

Zeólitas naturais na dieta de frangos de corte

[Natural zeolites in broiler diet]

A.F. Schneider, F.M. Yuri, D.S. Almeida, J.V.C. Roeder, J.S. Xavier, C.E. Gewehr

Universidade do Estado de Santa Catarina - Lages, SC

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de 0,5% da zeólita natural clinoptilolita na dieta de frangos de corte sobre o consumo de água, ração e características das excretas. Foi conduzido um ensaio em gaiolas metabólicas, com frangos de corte de linhagem comercial, no período de 14 a 23 dias de idade. O experimento foi constituído de dois grupos de aves, sendo que um recebeu dieta sem inclusão de zeólitas (controle) e outro dieta com inclusão de 0,5% de zeólita (clinoptilolita) em rações isonutritivas, em um delineamento inteiramente ao acaso, com 10 repetições de 10 aves. Avaliou-se o consumo de água e de ração, nas excretas, pH, teor de nitrogênio total e umidade. A inclusão de 0,5% de zeólitas naturais na dieta não alterou ($P>0,05$) o consumo de água e de ração e o teor de nitrogênio das excretas, entretanto, reduziu ($P<0,05$) o pH e a umidade das excretas. Conclui-se que a inclusão de 0,5% de zeólitas naturais na dieta de frangos de corte reduz o pH e a umidade das excretas e pode ser utilizada como aditivo alimentar sem prejudicar o consumo de água e de ração.

Palavras-chave: amônia, clinoptilolita, pH de excretas, umidade das excretas

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the addition of 0.5% natural zeolites (clinoptilolite) to the diet of broilers and their effect on water and feed intake and excreta characteristics. The test was carried out in metabolic cages, with commercial line broilers, in the period from 14 to 23 days old. The experiment was conducted with two groups of broilers: one group received diet without zeolite inclusion (control) and the other received a diet with 0.5% inclusion of zeolite (clinoptilolite) in balanced diets, in a completely randomized design, with 10 replicates of 10 broilers. Water and feed intake, pH, total nitrogen, and moisture of excreta were evaluated. The inclusion of 0.5% of natural zeolites in the diet did not change ($P>0.05$) the water and feed intake and total nitrogen of excreta, nevertheless, it decreased ($P<0.05$) the pH and moisture of excreta. We conclude that the addition of 0.5% natural zeolites to the diet of broilers decreases pH and moisture of excreta and can be used as feed additive without compromising water and feed intake.

Keywords: Ammonia, clinoptilolite, moisture of excreta, pH of excreta

INTRODUÇÃO

Zeólitas são grupos de minerais cristalinos, constituídos de estrutura tridimensional de tetraedros interligados, compostos por quatro átomos de oxigênio em torno de um cátion, o que lhes confere características peculiares. Os canais são frequentemente ocupados por moléculas de água e por cátions (Coombs *et al.*, 1997) e em seus microporos podem fluir moléculas que

possuam dimensão inferior a um valor crítico (Luz, 1995).

Dentre as propriedades das zeólitas destacam-se a capacidade de adsorção de íons, de troca catiônica e de absorção de água. As zeólitas também são utilizadas como peneiras moleculares em processos de remoção de impurezas ou separação de moléculas, devido ao seu volume poroso e ao diâmetro dos poros (Aguiar e Novaes, 2002). Em meio a esses

processos, uma peculiaridade é a alta afinidade e seletividade das zeólitas por íons NH_4^+ (amônio), resultante da capacidade de troca catiônica e da estrutura química desses minerais (Mumpton e Fishman, 1977). A adsorção do amônio pelas zeólitas *in vitro* foi comprovada por Ly et al. (1996). Esses mesmos autores destacam o efeito benéfico das zeólitas nos processos digestivos por impedir a possível absorção intestinal da amônia, já que esse gás é tóxico e, quando absorvido, passa por reações que envolvem gasto energético até sua eliminação. Porém, o mecanismo pelo qual as zeólitas clinoptilolitas agem no nível intestinal ainda precisa ser estudado (Wu et al., 2013).

