

GABRIEL CIPRIANO ROCHA

**AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE ZEOLITA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM  
CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

GABRIEL CIPRIANO ROCHA

**AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE ZEOLITA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM  
CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de julho de 2010.

---

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva  
(Co-Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Rita Flávia Miranda de Oliveira  
(Co-Orientadora)

---

Prof. Charles Kiefer

---

Prof. Paulo César Brustolini

---

Prof. Juarez Lopes Donzele  
(Orientador)

A Deus

Aos meus pais, Levi Rocha e Mari Luci Cipriano Rocha

As minhas irmãs, Fernanda e Paula

Ao meu irmão, Renato

A todos os demais familiares e amigos

**Dedico e Ofereço.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo.

A minha mãe Mari Luci, pela fé, pelo amor e pelos mimos que me deu e, por sempre acreditar na minha capacidade de vencer. Mãe, te amo!

Ao meu pai Levi, pelos sábios ensinamentos, por ser exemplo de respeito e honestidade e, pelos mimos que não me deu e me fez o homem que sou. Grato pai!

A minha irmã, Fernanda, por lutar por mim e por ter sido essencial em minha formação zootécnica.

A minha irmã, Paula, por me entender, pelo carinho e amor.

A meu irmão, Renato, por ter sido irmão, sempre.

A todos os demais familiares em especial ao meu primo Romildo.

A Denise por todo o carinho, alegria, compreensão, paciência e companheirismo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

A empresa Celta Brasil por financiar o projeto de pesquisa em especial ao Gustavo Maia.

Aos pós-graduandos que me orientaram durante a minha graduação André, Roberta, Fernando, Rafael, Kátia e Américo.

Ao professor Rasmão Garcia pela orientação na minha iniciação científica.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, por ser um ótimo orientador, por me ensinar a “curiosidade” científica e por possibilitar (ajudar e orientar) que eu atingisse todas as minhas metas profissionais no transcorrer deste curso.

A professora Rita Flávia Miranda de Oliveira e ao Dr. Francisco C. de Oliveira Silva pelas valiosas críticas e sugestões que contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho e pela amizade, sendo o Dr. Francisco essencial no decorrer da parte prática deste trabalho.

Aos professores Paulo César Brustolini e Charles Kiefer por participarem como membros da banca examinadora e pelas sugestões e colaborações científicas. Charles, obrigado pela ajuda com a dissertação.

A toda a Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, pelo apoio durante a condução dos experimentos. Em especial ao amigo José Carlos “Salame”, pela dedicação, pelo companheirismo, pela presteza e pelo auxílio na execução deste trabalho.

Aos colegas Eric, Cinthia, João Paulo, Leandro, Gustavo, Ana Paula, Eriane, Walesca e J.D. (professor) pela ajuda na condução do experimento. Especial agradecimento ao colega Décio Dias dos Réis pelo auxílio e lições de vida que me foram passados durante o experimento e nos três meses que morou em nossa república.

A Celeste e a Fernanda pela ajuda e orientação.

Aos professores Edenio Detmann e Aloizio Soares Ferreira pela ajuda na minha formação ética profissional

A todos os colegas da pós-graduação.

A todos os integrantes e agregados da república BTL.

A todos os meus amigos de Vitória.

A toda a turma do Pólo Aquático da UFV.

A toda turma de Zootecnia-2003 da Universidade Federal Viçosa, em especial ao Rodrigo “Rosca”, André e Rodrigo “Digão”.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Muitíssimo Obrigado!

## **BIOGRAFIA**

GABRIEL CIPRIANO ROCHA, filho de Levi Rocha e Mari Luci Cipriano Rocha, nasceu em 23 de junho de 1983, em Vitória, Espírito Santo.

Em março de 2003 iniciou o curso de zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em dezembro de 2007.

Em dezembro de 2007 ingressou no programa de intercâmbio pelo Dalum Academy Agricultural Business - Denmark, e o concluiu em outubro de 2008.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em nível de mestrado, concentrando seus estudos na área de nutrição de monogástricos. Submeteu-se à defesa de tese em 20 de julho de 2010.

## ÍNDICE

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	12
Resumo .....	16
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	24
Conclusão .....	30
Referências Bibliográficas.....	31



## RESUMO

ROCHA, Gabriel Cipriano, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2010.  
**Avaliação da inclusão de zeolita em dietas para suínos em crescimento e terminação.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Co-Orientadores: Francisco Carlos de Oliveira Silva e Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Este experimento foi realizado com o objetivo de avaliar níveis de zeolita em dietas para suínos em fase de crescimento e terminação sobre o desempenho, o consumo de ração, as características de carcaça, os parâmetros sanguíneos e histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo. Foram utilizados 84 suínos machos castrados, híbridos comerciais, de alto potencial genético para deposição de carne, com 70 dias de idade e peso inicial de  $30,34 \pm 1,14$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com sete seqüências de níveis de zeolita (0,0-0,0; 1,0-0,5; 1,0-1,0; 2,0-1,0; 2,0-2,0; 3,0-1,5 e 3,0-3,0), respectivamente, nas fases de crescimento e terminação, com seis repetições, com dois animais por baía que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos levou-se em consideração o peso inicial dos animais. As dietas experimentais para as fases de crescimento (70 aos 105 dias) e terminação (106 aos 135 dias) foram formuladas à base de milho, sorgo baixo tanino e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. Utilizou-se o sorgo como fonte de contaminação natural por micotoxinas. Os níveis de adsorvente das dietas experimentais foram obtidos a partir da inclusão de zeolita em substituição a areia lavada. Não houve efeito dos níveis de zeolita

nas dietas sobre o consumo de ração diário, ganho de peso diário, conversão alimentar e sobre as características quantitativas de carcaça avaliadas dos animais. Os níveis de zeolita nas dietas também não influenciaram os parâmetros sanguíneos, histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo dos suínos. Devido ao elevado desempenho e características de carcaça bem como a normalidade dos demais parâmetros estudados dos animais que receberam dieta sem adsorvente, pode-se inferir que as dietas continham baixo grau de contaminação por micotoxinas. Conclui-se que os níveis de zeolita não influenciam o desempenho, o consumo de ração, as características de carcaça, os parâmetros sanguíneos e histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo de suínos em fase de crescimento e terminação recebendo dietas com baixo nível de contaminação por micotoxinas.

## ABSTRACT

ROCHA, Gabriel Cipriano, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2010.  
**Evaluation of the inclusion of zeolite in diets for growing-finishing pigs.** Adviser:  
Juarez Lopes Donzele. Co-Advisers: Francisco Carlos de Oliveira Silva and Rita Flávia  
Miranda de Oliveira.

This experiment was conducted to evaluate levels of inclusion of zeolite in diets for growing-finishing pigs on performance, feed intake, carcass characteristics, blood and hepatic parameters and the bone concentration of calcium and phosphorous. Eighty four barrows from commercial hybrids of high genetic potential for meat deposition, with 70 days of age and initial weight of  $30.34 \pm 1.14$  kg were distributed, on the basis of weight, in randomized blocks design, with seven sequences levels of adsorbent (0.0-0.0; 1.0-0.5; 1.0-1.0; 2.0-1.0; 2.0-2.0; 3.0-1.5 and 3.0-3.0, respectively, on growing phase and finishing phase), six replicates with two animals per pen, which was considered the experimental unit. The experimental diets for the growing (70 to 105 days) and finishing (106 to 135 days) phases were formulated with corn, sorghum and soybean meal, supplied with minerals, vitamins and amino acids. The sorghum was used as naturally contaminated source of mycotoxins. The different levels of adsorbent in the diets were obtained by the supplementation of zeolita in the basal diet. The inclusion of zeolite in the diet did not affect the daily feed intake, daily weight gain, feed conversion and the carcass characteristics of the pigs. In the same way blood and hepatic parameters and the bone concentration of calcium and phosphorous were not affect by the different levels of zeolita.

Due to the good performance and carcass characteristics as well the normality of the others analyzed parameters of the animals fed the diets without adsorbents, it can be inferred that the diets had low levels of mycotoxin contamination. It can be concluded that the levels of zeolite do not affect the performance, feed intake, carcass characteristics, blood and hepatic parameters and the bone concentration of calcium and phosphorous in growing-finishing pigs fed diets with low level of mycotoxin contamination.

