

**NÍVEIS DE ZEÓLITA (CLINOPTILOLITA) E
Yucca schidigera EM RAÇÕES DE GATOS
ADULTOS**

NATÁLIA CHARLEAUX ROQUE

2009

NATÁLIA CHARLEAUX ROQUE

**NÍVEIS DE ZEÓLITA (CLINOPTILOLITA) E *Yucca schidigera* EM
RAÇÕES DE GATOS ADULTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora
Profª. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Roque, Natália Charleaux.

Níveis de Zeólita (Clinoptilolita) e *Yucca schidigera* em rações de
gatos adultos / Natália Charleaux Roque. – Lavras : UFLA, 2009.
86 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad.

Bibliografia.

1. Felinos. 2. Aditivos. 3. Odor fecal. 4. Digestibilidade. 5.
Nutrição. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.80855

NATÁLIA CHARLEAUX ROQUE

**NÍVEIS DE ZEÓLITA (CLINOPTILOLITA) E *Yucca schidigera* EM
RAÇÕES DE GATOS ADULTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 01 de outubro de 2009.

Profa. Dra. Priscila Vieira e Rosa UFLA

Prof. Dr. Carlos Artur Lopes Leite UFLA

Prof. Dr. Antonio Gilberto UFLA
Bertechini

Profa. Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

OFEREÇO

Aos meus pais, Gisela e Ricardo, por serem meus alicerces durante toda a vida e pelo grande esforço para garantirem a educação tão necessária a toda evolução.

Aos meus avôs que sempre estiveram na torcida, ajudando com orações ou mesmo com palavras amigas.

Aos meus irmãos queridos, João Paulo e Daniel, pelas palavras amigas e de incentivo.

Às minhas cunhadas, Livia e Marly, pelo apoio.

Ao meu companheiro, Everton, pela calma e paciência, pelas palavras de consolo e incentivo e por sua torcida incondicional.

DEDICO

Aos poucos e grandes amigos pelo amparo durante a longa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade de crescimento e evolução.

À minha orientadora, Flávia Borges, por me colocar muitas vezes diante de desafios e barreiras que pareciam intransponíveis, mas que foram superadas, deixando pra trás antigos limites, descobrindo, dessa forma, novos horizontes.

À Universidade Federal de Lavras, onde estive durante toda a graduação e pós-graduação e que sempre incentiva a pesquisa.

Aos professores do Departamento de Zootecnia e de outros Departamentos, que estão sempre dispostos a ajudar, fornecendo as ferramentas necessárias.

Às Indústrias Celta Brasil, por viabilizar novas pesquisas na área de animais de companhia.

À Royal Canin Brasil por incentivar, também, a pesquisa nessa área para que haja melhora na nutrição desses animais que tanto amamos.

À Capes, pelo incentivo à pesquisa, por meio da disponibilidade de bolsas.

Aos meus grandes e verdadeiros amigos, que sempre desejaram minha vitória porque esta os deixava felizes também.

A todos os integrantes do Nenac, antigos e novos, que de alguma forma participaram dessa caminhada.

Aos técnicos do laboratório de Ciência Animal do Departamento de Zootecnia, que sempre estão dispostos a ajudar, seja por meio de seus conhecimentos ou mesmo conversas, que aliviam nas horas difíceis.

BIOGRAFIA

Natália Charleaux Roque, filha de Ricardo Rutigliano Roque e Gisela Aparecida Charleaux Roque, nasceu em 29 de março de 1982, em Ribeirão Preto, SP.

Em abril de 2002, ingressou na Universidade Federal de Lavras, onde, em maio de 2007, obteve o título de Zootecnista.

Em março de 2008, iniciou o curso de pós-graduação em Zootecnia na mesma universidade, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

No dia 1º de outubro de 2009 submeteu-se à defesa de Dissertação para obtenção do título de “Mestre”.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| LISTA DE TABELAS..... | i |
| LISTA DE FIGURAS..... | iii |
| RESUMO | iv |
| ABSTRACT | V |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 01 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 03 |
| 2.1 Aditivos e coadjuvantes na nutrição animal | 03 |
| 2.2 <i>Yucca schidigera</i> | 05 |
| 2.2.1 Definição e classificação | 05 |
| 2.2.2 Aplicabilidade..... | 06 |
| 2.2.3 Consumo e digestibilidade..... | 07 |
| 2.2.4 Odor fecal e produção de gás..... | 09 |
| 2.2.5 Parâmetros sanguíneos | 12 |
| 2.2.5.1 Toxicidade | 12 |
| 2.2.5.2 Metabolismo do nitrogênio..... | 14 |
| 2.3 Zeólita..... | 15 |
| 2.3.1 Definição e classificação | 15 |
| 2.3.2 Aplicabilidade..... | 17 |
| 2.3.3 Digestibilidade e consumo..... | 19 |
| 2.3.4 Odor e produção de gás | 21 |
| 2.3.5 Escore fecal | 23 |
| 2.3.6 Capacidade de troca catiônica e pH urinário | 25 |
| 2.4 Parâmetros sanguíneos | 27 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 29 |
| 3.1 Local e instalações..... | 29 |
| 3.2 Primeiro ensaio | 31 |
| 3.2.1 Animais utilizados e tratamentos experimentais..... | 31 |
| 3.2.2 Procedimento experimental..... | 33 |
| 3.2.2.1 Teste de digestibilidade | 33 |
| 3.2.2.2 Colheita de sangue e exame radiográfico | 34 |
| 3.2.2.3 Mensuração do pH urinário | 37 |
| 3.2.2.4 Teste de redução de odor | 38 |
| 3.2.3 Análises laboratoriais | 40 |
| 3.2.4 Parâmetros avaliados e metodologia de cálculos..... | 41 |
| 3.3 Segundo ensaio | 42 |
| 3.3.1 Animais utilizados e tratamentos experimentais..... | 42 |
| 3.4 Análises estatísticas | 43 |
| 3.5 Modelo Estatístico | 45 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 46 |
| 4.1 Digestibilidade..... | 46 |
| 4.2 Palatabilidade | 48 |
| 4.3 Odor e escore fecal | 49 |
| 4.4 Produção de gás | 52 |
| 4.5 Parâmetros sanguíneos | 55 |
| 4.6 pH urinário..... | 57 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 58 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| ANEXOS..... | 74 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| TABELA 1 | Valores sanguíneos normais e bioquímicos séricos de referência para gatos..... | 29 |
| TABELA 2 | Temperaturas (T°C) e umidades relativas (UR%) mínimas e máximas durante a colheita dos dados referentes ao ensaio de digestibilidade..... | 30 |
| TABELA 3 | Níveis de garantia e composição básica, apresentados no rótulo da ração comercial utilizada como alimento controle..... | 32 |
| TABELA 4 | Tratamentos experimentais do primeiro ensaio experimental..... | 33 |
| TABELA 5 | Escore fecal baseado na consistência e aspecto das amostras de fezes coletadas durante o primeiro ensaio experimental..... | 34 |
| TABELA 6 | Tratamentos experimentais do teste de palatabilidade..... | 43 |
| TABELA 7 | Valores médios do coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca - CDAMS (%), proteína bruta - CDAPB (%), matéria mineral - CDAMM (%) para gatos adultos nos diferentes tratamentos..... | 46 |
| TABELA 8 | Valores médios do coeficiente de metabolicidade da energia aparente na matéria natural - EMMN (kcal/kg) e na matéria seca – EMMS (kcal/kg) para gatos adultos nos diferentes tratamentos..... | 47 |
| TABELA 9 | Valores médios de ração consumida por refeição (gramas de matéria seca), pelos gatos durante a palatabilidade..... | 48 |
| TABELA 10 | Valores médios atribuídos ao odor fecal para cada aditivo em diferentes níveis..... | 49 |
| TABELA 11 | Escore fecal médio para os aditivos em diferentes níveis..... | 49 |
| TABELA 12 | Valores médios de área de gás intestinal ao raio X, em cm ² , observados em radiografias de gatos alimentados com os vários níveis dos aditivos estudados..... | 53 |

| | | |
|-----------|---|----|
| TABELA 13 | Valores médios de hemoglobina (g/gl), bilirrubina indireta (mg/dl) e uréia (mg/dl), de amostras de sangue dos gatos nos diferentes níveis dos aditivos..... | 55 |
| TABELA 14 | Valores médios creatinina (mg/dl) e hematócrito (%) de amostras de sangue dos gatos nos diferentes níveis dos aditivos..... | 55 |
| TABELA 15 | Valores médios de pH e volume (mL) urinário dos gatos nos diferentes tratamentos..... | 57 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|----------|---|----|
| FIGURA 1 | Transformação da uréia em amônia por meio da ação da enzima urease..... | 11 |
| FIGURA 2 | Imagem fotográfica da radiografia do animal 6, na posição ventrodorsal..... | 36 |
| FIGURA 3 | Imagem fotográfica da radiografia do animal 6, posição laterolateral..... | 37 |
| FIGURA 4 | Modelo da ficha utilizada na avaliação sensorial (Adaptado de Morales, 1994)..... | 39 |
| FIGURA 5 | Valores médios do escore fecal em função dos níveis (%) de zeólita..... | 50 |
| FIGURA 6 | Valores médios da nota atribuída ao odor fecal em função dos níveis (%) de zeólita..... | 50 |

RESUMO

ROQUE, Natália Charleaux. **Níveis de zeólita (clinoptilolita) e *Yucca schidigera* em rações de gatos adultos**. 2009. 86 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Com o objetivo de avaliar o efeito dos aditivos zeólita (clinoptilolita) e extrato de *Yucca schidigera* (YSC) para felinos domésticos, dois ensaios foram conduzidos no Centro de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia (CENAC) da Universidade Federal de Lavras, MG. No primeiro, 21 gatos adultos foram distribuídos ao acaso em sete tratamentos: dieta comercial úmida (controle), controle + 125, 250 e 375ppm de YSC e controle + 0,5, 0,75 e 1,0% de zeólita na matéria seca. No estudo 2, de palatabilidade, os mesmos gatos receberam simultaneamente dieta comercial úmida, com a inclusão de 375ppm de YSC e 1,0% de zeólita. No primeiro ensaio, não foi observada diferença entre os coeficientes de digestibilidade de nutrientes, energia, área de gás nas alças intestinais, pH e volume urinários e parâmetros sanguíneos. No entanto, os níveis de 0,5 e 0,75% de zeólita mostraram-se efetivos tanto na diminuição do odor ($R^2=96,39$) como no escore fecal ($R^2=99,63$), apresentando um comportamento quadrático em relação a essas variáveis. Já os níveis de 125 e 375ppm de YSC mostraram-se também efetivos para o odor de fezes, porém não se ajustaram à regressão. No segundo ensaio, não foi observada preferência pelos animais em relação às dietas testadas, controle+375ppm YSC e controle+1,0% zeólita. Dessa forma, pode-se concluir que a inclusão de YSC e zeólita nos níveis testados não influenciou na digestibilidade dos nutrientes, energia, formação de gases, pH urinário e palatabilidade, sendo efetiva a inclusão de 125 e 375ppm YSC na diminuição do odor e, 0,5 e 0,75% zeólita efetivo na redução de odor e escore fecal de gatos.

Palavras-chave: felinos, digestibilidade, aditivos, nutrição, odor fecal.

*Comitê Orientador: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad –UFLA (Orientadora), Antônio Gilberto Bertechini–UFLA e Carlos Artur Lopes Leite- UFLA.

ABSTRACT

ROQUE, Natália Charleaux. **Increasing levels of zeolite (clinoptilolite) and *Yucca schidigera* in diets for adults cats.** 2009. 86 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

In order to evaluate the effect of additives zeolite (clinoptilolite) and extract of *Yucca schidigera* (YSC) to domestic cats, two tests were conducted at the Center for Nutrition of Companion Animals (CENAC) Federal University of Lavras, MG. At first, 21 cats were randomly allocated to seven treatments: wet commercial diet (control), control + 125, 250 and 375ppm of YSC and control + 0.5, 0.75 and 1.0% zeolite in dry matter. In study 2, the palatability, the same cats received both wet commercial diet, with the addition of 375ppm of YSC and 1.0% of zeolite. In the first test there was no difference between the digestibility of nutrients, energy, gas area in the intestinal, urinary pH and volume and blood parameters. However, levels of 0.5 and 0.75% zeolite denoted effective in reducing both the odor ($R^2=96,39$) and fecal score ($R^2=99,63$), a quadratic behavior with respect to these variables. The levels of 125 and 375ppm of YSC also proved effective for the odor of feces, but did not adjust to the regression. In the second trial, there was no preference for animals in the tested diets, control and +375 ppm YSC control +1.0% zeolite. Thus, we can conclude that the inclusion of YSC and zeolite in tested levels did not influence the digestibility of nutrients, energy, gas formation, urine pH and palatability, and it is effective the inclusion of 125 and 375ppm YSC in reducing odor and 0.5 and 0.75% zeolite effective in reducing the odor and fecal scores of cats.

Key words: felins, digestibility, additives, nutrition, faecal odour.

¹ Guidance Committee: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad – UFLA (Orientadora), Antônio Gilberto Bertechini–UFLA and Carlos Artur Lopes Leite -UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A convivência do homem com animais, como cães e gatos, teve início há milhares de anos. A domesticação do animal selvagem foi um processo lento e contínuo que tem sua expressão máxima nos dias atuais. A relação “evoluiu” e os animais tornaram-se membros da família, acompanhando o homem e a atual tendência de viver em ambientes cada vez menores. Essa tendência pode ser comprovada hoje no Brasil, por meio da maior prevalência da escolha de cães de raças menores, de até 10kg ou menos, além do constante crescimento da população de gatos. No Brasil, essa população ainda não ultrapassa a de cães, porém, na Europa e Estados Unidos, a população de gatos já ultrapassa a de cães, caracterizando-se a escolha por animais menores e mais independentes. A presença dos animais de companhia em espaços restritos apresenta incômodos, como a proximidade com as fezes dos animais, e assim, com seus odores. As indústrias de alimento pet passaram a investir em pesquisas para atender às necessidades tanto dos animais como de seus donos. Um alimento formulado, que atenda às exigências dos proprietários, tem que ser aceito pelos animais e, mais do que isso, não interferir na digestibilidade dos nutrientes. Esses dois pontos, palatabilidade e digestibilidade, podem contribuir para que o animal tenha suas necessidades nutricionais atendidas. Em adição, a garantia de que os alimentos fornecidos não causarão problemas a longo prazo, como formação de urólitos ou hemólise de células sanguíneas, e que garantam a desejada longevidade dos animais pet.

Uma preocupação frequente dos proprietários parece ser em relação ao odor das fezes de seus animais. Em particular, a diminuição do odor das fezes pode ser conseguida por meio da utilização de matérias-primas de alta digestibilidade, pois assim pouco substrato chega aos microorganismos. Porém, a potencialização desse efeito pode ser alcançada por meio de aditivos, que, de

alguma forma, atuarão sobre os mecanismos que contribuem para o mau odor das fezes. Atualmente, existe um grande interesse científico na utilização tanto da *Yucca schidigera* (YSC) como das zeólitas, devido à extensa variedade de propriedades funcionais benéficas que estes aditivos apresentam. Dentre as aplicações mais importantes destes compostos, além da diminuição do odor e volume das fezes, estão a melhoria do escore fecal e da digestibilidade de nutrientes, redução da presença de gases oriundos da fermentação do alimento no intestino e controle de alguns parâmetros sanguíneos.

Assim, o objetivo dessa pesquisa foi a obtenção de resultados sobre o uso do extrato de *Yucca schidigera* (YSC) e zeólita (clinoptilolita) na dieta de gatos que, além de oferecer novos conhecimentos para uma área de pesquisa em expansão no Brasil, traz informações importantes sobre os efeitos desses aditivos, podendo ser utilizados como base para outras espécies. Além disso, depara-se, hoje, com a escassez de dados referentes à utilização desses aditivos para gatos .

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aditivos e coadjuvantes na nutrição animal

Há algumas décadas, a indústria de alimento pet investe quantias substanciais na pesquisa de alimentos e substâncias que, além de nutrir os animais, promovam sua saúde e, dessa forma, aumentem a longevidade. Frequentemente, se não na totalidade das vezes, os alimentos produzidos possuem alegação funcional, ou seja, são formulados e fabricados com a adição de substâncias que promovam a saúde animal. Essa prática, geralmente, é realizada por meio da utilização de alimentos funcionais, substâncias bioativas e probióticos (Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação - Anfalpet, 2008).

O Guia Nutricional Pet, publicado no Manual do Programa Integrado de Qualidade Pet (Anfalpet, 2008) pontua alguns conceitos sobre alimento funcional, substâncias bioativas e probióticos. O alimento funcional é definido como todo alimento ou ingrediente que, além de suas funções básicas, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo, sem supervisão profissional. Além disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2004), por meio da Instrução Normativa nº13, de 30 de novembro de 2004, classifica os aditivos zootécnicos em dois grupos funcionais. O primeiro grupo é o aditivo digestivo, identificado Nas referencias consta Brasil como autor desta instrução normativa, então sim, só se vc esta se referindo a outra citação como substância que facilita a digestão dos alimentos, atuando sobre matérias- primas, colônias ou outras substâncias definidas quimicamente e que tem um efeito positivo sobre a microbiota do trato digestório. Outro grupo são os melhoradores de desempenho, substâncias definidas quimicamente que melhoram os parâmetros de produtividade. As

substâncias bioativas dividem-se em nutrientes e não-nutrientes, estes últimos com ação metabólica ou fisiológica específica. E, finalmente, os probióticos, que são microorganismos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo.

Saad & Saad (2004) pontuam diversas definições de aditivos, afirmando que estes devem assegurar que os nutrientes sejam ingeridos, digeridos, preservados na luz intestinal, absorvidos e utilizados, e devem alterar o metabolismo animal (crescimento mais rápido, maior conversão, qualidade do produto), assegurar a saúde do animal e do ser humano, além de preservar alimentos e nutrientes durante a estocagem.

