BALANÇO MINERAL EM EQUINOS SUPLEMENTADOS
COM ZEOLITA DE SÓDIO A (ZSA)

SIMONE HAGGE CAGGIANO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. MAX LÁZARO VIEIRA BOSE

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Ciência Animal e Pastagens.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Junho - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

C131b Caggiano, Simone Hagge
Balanço mineral em equinos suplementados com zeolita de sódio A (ZSA). Piracicaba, 1992.
66p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Equino - Mineralização 2. Equino - Nutrição
3. Equino - Suplementação mineral 4. Mineral para equino
1. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 636.1085

BALANÇO MINERAL EM EQUINOS SUPLEMENTADOS
COM ZEOLITA DE SÓDIO A (ZSA)

Autor: SIMONE HAGGE CAGGIANO

Aprovado em: 25 de setembro de 1992

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Max Lázaro Vieira Bose

ESALQ/USP

Prof. Dr. Roberto Losito de Carvalho

ESALQ/USP

Dr. Ayrton Manzano

UFCAR

Prof. Dr. Max Lázaro Vieira Bose

- Orientador -

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese como coroamento máximo ao esforço dos meus pais na batalha de me formar e me fazer chegar a um alto grau na minha carreira profissional.

A eles, Miguel e Nazira, todo o meu amor e gratidão pela vida.

À minha avô querida, grande mulher, Linda Hagge, todo o reconhecimento pelo seu exemplo de amor à vida e dinamismo.

AGRADECIMENTOS

- À Sandrinha de Moraes e Adriana Balarini pelas suas gostosas acolhidas, fazendo de suas casas a minha própria morada.

- Cristina Gonsalves, por tornar possível a minha presença nos dias e horários mais inusitados no "Horse Center".

- Karl Maples, pela sua ajuda incansável em todos os momentos e em todas as coisas.

- Ao Luiz Loureiro Fernandes, pela força e estímulo no início da redação desta tese.

- À Melanie Murray e Denise Senor, pelo companheirismo e ajuda na execução deste projeto, desde o início até o último momento.

- Milli Pope e todos os estudantes que trabalharam na alimentação, coleta e cuidados com os animais.

- Ao meu Orientador Prof. Dr. Max Lázaro Vieira Bose, pela confiança depositada em mim e todo seu apoio.

- Ao meu Co-Orientador Prof. Dr. Roberto Losito de Carvalho, pelo grande incentivo que tem me dado na minha carreira profissional.

- Ao Prof. Dr. Valdomiro Miyada pela sua amizade e compreensão.

- Ao meu Orientador na Texas A & M University, Dr. Gary Potter, minha sincera admiração e agradecimento, pois sem sua aceitação, este trabalho não seria realizado.

- E ao meu grande amigo Tommy Manion, deve a realização de grandes sonhos.

Í N D I C E

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	x
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Silício na mineralização óssea	4
2.2. Silício e formação de cartilagem	5
2.3. Absorção de silício	6
2.4. Fontes de Silício - Zeolita de sódio A (ZSA) ..	7
2.5. Mecanismo de ação	9
2.6. Requerimentos de outros minerais	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Delineamento experimental	17
3.2. Composição da dieta	18
3.3. Manejo da alimentação	20
3.4. Período de depleção	22
3.5. Pesagens dos animais	23
3.6. Avaliação do estado nutricional	23
3.7. Coleta total	24
3.8. Preparo das amostras	25
3.9. Análise estatística	26

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Cálcio	28
4.2. Fósforo	31
4.3. Magnésio	34
4.4. Potássio	37
4.5. Sódio	39
4.6. Cobre	41
4.7. Zinco	43
4.8. Ferro	46
4.9. Manganês	48
5. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
APÊNDICE	63

LISTA DE TABELAS

Tabela nº	Página
1. Fórmula do concentrado fornecido aos Pôneis <u>Miniatur</u> turas	18
2. Composição química e energética do concentrado <u>for</u> necido aos Pôneis Miniaturas	19
3. Fórmula do suplemento mineral contendo zeolita de sô dio A (ZSA) fornecido para Pôneis Miniaturas	19
4. Composição química e energética dos componentes do suplemento mineral contendo zeolita de sódio A(ZSA) fornecido para Pôneis Miniaturas	20
5. Fórmula da ração de depleção fornecida aos Pôneis Miniaturas	22
6. Composição química e energética da ração de deple ção fornecida aos Pôneis Miniaturas	22
7. Análise da variância e teste F para as respostas com relação ao cálcio no metabolismo dos animais .	28
8. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, pa ra as respostas com relação ao cálcio no metaboli <u>s</u> mo dos animais	29
9. Análise da variância e teste F para as respostas com relação ao fósforo no metabolismo dos animais.	32

Tabela nº	Página
10. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao fósforo no metabolismo dos animais	33
11. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao magnésio no metabolismo dos animais	35
12. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao magnésio no metabolismo dos animais	36
13. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao potássio no metabolismo dos animais	37
14. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao potássio no metabolismo dos animais	38
15. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao sódio no metabolismo dos animais ..	39
16. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao sódio no metabolismo dos animais	40
17. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao cobre no metabolismo dos animais ..	42
18. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao cobre no metabolismo dos animais	43
19. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao zinco no metabolismo dos animais ..	44

Tabela nº	Página
20. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao zinco no metabolismo dos animais	45
21. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao ferro no metabolismo dos animais ..	46
22. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao ferro no metabolismo dos animais	47
23. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao manganês no metabolismo dos animais	48
24. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao manganês no metabolismo dos animais	49
25. Balanço de macro minerais em Pôneis Miniaturas alimentados com ração de depleção	64
26. Balanço de micro minerais em Pôneis Miniaturas alimentados com ração de depleção	64
27. Peso vivo, classificação corporal, consumo de matéria seca, digestibilidade da matéria seca, em Pôneis Miniatura, alimentados com zeólita de sódio A (ZSA)	65
28. Peso vivo e classificação corporal individual, para Pôneis Miniaturas durante diferentes períodos de tratamentos	66

BALANÇO MINERAL EM EQUINOS SUPLEMENTADOS COM ZEOLITA DE SÓDIO A (ZSA)

Autor: SIMONE HAGGE CAGGIANO

Orientador: Prof. Dr. MAX LÁZARO VIEIRA BOSE

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito da zeolita de sódio A (ZSA) sobre a absorção e retenção de Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Zn, Fe e Mn, na dieta de eqüinos.

Quatro Pôneis Miniaturas adultos e castrados foram sorteados aleatoriamente para um Quadrado Latino 4 x 4, sendo que os períodos tiveram duração de 28 dias cada e foram divididos em 2 fases. Os tratamentos se constituíram em 4 diferentes níveis de zeolita de sódio A (ZSA) no suplemento mineral (0; 1,26; 2,54 ou 4,0% ZSA da M.S. total). Todos os animais passaram por fases de depleção intercaladas com as fases de tratamentos. A dieta de depleção fornecida atendia os requerimentos de proteína e energia, mas era deficiente em macro e micro minerais. Este procedimento visava a diminuição da reserva lábil de minerais para se medir a absorção e retenção dos mesmos quando provenientes de dieta experimental. A dieta experimental foi formulada na razão de 30:70 de feno de *Cynodon*

dactylon e concentrado, respectivamente. O concentrado era constituído por 80% de uma ração peletizada contendo 13,5% de proteína e 20% de suplemento mineral (tratamentos A, B, C ou D). Faziam-se pesagens semanais e o fornecimento da dieta era ajustado com base em 1,5% do P.V.

Nos últimos 4 dias de cada fase, os animais eram colocados em gaiolas metabólicas e procedia-se a coleta total de fezes e urina, amostrando-se 10% do peso ou volume para posterior análise. Os alimentos também eram amostrados diariamente e uma amostra composta para cada dieta em cada período foi feita no final do experimento.

A digestão das amostras de urina, fezes e alimentos para determinação dos minerais, foi feita segundo a metodologia de PARKINSON & ALLEN (1975). Os minerais foram analisados por "INDUCTIVE COUPLED PLASMA SPECTROPHOTOMETER (ICP)".

A análise comparativa dos resultados foi efetuada através dos testes F e de Duncan. Não se observou efeito positivo ($P > 0,05$) da zeolita de sódio A (ZSA) na absorção de cálcio, sendo que a maior média para os índices retenção (g/d), retenção (% consumo), retenção (% absorção), ficou para o tratamento D (0% de ZSA). No caso do fósforo, ao contrário do que se esperava, ZSA teve efeito positivo ($P > 0,05$) na retenção (% absorção) com a maior média para o tratamento C (4% ZSA). Para Mg, Cu, Zn e Mn, não houve interferência da ZSA no metabolismo dos mesmos. Efeito negativo da ZSA no metabolismo do K e Na

constatou-se ($P > 0,05$), ficando as maiores médias para os índices absorção (g/d) (K) e retenção (% consumo) (Na) para o tratamento D (0% ZSA). Os dados obtidos para o Fe não são confiáveis. Estando presente em todo material biológico, as amostras possuíam alto nível de contaminação (JANKOWIAK & Le VIER, 1971).

Não houve efeito aparente da inclusão da ZSA sobre o metabolismo dos minerais para os níveis testados e metodologia utilizada.

MINERAL BALANCE IN EQUINES FED SODIUM ZEOLITE A (SZA)

Author: SIMONE HAGGE CAGGIANO

Adviser: Prof. Dr. MAX LÁZARO VIEIRA BOSE

SUMMARY

This work was conducted to verify the sodium zeolite A (SZA) effect on Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Zn, Fe and Mn absorption and retention when fed to Miniature Ponies.

Four mature gelding Miniature Ponies were assigned to a 4 x 4 Latin Square experimental. A random numbers table was used to assign horses to dietary treatment groups in each period. Treatment groups D, A, B and C diets were supplemented with 0, 1.26, 2.54 or 4.0% sodium zeolite A (SZA), respectively, on an as fed basis.

The project was conducted in 4,28 days periods divided in two phases. In the first phase all horses were fed the depletion diet and in the second phase all of them were fed the experiment diets. The depletion diet was formulated to meet de NRC (1989) requirements for energy and protein, but, to be deficient in all macro and micro minerals to stimulate

depletion of the labile pool of minerals in order to create a demand for minerals in a repletion period.

The experiment diet was formulated to be 30:70 *Cynodon dactylon* hay and concentrate, respectively. The concentrate had 80% of a 13.5% protein pelleted ration and 20% of mineral supplements (treatments A, B, C or D). The feed offered was calculated as 1.5% of body weight basis. Every week, the horses were weighed and the feed adjusted to their body weight.