## **INTRODUÇÃO GERAL**

A suinocultura brasileira, a exemplo de outras cadeias produtivas do agronegócio, cresceu significativamente nos últimos anos. Esse crescimento pode ser notado quando se analisa os vários indicadores econômicos e sociais, como volume de exportações, participação no mercado mundial, número de empregos diretos e indiretos, entre outros. A suinocultura tem evoluído tanto na técnica de produção como no modelo de coordenação das atividades entre fornecedores de insumos, produtores rurais, agroindústrias, atacado, varejo e consumidores, explorando a atividade de forma econômica e competitiva (Gonçalves & Palmeira, 2006).

No contexto da estabilidade e rentabilidade da produção de suínos, o item alimentação por constituir o principal fator que onera no custo de produção dos animais tem merecido atenção especial. Assim qualquer fator que possa comprometer a eficiência de utilização do alimento pelo animal pode refletir negativamente no sucesso do empreendimento. Dentre os problemas inerentes a alimentação destaca-se a presença de micotoxina. A contaminação das dietas com micotoxina tem sido considerada como causa da redução do desempenho dos animais observada em sistema de produção onde todos os outros fatores como manejo e instalações estejam adequados (Jones, 2005).

Vários autores têm associado o baixo desempenho de suínos quando alimentados com dietas contaminadas por micotoxinas (Muller et al., 1999; Agag 2004a; Chen et al., 2008). A ingestão de dietas contaminadas além de ocasionar redução no crescimento dos animais, torna-os mais susceptíveis as enfermidades, principalmente nas fases de crescimento e reprodução (Dersjant-Li et al., 2003), resultando em prejuízo econômico ao produtor.

Outro fator importante a ser considerado é que a presença de micotoxina resulta em diminuição do valor nutricional nos grãos atacados por fungos, principalmente no que se refere aos seus níveis de energia digestível (Büzen e Haese, 2006). Em baixas concentrações as micotoxinas podem não ter efeito significativo nos animais de produção, mas seus resíduos podem ser transferidos para cadeia alimentar humana (Murphy et al., 2006).

O método mais utilizado para proteger os animais contra as micotoxicoses quando essas já estão presentes no alimento tem sido o uso de adsorventes misturado a dieta. Os adsorventes previnem ou limitam a absorção da micotoxina no trato gastrintestinal, reduzindo seus efeitos negativos sobre o desempenho animal e o potencial de transmissão para a cadeia alimentar humana (Huwig et al., 2001). Dentre os adsorventes existentes os mais utilizados são os aluminossilicatos.

Os principais aluminossilicatos são zeolitas, bentonitas naturais e montmorilonita, constituídos basicamente por alumínio e silicatos (Hauschild, 2007). Na nutrição animal, o uso de aluminossilicatos como adsorvente de micotoxinas tem sido estudado a mais de trinta anos (Smith, 1980; Harvey et al., 1994; Shabani et al., 2010), sendo a zeolita o de maior destaque. Estes adsorventes são cristais de aluminossilicatos hidratados de cátions alcalinos e alcalinos terrosos, tendo estrutura tridimensional (Mumpton & Fishman, 1977). Também são caracterizados pela capacidade de perder e ganhar água reversivelmente e

trocar constituintes catiônicos, sem alteração significativa de sua estrutura (Shariatmadari, 2008).

Dessa forma considerando os possíveis efeitos negativos das micotoxina sobre o desempenho dos animais e conseqüentemente na rentabilidade da produção, propôs-se desenvolver esse estudo para avaliar a inclusão de adsorventes em dietas para suínos em fase de crescimento e terminação visando minimizar o impacto e a severidade dos problemas ocasionados pela presença de micotoxinas na dieta.

Esta dissertação foi escrita em capítulos de acordo com as normas para feitura de tese da Universidade Federal de Viçosa, e o capítulo escrito de acordo com as normas científicas da Revista Brasileira de Zootecnia.

## REVISÃO DE LITERATURA

### **Micotoxinas**

O termo micotoxina tem sido utilizado para definir um grupo de metabólitos secundários produzidos por fungos e que induzem uma série de reações tóxicas no organismo. Esses fungos se desenvolvem nos alimentos no campo ou durante o armazenamento. Segundo a FAO (2004) cerca de 25% dos cereais no mundo estão contaminados por micotoxinas sendo os cultivos em zonas tropicais e subtropicais mais propensos à contaminação do que as regiões temperadas, pois as condições ótimas para a produção de toxinas imperam nas zonas de umidade e temperaturas elevadas (Murphy et al., 2006).

Nos suínos as micotoxinas são biotransformadas originando metabólitos e compostos considerados tóxicos. Esses metabólitos podem modificar o anabolismo e catabolismo hepático, alterando o metabolismo das proteínas, carboidratos e lipídios (Dersjant-Li et al., 2003). Podem também causar problemas reprodutivos, alterar o sistema imunológico e comprometer o sistema nervoso (Agag, 2004a). No trato gastrointestinal, as micotoxinas podem comprometer a síntese enzimática e a morfologia epitelial, podendo alterar a digestibilidade e a absorção de nutrientes (Lessard et al., 2009). Além de ocasionar redução



no desempenho dos animais a ingestão de dietas contaminadas podem deixar resíduos de micotoxinas, em carne de aves e suínos, e, ainda, nos ovos de poedeiras (Murphy et al., 2006).

Os fungos podem infectar os grãos em sua formação, em consequência de danos causados por insetos e outros agentes e produzir toxinas antes ou durante colheita e após o seu armazenamento (Organización Mundial de La Salud, 1983). As micotoxinas de maior preocupação para a saúde animal e humana são produzidas por três principais gêneros de fungos *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (Gertner et al., 2008). As principais micotoxinas encontradas nos alimentos que têm causado danos aos animais e aos humano são aflatoxina, zearalenona, tricotecenos, ocratoxina e fumosinas (Wang et al., 2009).

Em suínos a contaminação por aflatoxina pode promover prejuízos ao sistema hematopoiético, depressão do sistema imune e redução do desempenho animal. No sistema digestivo as aflatoxinas causam lesões nos enterócitos podendo, em doses elevadas, provocar hemorragias entéricas. Em monogástricos tem sido observado a alteração da atividade das enzimas relacionadas à digestão de carboidratos e lipídios quando alimentados com dietas contaminadas por essa micotoxina o que pode modificar a digestibilidade dos ingredientes (Agag, 2004a).

A presença e a magnitude da contaminação dos alimentos por aflatoxina variam em função de fatores geográficos e estacionais e também das condições em que se cultiva, colhe e armazena os produtos agrícolas. Essas toxinas são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* e estão presentes em aproximadamente 38% das dietas suínolas sendo responsáveis pela micotoxicose suína, do ponto de vista clínico e econômica, de maior importância (Dilkin, 2002).

Por sua vez, a zearalenona é uma micotoxina estrogênica não esteroideal produzida por várias espécies e subespécies de *Fusarium* (*F.graminearum*, *F. culmorum*, *F.*

*crookwellense*, *F. sambucinum* e *F. equiseti*). Esses fungos podem ser encontrados em cereais como o milho, trigo, sorgo, cevada e centeio (D' Mello et al., 1999). A exposição dos suínos a zearalenona tem como principal consequência danos reprodutivos (Agag, 2004b). Contudo, Szkudelska et al. (2002) reportaram que a zearalenona pode modificar o metabolismo energético dos animais, por alterar a síntese protéica e lipídica.

No grupo dos tricotecenos as micotoxinas de destaque são toxinas-T2 e deoxinivalenol que são mais comuns em regiões subtropicais e de alta umidade como o sul do Brasil. A ocorrência de tricotecenos tem sido significativa em culturas de inverno como trigo, cevada, aveia, arroz e centeio cultivados em baixas temperaturas, variando entre 6 e 24°C (Dilkin, 2002). Um dos contaminantes de ampla difusão na alimentação humana e animal, os tricotecenos, podem causar danos toxicológicos e imunotoxicológicos em vários sistemas celulares dos animais (Chen et al., 2008). As intoxicações por tricotecenos acarretam ainda redução no consumo e ganho de peso além de alterações na síntese protéica (Wang et al., 2009).

A ocratoxina está presente em uma grande variedade de alimentos, o que é atribuído a sua estabilidade química aos processamentos industriais e por ser produzida por várias cepas de fungos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* (Al-Anati & Petzinger, 2006), sendo a ocratoxina-A, a principal deste grupo (Murphy et al., 2006). O maior alvo toxicológico da ocratoxina-A em suínos são os rins, podendo também causar efeitos imunodepressivos (Stoev et al., 2002). A contaminação por esse fungo ocorre principalmente na pré-colheita e raramente sob condições pós-colheita (Al-Anati & Petzinger, 2006).