A Anfalpet (2008) define aditivos como qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem o propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Entre os principais aditivos alimentares, utilizados para animais de companhia, estão agentes corantes, aromatizantes, conservantes, antifúngicos, antioxidantes, acidulantes, umectantes e anti-umectantes. Já dentre os alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, substâncias bioativas e probióticos, estão ácidos graxos insaturados, antioxidantes naturais, fibras dietéticas, probióticos, coadjuvantes de saúde bucal, aminoácidos com alegação funcional, condroprotetores, nucleotídeos, minerais complexados a fontes orgânicas e adsorventes de odor. Estes últimos são aditivos adsorventes de compostos voláteis individuais, como amônia, aminas, sulfetos, ácidos graxos, ésteres, alcoóis, aldeídos e cetonas presentes nas fezes. A *Yucca schidigera* e as zeólitas fazem parte desse grupo e são o foco desse estudo, mas também possuem outras alegações funcionais que serão abordadas brevemente ao longo da revisão.

2.2 *Yucca schidigera*

2.2.1 Definição e classificação

A *Yucca schidigera* (YSC) é uma planta da família *Agavaceae*. Muitos são os relatos sobre sua origem. Alguns autores a citam como uma planta nativa do deserto do sudoeste dos Estados Unidos da América e parte do México (Headon et al., 1991). Há relatos de que ela seja quase exclusivamente encontrada no México, tratando-se de uma planta de ambiente desértico. Contém, assim, como outras 100 famílias de plantas, um grupo de substâncias que têm como função a defesa contra predadores, tais como os insetos, além do controle de seu crescimento. Essas substâncias são denominadas saponinas, sendo glicosídeos produzidos em grande quantidade pela planta e muito utilizados na nutrição animal com alegações funcionais, além de ser utilizado também como espumante e flavorizante na indústria de alimentos. A porção saponina presente na YSC possui estrutura esteroidal, contendo um núcleo lipofílico e uma ou mais cadeias de carboidratos hidrossolúveis, resultando numa atividade surfactante, oriunda da presença de frações hidro e lipossolúveis. A presença de componentes hidrofílicos e hidrofóbicos na mesma molécula confere às saponinas propriedades detergentes e surfactantes, que determinam os seus efeitos benéficos e deletérios (Cheeke, 1999; Shi et al., 2004).

O extrato de YSC utilizado na nutrição animal é produzido por meio da moagem de partes da planta, que posteriormente seco, dá origem ao pó. Toda planta de YSC possui saponinas, porém a semente é relatada como a parte que possui maior concentração de saponinas, chegando a 18% da matéria seca (Cheeke, 1999). Alguns autores descrevem que o extrato é produzido pela moagem dos galhos maduros da planta.

A YSC contém, também, além da fração saponina, os glicocomponentes. São menos citados pela literatura, porém, Sutton et al. (1991) descreveram sua

ação positiva sobre a digestão. Esses componentes constituem a porção solúvel do extrato, tendo grande afinidade com a amônia, ligando-se a ela. São estruturas moleculares altamente termoestáveis que têm a propriedade de seqüestrar amoníaco do trato digestivo, proveniente dos processos metabólicos, neutralizando seus efeitos prejudiciais e convertendo-o em outro tipo de composto nitrogenado não-tóxico. Essas condições favorecem o aumento da atividade degradativa, realizada pela microbiota intestinal, resultando em uma digestão mais completa.

2.2.2 Aplicabilidade

Diversos estudos têm sido conduzidos para avaliação e comprovação das funcionalidades da YSC. Muitos setores, além do próprio setor animal, trabalham com a YSC, com diferentes finalidades. É amplamente utilizada na indústria de refrigerantes e alimentos, como espumante e flavorizante (Oleszek et al., 2001), controlador da proliferação de leveduras deteriorantes em alimentos (Miyakoshi et al., 2000), agente surfactante para tratamento de grãos, melhorador de solos, promotor biológico e de crescimento na agricultura, aditivos no tratamento de águas residuais e, por fim, aditivos na indústria de cosméticos (Oleszek et al., 2001).

No setor animal a YSC é muito estudada, tanto na alimentação de suínos, aves e bovinos (Westendarp, 2005), como também em cães e gatos (Lowe & Kershaw, 1997; Maia, 2008). Em alguns estudos, os autores relataram a melhora na eficiência alimentar (Guclu, 2003), porém outros autores não encontraram melhora. Yeo & Kim (1997) não acharam diferença significativa em relação à conversão alimentar em frangos alimentados com o extrato de YSC. Em codornas, a adição de 30, 60 ou 90ppm de extrato de YSC não alterou a produção de ovos e a eficiência alimentar (Kaya et al., 2003).

A eficiência sobre a redução de gases (amônia, sulfeto de hidrogênio) e de maus odores, causados pelas excretas dos animais, talvez seja um dos parâmetros mais estudados. Lowe & Kershaw (1997) estudaram a diminuição do odor fecal de cães e gatos. Amon et al. (1995) e Baidoo (2000) investigaram a diminuição dos níveis de amônia gastrointestinal ou fecal em suínos, aves domésticas e bovinos leiteiros. Ensaio também foram realizados, testando seu efeito no controle de parasitos (McAllister et al., 2001) e como adjuvante no desenvolvimento de vacinas (Kensil, 1996).

2.2.3 Consumo e digestibilidade

A nutrição animal tem como objetivo garantir o fornecimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento e manutenção dos animais, a fim de evitar distúrbios de origem nutricional e também melhorar o desempenho dos mesmos. Frequentemente, os aditivos são ferramentas muito utilizadas para melhorar o aproveitamento do que é fornecido na alimentação.

Recentemente, autores têm demonstrado benefícios do uso do extrato de YSC em diversas espécies (Petit et al., 1993; Anthony et al., 1994; Kaya et al., 2003; Shi et al., 2004; Aregheore, 2005). Em ruminantes ou em monogástricos, estes compostos podem agir de forma positiva ou negativa sobre a ingestão, a absorção e a excreção de diversos nutrientes (Francis et al., 2002).

A melhora, proporcionada pela inclusão de um aditivo, não pode ser prejudicada pelo não consumo do alimento pelo animal (Maia, 2008). Além do não-aporte dos nutrientes necessários, o balanço energético negativo traz grandes problemas à saúde do animal. Essa é a primeira idéia que traduz um efeito indesejável no fornecimento de aditivos. Para que isso não ocorra, é necessário que haja aceitação por parte do animal. O uso do extrato de YSC pode ter efeito negativo sobre o consumo, dependendo de sua concentração,

devido à sua característica adstringente e irritante. Coelhos, alimentados com dietas acrescidas de 250ppm de YSC, também não apresentaram diferença no consumo (Hussain et al., 1996). Kaya et al. (2003) não encontraram diferença significativa para o consumo quando alimentaram codornas com os níveis 30, 60 e 90ppm de YSC. Çabuk et al. (2004) não encontraram diferença no consumo de frangos alimentados com YSC. Maia (2008) observou que não houve diferença no consumo de cães alimentados com extrato de YSC nos níveis de 125, 250 e 375ppm.

Investigada a interferência do extrato de YSC na palatabilidade e, conseqüentemente, na ingestão do alimento, outro ponto importante a ser considerado é sua influência na digestibilidade do alimento. Na literatura é citado que a digestibilidade pode ser melhorada pela adição do extrato de YSC, pois se supõe que o composto torna a membrana das células da parede intestinal mais permeável, permitindo assim uma maior absorção dos nutrientes. Isso acontece devido à formação de complexos da saponina com o colesterol, por exemplo, nas membranas das células da mucosa. Jonhson et al. (1986) afirmaram que saponinas aumentaram a permeabilidade das células da mucosa intestinal, inibindo o transporte ativo de nutrientes, e facilitando a absorção de substâncias, a que o intestino seria normalmente impermeável. Isto foi confirmado por outros autores, em outro estudo (Gee et al., 1997), no qual demonstraram que a exposição dos ratos adultos à saponina via oral aumentou a captação da β -lactoglobulina. A β -lactoglobulina é uma proteína presente no colostro, absorvida somente por neonatos durante as primeiras horas após o nascimento.

Além da maior permeabilidade, as saponinas podem acelerar a atividade microbiana intestinal, melhorando a digestão e o aproveitamento dos alimentos. A diminuição da motilidade intestinal, ou seja, a maior permanência do alimento, permite um tempo maior de ataque das enzimas, contribuindo,

também, para o aumento da digestibilidade. É provável que isso seja explicado pelo fato da saponina não ser absorvida pelo trato gastrointestinal (Ryan & Quinn, 1999).

No entanto, efeitos negativos sobre o crescimento e a eficiência alimentar, parâmetros geralmente utilizados para animais de produção, também são apontados (Potter et al., 1993) e diversas hipóteses são utilizadas para explicá-los. Além da diminuição no consumo, devido à capacidade adstringente e irritante, há redução na motilidade intestinal, com produção de metabólitos ativos e menor digestibilidade de proteína (Francis et al., 2002). Potter et al. (1993) explicam que as interações entre as saponinas e proteínas formam complexos que diminuem a sua digestibilidade. No entanto, Hussain et al. (1996) estudaram a influência de dietas com dois níveis de proteína, 19% e 23%, sem e com adição de 250 ppm de YSC na dieta de coelhos. Nesse estudo, os autores não observaram a existência de interação entre proteína bruta e YSC, nos níveis estudados.

Dziuk et al. (1985) não encontraram diferença significativa para os coeficientes de digestibilidade em aves, com idade de seis a 14 semanas, alimentadas com o nível de 63ppm de YSC. Em cães, Maia (2008) também não encontrou diferença significativa na digestibilidade dos nutrientes, quando os níveis de adição do extrato de YSC foram de 125, 250, 375ppm.

2.2.4 Odor fecal e produção de gás

O maior alvo de estudos sobre a utilização do extrato de YSC, encontrado atualmente na literatura, é direcionado à criação intensiva de animais, como granjas avícolas. Tais locais são conhecidos como potentes emissores de amônia volátil e, com isso, também são alvos de queixas constantes devido ao odor.

Além do odor ser indesejável para os proprietários, especialmente no caso de cães e gatos, as altas concentrações de amônia e gás sulfídrico causam problemas à saúde de animais em ambientes fechados, retardando o desenvolvimento e aumentando a susceptibilidade a várias doenças. O nitrogênio, na forma de amônia, é altamente volátil e muito tóxico para os animais (Headon, 1991; Wheeler, 1993).

Vários autores conduziram estudos com o objetivo de atestar a funcionalidade do extrato de YSC na diminuição da concentração de amônia. Amon et al. (1995) e Baidoo (2000) relataram que o extrato de YSC é redutor de níveis de amônia gastrointestinal ou fecal em suínos, aves e bovinos leiteiros. Amon et al. (1997) relataram que a amônia no galpão de frangos foi significativamente diminuída pela adição de YSC à dieta. Çabuk et al. (2004) também verificaram uma diminuição significativa de amônia nos galpões de frangos para 120ppm de YSC em relação ao controle. Nazeer et al. (2002), com a prerrogativa do extrato de YSC diminuir a atividade da urease microbiana no intestino, testaram sua eficiência; à medida que se adicionou maior quantidade do extrato de YSC a dietas, obteve-se menor atividade da urease, medida nos conteúdos do intestino delgado de frangos.

No entanto, ao contrário de animais de produção e grandes criações intensivas, o alvo em animais de estimação é o odor propriamente dito. Este não é composto por um, mas pela combinação de diversos compostos voláteis. Ao oposto do que se acredita, os responsáveis pelo odor não são somente a amônia ou o metano e muito menos a presença ou ausência destes. O odor fecal é composto por concentrações absolutas e relativas de combinações particulares de compostos voláteis (Hammond et al., 1974; Moore et al., 1987) como amônia, sulfetos, ácidos graxos, ésteres, alcoóis, cetonas, aldeídos, aminas (Aschbacher, 1972; Miner, 1975; Sweeten, 1986). Além disso, a percepção humana do odor fecal parece surgir de combinações particulares e intensidades

relativas de compostos específicos (Hammond et al., 1974; Moore et al., 1987). A melhora do odor fecal de cães e gatos, por meio do extrato de YSC incluído na dieta, parece ser mais uma alteração sobre a característica do que na intensidade (Lowe & Kershaw, 1997).

Diversas teorias são propostas como responsáveis pela diminuição do odor fecal por meio do extrato de YSC. São elas a inibição da urease (figura 1) (Preston et al., 1987), já citada num estudo anteriormente, ligação à amônia (Headon & Dawson, 1990) e modificação da microflora colônica (Bingham et al., 1975, 1978).

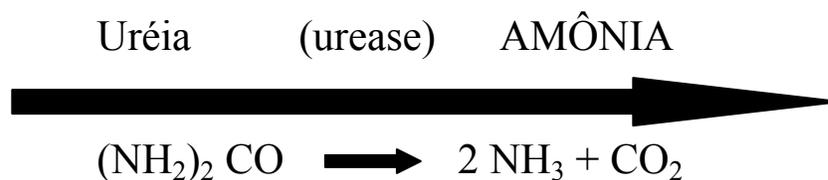


FIGURA 1 Transformação da uréia em amônia por meio da enzima urease.

Lowe et al. (1997) propõem que a melhora do odor fecal pelo extrato de YSC envolve um efeito direto ou indireto na produção ou persistência de um ou mais compostos químicos responsáveis pelo odor. Vários mecanismos são propostos, como a alteração da atividade metabólica do intestino do próprio animal ou da microflora intestinal (produzindo diferentes concentrações de metabólitos finais), mudança de permeabilidade da membrana do intestino (de modo que as concentrações dos compostos fossem afetadas) ou a ligação de um ou mais compostos odoríferos para diminuir o odor. Os pesquisadores estudaram a concentração de alguns compostos considerados responsáveis pelo odor. No estudo realizado foi apontado que diferentes tipos e classes de compostos voláteis podem contribuir para o aroma fecal, embora as alterações nas concentrações de vários deles, que ocorreram no tratamento com a YSC, não

tenham sido correlacionadas diretamente com a melhora do odor fecal. Isso pode ter acontecido, uma vez que muitos dos compostos individuais que contribuem para a percepção humana do odor fecal canino podem estar presentes apenas em baixas concentrações e não serem quantificáveis em laboratórios (Callan, 1992). Os autores neste estudo concluíram que a diminuição do odor fecal foi devido à alteração direta ou indireta exercida pelo produto YSC na microflora do intestino, de maneira que a concentração absoluta ou relativa de metabólitos microbianos fosse alterada. O pH fecal, que poderia influenciar por conta da volatilidade dos compostos odoríferos, ou a permeabilidade da parede intestinal também não foram correlacionados com o aroma fecal. Além disso, o tempo de trânsito intestinal, que poderia influenciar a produção e/ou absorção de metabólitos colônicos, parece não ter sido influenciado.

Giffard et al. (2001), ao avaliarem o efeito de três fontes sobre a redução da ocorrência e do odor de *flatus*, observaram que a suplementação com extrato de YSC reduziu em 38% o mau cheiro, especialmente devido à diminuição da produção ou da disponibilidade de sulfeto de hidrogênio no intestino grosso.

Maia (2008) analisou a área de gás produzida no trato gastrointestinal de cães da raça Beagle, alimentados com 125, 250 e 375ppm de YSC e não observou diferença na produção de gás entre os tratamentos.

2.2.5 Parâmetros sanguíneos

2.2.5.1 Toxicidade

Muitas saponinas não parecem ser tóxicas e até mesmo podem ser benéficas para os animais, quando alimentados por via oral, em quantidade moderada. Porém, efeitos adversos podem ocorrer em alta concentração (Lowe & Kershaw, 1997). Há muito tempo as saponinas são conhecidas por sua ação lítica sobre as membranas eritrocitárias e esta propriedade tem sido utilizada

para a sua detecção. Acredita-se que a ação hemolítica das saponinas é o resultado da afinidade com os esteróis da membrana, especialmente colesterol (Glauert et al., 1962), com os quais forma complexos insolúveis (Bangham & Home, 1962).

A remoção do colesterol irá conduzir a um aumento na fluidez da membrana. Esta fluidez controla a atividade enzimática das membranas biológicas e tem um papel importante no transporte de íons (Ma & Xiao, 1998). A capacidade das saponinas em afetar este parâmetro pode explicar os seus efeitos sobre a função celular.

Existem também relatos da capacidade das saponinas bloquearem canais iônicos em neurônios (Kai et al., 1998) e neutrófilos humanos (Bei et al., 1998). As interações são, portanto, complexas e podem envolver mecanismos diferentes.

Ryan & Quinn (1999) afirmam que a saponina não é considerada tóxica quando ingerida por via oral, por cães, por não ser absorvida pelo trato gastrointestinal, devido à sua estrutura química. Bartholomai et al. (2000) relataram efeitos tóxicos quando a YSC foi administrada exclusivamente por via endovenosa, sendo diminuída quando administrada por via oral. O fato foi justificado, também, pelo motivo da saponina não ser digerida e, dessa forma, dificilmente absorvida pela parede intestinal.

Em alguns trabalhos, utilizando cães da raça Beagle e gatos, Lowe & Kershaw (1997) verificaram que a adição de YSC na dosagem de 250ppm durante 21 dias não alterou as contagens hematológicas e reduziu o odor das fezes. Esses autores afirmaram que a utilização de YSC não afeta a condição geral desses animais.

2.2.5.2 Metabolismo do nitrogênio

Conforme já discutido anteriormente, diversos são os mecanismos de atuação do extrato de YSC sobre o metabolismo de nitrogênio, influenciando dessa forma o odor das fezes. Uma das hipóteses levantadas é a diminuição da atividade da urease, enzima bacteriana que converte a uréia em amônia. Outra hipótese é que a parte solúvel em água do extrato de YSC, os glicocomponentes, tem uma grande afinidade pela amônia, ligando-se a ela (Headon, 1991). E uma terceira hipótese é a de que as saponinas, presentes no extrato, produzam uma inibição da fermentação microbiana da proteína (Killeen et al., 1994).

