

Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de diferentes cultivares de milho para aves

Digestibility coefficient and true digestible amino acid values of different cultivars of maize for poultry

Márcia Antonia Bartolomeu Agustini¹; Ricardo Vianna Nunes²;
Yolanda Lopes da Silva²; Flávio Medeiros Vieites³; Cinthia Eyng^{4*};
Arele Arlindo Calderano⁵; Paulo Cesar Gomes⁵

Resumo

Os coeficientes de digestibilidade e o conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros de oito cultivares de milho foram determinados utilizando-se o método de alimentação forçada com galos adultos cecectomizados. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, representados por oito cultivares, cinco repetições e um galo por unidade experimental. Foram mantidos cinco galos em jejum para as correções correspondentes às perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos. Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os cultivares de milho para os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos metionina, treonina, arginina, cistina e serina. Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais metionina, treonina e arginina variaram de 85,61 a 93,57%, 66,27 a 84,97% e 83,39 a 93,10%, respectivamente. Para os demais aminoácidos essenciais, os valores médios foram: 72,84% para lisina, 85,64% para metionina+cistina, 87,29% para histidina, 85,33% para valina, 87,11% para isoleucina, 94,05% para leucina e 90,65% para fenilalanina. Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais cistina e serina, que apresentaram diferença significativa, variaram de 73,97 a 89,21% e 77,31 a 92,68%, respectivamente. Para os demais aminoácidos não essenciais, os valores médios foram: 88,29% para alanina, 82,68% para o ácido aspártico, 92,20% para o ácido glutâmico e 87,84% para tirosina. Em função das variações observadas, análises periódicas dos cultivares de milho utilizados para a formulação das rações são recomendadas, a fim de que a qualidade das rações seja mantida garantindo o desempenho dos animais.

Palavras-chave: Alimentação forçada, digestibilidade verdadeira, galos cecectomizados

Abstract

The digestibility and true digestible amino acid content of eight cultivars of maize was determined using the method of force-feeding roosters cecectomized. The experimental design was completely randomized, represented by eight cultivars, five replicates and a rooster each. Five roosters were kept fasting for corrections corresponding to metabolic and endogenous losses of amino acids. Significant differences ($P < 0.05$) among maize cultivars for the true digestibility coefficients of amino acids, methionine, threonine, arginine, cystine and serine were observed. The values of true digestibility

¹ Prof^a, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Medianeira, PR. E-mail: marcia1506@hotmail.com

² Profs., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: nunesrv@hotmail.com; yolopesdasilva@yahoo.com.br

³ Prof., Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Rondonópolis, MT. E-mail: fmvieites@yahoo.com.br

⁴ Prof^a, Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, MS. E-mail: cinthiaeyng@hotmail.com

⁵ Profs., Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG. E-mail: arelecalderano@yahoo.com.br; pcgomes@ufv.br

* Autor para correspondência

coefficients for essential amino acids, for methionine, threonine and arginine ranged from 85.61 to 93.57%, from 66.27 to 84.97% and 83.39 to 93.10%, respectively. For the other essential amino acids, the average values were: 72.84% for lysine, 85.64% for methionine+cystine, 87.29% for histidine, 85.33% for valine, 87.11% for isoleucine, 94.05% for leucine and 90.65% for phenylalanine. The true digestibility coefficients of nonessential amino acids cystine and serine that showed significant difference ranged from 73.97 to 89.21% and from 77.31 to 92.68%, respectively. For other non-essential amino acids, average values were 88.29% for alanine, 82.68% for aspartic acid, 92.20% for glutamic acid and 87.84% for tyrosine. Due to the variations observed, it is recommended periodic analyzes of maize cultivars used to formulate diets, to ensure the feed quality and the performance of the animals.

Key words: Forced feeding, roosters cecectomized, true digestibility

Introdução

Um dos avanços alcançados na nutrição animal nos últimos anos foi a utilização do conceito de proteína ideal, que se baseia no balanço exato de aminoácidos capaz de prover, sem deficiência nem excesso, todos os aminoácidos requeridos pelo animal visando a manutenção e a deposição máxima de proteína corporal (PENZ JÚNIOR, 1996). Entretanto, os perfis de aminoácidos na proteína ideal devem ser baseados em valores de aminoácidos digestíveis. Assim, é importante conhecer o teor e os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos utilizados nas formulações das rações para as aves. O conhecimento dos coeficientes de digestibilidade verdadeira permite melhor utilização dos alimentos pelas aves e redução dos custos de produção, além de minimizar a eliminação de poluentes (BRUMANO et al., 2006).