During the last 4 days of every phase, the horses were confined individually in metabolism crates, and the total collections of feces and urine were made. The feces and urine were weighed and measured, and a 10% sample of each was taken and frozen for later analyses. The feed was sampled every day and a composite sample was taken in the end of the trial.

The procedure for digestion of the samples (urine, feces and feed) was carried out as by PARKINSON & ALLEN (1975) and the concentration of minerals was determined by an Inductively-Coupled Plasma Emission Spectrophotometer (ICP).

Data were analysed using the F and Duncan tests. Calcium absorption was not affected by SZA ($P > 0.05$). Calcium retained (g/d), retained (% intake), retained (% absorption) were greater at the 0% level of SZA. Phosphorus retained (% absorption) was greater at the highest level of SZA (4%),

showing that, phosphorus was instead positively affected by SZA ($P > 0,05$).

Magnesium, Cu, Zn and Mn were unaffected by SZA; but, SZA negatively affected K and Na. Potassium absorbed (g/d) and Na retention (% intake) were greater at the 0% level of SZA ($P > 0,05$) the results obtained for Fe are not reliable because was subject to gross interference being present in all biological material (JANKOWIAK & Le VIER, 1971).

It seemed that the use of SZA did not affected mineral metabolism at the levels tested or the techniques utilized in this trial.

1. INTRODUÇÃO

A partir dos últimos anos, grande atenção tem sido dada ao cavalo atleta. O interesse pela relação nutrição: desempenho tem aumentado consideravelmente.

Segundo DONOGHUE (1980), os principais problemas apresentados na ossatura por cavalos em crescimento, são aqueles relacionados com fornecimento excessivo de alimento, subnutrição ou mal balanceamento dos nutrientes fornecidos. Estas desordens podem gerar epifisite, fraturas e deformações.

Fraturas ou deformações ósseas, ocorrem em 70% dos potros Puro Sangue Inglês, dentro do seu primeiro ano de treinamento (NUNAMAKER et alii, 1987).

A essencialidade do silício para formação adequada do esqueleto e sua calcificação é conhecida (CARLISLE, 1981).

Zeolita de sódio A (ZSA) um aluminossilicato sintético, fornece silício na forma biodisponível (ácido monosilícico) e tem grande capacidade de troca iônica e afinidade por cálcio (MUMPTON & FISHMAN, 1977). Isto levou a crer que seu

efeito benéfico sobre a eficiência de absorção e utilização de Ca poderia conduzir a um aumento da densidade do osso e da casca do ovo, tornando-se objeto de pesquisas nesta área.

Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito da zeolita de sódio A (ZSA) sobre a absorção e retenção de Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Zn, Fe e Mn, na dieta de eqüinos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O interesse pelo estudo do silício em nutrição é praticamente recente. Ele tomou importância após CARLISLE (1972) demonstrar a essencialidade do elemento nos organismos vivos.

Silício é o elemento mais abundante na litosfera após o oxigênio, perfazendo 26% da crosta terrestre. Sua distribuição na natureza se dá nas mais variadas formas, sendo que uma das principais formas em que ocorre é em aluminossilicatos e dióxido de sílica hidratado (Myshleavena & Krasnoschekov, 1974, citados por ADLER et alii, 1986).

Além de sua ampla distribuição geológica, o silício é um elemento essencial para grande variedade de plantas e espécies animais (Iler, 1979, citado por ADLER, 1986). Nos vertebrados, encontra-se em quantidades nos cabelos, penas, pele e tendões (SCHWARZ, 1973).

Também foi encontrado em grânulos mitocondrias, no fígado, rins e baço (Johnson & Volcani, 1978, citados por SIMPSON & VOLCANI, 1981), mas sua função nestes contextos permanece obscura (ADLER et alii, 1986).

O silício ocorre na forma de ácido silícico em organismos primitivos participando do processo bioquímico e de crescimento (SIMPSON & VOLCANI, 1981).

2.1. SILÍCIO NA MINERALIZAÇÃO ÓSSEA

O silício desempenha importante função na calcificação óssea (CARLISLE, 1969; 1970a) e também afeta a taxa de mineralização (CARLISLE, 1972; SCHWARZ & MILNE, 1972). Em estudos posteriores, com aves, foi demonstrada a sua importância no metabolismo do tecido conectivo e nos primeiros estágios da formação óssea (CARLISLE & ALPENFELS, 1978; CARLISLE, 1980, b, 1981).

A quantidade de silício e cálcio presente nas áreas de crescimento ativo do osso está relacionada com o estágio de calcificação (CARLISLE, 1969, 1970a). Nos primeiros estágios, a quantidade encontrada em ambos é baixa. À medida em que a mineralização prossegue, ambos aumentam e, na fase final, encontra-se silício em níveis mínimos e Ca na mesma proporção da hidroxiapatita presente no osso.

Da mesma forma razão molar (Ca/P) pode ser um indicativo da quantidade de silício no osso. Máxima quantidade de silício está presente quando a razão molar é igual a 0,7 (primeiros estágios da calcificação óssea) e a uma razão molar igual a 1,67, semelhante a da hidroxiapatita (final da calcifi

cação), os níveis caem abaixo dos detectáveis (CARLISLE, 1969; 1970a).

Segundo CARLISLE (1970b), o conteúdo de Ca do osso aumenta com o aumento de silício na dieta e há uma tendência de dietas com alto conteúdo de silício acelerarem a taxa de mineralização, especialmente, em dietas com baixo conteúdo de Ca. Em estudos nutricionais com embriões de frangos, CARLISLE & ALPENFELS (1978) encontraram um aumento de 23% no peso seco dos ossos frontais quando houve suplementação de silício. No grupo deficiente houve ausência de mineralização.

2.2. SILÍCIO E FORMAÇÃO DE CARTILAGEM

É sabido que cartilagem é rica em glicosaminoglicana, um mucopolissacarídeo que ocorre em solução como um material altamente viscoso, o qual atrai água avidamente (Jeanloz, 1970; citado por CARLISLE, 1981).

CARLISLE (1976), trabalhando com pintos, constatou que a quantidade de cartilagem e glicosaminoglicana foi consideravelmente menor em pintos recebendo dieta deficiente em silício.

Um dos principais efeitos do silício parece estar relacionado com o conteúdo de colágeno na matriz do tecido conectivo. Sua deficiência resulta na diminuição de colágeno, proporcionando anomalias no osso craniano (CARLISLE, 1980a).

2.3. ABSORÇÃO DE SILÍCIO

Muito pouco se sabe a respeito do mecanismo ou em que extensão o silício é absorvido quando provindo de fontes alimentícias que resultam em produtos como sílica, ácido monossilícico e silício encontrado em combinações orgânicas como pectina e mucopolissacarídeos (CARLISLE, 1986).

Estudos feitos com diferentes espécies animais indicam que quase todo o silício ingerido passa pelo trato sem ser absorvido, sendo excretado nas fezes e o pouco absorvido é excretado na urina. A porção retida pelo organismo é desconhecida. No entanto, a presença de sílica no sangue e grandes quantidades encontradas na urina indicam ser esta solúvel nos fluídos do organismo (KING & McGEORGE, 1938). Estima-se que em humanos a quantidade de silício assimilado é de 9 - 14 mg/dia (CARLISLE, 1986). Segundo GOLDWATER (1936), encontram-se 9 mg de silício/dia na urina humana. Segundo NOTTLE & AMSTRONG (1966), a absorção de sílica em ovinos varia com o seu conteúdo na dieta. JONES & HANDRECK (1969), aumentando a quantidade de sílica na dieta de ovinos até 205 mg SiO_2 /dia, obtiveram que a soma das quantidades excretadas na urina e nas fezes não era maior que 1% do total ingerido.

A forma em que o silício está presente na dieta é um fator importante para determinar sua absorção, pois está relacionada com a taxa de produção de silício solúvel ou passível de absorção pelo trato gastrointestinal de ratos (BENKE &

OSBORN, 1978). Outros fatores são também referidos como importantes na absorção de silício e o conteúdo de fibra da dieta teve ênfase nos estudos que KELSAY et alii (1979) conduziram em humanos.

CHARNOT & PERES (1971), trabalhando com ratos, constataram que idade, sexo e atividade de glândulas endócrinas podem mudar a absorção de silício. Os mesmos também sugerem que a absorção de silício pode ser regulada hormonalmente. Se isso ocorre de fato, um declínio na atividade hormonal devido à senescência, resulta em declínio da absorção de silício.

O silício se difunde livremente no organismo através do fluído tissular. Pelos altos níveis e grande variação do silício encontrado na urina, sugere-se serem os rins os principais órgãos excretores (DOBBIE & SMITH, 1982; ADLER et alii, 1986). Assume-se que assim que atinge a corrente sanguínea, o silício passa rapidamente para os tecidos e urina, pois o seu nível no sangue permanece constante, embora haja variação na entrada deste no organismo (CARLISLE, 1981).

2.4. FONTES DE SILÍCIO - ZEOLITA DE SÓDIO A (ZSA)

Zeolita de sódio A (ZSA) é um aluminossilicato hidratado cristalino, sintético, possuindo infinitas estruturas tridimensionais (MUMPTON & FISHMAN, 1977). Esta estrutura

tridimensional é formada por tetraedros de SiO_4^{4-} , cujos oxigênios são comuns aos tetraedros adjacentes (MING & MUMPTON, 1989). Entretanto, alguns dos Si tetravalentes são substituídos por Al trivalente, gerando assim carga negativa em sua estrutura, o que requer cátions monovalentes ou divalentes para neutralizar o composto. O cristal de aluminosilicato consiste em cavidades de $11,4 \text{ \AA}$ (ROLAND, 1988a) de diâmetro interconectadas, o qual é penetrado por poros ou canais de $0,8$ a $1,0 \text{ nm}$ de diâmetro (MING & MUMPTON, 1989). Estes canais podem ser uni, bi ou tridimensionais e a taxa de absorção e troca iônica são funções da distribuição espacial destes canais. Zeolita de sódio A (ZSA) possui uma grande capacidade de troca catiônica e maior seletividade para cálcio entre as zeolitas naturais e sintéticas e contém em média $12,9\%$ de Na (ROLAND, 1988a). Sua capacidade de troca de cálcio é maior que $5,4 \text{ meq/g}$. E possui a fórmula geral $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (MING & MUMPTON, 1989).

Possuindo uma estrutura de malha cristalina única as zeolitas podem reter ou eliminar água e cátions e vice-versa sem sofrer alterações em suas estruturas (MING & MUMPTON, 1989). A família das zeolitas naturais compreendem mais de 40 compostos. Cada uma com uma composição química e estruturas específicas, o que lhes confere propriedades físicas como configuração cristalina, tamanho de partículas, estabilidade termal e habilidade em reter íons (SHANE, 1987). Zeolita de sódio A (ZSA) é um sódio aluminosilicato hidratado sintético possuindo íons de sódio trocáveis em sua estrutura (Pon & Mumpton, 1984; citados por WATKINS & SOUTHERN, 1989). Cálcio e outros cátions di

valentes são trocáveis com os íons de Na associados ao ZSA (WATKINS & SOUTHERN, 1989).