Visando à redução da poluição ambiental, a produção animal deve atentar para as características das excretas produzidas pelas criações. Diante dessa problemática, buscam-se alternativas, como a utilização de aditivos alimentares, condicionadores de cama e de excretas que possam apresentar efeito benéfico tanto para a indústria avícola quanto para o meio ambiente (Burgos e Burgos, 2006). As propriedades das zeólitas fazem com que elas sejam testadas como aditivos inorgânicos na dieta de diversas espécies animais, buscando melhores resultados de desempenho zootécnico, adsorção a micotoxinas, qualidade de excretas, entre outros. Possíveis melhorias na qualidade das excretas das aves implicam diretamente nas características da cama do aviário, principalmente nos teores de umidade e volatilização da amônia, os quais são nocivos à saúde e acarretam prejuízos sobre o desempenho das aves.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de 0,5% da zeólita natural clinoptilolita na dieta de frangos de corte sobre o consumo de água e ração e as características de suas excretas.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, localizado nas coordenadas geográficas 27°48'11.9"S e 50°18'17.9"W.

Foram utilizados 300 pintos de corte de um dia, de linhagem comercial, os quais foram

inicialmente alojados em pinteiro único, recebendo água e ração isonutritiva *ad libitum*, formuladas de acordo com as recomendações (Tab. 1) de Rostagno et al. (2005). Aos 14 dias de idade, foram selecionadas 200 aves com 506g \pm 5% de variação em relação ao peso médio. As aves foram distribuídas aleatoriamente em 20 gaiolas metabólicas (1,0 x 0,5m), dotadas de comedouro tipo calha, dois bebedouros tipo *nipple* acoplados a um reservatório individual de água e uma bandeja coletora de excretas na parte inferior. O ambiente foi climatizado de acordo com a temperatura de conforto das aves, conforme a recomendação do manual da linhagem.

O ensaio foi conduzido com um período de adaptação de quatro dias (14 a 17 dias de idade) e um período de avaliação de cinco dias (18 a 23 dias de idade). As aves foram submetidas a duas dietas (tratamentos), sendo uma sem inclusão de zeólitas (controle) e outra com inclusão de 0,5% de zeólitas naturais. Cada tratamento contou com 10 repetições de 10 aves. A composição nutricional e calculada das rações está apresentada na Tab. 1. Utilizou-se a zeólita natural do grupo das clinoptilolitas composta, em sua maioria, por SiO_2 e Al_2O_3 . O mineral continha granulometria de 0,4 a 1mm, pH 7,6, e capacidade de troca catiônica de 1,57meq/g.

Para avaliar o consumo de água, foi disposto um reservatório de 3L sobre cada gaiola, acoplado ao bebedouro *nipple*, o qual era abastecido diariamente, e, no dia seguinte, a quantidade de água restante era retirada e pesada em balança analítica de precisão (0,001g). Dividiu-se o consumo total da gaiola pelo número de aves, obtendo-se o consumo de água expresso em mL/ave/dia, sendo o fornecimento *ad libitum*.

O consumo de ração foi obtido por meio do fornecimento *ad libitum* de uma quantidade conhecida e, ao final dos quatro dias de coleta, as sobras foram pesadas, obtendo-se o consumo geral da gaiola, o qual foi dividido pelo número de aves e expresso em g/ave/dia. A relação consumo de água/ração foi calculada pela razão entre o consumo de água e o consumo de ração de cada repetição.

Do 18º ao 22º dia, as excretas eram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -18°C. Para avaliação de potencial

hidrogeniônico (pH) e nitrogênio total das excretas, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente por 24h, com os sacos plásticos ainda fechados e, em seguida, colocadas em recipientes apropriados, onde foram homogeneizadas manualmente. O pH foi determinado por meio da metodologia adaptada de Oliveira *et al.* (2003), utilizando-se 30g de

excretas, as quais foram maceradas em um béquer contendo 250mL de água deionizada. Após, a amostra foi deixada em repouso por cinco minutos, e posteriormente realizou-se leitura em pH-metro digital (TecnoPON MPA 210, versão 7.1). O nitrogênio total das excretas foi determinado pelo método Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2004).