Independente do mecanismo de ação, ou mesmo da combinação entre eles, o que se conclui é que a YSC provoca uma diminuição na quantidade de amônia disponível no intestino.

A amônia é transformada pelo fígado em uréia, difundindo-se por todos os compartimentos líquidos e para a luz intestinal, onde é hidrolisada em amônia pela enzima urease. Essa amônia é reabsorvida e reconvertida em uréia no fígado. Killeen et al. (1998) citam que a supressão da uréia sanguínea tem sido atribuída à inibição pela urease, que se presume causar redução observada nos níveis de amônia no intestino grosso. Porém, os autores afirmam que a inibição direta da urease parece ser um mecanismo insustentável de ação. Eles atribuem a redução dos níveis de uréia sanguínea à diminuição na taxa de síntese hepática ou um aumento na taxa de eliminação da uréia. Os autores sugerem que uma fração da saponina seria responsável por alterar a função renal, aumentando a taxa de eliminação da uréia, diminuindo assim a concentração de amônia e uréia sanguíneas.

Duffy et al. (2001) encontraram diminuição nos níveis séricos de uréia com a utilização de YSC, sem efeito algum na amônia sérica. A influência do extrato de YSC sobre as populações microbianas tem sido relatadas (Wallace et al., 1994; Sen et al., 1998) e um impacto na microflora intestinal pode resultar na

diminuição dos níveis de amônia entrando no sistema circulatório a partir do trato gastrointestinal, refletindo uma diminuição líquida na síntese de uréia pelo fígado.

Em ratos, Preston et al. (1987) verificaram que o uso de YSC na ração diminui a concentração de uréia sérica. Lowe & Kershaw (1997) verificaram que o uso de YSC em dietas para gatos pode ser responsável pelo aumento do teor de uréia sangüínea. Em suínos, Colina et al. (2001) não observaram diferenças na concentração plasmática de uréia nem no nitrogênio fecal de animais que receberam YSC na dieta, em comparação com animais de ração sem a adição de YSC.

2.3 Zeólita

2.3.1 Definição e classificação

Zeólitas são minerais aluminossilicatos hidratados que possuem um arranjo estrutural, do qual fazem parte metais alcalinos e alcalinos terrosos e apresentam grandes superfícies interna e externa, na faixa de centenas de m^2/g (Ming & Mumpton, 1989). O fato de apresentarem grande superfície interna se deve à sua formação, composta por uma rede tridimensional de poliedros com tetraedros do tipo $[SiO_4]^{4-}$ e $[AlO_4]^{5-}$ ligados por oxigênios comuns, formando as unidades primárias. Cada átomo de oxigênio é comum a dois tetraedros vizinhos, originando assim uma estrutura microporosa. Tal estrutura confere às zeólitas uma superfície interna muito maior que a externa, permitindo a transferência de matéria entre os espaços intracristalinos, formados por cavidades e canais interconectados nos quais estão presentes íons de compensação, como por exemplo, Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ . Por estarem fracamente ligados à estrutura, podem ser substituídos por outros presentes na solução. Desse modo, as zeólitas podem adsorver certos íons presentes em soluções

aquosas, liberando os que estavam presentes na sua estrutura. Além disso, possuem a propriedade de absorver o excesso de água no trato gastrintestinal e também adsorver certas toxinas (Brouillard et al., 1989), aumentando assim a matéria seca das fezes e reduzindo a incidência de diarreia nos animais.

As zeólitas englobam um grande número de minerais naturais e elaborados que apresentam características comuns (Morgon & Braga, 2007), porém, para diferenciá-las, faz-se necessário um estudo em laboratório, utilizando as diferentes técnicas, a fim de determinar as suas propriedades físicas, composição química, estrutura cristalina e morfologia (Gianneto, 1989; Munso, 1973; Oliveira & Muniz, 1989). Segundo Luz (1995), as características que as diferenciam são sua superfície específica (m^2/g), volume de vazios, índice de refração, massa específica (g/cm^3), capacidade de adsorção de gás e capacidade de troca catiônica (CTC). Cada zeólita tem suas características de seletividade e capacidade de troca catiônica, porém estas podem ser modificadas por fatores como pH, temperatura e presença de outros íons na solução (Mumpton, 1973).

As zeólitas naturais formam-se em locais onde camadas de rochas vulcânicas e cinza vulcânica reagem com água alcalina; também ocorrem em ambientes pós-deposicionais que cristalizaram ao longo de milhares ou mesmo milhões de anos em bacias marinhas pouco profundas (Marçal et al., 2006). São conhecidos 48 tipos de zeólitas naturais e mais de 150 elaboradas. Dentre as naturais se incluem: clinoptilolita, heulandita, filipsita, erionita e chabazita (Luz, 1995). A clinoptilolita é a zeólita natural mais abundante e tem a fórmula química $\text{Na}_{0,1}\text{K}_{8,57}\text{Ba}_{0,04}(\text{Al}_{9,31}\text{Si}_{26,83}\text{O}_{72}) 19,56 \text{H}_2\text{O}$ (Galli et al., 1983).

2.3.2 Aplicabilidade

A grande variedade de aplicações tecnológicas tem sido responsável pelo crescente interesse pelas zeólitas em diversos setores, entre eles estão principalmente a indústria de petróleo, agricultura, tratamento de solos contaminados, purificação de águas e de rejeitos da indústria mineiro-metalúrgica. Suas características seletivas podem ser direcionadas para controle de poluentes, bem como no tratamento de efluentes; redução de óxido nítrico na atmosfera; controle da emissão de compostos orgânicos voláteis, prejudiciais à camada de ozônio, com a liberação de gases menos agressivos e em menores quantidades, com uma diminuição em até 70% da emissão.

Algumas pesquisas recentes têm se preocupado em estudar zeólitas que “limpem” os processos de produção, adequando o produto às exigências ecológicas, mas sem causar um aumento significativo nos custos. Existem vários exemplos de desenvolvimento de zeólitas, nesse caso sintéticas, que limitem a porcentagem de enxofre em 0,05% do diesel combustível (Fujikawa et al., 1998 citado por Morgon, 2007); processos de catalisadores alternativos à degradação térmica usada na reciclagem de derivados do petróleo, principalmente plásticos, como polietileno (Park et al., 1999 citado por Morgon, 2007); ou, ainda, propostas para conversão de hidrocarbonetos presentes no gás natural (metano, etano, propano) em compostos aromáticos (Anunziata et al., 2000 citado por Morgon, 2007).

Devido à sua grande capacidade de troca catiônica, adsorção/dessorção e elevada seletividade pelo íon NH_4^+ (Dumitru, 1976; Sawyer, 2000; Wilson, 2002), as zeólitas são alvo de grande interesse na agricultura (Marquez, 2000). Podem atuar na melhoria da eficiência do uso de nutrientes por meio do aumento da disponibilidade de fósforo (rocha fosfática) e redução das perdas por lixiviação dos cátions trocáveis, por exemplo, o K^+ . Esses minerais têm sido utilizados também no cultivo zeopônico de plantas em substrato artificial

composto por minerais zeolíticos misturados a rochas fosfáticas, o qual funciona como um sistema de liberação controlada e renovável de nutrientes para as plantas. A zeólita clinoptilolita remove íons céσιο e estrôncio de efluentes radioativos (Lukac & Foldesova, 1994), e seu uso, para a remoção de outros metais pesados dissolvidos, está recebendo atenção crescente. Outra substância que os estudos mostraram ser capaz de ser reduzida nos efluentes é a amônia. A zeólita reduziu de 15 para 2ppm a amônia de efluentes, essa zeólita utilizada pode ser regenerada com salmoura, com a amônia sendo recuperada e utilizada na agricultura.

Além de todas as aplicações descritas, as zeólitas são, também, de grande interesse para a produção e nutrição animal. A utilização de cinco a 10% de clinoptilolita e mordenita na dieta alimentar de animais (aves, suínos e bezerros) mostrou-se eficaz no ganho de peso e controle de doenças intestinais. Eliot & Edwards (1991) concluíram que a zeólita melhorou a eficiência alimentar de aves, porém Amon et al. (1997) não encontraram efeito tanto na eficiência alimentar como no ganho de peso das aves. Já Çabuk et al. (2004) detectaram que a adição de zeólita diminuiu o ganho de peso dos frangos.

Além de supostamente melhorar a digestibilidade, a alta capacidade higroscópica da zeólita retira o excesso de água das fezes, aumentando sua matéria seca (Sweeney et al., 1984; Vrzgula & Bartko, 1984). A menor disponibilidade de água nas fezes reduz o crescimento de microorganismos juntamente com sua produção de metabólitos finais. Dessa forma, ocorre uma melhora na qualidade do ar e, conseqüentemente, menor incidência de doenças.

Assim como o extrato de YSC, outro redutor de odor, as zeólitas são utilizadas, também, para diminuir os níveis de amônia normalmente produzida em grande quantidade em criações intensivas. Çabuk et al. (2004) comprovaram a eficiência da zeólita clinoptilolita, utilizando 15 e 25 g/kg de ração, na redução da amônia nos galpões de aves. Em contraste com esse trabalho, Amon et al.

(1997) detectaram que a concentração de amônia no tratamento com zeólita foi maior que no tratamento controle. Outros estudos mostraram o efeito positivo da zeólita na diminuição do odor pelo controle da volatilização de amônia e gás sulfídrico, por meio da remoção de nitratos contidos na urina.

Outro ponto bem explorado nas zeólitas é sua alta capacidade de troca catiônica (CTC). Devido a essa característica, as zeólitas possuem também alta capacidade de adsorção e dessorção de nutrientes (Correia & Paiva, 2000) e, por isso, podem ser utilizadas na nutrição animal como agentes carreadores de micotoxinas e íons que podem causar problema de intoxicação por excesso nos animais (Maia, 2008).

2.3.3 Digestibilidade e consumo

Os valores dos coeficientes de digestibilidade são alterados, normalmente, pela qualidade da matéria-prima da ração. Mas, além disso, a inclusão de ingredientes que aumentem ou diminuam a taxa de passagem do bolo alimentar pelo trato gastrintestinal também podem influenciar esses parâmetros. Desde modo, faz-se extremamente necessária a avaliação da digestibilidade dos alimentos fornecidos aos animais, e mais ainda, quando se inclui um ingrediente novo na dieta, uma vez que esse parâmetro significa o que realmente está disponível para ser aproveitado.

Alguns estudos foram conduzidos com o objetivo de testar uma possível melhora da digestibilidade dos nutrientes com a adição da zeólita. Trabalhos realizados, avaliando a função bioquímica das zeólitas na nutrição, parecem indicar que a propriedade adsorvente da zeólita faz com que as moléculas do nutriente sejam retidas no sistema de digestão animal por um período mais prolongado, permitindo, assim, um uso mais eficiente da alimentação (Luz, 1995). Sua alta capacidade higroscópica reduz o tempo de passagem do alimento

pelo TGI, provocando, dessa maneira, um aumento no tempo de ação das enzimas digestivas (Maia, 2008).

Porém, Campo (2004) não encontrou diferença nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, extrativo não-nitrogenado e cinzas, quando adicionou zeólita, variando de 1,25 a 3,75%, na dietas de cães. Em concordância com esse autor, Maia (2008) também não encontrou diferença na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e energia quando adicionou a zeólita, porém em níveis menores (0,5; 0,75 e 1,0%) na dieta de cães.

Alguns autores sugeriram que a zeólita, adicionada à ração de frangos, reduziu o fósforo das cinzas ósseas e no plasma (Scheindeler, 1993), mas com melhora na absorção de cálcio (Roland et al., 1985; Edwards Júnior, 1988). Çabuk et al. (2004) encontraram uma diminuição na cinza fecal de frangos, com a utilização de 15 e 25g/kg de zeólita na dieta das aves em relação ao controle ($p < 0,05$).

No entanto, de nada valerá analisar a digestibilidade se a dieta não for aceita pelo animal. Além de garantir a nutrição necessária, protocolos de digestibilidade, a exemplo o protocolo oficial da Anfalpet (2008), preconizam que os animais tenham a ingestão do alimento superior a 75% do oferecido, segundo suas necessidades energéticas. Caso o animal não se alimente dessa quantidade, o teste deve ser interrompido e, ao invés de colheita total de fezes, deve se utilizar um marcador como o óxido crômico.

Çabuk et al. (2004) não encontraram diferença significativa no consumo alimentar de frangos alimentados com 15 e 25g/kg de clinoptilolita.

Granherr et al. (2007) estudaram o efeito de doses acentuadamente crescentes de zeólita A em vacas leiteiras no periparto. Os animais foram alimentados à vontade com a ração sem adição de zeólita, 12, 23 e 43g/kg de

zeólita na matéria seca (MS). A diminuição no consumo de MS foi observada no grupo que foi alimentado com o maior nível de zeólita.

Maia (2008) realizou um teste de palatabilidade entre um alimento contendo 375ppm de YSC e 1,0% de zeólita. Não observou preferência por parte do cães entre esses aditivos testados. Além disso, esse estudo não mostrou diferença significativa entre os consumos de matéria seca dos cães alimentados com dieta sem aditivo e as outras dietas que continham 0,5; 0,75 e 1,0% de zeólita.

2.3.4 Odor e produção de gás

As zeólitas são alvo de constantes estudos sobre a diminuição do odor e emissão de amônia em criações intensivas por possuírem alta seletividade pelo íon amônio. O mineral zeólita pode apresentar-se como um potencial redutor de odor e emissão de amônia. Tais propriedades foram reportadas por Bernal & Lopez-Real (1993). Da mesma forma, Carlile (1984) publicou uma abrangente revisão sobre amônia volátil em galpões, na qual resumiu as conclusões de outro estudo, conduzido por Nakaue et al. (1981). Os autores deste estudo concluíram que a incorporação da clinoptilolita na alimentação de frangos, ao longo da vida, diminuiu significativamente a concentração de amônia volátil, em média 8%.

Porém, em um estudo conduzido por Sonnenholzner (2004), foi demonstrado que as zeólitas apresentam um comportamento exponencial quando se trata de absorção. Um aspecto a ser considerado num cálculo de absorção é a razão entre o adsorvente, nesse caso a zeólita, e a concentração do soluto a ser removido (amônio). Foram colocados em contato com a mesma quantidade do íon amônio vários pesos de zeólita. A concentração de N-amônio total decresce com o incremento de zeólita, porém esse decréscimo é do tipo exponencial e não linear, o qual se traduz em uma menor adsorção de amônio por unidade (g) de

zeólita ao aumentar o conteúdo de zeólita. Quando se agregou 1g de zeólita, a remoção de N-amônio total por grama de zeólita foi de 1,53mg/g; contudo, ao adicionar 10g de zeólita, a remoção foi de 0,91mg/g. O autor conclui que a eficiência de um adsorvente, por vezes, deve ser sacrificada para que seja mantida uma baixa concentração de equilíbrio.

Como comentado anteriormente, o odor fecal parece vir das combinações particulares e das intensidades relativas de compostos específicos mais do que pela sua simples presença ou ausência. Além disso, a percepção do odor depende do caráter, da intensidade e da detectabilidade de cada um dos compostos. Por isso, apesar de talvez ser considerado um método subjetivo, a avaliação por parte de cada indivíduo submetido ao odor do material, parece ser a melhor maneira de avaliar a diminuição do odor, ao invés de análises químicas e laboratoriais (Sweeten et al., 1980).

Em estudo com cães, Maia (2008) observou diminuição significativa no odor, avaliado por possíveis proprietários de cães e consumidores de ração, das fezes dos animais que receberam dietas com a inclusão de zeólita nos níveis de 0,75 e 1,0%. O autor atribuiu a redução do odor fecal dos cães à alta capacidade de troca catiônica e adsorção de gases do aditivo zeólita, que possivelmente adsorveu os gases produzidos durante a digestão, carreando-os para fora do trato gastrointestinal, sem liberá-los para o ambiente.

Além da avaliação por parte de indivíduos submetidos ao odor do material fecal, pode-se avaliar a formação de gases intestinais por meio de radiografias. Dessa forma, é possível sugerir se determinado alimento provocará maior formação de gases nos animais ou não. O trato gastrointestinal pode ser visualizado por meio de radiografias, pois há ocorrência de contraste entre a interação do mesentério, gordura e omento com o conteúdo luminal. (Burk & Ackerrman, 1996 citados por Feliciano, 2008). Gases intestinais e também estomacais, esse último denominado bolha gástrica, podem ser observados em

radiografias e quantificados, por meio do espaço que ocupam, por um *software* utilizado normalmente na medicina humana. Esse *software*, denominado Image J[®], já foi utilizado na área animal, por Feliciano (2008); Maia (2008) e Aquino (2009). Maia (2008) quantificou os gases presentes no intestino de cães alimentados com os aditivos YSC e zeólita. No referido trabalho não encontrou diferença na formação de gases. Aquino (2009) utilizou o mesmo software, porém, com um aperfeiçoamento da técnica, para quantificar a área de gás em gatos alimentados com prebiótico. Não foi encontrada diferença entre os tratamentos. Desde o trabalho realizado por Feliciano (2008) com probióticos, propostas foram feitas para que a técnica apresentasse maior acurácia, uma vez que o trabalho realizado por Feliciano (2008) apresentou um coeficiente de variação em torno de 70%. Com as modificações realizadas por Aquino (2009), esse coeficiente diminuiu consideravelmente, chegando a 33,97%. Além das modificações, foi proposto por Feliciano (2008) que, além da posição laterolateral utilizada, a posição ventrodorsal poderia trazer uma visualização mais ampla das alças intestinais, aumentando ainda mais a acurácia da técnica.