2.5. MECANISMO DE AÇÃO

A capacidade de troca iônica da ZSA pode ser responsável pelo efeito benéfico no aumento de gravidade específica de ovos quando ZSA foi fornecido para galinhas de postura (ROLAND et alii, 1985; MILES et alii, 1986; ROLAND, 1988 a, b) e raças de frangos de corte (INGRAM et alii, 1987; SKINNER et alii, 1988).

Embora o mecanismo de ação do sódio aluminossilicato não seja conhecido (ROLAND et alii, 1985), há a hipótese de que está associado com sua capacidade de troca iônica (MUMPTON & FISHMAN, 1977) ou ao seu conteúdo de alumínio (ROLAND, 1988b). Sabe-se que o alumínio se liga ao fósforo (EDWARDS, 1987), o que leva a crer que seu modo de ação pode estar relacionado com a redução do fósforo disponível, aumentando a reabsorção de Ca pelo esqueleto. Se isto realmente acontece, então, o nível de fósforo na dieta deve ser considerado ao se fornecer ZSA (ROLAND, 1989). O efeito da ZSA no crescimento, eficiência alimentar e balanço mineral, entretanto é menos clara. WILLIS et alii (1982) constataram ganho de peso e melhora da eficiência alimentar em frangos, quando forneceram certas zeolitas naturais. HARRIS et alii (1988), trabalhando com frangos, também notaram aumento no ganho de peso e eficiência ali-

mentar adicionando 0,5% ZSA na dieta para frangos criados em clima quente, enquanto que para frangos de clima temperado não houve resposta a ZSA da dieta. WALDROUP et alii (1984) não observaram efeito benéfico no ganho de peso ou utilização de alimentos em frangos de corte ao adicionar zeolita na dieta. Da mesma forma, BALLARD & EDWARDS (1988) não obtiveram resultado positivo no ganho de peso, conversão alimentar ao fornecer dieta contendo ZSA. Entretanto, encontraram aumento no conteúdo de cinza da tíbia e menor incidência de discondroplasia na tíbia em aves alimentadas com ZSA. A dieta continha 0,65% de Ca. NAKAUE & KOELLIKER (1981), trabalhando com clinoptelolito (uma zeolita natural), não encontraram efeito benéfico na eficiência alimentar quando fornecido a frangos Leghorns comerciais. ROLAND (1989) também não obteve diferenças significativas na eficiência alimentar. Entretanto, há indicações de que ZSA aumenta a conversão alimentar e também que zeolitas naturais aumentam a utilização de nutrientes (ONAGI, 1966; KONDO & WAGAI, 1968; WILLIS et alii, 1982).

Resultados obtidos por ROLAND et alii (1985) e EDWARDS (1986) indicam que ZSA aumenta a eficiência de absorção e utilização de Ca. Sendo assim, ZSA pode melhorar a eficiência alimentar por aumentar a utilização de nutrientes, mas também acentua o efeito negativo do excesso de Ca em pintos recebendo dieta com excesso de Ca (WATKINS & SOUTHERN, 1989).

O mecanismo de ação da ZSA está associado com o alumínio presente na sua estrutura a qual contém aproximada-

mente 15% de Al e é hidrolisado a vários silicatos e alumina-
tos em pH 5 ou menor (COOK et alii, 1982). Isto levaria a uma
inibição da absorção de fósforo, pois ocorre uma interação en-
tre P e os compostos de Al (STORER & NELSON, 1968; LIPSTEIN &
HURWITZ, 1982; EDWARDS, 1987; SPENCER & LENDER, 1979). SCHRYVER
et alii (1986), confirmaram a hipótese acima, ao encontrar um ba-
lanço negativo de P quando fornecendo dietas com alto nível de
Al a pôneis. Eles atribuem o fato da supressão da absorção de P, à
formação de aluminofosfato, que é insolúvel e não passível de ab-
sorção no trato intestinal. A depleção de P pode aumentar a reab-
sorção óssea, o que poderia explicar o aumento de qualidade da
casca do ovo encontrada por ROLAND (1988a). ROLAND (1988b) diz
que o efeito benéfico da ZSA na gravidade específica do ovo
não está relacionado com o nível de P na dieta. No entanto, de-
vido ao ZSA reduzir a produção em frangas alimentadas
com dietas contendo 0,43% de P ou menos, ROLAND (1988a) sugere
que o conteúdo de P da dieta deve ser considerado quando usado
ZSA. INGRAM et alii (1988b) relatam que quando ZSA foi forne-
cido em altos níveis, o desenvolvimento ósseo tendeu a ser
maior. Exames histológicos de fêmures de aves de postura, mos-
traram um grande desenvolvimento da medula óssea. Também IN-
GRAM et alii (1988a) dizem que o tratamento de ovos com ZSA re-
duziu a incidência de anormalidades nas pernas e aumentou a
longevidade de frangos.

Tem sido demonstrado que a adição de ZSA na die-
ta aumenta a concentração de minerais nos tecidos tanto em aves

(ELLIOT & EDWARDS, 1989; WATKINS & SOUTHERN, 1989), como em suínos (POND & YEN, 1983). Se o ZSA propicia um aumento da absorção de Cu em suínos de maneira similar ao seu efeito sobre Zn para aves (WARD et alii, 1990), sugere-se a possibilidade de promover intoxicação por Cu. Entretanto, a ação de ZSA sobre o Zn pode reduzir a absorção de Cu (WARD et alii, 1991), pois sabe-se do antagonismo entre ambos os minerais (EMERICK & KAY-ONGO-MALE, 1990a,b; OSTREICHER & COUSINS, 1985). WARD et alii (1991) não encontraram efeito benéfico ao utilizar ZSA como aditivo alimentar para suínos, pois não previniu acúmulo de Cu no fígado ou úlceras gástricas quando dietas com excesso de Cu foram fornecidas. CARLISLE & CURRAN (1987) encontraram uma tendência de acúmulo de Al nos tecidos em ratos recebendo dietas com baixo conteúdo de silício. Ratos recebendo dietas suplementadas com silício não apresentaram o problema, o que leva a crer que silício na dieta pode ter efeito protetor contra acúmulo de Al. Em estudo posterior, CARLISLE et alii (1989) confirmou este efeito protetor do silício contra Al.

BENKE & OSBORN, (1979), administrando zeolita oralmente, encontraram que somente o silício é eliminado na urina, enquanto que Al não foi detectado. Este achado está de acordo com o trabalho de GLOXHUBER et alii (1982), de que a absorção só acontece após a dissociação da molécula de zeolita, desde que o Si foi detectado na urina, e não o Al.

ZSA fornece Si em forma "biodisponível". Estudos com zeolita têm sido conduzidos com várias espécies, obten-

do-se resultados conflitantes, mas não se tem muitas informações sobre a eficiência da zeolita em cavalos (FREY et alii, 1991).

2.6. REQUERIMENTOS DE OUTROS MINERAIS

Crescimento e desenvolvimento do esqueleto em cavalos é primeiramente dependente de carga genética e disponibilidade de nutrientes (OTT & ASQUITH, 1989). Microminerais também são essenciais ao desenvolvimento do esqueleto. Cobre é requerido para a enzima lysil oxidase, a qual é essencial para a síntese e manutenção do colágeno (OTT & ASQUITH, 1989). Inibição da polimerização do colágeno está associada com má-função da lysil-oxidase. Cu é catalítico para a função da mesma e de vários processos bioquímicos necessários para o metabolismo celular, sendo também necessário por sua função na citocromo-oxidase (GALLARGER, 1957). Deficiência de Cu está relacionada com anormalidades na cartilagem (BRIDGES et alii, 1984; CARBERY, 1984) de potros em crescimento. Redução da mineralização óssea tem sido documentada em ratos deficientes em Cu (GUGGENHEIN et alii, 1964).

Embora a função exata do zinco no metabolismo ósseo não seja conhecida, pintos deficientes em Zn apresentaram anormalidades na cartilagem epifisial com aumento de colágeno e diminuição de collagenase, uma Zn-metaloenzima (STARCHER

et alii, 1980). Ratos em aleitamento quando deficientes em Zn, tiveram uma pequena diminuição na quantidade de cinza do osso, mas em ratos adultos não houve efeito no conteúdo de mineral ósseo (MURRAY & MESSER, 1981). Deficiência de Zn em potros em aleitamento resulta em redução do crescimento, de fosfatase alcalina no soro e de Zn nos tecidos, mas não afeta concentração de Ca e P no osso (HARRINGTON et alii, 1973). KNIGHT et alii (1985) demonstraram correlação negativa entre conteúdo de Zn na dieta de potros em crescimento e incidência de anormalidades no esqueleto.

OTT & ASQUITH (1989) reportaram um aumento da deposição de minerais no terceiro metacarpo devido ao alto nível de suplementação de microminerais, mas não houve efeito na mineralização quando microminerais ou micro + Ca + P foi oferecido.

O desenvolvimento do esqueleto em animais pode ser medido através de crescimento dos ossos longos, crescimento da diáfise, presença ou ausência de anormalidades ósseas, presença ou ausência de anormalidades microscópicas e mineralização óssea. Devido ao crescimento e manutenção óssea serem funções de mineralização da matriz protéica, fatores que influenciam sobre a síntese de cartilagem e sua mineralização são de incomparável importância ao desenvolvimento sadio do esqueleto dos animais (OTT & ASQUITH, 1989).

Embora a deficiência de Mn pareça não alterar o

metabolismo de Ca (HURLEY et alii, 1969), comprimento, densidade e dureza do osso, podem ser reduzidos (CASKEY et alii, 1939; SMITH et alii, 1944; AMDUR et alii, 1945). Deficiência de Mn causa diminuição do comprimento da tíbia e aumento da resistência à fratura em ovelhas (LASSISTER & MORTON, 1968), comprimento do humero e resistência a fratura em bezerros (ROJAS et alii, 1965).

Redução da taxa de crescimento, má-formação da casca do ovo, deficiência na coagulação sangüínea, ataxia e deformações esqueléticas são também sinais da deficiência de manganês (MAYNARD et alii, 1979). Manganês é importante para a atividade da glucosiltransferase (LEACH, 1974). Esta enzima é necessária para a formação de mucopolissacarídeo e glicoproteínas. A deficiência destes produtos reduz a condrogênese (formação de cartilagem).

