% e que a suplementação enzimática pode promover aumento desses parâmetros em até 12% em dietas para frangos de corte na fase de crescimento.

Palavras-chave: coproduto, energia metabolizável, enzimas exógenas, fibra dietética

ABSTRACT

The energetic values and the bromatological composition of the dry residue of cassava (DRC) were determined for growing broilers with or without carbohydrase enzymes. The treatments were distributed in a 2x4 + reference diet factorial scheme, with one RD without addition of DRC and four experimental treatments with 10, 20, 30 and 40% inclusion levels of RSF and supplementation or not with carbohydrases. The chemical composition found for DRC in natural matter was 89.86% dry matter, 0.98% crude protein, 3519kcal kg⁻¹ gross energy, 0.19% ether extract, 27% neutral detergent fiber, 19.5% of acid detergent fiber, 0.33% of calcium, 0.43% of phosphorus, 0.46% of potassium and 0.12% of magnesium. The use of carbohydrase resulted in an increase of 173 and 213kcal kg⁻¹ in EMA and EMA_n values, respectively, resulting in 1828kcal kg⁻¹ EMA and 1840kcal kg⁻¹ EMA_n. It was concluded that the highest levels of AME and AME_n were found for the mean inclusion level of the DRC of 35% and that enzymatic supplementation may promote the increase of these parameters by up to 12% in broiler diets in the growth phase.

Keywords: Co-product, exogenous enzymes, dietary fiber, metabolizable energy

INTRODUÇÃO

As dietas tradicionais utilizadas na alimentação de frangos de corte são constituídas principalmente por milho e farelo de soja, sendo esses até 90% da composição total, em que o milho é considerado a

principal fonte energética (Yegani e Korver, 2013; Ferreira *et al.*, 2014). Entretanto, em alguns países, o uso de outros cereais e coprodutos tem sido realizado para contribuir com o conteúdo de energia das dietas (Knudsen, 2014).

Recebido em 6 de junho de 2019

Aceito em 14 de outubro de 2019

E-mail: brochjomara@yahoo.com.br

O resíduo seco de fecularia (RSF) é um coproduto obtido no processo de produção da fécula de mandioca. Após a extração do amido, obtém-se um subproduto com alta umidade, que, quando desidratado e moído, apresenta 90% de matéria seca, sendo, então, denominado RSF. O RSF caracteriza-se por apresentar, em sua composição, elevado teor de amido (75%) e fibras (15%) e baixos teores de lipídeos, proteínas e matéria mineral (Pandey *et al.*, 2000), entretanto contém expressivos teores de amido residual e polissacarídeos não amiláceos insolúveis (Almeida e Ferreira Filho, 2005), que podem afetar negativamente a metabolizabilidade da energia bruta pelas aves.

Entre os parâmetros avaliados nas pesquisas voltadas à nutrição animal, a determinação da energia metabolizável por meio de ensaios de metabolismo é fundamental para um posterior balanceamento das dietas, pois a metabolização da energia presente no alimento não depende apenas de sua composição química, mas também da espécie, da categoria animal e da fase de criação em que o animal se encontra (Holanda, 2011).

O valor energético de um alimento baseia-se na relação entre a sua composição química e física, sendo que esses fatores irão influenciar diretamente nos processos digestivos e absorptivos (Modesto *et al.*, 2004). Nesse sentido, esse parâmetro não depende apenas da quantidade dos nutrientes ingeridos pelo animal, mas também de sua capacidade de digestão, absorção e metabolização.

A fim de potencializar o uso do RSF, as enzimas, como as carboidrases (amilase, xilanase e betaglucanase), podem ser utilizadas para otimizar a digestibilidade dos nutrientes com base na hidrólise de carboidratos, diminuindo a viscosidade da digesta e aumentando a digestibilidade dos nutrientes da dieta, assim o uso de enzimas exógenas pode ser uma boa estratégia para melhorar a disponibilidade de energia contida no RSF para as aves (Cowieson, 2010). Segundo Whiting *et al.* (2017), a utilização de enzimas exógenas pode melhorar o aproveitamento da energia metabolizável pelas aves pela degradação dos polissacarídeos.