2.3.5 Escore fecal

Alguns dos objetivos das indústrias *pet food*, além da qualidade nutricional do alimento balanceado, são tanto a diminuição do odor fecal, de forma perceptível ao odor humano, como a melhora do escore fecal. O escore fecal, que se traduz em fezes mais bem formadas, firmes e em menor volume, é normalmente ligado à melhor digestibilidade do alimento. A zeólita, além de potencialmente melhorar a digestibilidade do alimento, pode melhorar o escore fecal, proporcionando fezes melhor formadas. Isso se deve à sua alta capacidade higroscópica, resultado de sua propriedade em reter água nos seus canais e cavidades internas, em quantidades até 10 a 50% do seu volume (Maia, 2008), aumentando dessa maneira a matéria seca das fezes. As zeólitas agem não

somente absorvendo o excesso de água, mas também toxinas responsáveis pela hipersecreção de água e eletrólitos no lúmen intestinal (Brouillard & Rateau, 1989).

Alguns estudos foram conduzidos com o objetivo de comprovar a alta capacidade higroscópica das zeólitas. Sweeney et al. (1984) observaram que a matéria seca fecal foi aumentada por meio da adição de clinoptilolita à dieta, melhorando as condições ambientais em situações de confinamento. A diminuição na umidade disponível, para o crescimento microbiano nas fezes, também contribui para a melhoria da saúde animal por meio de um ar mais limpo, reduzindo a incidência de doenças (Maia, 2008).

Segundo Vrzgula et al. (1984), suínos alimentados com 5% de zeólitas apresentam fezes mais compactas, mais bem formadas e com menor odor do que aquelas produzidas por animais no tratamento controle. Estes mesmos autores, avaliando 10 animais acometidos de diarreia, descrevem que esses suínos apresentaram fezes pastosas seis horas após o consumo da alimentação com o aditivo, passando à consistência mais firme em 24 horas. Depois de 48 horas, observou-se consistência normal das fezes, diferente daqueles não-tratados com o aditivo, que continuaram diarréicos.

Beernaert-Dunoyer (1986) provocou diarreia em 10 cães saudáveis pela perfusão de solução hiperosmolar de manitol (90mosm/L) no duodeno. Os cães que receberam o tratamento com a inclusão de 2% de zeólita, durante quatro dias, apresentaram aumento na matéria seca das fezes em 11% ($p < 0,007$) quando comparadas às fezes dos animais alimentados com a ração sem zeólitas. Também com cães, Maia (2008) observou melhor escore fecal para os animais que receberam 0,75 e 1,0% de inclusão de zeólita às dietas.

2.3.6 Capacidade de troca catiônica e pH urinário

Como descrito, as zeólitas são formadas por tetraedros, do tipo $[\text{SiO}_4]^{4-}$ e $[\text{AlO}_4]^{5-}$, que geram cargas negativas compensadas por cátions alcalinos, podendo ser substituídos por outros, presentes no meio, por troca catiônica. Além disso, a razão Si/Al altera a capacidade de troca catiônica (CTC) das zeólitas. A menor relação Si/Al aumenta a CTC, pois quanto maior a quantidade de Al, maior a capacidade de trocador iônico. A presença do Al cria densidade de carga negativa sobre o oxigênio, presente na estrutura de poliedro, provocando dessa maneira a necessidade de cátions para a neutralização das cargas (Luz, 1995). Desse modo, as zeólitas têm capacidade de adsorver certos íons presentes em soluções aquosas, liberando os que estavam presentes em sua estrutura. Possuem uma afinidade forte com cátions metálicos de transição, mas pouca afinidade com ânions e moléculas orgânicas não-polares (Bowman et al., 1995).

Além de suas propriedades de troca catiônica, adsorção/dessorção, as zeólitas possuem elevada seletividade pelo íon NH_4^+ (Sawyer, 2000; Dumitru, 1976; Wilson, 2002). Com isso, um dos mecanismos de ação das zeólitas na nutrição animal é a sua ligação com os íons de amônia no trato gastrointestinal (Pond et al., 1995). A capacidade de adsorção de gás e de troca catiônica de zeólitas naturais do tipo erionita e clinoptilolita foram estudadas por Munso (1973).

Enemark et al. (2006), citados por Grabherr et al. (2007), afirmam que a suplementação de zeólita A resulta numa variação de excreção de mineral na urina, igualmente mudando o pH urinário. Grabherr et al. (2007) estudaram a suplementação de doses altas de zeólita A em vacas leiteiras durante o parto no metabolismo mineral. Os autores mostraram que vacas não-primíparas no parto, que receberam ração à vontade com as doses de 23 e 43g/kg MS, apresentaram um efeito estabilizante no metabolismo do cálcio. Já as outras

vacas, nos tratamentos com ausência de zeólita e 12g/kg MS, apresentaram hipocalcemia subclínica.

Em gatos, o pH urinário pode ter efeitos importantes sobre a formação dos urólitos de estruvita e de oxalato de cálcio, com conseqüente aparecimento da DITUIF (doença idiopática do trato urinário inferior de felinos). Alguns fatores intrínsecos são importantes na variação do pH urinário, assim como o nível de magnésio da dieta e nível de proteína, pois se sabe que, pela natureza carnívora, o gato apresenta alta ingestão de aminoácidos sulfurados de fontes protéicas de origem animal, e a oxidação destes aminoácidos conduz à excreção de sulfato juntamente com a urina, provocando um abaixamento do pH urinário.

Ao contrário, a inclusão de cereais na dieta provoca uma alcalinização da urina, predispondo os animais à DITUIF. Porém, os animais são acometidos pela formação de urólitos de oxalato de cálcio, como resultado da alcalinização, ou seja, aumento do pH urinário (Case et al., 1998).

Zentek & Schulz (2004) verificaram que a ingestão de proteína interfere na composição da urina e dos urólitos formados em gatos. O oxalato é importante devido ao seu potencial de formação de cristais com cálcio. A excreção urinária mais elevada do oxalato ocorreu em ambas as dietas que continham o colágeno como fonte da proteína, pois a hidroxiprolina e a glicina são aminoácidos típicos no tecido conjuntivo e poderiam ter aumentado a produção endógena do oxalato. O número de cristais de estruvita, no geral, foi reduzido com as dietas de baixa proteína, provavelmente devido à excreção urinária mais baixa de nitrogênio.

Neste mesmo estudo, os autores concluíram que a ingestão da proteína e a fonte de proteína determinaram a excreção urinária de metabólitos de nitrogênio e oxalato, além do nível e caráter do cristalúria.

Com o intuito de acidificar a urina (pH menor que 6,4), quando pH não responde suficientemente às dietas, são utilizados também acidificantes. Nesta

perspectiva, acidificante como a DL-metionina pode ser misturado às dietas, visando reduzir a alcalinização pós-prandial da urina. No entanto, é importante um monitoramento do pH urinário, especialmente no início da administração deste produto, tendo-se o cuidado de evitar doses tóxicas de metionina, visto que já foi descrito como causa de anemia em gatos (Osborne et al., 1995 citado por Lazzarotto, 2001).

O uso de aditivos em alimentos para gatos deve ser feito com bastante critério, visto que existem muitos relatos de problemas pela formação de nefrólitos nesses animais, seja pela baixa ingestão de água dos mesmos ou pelo tipo de dieta fornecida.

2.4 Parâmetros sanguíneos

Os parâmetros hematológicos fornecem informações a respeito do estado clínico, nutricional, bem como tratamentos e prognósticos dos animais (González et al., 2003) . Além disso, refletem a situação metabólica dos tecidos dos animais, podendo indicar lesões, transtornos no funcionamento dos órgãos, adaptação do animal diante de desafios nutricionais e desequilíbrios metabólicos (González & Scheffer, 2003).

Um desses parâmetros sanguíneos, a uréia é uma importante ferramenta para diagnósticos clínicos sobre o funcionamento renal, além de indicar, juntamente com outros parâmetros, a condição nutricional dos animais, quando determinada em fluidos biológicos. O aumento da uréia sérica, sem aumento de creatinina, representa uma elevação fisiológica e de origem pré-renal (Lopes et al., 1996; Luca & Reis, 2001; González & Scheffer, 2003; Oliveira et al., 2005). A utilização de aditivos, como a YSC e a zeólita, que atuam no metabolismo do nitrogênio, alterando a atividade da enzima urease ou adsorvendo íon amônio, pode causar alterações de parâmetros sanguíneos, como a uréia.

A hemoglobina, parâmetro sanguíneo muito utilizado, é uma proteína conjugada, composta por uma proteína simples, a globina, e um núcleo, o heme, cujo principal componente químico é o ferro (Jain, 1993; Garcia-Navarro & Pachaly, 1994). A medida da concentração de hemoglobina constitui a avaliação mais comum da situação nutricional do organismo. A carência protéica pode interferir na biossíntese de hemoglobina, resultando no desenvolvimento de anemia. Essas condições podem ser observadas em animais nos quais tenha havido uma perda de proteínas séricas considerável, ou inadequada ingestão ou digestão protéica (Coles, 1984; Ettinger, 1992; Jain, 1993; Szarfare et al., 1995).

Outro parâmetro sanguíneo utilizado pode ser a bilirrubina indireta. A maior parte da bilirrubina no plasma deriva da degradação dos eritrócitos velhos pelo sistema retículoendotelial, especialmente no baço. A restante provém da degradação da mioglobina, dos citocromos e eritrócitos imaturos na medula óssea. Após a extração do ferro da hemoglobina, o grupo heme é transformado em bilirrubina livre, ligada à albumina plasmática e transportada até o fígado. Essa forma também é conhecida como bilirrubina indireta no laboratório clínico e não é solúvel em água, por isso não é filtrada pelos glomérulos renais, e assim não é excretada pela urina (González & Scheffer, 1993). A mensuração da bilirrubina indireta pode ser uma boa ferramenta a ser utilizada na investigação sobre uma possível ação lítica dos aditivos como a YSC, já que as saponinas parecem exercer essa ação lítica sobre as células. O aumento da bilirrubina indireta pode indicar defeito de captação, defeito de conjugação, aumento da produção (hemólise) e diminuição do transporte.

Os valores sanguíneos e bioquímicos séricos, considerados como referência para gatos, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Valores sanguíneos e bioquímicos séricos de referência para gatos.

| Testes | UI | Gatos |
|---------------|-----------|--------------|
| Uréia | mg/dL | 18-41 |
| Creatinina | mg/dL | 0,7-2,2 |
| Hemoglobina | g/dL | 8,0-15,0 |

Fontes: Jain (1993) e Willard & Tvedten (2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e instalações

O estudo foi conduzido no Centro Experimental em Nutrição de Animais de Companhia (CENAC), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, localizada no município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais, durante os meses de julho e agosto de 2008. As temperaturas e as umidades relativas mínimas e máximas durante a colheita de dados, referentes ao ensaio de digestibilidade, do primeiro e segundo períodos, estão apresentados na tabela 2.

TABELA 2 Temperaturas (T°C) e umidades relativas (UR%) mínimas e máximas durante a colheita dos dados referentes ao ensaio de digestibilidade.

| Datas | T°C mín. | T°C máxima | UR mínima (%) | UR máxima (%) |
|--------------|-----------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| 29/07/09 | 14 | 25 | 41 | 55 |
| 30/07/09 | 14,9 | 25,1 | 40 | 63 |
| 31/07/09 | 14,9 | 25 | 41 | 64 |
| 01/08/09 | 16 | 25,7 | 42 | 65 |
| 02/08/09 | 17,6 | 25,7 | 40 | 65 |
| 03/08/09 | 17,5 | 25 | 40 | 65 |
| 04/08/09 | 17,8 | 25,4 | 53 | 76 |
| 17/08/09 | 16,9 | 26,5 | 41 | 68 |
| 18/08/09 | 16,9 | 26,4 | 40 | 64 |
| 19/08/09 | 16,5 | 26,1 | 40 | 61 |
| 20/08/09 | 16,8 | 26 | 39 | 64 |
| 21/08/09 | 17 | 26,7 | 48 | 66 |
| 22/08/09 | 17,3 | 26,8 | 36 | 71 |
| 23/08/09 | 17,4 | 24,2 | 47 | 73 |

O CENAC é constituído por dois gatis de aproximadamente 11m², com área de solário de 5m²; sala de metabolismo, com cerca de 51m² com vinte e cinco gaiolas metabólicas com dimensão de 60 x 70 x 50cm (altura x profundidade x largura), constituídas de arame galvanizado e chapas metálicas, além da bandeja coletora para fezes e recipientes para a colheita de urina. As gaiolas possuem bebedouros tipo chupeta, acoplados às garrafas plásticas, fixados na parte posterior de cada uma, sendo o alimento fornecido em potes

plásticos. O manuseio dos animais, quando necessário, é realizado sobre uma bancada de concreto, composta também por pias para a higiene dos utensílios. A sala conta ainda com uma balança para pesagem dos animais. O centro possui, também, uma sala para pesagem de materiais, além de *freezers* para o acondicionamento das amostras.

3.2 Primeiro ensaio

O primeiro ensaio experimental foi composto por dois períodos, realizados para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais. Além disso, durante esse primeiro ensaio, foram realizadas colheitas de sangue para análises laboratoriais, medições do pH e volume urinários e, ao final do segundo período, foram realizadas as observações de escore fecal e colhidas amostras para a avaliação do odor fecal.

3.2.1 Animais utilizados e tratamentos experimentais

Foram utilizados vinte e um gatos adultos, machos e fêmeas, sem raça definida, com idade média de três anos, desverminados e vacinados, com peso médio de $3,71 \pm 0,84$ Kg. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, no qual os animais foram distribuídos em sete tratamentos de três animais cada, durante dois períodos, totalizando sete tratamentos e seis repetições. Os gatos selecionados apresentavam bom estado de saúde e passaram por avaliação médico-veterinária, antes e durante a realização do teste. Adicionalmente, foram realizadas urinálises com o objetivo de comprovar a integridade do trato urinário dos mesmos para que fosse possível analisar a possível influência da dieta sobre o pH.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas suspensas, com bandejas coletoras, para realização de colheita total de fezes, método utilizado para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), além das medições de pH e volume urinários, realizados com a urina colhida em recipientes adaptados a cada gaiola.

As dietas experimentais foram compostas por uma dieta comercial úmida, utilizada como controle, descrita na Tabela 3, acrescida de níveis crescentes de cada aditivo testado (Tabela 4).

TABELA 3 Níveis de garantia e composição básica, apresentados no rótulo da ração comercial utilizada como alimento controle.

| Níveis nutricionais MN¹ | (%) |
|---|---|
| Umidade (máx.) | 78 |
| Proteína Bruta (mín.) | 8 |
| Extrato Etéreo (mín.) | 4,7 |
| Fibra Bruta (máx.) | 0,7 |
| Matéria Mineral (máx.) | 3,0 |
| Cálcio (máx.) | 0,66 |
| Fósforo (mín.) | 0,45 |
| Energia Metabolizável | 967 kcal/kg |
| Composição básica | Água, subprodutos animais, farelo de arroz, glúten de arroz, celulose em pó, óleo vegetal, fosfato de sódio, taurina, ácido ascórbico, frutoligossacarídeos, premix vitamínico-mineral e premix micromineral transquelatado |

¹MN= matéria natural

OBS: dieta comercial isenta de quaisquer dos dois aditivos avaliados neste estudo.

TABELA 4 Tratamentos experimentais do primeiro ensaio experimental.

| Tratamentos | Dietas experimentais |
|--------------------|--|
| 1 | Ração comercial úmida (controle) |
| 2 | Ração controle + 125ppm YSC ¹ |
| 3 | Ração controle + 250ppm YSC |
| 4 | Ração controle + 375ppm YSC |
| 5 | Ração controle + 0,5% zeólitas |
| 6 | Ração controle + 0,75% zeólitas |
| 7 | Ração controle + 1,0% zeólitas |

¹YSC= *Yucca schidigera*

3.2.2 Procedimento experimental

3.2.2.1 Teste de digestibilidade

Os dois períodos desse ensaio experimental foram compostos por cinco dias de adaptação dos animais à dieta e à gaiola e sete dias de colheita total de fezes, totalizando 12 dias para o ensaio de digestibilidade. A quantidade de ração fornecida a cada animal foi calculada de acordo com sua necessidade energética diária de manutenção em kcal/dia, proposta pelo National Research Council – NRC (2006), por meio da fórmula $EM=100 \times (PV)^{0,67}$. A quantidade total de alimento para cada animal foi fornecida uma vez ao dia e as sobras mensuradas após um período de 24 horas. As sobras foram colhidas, pesadas e congeladas para posterior determinação da matéria seca, pois o consumo foi medido por meio da diferença entre o fornecido e a sobra, com base na matéria seca, para que fosse considerada a perda de água do alimento por meio da evaporação.

A colheita total das fezes foi realizada duas vezes ao dia: a primeira, durante a manhã, logo após a retirada dos potes de alimentos para a mensuração das sobras e a segunda, no período da tarde. Durante a colheita de fezes do

segundo período, foram determinados os escores fecais (tabela 5). Logo após, as fezes eram recolhidas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas no *freezer* (-20°C) para posteriores análises.

A colheita de sangue foi realizada logo após o término do ensaio de digestibilidade, no décimo terceiro dia de cada período e o procedimento de radiografia no dia seguinte, décimo quarto. Posterior a esses procedimentos, a mensuração do pH teve início.

O segundo período foi realizado após cinco dias de descanso do primeiro, da mesma forma que o primeiro, porém, após a mensuração do pH urinário, foram colhidas amostras de fezes para análise do odor fecal.

TABELA 5 Escore fecal baseado na consistência e aspecto das amostras de fezes colhidas durante o primeiro ensaio experimental.

| Escore | Características |
|---------------|--|
| 1 | Fezes líquidas, diarreia. |
| 2 | Fezes macias, sem forma definida. |
| 3 | Fezes macias, bem formadas, úmidas. |
| 4 | Fezes duras, secas, firmes e bem formadas. |
| 5 | Fezes muito duras e ressecadas. |

Adaptado de Parreira (2003)

3.2.2.2 Colheita de sangue e exame radiográfico

Amostras de sangue foram colhidas dos animais, que ficaram em jejum alimentar por volta de oito horas e colocadas em dois tubos diferentes. Um tubo

com heparina para o sangue, que foi destinado às análises de uréia, creatinina e hemograma. Outro sem heparina, porém, envolto em papel alumínio, a fim de se evitar contato com a luz. O sangue desse segundo tubo foi destinado à análise de bilirrubina e frações. As amostras foram processadas em laboratório de análises clínicas na cidade de Lavras/MG. A análise de hemoglobina foi realizada pelo método colorimétrico enzimático; a bilirrubina, pelo método colorimétrico sulfanílico diazotado; a uréia, pelo método cinético de ponto fixo. As demais análises, pelo método de contagem automatizada, por meio da citometria de fluxo.