Embora o organismo contenha apenas 0,004% de ferro, como constituinte da hemoglobina, o ferro é essencial para a função normal de todos os órgãos e tecidos do corpo. É também constituinte de transportadores de oxigênio, enzimas e agentes oxidantes (SMITH et alii, 1986). O principal local de armazenagem no organismo é o fígado, mas quantidades significativas são também encontradas na medula óssea e baço. Além do nível na dieta, muitos outros fatores influenciam a absorção de ferro. Alto consumo de fósforo, zinco, cádmio, cobalto, cobre e manganês podem reduzir a disponibilidade de ferro. O organismo é bastante eficiente na sua preserva-

ção, mas há perdas pela urina, fezes e suor (MAYNARD et alii, 1979).

Magnésio tem sua distribuição e metabolismo altamente associado com cálcio e fósforo. Aproximadamente 70% do suprimento ósseo é passível de mobilização para ser utilizado pelos tecidos moles quando o consumo é inadequado (MAYNARD et alii, 1979). A maior via de excreção são as fezes, mas também é excretado através da urina e a sua excreção urinária é maior do que o Mg endógeno fecal (CARE & VAN'T KLOOSTEN, 1960). É constituinte essencial para ossos e dentes e, também é requerido como ativador de enzimas transferindo fosfato de ATP e ADP e cofator para a descarboxilação de certas peptídeos e fosfatases ácidas e alcalinas. A relação entre quantidades de fósforo, cálcio e magnésio tem influência sobre a utilização de magnésio em pôneis (HINTZ & SCHRYVER, 1973). O potássio aparentemente reduz a absorção de magnésio no rúmen em ovinos (POTTER & TOMAS, 1976).

Potássio e sódio ocorrem amplamente nos fluídos e tecidos moles, e suas funções são manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-base, controlando a passagem de nutrientes para as células, bem como metabolismo geral de água. Ambos são prontamente absorvidos, e o excesso sobre o que o organismo necessita é imediatamente excretado na urina. Suor profuso pode ser um canal de excreção também (MAYNARD et alii, 1979).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Este trabalho foi desenvolvido na Unidade Experimental Equina da Texas A & M University, College Station, Texas, USA. Quatro Pôneis Miniaturas, o mais homogêneo possível, adultos e castrados, peso médio de 275 kg, foram utilizados no Quadrado Latino 4 x 4, o que permitiu com que todos os animais passassem por todos os tratamentos durante o projeto. Os animais eram sorteados ao acaso para os diferentes tratamentos (A,B,C,D) em cada período. Os tratamentos D, A, B e C corresponderam a 0; 1,26; 2,54 e 4,00% de ZSA no concentrado.

O experimento foi conduzido em 4 períodos de 28 dias cada (I, II, III e IV). Em cada período houve 2 fases de 14 dias cada. Durante a primeira fase, todos os animais eram alimentados com dieta de depleção e na segunda fase com as dietas de tratamento. Nos últimos quatro dias de cada fase eram feitas coletas totais de urina e fezes e as dietas eram amostradas para posterior análise.

As variáveis medidas para C, P, Mg e K foram: consumo (g/d), fezes (g/d), absorção (g/d), absorção

(% consumo), urina (g/d), retenção (g/d), retenção (% de consumo), retenção (% de absorção). As variáveis medidas para Cu, Zn, Fe e Mn foram: consumo (mg/d), fezes (mg/d), absorção (mg/d), absorção (% de consumo), urina (mg/d), retenção (mg/d), retenção (% de consumo), retenção (% de absorção).

3.2. COMPOSIÇÃO DA DIETA

A dieta foi formulada na razão 30:70 de feno de *Cynodon dactylon* e concentrado, respectivamente. O concentrado (Tabelas 1 e 2) era composto de 80% de uma ração peletizada contendo 13,5% de proteína e 20% de suplemento mineral com os diferentes níveis de ZSA (0; 6,3; 12,7 e 20%) (Tabelas 3 e 4). Quanto ao feno, somente preocupou-se com sua análise mineral, a qual faz parte das tabelas de minerais apresentadas no item 4 (Resultados e Discussão).

Tabela 1. Fórmula do concentrado fornecido aos Pôneis Miniaturas.

Ingredientes	Porcentagem (%)
Milho	27,09
Milheto	25,00
Quirera de trigo	24,78
Farelo de alfafa	19,03
Aglutinante	2,50
Suplemento vitamínico	0,50
Calcáreo	0,60
Sal mineralizado	0,50

Tabela 2. Composição química e energética do concentrado fornecido aos Pôneis Miniaturas.

Componentes	Quantidades
Energia digestível, Mcal/kg	2,68
Proteína bruta (%)	13,50
Extrato etéreo (%)	3,14
Fibra bruta (%)	7,02
Cálcio (%)	0,50
Fósforo (%)	0,40
Cobre (ppm)	27,18
Zinco (ppm)	147,64
Vitamina A (IU)	20.563,00

Tabela 3. Fórmula do suplemento mineral contendo zeolita de sódio A (ZSA) fornecido aos Pôneis Miniaturas.

Suplemento	Tratamentos			
	D	A	B	C
Alfafa desidratada (%)	94,0	87,7	81,3	74,0
ZSA (%)	0,0	6,3	12,7	20,0
Óleo de soja (%)	3,0	3,0	3,0	3,0
Melaço (%)	3,0	3,0	3,0	3,0

Tabela 4. Composição química e energética dos componentes do suplemento mineral contendo zeolita de sódio A (ZSA) fornecido aos Pôneis Miniaturas.

Suplemento	M.S. (%)	ED (Mcal/kg)	PB (%)	Ca (%)	P (%)
Alfafa desidratada	91,8	1,96	17,4	1,38	0,23
Óleo de soja	-	9,00	-	1*	3*
Melaço	77,9	2,76	6,6	0,12	0,02

* unidades em ppm

3.3. MANEJO DA ALIMENTAÇÃO

Os cavalos eram alimentados individualmente, 2 vezes ao dia, com intervalos de 12 horas entre refeições. As refeições eram pré-pesadas em baldes para assegurar mínima diferença de tempo de fornecimento de alimento entre animais. Cada cavalo tinha seu próprio balde com etiqueta, identificando o cavalo e respectivo tratamento. Os baldes eram utilizados para a pesagem do concentrado, suplemento mineral e feno, bem como para a pesagem da sobra de alimento após a refeição.

Os cavalos eram colocados em baias individuais, com piso de concreto e comedouros de metal para o fornecimento da ração. Cada baia continha seu próprio bebedouro, o qual era completado antes de todas as refeições. Os cavalos permaneciam nas baias por 3 horas, tempo necessário para o consumo do ali-

mento. Após 3 horas os cavalos eram soltos num piquete para exercício, com livre acesso à água e sombra, permanecendo aí até a próxima refeição. Eram, então, coletadas as sobras remanescentes, pesadas, anotadas e amostradas, seguindo-se a limpeza das baias.

Houve um período de 10 dias para adaptação às atividades de rotina e ajuste à dieta, fornecendo-se inicialmente, em média por animal, 3,25 kg de concentrado (M. original) e 1,35 kg de feno (M. original). As exigências nutricionais foram obtidas das tabelas de 1989 do NRC para cavalos, bem como estimativas de consumo de matéria seca (1,5% do peso vivo).

Os cavalos eram pesados 2 vezes na semana e o fornecimento das rações era ajustado ao seu peso vivo.

A água foi fornecida *ad libitum*.

Os cavalos eram examinados após todas as refeições para observação de quaisquer sinais de doenças ou machucaduras. Todos os tratamentos veterinários ou medicações eram registrados e datados.

Procedeu-se a vacinação, vermifugação, casqueamento e raspagem dos dentes de todos os cavalos no início do experimento, enquanto que a vermifugação foi repetida no início de cada novo período.

3.4. PERÍODO DE DEPLEÇÃO

O procedimento durante este período foi o mesmo utilizado com os tratamentos. A dieta de depleção era uma ração peletizada contendo palha de trigo, milho e uréia (Tabelas 5 e 6) a qual foi formulada para atender aos requerimentos em energia e proteína, segundo o NRC (1989), mas para ser deficiente em macro e micro minerais. Esta ração promovia a depleção da reserva lábil de minerais para criar a demanda nos períodos de tratamentos. Neste período os animais não recebiam feno.

Tabela 5. Fórmula da ração de depleção fornecida aos Pôneis Miniaturas.

Ingredientes	Porcentagem (%)
Palha de trigo	65,00
Milho	34,00
Uréia	1,00

Tabela 6. Composição química e energética da ração de depleção fornecida aos Pôneis Miniaturas.

Componentes	Quantidades/dia
Energia digestível (Mcal/kg)	5,92
Proteína bruta (kg)	0,227
Cálcio (g/kg)	3,3
Fósforo (g/kg)	3,2

3.5. PESAGENS DOS ANIMAIS

Uma balança de plataforma, marca DETECTO modelo 2813, foi usada para a pesagem dos animais. A balança era calibrada com um peso de 25 kg antes das pesagens.

As pesagens foram efetuadas antes do início do experimento e duas vezes por semana (aos domingos e quartas-feiras) durante todo o período experimental, antes da primeira refeição.

Todas as pesagens foram registradas no livro de campo.

3.6. AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

Os cavalos recebiam pontuações de 1 a 9, segundo suas condições de gordura corporal. A condição 1 indica um estado pobre e 9 extremamente gordo. Três técnicos faziam essa avaliação, 2 vezes na semana. Cada técnico possuía consigo uma descrição da condição corporal e respectivos valores, segundo HENNEKE et alii (1983), cujo sistema foi desenvolvido para éguas. Não houve nenhuma adaptação do sistema quando aqui utilizado para machos castrados. Essa avaliação era feita visualmente e fisicamente, apalpando regiões tais como: costelas, cernelha, pescoço e inserção da cauda. Com as 3 pontuações provindas de cada técnico, fazia-se uma média, a qual era registrada na ficha individual de cada cavalo no livro de campo.

3.7. COLETA TOTAL

Durante os quatro últimos dias de cada fase experimental, os cavalos eram confinados em gaiolas metabólicas individuais. Essas gaiolas são especialmente construídas para machos, permitindo a coleta da urina separada das fezes. Possuem piso, comedouros e bebedouros de material plástico, sendo ideal para estudo de minerais.

De modo geral, a metodologia utilizada foi semelhante à de SCHRYVER et alii (1987) e também de HINTZ & SCHRYVER (1973).

A coleta total era feita duas vezes ao dia antes do fornecimento das refeições. A pesagem das fezes era sempre precedida de calibragem da balança. A urina era medida em balão volumétrico de 1000 ml. Os pesos e volumes eram registrados e 10% dos mesmos eram amostrados. A urina era acidificada com H_2SO_4 7N logo que coletada e armazenada em garrafas plásticas e as fezes em sacos plásticos especiais para congelador. Ambos recebiam etiquetas identificando o animal, tratamento, período experimental, e guardadas em congelador para formação de amostra composta. No final dos quatro dias de coleta, homogeneizava-se bem a urina e as fezes até então coletadas, e retirava-se uma amostra composta para posterior análise.