No entanto, para utilização desses coprodutos na alimentação animal, há a necessidade de conhecer

a sua composição bromatológica, bem como seus valores energéticos, para que os nutricionistas formulem rações com maior exatidão. Diante do exposto, o experimento foi realizado com o objetivo de determinar a composição bromatológica e energética, além dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da energia bruta e nutrientes do resíduo seco de fecularia (RSF), para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 32 dias de idade).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa em Avicultura da Estação Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR, localizado na Linha Guará. As aves foram manuseadas com cuidado, para evitar desconforto desnecessário, e todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade, Ceua/Unioeste, sob o número de protocolo 19/13.

O RSF foi obtido na indústria de amido Amafil, localizada no município de Altônia, PR, após secagem sob pressão de 9kg h⁻¹, por 15 a 20 minutos. A amostra do material foi enviada ao Laboratório de Nutrição Animal da Unioeste, onde os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram analisados de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2006). A análise do amido foi realizada no laboratório da Fundação ABC, seguindo o método enzimático. Resumidamente, utilizaram-se digestões de enzimas amino-amilase e amiloglucosidase, seguidas de espectrofotômetro UV-VIS 520nm (Official Analytical Chemists, 2000).

Foram utilizadas 144 aves da linhagem Cobb 500, machos, durante o período experimental, de 22 a 32 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 por 4, com uma ração referência (RR), totalizando nove tratamentos, quatro repetições e quatro aves por unidade experimental (UE). Os fatores avaliados foram divididos em inclusão ou não de enzimas exógenas (carboidrases, composto por xilanase, amilase e β -glucanase), e o outro fator

foi a substituição do RSF na RR, sendo 10%, 20%, 30% e 40%.

A inclusão do RSF foi realizada às dietas experimentais em substituição à RR, a qual foi formulada à base de milho e farelo de soja, segundo recomendações nutricionais para frangos de corte machos de desempenho médio (Rostagno *et al.*, 2011) (Tab. 1). A utilização das carbohidrases foi realizada segundo a recomendação do fabricante, sendo a amilase com inclusão de 0,04% (400g ton⁻¹ de ração), a xilanase com inclusão de 0,02% (200g ton⁻¹ de ração) e a β -glucanase com inclusão de 0,005% (50g ton⁻¹ de ração).

Para determinação dos valores energéticos do RSF, foi utilizado o método de coleta total de

excretas com frangos de corte na fase de crescimento (Sibbald e Slinger, 1963). De um a 21 dias de idade, as aves foram alojadas em aviário experimental e receberam uma ração inicial, à base de milho e farelo de soja, formulada com base nas recomendações nutricionais propostas por Rostagno *et al.* (2011). Aos 21 dias de idade, as aves foram distribuídas de maneira uniforme (peso), nas gaiolas de metabolismo. O período experimental foi de 10 dias, sendo cinco para adaptação e cinco para coleta total de excretas, e as aves receberam ração e água *ad libitum*. O programa de iluminação foi o de 24 horas de luz (natural mais artificial), e a temperatura da sala foi mantida dentro da zona de conforto térmico (19°C a 23°C).

Tabela 1 Composição percentual e calculada da ração referência utilizada na fase de crescimento (22 a 32 dias de idade) para frangos de corte

Ingredientes (%)	Ração referência
Milho	58,67
Farelo de soja, 46%	34,31
Óleo de soja	3,77
Fosfato bicálcico	1,23
Calcário calcítico	0,939
NaCl	0,456
DL-metionina 99%	0,234
Sulfato de lisina 50,7%	0,182
¹ Premix vitamínico	0,100
² Premix mineral	0,050
Salinomicina 12%	0,055
Avilamicina 10%	0,01
Valores calculados	
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	3100
Proteína bruta (%)	20,7
Lisina digestível (%)	1,078
Metionina+cistina digestível (%)	0,787
Cálcio (%)	0,732
Fósforo disponível (%)	0,342
Sódio (%)	0,200