As análises radiográficas foram realizadas pelo Serviço de Diagnóstico por Imagem do Hospital Veterinário, pertencente do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA. Cada animal foi radiografado em duas posições, laterolateral esquerda e ventrodorsal. Foi utilizado o equipamento gerador de Raio-X Meditronix BR-200 e filmes Kodak® tamanho 24x30cm, aplicando-se a técnica de 50kV com 0,15mAs. Após a realização do exame radiográfico, as radiografias foram fotografadas e digitalizadas para posterior avaliação por meio do software Image J®. No momento da fotografia, fotografou-se juntamente com as radiografias uma régua graduada, para a determinação de escala em centímetros, a ser convertida posteriormente pelo programa. Após serem digitalizadas, as áreas de gás do trato gastrointestinal de cada radiografia foram delimitadas. O software Image J® seleciona a área desejada por meio de limiares de contraste, *threshold* e mensura a área correspondente ao gás selecionada. Os limiares de contraste foram ajustados para cada imagem em particular, que continha referência de tamanho, por meio de graduação em centímetros proveniente da régua utilizada. Utilizou-se a mesma metodologia descrita por Aquino (2009). As imagens fotográficas das radiografias do animal 6, na posição ventrodorsal (Figura 2) e laterolateral (Figura 3) estão apresentadas a seguir.



FIGURA 2 Imagem fotográfica da radiografia do animal 6, na posição ventrodorsal. A seta vermelha indica área de gás intestinal.



FIGURA 3 Imagem fotográfica da radiografia do animal 6, posição laterolateral. A seta vermelha indica área de gás intestinal.

3.2.2.3 Mensuração do pH urinário

Após o exame radiográfico, iniciou-se o período de mensuração do pH urinário dos animais. A mensuração seguiu o protocolo oficial da Anfalpet (2008), com o mínimo de sete dias de adaptação à dieta e 72h de colheita de urina, para a mensuração do pH urinário, densidade e volume. A urina foi coletada em recipientes individuais, mantidos em isopores imersos no gelo. Quando necessário, o conteúdo era transferido para garrafas individuais e mantidas na geladeira. O pH, volume e densidade foram medidos ao final de cada 24h de colheita, até se completar as 72 horas de mensuração. Ao final, foram obtidos três resultados de mensurações por animal, sendo, então, realizada a média desses resultados para a determinação do pH final.

Todos os utensílios, inclusive as bandejas de colheita de cada gaiola, foram lavadas com água destilada e secas com papel-toalha, a fim de se evitar uma possível alteração no pH urinário a ser medido.

O pH foi determinado por meio de um peagâmetro digital, a densidade da urina por meio de um refratômetro óptico e seu volume por meio de uma proveta graduada.

3.2.2.4 Teste de redução de odor

A análise sensorial teve início logo após o teste de digestibilidade, colheita de sangue, exames radiográficos e determinação do pH urinário, realizados no segundo período desse primeiro ensaio. Amostras de fezes frescas foram colhidas para a realização da análise sensorial, realizada por possíveis proprietários e, dessa forma, compradores de ração para gatos. Os tratamentos experimentais e os animais utilizados foram os mesmos já descritos para todas os testes desse primeiro ensaio.

A análise foi conduzida de acordo com informações descritas, porém, adaptadas, por Anzaldúa-Morales (1994).

As modificações no modo de avaliação foram feitas para se adequar o protocolo de teste sensorial de alimentos ao estudo de análise sensorial de fezes.

A modificação foi feita em relação ao número de amostras avaliadas por cada avaliador. O autor cita que, quando avaliadores sem treinamento realizam o teste, um máximo de cinco amostras deve ser avaliado ao mesmo tempo, evitando que ocorra fadiga olfativa, o que interferiria nas respostas. Entretanto, no presente estudo, foram avaliadas sete amostras de uma única vez. Esta modificação foi feita devido à necessidade de se avaliar todos os seis tratamentos experimentais em relação ao controle ao mesmo tempo, além da

falta de disponibilidade dos avaliadores em comparecer vários horários ao longo do dia.

Todos os outros parâmetros descritos por Anzaldúa-Morales (1994) foram seguidos. Dessa forma, 60 possíveis compradores de rações para gatos, avaliaram 50g de material fecal à temperatura ambiente, colocados em sete vasilhames sobre uma mesa. A avaliação foi feita, comparando-se o material numerado de 1 a 6, referentes aos tratamentos experimentais 1 a 7, os quais possuíam acréscimo de aditivo, com o material chamado padrão (P), referente ao tratamento experimental 1, sem qualquer aditivo. Os valores atribuídos às amostras seguiram uma escala de 0 a 4, segundo a Figura 4.

| | |
|--|--|
| NOME: _____ DATA: __/__/____ | |
| ANÁLISE SENSORIAL DO ODOR DE FEZES DE GATOS | |
| Você recebeu uma amostra padrão (P) e outras 6 amostras numeradas de 1 a 6. Compare cada amostra com o padrão em relação ao ODOR APENAS , avaliando o grau de diferença em relação à escala abaixo. | |
| <p>0 – Extremamente mais fétido que o padrão</p> <p>1 – Mais fétido que o padrão</p> <p>2 – Semelhante ao padrão</p> | <p>3 – Menos fétido que o padrão</p> <p>4 – Extremamente menos fétido que o padrão</p> |
| <p>Numero da Amostra</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> | <p>Valor dado</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> |

FIGURA 4 Modelo da ficha utilizada na avaliação sensorial (Adaptado de Anzaldúa-Morales, 1994).

3.2.3 Análises laboratoriais

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

As amostras de fezes foram descongeladas em temperatura ambiente (aproximadamente 12 horas), homogeneizadas e colocadas em marmitas de alumínio, pesadas e, em seguida, colocadas em estufa de ventilação forçada (65°C), por 72 horas ou até a estabilização do peso. Após atingirem equilíbrio com a temperatura ambiente, foram pesadas novamente, para a determinação da matéria pré-seca e moídas em moinho de Thomas-Wiley, utilizando-se peneira de 1mm e acondicionadas em potinhos plásticos identificados para posteriores análises.

As sete dietas experimentais, tanto a controle como as demais acrescidas de diferentes níveis dos aditivos, foram analisadas em relação à matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e energia bruta. Para a avaliação dos coeficientes de digestibilidade aparente foram determinados os níveis de MS, PB, MM e energia bruta nas amostras de fezes. As análises bromatológicas foram realizadas de acordo com metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1991). A determinação da energia bruta foi efetuada em bomba calorimétrica adiabática PARR, segundo procedimento descrito por Silva & Queiroz (2002).

3.2.4 Parâmetros avaliados e metodologia de cálculos

Foram analisados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), matéria mineral (CDAMM), em porcentagem (%); além da energia metabolizável aparente na MS (EMAMS) e na matéria natural (EMAMN) sem colheita de urina, em kcal/kg, dos tratamentos experimentais. As fórmulas utilizadas para os cálculos estão descritas a seguir (Anfalpet, 2008).

Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS)

$$\text{CDAMS (\%)} = [(a-b)/a] \times 100$$

em que:

a = consumo de alimento na matéria seca

b = fezes excretadas na matéria seca

Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) dos nutrientes

$$\text{CDAnutriente(\%)} = \{[(axb) - (cxd)] / (axb)\} \times 100$$

em que:

a = consumo de alimento na matéria seca

b = % do nutriente no alimento

c = quantidade excretada nas fezes na matéria seca

d = % do nutriente nas fezes

Energia metabolizável aparente

$$\text{EMA(kcal/g)} = \{(\text{axe}) - [(\text{bxh}) + (\text{ixPD ing})] / \text{a}\}$$

em que:

a = consumo total de ração (g)

b = excreção fecal (g)

e = energia bruta da ração (kcal/g)

h = energia bruta das fezes (kcal/g)

i = fator de correção para perda energética pela urina, segundo a AAFCO (2004), citado por Anfalpet (2008)

Gatos = 0,86 kcal/g PD ing

PD ing = (a x (c/100)) x (CDAPB/100)

em que:

c = proteína bruta da ração (%)

3.3 Segundo ensaio

O segundo ensaio foi realizado com a finalidade de testar a palatabilidade entre os maiores níveis dos dois aditivos utilizados nesse estudo.

3.3.1 Animais utilizados e tratamentos experimentais

O teste de palatabilidade foi realizado no CENAC – UFLA, com os mesmos 21 animais utilizados no ensaio anterior, alojados em gaiolas metabólicas. O teste foi realizado de acordo com a metodologia descrita pela Anfalpet (2008). Para garantir a ocorrência de sobra de 20% do alimento, a quantidade oferecida aos animais foi de duas vezes suas necessidades energéticas, segundo NRC (2006). Os níveis testados foram os maiores de cada

aditivo estudado, adicionados à mesma dieta controle do primeiro ensaio experimental. Os tratamentos estão descritos na Tabela 6 e foram oferecidos durante uma hora, simultaneamente, duas vezes ao dia. O teste teve duração de três dias, com a finalidade de se obter o maior número de observações possível. Foram realizadas 120 observações.

TABELA 6 Tratamentos experimentais do teste de palatabilidade.

| Tratamentos | Alimentos |
|--------------------|---|
| 1 | Alimento controle + 375ppm YSC ¹ |
| 2 | Alimento controle + 1,0% zeólita |

¹YSC= *Yucca schidigera*

Os alimentos foram oferecidos de forma simultânea, cada um em uma vasilha de plástico. Cada vez que eram oferecidos, trocava-se o lado, esquerdo e direito, com o objetivo de se evitar lateralidade dos animais, podendo tendenciar dessa forma o teste.

Logo após o término do período estipulado de uma hora, os potes foram recolhidos, as sobras pesadas e armazenadas em sacos plásticos identificados dentro do *freezer* (-20°C) para posterior determinação da matéria seca. Pelo fato de ser um alimento úmido misturado aos aditivos, a matéria seca foi determinada para o cálculo do consumo, descontando dessa forma a água perdida por evaporação. Foi considerado mais palatável aquele alimento ingerido em maior quantidade.

3.4 Análises estatísticas

Os resultados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute, 2004), sendo previamente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (PROC Univariate) e as

variâncias comparadas pelo teste de Hartley. As variáveis que não atenderam às premissas foram transformadas e, quando a transformação foi ineficaz, foram avaliadas por estatística não-paramétrica (teste de Kruskal Wallis), pelo PROC NPAR1WAY do SAS. Porém, para a análise dos dados referentes ao odor, foi utilizada uma transformação com base no Teorema Central do Limite, que permite analisar os dados por meio da determinação das médias de um grupo de dados. Nesse caso, foram tomadas médias de dez em dez dados, para que se seguissem as premissas necessárias à estatística paramétrica.

O Teorema Central do Limite é considerado importante porque qualquer que seja a distribuição da variável de interesse para grandes amostras, a distribuição das médias amostrais serão aproximadamente distribuídas, e tenderão a uma distribuição normal à medida que o tamanho da amostra crescer. Então, pode-se ter uma variável original muito diferente da Normal (podendo até mesmo ser discreta). Porém, tomando-se várias amostras grandes desta distribuição e montando um histograma das médias amostrais, a forma se parecerá como uma curva Normal (Shimakura, 2009).

As médias do teste de digestibilidade foram comparadas pelo teste SNK, ao nível de significância de 5%. Já as médias referentes aos parâmetros sanguíneos, exceto a cretinina, exames radiográficos, odor e escore fecais e pH e volume urinários foram comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de significância. Além disso, foram verificados possíveis comportamentos de regressão em relação às variáveis que apresentaram diferença significativa. Quando apresentaram essa diferença, a regressão foi aplicada para o estudo das doses dos aditivos, estudados separadamente.

A análise dos dados em relação ao consumo dos animais durante o teste de palatabilidade foi realizada por meio do teste de Wilcoxon, que analisa diferenças entre pares ordenados. O teste foi estruturado para comparar respostas do mesmo indivíduo.

Resultados, referentes à creatinina, foram analisados pela estatística não-paramétrica (teste de Kruskal-Wallis), pelo PROC NPAR1WAY do SAS. O nível de significância de 5% foi considerado para o teste.

3.5 Modelo Estatístico

O seguinte modelo estatístico descreve os dados obtidos nos testes de digestibilidade, pH e volume urinários, parâmetros sanguíneos e exames radiográficos:

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:

y_{ij} = é o valor da variável dependente que recebeu o tratamento i no período j ;

μ = constante inerente a toda parcela;

t_i = é o efeito do i -ésimo aditivo, com $i = 1, \dots, 7$;

b_j = é o efeito dos períodos, com $j = 1, 2$;

e_{ij} = erro experimental associado a cada observação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Digestibilidade

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), matéria mineral (CDAMM) e energia metabolizável na matéria seca (EMMS) e na matéria natural (EMMN) encontram-se descritos na Tabela 7 e 8.

TABELA 7 Valores médios do coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca - CDAMS (%), proteína bruta - CDAPB (%), matéria mineral - CDAMM (%) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

| Tratamentos | CDAMS (%) | CDAPB (%) | CDAMM (%) |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Controle | 77,67±3,92 | 82,91±4,04 | 31,48±12,14 |
| 125 ppm YSC ¹ | 77,44±5,10 | 83,47±5,02 | 27,60±8,33 |
| 250 ppm YSC | 77,41±4,49 | 84,43±2,70 | 34,90±8,44 |
| 375 ppm YSC | 77,72±3,19 | 82,64±3,07 | 28,98±8,77 |
| 0,5 % Zeolita | 76,60±2,44 | 83,45±3,39 | 25,54±8,09 |
| 0,75% Zeolita | 75,96±2,95 | 83,46±2,89 | 22,14±7,98 |
| 1,0% Zeolita | 76,98±3,91 | 82,86±3,46 | 23,50±13,27 |
| CV (%) | 4,62 | 4,12 | 36,40 |

As médias não diferiram pelo teste SNK ao nível de 5% de significância.

¹YSC= *Yucca schidigera*

TABELA 8 Valores médios do coeficiente de metabolicidade da energia aparente na matéria natural - EMMN (kcal/kg) e na matéria seca – EMMS (kcal/kg) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

| Tratamentos | EMMS (kcal/kg) | EMMN (kcal/kg) |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Controle | 4452,65±150,61 | 976,47±33,03 |
| 125 ppm YSC ¹ | 4499,65±190,03 | 1022,32±43,18 |
| 250 ppm YSC | 4481,22±129,98 | 1004,69±29,14 |
| 375 ppm YSC | 4478,20±125,01 | 999,54±27,90 |
| 0,5 % Zeolita | 4417,56±84,30 | 980,70±18,72 |
| 0,75% Zeolita | 4399,54±116,68 | 985,93±26,15 |
| 1,0% Zeolita | 4418,04±128,35 | 1007,79±29,28 |
| CV (%) | 2,94 | 3,24 |

As médias não diferiram pelo teste SNK ao nível de 5% de significância.

¹YSC= *Yucca schidigera*

Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) para a digestibilidade de todos os nutrientes avaliados em nenhum dos tratamentos.

Do mesmo modo que neste estudo, Dziuk et al. (1985) não encontraram essa diferença em estudo com aves. Maia (2008) também não encontrou diferença na digestibilidade dos nutrientes com os mesmos níveis utilizados nesse estudo. Além disso, a interação entre a fração saponina e a proteína, relatada por Potter et al. (1993), não encontrada por Hussain et al. (1996) no nível de 250 ppm de YSC e 19 e 23% de PB, também não foi encontrada nesse estudo.

A digestibilidade aumentada com a adição de zeólita, relatada por Luz (1995), devido à sua propriedade adsorvente e capacidade higroscópica, não foi encontrada nesse estudo. Os resultados obtidos no presente trabalho são semelhantes aos de Campo (2004) e Maia (2008) que, também, não encontraram diferença na digestibilidade das frações nutricionais. Çabuk et al. (2004) encontraram menor quantidade de cinzas nas fezes em frangos alimentados com zeólita. No presente estudo, não foi encontrada diferença na digestibilidade da matéria mineral, discordando dos autores acima citados.

Tais resultados demonstram que o uso dos aditivos, tanto a zeólita como a YSC, nos níveis avaliados, não provocam alteração na digestibilidade do alimento ao qual foram incorporados em diferentes quantidades.

4.2 Palatabilidade

Os valores médios de consumo (gramas de matéria seca) dos animais por refeição, durante o teste de palatabilidade, estão na Tabela 9.

TABELA 9 Valores médios de ração consumida por refeição (gramas de matéria seca), pelos gatos durante a palatabilidade.

| Ração | Consumo médio |
|-------------------------|----------------------|
| YSC ¹ 375ppm | 14,98±14,47 |
| zeólita 1,0% | 16,59±10,11 |
| p | 0,8398 |

As médias não diferiram pelo teste de Wilcoxon (Teste de Pares), ao nível de 5% de significância.

¹YSC= *Yucca schidigera*

O teste de palatabilidade foi realizado para saber se existe preferência, no caso dos gatos, por um aditivo em relação ao outro. Neste estudo foi demonstrado que não houve preferência por nenhum dos aditivos testados, por parte dos animais. Tal pesquisa também foi realizada por Maia (2008) com cães da raça Beagle que, além de não demonstrarem preferência por nenhum dos dois alimentos testados, não mostraram alteração em relação ao consumo ($p > 0,01$). Dessa forma, como a utilização dos maiores níveis dos aditivos não apresentou alteração no consumo dos animais e nem preferência, conseqüentemente, os outros menores níveis testados também não trariam problemas. Assim, a utilização desses aditivos não traz alteração no consumo e nem preferência, podendo se utilizar todos os níveis testados e qualquer um dos dois aditivos.