Ao contrário dos outros fungos, as fumosinas, são comuns tanto em clima temperados como em clima tropical, são produzidas por fungos do gênero *Fusarium* e a principal incidência dessas micotoxinas é no milho (Murphy et al., 2006). Em suínos os

principais órgãos alvos são pulmão, fígado e coração, sendo que a síndrome específica nessa espécie é a síndrome de edema pulmonar e hidrotórax (Munkvold & Desjardins, 1997), a ingestão de fumosinas pode ainda causar alterações na secreção de enzimas e absorção de nutrientes pelo intestino delgado (Lessard et al., 2009).

Deve-se ressaltar que as micotoxinas nem sempre agem isoladamente. A ação sinérgica entre as micotoxinas pode aumentar a toxicidade destas para os animais (Wang et al., 2009). Diferentes toxinas podem estar presentes simultaneamente na dieta, por isso, níveis aparentemente baixos de toxinas individuais tornam-se importantes quando combinados (Pier, 1992).

Uma vez que não existem maneiras práticas de eliminar totalmente as micotoxinas e não existem substâncias químicas viáveis para inativá-las sem prejuízo ao alimento, o uso de adsorventes tem sido uma alternativa para evitar os efeitos das micotoxinas em dietas contaminadas. Os principais adsorventes e mais utilizados são os aluminossilicatos; zeolitas, bentonitas naturais e montmorilonita (Hauschild, 2007).

### **Zeolita**

Na nutrição animal, o uso de aluminossilicatos como adsorvente vem sendo estudado há muitos anos (Mumpton & Fishman, 1977; Harvey et al., 1989; Shabani et al. 2010) sendo a zeolita o de maior destaque. Este adsorvente é formado por cristais de aluminossilicatos hidratados de cátions alcalinos e alcalinos terrosos, tendo estrutura tridimensional (Mumpton & Fishman, 1977), sua estrutura é formada por uma matriz de alumínio e silício que formam um emaranhado de canais e poros abertos (Castaing, 1998). Também são caracterizados pela capacidade de perder e ganhar água reversivelmente e trocar constituintes catiônicos, sem alteração significativa de sua estrutura (Shariatmadari, 2008).

Estes adsorventes formam complexos estáveis com as micotoxinas devido a alta capacidade de troca catiônica e superfície hidrofílica que aumenta sua afinidade por compostos orgânicos (Tomsevic-Canovic et al., 2001). A pureza, granulometria, origem e porosidade da zeolita também são determinantes de sua afinidade pelas micotoxinas. Da mesma forma que propriedades físicas da micotoxina como a polaridade, solubilidade e distribuição de cargas em sua superfície desempenham papel significativo no processo de adsorção (Huwig et al., 2001).

Devido a essas características, nos últimos anos estudos (Harvey et al., 1989; Lindemann et al., 1993; Shabani et al., 2010) foram realizados demonstrando que inclusão de zeolita à dieta é capaz de reduzir o efeito tóxico, principalmente das aflatoxinas, sobre o desempenho animal devido à sua habilidade de se ligar ou adsorver micotoxinas e impedir sua absorção pelo trato gastrintestinal tornando-as inerte e não tóxicas aos animais (Huwig et al., 2001).

Por outro lado, estudos *in vitro* (Dwyer et al., 1997; Dakovic et al., 2005) tem evidenciado que a modificação química da superfície dos aluminosilicatos aumenta a afinidade desses compostos por outras micotoxinas além da aflatoxina. No entanto, os resultados de estudos *in vivo* não corroboram este fato (Avantaggiato et al., 2004; Döll et al., 2005).

### **Zeolita - desempenho animal e características de carcaça**

Trabalhando com suínos, Vrzgula & Bartko (1984) e Leung (2004) constataram efeito positivo da inclusão de, respectivamente, 3,0 e 4,0% de zeolita na dieta dos suínos em fase de crescimento e terminação sobre o ganho de peso e conversão alimentar quando comparado ao grupo controle. De forma similar, Defang & Nikishov (2009) avaliando

níveis de inclusão de zeolita na dieta de suínos em fase de crescimento e terminação obtiveram os melhores resultados de crescimento dos animais com a inclusão de 4,0%.

No entanto os resultados obtidos com adição de adsorvente na ração não tem sido consistentes. Trabalhando com suínos na fase de crescimento e terminação Nestorov (1984) e Shurson et al. (1984) não verificaram efeito da adição, respectivamente, de 4 e 5% de zeolita na dieta sobre o ganho de peso e conversão alimentar dos animais. Já, Prvullovic et al. (2007), trabalhando com suínos em fase de crescimento e terminação, verificaram efeito positivo da adição de zeolita na dieta somente na fase de crescimento.

Em experimento com suínos em fase de crescimento, Harvey et al. (1989) observaram que a inclusão de 0,5 e 2,0% de adsorvente a dieta contaminada com aflatoxina foi efetiva para manter normal o ganho de peso e conversão alimentar dos animais quando comparados aos que receberam dieta sem a toxina. Estes resultados também foram obtidos por Lindemann et al. (1993) e Harvey et al. (1994) trabalhando com a inclusão de 0,5% de zeolita em dietas contaminadas para suínos da mesma categoria.

Estudos correlacionando a inclusão de adsorvente a dietas de suínos e características quantitativas de carcaça têm sido controversos, Ward et al. (1991) testando inclusão de 0,5% de zeolita na dieta de suínos em fases de crescimento e terminação não verificaram efeito do adsorvente sobre o peso de carcaça, área de olho de lombo, rendimento de carcaça, espessura de toucinho e percentagem de carne. Da mesma forma, Pearson et al. (1985) avaliando níveis de 4,0 e 8,0% e Leung (2004) testando níveis de 2,0 a 6,0% não observaram efeito da inclusão de zeolita na dieta de suínos em fase de crescimento e terminação sobre as características de carcaça quando comparados ao tratamento controle.

Em contrapartida, Defang & Nikishov (2009) constataram maior rendimento de carcaça para os suínos alimentados com dietas contendo 4,0% de zeolita, sem, no entanto,

alterar as demais características de carcaça. Por sua vez, Pond et al. (1988) constataram aumento da área de olho de lombo com a inclusão de zeolita na dieta.

### **Zeolita - Parâmetros sanguíneos e histopatológicos**

Dietas contaminadas com micotoxinas podem causar manifestações clínicas como aborto, edema pulmonar porcino, vômitos, etc. No entanto, doses de micotoxinas que não causam quadro clínico conhecidos podem culminar com aparecimento de infecções subclínicas que apesar de gerar diminuição do desempenho produtivo dos animais só podem ser detectadas com clareza através de análises de parâmetros sanguíneos e histopatológicos. Alterações desses parâmetros foram relatadas por alguns autores (Dilkin, 2002; Chen et al., 2008; Diaz-Llano et al., 2010) em animais recebendo dietas contaminadas por micotoxinas.

Em experimento com suínos, Harvey et al. (1989) observaram que adição de zeolita a dieta contaminada com micotoxinas foi efetiva para reduzir a gama-glutamyltransferase e fosfatase alcalina e aumentar a albumina, glicose, proteína total e uréia circulante além de uma tendência de redução da aspartato amino transferase.

Melhora nos parâmetros sanguíneos de suínos devido à adição de zeolita á dietas contaminadas também foram constatados por Lindemann et al. (1993) e Harvey et al. (1994). De acordo com estes autores, o resultado demonstrou que a adição de adsorvente à dieta foi efetiva para limitar a absorção de micotoxinas pelo trato gastrintestinal e reduzir seus conseqüentes efeitos sobre os parâmetros sanguíneos.

A inclusão de zeolita a dieta também foi efetiva em reduzir os impactos das micotoxinas sobre o fígado como relatado por Harvey et al. (1989) e Harvey et al. (1994) que observaram redução da lipidose hepática, fibrose e proliferação de ductos biliares quando comparado aos animais que receberam dietas contaminadas e não suplementadas.