Tabela 1. Composição nutricional e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Pré-inicial (1 a 7 dias)	Inicial (8 a 23 dias)	
	-	Controle	Suplementada
Milho	60,3	63,8	62,7
Farelo de soja	30,7	27,8	28,0
Farinha de carne	7,24	6,73	6,74
Farinha de ostra	0,26	0,27	0,26
Cloreto de sódio	0,18	0,18	0,17
Óleo de soja	0,47	0,59	0,94
Metionina	0,18	0,12	0,12
Lisina	0,17	0,07	0,07
Treonina	0,03	-	-
Zeólitas	-	-	0,50
Premix mineral e vitamínico ¹	0,44	0,44	0,44
Composição calculada			
Energia metabolizável - kcal/kg	2.950	3.000	3.000
Proteína - %	22,0	20,8	20,8
Cálcio - %	0,94	0,88	0,88
Fósforo disp. - %	0,47	0,44	0,44
Lisina disp. - %	1,33	1,15	1,15
Metionina disp. - %	0,52	0,44	0,44

¹Níveis por kg do produto: vitamina B12 3.000,00mcg, vitamina B6 622,00mg, ácido pantotênico 2.934,9mg, niacina 7.500,00mg, biotina 19,00mg, vitamina B2 1.125,00mg, manganês 16.800,0mg, zinco 13.000,00mg, ferro 12.600,00mg, iodo 250,00mg, cobre 2.100,00mg, selênio 75,00mg, vitamina A 2.640.000,00UI/kg, vitamina D3 638.000,00UI/kg, vitamina E 3.650,00UI/kg, vitamina K3 450,00mg, vitamina B1 502,00mg, ácido fólico 189,00mg, colistina 2.500,00mg, BHT 0,80g, enramicina 2.500,00mg, semduramicina 6.250,00mg, colina 86,67g.

Para avaliação de umidade, procedeu-se à coleta das excretas no 23º dia, sendo as bandejas limpas, colocadas ordenadamente nas gaiolas e retiradas após duas horas. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e, em seguida, congeladas a -18°C. Adotou-se esse procedimento com o objetivo de minimizar interferências de variáveis ambientais, com possível evaporação de água das excretas ou absorção de umidade do meio externo. A umidade foi aferida por meio de pesagem inicial das excretas, e a posterior secagem em estufa com ventilação forçada a 105°C por 24h (Silva e Queiroz, 2004).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o delineamento inteiramente ao

acaso, sendo a gaiola com 10 aves considerada como unidade experimental, adotando-se o modelo de análise de variância e o teste t de Student (5%), analisados pelo sistema de análise estatística e planejamento de sistemas – Sisvar (Ferreira, 2011).

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Experimentação Animal – Cetea, da Universidade do Estado de Santa Catarina, e aprovado sob o número de protocolo 1.25.12.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de água não foi alterado ($P > 0,05$) com a inclusão de 0,5% de zeólitas na dieta das aves (Tab. 2). Aditivos ricos em minerais podem

umentar a osmolaridade e, conseqüentemente, o consumo de água (Russel e Chow, 1993), e quanto maior o consumo hídrico, maior será a umidade da cama do aviário (Borges *et al.*, 2002), o que torna essa avaliação importante.

A literatura reporta poucos trabalhos que avaliam o efeito da inclusão de zeólitas nas dietas sobre o consumo de água. Em um trabalho realizado com galinhas Leghorn de 48 dias de idade, durante um período de duas semanas, com a inclusão de

clinoptilolita e mordenita nos níveis 3, 5 e 10% na dieta, observou-se menor consumo de água e ração sem alterar o ganho de peso em relação às aves que receberam dieta sem a suplementação desses minerais (Onagi, 1966). A ingestão de água depende da idade das aves e do nível de sais na dieta (Borges *et al.*, 2002), e o consumo de água afeta diretamente a ingestão de alimentos. Assim, restrições hídricas resultarão em efeito negativo sobre o desempenho da ave.

Tabela 2. Consumo diário de água e ração, características das excretas de frangos de corte alimentados com dietas sem e com a suplementação com 0,5% de zeólitas

	Controle	Suplementada	CV (%)	P
Dados zootécnicos				
Consumo de água - mL/ave/dia	194,9	197,6	7,26	0,653
Consumo de ração - g/ave/dia	111,5	107,9	4,45	0,104
Relação consumo água/ração	1,75	1,83	9,00	0,236
Características das excretas				
pH	5,88 a	5,81 b	0,98	0,018
Nitrogênio total - %	1,49	1,55	9,99	0,415
Umidade - %	81,0 a	79,5 b	1,35	<0,001

Letras desiguais na linha diferem pelo teste T ($P < 0,05$).