4.3 Odor e escore fecal

Os valores médios atribuídos ao odor e escore fecal de cada tratamento são apresentados nas Tabelas 10 e 11, respectivamente. O estudo de regressão para o escore e odor fecais estão apresentados nas figuras 5 e 6, respectivamente.

TABELA 10 Valores médios atribuídos ao odor fecal para cada aditivo em diferentes níveis

| Tratamentos | Odor |
|-------------------------------|-------------|
| T1 - Controle | 2,00b |
| T2 - 125 ppm YSC ¹ | 2,57±0,93c |
| T3 - 250 ppm YSC | 1,17±1,06a |
| T4 - 375 ppm YSC | 2,38±0,92c |
| T5 - 0,5 % Zeolita | 2,55±1,00c |
| T6 - 0,75% Zeolita | 2,23±0,96c |
| T7 - 1,0% Zeolita | 1,87±1,11b |
| CV (%) | 14,24 |

As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de significância.

¹YSC= *Yucca schidigera*

TABELA 11 Escore fecal médio para os aditivos em diferentes níveis

| Tratamentos | Escore fecal |
|------------------------------|---------------------|
| T1 - Controle | 3,23±0,90a |
| T2 - 125ppm YSC ¹ | 3,63±0,60a |
| T3 - 250ppm YSC | 3,20±0,60a |
| T4 - 375ppm YSC | 3,60±1,00a |
| T5 - 0,5 % zeolita | 4,30±0,70b |
| T6 - 0,75% zeolita | 4,27±0,60b |
| T7 - 1,0% zeolita | 3,67±0,70a |
| CV(%) | 20,22 |

As médias não diferiram pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

¹YSC= *Yucca shidigera*

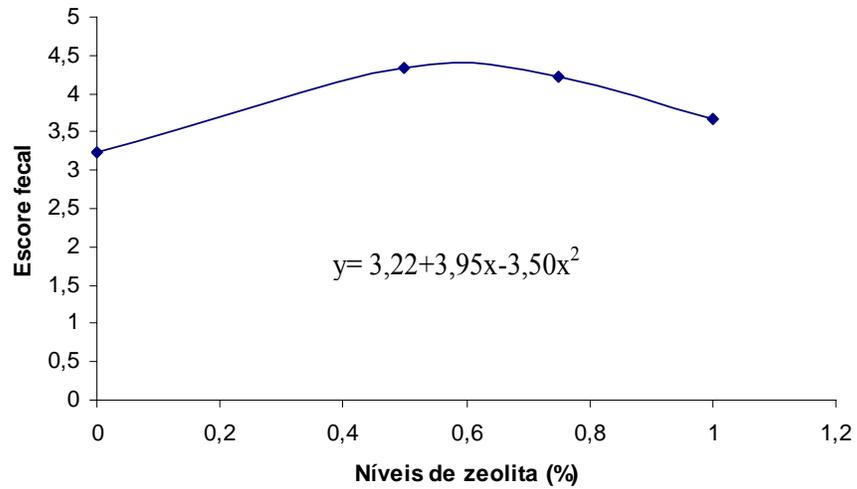


FIGURA 5 Valores médios do escore fecal em função dos níveis (%) de zeólita.

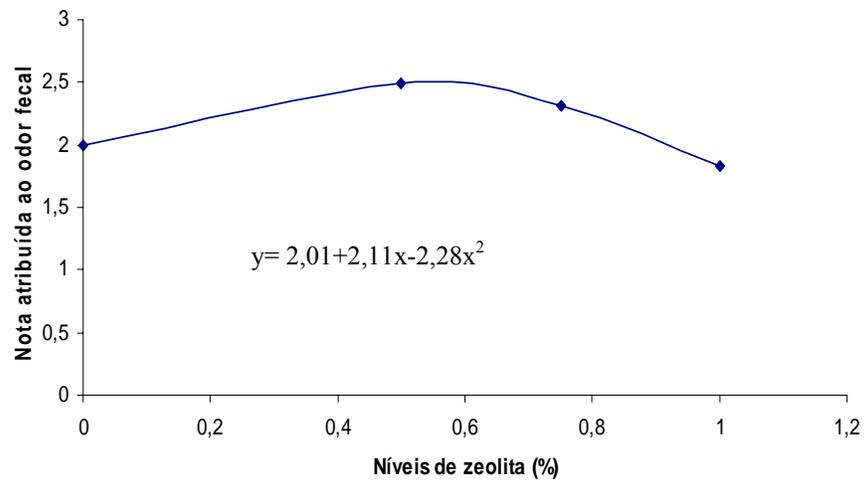


FIGURA 6 Valores médios da nota atribuída ao odor fecal em função dos níveis (%) de zeólita.

As amostras de fezes referentes aos tratamentos que continham 125 e 375ppm de YSC e 0,5 e 0,75% de zeólita obtiveram os melhores valores atribuídos ao odor ($p>0,05$) em relação ao controle, o tratamento com 1,0% de zeólita e 250ppm de *Yucca schidigera*, pois conforme a ficha de avaliação apresentada (vide material e métodos) o valor 2 foi considerado odor semelhante à amostra do grupo controle, e, valores acima desse foram considerados menos fétidos que o controle.

Já a amostra referente ao tratamento que continha 1,0% de zeólita foi considerada semelhante ao controle e inferior aos demais tratamentos, porém superior ao tratamento com inclusão de 250ppm de YSC.

Os aditivos cumpriram a função de diminuir o odor das fezes dos animais, porém a inclusão de 1,0% de zeólita foi semelhante ao controle. Isso pode ser atribuído ao fato das zeólitas apresentarem um comportamento exponencial. A concentração inicial de amônia total decresce conforme se acrescenta zeólita, porém, por apresentar esse comportamento exponencial, a adsorção tende a estabilizar e decair depois de certo ponto (Sonnenholzner, 2004). O fato do tratamento com 250ppm de YSC ter sido semelhante ao controle e ao 1,0% de zeólita pode ser explicado pela enorme variação que encontramos entre os animais, em relação à composição do odor fecal.

Houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os escores das fezes dos tratamentos. Apesar dos tratamentos não apresentarem diferenças entre a digestibilidade dos nutrientes, fato que pode justificar um escore fecal mais alto, os tratamentos com 0,5 e 0,75% apresentaram escore fecal superior aos demais. Tal fato se deve à alta higroscopicidade das zeólitas, que absorvem a água livre presente no trato gastrointestinal, levando consigo o excesso de água. O fato do tratamento com maior quantidade do aditivo zeólita não ter sido semelhante pode ser explicado pelo seu comportamento exponencial, assim como em relação à adsorção de uréia.

De forma contrária, Maia (2008) encontrou melhores escores para as amostras de cães dos tratamentos com a inclusão de 0,75 e 1,0% de zeólita.

Nesse experimento, a zeólita mostrou um comportamento quadrático em relação ao odor fecal, sendo que a inclusão de 0,46% de zeólita foi o nível que apresentou a máxima redução de odor. Posterior a esse ponto, os níveis superiores demonstram tendência em diminuir a resposta ao odor fecal, comportamento semelhante ao escore fecal, que apresentou o nível 0,56% ideal na obtenção do escore fecal ideal. Após esse ponto, inclusões superiores de zeólita tendem a provocar valores de escore fecal diminuídos, ou seja, fezes mais moles. Dessa forma, o comportamento exponencial da zeólita foi observado tanto para odor como escore fecal. Já a *Yucca schidigera*, apesar de ter demonstrado efeito significativo para o odor fecal, não apresentou ajuste para regressão.

4.4 Produção de gás

Os valores médios das áreas mensuradas de produção de gás, em centímetros quadrados (cm²), estão apresentados na Tabela 12.

TABELA 12 Valores médios de área de gás intestinal ao raio X, em cm², observados em radiografias de gatos alimentados com os vários níveis dos aditivos estudados.

| Tratamentos | Área de gás (cm²) |
|------------------------------|-------------------------------------|
| T1 - Controle | 8,9835±6,1380 |
| T2 - 125ppm YSC ¹ | 7,5432±2,1664 |
| T3 - 250ppm YSC | 11,3697±4,8231 |
| T4 - 375ppm YSC | 11,8955±6,9977 |
| T5 - 0,5 % zeolita | 9,4306±5,1384 |
| T6 - 0,75% zeolita | 9,0050±4,3920 |
| T7 - 1,0% zeolita | 7,2758±2,2412 |
| CV (%) | 23,05 |

Os dados foram transformados por raiz quadrada para a análise estatística. As médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de significância.

¹YSC=*Yucca schidigera*

As médias referentes às áreas de gás mensuradas encontram-se nessa tabela e são referentes aos dados originais. No entanto, tais dados precisaram ser transformados por raiz quadrada para que atendessem à normalidade, sendo assim comparados pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05\%$).

Como revisado, a mensuração da área de gás dos animais por meio de radiografias pode ser considerado um importante método, aliado à análise de odor por meio dos possíveis donos de animais. No entanto, apesar de ter sido encontrada diferença entre os odores das amostras, nesse caso não foi encontrada diferença entre as áreas de gás mensuradas nos diferentes tratamentos. Tal conclusão foi semelhante à de Maia (2008), que não encontrou diferença entre as áreas de gás de cães da raça Beagle, alimentados com os mesmos níveis de YSC e zeólita utilizadas nesse estudo.

Apesar de talvez ser considerado um método subjetivo, a avaliação por parte de cada indivíduo, submetido ao odor do material, parece ser a melhor maneira de avaliar a diminuição do odor, ao invés de análises químicas e

laboratoriais (Sweeten et al., 1980). Tal conclusão foi elaborada por Callan (1992), pois esse autor afirmou que para a percepção humana do odor fecal, os gases podem estar presentes apenas em baixas concentrações e não serem quantificáveis em laboratórios. Mais estudos são necessários para que seja descoberta essa quantidade de gases e suas combinações às quais o olfato humano responde.

Como proposto por outros autores, esse experimento foi realizado tomando-se duas posições para as radiografias, laterolateral e ventrodorsal, em busca de maior acurácia. Aquino (2009) encontrou um coeficiente de variação de 33,97%; o presente estudo diminuiu um pouco esse coeficiente, chegando em torno de 25%. Por isso, esse método pode ser considerado como benéfico e tenha mostrado uma relação custo:benefício a ser levada em consideração.

4.5 Parâmetros sanguíneos

Os parâmetros sanguíneos avaliados estão nas Tabelas 13 e 14.

TABELA 13 Valores médios de hemoglobina (g/gL), bilirrubina indireta (mg/dL) e uréia (mg/dL) de amostras de sangue dos gatos nos diferentes níveis dos aditivos.

| Tratamentos | Hemoglobina | Bilirrubina indireta | Uréia |
|------------------------------|-------------|----------------------|------------|
| T1 - Controle | 14,12±2,06 | 0,1967±0,23 | 40,50±5,79 |
| T2 - 125ppm YSC ¹ | 14,90±1,37 | 0,2367±0,14 | 48,17±4,75 |
| T3 - 250ppm YSC | 15,10±1,25 | 0,2800±0,15 | 46,33±5,24 |
| T4 - 375ppm YSC | 14,48±2,22 | 0,1483±0,10 | 45,17±4,36 |
| T5 - 0,5 % zeolita | 15,47±0,98 | 0,2333±0,16 | 46,00±5,66 |
| T6 - 0,75% zeolita | 14,65±1,91 | 0,2333±0,19 | 48,50±6,22 |
| T7 - 1,0% zeolita | 14,57±1,24 | 0,2833±0,19 | 39,83±5,12 |
| CV (%) | 10,35 | 35,47 | 12,20 |

Os dados de bilirrubina foram transformados por raiz quadrada para a análise estatística. Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

¹YSC= *Yucca schidigera*

TABELA 14 Valores médios de creatinina (mg/dL) e hematócrito (%) de amostras de sangue dos gatos nos diferentes níveis dos aditivos

| Tratamentos | Creatinina | Hematócrito |
|------------------------------|------------|-------------|
| T1 - Controle | 1,30±0,22 | 45,22±6,43 |
| T2 - 125ppm YSC ¹ | 1,57±0,14 | 47,50±4,00 |
| T3 - 250ppm YSC | 1,52±0,33 | 47,78±2,86 |
| T4 - 375ppm YSC | 1,35±0,24 | 45,73±6,38 |
| T5 - 0,5 % zeolita | 1,58±0,17 | 48,50±4,65 |
| T6 - 0,75% zeolita | 1,55±0,22 | 46,37±5,05 |
| T7 - 1,0% zeolita | 1,28±0,22 | 46,35±2,47 |
| p | 0,0936 | 0,8693 |
| CV (%) | | 9,72 |

As médias de creatinina não diferiram pelo teste Kruskal-Wallis. As médias do hematócrito não diferiram estatisticamente pelo teste F. Ambas ao nível de significância de 5%.

¹YSC= *Yucca schidigera*

Embora Glauert et al. (1962) tenham relatado a ação hemolítica das saponinas, essa ação não foi detectada nesse experimento, pois os níveis de bilirrubina indireta não sofreram alteração entre os tratamentos ($p>0,05$). Além disso, a hemoglobina também não apresentou diferença entre os tratamentos ($p>0,05$). Lowe & Kershaw (1997) também não encontraram alterações nas contagens hematológicas.

Killeen et al. (1998) atribuíram a redução dos níveis de uréia sanguínea à diminuição na taxa de síntese hepática ou um aumento na taxa de eliminação da uréia provocada pela YSC. Eles sugeriram que a fração da saponina seria responsável por alterar a função renal, aumentando a taxa de eliminação da uréia, diminuindo assim a concentração de amônia e uréia sanguíneas. Em ratos, Preston et al. (1987) verificaram que o uso de YSC na ração diminui a concentração de uréia sérica. Já Colina et al. (2001) não encontraram alteração na uréia sanguínea de suínos. Maia (2008) também não encontrou diferença entre os valores de uréia sanguínea de cães alimentados com 250ppm de YSC e 0,75% de zeólita em relação ao controle. Da mesma forma, o presente estudo também não encontrou diferença para gatos para uréia e creatinina ($p>0,05$).

O hematócrito foi avaliado devido ao consumo de água não ter sido mensurado. Pelo fato do hematócrito não ter apresentado diferença estatística ($p>0,05$), sugere-se que não houve grandes diferenças na ingestão de água dos animais entre os tratamentos. Assim, a diferença no escore fecal, encontrada nesse trabalho, pode ser atribuída pela ação do aditivo e não por alterações no consumo de água. Sugere-se que, em experimentos futuros, a avaliação do consumo de água seja realizada, uma vez que o hematócrito seja uma medida que sofra alterações somente em condições extremas, como uma desidratação.

4.6 pH urinário

Os valores médios de pH e volume urinário dos gatos nos diferentes tratamentos estão descritos na Tabela 15.

TABELA 15 Valores médios de pH e volume (mL) urinário dos gatos nos diferentes tratamentos.

| Tratamentos | pH médio | Volume (mL) |
|------------------------------|-----------------|--------------------|
| T1 - Controle | 5,84±0,50 | 123,44±41,50 |
| T2 - 125ppm YSC ¹ | 5,74±0,53 | 99,89±27,84 |
| T3 - 250ppm YSC | 5,71±0,32 | 122,22±23,41 |
| T4 - 375ppm YSC | 6,01±0,52 | 126,72±28,43 |
| T5 - 0,5 % zeolita | 6,06±0,91 | 109,11±38,23 |
| T6 - 0,75% zeolita | 5,58±0,47 | 96,44±29,25 |
| T7 - 1,0% zeolita | 5,92±0,56 | 90,11±37,58 |
| CV (%) | 8,62 | 30,49 |

As médias não diferiram pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

¹YSC= *Yucca schidigera*

Apesar da sua alta capacidade de troca catiônica, a zeólita não causou alteração no pH urinário dos gatos.

Apesar de não haver na literatura relato sobre a influência do extrato de YSC sobre o pH urinário, esse foi medido e concluiu-se que, da mesma forma que a zeólita, não houve alteração no pH urinário dos gatos.

Talvez, mensurações de estudos mais longos sejam necessários para nos informar com maior acurácia essa conclusão.

5 CONCLUSÃO

A utilização dos aditivos, YSC e zeólita, nos níveis estudados, não alteraram a digestibilidade das frações nutricionais. Os aditivos não provocam alteração nos parâmetros sanguíneos normais, pH urinário e escore fecal dos animais no período avaliado. Porém, os níveis de utilização da zeólita para esses animais, necessários para que haja um efeito positivo sobre o odor fecal, parecem ser menores do que os necessários para outros animais, sendo os níveis de 0,5 e 0,75% recomendados. Já para o aditivo YSC, os níveis que mostraram ser eficientes na diminuição do odor foram 125 e 375ppm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMON, M. M.; DOBEIC, R. W.; MISSELBROOK, T. H.; PAIN, B. F.; PHILLIPS, T. H.; SWEATH, V. R. A farm study on the use of De-Odorase® for reducing odour and ammonia emissions from intensive fattening piggeries. **Bioresource Technology**, London, v. 51, n. 2/3, p. 163-169, 1995.

AMON, M. M.; DOBEIC, R. W.; SWEATH, V. R.; PHILLIPS, T. H.; MISSELBROOK, T. H.; PAIN, B. F. A farm-scale study on the use of clinoptilolite zeolite and De-odorase® for reducing odour and ammonia emissions from broiler houses. **Bioresource Technology**, London, v. 61, n. 3, p. 229-237, Sept. 1997.

ANTHONY, N. B.; BALOG, J. M.; STAUDINGER, F. B.; WALL, C. W.; WALKER, R. D.; HUFF, W. E. Effects of urease inhibitor and ceiling fans on ascites in broilers, 1: environmental variability and incidence of ascites. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 6, p. 801-809, June 1994.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994. 198 p.