Durante os períodos de confinamento nas gaiolas, os animais eram exercitados cerca de 30 minutos, tomando-se os devidos cuidados para que nada fosse consumido pelos

animais e também impedia-se a perda de excreções (urina e fezes).

3.8. PREPARO DAS AMOSTRAS

Das amostras compostas de fezes de cada animal, retiravam-se 2 g as quais eram utilizadas para determinar o conteúdo de umidade. Para isto, colocava-se as 2 g na estufa à temperatura de $100^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas e anotava-se o peso final da amostra.

O restante das fezes era colocado em estufa a $47^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura por 5 dias. Depois de secas, as fezes eram finamente moídas em moedor Willey e sub-amostras de 0,25 g retiradas e digeridas para a determinação dos minerais.

Também foram obtidas amostras compostas dos diversos alimentos utilizados (concentrado, feno, suplemento mineral e ração de depleção). Após a moagem fina, igual quantidade de (0,25 g) de cada alimento foi digerida para a determinação de minerais.

Das amostras compostas de urina, 10 ml foram utilizadas para a digestão e determinação do conteúdo mineral.

O procedimento de digestão das amostras foi feito segundo a metodologia de PARKINSON & ALLEN (1975) e, a concentração dos minerais nas amostras analisada através do

equipamento "PERKIN-ELMER PLASMA II INDUCTIVE COUPLED ARGON PLASMA EMISSION SPECTROPHOTOMETER (ICP)".

3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O modelo matemático adotado para a análise da variância e para o teste F foi o Quadrado Latino (PIMENTEL-GOMES, 1985):

$$Y_{ijk} = m + t_i + P_j + a_k + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = resposta obtida do i-ésimo tratamento, no j-ésimo período, no k-ésimo animal, para cada variável resposta;

m = constante

t_i = efeito do i-ésimo tratamento, $i=1, \dots, I$;

P_j = efeito do j-ésimo período, $j=1, \dots, J$;

a_k = efeito do k-ésimo animal, $k=1, \dots, K$;

e_{ijk} = erro aleatório, referente a cada observação, considerando-se que $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

Para detalhamento da análise foi utilizado o teste de Duncan, aplicado apenas às médias de tratamentos, cuja fórmula é:

$$\text{d.m.s.} = \Delta = z \sqrt{\frac{\text{QMR}}{r}}$$

onde:

QMR = quadrado médio do resíduo da análise de variância;

r = número de repetições

z = valor tabelado do teste de Duncan a um nível de significância $(1 - \alpha)^{I-1}$, onde I é o número de tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CÁLCIO

As Tabelas 7 e 8 mostram, respectivamente, a análise da variância com o teste F e, o teste de Duncan para as médias dos tratamentos, referentes às respostas medidas para o cálcio.

Tabela 7. Análise da variância e teste F para as respostas com relação ao cálcio no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.							
		Consumo (g/d)	Fezes (g/d)	Absorção (g/d)	Absorção Urina (% Cons.) (g/d)	Retenção (g/d)	Retenção (% Cons.)	Retenção (% Abs.)	
Períodos	3	0,050	0,392	0,477	50,370	0,438	1,051	154,729	353,324
Animais	3	5,299	0,986	2,366	58,122	0,551	4,400	293,352	656,224
Tratamentos	3	0,087 ^{ns}	0,109 ^{ns}	0,049 ^{ns}	10,216 ^{ns}	0,737 ^{ns}	0,971 ^{ns}	130,796 ^{ns}	588,261*
Resíduo	6	0,030	0,441	0,552	64,425	0,130	0,291	32,557	67,553
TOTAL	15								

* Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se pela Tabela 7 que houve diferença significativa para tratamentos, pelo teste F, com relação ao cálcio no metabolismo dos animais, apenas para a resposta retenção (% absorção) ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao cálcio no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo(g/d)	8,60a	8,34ab	8,35ab	8,25b
Fezes (g/d)	4,69	4,53	4,30	4,42
Absorção(g/d)	3,91	3,81	4,05	3,83
Absorção (%consumo)	45,29	44,96	48,50	46,21
Urina (g/d)	0,64a	1,10ab	0,92a	1,66b
Retenção(g/d)	3,27a	2,71ab	3,13a	2,17b
Retenção(% consumo)	37,81a	31,17ab	37,15a	25,63b
Retenção (% absorção)	83,32a	66,26bc	76,52ab	55,58c

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 8, observa-se que o teste de Duncan acusou diferença significativa a um nível $(1 - \alpha)^{I-1}$, com $\alpha = 0,05$, entre os tratamentos: entre D e C para a resposta consumo (g/d), sendo D o tratamento que apresentou a maior média; entre D e C e entre B e C para a resposta urina (g/d), onde o tratamento C apresentou a maior média; entre D e C para a resposta retenção (g/d), sendo a maior média devida ao tratamento

D; entre D e C e entre B e C para a resposta retenção (% consumo), com a maior média também para o tratamento D; entre D e A, entre B e C e entre D e C, para a resposta retenção (% absorção), com maior média para o tratamento D. Entre os demais tratamentos para essas respostas e, para as demais respostas, não houve diferença significativa entre si ao nível citado.

A maior quantidade de Ca excretada na urina foi encontrada no tratamento com maior porcentagem de zeolita. Já o consumo de Ca foi maior para o tratamento basal ou seja, que não continha zeolita. Os parâmetros retenção (g/d), retenção (% consumo) e retenção (% absorção), apresentaram todas diferenças significativas ($P < 0,05$) com maiores médias para o tratamento D (0% ZSA), mostrando que não houve efeito benéfico do ZSA sobre retenção de Ca.

Esses resultados não estão de acordo com os de ROLAND et alii (1985) e EDWARDS (1986), pois esperava-se efeito benéfico da zeolita sobre a absorção de Ca, e os parâmetros absorção (g/d) e absorção (% consumo) não mostraram diferença significativa entre tratamentos.

De acordo com MING & MUMPTON (1989), ZSA possui a maior seletividade para Ca, e o Na associado à sua estrutura é preferencialmente substituído por Ca (WATKINS & SOUTHERN, 1989). Reduzindo-se a disponibilidade de Ca no meio, espera-se um aumento da reabsorção óssea.

O resultado obtido leva a crer que, ou os ani-

mais não foram depletados o suficiente para criar uma demanda por Ca e permitir o efeito benéfico da ZSA sobre a absorção de Ca no período de repleção (tratamento) ou, então, os níveis de zeolita não foram altos o suficiente para promoverem resposta significativa. Por outro lado, pode-se pensar também que a dieta fornecendo cálcio em níveis adequados a ZSA não promoveu aumento da reabsorção óssea. Tanto é que o maior nível de excreção de Ca na urina foi para o tratamento com maior nível de zeolita (4%), o que poderia confirmar a sua maior seletividade para Ca entre todos os íons trocáveis.

4.2. FÓSFORO

Nas Tabelas 9 e 10 são mostradas, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan, para as médias dos tratamentos, referentes às variáveis medidas para o fósforo.

Observou-se para essa variável um "outlier" na resposta retenção (% absorção). Assim, são apresentados os resultados na presença e na ausência de uma amostra para melhor entendimento dos resultados obtidos.

Tabela 9. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao fósforo no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q. M.								
		Consumo (g/d)	Fezes (g/d)	Absorção (g/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (g/d)	Ret. (g/d)	Ret. (% con.)	Ret. (%Abs) com "outlier"	Ret. (%Abs) sem "outlier"
Períodos	3	0,029	0,774	0,888	238,477	0,002	0,846	224,675	2677,879	14,469
Animais	3	2,398	0,864	0,825	232,085	0,002	0,819	237,440	2736,820	9,750
Tratamentos	3	0,091*	0,126 ^{ns}	0,360 ^{ns}	107,236 ^{ns}	0,008*	0,339 ^{ns}	101,785 ^{ns}	1852,825 ^{ns}	60,788 ^{ns}
Resíduo	6	0,016	0,435	0,506	140,341	0,002	0,522	146,761	2776,761	15,288
TOTAL	15									

* Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Evidencia-se na Tabela 9, que houve diferença significativa pelo teste F, para tratamentos apenas para as respostas consumo e urina (a um nível de 5% de probabilidade). Deve ser ressaltada que para a variável retenção (% absorção) não foi evidenciada diferença pelo teste F na presença ou ausência do "outlier", mostrando que este dado discrepante não alterou o resultado do teste.

Tabela 10. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao fósforo no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (g/d)	5,87a	5,78a	5,72ab	5,51b
Fezes (g/d)	5,10	4,94	4,94	5,32
Absorção (g/d)	0,77	0,84	0,77	0,20
Absorção (% consumo)	12,44	13,53	13,30	2,78
Urina (g/d)	0,09a	0,00b	0,00b	0,00b
Retenção (g/d)	0,67	0,84	0,77	0,19
Retenção (% consumo)	10,92	13,47	13,21	2,71
Retenção (% absorção)				
com "outlier"	142,87	99,84	99,50	100,13
sem "outlier"	90,61a	99,84b	99,50b	100,13b

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

O teste de Duncan (Tabela 10), mostrou diferenças significativas para os tratamentos: entre D e C na resposta consumo (g/d), com maior média para o tratamento D; entre D e todos os demais na resposta urina (g/d), com maior média para o tratamento D; e entre D e todos os demais para a resposta retenção (% absorção), quando na ausência do dado discrepante, com maior média para o tratamento C. Observa-se, então, que o teste de Duncan apresentou resultados diferentes na presença ou ausência do "outlier". Entre os demais tratamentos e para as demais respostas não foi evidenciada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos.

Segundo os resultados obtidos pela análise estatística, o consumo (g/d) de P foi maior para o tratamento em branco (tratamento D), assim como sua excreção na urina (g/d).

Vê-se também que o tratamento com maior nível de zeolita teve a maior média para retenção de P em relação a absorção, o que discorda com dados de SCHRYVER et alii (1986). Há uma tendência de que o P se ligue ao Al da estrutura do ZSA (EDWARDS, 1987), reduzindo assim sua disponibilidade. Este efeito benéfico do ZSA sobre a retenção (% absorção) do P foi inesperado, não se tendo explicação plausível para o acontecido. Poder-se-ia pensar em erros de metodologia na determinação do mineral, ou no delineamento estatístico.

A análise incluindo o "outlier" não revelou diferença significativa entre os tratamentos para este parâmetro retenção (% absorção), o que estaria de acordo com os resultados obtidos por outros autores.

4.3. MAGNÉSIO

Nas Tabelas 11 e 12 são mostradas, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan, para as médias dos tratamentos, referentes às respostas medidas para o magnésio.