CV (%): coeficiente de variação.

P: probabilidade.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) sobre o consumo de ração (Tab. 2), o que corrobora os resultados obtidos por outros autores (Karamanlis *et al.*, 2008; Çabuk *et al.*, 2004), que testaram dosagens superiores à avaliada no presente trabalho. A inclusão de 2% de zeólitas na dieta de frangos de corte não alterou o consumo de ração de aves alimentadas até os 28 dias de idade (Karamanlis *et al.*, 2008), tampouco quando foram incluídas na dieta de frangos de corte nas doses zero, 1,5 e 2,5% (Çabuk *et al.*, 2004). A inclusão de zeólitas na dieta das aves pode resultar em diversos efeitos favoráveis, como proteção contra micotoxinas, retenção da umidade da ração e, conseqüentemente, menor predisposição ao desenvolvimento de fungos, além de proporcionar menor compactação das partículas da ração (Herzig *et al.*, 2008).

A relação entre o consumo de água e de ração (Tab. 2) manteve-se sem alterações ($P > 0,05$). Esse resultado reflete e corrobora os resultados obtidos nas duas variáveis descritas anteriormente, o que atesta que a inclusão de zeólitas na dieta não altera o consumo de água ou de ração das aves. Em frangos de corte, os

consumos de água e de ração são altamente correlacionados, e, por conseguinte, a restrição de um altera diretamente a do outro. O consumo de água apresenta forte influência sobre a restrição alimentar (Soares *et al.*, 2007).

Observou-se redução ($P < 0,05$) no pH das excretas com a inclusão de zeólitas na dieta (Tab. 2). O pH das excretas tem relação direta sobre o pH da cama de aviário, sendo determinante no processo de emissão da amônia nos galpões onde as aves são criadas. A volatilização da amônia pode ser entendida como o transporte da fase aquosa ou sólida para a fase gasosa no ar. O pH indica sua concentração na fase aquosa ou gasosa, determinando sua liberação. Por sua vez, a acidificação do pH das excretas contribui para a redução do pH da cama, o que é um fator importante, já que a liberação de amônia é minimizada em pH abaixo de 7,0 (Carvalho *et al.*, 2011). As características das excretas das aves influenciam diretamente a qualidade da cama do aviário e, por isso, os possíveis efeitos de um aditivo alimentar sobre as excretas devem ser avaliados.

O teor de nitrogênio das excretas (Tab. 2) não foi alterado ($P>0,05$) com a inclusão de zeólitas na dieta. O nitrogênio é um fator importante no processo de volatilização de amônia, já que age como substrato para a produção desse gás. Alguns estudos demonstram que, sempre que houver maiores níveis de nitrogênio disponíveis, haverá maior teor de volatilização de amônia (Egute *et al.*, 2010). Diferentemente dos resultados encontrados neste estudo, Machacek *et al.* (2010) verificaram maior utilização metabólica de nitrogênio em poedeiras recebendo dieta com inclusão de 2% de zeólitas, porém os autores utilizaram dose quatro vezes superior ao presente trabalho.

A capacidade de troca catiônica e a adsorção de íons são propriedades das zeólitas que podem ser mais exploradas para se fazer um melhor aproveitamento do nitrogênio na nutrição animal (Mumpton e Fishman, 1977). A utilização da zeólita clinoptilolita com inclusão de 1,2% na dieta de bovinos confinados não afetou o balanço de nitrogênio e a volatilização, e também não se observaram diferenças no nitrogênio presente nas fezes ou perdido. Destaca-se que, em outras espécies animais, as zeólitas são efetivas na adsorção de nitrogênio e que as divergências nos resultados dos trabalhos podem estar relacionadas a variações nos minerais utilizados ou nas metodologias empregadas para quantificação de nitrogênio (Sherwood *et al.*, 2006).