¹Premix vitamínico para aves. Níveis de garantia por quilograma de ração: vit. A (mín.) 9.000,00UI, vit. D3 (mín.) 2.500,00UI, vit. E (mín.) 20,00UI, vit. K3 (mín.) 2,50mg, vit. B1 (mín.) 1,50mg vit. B2 (mín.) 6,00mg, vit. B6 (mín.) 3,00mg, vit. B12 (mín.) 12,00mg, ácido pantotênico (mín.) 12,00mg, niacina (mín.) 25,00mg, ácido fólico (mín.) 0,80mg, biotina (mín.) 0,06mg, selênio (mín.) 0,25mg. ²Premix mineral para aves. Níveis de garantia por quilograma de ração: cobre (mín.) 10,00mg, ferro (mín.) 50,00mg, manganês (mín.) 80,00mg, cobalto (mín.) 1,00mg, iodo (mín.) 1,00mg, zinco (mín.) 50,00mg.

Para a coleta das excretas, foram utilizadas bandejas de metal previamente revestidas com plástico, para evitar perdas e contaminações. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, em intervalos de 12 horas, para evitar fermentação e

alteração na composição, e posteriormente foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em *freezer* a -20°C.

Ao fim do período experimental, foram determinados o consumo de ração e a quantidade total de excretas produzidas por UE. As excretas diárias, de acordo com cada UE, foram descongeladas e homogêneas. Uma amostra de cada repetição foi seca em estufa de ventilação forçada (55°C, por 72h), a fim de promover a pré-secagem e determinar a amostra seca ao ar (ASA). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho do tipo faca, para realização das análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT) e energia bruta (EB).

As análises de MS e NT foram realizadas segundo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2006). Para a determinação da energia bruta, as amostras foram submetidas à combustão em bomba calorimétrica, IKA® C2000, isoperibólica, com precisão de 0,001°C. Com base nos resultados das análises, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n) foram calculados utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Após a determinação dos valores de EM, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta para o RSF.

Esses resultados podem estar associados a diversos fatores, como período de colheita da raiz, condições ambientais e, principalmente, pelos diferentes tipos de processamentos aos quais essa matéria-prima foi submetida. O teor de matéria seca (89,86%) encontrado é resultado do processo de desidratação do coproduto, sendo que esse teor favorece a conservação, o armazenamento e a viabilidade de uso. Como característica da mandioca e de seus derivados, foram observados baixos teores de EE (0,19%) e de PB (0,98%). Esses teores assemelham-se aos encontrados por Abrahão *et al.* (2006), com valores de EE de 0,19% e 1,59% de PB. Segundo Emmanuel *et al.* (2012), o conteúdo de PB nos alimentos pode variar de acordo com a variedade da planta e o tipo de processamento a que eles são submetidos, o que resulta em diferentes valores de proteína no RSF.

O valor de EB encontrado do RSF (3.519kcal kg⁻¹) aproxima-se aos de Rostagno *et al.* (2017) para a raspa de mandioca integral, de 3.621 e 3.614kcal kg⁻¹, respectivamente. Ao comparar com os valores do milho (3.865kcal kg⁻¹) segundo Rostagno *et al.* (2017), esse valor de EB ficou

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) no programa estatístico SAS® University Edition (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA, 2011), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão de RSF foram desdobrados em polinômios ortogonais, para obtenção das equações de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processamento pelo qual o RSF passa proporciona uma redução da umidade, o que resultou em um teor de MS de 89,86% (Tab. 2). A concentração de PB (0,98%) e de EE (0,19%) é baixa, não corroborando os valores de EB do RSF. Em contrapartida, o RSF apresenta elevadas concentrações de carboidratos, como amido (57,85%), FDN (27,00%), FDA (19,50%) e hemicelulose (7,50%), valores esses que corroboram o conteúdo energético (3519kcal kg⁻¹) desse coproduto. As concentrações de cinzas (1,63%), cálcio (0,13%), fósforo (0,03%), potássio (0,03%) e magnésio (0,02%) podem ser consideradas dentro do padrão, sem excesso ou deficiência.

9,83% inferior. Considerando que as dietas para frangos de corte são formuladas à base de milho e farelo de soja, e o valor energético do RSF se mostra 9,83% menor que o do milho, pode-se considerar a utilização do RSF como uma fonte energética alternativa na alimentação de frangos de corte. Entretanto, é importante ressaltar que o valor de EB do RSF é influenciado, principalmente, pelas concentrações de carboidratos, como amido (57,85%), FDN (27,00%) e FDA (19,50%).