Tabela 11. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao magnésio no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q. M.							
		Consumo (g/d)	Fezes (g/d)	Absorção (g/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (g/d)	Retenção (g/d)	Retenção (% Cons.)	Retenção (% Abs.)
Períodos	3	0,004	0,055	0,085	73,368	0,178	0,182	213,280	1251,898
Animais	3	0,637	0,186	0,264	79,434	0,070	0,081	58,470	74,436
Tratamentos	3	0,135**	0,122 ^{ns}	0,021 ^{ns}	32,182 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,090 ^{ns}	92,485 ^{ns}	611,950 ^{ns}
Resíduo	6	0,005	0,099	0,122	130,980	0,042	0,096	111,332	498,712
TOTAL	15								

** Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 11, evidenciou-se diferença significativa entre tratamentos pelo teste F, apenas para a resposta consumo (ao nível de 1% de probabilidade).

Tabela 12. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao magnésio no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (g/d)	3,06a	2,88b	2,73c	2,64c
Fezes (g/d)	1,98	1,73	1,58	1,64
Absorção (g/d)	1,08	1,15	1,15	1,00
Absorção (% consumo)	34,70	39,40	41,48	38,31
Urina (g/d)	0,77	0,83	0,79	0,97
Retenção (g/d)	0,31	0,32	0,35	0,03
Retenção (% consumo)	10,39	10,43	12,07	1,47
Retenção (% absorção)	29,76	24,46	24,68	2,05

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 12, observa-se que o teste de Duncan mostrou diferença significativa entre o tratamento D e todos os demais e entre o tratamento A com B e C, para a resposta consumo (g/d), com o tratamento D apresentando a maior média, não havendo diferença entre os demais tratamentos para esta resposta, nem para as demais respostas.

Pelos resultados da análise estatística, percebe-se claramente que o consumo de Mg foi maior para o tratamento basal (tratamento D), e constata-se que ZSA não teve interferência sobre o metabolismo de Mg pelos parâmetros medidos.

4.4. POTÁSSIO

Nas Tabelas 13 e 14 são mostradas, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan, para as médias dos tratamentos, referentes às respostas medidas para o potássio.

Tabela 13. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao potássio no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.							
		Consumo (g/d)	Fezes (g/d)	Absorção (g/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (g/d)	Retenção (g/d)	Retenção (% Cons.)	Retenção (% Abs.)
Períodos	3	0,214	0,782	0,910	14,419	12,678	16,342	314,937	357,532
Aniamis	3	49,428	0,239	43,101	3,858	3,192	40,023	177,813	217,542
Tratamentos	3	0,958 ^{ns}	0,806 ^{ns}	3,342 ^{ns}	18,411 ^{ns}	4,906 ^{ns}	5,581 ^{ns}	73,660 ^{ns}	82,704 ^{ns}
Resíduo	6	0,195	0,354	0,883	6,432	5,258	4,784	83,098	115,957
TOTAL	15								

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 13 não foi evidenciada diferença significativa entre tratamento para nenhuma resposta com relação ao potássio.

Tabela 14. Teste de Duncan, para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao potássio no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (g/d)	24,55a	24,37a	24,45a	23,49b
Fezes (g/d)	2,85	2,83	3,24	3,78
Absorção (g/d)	21,71a	21,55a	21,21ab	19,71b
Absorção (% consumo)	88,31	88,21	86,79	83,71
Urina (g/d)	11,30	9,24	8,78	9,46
Retenção (g/d)	10,41	12,30	12,43	10,25
Retenção (% consumo)	42,64	49,65	50,20	42,37
Retenção (% absorção)	48,18	56,04	57,73	50,33

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se, pela Tabela 14 que, embora o teste F não evidenciasse nenhuma diferença entre tratamentos, houve diferença significativa pelo teste de Duncan para os tratamentos: entre C e os demais para a resposta consumo (g/d), com maior média para o tratamento D; entre o tratamento C e D e entre C e A, para a resposta absorção (g/d), com maior média apresentada pelo tratamento D, não se evidenciando diferença significativa entre os demais tratamentos e nem para as demais respostas.

A ZSA não tem efeito benéfico no metabolismo de K, sendo que as maiores médias para o consumo (g/d) e absorção

(g/d) foram para o tratamento basal (0% ZSA). Não há informação alguma na literatura mostrando interrelação entre ZSA e K, como também aqui é confirmado.

4.5. SÓDIO

Nas Tabelas 15 e 16 são mostrados, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan para as médias dos tratamentos, referentes às respostas medidas para o sódio.

Tabela 15. Análise da variância e teste F para as respostas com relação ao sódio no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.								
		Consumo (g/d)	Fezes (g/d)	Absorção (g/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (g/d)	Ret.(g/d)	Ret.(% con.)	Ret. (%Abs) com "outlier"	Ret. (%Abs) sem "outlier"
Períodos	3	0,029	0,774	0,888	238,477	0,002	0,846	224,675	2677,879	14,469
Animais	3	2,398	0,864	0,825	232,085	0,002	0,819	237,440	2736,820	9,750
Tratamentos	3	0,091*	0,126 ^{ns}	0,360 ^{ns}	107,236 ^{ns}	0,008*	0,339 ^{ns}	101,785 ^{ns}	1852,825 ^{ns}	60,788 ^{ns}
Resíduo	6	0,016	0,435	0,506	140,341	0,002	0,522	146,761	2776,761	15,288
TOTAL	15									

* Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao sódio, observa-se pela Tabela 15

diferença significativa para tratamentos, pelo teste F, para as respostas consumo, absorção (g/d) (ao nível de 1% de probabilidade), fezes, absorção(% consumo) e urina ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao sódio no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (g/d)	9,06a	10,91b	13,29c	15,32d
Fezes (g/d)	1,06a	1,01a	1,44a	2,64b
Absorção (g/d)	8,01a	9,91b	11,85c	12,69d
Absorção (% consumo)	88,38a	90,69a	89,20a	83,12b
Urina (g/d)	1,95a	2,84a	3,68ab	5,46b
Retenção (g/d)	6,06	7,07	8,17	7,23
Retenção (% consumo)	66,82a	63,85ab	60,02ab	46,77b
Retenção (% absorção)	75,31	70,52	67,50	56,30

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Evidencia-se pela Tabela 16, diferença significativa para os tratamentos: entre todos eles (A, B, C e D) para as respostas consumo (g/d) e absorção (g/d), com maior média, em ambas, para o tratamento C; entre C e os demais para as respostas fezes (g/d) e absorção (% consumo), com maior média, respectivamente, para o tratamento C para a primeira resposta e, para o tratamento A para a segunda resposta; apenas

entre D e C para as respostas urina (g/d) e retenção (% consumo), com maior média, respectivamente, para o tratamento C para a primeira resposta e para o tratamento D para a segunda resposta. Não se evidenciou nenhuma diferença entre os demais tratamentos, nem para nenhuma das outras respostas.

O efeito da ZSA quanto ao Na já era esperado para os parâmetros a seguir, pois maior quantidade de Na é encontrada no tratamento com maior nível de ZSA, mostrando assim que o consumo (g/d), a excreção na urina (g/d) e fezes (g/d) foram maiores para o tratamento C (4,00% ZSA).

4.6. COBRE

Nas Tabelas 17 e 18 são mostradas, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan, para as médias dos tratamentos, referentes às respostas medidas para o cobre.

Tabela 17. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao cobre no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	C.L.	Q. M.							
		Consumo (mg/d)	Fezes (mg/d)	Absorção (mg/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (mg/d)	Retenção (mg/d)	Retenção (% Cons.)	Retenção (% Abs.)
Períodos	3	1,522	53,818	53,094	324,075	0,002	52,645	321,521	0,267
Animais	3	105,020	62,567	12,065	39,775	0,002	11,989	40,143	0,350
Tratamentos	3	1,133 ^{ns}	2,195 ^{ns}	2,515 ^{ns}	11,760 ^{ns}	0,001 ^{ns}	2,530 ^{ns}	11,843 ^{ns}	0,320 ^{ns}
Resíduo	6	0,702	13,827	15,828	92,092	0,001	15,793	92,016	0,312
TOTAL	15								

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Observando-se a Tabela 17, não se evidencia diferença significativa para tratamentos, pelo teste F, para nenhuma resposta avaliada para o cobre.

Tabela 18. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao cobre no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (mg/d)	38,61	38,79	38,79	37,68
Fezes (mg/d)	30,54	20,09	29,12	28,98
Absorção (mg/d)	8,07	9,70	9,67	8,70
Absorção (% consumo)	21,39	24,14	25,34	22,71
Urina (mg/d)	0,04	0,02	0,03	0,01
Retenção (mg/d)	8,03	9,67	9,64	8,69
Retenção (% consumo)	21,29	24,08	25,27	22,69
Retenção (% absorção)	99,25	99,82	99,79	99,84

O detalhamento da análise, através do teste de Duncan (Tabela 18), também mostra que não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ao nível de significância indicado.

4.7. ZINCO

Nas Tabelas 19 e 20 são mostradas, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan para as médias dos tratamentos referentes às respostas medidas para o zinco.

Tabela 19. Análise da variância e teste F para as respostas com relação ao zinco no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.							
		Consumo (mg/d)	Fezes (mg/d)	Absorção (mg/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (mg/d)	Retenção (mg/d)	Retenção (% Cons.)	Retenção (% Abs.)
Períodos	3	17,908	720,104	653,836	363,840	2,539	712,158	413,853	1783,441
Animais	3	1204,795	859,844	124,830	44,769	5,848	173,943	68,224	4180,906
Tratamentos	3	12,971 ^{ns}	98,194 ^{ns}	66,383 ^{ns}	40,007 ^{ns}	2,819 ^{ns}	55,152 ^{ns}	32,015 ^{ns}	2813,974 ^{ns}
Resíduo	6	8,201	173,287	220,665	120,107	5,903	200,875	111,712	3181,933
TOTAL	15								

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Também com relação às respostas para o zinco, não se evidenciou diferença significativa para tratamentos, pelo teste F, para nenhuma das respostas, conforme pode ser visualizado na Tabela 19

Tabela 20. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos para as respostas com relação ao zinco no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (mg/d)	131,05	131,67	131,65	127,90
Fezes (mg/d)	119,90	113,64	112,26	107,92
Absorção (mg/d)	11,15	18,03	19,39	19,98
Absorção (% consumo)	8,67	12,73	15,52	15,20
Urina (mg/d)	1,31	1,25	1,51	3,02
Retenção (mg/d)	9,84	16,78	17,88	16,96
Retenção (% consumo)	7,64	11,78	14,33	12,51
Retenção (% absorção)	92,45	97,70	93,14	41,59

Na Tabela 20, os resultados do teste de Duncan, para tratamentos, confirmam os resultados da análise da variância, ou seja, não se evidencia diferença entre tratamentos para nenhuma resposta com relação ao zinco.