A digestibilidade verdadeira é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos na dieta e nas excretas ou digesta ileal, sendo consideradas as perdas endógenas dos aminoácidos, que são subtraídas da quantidade total de aminoácidos presentes nas excretas ou digesta ileal (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

A fonte energética mais usada na ração de aves e suínos é o milho. Este, contribui com cerca de 25 a 33% da proteína total em rações para frangos de corte e poedeiras (BERTECHINI; FASSANI; FIALHO, 1999). No entanto, fatores como fertilidade do solo, ataques de pragas e doenças,

surgimento constante de novos cultivares, condições ambientais, armazenamento e formas de processamento dos grãos influenciam o valor nutricional dos alimentos (EYNG et al., 2009), sendo então, necessário melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e nutrientes que são utilizados nas dietas de aves.

A qualidade do grão de milho é influenciada pelos diferentes cultivares, principalmente nos aspectos relacionados ao valor nutricional. Por isso, a composição química, física e aminoacídica devem ser constantemente avaliadas. Em adição, o conhecimento da digestibilidade dos aminoácidos do milho se faz necessário para a formulação de rações com mais exatidão. Desta forma, objetivou-se com esse trabalho determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de diferentes cultivares de milho para aves.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foi utilizada a técnica da alimentação forçada, descrita por Sibbald (1979), com galos adultos cecectomizados, da linhagem Leghorn, com 35 semanas de idade, com peso médio de 2571,5 g \pm 205 g. Os galos foram cecectomizados conforme a metodologia descrita por Pupa et al. (1998), com anestesia local e laparotomia abdominal.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito diferentes cultivares de milho obtido na região oeste do Paraná, cinco repetições e um galo por unidade experimental. Simultaneamente, foram mantidos cinco galos em jejum para as correções correspondentes às perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos.

Os galos foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas providas de bandejas metálicas cobertas com plásticos e submetidos ao período de adaptação de cinco dias. Nesse período receberam alimentação em dois turnos de uma hora cada, um pela manhã e outro à tarde, a fim de promover dilatação do papo.

Após o período de adaptação, os galos permaneceram 24h00 em jejum para esvaziamento do trato digestório. Após este período, cada ave foi alimentada com 30g do alimento teste, correspondente ao tratamento em questão. A quantidade de alimento fornecida foi dividida em duas porções de 15g, fornecidas às 8h00 e 16h00, a fim de evitar regurgitações. A introdução do alimento ocorreu por intermédio de um funil-sonda, via oral até o papo.

Às 56 horas posteriores à primeira alimentação corresponderam ao período de colheita de excretas, que foram realizadas às 8h00 e 17h00, para evitar fermentação das mesmas. As excretas colhidas foram identificadas, pesadas e congeladas e, ao final do período de colheita, foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas. Posteriormente, foram determinados os valores de matéria seca, nitrogênio total e aminoácidos das amostras (excretas e alimentos).

As análises de matéria seca e nitrogênio total foram realizadas segundo as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Os aminogramas dos alimentos e das excretas foram realizados por meio de cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

Após determinada a quantidade de aminoácidos ingerida e excretada pelas aves e a fração metabólica e endógena, obtida com os galos em jejum, foram obtidos os coeficientes de digestibilidade verdadeira e o conteúdo digestível verdadeiro de cada aminoácido nos alimentos, por meio da fórmula proposta por Rostagno e Featherston (1977).

O diâmetro geométrico médio (DGM) foi determinado segundo Zanotto e Bellaver (1996) e a composição química do milho foi analisada segundo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Como procedimento estatístico foi aplicado o teste de comparação de médias Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade entre os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. As análises foram realizadas por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1999).

Resultados e Discussão

Os valores de proteína bruta e extrato etéreo variaram de 7,79 a 9,52% e de 3,23 a 4,93%, respectivamente (Tabela 1). Valores semelhantes são relatados por Rostagno et al. (2011), valores estes de 7,88% e 3,65% para proteína bruta e extrato etéreo, respectivamente. Segundo Vieira et al. (2007), os valores nutricionais do milho podem variar de acordo com a variedade avaliada e, especificamente em relação à proteína bruta, pode haver influência da adubação nitrogenada recebida durante o cultivo.

As médias das porcentagens do conteúdo total de cada aminoácido essencial dos oito cultivares de milho avaliados foram superiores às descritas por Gomes et al. (2010), com exceção dos aminoácidos arginina, isoleucina, valina e histidina (Tabela 2). Os valores observados para isoleucina e valina foram inferiores aos citados por Rodrigues et al. (2001), valores médios de 0,32 e 0,44, respectivamente para

amostras de milho. Em adição, os valores obtidos para os aminoácidos lisina, metionina+cistina, arginina, valina, isoleucina, leucina, histidina

e fenilalanina foram superiores aos citados por Rostagno et al. (2011) e Bellaver, Parsons e Easter (1998).