Do mesmo modo, Denli et al. (2009) verificaram redução das lesões hepáticas em frangos de corte em razão da inclusão de adsorvente na dieta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAG, B.I. Mycotoxins in foods and feeds. 3-zearalenone. **Association University Bull Environment Research**, v. 7, p.159-176, 2004b.
- AGAG, B.I. Mycotoxins in foods and feeds. 1-aflatoxins. **Association University Bull Environment Research**, v.7, p.173-206, 2004a.
- AL-ANATI, L.; PETZINGER, E. Immunotoxic activity of ochratoxin A. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v.29, p.79–90, 2006.
- AVANTAGGIATO, G.; HAVENAAR, R.; VISCONTI, A. Evaluation of the intestinal absorption of deoxynivalenol and nivalenol by an in vitro gastrointestinal model, and the binding efficacy of activated carbon and other adsorbent materials. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, p.817-824, 2004.
- BÜZEN, S.; HAEZE, D. Controle de Micotoxinas na Alimentação de Aves e Suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, p.299-304, 2006.
- CASTAING, J. Uso de las arcillas en alimentación animal. **Avances en nutrición y alimentación animal: XIV Curso de especialización**, p.141-148, 1998.
- CHEN, F.; MA, Y.L.; XUE, C.Y. et al. The combination of deoxynivalenol and zearalenone at permitted feed concentrations causes serious physiological effects in young pigs. **Journal of Veterinary Science**, v.9, p.39–44, 2008.
- DAKOVIC, A.; TOMASEVIC-CANOVIC, M.; DONDUR, V. et al. Adsorption of mycotoxins by organozeolites. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.46, p.20-25, 2005.
- D' MELLO, J.P.F.; PLACINTA, C.M.; MACDONALD, A.M.C. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. **Animal Feed Science and technology**, v.80, p.183-205, 1999.



- DEFANG, H.F.; NIKISHOV, A.A. [2009]. Effect of dietary inclusion of zeolite on performance and carcass quality of grower-finisher pigs. **Livestock Research for Rural Development**, v.21, n.6, 2009. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd21/6/defa21090.htm>> Acesso em: 21/01/2010.
- DENLI, M.; BLANDON, J.C.; GUYNOT M.E. et al. Effects of dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B<sub>1</sub>. **Poultry Science**, v.88, p.1444-1451, 2009.
- DERSJANT-LI, Y.; VERSTEGEN, M.W.A.; GERRITS, W.J.J. The impact of low concentrations of aflatoxin, deoxynivalenol or fumonisins in diets on growing pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, v.16, p.223-239, 2003.
- DILKIN, P. Micotoxicose Suína: Aspectos Preventivos, Clínicos e Patológicos. **Biológico**, v.64, p.187-191, 2002.
- DÖLL, S.; GERICKE, S.; DÄNICKE, S. et al. The efficacy of a modified aluminosilicate as a detoxifying agent in *fusarium* toxin contaminated maize containing diets for piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 89, p.342-358, 2005.
- DWYER, M.R.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B. et al. Effects of inorganic adsorbents and cyclopiazonic acid in broiler chickens. **Poult Science**, v.76, p.1141-1149, 1997.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). **Codex Alimentarius Commission**, 27a ed., Genebra, 2004, 224 p.
- GERTNER, L.R.S.; SANTIN, E.; SAAD, M.B. Influência da Fumosina sobre a Resposta imunológica de aves. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambiental**, v.6, p.401-411, 2008.
- GONCALVES, G.R.; PALMEIRA, M.E.: "Suinocultura Brasileira" em **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Número 71, 2006.
- HARVEY, R.B.; KUBENA, L.F.; ELISSALDE, M.H. et al. Comparison of two hydrated sodium calcium aluminosilicate compounds to experimentally protect growing barrows from aflatoxicosis. **The Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v.6: p.88-92, 1994.
- HARVEY R.B.; KUBENA L.F.; PHILLIPS T.D.; et al. Prevention of aflatoxicosis by addition of hydrated sodium calcium aluminosilicate to the diets of growing barrows. **American Journal of Veterinary Research**, v.50, p.416-420, 1989.
- HAUSCHILD, L. **Digestibilidade de dietas e metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo micotoxinas e organoaluminosilicato**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Univ. Federal de Santa Maria, 2007. 111p.
- HUWIG, A.; FREIMUND, S.; KAPPELI, O. et al. Mycotoxin detoxication of animal Feed by different adsorbents. **Toxicology Letters**, v.122, p.179-188, 2001.

- JONES, F.T. Is mold growth hurting your performance? **Avian Advice**, v.7, p.8-11, 2005.
- LESSARD, M.; BOUDRY, G.; SEVE, B. et al. Intestinal physiology and peptidase activity in male pigs are modulated by consumption of corn culture extracts containing fumonisins. **The Journal of Nutrition**, v.139, p.1303-1307, 2009.
- LEUNG, S. **The effect of clinoptilolite properties and supplementation levels on swine performance**. 2004. 131p. Msci Thesis. McGill University, Montreal.
- LINDEMANN, M.D.; BLODGETT, D.J.; KORNEGAY, E.T. et al. Potential ameliorators of aflatoxicosis in weanling-growing swine. **Journal of Animal Science**, v.71, p.171–178, 1993.
- MULLER, G.; KIELSTEIN, P.; ROSNER, H. et al. Studies of the influence of ochratoxin A on immune and defence reactions in weaners. **Mycoses**, v.42, p.495–505, 1999.
- MUMPTON, F. A.; FISHMAN, P. H. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. **Journal of Animal Science**, v.45, p.1188-1203, 1977.
- MUNKVOLD, G. P.; DESJARDINS A. E. Fumosins in maize: can we reduce their occurrence? **Plant Disease**, v.81, p.556-565, 1997.
- MURPHY, P.A.; HENDRICH, S.; LANDGREN, C. et al. Food mycotoxins: an update. **Journal of Food Science**, v.71, p.51-65, 2006.
- NESTOROV, N. Possible applications of natural zeolites in animal husbandry. In: W.G. Pond and F.A. Mumpton, Editors, **Zeo-Agriculture**. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture, Westview Press, Boulder, p.167–174, 1984.
- ORGANISACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Cráterios de salud ambiental 11: Mlcotoxinas**. O.P.S., Cidade do México, 1983. 131p.
- PEARSON, G.; SMITH, W.C.; FOX, J.M. Influence of dietary zeolite on pig performance over the liveweight range 25-87 kg. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.13: p.151-154, 1985.
- PIER, A.C. Major biological consequences of aflatoxicosis in animal production **Journal of Animal Science**, v.70, p.3964-3967, 1992.
- POND, W.G.; YEN, J.T.; VAREL, V.H. Response of growing swine to dietary copper and clinoptilolite supplementation. **Nutrition Reports International**, v.37: p.795-803, 1988.
- PRVULOVIC, D.; JOVANOVIC-GALOVIC, A.; STANIC, B. et al. Effects of a clinoptilolite supplement in pig diets on performance and serum parameters. **Czech Journal of Animal Science**, v.52, p.159-164, 2007.
- SHABANI, A.; DASTAR, B.; KHOMEIRI, M. et al. Response of broiler chickens to different levels of nanozeolite during experimental aflatoxicosis. **Journal of Biological Science**, v.10, p.362-367, 2010.

- SHARIATMADARI, F. The application of zeolite in poultry production. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.76-84, 2008.
- SHURSON, G.C.; KU, P.K.; MILLER, E.R. et al. Effects of zeolite A or clinoptilolite in diets of growing swine. **Journal of Animal Science**, v.59: p.1536-1545, 1984.
- SMITH, T.K. Influence of dietary fiber, protein and zeolite on zearalenone toxicosis in rats and swine. **Journal of Animal Science**, v.50, p.278-285, 1980.
- STOEV, S.D.; PASKALEV, M.; MCDONALD, S. et al. Experimental one year ochratoxin A toxicosis in pigs. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v.53, p.481–487, 2002.
- SZKUDELSKA, K.; SZKUDELSKI, T.; NOGOWSKI, L. Daidzein, coumestrol and zearalenone affect lipogenesis and lipolysis in rat adipocytes. **Phytomedicine**, v.9, n.4, p.338-345, 2002.
- TOMSEVIC-CANOVIC, M.; DAKOVIC, A.; MARKOVIC, V. et al. The effect of exchangeable cations in clinoptilolite and montmorillonite on the adsorption of aflatoxin B<sub>1</sub>. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v.66: p.555-561, 2001.
- VRZGULA, L.; BARTKO, P. Effect of clinoptilolite on weight gain and some physiological parameters of swine. In: POND, W.G.; MUMPTON, F.A. (Eds.): **Zeo-agriculture**. Brockport, International Community of Natural Zeolites, New York, 1984. p.161-166.
- WANG, G.H.; XUE C.Y.; CHEN F. et al. Effects of combinations of ochratoxin A and T-2 toxin on immune function of yellow-feathered broiler chickens. **Poultry Science**, v.88, p.504-510, 2009.
- WARD T.L.; WATKINS K.L.; SOUTHERN L.L. et al. Interactive effects of sodium zeolite-A and copper in growing swine: growth, and bone and tissue mineral concentrations. **Journal of Animal Science**, v.69, p.716–733, 1991.

## AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DE ZEOLITA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

### Resumo

Este experimento foi realizado para avaliar os efeitos dos níveis de zeolita em dietas para suínos em fase de crescimento e terminação sobre o desempenho, o consumo de ração, as características de carcaça, os parâmetros sanguíneos e histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo. Foram utilizados 84 suínos machos castrados, híbridos comerciais, de alto potencial genético para deposição de carne, com 70 dias de idade e peso inicial de  $30,34 \pm 1,14$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com sete seqüências de níveis de adsorvente (0,0-0,0; 1,0-0,5; 1,0-1,0; 2,0-1,0; 2,0-2,0; 3,0-1,5 e 3,0-3,0) respectivamente, nas fases de crescimento e terminação, com seis repetições e dois animais por baia, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos levou-se em consideração o peso inicial dos animais. Utilizou-se o sorgo como fonte de contaminação natural por micotoxinas. Os níveis de adsorvente das dietas experimentais foram obtidos a partir da inclusão de zeolita em substituição à areia lavada. Não houve efeito dos níveis de zeolita das dietas sobre o consumo de ração diário, o ganho de peso diário, a conversão alimentar e sobre as características quantitativas da carcaça avaliadas dos animais. Os níveis de zeolita das dietas também não influenciaram os parâmetros sanguíneos, histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo dos suínos. Devido ao elevado desempenho e características de carcaça bem como a normalidade dos demais parâmetros estudados dos animais que receberam dieta sem adsorvente, pode-se inferir que as dietas continham baixo grau de contaminação por micotoxinas. Conclui-se que os níveis de zeolita não influenciam o desempenho, o consumo de ração, as características de carcaça, os parâmetros sanguíneos e histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo de suínos em fase de crescimento e terminação recebendo dietas com baixo nível de contaminação por micotoxinas.

**Palavras-chave:** adsorvente, fungos, micotoxinas, nutrição

## **EVALUATION OF THE INCLUSION OF ZEOLITE IN DIETS FOR GROWING-FINISHING PIGS.**

### **Abstract**

This experiment was conducted to evaluate levels of inclusion of zeolite in diets for growing-finishing pigs on performance, feed intake, carcass characteristics, blood and hepatic parameters and the bone concentration of calcium and phosphorous. Eighty four barrows from commercial hybrids of high genetic potential for meat deposition, with 70 days of age and initial weight of  $30.34 \pm 1.14$  kg were distributed, on the basis of weight, in randomized blocks design, with seven sequences levels of adsorbent (0.0-0.0; 1.0-0.5; 1.0-1.0; 2.0-1.0; 2.0-2.0; 3.0-1.5 and 3.0-3.0, respectively, on growing phase and finishing phase), six replicates with two animals per pen, which was considered the experimental unit. The sorghum was used as naturally contaminated source of mycotoxins. The different levels of adsorbent in the diets were obtained by the supplementation of zeolita in the basal diet. The inclusion of zeolite in the diet did not affect the daily feed intake, daily weight gain, feed conversion and the carcass characteristics of the pigs. In the same way blood and hepatic parameters and the bone concentration of calcium and phosphorous were not affect by the different levels of zeolita. Due to the good performance and carcass characteristics as well the normality of the others analyzed parameters of the animals fed the diets without adsorbents, it can be inferred that the diets had low levels of mycotoxin contamination. It can be concluded that the levels of zeolite do not affect the performance, feed intake, carcass characteristics, blood and hepatic parameters and the bone concentration of calcium and phosphorous in growing-finishing pigs fed diets with low level of mycotoxin contamination.

**Keywords:** adsorbent, fungi, micotoxin, nutrition

## Introdução

A suinocultura brasileira, a exemplo de outras cadeias produtivas do agronegócio, cresceu significativamente nos últimos anos. Esse crescimento é notado quando se analisa os vários indicadores econômicos e sociais, como volume de exportações, participação no mercado mundial, número de empregos diretos e indiretos, entre outros. A suinocultura tem evoluído tanto na técnica como no modelo de coordenação das atividades entre fornecedores de insumos, produtores rurais, agroindústrias, atacado, varejo e consumidores, explorando a atividade de forma econômica e competitiva (Gonçalves & Palmeira, 2006).

No contexto da estabilidade e rentabilidade da produção de suínos, o item alimentação por constituir o fator que mais onera o custo de produção dos animais tem merecido atenção especial. Assim, qualquer fator que possa comprometer a eficiência de utilização do alimento pelo animal pode refletir negativamente no sucesso do empreendimento. Dentre os problemas inerentes à alimentação destaca-se a presença de micotoxinas. A contaminação das dietas por micotoxinas tem sido considerada como responsável pela redução do desempenho dos animais observada em sistema de produção onde os demais fatores como manejo e instalações estejam adequados (Jones, 2005).

A ingestão de dietas contaminadas além de ocasionar redução no crescimento e no desenvolvimento dos animais, torna-os mais susceptíveis às enfermidades, principalmente nas fases de crescimento e reprodução (Dersjant-Li et al., 2003). Além disso, as micotoxinas podem prejudicar o valor nutricional dos alimentos, principalmente, quanto ao nível de energia (Büzen & Haese, 2006). Em baixas concentrações as micotoxinas não apresentam efeito aparente sobre o rebanho (Accensi et al., 2006), mas podem gerar

resíduos nos produtos de origem animal (Murphy et al., 2006), evidenciando a importância da inclusão de adsorventes nas dietas.

Por sua vez, os adsorventes têm sido utilizados nas dietas de suínos devido a suas propriedades de atuar como seqüestrantes de micotoxinas o que pode influenciar de forma positiva a saúde e o desempenho dos animais. Dentre os adsorventes estão as zeolitas que são aluminossilicatos hidratados caracterizados pela alta superfície interna e alta capacidade de troca catiônica e que possuem a habilidade de se aderir a toxina e impedir sua absorção pelo trato gastrointestinal tornando-a inerte e não tóxica para os animais (Lindemann et al., 1993). Nesse sentido, realizou-se este estudo para avaliar os efeitos dos níveis de zeolita em dietas para suínos em fase de crescimento e terminação sobre o desempenho, o consumo de ração, as características de carcaça, os parâmetros sanguíneos e histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, em Oratórios, Minas Gerais no período de fevereiro a abril de 2009.

Foram utilizados 84 suínos machos castrados, híbridos comerciais, de alto potencial genético para deposição de carne, com 70 dias de idade e peso inicial de  $30,34 \pm 1,14$  kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com sete seqüências de níveis de adsorvente (0,0-0,0; 1,0-0,5; 1,0-1,0; 2,0-1,0; 2,0-2,0; 3,0-1,5 e 3,0-3,0) respectivamente, nas fases de crescimento e terminação, com seis repetições e dois animais

por baía que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos levou-se em consideração o peso inicial dos animais.

As dietas experimentais para as fases de crescimento (70 aos 105 dias) e terminação (106 aos 135 dias) foram formuladas à base de milho, sorgo baixo tanino e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos (Tabela 1) para atender às exigências nutricionais dos animais de acordo com Rostagno et al. (2005). As relações aminoacídicas entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais foram atendidas de acordo com o padrão de proteína ideal proposto por Rostagno et al. (2005). Utilizou-se sorgo mofado, com presença de micélio de coloração branca e odor característicos de deterioração, procedente do fundo de silo como fonte de contaminação natural por micotoxinas. Os níveis de adsorvente das dietas experimentais foram obtidos a partir da inclusão de zeolita em substituição a areia lavada.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante o período experimental. Os resíduos de ração do chão foram coletados diariamente, pesados semanalmente e somados as sobras do comedouro no final do período experimental para a determinação do consumo de ração diário.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de amianto. As baias continham comedouros semi-automáticos, bebedouros tipo chupeta e dispunham da área de 1,87 m<sup>2</sup>/animal. Durante o período experimental, foram registradas diariamente as temperaturas de máxima e mínima por meio de um termômetro instalado no centro do galpão.

Foram realizadas pesagens dos animais no início e ao final do período experimental para determinações do ganho de peso diário e conversão alimentar. Também foram coletadas amostras de sangue no final do período experimental, mediante venipunção no sinus orbital, utilizando-se agulhas hipodérmicas 40x16 e frascos vacutainer. Para obtenção



de soro sanguíneo foram colhidos 10 mL de sangue de cada animal, em frascos a vácuo sem anticoagulante.