AQUINO, A. A. **Extrato seco de parede de levedura em dietas para gatos adultos**. 2009. 171 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

AREGHEORE, E. M. Effect of *Yucca schidigera* saponin on the nutritive value of urea-ammoniated maize stover and its feeding value when supplemented with forage legume (*Calliandra calothyrsus*) for goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 56, n. 1/3, p. 95-102, Jan. 2005.

ASCHBACHER, P. W. Air pollution research needs with animals. In: ANNUAL MEETING OF THE AIR POLLUTION CONTROL ASSOCIATION, 65., 1972, Pittsburgh. **Proceedings...** Pittsburgh: [s.n.], 1972. p. 72-153.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO - ANFALPET. **Manual do programa integrado de qualidade pet.** São Paulo, 2008. 238 p. (Informativo Técnico).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 16. ed. Arlington, 1991. 1018 p.

BAIDOO, S. K. Environmental impacts of swine, poultry nutrition discussed. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 72, n. 26, p. 12, June 2000.

BANGHAM, A. D.; HOME, R. W. Action of saponins on biological cell membranes. **Nature**, London, n. 196, p. 952-953, Dec. 1962.

BARTHOLOMAI, G. B.; TOSI, E.; GONZÁLEZ, R. **Caracterizacion de compuestos nutritivos, no nutritivos y calidad protéica.** Buenos Aires: Cyted, 2000. 158 p.

BEERNAERT-DUNOYER, C. Intérêt des argiles em nutrition animale: application à la diététique canine. **Informativo Técnico Royal Canin**, Descalvado, 1986. Disponível em: <<http://www.royalcanin.com.br/home.asp>>. Acesso em: 9 out. 2007.

BEERNAL, M. P.; LOPEZ-REAL, J. M. Natural zeolites and sepiolite as ammonium and ammonia adsorbent materials. **Bioresource Technology**, Essex, v. 43, n. 1, p. 27-33, 1993.

BEI, L.; HU, T. H.; QIAN, Z. M.; SHEN, X. Extracellular Ca²⁺ regulates the respiratory burst of human neutrophils. **Biochimica et Biophysica Acta. Molecular Cell Research**, Amsterdam, v. 1404, n. 3, p. 475-483, Sept. 1998.

BINGHAM, R.; BELLOW, B. A.; BELLOW, J. G. Yucca plant saponin in the management of arthritis. **Journal of Applied Nutrition**, La Habra, v. 7, p. 45-51, 1975.

BINGHAM, R.; HARRIS, D. H.; LAGA, T. Yucca plant saponin in the treatment of hypertension and hypercholesterolemia. **Journal of Applied Nutrition**, La Habra, v. 30, p. 127-136, 1978.

BOWNAN, R. S.; HAGGERTY, G. M.; HUDDLESTON, R. G.; NEEL, D.; FLYNN, M. Sorption of nonpolar organic compounds, inorganic cations, and inorganic oxyanions by surfactant-modified zeolites. **ACS Symposium**, Cary, n. 594, p. 54-64, 1995.

BRASIL. Instrução Normativa n. 13, de 30 de novembro de 2004. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial [da] União Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 nov. 2004. Disponível em: < <http://www.agricultura.com.br>>. Acesso em: 10 jul. 2007.

BROUILLARD, M. Y.; RATEAU, J. G. Adsorption potency of 2 clays, smectite and kaolin on bacterial enterotoxins: in vitro study in cell and in the intestine of newborn mice. **Gastroenterology Clinical Biology**, Chicago, v. 13, n. 1, p. 18-24, Jan. 1989.

ÇABUK, M.; ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; AKKAN, S. Effect of *Yucca schidigera* and natural zeolite on broiler performance. **International Journal of Poultry Science**, Lund, v. 3, n. 10, p. 651-654, Oct. 2004.

CALLAN, B. Making sense of smell. **Chemistry in Britain**, London, v. 28, p. 716-719, Aug. 1992.

CAMPO, N. del. **Uso de zeólitas en nutrición animal**. Santiago: Minera Formas, 2004.

CARLILE, F. S. Ammonia in poultry houses: a literature review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 40, n. 2, p. 99-113, June 1984.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. **Nutrição canina e felina:** manual para profissionais. Lisboa: Harcourt Brace, 1998. 424 p.

CHEEKE, P. R. Actual and potential application of *Yucca schidigera* and Quillaja saponaria saponinas in human and animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 1-10, Aug. 1999.

COLES, E. H. **Patologia clínica veterinária**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1984. 566 p.

COLINA, J. J.; LEWIS, A. J.; MILLER, P. S.; FISCHER, R. L. Dietary manipulation to reduce aerial ammonia concentrations in nursery pig facilities. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 12, p. 3096-3103, Dec. 2001.

CORREIA, J. G.; PAIVA, P. R. P. Estudo da zeólita para utilização na agricultura. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 1145-1154, nov./dez. 2000.

DUFFY, C. F.; KILLEEN, G. F.; CONNOLY, C. D.; POWER, R. F. Effects of dietary supplementation with *Yucca schidigera* Roezl ex Ortgies and its saponin and non saponin fractions on rat metabolism. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 7, p. 3408-3413, June 2001.

DUMITRU, T. **“Thermal analysis of minerals”**. Romênia: ABACUS, 1976.

DZIUK, H. E.; DUKE, G. E.; BUCK, R. J.; JANNI, K. A. Digestive parameters in young turkeys fed yucca saponin. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1143-1147, June 1985.

EDWARDS JÚNIOR, H. M. Effect of dietary calcium, phosphorus, chloride, and zeolite on the development of tibial dyschondroplasia. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 10, p. 1436-1446, Oct. 1988.

ELIOT, M. A.; EDWARDS, M. J. H. Comparison of the effects of synthetic and natural zeolite on laying hen and broiler chicken performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 10, p. 2115-2130, Oct. 1991.

ETTINGER, S. J. Afecções de células sanguíneas, linfonodos e baço: seção XIV. In: TRATAMENTO de medicina interna veterinária. 3. ed. São Paulo: Manole, 1992. p. 2577-2666.

FELICIANO, M. A. R. **Suplementação de probiótico para filhotes cães da raça Beagles recebendo alimentos comerciais**. 2008. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition**, Wellington, v. 88, n. 6, p. 587-605, Dec. 2002.

GALLI, E.; GOTTARDI, G.; MAYER, H.; PREISINGER, A.; PASSAGLIA, E. The structure of a potassium-exchanged heulandite at 293, 373 and 593 K. **Acta crystallographica. Section B. Structural Science**, Copenhagen, v. 39, p. 189-197, Apr. 1983.

GARCIA-NAVARRO, C. E. K.; PACHALY, J. R. **Manual de hematologia veterinária**. São Paulo: Varela, 1994. 169 p.

GEE, J. M.; WAL, J. M.; MILLER, K. H.; ATKINSON, H.; GRIGORIADOU, F. M.; WIJNANDS, V. W.; PENNINKS, A. H.; WORTLEY, G.; JOHNSON, I. T. Effect of saponin on the transmucosal passage of β -lactoglobulin across the proximal small intestine of normal and β -lactoglobulin-sensitized rats. **Toxicology**, Limerick, v. 117, n. 2/3, p. 219-228, Feb. 1997.

GIANNETO, P. Zeolitas: características, propiedades y aplicaciones industriales. In: SÍNTESE de Zeolitas. Venezuela: Innovación Tecnológica, 1989. cap. 2, p. 45-49.

GIFFARD, C. J.; COLLINS, S. B.; STOODLEY, N. C.; BUTTERWICH, R. F.; BATT, R. M. Administration of charcoal, *Yucca schidigera* and zinc acetate to reduce malodorous flatulence in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 218, n. 6, p. 892-896, Mar. 2001.

GLAUERT, A. M.; DINGLE, J. T.; LUCY, J. A. Action of saponin on biological membranes. **Nature**, London, v. 196, p. 953-955, Dec. 1962.

GONZÁLEZ, F. H. D.; CARVALHO, V.; MÖLLER, V.; DUARTE, F. R. Blood biochemical profile in dogs and cats under different feedings diets. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 23-27, abr. 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 73-87.

GRANHERR, H.; SPOLDERS, M.; FÜRL, M.; FLACHOWSKY, G. Effect of several doses of zeolite a on feed intake, energy metabolism and on mineral metabolism in dairy cows around calving. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 93, p. 221-236, Dec. 2007.

GUCLU, B. K. The effects of *Yucca schidigera* extract added to quail rations on egg production, egg quality and some blood parameters. **Turkish Journal of Veterinary Medicine and Animal Sciences**, Turkey, v. 27, n. 3, p. 567-574, 2003.

HAMMOND, E. G.; KUCZALA, P.; JUNK, G. A.; KOZEL, J. Constituents of swine house odours. In: THE INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 1974, Saint Joseph. **Proceedings...** Saint Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1974. p. 364-372.

HEADON, D. R.; BUGGLE, K.; NELSON, A.; KILLEEN, G. Glycofractions of the *Yucca* plant and their role in ammonia control. In: ANNUAL SYMPOSIUM. BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 7., 1991, Nicholasville. **Proceedings...** Nicholasville: Alltech Technical, 1991. p. 95-108.

HEADON, D. R.; DAWSON, K. A. Yucca extract controls atmospheric ammonia levels. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 16, p. 15-16, July 1990.

HUSSAIN, I.; ISMAIL, A. M.; CHEEKE, P. R. Effects of feeding *Yucca schidigera* extract in diets varying in crude protein and urea contents on growth performance and cecum and blood urea and ammonia concentrations of rabbits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 62, n. 2/4, p. 121-129, Jan. 1996.

JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1993. 417 p.

JOHNSON, I. T.; GEE, J. M.; PRICE, K. R.; CURL, C.; FENWICH, G. R. Influence of saponins on gut permeability and active nutrient transport *in vitro*. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 116, n. 11, p. 2270-2277, Nov. 1986.

KAI, L.; WANG, Z. F.; XIAO, J. S. L-type calcium channel blockade mechanisms of panaxadiol saponins against anoxic damage of cerebral cortical neurons isolated from rats. **Acta Pharmacologica Sinica**, Beijing, v. 19, n. 5, p. 455-458, Sept. 1998.

KAYA, S.; ERDOGAN, Z.; ERDOGAN, S. Effect of different dietary levels of *Yucca schidigera* powder on the performance, blood parameters and egg yolk cholesterol of laying quails. **Journal of Veterinary Medicine. Series A**, Berlin, v. 50, n. 1, p. 14-17, Feb. 2003.

KENSIL, C. R. Saponins as vaccine adjuvants. **Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems**, Redding, v. 13, n. 1/2, 1-55, 1996.

KILLED, G. F.; BUGGLE, K. A.; HYNES, M. J.; WALSH, G. A.; POWER, R. F.; HEADON, D. R. Influence of *Yucca schidigera* preparations on the activity of urease from *Bacillus pasteurii*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 65, n. 4, p. 433-440, Aug. 1994.

KILLEEN, G. F.; BUGGLE, K. A.; HYNES, M. J.; WALSH, G. A.; POWER, R. F.; HEADON, D. R. Influence of *Yucca schidigera* preparations on the activity of urease from *Bacillus pasteurii*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 65, n. 4, p. 433-440, Aug. 1994.

KILLEEN, G. F.; CONNOLLY, C. R.; WALSH, G. A.; DUFFY, C. F.; HEADON, D. R.; POWER, R. F. The effects of dietary supplementation with *Yucca schidigera* extract or fractions thereof on nitrogen metabolism and gastrointestinal fermentation processes in the rat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 76, n. 1, p. 91-99, Jan. 1998.

LAZZAROTTO, J. J. Doença do trato urinário inferior dos felinos associada aos cristais de estruvita. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 7/8, n. 1, p. 58-64, 2000/2001.

LOPES, S. T. dos A.; CUNHA, C. M. S.; BIONDO, A. W.; FAN, L. C. **Patologia clínica veterinária**. Santa Maria: UFSM, 1996. 166 p.

LOWE, J. A.; KERSHAW, S. J. The ameliorating effect of *Yucca schidigera* extract on canine and feline faecal aroma. **Research in Veterinary Science**, London, v. 63, n. 1, p. 61-66, July/Aug. 1997.

LOWE, J. A.; KERSHAW, S. J.; TAYLOR, A. J.; LINFORTH, R. S. T. The effect of *Yucca schidigera* extract on canine and feline faecal volatiles occurring concurrently with faecal aroma amelioration. **Research in Veterinary Science**, London, v. 63, n. 1, p. 67-71, July/Aug. 1997.

LUCA, G. C.; REIS, B. F. Sistema de fluxo para determinação espectrofotométrica da uréia em plasma de sangue animal empregando leguminosa como fonte natural da enzima urease. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 191-194, mar. 2001.

LUKAC, P.; FOLDESOVA, M. Sorption properties of chemically treated clinoptilolites with respect to Cs and Co. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Lousanne, v. 188, n. 6, p. 427-437, Dec. 1994.

LUZ, A. B. da. **Zeólitas: propriedades e usos industriais**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995. 35 p. (Tecnologia Mineral, v. 68).

MA, L. Y.; XIAO, P. G. Effects of Panax notoginseng saponins on platelet aggregation in rats with middle cerebral artery occlusion or in vitro and on lipid fluidity of platelet membrane. **Phytotherapy Research**, London, v. 12, n. 2, p. 138-140, Dec. 1998.

MAIA, G. V. C. **Zeólitas (Clinoptilolita) e Yucca schidigera em rações para cães: palatabilidade, digestibilidade e redução de odores fecais**. 2008. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARÇAL, L.; ROCHA, L. A.; FREITAS, M. R.; CARNIZELLO, A. P.; MATA, G.; CIUFFI, K. J.; NASSAR, E. J.; CALEFI, P. S.; ROCHA, Z. N.; VICENTE, M. A.; GIL, A. Utilização de aluminossilicatos como agente seqüestrantes de íons crômio provenientes de curtumes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29., 2006, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBQ, 2006. 1 CD-ROM.

MARQUEZ, E. Características físico-químicas de las zeólitas naturales como medio filtrante. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA EY AMBIENTAL-ASOCIACIÓN BRASILEIRA DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2000. p. 1-10.

MCALLIESTER, T. A.; WANG, Y.; HRISTOV, A. N.; OLSON, M. E.; CHEEKE, P. R. Applications of *Yucca schidigera* in livestock production. In: ANNUAL PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, 33., 1998, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: [s.n.], 1998. p. 109-120.

MCALLISTER, T. A.; ANNET, C. B.; COCKWILL, C. L.; OLSON, M. E.; WANG, Y.; CHEEKE, P. R. Studies on the use of *Yucca schidigera* to control giardiasis. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 97, n. 2, p. 85-99, May 2001.

MIER, M. V.; CALLEJAS, R. L.; GEHR, R.; CISNEROS, B. E. J.; ALVAREZ, P. J. J. Heavy metal removal with Mexican clinoptilolite: multi-component ionic exchange. **Water Research**, New York, v. 35, n. 2, p. 373-378, Feb. 2001.

MINER, J. R. Management of odours associated with livestock production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LIVESTOCK WASTES, 3., 1975, Saint Joseph. **Proceedings...** Saint Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1975. p. 378-380.

MING, D. W.; MUMPTON, F. A. Zeolites in soil. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Ed.). **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 873-911.

MIYAKOSHI, M.; TAMURA, Y.; MASUDA, H.; MIZUTANI, K.; TANAKA, O.; IKEDA, T.; OHTANI, K.; KASAI, R.; YAMASAKI, K. Antiyeast steroidal saponins from *Yucca schidigera* (Mohave Yucca), a new anti-food-deteriorating agent. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 63, n. 3, p. 332-338, Feb. 2000.

MOORE, J. G.; JESSOP, D. L.; OSBORNE, D. N. Gas-chromatographic and mass-spectrometric analysis of the odour of human faeces. **Gastroenterology**, Philadelphia, v. 93, n. 6, p. 1321-1329, Dec. 1987.

MORGON, N. H.; BRAGA, A. A. C. Descrições estruturais cristalinas de zeólitos. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 178-188, jan./fev. 2007.

MUMPTON, F. A. First reported occurrence of zeolites in sedimentary rocks of Mexico. **American Mineralogist**, Washington, v. 58, p. 287-290, 1973.

MUNSO, R. A. **Property of natural zeolites**. Bureau of Mines: [s.n.], 1973. (Report of Investigations, 7744).

NAKAUE, H. S.; KOELLIKER, J. K.; PIERSON, M. L. Studies with clinoptilolite in poultry: II: effect of feeding broilers and direct application of clinoptilolite (zeolite) on clean and reused broiler litter on broiler performance and house environment. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, p. 1221-1228, 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Whashington: Nacional Academy of Science, 2006.

NAZEER, M. S.; PASHA, T. N.; ABBAS, S.; ALI, Z. Effect of *Yucca* saponin on urease activity and development of ascites in broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, Lahore, v. 1, n. 6, p. 174-178, 2002.

OLESZEK, W.; SITEK, M.; STOCHMAL, A.; PIACENTE, S.; PIZZA, C.; CHEEKE, P. Steroidal saponins of *Yucca schidigera* Roetzl. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 9, p. 4392-4396, Aug. 2001.

OLIVEIRA, K. D.; MUNIZ, L. R. **Zeolitas: síntese e fabricação**. São Paulo: Departamento de Engenharia Química da EPUSP, 1989.

OLIVEIRA, N. J. F.; MELO, M. M.; LAGO, L. A. Hemogram, serum biochemistry and hepatic histologic features in cattle after administration of citrus polp. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 3, p. 418-422, maio 2005.

PARREIRA, P. R. **Efeito de dois alimentos comerciais secos e dois fornecimentos no consumo alimentar, peso vivo e metabólico, escore corporal, escore e volume fecal de cães adultos em atividade.** 2003. 84 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

PETIT, P. R.; SAUVAIRE, Y.; PONSIN, G.; MANTEGHETTI, M.; FAVE, A.; RIBES, G. Effects of a fenugreek seed extract on feeding behaviour in the rat: metabolic endocrine correlates. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, Fayetteville, v. 45, n. 2, p. 369-374, June 1993.