Tabela 1. Composição química de diferentes cultivares de milho (percentagem da matéria natural).

Itens	Cultivares de milho							
	1	2	3	4	5	6	7	8
MS (%)	88,81	87,88	88,34	87,83	88,29	88,18	88,25	88,31
Umidade (%)	11,19	12,12	11,66	12,17	11,71	11,82	11,75	11,69
PB (%)	7,79	8,61	8,84	8,46	8,73	9,52	8,29	8,96
EE (%)	4,25	3,55	4,63	3,23	4,93	4,46	4,66	4,69
FB (%)	1,01	2,04	1,53	1,72	1,60	2,14	1,15	1,63
FDA (%)	3,10	3,39	3,16	3,38	3,33	3,21	3,40	3,23
FDN (%)	16,80	15,21	17,17	16,21	14,39	15,91	16,23	17,65
Amido (%)	68,18	66,16	68,18	66,17	68,17	66,17	66,27	66,20
ENN (%)	73,96	72,11	71,67	73,01	71,50	70,27	72,81	71,71
MM (%)	1,74	1,57	1,67	1,41	1,53	1,79	1,34	1,32
Cálcio (%)	0,018	0,016	0,017	0,011	0,029	0,011	0,012	0,008
Fósforo (%)	0,33	0,31	0,33	0,25	0,28	0,25	0,21	0,23
DGM (μ m)	705	708	656	743	676	696	673	716

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; ENN = extrativo não nitrogenado; MM = matéria mineral; DGM = diâmetro geométrico médio.

Fonte: Elaboração dos autores.

Em relação às médias das porcentagens do conteúdo total dos aminoácidos não essenciais, a alanina, o ácido glutâmico, o ácido aspártico, a cistina e a serina apresentaram valores maiores que os descritos por Gomes et al. (2010). Segundo Carvalho et al. (2009), diferenças na temperatura de secagem e o tempo de armazenamento dos grãos podem influenciar a composição aminoacídica dos cultivares, o que pode explicar as divergências observadas. Neste sentido, existem controvérsias na literatura com relação à temperatura ideal de secagem dos grãos para que possa ser mantido o valor nutricional bem como o energético dos ingredientes (MAZZUCO et al., 2002; CARVALHO et al., 2004; CARVALHO et al., 2009).

Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os cultivares de milho para os coeficientes

de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos metionina, treonina e arginina. Essa variação pode ser explicada por diferenças na idade dos grãos, nas condições e tempo de estocagem dos grãos, nos lotes e no processamento (Tabela 3). Ao se avaliar as médias dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais dos oito cultivares que apresentaram diferença significativa, foi observado que os valores foram inferiores aos reportados por Gomes et al. (2010) e Fischer Júnior et al. (1998). No entanto, para o coeficiente de digestibilidade da metionina o valor encontrado neste estudo foi superior ao reportado por Rodrigues et al. (2001). Essas divergências podem ser explicadas pelos diferentes cultivares analisados, uma vez que, a qualidade do milho varia segundo os híbridos utilizados.

Tabela 2. Composição em proteína bruta, aminoácidos totais e digestíveis dos diferentes cultivares de milho, em percentagem da matéria natural.