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais

Ingrediente	Crescimento	Terminação
Milho	30,351	35,079
Farelo de soja	30,760	27,192
Sorgo baixo tanino	30,000	30,000
Óleo de soja	2,993	2,497
Areia lavada	3,185	3,100
Fosfato bicálcico	1,218	0,778
Calcário	0,624	0,543
BHT	0,010	0,010
L-Lisina HCl	0,150	0,100
DL-Metionina	0,066	0,042
L-Treonina	0,020	0,003
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050
Sal comum	0,408	0,356
Promotor de crescimento	0,065	0,150
Zeolita <sup>3</sup>	0,000	0,000
Total	100,000	100,000
Composição nutricional calculada <sup>4</sup>		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230	3.230
Proteína bruta (%)	19,41	18,11
Lisina digestível (%)	1,000	0,880
Treonina digestível (%)	0,650	0,590
Met + cist digestível (%)	0,600	0,550
Triptofano digestível (%)	0,211	0,190
Valina digestível (%)	0,817	0,760
Sódio (%)	0,180	0,160
Cálcio (%)	0,630	0,484
Fósforo disponível (%)	0,332	0,248

<sup>1</sup>Conteúdo por quilograma de produto: vitamina A - 6.000.000 UI; vitamina D3 - 1.000.000 UI; vitamina E - 12.000 UI; vitamina B1 - 0,5 g; vitamina B2 - 2,6 g; vitamina B6 - 0,7 g; ácido pantotênico - 10 g; vit. K3 - 1,5 g; ácido nicotínico - 22 g; vitamina B12 - 0,015 g; ácido fólico - 0,2 g; biotina - 0,05 g; colina - 100 g e excipiente q.s.p. - 1000 g.

<sup>2</sup>Conteúdo por quilograma de produto: Fe - 100 g; Cu - 10 g; Co - 0,2 g; Mn - 30 g; Zn - 100 g; I - 1,0 g; Se - 0,3 g e excipiente q.s.p. - 1000 g.

<sup>3</sup>Composição química estimada, % : SiO<sub>2</sub> - 63,00; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 11,57; CaO - 5,78; Na<sub>2</sub>O - 2,39; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,87; K<sub>2</sub>O - 1,49; MgO - 0,92; FeO - 0,81; TiO<sub>2</sub> - 0,45; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,09; H<sub>2</sub>O - 3,44. Características físicas aproximadas: Capacidade de troca catiônica - 1,57 meq/g; pH - 7,6; granulometria - 0,044 a 0,074 mm; pureza - 91,81% de clinoptilolita.

<sup>4</sup>Valores calculados com base na composição nutricional das matérias primas (Rostagno et al., 2005).

Após a coleta as amostras permaneceram em repouso por 15 minutos à temperatura ambiente (16,6 a 29,6°C) até a retração do coágulo e posterior centrifugação a 700 G (10.000 rpm) por 10 minutos, sendo o soro sanguíneo retirado por pipetagem para a dosagem de gama-glutamyltransferase, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, fosfatase alcalina, proteína total, albumina, creatinina e uréia. O plasma foi obtido a partir de amostras de 5 mL de sangue colhidas em frascos siliconizados contendo fluoreto de sódio, as quais foram centrifugadas em velocidade e tempo semelhantes às utilizadas para o soro, imediatamente após a coleta, para a mensuração da glicose. As mensurações sanguíneas foram realizadas por meio de equipamento eletrônico utilizando-se reagentes comerciais.

Ao final do período experimental todos os animais permaneceram em jejum alimentar por 15 horas, sendo posteriormente pesados e embarcados em caminhão e transportados para o frigorífico Vale do Piranga localizado no município de Ponte Nova, MG. No frigorífico, os suínos foram alojados em baias coletivas de espera com acesso a vontade a água. Por ocasião do abate, os suínos foram insensibilizados pelo método elétrico (eletronarcore) e, posteriormente, sangrados, escaldados e eviscerados.

Na linha de abate, as carcaças foram avaliadas individualmente com auxílio de pistola tipificadora Stork-SFK, utilizando o sistema informatizado “Fat-o-Meater Fom”. A pistola foi introduzida na altura da 3<sup>a</sup> vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo *Longissimus dorsi*, conforme metodologia adotada pelo frigorífico. Foram obtidos os dados de peso da carcaça quente, da espessura de toucinho, da profundidade de lombo, porcentagem e da quantidade de carne na carcaça. Além disso, foi determinado o rendimento de carcaça por meio da relação entre o peso da carcaça quente e o peso do animal em jejum.

As análises histopatológicas do parênquima hepático foram realizadas no setor de Histopatologia do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram colhidos fragmentos dos diversos lobos hepáticos de um centímetro de diâmetro e fixados em formol 10% neutro tamponado pH 7,2 por 24 horas; em seguida as amostras foram desidratadas em soluções alcoólicas crescente, 70, 80, 90 e 100% I e II. Logo após, as amostras foram diafanizadas em xilol e incluídos em parafina.

As amostras foram então cortadas em micrótomo calibrado para cortes de 5 micras, coradas pela técnica rotineira de hematoxilina-eosina e foram analisados em microscópio de luz para os seguintes parâmetros histopatológicos: tumefação/congestão, necrose, esteatose microvesicular, proliferação de ductos biliares, infiltrado inflamatório e fibrose.

A pata anterior direita de cada animal abatido foi coletada e colocada em recipiente de alumínio contendo água e fervidas, por 25 minutos, visando ao amolecimento da pele e da carne para retirada do terceiro osso metacarpiano. Os metacarpos foram mantidos em freezer (-12°C) e, posteriormente colocados em estufa ventilada a 65°C por um período de 72 horas, submetidos à prensagem mecânica e desengordurados em extrator Soxhlet por quatro horas. Posteriormente, os ossos foram levados à estufa 65°C por 24 horas e, em seguida, moídos em moinho de bola e acondicionados em vidros identificados, para posteriores análises.

As análises dos teores ósseos de cálcio e fósforo foram realizadas Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), de acordo com o método descrito por Silva & Queiroz (2002).

As variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), características de carcaça (profundidade de lombo, espessura de toucinho, porcetagem e quantidade de carne, peso e rendimento de carcaça), parâmetros sanguíneos e ósseos foram submetidas à análise de variância. Os parâmetros histopatológicos foram

submetidos à análise de dados não paramétricos de Kruskal-Wallis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2000), versão 8.0.

## **Resultados e Discussão**

Durante o período experimental as temperaturas mínima e máxima médias do ar registradas no galpão foram, respectivamente,  $21,5 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$  e  $29,8 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ . Considerando que a temperatura crítica máxima para suínos em fase de crescimento e terminação é de  $27^{\circ}\text{C}$ , conforme descrito por Sampaio et al. (2004), pode-se inferir com base nos desvios térmicos que os animais foram submetidos a períodos de altas temperaturas ambientais durante a execução da pesquisa.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de zeolita das dietas sobre o ganho de peso diário dos animais (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos por Shurson et al. (1984), que testando a inclusão de zeolita em dietas para suínos não verificaram efeitos de níveis de 0,3 e 0,5% na fase de crescimento e 1,0 e 5,0% na fase de terminação sobre o desempenho dos suínos em relação ao grupo alimentado com a dieta isenta de zeolita. Da mesma forma, Ward et al. (1991) não constataram efeito da inclusão de 0,5% de zeolita em dietas para suínos nas fases iniciais e de crescimento.

Por outro lado, Vrzgula & Bartko (1984) e Leung (2004) constataram efeito positivo da inclusão de, respectivamente, 3,0 e 4,0% de zeolita na dieta dos suínos em fase de crescimento e terminação sobre o ganho de peso quando comparado ao grupo controle. De forma similar, Defang & Nikishov (2009) avaliando níveis de inclusão de zeolita na dieta de suínos em fase de crescimento e terminação obtiveram os melhores resultados de crescimento dos animais com a inclusão de 4,0%.

Tabela 2 - Desempenho de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo diferentes seqüências de níveis de zeolita

Parâmetro	Seqüência de níveis, %*							CV%
	0,0-0,0	1,0-0,5	1,0-1,0	2,0-1,0	2,0-2,0	3,0-1,5	3,0-3,0	
PI, kg <sup>ns</sup>	30,40	29,99	30,30	30,39	30,40	30,17	30,73	3,59
PF, kg <sup>ns</sup>	98,27	96,95	98,60	99,87	97,02	97,85	97,66	3,36
CRD, g <sup>ns</sup>	2.526	2.520	2.467	2.546	2.580	2.476	2.466	5,95
GPD, g <sup>ns</sup>	1.044	1.029	1.050	1.068	1.024	1.040	1.028	4,55
CA <sup>ns</sup>	2,41	2,44	2,34	2,38	2,51	2,38	2,39	5,78

\* Níveis de zeolita, respectivamente, nas fases de crescimento e terminação.