O conteúdo de carboidratos do RSF (amido, 57,85%; FDN, 27% e FDA, 19,50%) apresenta variações quando comparado com os valores reportados por Rostagno *et al.* (2017) para o milho e a raspa de mandioca. O milho apresenta 63,4% de amido, sendo 9,59% superior ao RSF; em contrapartida, os valores de FDN (13,8%) e FDA (3,16%) são bem inferiores aos encontrados no RSF. Para a raspa de mandioca, a concentração de amido (73,7%) é 27,40% superior ao RSF. Já o conteúdo de FDN (13,2%) e o de FDA (5,73%) para raspa de mandioca apresentaram uma concentração 105% e 240%, respectivamente, menor que o RSF.

Tabela 2 Caracterização bromatológica do resíduo seco de fecularia (RSF) utilizado nas dietas experimentais para frangos de corte na fase de crescimento, na matéria natural

Composição (%)	RSF
Matéria seca	89,86
Proteína bruta	0,98
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	3519
Extrato etéreo	0,19
Amido	57,85
Fibra em detergente neutro	27,00
Fibra em detergente ácido	19,50
Hemicelulose	7,50
Matéria mineral	1,63
Cálcio	0,13
Fósforo	0,03
Potássio	0,06
Magnésio	0,02

Essas concentrações de carboidratos podem evidenciar a eficiência de extração do amido da mandioca na produção de fécula, o que resulta em um coproduto (RSF) com elevado teor de fibra e uma redução na quantidade de amido. Esse

elevado teor de fibra do RSF pode interferir na taxa de passagem dos alimentos reduzindo o aproveitamento dos nutrientes pelas aves (Krás et al., 2013). No entanto, apesar de o RSF ser um ingrediente fibroso e de seu conteúdo solúvel e insolúvel não contribuir para a produção metabólica energética, devem-se considerar seus efeitos fisiológicos para contribuir na modulação da microbiota do trato gastrointestinal (Mateos et al., 2006).

De acordo com os resultados encontrados para os valores de energia metabolizável (EM) e seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade (Tab. 3), não houve efeito ($P>0,05$) para a interação entre a utilização de carboidrases e os níveis de inclusão do RSF. No entanto, foi observado um maior aproveitamento ($P<0,05$) da EB e da EM quando determinados utilizando carboidrases em sua metodologia. O uso de carboidrases proporcionou um aumento de 173 e 213kcal kg⁻¹ nos valores de EMA e EMA_n, respectivamente. Esse incremento foi de 10% e 13% de eficiência na utilização da EB em EMA e EMA_n, respectivamente.

Tabela 3. Valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade aparente do RSF, utilizado nas dietas experimentais para frangos de corte na fase de crescimento, na matéria natural

	EMA (kcal kg ⁻¹)	EMA _n (kcal kg ⁻¹)	CMA (%)	CMA _n (%)
Sem enzima	1655 ^b	1627 ^b	46,59 ^b	45,80 ^b
Com enzima	1828 ^a	1840 ^a	51,48 ^a	51,79 ^a
Inclusão (%)				
10	1387	1358	39,04	38,24
20	1834	1808	51,61	50,88
30	1807	1823	50,85	51,31
40	1941	1945	54,63	54,75
Média	1742	1733	49,04	48,79
CV (%)	6,071	6,005	6,071	6,005
P enzima	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P inclusão	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P interação	0,237	0,206	0,237	0,206
Equações de regressão	R ²	Inclusão		
EMA	943,113 + 55,3916 RSF - 0,780814 RSF ²	0,64	35,47	
EMA _n	881,284 + 58,6059 RSF - 0,817025 RSF ²	0,65	35,86	
CMA	26,5441 + 1,55901 RSF - 0,0219762 RSF ²	0,64	35,47	
CMA _n	24,8039 + 1,64948 RSF - 0,0229953 RSF ²	0,65	35,86	

CV: coeficiente de variação; EMA: energia metabolizável aparente; EMA_n: EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio; CMA: coeficientes de metabolizabilidade aparente; CMA_n: CMA corrigido pelo balanço de nitrogênio.