Aminoácidos		Cultivares de Milho							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Proteína Bruta		7,79	8,61	8,84	8,46	8,73	9,52	8,29	8,96
Lisina	Total	0,26	0,28	0,25	0,21	0,24	0,26	0,27	0,29
	Digestível	0,17	0,20	0,19	0,14	0,19	0,18	0,21	0,21
Metionina	Total	0,22	0,21	0,21	0,18	0,20	0,17	0,22	0,18
	Digestível	0,20	0,19	0,19	0,16	0,18	0,14	0,20	0,16
Metionina+Cistina	Total	0,44	0,43	0,43	0,39	0,37	0,36	0,45	0,39
	Digestível	0,38	0,37	0,38	0,33	0,31	0,29	0,41	0,33
Treonina	Total	0,35	0,38	0,36	0,32	0,31	0,35	0,35	0,37
	Digestível	0,25	0,29	0,26	0,21	0,22	0,23	0,29	0,31
Arginina	Total	0,42	0,44	0,42	0,35	0,39	0,41	0,41	0,46
	Digestível	0,37	0,38	0,37	0,29	0,34	0,34	0,38	0,41
Histidina	Total	0,26	0,29	0,28	0,25	0,24	0,27	0,29	0,30
	Digestível	0,23	0,25	0,25	0,21	0,21	0,23	0,26	0,27
Valina	Total	0,41	0,46	0,44	0,37	0,39	0,41	0,42	0,49
	Digestível	0,34	0,40	0,39	0,30	0,32	0,34	0,38	0,42
Isoleucina	Total	0,31	0,35	0,33	0,27	0,29	0,30	0,29	0,37
	Digestível	0,26	0,31	0,29	0,23	0,25	0,25	0,26	0,32
Leucina	Total	1,10	1,34	1,27	1,07	1,07	1,16	1,11	1,42
	Digestível	1,03	1,27	1,21	0,99	1,00	1,08	1,06	1,33
Fenilalanina	Total	0,45	0,54	0,51	0,42	0,44	0,45	0,42	0,54
	Digestível	0,40	0,50	0,47	0,37	0,39	0,40	0,40	0,49
Cistina	Total	0,22	0,22	0,23	0,21	0,17	0,19	0,23	0,21
	Digestível	0,18	0,17	0,18	0,17	0,13	0,14	0,21	0,17
Alanina	Total	0,65	0,79	0,74	0,62	0,64	0,68	0,66	0,80
	Digestível	0,56	0,71	0,67	0,53	0,56	0,59	0,60	0,71
Ac. Aspártico	Total	0,56	0,65	0,61	0,51	0,58	0,60	0,58	0,67
	Digestível	0,44	0,54	0,51	0,40	0,48	0,47	0,52	0,57
Ac. Glutâmico	Total	1,57	1,84	1,78	1,50	1,61	1,72	1,72	2,10
	Digestível	1,43	1,69	1,65	1,36	1,47	1,55	1,64	1,96
Serina	Total	0,45	0,52	0,49	0,41	0,42	0,45	0,46	0,52
	Digestível	0,36	0,44	0,41	0,32	0,34	0,35	0,41	0,47
Tirosina	Total	0,36	0,42	0,39	0,32	0,34	0,35	0,34	0,40
	Digestível	0,31	0,37	0,35	0,27	0,29	0,30	0,31	0,36

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade verdadeira¹ dos aminoácidos essenciais para as diferentes cultivares de milho, em porcentagem.

Aminoácidos Essenciais (%)	Milho 1	Milho 2	Milho 3	Milho 4	Milho 5	Milho 6	Milho 7	Milho 8	CV (%)
Lisina ^{ns}	64,65	72,29	75,73	69,29	75,88	70,01	79,01	75,93	11,19
Metionina	89,97 ^{ab}	90,36 ^{ab}	92,06 ^{ab}	90,41 ^{ab}	88,48 ^{ab}	85,61 ^b	93,57 ^a	87,63 ^{ab}	3,65
Met+Cis ^{ns}	86,71	84,98	86,83	84,87	83,49	79,33	91,34	87,58	6,14
Treonina	72,55 ^a	75,98 ^a	73,41 ^a	66,27 ^b	70,27 ^a	67,58 ^a	84,97 ^a	84,54 ^a	14,48
Arginina	87,65 ^{ab}	87,07 ^{ab}	88,73 ^{ab}	84,15 ^{ab}	86,01 ^{ab}	83,39 ^b	93,10 ^a	90,66 ^{ab}	5,07
Histidina ^{ns}	85,36	86,79	88,09	85,35	86,91	85,73	89,46	90,66	5,75
Valina ^{ns}	82,67	86,81	88,03	80,39	83,01	81,85	90,43	89,47	6,61
Isoleucina ^{ns}	85,28	88,78	89,47	83,08	85,42	84,02	90,92	89,95	5,58
Leucina ^{ns}	93,13	94,73	95,48	92,60	92,99	92,68	95,96	94,82	2,30
Fenilalanina ^{ns}	89,33	91,95	92,65	88,05	89,39	88,22	93,60	92,00	3,73

¹Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05) pelo teste de Student Newman-Keuls.

ns: não significativo (P>0,05)

Fonte: Elaboração dos autores.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais cistina e serina variaram (P<0,05) entre os cultivares de milho avaliados (Tabela 4). Os valores médios para todos os aminoácidos não essenciais foram inferiores aos descritos por Fischer Júnior et al. (1998) e Rodrigues et al. (2001). No entanto, os

valores obtidos foram superiores aos coeficientes apresentados por Gomes et al. (2010). De um modo geral, essa variação nos resultados, em relação à literatura, demonstra a necessidade de expressar o valor dos aminoácidos dos alimentos em termos de aminoácidos digestíveis, garantindo o fornecimento adequado destes aos animais (ROSTAGNO; NASCIMENTO; ALBINO, 1999).