A umidade das excretas (Tab. 2) das aves foi reduzida ($P<0,05$) com a inclusão de zeólitas, evidenciando o efeito higroscópico desses minerais. Essa resposta era esperada, já que grande parte dos canais e das cavidades das zeólitas é preenchida por moléculas de água (Mohebodini, 2008). É importante avaliar a umidade das excretas das aves ao se incluir minerais na dieta, uma vez que eletrólitos podem ser responsáveis pelo aumento na umidade delas (Vieites *et al.*, 2005). A inclusão de 3% de zeólitas na dieta de frangos de corte criados até 40 dias de idade provocou redução da umidade fecal de 79,14 para 73,01%, em comparação com as aves que receberam dieta sem zeólitas (Safaei katouli *et al.*, 2010). A inclusão de 0,5; 0,75 e 1,0% de zeólitas na dieta de cães adultos indicou que doses acima de 0,75% proporcionaram maior

teor de matéria seca e melhor classificação do escore fecal, sendo o resultado atribuído à capacidade higroscópica das zeólitas (Maia *et al.*, 2010). Miles e Henry (2007) citam que a umidade das excretas diminui linearmente de acordo com o aumento de aluminossilicato na dieta, o que é coerente e corrobora os resultados dos trabalhos supracitados. A maioria das zeólitas retém água por hidratação dos cátions que estão compensando cargas superficiais ou por balanço osmótico (Castaing, 1998).

O menor teor de umidade encontrado nas excretas de aves que consumiram dieta com zeólitas é um resultado interessante, pois a alta umidade implica piora da qualidade da cama do aviário (Borges *et al.*, 2002). Isso ficou evidente em um experimento que resultou em menor umidade da cama das aves com inclusão das doses 1, 2 e 3% de zeólitas na dieta de frangos de corte, sendo esse resultado atribuído à absorção da umidade das excretas (Nikolakakis *et al.*, 2013). Nesse aspecto, a utilização de aditivos alimentares pode contribuir para a mitigação do impacto ambiental da produção de frangos de corte por efeito direto nas excretas das aves, sendo as zeólitas um exemplo para essa condição (Oviedo-Rondón, 2008).