De acordo com os dados obtidos, as aves que receberam rações isentas de enzimas apresentaram valores médios de 1655 e 1627kcal

kg⁻¹ para EMA e EMA_n, respectivamente. Em contrapartida, quando adicionado o *blend* enzimático nas rações, os valores energéticos

Valores energéticos...

elevaram-se para 1828 e 1840kcal kg⁻¹ para EMA e EMA_n, respectivamente, representando um aumento de 12%, o que demonstra a eficiência da disponibilidade de nutrientes para o metabolismo das aves com a adição de enzimas.

Entretanto, neste estudo, independentemente da inclusão de carboidrases às dietas das aves, houve efeito quadrático (P<0,05) para os níveis de inclusão do RSF, resultando em um maior valor de EMA e CMA ao nível estimado de 35,47% e, para EMA_n e CMA_n, ao nível de 35,86% de inclusão do RSF na matéria natural. Níveis acima desses poderiam refletir na indisponibilidade de nutrientes devido à fração indigestível complexar os nutrientes.

A redução no valor da EB encontrada para o RSF (3519kcal kg⁻¹), em relação à média de EM calculada neste estudo (1742kcal kg⁻¹), demonstra que a fração insolúvel da fibra contida nesse ingrediente pode ter encapsulado os nutrientes pela sua estrutura, que é indigestível, formando uma barreira entre as enzimas endógenas e o nutriente (Wyatt *et al.*, 1998). Considerando isso, a suplementação de enzima pode ter contribuído para o maior acesso às paredes celulares do RSF, disponibilizando maiores níveis de energia, diminuindo a viscosidade da digesta e,

consequentemente, contribuindo para uma melhora na digestibilidade dos nutrientes.

Segundo Choct (2010), a falta ou carência na síntese de algumas enzimas endógenas nas aves pode comprometer o aproveitamento de energia dos alimentos, pois mantém os nutrientes geradores de energia, como carboidratos, lipídeos e proteínas, no interior de suas estruturas. Assim, a adição de enzimas como amilase e xilanase pode proporcionar maior disponibilidade de nutrientes, com conseqüente aumento no aproveitamento da energia bruta em metabolizável (Onderci *et al.*, 2006).

Com os valores energéticos e seus coeficientes obtidos no presente estudo, foram geradas equações exponenciais (Tab. 4). A análise de dados realizada na escala de base exponencial indica que, com a inclusão de até 20% de substituição do RSF, ocorre uma melhora significativa nos valores de EMA e EMA_n e em seus respectivos coeficientes, sendo que, a partir desse nível, os valores tendem a se estabilizar. Além disso, as parcelas exponenciais apresentam valores de R² muito melhores que valores de R² de segunda ordem, o que demonstra que as representações exponenciais são melhores.

Tabela 4 Simulação dos valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade aparente do RSF, utilizado nas dietas experimentais para frangos de corte na fase de crescimento, na matéria natural, empregando as equações exponenciais

Inclusão (%)	EMA		EMA _n		CMA		CMA _n			
	RSF	Obs	Calc	Obs	Calc	Obs	Calc	Obs	Calc	
10		1387	1392	1358	1361	39,04	39,07	38,24	38,30	
20		1834	1822	1808	1790	51,61	51,26	50,88	50,39	
30		1807	1877	1823	1884	50,85	52,83	51,31	53,03	
40		1941	1883	1945	1900	54,63	52,99	54,75	53,47	
			Equações de regressão						R ²	
EMA			2206.8 / (1 + exp ^(0.9263 - 0.1847 RSF))						0,99	
EMA _n			1902.7 / (1 + exp ^(0.9263 - 0.1847 RSF))						0,99	
CMA			53.0034 / (1 + exp ^(0.9263 - 0.1847 RSF))						0,99	
CMA _n			53.5511 / (1 + exp ^(0.9263 - 0.1847 RSF))						0,99	

CV: coeficiente de variação; EMA: energia metabolizável aparente; EMA_n: EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio; CMA: coeficientes de metabolizabilidade aparente; CMA_n: CMA corrigido pelo balanço de nitrogênio.