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não-essenciais para as diferentes cultivares de milho.

Aminoácidos não essenciais (%)	Milho 1	Milho 2	Milho 3	Milho 4	Milho 5	Milho 6	Milho 7	Milho 8	CV (%)
Cistina	83,51 ^b	79,84 ^{ab}	81,99 ^{ab}	80,06 ^{ab}	77,71 ^{ab}	73,97 ^b	89,21 ^a	87,53 ^a	8,90
Alanina ^{ns}	86,44	90,23	90,25	85,32	87,59	86,55	90,94	88,99	4,45
Ác. Aspartico ^{ns}	78,55	82,53	84,03	78,76	82,62	78,76	90,01	86,20	7,53
Ác. glutâmico ^{ns}	90,74	91,74	93,08	90,66	91,20	90,26	95,75	94,15	3,14
Serina	81,26 ^{ab}	83,50 ^{ab}	83,81 ^{ab}	77,38 ^b	80,56 ^{ab}	77,31 ^b	90,83 ^a	92,68 ^a	8,13
Tirosina ^{ns}	86,85	88,22	88,93	85,15	86,81	84,60	92,72	89,46	5,11

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05) pelo teste de Student Newman-Keuls

ns = não significativo (P>0,05)

Fonte: Elaboração dos autores.

Conclusões

Houve variação quanto aos valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira para metionina, treonina, arginina, cistina e serina entre os cultivares de milho analisados. Em função destas variações, análises periódicas dos cultivares de milho utilizados para a formulação das rações são necessárias, a fim de que a qualidade das rações seja mantida garantindo o desempenho dos animais.

Referências

- BELLAVER, C.; PARSONS, C.; EASTER, R. A. Estimates of true amino acid digestibilities in feed ingredients using precision-fed, cecectomized roosters. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 5, p. 731-736, 1998.
- BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; FIALHO, E. T. Utilização do milho QPM (quality protein maize) para aves. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 23, n. 2, p. 434-440, 1999.
- BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; SCHMIDT, M.; GENEROSO, R. A. R. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alimentos protéicos determinados com galos cecectomizados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 2290-2296, 2006.
- CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; JUNIOR, J. G. V.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E.; SOUZA, R. M. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e valores de aminoácidos digestíveis do milho submetido a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 38, n. 5, p. 850-856, 2009.
- CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, J. E.; JUNIOR, J. G. V.; TOLEDO, R. S.; COSTA, C. H. R.; PINHEIRO, S. R. F.; SOUZA, R. M. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 358-364, 2004.
- EYNG, C.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; POZZA, M. S. S.; NUNES, C. G. V.; NAVARINI, F. C.; SILVA, W. T. M.; APPELT, M. D. Composição Química e valores energéticos de cultivares de milho para aves. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 10, n. 1, p. 60-72, 2009.
- FISCHER JÚNIOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C. Determinação dos coeficientes de digestibilidade e dos valores de aminoácidos digestíveis de diferentes alimentos para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 307-313, 1998.
- GOMES, P. C.; GENEROSO, R. A. R.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; BRUMANO, G.; MELLO, H. H. C. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n. 6, p. 1259-1265, 2010.
- MAZZUCO, H.; LORINI, I.; BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; BARIONI JÚNIOR, W.; AVILA, V. S. Composição química e energética do milho com diversos níveis de umidade na colheita e diferentes temperaturas de secagem para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 2216-2220, 2002.
- PENZ JÚNIOR, A. M. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 1996, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: FARSUL/SENAR, 1996. p. 71-85.
- PUPA, J. M. R.; LEÃO, M. I.; CARVALHO, A. U.; POMPERMAYER, L. G.; ROSTAGNO, H. S. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 50, n. 5, p. 531-535, 1998.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; BARBOZA, W. A.; NUNES, R. V. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milheto, milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cecectomizados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 30, n. 6S, p. 2046-2058, 2001.
- ROSTAGNO, H. S.; 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*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252 p.
- ROSTAGNO, H. S.; FEATHERSTON, W. R. Estudos de métodos para determinar disponibilidade de aminoácidos em pintos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 6, n. 1, p. 64-76, 1977.
- ROSTAGNO, H. S.; NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1999. p. 65-83.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SIBBALD, I. R. A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science*, Faisalabad, v. 58, n. 3, p. 668-673, 1979.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - Sistema para análises estatísticas e genéticas. Viçosa, MG: 1999. 59 p. (Manual do usuário).

VIEIRA, R. O.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; NASCIMENTO, G. S. J.; SILVA, E. L.; HESPANHOL, R. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 832-838, 2007.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1996. 5 p. (Comunicado técnico, 215).