Peso inicial (PI); peso final (PF); consumo de ração diário (CRD); Ganho de peso diário; conversão alimentar (CA) e coeficiente de variação (CV).

ns – Não significativo ( $p>0,05$ ).

Os níveis de zeolita não influenciaram ( $P>0,05$ ) o consumo de ração diário dos suínos (Tabela 2). Este resultado está coerente com os obtidos por Shurson et al. (1984), Leung (2004) e Defang & Nikishov (2009) que também não observaram variações na ingestão voluntária de alimentos pelos animais em razão da inclusão de zeolita na dieta.

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de zeolita sobre a conversão alimentar dos animais (Tabela 2). Estes resultados estão consistentes com os obtidos por Shurson et al. (1984) e por Defang & Nikishov (2009) que também não verificaram efeito da inclusão de zeolita sobre a conversão alimentar dos animais. Por outro lado, Vrzgula & Bartko (1984) e Leung (2004) constataram variação significativa na eficiência de utilização de alimento para ganho de peso dos suínos em crescimento e terminação em razão da inclusão de zeolita na dieta.

Considerando que os animais do tratamento sem adsorvente apresentaram bom desempenho de acordo com o preconizado por Rostagno et al. (2005) para suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior e que segundo Dersjant-Li et al. (2003) as micotoxinas podem modificar o metabolismo das proteínas, carboidratos e lipídios o que resulta em redução do desempenho dos animais (Agag, 2004), pode-se inferir que as dietas continham baixo grau de contaminação por micotoxinas. Essa hipótese é confirmada pelos estudos de Dersjant-Li et al. (2003) e Chen et al. (2008) que

Tabela 3 - Características de carcaça de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo diferentes seqüências de níveis de zeolita

Parâmetro	Seqüência de níveis, %*							CV%
	0,0-0,0	1,0-0,5	1,0-1,0	2,0-1,0	2,0-2,0	3,0-1,5	3,0-3,0	
ET, mm <sup>ns</sup>	14,7	15,9	14,3	14,6	13,6	13,8	13,7	16,61
PL, mm <sup>ns</sup>	53,0	52,0	57,5	57,7	55,7	58,1	56,2	9,83
PCC, % <sup>ns</sup>	55,8	54,4	55,3	55,9	56,7	56,5	56,4	3,34
QC, kg <sup>ns</sup>	41,0	39,7	40,0	43,8	41,7	41,8	41,6	5,93
PC, kg <sup>ns</sup>	76,0	74,5	73,5	75,0	75,7	74,8	74,8	4,36
RC, % <sup>ns</sup>	74,0	72,0	73,0	74,4	72,9	73,5	74,4	2,84

\* Níveis de zeolita, respectivamente, nas fases de crescimento e terminação.

Espessura de toucinho (ET); profundidade de lombo (PL); porcentagem de carne na carcaça (PCC); quantidade de carne na carcaça (QC); peso de carcaça (PC); rendimento de carcaça (RC) e coeficiente de variação (CV).

ns – Não significativo ( $p > 0,05$ ).

relataram a necessidade de uma concentração mínima de 0,3 e 0,25 ppm respectivamente, de aflatoxinas e zearalenona, para que ocorra depressão do crescimento dos suínos.

Os níveis de zeolita das dietas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) as características quantitativas de carcaça avaliadas (Tabela 3). Os resultados estão coerentes com os obtidos por Ward et al. (1991) que testando inclusão de 0,5% de zeolita na dieta de suínos em fases de crescimento e terminação não verificaram efeito do adsorvente sobre o peso da carcaça, da área de olho de lombo, do rendimento de carcaça, da espessura de toucinho e da percentagem de carne. Da mesma forma, Pearson et al. (1985) avaliando níveis de 4,0 e 8,0% e Leung (2004) testando níveis de 2,0 a 6,0% não observaram efeito da inclusão de zeolita na dieta de suínos em fase de crescimento e terminação sobre as características de carcaça quando comparados ao tratamento controle.

Em contrapartida, Defang & Nikishov (2009) constataram maior rendimento de carcaça dos suínos alimentados com dietas contendo 4,0% de zeolita, sem, no entanto, alterar as demais características de carcaça. Por sua vez, Pond et al. (1988) constataram aumento da área de olho de lombo com a inclusão de zeolita na dieta.

Com base no relato de Szkudelska et al. (2002), a zearalenona acima de uma concentração mínima de 1 ppm interfere no metabolismo dos lipídios reduzindo a lipogênese. Contudo como não foi observada variação significativa na espessura de

toucinho dos animais entre os diferentes tratamentos, neste estudo, o resultado confirma a proposição inicial do baixo nível de contaminação das dietas por micotoxinas, entre elas a zearalenona.

Os resultados observados de características de carcaça deste estudo estão coerentes com as respostas de desempenho, onde não se verificou efeitos sobre a taxa de crescimento e conversão alimentar dos animais em função dos níveis de zeolita avaliados.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de zeolita das dietas sobre os parâmetros sanguíneos dos suínos (Tabela 4) que mantiveram-se dentro da faixa de normalidade, segundo Chen et al. (2008) e Prvulovic et al. (2007), independente dos tratamentos. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Watts et al. (2003) que não constataram alteração significativa nos parâmetros sanguíneos de aves em razão da inclusão de 1,0% de zeolita na dieta quando comparados às aves que receberam a dieta sem adsorvente.

Por sua vez, Harvey et al. (1989) observaram que a inclusão de 0,5 e 2,0% de adsorvente a dieta de suínos em fase de crescimento foi efetiva para manter normal os parâmetros sanguíneos estudados. De acordo com estes autores o resultado demonstrou que a adição de adsorvente a dieta foi efetiva para limitar a absorção de micotoxinas pelo trato gastrointestinal. Posteriormente, Lindemann et al. (1993) trabalhando com leitões na fase inicial de crescimento, constataram redução dos níveis sanguíneos de bilirrubina e aspartato aminotransferase e aumento da glicose, albumina e uréia circulante quando incluíram 0,5% de zeolita sintética à dietas contaminadas. Os autores concluíram que a alteração nos parâmetros sanguíneos observados seria resultante dos efeitos adversos das micotoxinas sobre o metabolismo protéico.

A divergência de resultados entre os trabalhos pode estar relacionada, entre outros fatores, à diferença no nível de contaminação das dietas. Em trabalho conduzido com leitões, Accensi et al. (2006) verificaram que baixos níveis de micotoxinas na dieta não são

Tabela 4 – Parâmetros sanguíneos de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo diferentes seqüências de níveis de zeolita

Parâmetro	Seqüência de níveis, %*							CV%
	0,0-0,0	1,0-0,5	1,0-1,0	2,0-1,0	2,0-2,0	3,0-1,5	3,0-3,0	
ALT, U/L <sup>ns</sup>	37,75	37,00	37,91	38,91	37,58	40,81	38,30	15,94
AST, U/L <sup>ns</sup>	32,81	31,81	28,5	30,66	29,66	32,36	28,58	18,41
GGT, U/L <sup>ns</sup>	48,45	41,72	45,58	38,08	38,41	45,40	41,18	22,81
FA, U/L <sup>ns</sup>	206,18	190,27	177,83	190,09	180,09	199,54	186,30	23,58
ALB, g/dL <sup>ns</sup>	4,14	4,24	4,14	4,18	4,21	4,17	4,17	4,45
PT, g/L <sup>ns</sup>	74,50	75,42	73,40	71,89	74,60	73,88	72,64	5,54
U, mg/dL <sup>ns</sup>	34,02	32,80	30,93	36,05	32,40	33,66	35,55	22,55
CRT, mg/dL <sup>ns</sup>	1,35	1,36	1,33	1,35	1,3	1,37	1,39	9,76
GLI, mg/dL <sup>ns</sup>	109,16	108,62	106,87	107,31	106,05	109,64	104,38	10,10

\* Níveis de zeolita, respectivamente, nas fases de crescimento e terminação.

Alanina aminotransferase (ALT); aspartato aminotransferase (AST), gama glutamil transferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), albumina (ALB), proteína total (PT), uréia (U), creatinina (CRT) e glicose (GLI).

ns – Não significativo (p>0,05).

suficientes para causar efeitos negativos no desempenho, nos parâmetros sanguíneos e histológicos do parênquima hepático dos animais.