Observa-se que os resultados encontrados na literatura divergem em função da dose de inclusão, da espécie animal e das características das zeólitas utilizadas nos ensaios. É importante destacar que, neste trabalho, incluiu-se somente 0,5% na dieta por ser considerada uma dose viável para ser recomendada em criações comerciais. Não seria interessante uma inclusão superior a 0,5%, pois implicaria aumento no custo da dieta decorrente não somente do custo das zeólitas, mas também do aumento da concentração dos ingredientes principais na dieta, com, por exemplo, maior inclusão de óleo para manter o nível de energia metabolizável requerido, o qual possui elevado valor comercial.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão de 0,5% da zeólita natural clinoptilolita na dieta de frangos de corte reduz o pH e a umidade das excretas e pode ser utilizada como aditivo alimentar sem afetar o consumo de água e de ração.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.R.M.P.; NOVAES, A.C. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. *Quím. Nova*, v.25, p.1145-1154, 2002.
- BORGES, S.A.; SALVADOR, D.; SILVA, A.V.F.; BUENO, F.L. Consumo de água em frangos de corte suplementados com bicarbonato de sódio ou cloreto de potássio na ração. *Ciênc. Cult.*, n.31, p.89-96, 2002.
- BURGOS, S.; BURGOS, S.A. Environmental approaches to poultry feed formulation and management. *Poult. Sci.*, v.5, p.900-904, 2006.
- CARVALHO, T.M.R.; MOURA, D.J.; SOUZA, Z.M. et al. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.46, p.351-361, 2011.
- CASTAING, J. Uso de las arcillas en alimentación animal. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN VANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 14., 1998, Fira de Barcelona. *Anal...* Fira de Barcelona: [DIALNET], 1998. p.141-158. Disponible el: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CA_PVIII.pdf>. Consultado el: 15 dic. 2012.
- COOMBS, D.S.; ALBERTI, A.; ARMBRUSTER, T. et al. Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the subcommittee on zeolites of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. *Can. Mineral.*, v.35, p.1571-1606, 1997.
- ÇABUK, M.; ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; AKKAN, S. Effect of yucca schidigera and natural zeolite on broiler performance. *Poult. Sci.*, v.10, p.651-654, 2004.
- EGUTE, N.S.; ABRÃO, A.; CARVALHO, F.M.S. Estudo do processo de geração de amônia a partir de resíduos avícolas visando a produção de hidrogênio. *Rev. Bras. Pesqui. Desenvol.*, v.12, p.1-6, 2010.
- FERREIRA, D.F. *Sisvar*: a computer statistical analysis system. *Ciênc. Agrotecnol.* v.35, p.1039-1042, 2011.
- HERZIG, I.; STRAKOVA, E.; SUCHY, P. Long-term application of clinoptilolite via the feed of layers and its impact on the chemical composition of long bones of pelvic limb (femur and tibiotarsus) and eggshell. *Vet. Med.*, v.53, p.550-554, 2008.
- KARAMANLIS, X.; FORTOMARIS, P.; ARSENO, G. et al. A. The effect of natural zeolite (clinoptilolite) on the performance of broiler chickens and the quality of their litter. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, v.21, p.1642-1650, 2008.
- LUZ, A.B. *Zeólitas: propriedades e usos industriais*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ, 1995. 35p. (Série Tecnologia Mineral, 68).
- LY, J.; CARÓN, M.; CASTRO, M.; LON-WO, E. Una nota sobre la adsorción in vitro de amoniaco en zeólitas naturales cubanas. *Rev. Comput. Prod. Porcina*, v.3, p.62-68, 1996.
- MACHACEK, M.; VECEREK, V.; MAS, N. et al. Effect of the feed additive clinoptilolite (zeofeed) on nutrient metabolism and production performance of laying hens. *Acta Vet.*, v.79, p.29-34, 2010.
- MAIA, G.V.C.; SAAD, F.M.O.B.; ROQUE, N.C. et al. Zeólitas e yucca schidigera em rações para cães: palatabilidade, digestibilidade e redução de odores fecais. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, p.2442-2446, 2010.
- MILES, R.D.; HENRY, P.R. Safety of improved Milbond-TX® when fed in broiler diets at greater than recommended levels. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.138, p.309-317, 2007.
- MOHEBODINI, H. Zeolite as a feed additive in broiler chickens diets. IRAN INTERNATIONAL ZEOLITE CONFERENCE, 2008, [s.l.]. *Proceedings...* [s.l.]: [s.n.], 2008. Available in: <http://www.civilica.com/EnPaper-ZEOLITE01-ZEOLITE01_047.html>. Accessed in: 20 May 2010.
- MUMPTON, F.A.; FISHMAN, P.H. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J. Anim. Sci.*, v.45, p.1188-1203, 1977.
- NIKOLAKAKIS, I.; DOTAS, V.; KARGOPOULOS, A. et al. Effect of natural zeolite (clinoptilolite) on the performance and litter quality of broiler chickens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, v.37, p.682-686, 2013.

- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.951-954, 2003.
- ONAGI, T. Treating experiment of chicken dropping with zeolite tuff powder. Experimental use of zeolite tuffs as dietary supplements for chicken. *Repub. Yamagata Stock Raising Inst.*, p.7-18, 1966.
- OVIEDO-RONDÓN, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.239-252, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- RUSSELL, J.B.; CHOW, J.M. Another theory for the action of ruminal buffer salts: decreased starch fermentation and propionate production. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.826-830, 1993.
- SAFAEI KATOULI, M.; BOLDAJI, F.; DASTAR, B.; HASSANI, S. Effect of different levels of kaolin, bentonite and zeolite on broilers performance. *J. Biol. Sci.*, v.10, p.58-62, 2010.
- SHERWOOD, D.M.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J. Nitrogen mass balance and cattle performance of steers fed clinoptilolite zeolite clay. *Nebr. Beef Cattle Rep.*, v.1, p.90-91, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, 2004. 235p.
- SOARES, L.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JÚNIOR, A.M.; GHIOTTI, A. Influência da restrição de água e ração durante a fase pré-inicial no desempenho de frangos de corte até os 42 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, p.1579-1589, 2007.
- VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a umidade da cama de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.1990-1999, 2005.
- WU, Q.J.; ZHOU, Y.M.; WU, Y.N.; WANG, T. Intestinal development and function of broiler chickens on diets supplemented with clinoptilolite. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, v.26, p.987-994, 2013.