Os resultados obtidos não mostraram efeito da ZSA sobre Cu e Zn. O achado está de acordo com WARD et alii (1990), ao utilizar ZSA como aditivo alimentar para suínos, o qual não preveniu acúmulo de Cu no fígado ou úlceras gástricas quando dietas com excesso de Cu foram fornecidas. No entanto, a ZSA promove aumento da absorção de Zn para aves (WARD et alii, 1991). Esses resultados conflitantes sugerem a necessidade de estudos com estes minerais devido ao importante papel que desempenham na formação óssea dos eqüinos.

4.8. FERRO

Nas Tabelas 21 e 22 são mostradas, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan para as médias dos tratamentos, referentes às respostas medidas para o ferro. Ressalta-se que os resultados obtidos para as respostas para o ferro não são confiáveis, devido ao seu alto nível de contaminação, pois está presente em todo material biológico (JANKOWIAK & Le VIER, 1971).

Tabela 21. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao ferro no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.							
		Consumo (mg/d)	Fezes (mg/d)	Absorção (mg/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (mg/d)	Retenção (mg/d)	Retenção (% Cons.)	Retenção (% Abs.)
Períodos	3	130,579	95702,303	95176,982	2232,308	5,749	96571,708	2269,409	170,227
Animais	3	37451,824	13118,000	8462,971	262,163	1,754	8619,936	268,682	141,388
Tratamentos	3	422,625 ^{ns}	20752,317 ^{ns}	25713,571 ^{ns}	638,902 ^{ns}	1,729 ^{ns}	26033,892 ^{ns}	649,675 ^{ns}	159,058 ^{ns}
Resíduo	6	126,642	9535,182	9776,936	260,677	2,823	9788,008	264,056	151,430
TOTAL	15								

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se, pela Tabela 21, que não se evidenciou diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste F, para nenhuma das respostas medidas para o ferro. Não pode-se afirmar, entretanto, que esses resultados sejam verdadeiros, devido às discrepâncias já citadas.

Tabela 22. Teste de Duncan, para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao ferro no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (mg/d)	660,04ab	659,37ab	666,62a	642,52b
Fezes (mg/d)	654,26	576,47	642,40	751,14
Absorção (mg/d)	5,78ab	82,90a	24,22ab	-108,62b
Absorção (% consumo)	2,04	9,79	4,16	-19,08
Urina (mg/d)	0,99	1,48	1,40	2,53
Retenção (mg/d)	4,79ab	81,41a	22,82ab	-111,15b
Retenção (% consumo)	1,90	9,56	3,94	-19,52
Retenção (% absorção)	113,39	101,40	100,69	100,32

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 22, observa-se que, embora o teste F não evidenciasse diferença entre os tratamentos para nenhuma resposta ao ferro, o teste Duncan detectou as seguintes diferenças: entre o tratamento B e C para a resposta consumo (g/d), com maior média para o tratamento B; entre o tratamento A e C para a resposta absorção (g/d), com maior média para o tratamento A; resultado idêntico para a resposta retenção (g/d). Não se evidenciou diferença significativa entre os demais tratamentos, nem para nenhuma das outras respostas.

4.9. MANGANÊS

Nas Tabelas 23 e 24 são mostradas, respectivamente, a análise da variância com o teste F, e o teste de Duncan para as médias dos tratamentos, referentes às respostas medidas para o manganês.

Tabela 23. Análise da variância e teste F, para as respostas com relação ao manganês no metabolismo dos animais.

Fontes de Variação	G.L.	Q. M.							
		Consumo (mg/d)	Fezes (mg/d)	Absorção (mg/d)	Absorção (% Cons.)	Urina (mg/d)	Retenção (mg/d)	Retenção (% Cons.)	Retenção (% Abs.)
Períodos	3	32,381	2123,302	2194,033	404,299	0,037	2221,528	410,919	9872,204
Animais	3	3907,582	2063,972	333,806	40,518	0,102	347,352	43,829	3276,961
Tratamentos	3	158,237*	44,657 ^{ns}	206,707 ^{ns}	35,425 ^{ns}	0,020 ^{ns}	221,407 ^{ns}	39,194 ^{ns}	3080,876 ^{ns}
Resíduo	6	25,155	622,657	711,686	121,043	0,042	700,739	118,895	2520,237
TOTAL	15								

* Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Evidencia-se, pela Tabela 23, diferença significativa entre tratamentos, pelo teste F, apenas para a resposta consumo (g/d) com relação ao manganês (ao nível de 5% de probabilidade).

Tabela 24. Teste de Duncan para as médias dos tratamentos, para as respostas com relação ao manganês no metabolismo dos animais.

Variáveis	TRATAMENTOS			
	D	A	B	C
Consumo (mg/d)	224,43a	225,52a	226,23a	212,91b
Fezes (mg/d)	203,01	195,29	201,58	199,88
Absorção (mg/d)	21,42	30,23	24,65	13,03
Absorção (% consumo)	9,63	12,24	11,24	5,48
Urina (mg/d)	0,29	0,24	0,20	0,37
Retenção (mg/d)	20,78	29,13	23,72	11,37
Retenção (% consumo)	9,35	11,73	10,82	4,68
Retenção (% absorção)	46,89	47,36	86,13	101,70

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

O teste de Duncan (Tabela 24) mostrou diferença significativa apenas entre o tratamento C e os demais para a resposta consumo (g/d), não se evidenciando diferença significativa entre os demais tratamentos e nem para as demais respostas.

Não era esperado efeito algum da ZSA sobre Mn, desde que não se tem conhecimento de alguma interrelação entre os minerais contidos na ZSA e Mn. Sab-se apenas que tanto Si como Mn participam da formação da cartilagem (MAYNARD et alii, 1979; CARLISLE, 1980a) como constituintes de enzimas (LEACH, 1974).

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com este estudo mostraram dados opostos aos até então conseguidos por outros autores. Para os níveis de ZSA utilizados encontrou-se um efeito benéfico sobre o P e negativo sobre o Ca e nenhum efeito sobre Cu e Zn. Isto pode ter resultado de períodos curtos de depleção não suficientes para diminuir a reserva lábil dos animais ou ser resultado de níveis ou metodologia não adequados para medir o efeito da ZSA.

Entre as dificuldades apresentadas no decorrer deste projeto estava a falta de conhecimento na metodologia utilizada para determinação dos minerais. Não se sabe se o método descrito por PARKINSON & ALLEN (1975) é adequado para determinar minerais nas fezes e urina, além do que, interferências do próprio equipamento (ICP) pode ter distorcido ou mascarado os dados de Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Zn e Mn, assim como o foi com o Fe.

Pode-se concluir que o mecanismo de ação da ZSA esteja realmente ligado à sua capacidade de troca iônica com maior seletividade para o Ca, pois embora não tenha afetado a absorção desse mineral pelo organismo, a maior quantidade de

Ca excretada na urina é encontrada no tratamento com maior porcentagem de ZSA (4%). Em outras palavras, a ZSA adsorveu mais Ca do meio, resultando numa maior excreção.

Sugere-se que novas pesquisas com eqüinos sejam feitas com outro tipo de metodologia experimental, onde seja possível avaliar-se o efeito da ZSA no conteúdo mineral dos tecidos. Ensaio de digestibilidade com coleta total não são adequados para a medição de minerais, assim como o são o uso de marcadores e elementos radioativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, A.J.; ETZION, Z.; BERLYNE, G.M. Uptake, distribution and excretion of 31 silicon in normal rats. Am. J. Physiol., 251(1): E-670-3, 1986.
- AMDUR, M.D.; NORRIS, L.C.; HEUSER, G.F. The need for manganese in bone development by the rat. Soc. Exp. Biol. Med., 59: 259, 1945.
- BALLARD, R. & EDWARDS JR., H.M. Effects of dietary zeolite and vitamin A in tibial dyschondroplasia in chickens. Poultry Sci., 67: 113-9, 1988.
- BENKE, G.M. & OSBORN, T.W. Urinary silicon excretion by rats following oral administration of silicon compounds. Fd. Cosmet. Toxicol., 17: 123-7, 1978.
- BRIDGES, C.H.; WOMACK, J.E.; HARRIS, E.D.; SCHRUTCHFIELD, W. L. Considerations of copper metabolism in osteochondrosis of suckling foals. J. Am. Vet. Med. Assoc., 185: 175 - 8, 1984.
- CARBERY, J.T. Osteodysgenesis in a foal associated with copper deficiency. New Z. Vet. J., 26: 280, 1984.
- CARE, A.D. & VAN'T KLOOSTEN, A. Th. In vivo transport of magnesium and other cations across the wall of the gastrointestinal tract of sheep. J. Physiol., 177: 174, 1960.

CARLISLE, E.M. Silicon localization and calcification in developing bone. Fed. Am. Soc. Exp. Biol., 28: 374, 1969.

CARLISLE, E.M. Silicon; A possible factor in bone calcification. Science, 167: 279-80, 1970a.

CARLISLE, E.M. A relationship between silicon and calcium in bone formation. Fed. Am. Soc. Exp. Biol., 29: 565, 1970b. (nº 1785 Abstr.).

CARLISLE, E.M. Silicon, an essential element for the chick. Science, 178: 619-21, 1972.

CARLISLE, E.M. In vivo requirement for silicon in articular cartilage and connective tissue formation in the chick. J. Nutr., 106: 478-84, 1976.

CARLISLE, E.M. & ALPENFELS, W.F. A requirement for silicon for bone growth in culture. Fed. Am. Soc. Exp. Biol., 37: 1123, 1978.

CARLISLE, E.M. A silicon requirement for normal skull formation. J. Nutr., 10: 352-9, 1980a.

CARLISLE, E.M. Biochemical and morphological changes associated with long bone abnormalities in silicon deficiency. J. Nutr., 10: 1046-56, 1980b.

CARLISLE, E.M. Silicon in bone formation. In: SIMPSON, T.L. & VOLCANI, B.E. (ed.). Silicon and siliceous structures in biological systems. New York, Springer-Verlag, 1981. Cap. 4, p. 69-94.

CARLISLE, E.M. Silicon. In: MERTZ, W. (ed.). Trace element in human and animal nutrition. Orlando, Academic Press, Inc., 1986. V.2, Cap. 7, p. 373-90.