Os níveis de zeolita não influenciaram os parâmetros (P>0,05) histológicos do parênquima hepático dos suínos (Tabela 5). Contudo, Harvey et al. (1994), trabalhando com suínos nas fases iniciais de crescimento, constataram redução das lesões hepáticas dos animais que receberam dietas contaminadas com micotoxinas contendo 0,5% de zeolita em relação aos animais que receberam dietas contaminadas e não suplementadas. Do mesmo modo, Denli et al. (2009) verificaram redução das lesões hepáticas em frangos de corte em razão da inclusão de adsorvente na dieta contaminada.

Tabela 5 – Escores de lesões (0=ausência, 1=leve, 2=moderada e 3=severa) histológicas do parênquima hepático de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo diferentes seqüências de níveis de zeolita

Parâmetro	Níveis, %*						
	0,0-0,0	1,0-0,5	1,0-1,0	2,0-1,0	2,0-2,0	3,0-1,5	3,0-3,0
TC <sup>ns</sup>	1,15	0,90	0,58	0,67	0,75	0,45	0,92
NEC <sup>ns</sup>	0,25	0,91	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00
EM <sup>ns</sup>	0,25	0,18	0,25	0,25	0,33	0,18	0,00
PDB <sup>ns</sup>	0,83	1,10	1,08	0,67	0,83	0,91	0,50
INI <sup>ns</sup>	0,42	0,64	0,67	0,34	0,83	0,64	0,42
FI <sup>ns</sup>	0,92	1,09	0,67	0,50	0,58	0,91	0,58

\*Níveis de zeolita, respectivamente, nas fases de crescimento e terminação.

Tumefação/congestão (TC); necrose (NEC); esteatose microvesicular (EM); proliferação de ductos biliares (PDB); infiltrado inflamatório (INI) e fibrose (FI).

ns – Não significativo (p>0,05).



O fato de nesse estudo não ter sido observado influência de zeolita sobre os parâmetros histológicos do parênquima hepático pode ser justificado pela normalidade dos valores desses parâmetros nos animais que receberam dieta sem zeolita.

Os teores ósseos de cálcio e fósforo dos animais não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de zeolita da dieta (Tabela 6). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Ward et al. (1991) e corroboram os obtidos por Lindmann et al. (1993), Harvey et al. (1994) e Watts et al. (2003) que não constataram efeito da zeolita sobre as concentrações séricas de cálcio e fósforo. A partir desses resultados é possível inferir que a zeolita não influencia a digestibilidade e absorção de cálcio e fósforo das dietas.

Tabela 6 – Teores ósseos de cálcio e fósforo de suínos em fase de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo diferentes seqüências níveis de zeolita

Parâmetro	Níveis, %*							CV, %
	0,0-0,0	1,0-0,5	1,0-1,0	2,0-1,0	2,0-2,0	3,0-1,5	3,0-3,0	
Ca, g/kg <sup>ns</sup>	181,35	177,61	174,27	182,17	177,3	183,02	174,65	9,93
P, g/kg <sup>ns</sup>	93,85	95,84	90,79	93,24	92,37	94,51	93,46	8,85

\* Níveis de zeolita, respectivamente, nas fases de crescimento e terminação.

ns – Não significativo ( $p>0,05$ ).

## **Conclusão**

Os níveis de zeolita não influenciam o desempenho, o consumo de ração, as características de carcaça, os parâmetros sanguíneos e histológicos do parênquima hepático e os teores ósseos de cálcio e fósforo de suínos em fase de crescimento e terminação recebendo dietas com baixo nível de contaminação de micotoxinas.

## Referências Bibliográficas

- ACCENSI, F.; PINTON, P.; CALLU, P. et al. Ingestion of low doses of deoxynivalenol does not affect hematological, biochemical, or immune responses of piglets. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1935-1942, 2006.
- AGAG, B.I. Mycotoxins in foods and feeds. 1-aflatoxins. **Association University Bull Environment Research**, v.7, n.1, p.173-206, 2004.
- BÜZEN, S.; HAEZE, D. Controle de Micotoxinas na Alimentação de Aves e Suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n.1, p.299-304, 2006.
- CHEN, F.; MA, Y.L.; XUE, C.Y. et al. The combination of deoxynivalenol and zearalenone at permitted feed concentrations causes serious physiological effects in young pigs. **Journal of Veterinary Science**, v.9, p.39-44, 2008.
- DEFANG, H.F.; NIKISHOV, A.A. [2009]. Effect of dietary inclusion of zeolite on performance and carcass quality of grower-finisher pigs. **Livestock Research for Rural Development**, v.21, n.6, 2009. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd21/6/defa21090.htm>> Acesso em: 21/01/2010.
- DENLI, M.; BLANDON, J.C.; GUYNOT M.E. et al. Effects of dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B<sub>1</sub>. **Poultry Science**, v.88, p.1444-1451, 2009.
- DERSJANT-LI, Y.; VERSTEGEN, M.W.A.; GERRITS, W.J.J. The impact of low concentrations of aflatoxin, deoxynivalenol or fumonisins in diets on growing pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, v.16, p.223-239, 2003.
- GONCALVES, G. R.; PALMEIRA, M. E.: "Suinocultura Brasileira" em **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Número 71, 2006.
- HARVEY R.B.; KUBENA L.F.; PHILLIPS T.D.; et al.: Prevention of aflatoxicosis by addition of hydrated sodium calcium aluminosilicate to the diets of growing barrows. **American Journal of Veterinary Research**, v.50, p.416-420, 1989.
- HARVEY, R.B.; KUBENA, L.F.; ELISSALDE, M.H. et al. Comparison of two hydrated sodium calcium aluminosilicate compounds to experimentally protect growing barrows from aflatoxicosis. **The Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v.6, p.88-92, 1994.
- JONES, F.T. Is Mold Growth Hurting your Performance? **Avian Advice**, v.7, n.1, p.8-11, 2005.
- LEUNG, S. **The effect of clinoptilolite properties and supplementation levels on swine performance**. 2004. 131p. Msci Thesis. McGill University, Montreal.
- LINDEMANN, M.D.; BLODGETT, D.J.; KORNEGAY, E.T. Potential ameliorators of aflatoxicosis in weanling-growing swine. **Journal of Animal Science**, v.71, p.171-178, 1993.

- MURPHY, P.A.; HENDRICH, S.; LANDGREN, C. et al. Food Mycotoxins: An Update. **Journal of Food Science**, v.71, n.5, p.51-65, 2006.
- PEARSON, G.; SMITH, W.C.; FOX, J.M. Influence of dietary zeolite on pig performance over the liveweight range 25-87 kg. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.13, p.151-154, 1985.
- POND, W.G.; YEN, J.T.; VAREL, V.H. Response of growing swine to dietary copper and clinoptilolite supplementation. **Nutrition Reports International**, v.37, p.795-803, 1988.
- PRVULOVIC, D.; JOVANOVIC-GALOVIC, A.; STANIC, B. et al. Effects of a clinoptilolite supplement in pig diets on performance and serum parameters. **Czech Journal of Animal Science**, v.52, p.159-164, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2<sup>a</sup> ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, p.785-790, 2004.
- SHURSON, G.C.; KU, P.K.; MILLER, E.R. et al. Effects of zeolite A or clinoptilolite in diets of growing swine. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1536-1545, 1984.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3<sup>a</sup> ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SZKUDELSKA, K.; SZKUDELSKI, T.; NOGOWSKI, L. Daidzein, coumestrol and zearalenone affect lipogenesis and lipolysis in rat adipocytes. **Phytomedicine**, v.9, n.4, p.338-345, 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **Sistemas de análises Estatísticas e Genéticas - S.A.E.G.** Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- VRZGULA, L.; BARTKO, P. Effect of clinoptilolite on weight gain and some physiological parameters of swine. In: POND, W.G.; MUMPTON, F.A. (Eds.): **Zeo-agriculture**. Brockport, International Community of Natural Zeolites, New York, 1984. p.161-166.
- WARD, T.L.; WATKINS, K.L.; SOUTHERN, L.L. et al. Interactive effects of sodium zeolite-A and copper in growing swine: growth, and bone and tissue mineral concentrations. **Journal of Animal Science**, v.69, p.716-733, 1991.
- WATTS C.M.; CHEN Y.C.; LEDOUX D.R. et al. Effects of Multiple Mycotoxins and a Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate in Poultry. **International Journal of Poultry Science**, v.2, p.372-378, 2003.