CONCLUSÃO

A composição encontrada para o RSF, na matéria natural, foi de 89,86% de MS, 0,98% de PB, 3519kcal kg⁻¹ de EB, 0,19% de EE, 27% de FDN, 19,5% de FDA, 0,33% de cálcio, 0,43% de fósforo, 0,46% de potássio e 0,12% de magnésio.

Os maiores valores energéticos de EMA e EMA_n foram obtidos com a inclusão de 35,47% e 35,86% de RSF. A suplementação enzimática, independentemente dos níveis de inclusão, promoveu aumento de 12% em todos os parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J.J.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A. *et al.* Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, p.512-518, 2006.
- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. *Rev. Bahia Agric.*, v.7, p.50-56, 2005.
- COWIESON, A.J., BEDFORD, M.R., RAVINDRAN, V. Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers. *Brit Poultry Sci.*, v.51, p.246-257, 2010.
- CHOCT, M. Feed polysaccharides: nutritional roles and effect of enzymes. In: IV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4., 2010, São Pedro, Anais..., Estância de São Pedro, SP.: [CBNA], 2010. p.65-78.
- EMMANUEL, O.A.; CLEMENT, A.; AGNES, S.B. *et al.* Chemical composition and cyanogenic potential of traditional and high yielding CMD resistant cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. *Inter. Food Res. J.*, v.19, p.175-181, 2012.
- FERREIRA, A.H.C.; LOPES, J.B.; ABREU, M.L.T.D. *et al.* Whole scrapings of cassava root in diets for broilers from 1 to 21 days of age. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.36, p.357-362, 2014.
- HOLANDA, M.A.C. *Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras.* 2011. 115f. Tese (doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE.
- KNUDSEN, K.E.B. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. *Poult. Sci.*, v.93, p.2380-2393, 2014.
- KRAS, R.V.; KESSLER, A.M.; RIBERIRO, A.M.L. *et al.* Effect of dietary fiber and genetic strain on the performance and energy balance of broiler chickens. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.15, p.15-20, 2013.
- MATEOS, G.G.; LÁZARO, R.; GONZÁLEZ-ALVARADO, E. *et al.* Efectos de la Fibra Dietética en Piensos de Iniciación para Pollitos y Lechones. In: XXII CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 22., 2006. *Proceedings...*, Barcelona: [s.n.], 2006. p.39-66.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. *et al.* The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut. *Agric. Exp. Stat.*, v.7, p11-14, 1965.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. *et al.* Caracterização química bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.26, p.137-146, 2004.
- AOAC., 2000. Method 2000.12: phytase activity in feed: colorimetric enzymatic method. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- ONDERCI, M.; SAHIN, N.; SAHIN, K. *et al.* Efficacy of supplementation of α -amylase producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed a corn based diet. *J. Poult. Sci.*, v.85, p.505-510, 2006.
- PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; NIGAM, P. *et al.* Biotechnological potential of agroindustrial residue II: cassava bagasse. *Bioresour. Technol.*, v.74, p.81-87, 2000.
- ROSTAGNO H.S.; ALBINO L.F.T.; DONZELE J.L. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia. 2017. p. 488.
- SAS Institute., 2011. SAS User's Guide: Statistics. Version 9.3 Edition (Cary, NC, SAS Inst. Inc.).
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *J. Poult. Sci.*, v.59, p.1275-1279, 1963.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).* Viçosa: UFV, 2006. 235p.
- WHITING, I.M.; PIRGOZLIEV, V.; ROSE, S.P. *et al.* Nutrient availability of different batches of wheat distillers dried grains with solubles with and without exogenous enzymes for broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.96, p.574-580, 2017.
- WYATT, N.H.; GEE, J.M.; JOHNSON, I.T. Intestinal microflora and gastrointestinal adaptation in the rat in response to non-digestible dietary polysaccharides. *Br. J. Nutr.*, v.60, p.197-207, 1988.
- YEGANI, M.; KORVER, D.R. Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.92, p.1208-1220, 2013.