POND, W. G.; CHURCH, C. D.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding.** 4. ed. New York : J. Wiley, 1995. 615 p.

POTTER, S. M.; JIMENEZ-FLORES, R.; POLLACK, J.; LONE, T. A.; BERBER-JIMENEZ, M. D. Protein-Saponin interaction and its influence on blood lipids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 41, n. 8, p. 1287-1291, Aug. 1993.

PRESTON, R. L.; BARTLE, S. J.; MAY, T.; GOODALL, S. R. Influence of sarsaponin on growth, feed and nitrogen utilization in growing male rats fed diets with added urea or protein. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, n. 2, p. 481-487, Aug. 1987.

REECE, F. N.; LOTT, B. D.; DEATON, J. W. Low concentrations of ammonia during brooding decrease broiler weight. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, p. 937-940, 1981.

ROLAND, D. A.; LAURENT, S. M.; ORLOFF, H. D. Shell quality as influenced by zeolita with high ion-exchange capability. **Poultry Science**, Champaign, v. 64. n. 6, p. 1177-1187, June 1985.

RYAN, P.; QUINN, T. **Some beneficial effects of yucca plant extracts in sheep and other domestic animals**. Dublin: The Irish Scientist Year Book, 1999. p. 173. Disponível em: <<http://www.irishscientist.ie/P175.htm>>. Acesso em: 06/08/2008.

SAAD, F. M. O. B.; SAAD, C. E. P. **Aditivos e coadjuvantes alimentares para cães e gatos**. 2004. 136 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização a Distância - Nutrição e Alimentação de Cães e Gatos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, versão 5. Cary, 1985.

SAWYER, C. L. **Química para engenharia ambiental**. 4. ed. Colombia: Mc Grawhill, 2000.

SCHEINDELER, S. E. Effects of various types of aluminosilicates and aflatoxin B1 on aflatoxin toxicity, chick performance, and mineral status. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 2, p. 282-288, Feb. 1993.

SEN, S.; MAKKAR, H. P. S.; MUETZEL, S.; BECKEAR, K. Effect of Quillaja saponaria saponins and *Yucca schidigera* plant extract on growth of Escherichia coli. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 35-38, July 1998.

SHI, J.; ARUNASALAM, K.; YEUNG, D.; KAKUDA, Y.; MITTAL, G.; JIANG, Y. M. Saponins from edible legumes: chemistry, processing, and health benefits. **Journal of Medical Food**, New Rochelle, v. 7, n. 1, p. 67-78, July 2004.

SHIMAKURA, S. E. **Notas de aula**. Curitiba: UFPR/Laboratório de Estatística e Geoinformação. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~shimakur/>>. Acesso em: 7 set. 2009.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. In: _____. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 39-45.

SONNENHOLZER, S. Ensayo de remoción de amonio por mineral zeolita: efecto del radio del soluto (amonio) con respecto al absorbente (zeolita). **Cenaim Informa**: Boletín Informativo, Guayaquil, n. 110, p. 1-1, ago. 2004. Disponível em: <<http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/quincenal/bquinc110.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2009.

SUTTON, A. L.; GOODAL, S. R.; PATTERSON, J. A.; MATHEW, A. G.; KELLY, D. T.; MEYERHOLTZ, K. A. Effects of odour control compounds on urease activity in swine manure. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 160, Jan. 1991.

SWEENEY, T. F.; CERVANTES, A.; BULL, L. S.; HEMKEN, R. W. Effect of dietary clinoptilolite on digestion and rumen fermentation in steers. In: POND, W. G.; MUMPTON, F. A. (Ed.). **Zeo-agriculture: use of natural zeolites in agriculture na aquiculture**". Boulder: Westview, 1984. p. 183-194.

SWEETEN, J. M. Odor measurement and control for the swine industry: recent developments. **Journal of Environmental Health**, Denver, v. 50, n. 5, p. 282-286, 1986.

SWEETEN, J. M.; BULL, L. S.; HEMKEN, R. W. Effect of zeolita as a feed additive on growth performance in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, n. 1, p. 401, July 1980.

SZARFARE, S. C.; STEFANINI, M. L.; LENER, B. R. Anemia nutricional no Brasil. **Cadernos de Nutrição**, São Paulo, v. 9, p. 5-24, 1995.

VRZGULA, L.; BARTKO, P. Effects of Clinoptilolite on weight gain and some physiological parameters of swine. In: POND, W. G.; MUMPTON, F. A. (Ed.). **Zeo-Agriculture: use of natural zeolites in agriculture na aquiculture**". Boulder: Westview, 1984. p. 161-166.

WALLACE, R. J.; ARTHAUD, L.; NEWBOLD, C. J. Influence of *Yucca schidigera* extract on ruminal ammonia concentrations and ruminal microorganisms. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, n. 6, p. 1762-1767, June 1994.

WESTENDARP, H. Saponins in nutrition of swine, poultry and ruminants. **DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift**, Hannover, v. 112, n. 2, p. 65-70, Feb. 2005.

WHEELER, L. L. **Breath a little easier**: good dog. Nicholasville: [s.n.], 1993. (Informe Técnico Alltech).

WILLARD, M.; TVEDTEN, H. **Small animal clinical diagnosis by laboratory methods**. Philadelphia: Saunders, 2004. 432 p.

WILSON, M. J. “**Clay Mineralogy**: spectroscopic and chemical determinative methods” head, division of soils. New York: FRSE, 2002.

YEO, J.; KIM, K. Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or *Yucca schidigera* on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. **Poultry Science**, London, v. 76, n. 2, p. 381-385, Feb. 1997.

ZENTEK, J.; SCHULZ, A. Urinary composition of cats is affected by the source of dietary protein. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 134, n. 8, p. 2162S-2165S, Aug. 2004.

ANEXOS

| | | |
|-----------|--|----|
| TABELA 1 | Resumo da análise de variância para o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (%) de gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 76 |
| TABELA 2 | Resumo da análise de variância para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (%) de gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 76 |
| TABELA 3 | Resumo da análise de variância para o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral (%) de gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 77 |
| TABELA 4 | Resumo da análise de variância para energia metabolizável aparente na matéria seca (kcal/kg) de gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 77 |
| TABELA 5 | Resumo da análise de variância para energia metabolizável aparente na matéria natural (kcal/kg) de gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 78 |
| TABELA 6 | Resumo do teste de Wilcoxon para o consumo na matéria seca (g) por refeição no teste de palatabilidade de gatos adultos entre os tratamentos 375ppm YSC e 1,0% zeólita..... | 78 |
| TABELA 7 | Resumo da análise de variância para os valores de odor fecal segundo ficha de avaliação de odor para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 79 |
| TABELA 8 | Resumo da análise de variância para os valores de escore fecal segundo os tratamentos..... | 79 |
| TABELA 9 | Resumo da análise de regressão para os valores de odor fecal para <i>Yucca schidigera</i> , segundo ficha de avaliação de odor para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 79 |
| TABELA 10 | Resumo da análise de regressão para os valores de odor fecal para zeólita, segundo ficha de avaliação de odor para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 80 |
| TABELA 11 | Resumo da análise de regressão para os valores de escore fecal para <i>Yucca schidigera</i> segundo os tratamentos..... | 80 |
| TABELA 12 | Resumo da análise de regressão para os valores de escore fecal para zeólita segundo os tratamentos..... | 81 |

| | | |
|-----------|---|----|
| TABELA 13 | Resumo da análise de variância para a área de gás intestinal ao raio-X em cm ² para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 81 |
| TABELA 14 | Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo uréia para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 82 |
| TABELA 15 | Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo hemoglobina para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 82 |
| TABELA 16 | Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo bilirrubina indireta para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 83 |
| TABELA 17 | Resumo do teste de Kruskal Wallis para o parâmetro sanguíneo creatinina de gatos adultos segundo os tratamentos..... | 83 |
| TABELA 18 | Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo hematócrito para gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 84 |
| TABELA 19 | Resumo da análise de variância para o pH urinário de gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 84 |
| TABELA 20 | Resumo da análise de variância para o volume (mL) urinário de gatos adultos, segundo os tratamentos..... | 85 |
| TABELA 21 | Composição química básica do produto Zeólita Clinoptilolita (Celpec®) em porcentagem (%)...... | 85 |
| TABELA 22 | Características físicas do produto Zeólita Clinoptilolita (Celpec®) | 86 |

TABELA 1 Resumo da análise de variância para o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (%) de gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | CDAMS |
| Tratamentos | 6 | 16.8643686 |
| Períodos | 1 | 56.4928089 |
| Tratamento*Período | 6 | 19.0768396 |
| Resíduo | 26 | 11.4620974 |
| P< α | | 0.2268 |

TABELA 2 Resumo da análise de variância para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (%) de gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | CDAPB |
| Tratamentos | 6 | 7.8486882 |
| Períodos | 1 | 122.0015339 |
| Tratamento*Período | 6 | 9.3475627 |
| Resíduo | 26 | 9.7909558 |
| P< α | | 0.5776 |

TABELA 3 Resumo da análise de variância para o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral (%) de gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | CDAMM |
| Tratamentos | 6 | 84.2575571 |
| Períodos | 1 | 228.3460240 |
| Tratamento*Período | 6 | 125.7382913 |
| Resíduo | 24 | 84.494305 |
| P< α | | 0.4497 |

TABELA 4 Resumo da análise de variância para energia metabolizável aparente na matéria seca (kcal/kg) de gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | EMAMS |
| Tratamentos | 6 | 19116.1393 |
| Períodos | 1 | 128568.0956 |
| Tratamento*Período | 6 | 18450.6669 |
| Resíduo | 26 | 13744.9537 |
| P< α | | 0.2556 |

TABELA 5 Resumo da análise de variância para energia metabolizável aparente na matéria natural (kcal/kg) de gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | EMAMN |
| Tratamentos | 6 | 1429.774573 |
| Períodos | 1 | 6531.943680 |
| Tratamento*Período | 6 | 944.229610 |
| Resíduo | 26 | 687.01863 |
| P< α | | 0.0903 |

TABELA 6 Resumo do teste de Wilcoxon para o consumo na matéria seca (g) por refeição no teste de palatabilidade de gatos adultos entre os tratamentos 375ppm YSC e 1,0% zeólita.

| Tratamentos | Soma de escore | Esperado sob H_0 | Desvio padrão sob H_0 | Média de escore |
|--------------|----------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| 375ppm YSC | 10574.0 | 10660.50 | 427.789808 | 102.660194 |
| 1,0% zeólita | 10747.0 | 10660.50 | 427.789808 | 104.339806 |
| Qui-quadrado | 0.0409 | | | |
| P | 0.8398 | | | |

TABELA 7 Resumo da análise de variância para os valores de odor fecal segundo ficha de avaliação de odor para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | Odor Fecal |
| Tratamentos | 6 | 1.453254 |
| Resíduo | 35 | 0.090190 |
| P< α | | <0.0001 |

TABELA 8 Resumo da análise de variância para os valores de escore fecal segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | Escore Fecal |
| Tratamentos | 6 | 2.9111 |
| Resíduo | 98 | 0.5595 |
| P< α | | 0.0001 |

TABELA 9 Resumo da análise de regressão para os valores de odor fecal para *Yucca schidigera*, segundo ficha de avaliação de odor para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio | | |
|--------------------|------|----------------|-------------|----------------|
| | | Escore Fecal | P< α | R ² |
| Tratamentos | 3 | 2.3182 | 0.000 | |
| Efeito linear | 1 | 0.0187 | 0.635 | 0.27% |
| Efeito quadrático | 1 | 0.6337 | 0.011 | 9.38% |
| Efeito cúbico | 1 | 6.3021 | 0.000 | 100% |
| Resíduo | 20 | 0.0807 | | |

TABELA 10 Resumo da análise de regressão para os valores de odor fecal para zeolita, segundo ficha de avaliação de odor para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio | | |
|--------------------|------|----------------|--------------|----------------|
| | | Escore Fecal | P < α | R ² |
| Tratamentos | 3 | 0.5382 | 0.0021 | |
| Efeito linear | 1 | 0.0263 | 0.566 | 1.63% |
| Efeito quadrático | 1 | 1.5300 | 0.000 | 96.39% |
| Efeito cúbico | 1 | 0.0582 | 0.395 | 100% |
| Resíduo | 20 | 0.0771 | | |

TABELA 11 Resumo da análise de regressão para os valores de escore fecal para *Yucca schidigera* segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio | | |
|--------------------|------|----------------|--------------|----------------|
| | | Escore Fecal | P < α | R ² |
| Tratamentos | 3 | 0.8055 | 0.2953 | |
| Efeito linear | 1 | 0.3333 | 0.472 | 13.79% |
| Efeito quadrático | 1 | 0.0000 | 0.997 | 13.79% |
| Efeito cúbico | 1 | 2.0836 | 0.076 | 100% |
| Resíduo | 56 | 0.6369 | | |

TABELA 12 Resumo da análise de regressão para os valores de escore fecal para zeólita segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio | | |
|--------------------|------|----------------|--------------|----------------|
| | | Escore Fecal | P < α | R ² |
| Tratamentos | 3 | 3.9444 | 0.0003 | |
| Efeito linear | 1 | 2.7505 | 0.0226 | 23.24% |
| Efeito quadrático | 1 | 9.0390 | 0.000 | 99.63% |
| Efeito cúbico | 1 | 0.0438 | 0.775 | 100% |
| Resíduo | 56 | 0.5286 | | |

TABELA 13 Resumo da análise de variância para a área de gás intestinal ao raio-X em cm² para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | Área de gás |
| Tratamentos | 6 | 0.3263 |
| Períodos | 1 | 0.3709 |
| Tratamento*Período | 6 | 0.1344 |
| Resíduo | 28 | 0.4923 |
| P < α | | 0.6630 |

TABELA 14 Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo uréia para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | Uréia |
| Tratamentos | 6 | 71.9920 |
| Períodos | 1 | 1.9286 |
| Tratamento*Período | 6 | 25.7063 |
| Resíduo | 28 | 30.0238 |
| P< α | | 0.0538 |

TABELA 15 Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo hemoglobina para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | Hemoglobina |
| Tratamentos | 6 | 1.1742 |
| Períodos | 1 | 17.7450 |
| Tratamento*Período | 6 | 1.8055 |
| Resíduo | 28 | 2.3336 |
| P< α | | 0.8005 |

TABELA 16 Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo bilirrubina indireta para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------------|
| | | Bilirrubina Indireta |
| Tratamentos | 6 | 0.0195 |
| Períodos | 1 | 0.1721 |
| Tratamento*Período | 6 | 0.2055 |
| Resíduo | 28 | 0.02558 |
| P< α | | 0.6064 |

TABELA 17 Resumo do teste de Kruskal Wallis para o parâmetro sanguíneo creatinina de gatos adultos segundo os tratamentos.

| Tratamentos | Soma de escore | Esperado sob H_0 | Desvio padrão sob H_0 | Média de escore |
|---------------|----------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| Controle | 81.50 | 129.0 | 27.369710 | 13.583333 |
| 125ppm YSC | 162.00 | 129.0 | 27.369710 | 27.000000 |
| 250ppm YSC | 144.50 | 129.0 | 27.369710 | 24.083333 |
| 375ppm YSC | 105.00 | 129.0 | 27.369710 | 17.500000 |
| 0,5% zeólita | 174.00 | 129.0 | 27.369710 | 29.000000 |
| 0,75% zeólita | 157.00 | 129.0 | 27.369710 | 26.166667 |
| 1,0% zeólita | 79.00 | 129.0 | 27.369710 | 13.166667 |
| Qui-quadrado | 10.8364 | | | |
| P | 0.0936 | | | |

TABELA 18 Resumo da análise de variância para o parâmetro sanguíneo hematócrito para gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------------|
| | | hematócrito urinário |
| Tratamentos | 6 | 8.3787 |
| Períodos | 1 | 42.2002 |
| Tratamento*Período | 6 | 29.3186 |
| Resíduo | 28 | 20.6816 |
| P< α | | 0.8693 |

TABELA 19 Resumo da análise de variância para o pH urinário de gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | pH urinário |
| Tratamentos | 6 | 0.1766 |
| Períodos | 1 | 3.1762 |
| Tratamento*Período | 6 | 0.1630 |
| Resíduo | 28 | 0.2527 |
| P< α | | 0.6527 |

TABELA 20 Resumo da análise de variância para o volume (mL) urinário de gatos adultos, segundo os tratamentos.

| Fontes de variação | G.L. | Quadrado Médio |
|--------------------|------|----------------|
| | | pH urinário |
| Tratamentos | 6 | 1291.6180 |
| Períodos | 1 | 4.8961 |
| Tratamento*Período | 6 | 1097.3882 |
| Resíduo | 28 | 1118.7191 |
| P< α | | 0.3580 |

TABELA 21 Composição química básica do produto Zeólita Clinoptilolita (Celpec[®]) em porcentagem (%).

| Composição química | (%) |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 63,00 |
| TiO ₂ | 0,45 |
| Al ₂ O ₃ | 11,57 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,87 |
| FeO | 0,81 |
| MgO | 0,92 |
| CaO | 5,78 |
| Na ₂ O | 2,39 |
| K ₂ O | 1,49 |
| P ₂ O ₅ | 0,09 |
| H ₂ O | 3,44 |

TABELA 22 Características físicas do produto Zeólita Clinoptilolita (Celpec®).

| Características físicas | Unidade |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Ponto de fusão | 1300°C |
| Peso específico | 2,1g.cm ⁻³ |
| Densidade aparente | 0,98g.cm ³ |
| pH | 7,6 |
| Capacidade de troca catiônica (CTC) | 1,57 meq/g |
| Cor | Verde pistache |
| Granulometria | □ 325 |
| | □ 200 |