- CARLISLE, E.M. & CURRAN, M.J. An interrelationship between silicon and aluminum in the rat. Fed. Am. Soc. Exp. Biol., 46: 755, 1987. (nº 2558).
- CARLISLE, E.M.; CURRAN, M.J.; DUONG, T. Effect of the thyroid on dietary silicon and aluminum on zinc in brain. FASEB Journal, 3(4): A-761, 1989. (nº 3103).
- CASKEY, C.D.; GALLUP, W.D.; NORRIS, L.C. The need for manganese in the bone development of the chick. J. Nutr., 17:407, 1939.
- CHARNOT, Y. & PERES, G. Contribution a l'étude de la regulation endocrinienne du metabolisme silicique. Anne Endocrinol., 32: 397-402, 1971.
- COOK, T.E.; CILLEY, W.A.; SAVITSKY, A.C.; WIERS, B.H. Zeolite A hidrolisis and degradation. Environ. Sci. Technol., 16: 344-50, 1982.
- DOBBIE, J.W. & SMITH, M.J.B. The silicon content of the body fluids. Scott. Med. J., 27: 17-9, 1982.
- DONOGHUE, S. Nutritionally-related bone diseases. Proc. AAEP, 26: 65-7, 1980.
- EDWARDS JR., H.M. Effect of zeolite in the diet on the development of tibia dyschondroplasia (TD). Poultry Sci., 65 (Supp. 1): 37, 1986. (Abstr.).
- EDWARDS JR., H.M. Response of broilers to zeolite in the feed when dietary calcium, phosphorus and chlorine vary. In: GEORGIA NUTR. CONF., Athens, 1987. Proceedings. Athens, University of Georgia, Departmente of Poultry Sciency, 1987. p. 129-39.
- ELLIOT, M.A. & EDWARDS JR., H.M. Effect of a synthetic zeolite (SZA) and a natural zeolite (ZA) on laying hens. Poultry Sci., 68(Supp. 1): 180, 1989. (Abstr.).

EMERICK, R.J. & KAYONGO-MALE, H. Interactive effects of dietary silicon, Cu and Zn in the rat. J. Nutr. Biochem., 1: 39-40, 1990a.

EMERICK, R.J. & KAYONGO-MALE, H. Silicon facilitation of Cu utilization in the rat. J. Nutr., Biochem., 1: 487-92, Set. 1990b.

FREY, K.S.; POTTER, G.D.; ODOM, T.W.; SENOR, D.S.; REAGNA, D.; WEIRE, V.H.; ESLANDER, J.; MORRIS, E.L.; SMITH, W.B. Radiographic bone density in weanling Quarter Horses fed zeolite A. In: EQUINE NUTR. PHYS. SYMP., 12., 1991. Proceedings. p.23.

GALLARGER, C.H. The pathology and biochemistry of copper deficiency. Aust. Vet. J., 33: 311-7, 1957.

GLOXHUBER, C.; POTOKAR, M.; PITTERMANN, W.; WALLAT, S.; BARTNIK, F.; REUTER, H.; BRAIG, S. Zeolite A - A phosphate substitute for detergents: toxicological investigation. Food and Chemical Toxicology, 21(2): 209-20, 1982.

GOLDWATER, L.J. The urinary excretion of silica in non-silicotic humans. J. Ind. Hyg. Toxicol., 18: 163-6, 1936.

GUGGENHEIM, K.; TAL, E.; ZOR, U. The effect of copper on the mineralization of bones of mice fed on a meat diet. Br. J. Nutr., 18: 529-35, 1964.

HARRINGTON, D.D.; WALSCH, J.; WHITE, V. Clinical and pathological findings on the horse fed zinc-deficient diets. In: EQUINE NUTR. AND PHYSIOL. SYMP., 3., Gainesville, 1973. Proceedings. p.51.

- HARRIS JR., G.C.; PATTEN, J.D.; MACY, L.B.; WALDROUP, P. M.; LAURENT, S.M. Effect of Ethacal^R feed component on performance of broilers in moderate and hot climates. Poultry Sci., 67(Supp. 1): 18, 1988. (Abstr.).
- HENNEKE, D.R.; POTTER, G.D.; KRIEDER, J.L. A condition score relationship to body fat content of mares during gestation and lactation. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPO—SYM, 7., Warrenton, 1983. Proceedings.
- HINTZ, H.F. & SCHRYVER, H.F. Magnesium, calcium and phosphorus metabolism in ponies fed varying levels of magnesium. J. Anim. Sci., 37(4): 927-30, 1973.
- HURLEY, L.S.; GOWAN, J.; MILHAUD, G. Calcium metabolism in manganese deficient and zinc-deficient rats. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 130: 856-60, 1969.
- INGRAM, D.R.; AGUILLARD, C.D.; SKINNER, J.T. Broiler breed performance as influenced by Ethacal feed component. Nutr. Rep. Int., 36: 1205-9, 1987.
- INGRAM, D.R.; AGUILLARD, C.D.; LAURENT, S.M. Influence of sodium zeolite-A on hatchability of turkey eggs and poult performance. Poultry Sci., 68 (Supp. 1): 70, 1988a
- INGRAM, D.R.; AGUILLARD, C.D.; LAURENT, S.M. Bone development and breaking strength as influenced by sodium zeolite - A. Poultry Sci., 68 (Supp. 1): 71, 1988b.
- JANKOWIAK, M.E. & Le VIER, R.R. Elimination of phosphorus interference in the colorimetric determination of silicon in biological material. Analytical Biochemistry, 44: 462-72, 1971.

- JONES, L.H.P. & HANDRECK, K.A. The relation between the silic content of the diet and the excretion of silica by sheep. J. Agric. Sci., 65: 129, 1969.
- KELSAY, J.L.; BEHALL, K.M.; PRATHER, E.S. Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects. II. Calcium, magnesium, iron and silicon balances. Am. J. Clin. Nutr., 32: 1876-80, 1979.
- KING, E.J. & McGEORGE, M. LIV. The biochemistry of silic acid v. The solution of silica and silicate dusts in body fluids. Biochem. J., 32: 417-25, 1938.
- KNIGHT, A.; GABEL, A.A.; REED, S.M.; EMBERTSON, R.M.; TYZNIK, W.J.; BRAMLAGE, L.R. Correlation of dietary mineral to incidence and severity of metabolic bone disease in Ohio and Kentucky, Proc. AAEP, 31: 445, 1985.
- KONDO, N. & WAGAI, B. Experimental use of clinoptilolite tuff as dietary supplements for pigs. Yotonkai, p.1-4, 1968. (In: Poultry Sci., 60: 1221-8).
- LASSISTER, J.W. & MORTON, J.D. Effects of low manganese diet on certain ovine characteristics. J. Anim. Sci., 27: 776-9, 1968.
- LEACH JR., R.M. Biochemical role of manganese. In: MOEKSTRA, W.G. et alii (ed.). Trace element metabolism. Baltimore, University Park Press, 1974.
- LIPSTEIN, B. & HURWITZ, S. The effect of aluminium on the phosphorus availability in algae-containing diets. Poultry Sci., 61: 951-4, 1982.

- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G. The inorganic elements and their metabolism. In: Animal Nutrition. 7.ed. New York, McGraw-Hill, 1979. p.220-82.
- MILES, R.D.; LAURENT, S.M.; HARMS, R.H. Influence of sodium zeolite A (Ethacal) on laying hen performance. Nutr. Reports Int., 34(6): 1097-100, 1986.
- MING, D.W. & MUMPTON, F.A. Zeolite in soils. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B. (ed.). Minerals in soil environments. Madison, Soil Sci. Soc. Am., 1989. p.873-911.
- MUMPTON, F.A. & FISHMAN, P.H. The application of natural zeolite in animal science and aquaculture. J. Anim. Sc., 45: 1188-203, 1977.
- MURRAY, E.J. & MESSER, H.H. Turnover of bone zinc during normal and accelerated bone loss in rats. J. Nutr., 111:1641-7, 1981.
- NAKAUE, H.S. & KOELLIKER, J.K. Studies with clinoptilolite in poultry. 1. Effect of feeding varying levels of clinoptilolite (zeolite) to dwarf single comb White Leghorn pullets and amonia production. Poultry Sci., 60: 944-9, 1981.
- NOTTLE, M.C. & ARMSTRONG, J.M. Urinary excretion of silica by grazing sheep. Aust. J. Agric., 17: 165-73, 1966.
- NRC. Nutrient requirements of domestic animal nutrient requirements of horses. 5.ed. Washington, Academy of Science-National Research Council, 1989.
- NUNAMAKER, D.M.; BUTTERWECK, D.M.; BLACK, J. Fatigue fracture in Thoroughbred racehorses: relationship with age and strain. In: ANNU. MTG. ORTHOP. RES. SOC., 33., 1987. Proceedings. p.72.

- ONAGI, T. Treating experiments of chicken dropping with zeolite tuff powder. 2. Experimental use of zeolite-tuffs as dietary supplements for chickens. Rep. Yamagata Stock Raising Inst.,: 7-18, 1966. (In: Poultry Sci., 61: 438-42).
- OSTREICHER, P. & COUSINS, R.J. Copper and zinc absorption in the rat. Mechanism of mutual antagonism. J. Nutr., 115: 159-66, 1985.
- OTT, E.A. & ASQUITH, R.L. The influence of mineral supplementation on growth and skeletal development of yearling horse. J. Anim. Sci., 67: 2831-40, 1989.
- PARKINSON, J.A. & ALLEN, S.E. A wet oxidation procedure suitable for the determination of nitrogen and mineral nutrients in biological material. Comm. Soil & Plant Anal., 6(1): 1-11, 1975.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 12. ed. São Paulo, Nobel, 1985. 467p.
- POND, W.G. & YEN, J.T. Protection by clinoptilolite or zeolite Na A against cadmium-induced anemia in growing swine. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 173: 332-7, 1983.
- POTTER, G.J. & TOMAS, F.M. The effect and site of action of potassium upon magnesium absorption in sheep. Aust. J. Agr. Research, 27: 873-80, 1976.
- ROJAS, M.A.; DYER, L.A.; CASSATT, W.A. Manganese deficiency in the bovine. J. Anim. Sci., 24: 664-7, 1965.
- ROLAND, D.A.; LAURENT, S.M.; ORLOFF, H.D. Shell quality as influenced by zeolite with high ion-exchange capacity. Poultry Sci., 64: 1177-87, 1985.

ROLAND, D.A. Further studies of effects of sodium aluminosilicate on egg shell quality. Poultry Sci., 67: 577-84, 1988a.

ROLAND, D.A. The relationship of dietary phosphorus and sodium aluminosilicate on performance of commercial Leghorns. Poultry Sci., 67(Supp. 1): 31, 1988b. (Abstr.).

ROLAND, D.A. Beneficial effect of synthetic sodium aluminosilicate on feed efficiency and performance of commercial Leghorns. Poultry Sci., 68: 1241-5, 1989.

SCHRYVER, H.F.; MILLIS, D.L.; SODERHOLM, L.V.; WILLIAMS, J.; HINTZ, H.F. Metabolism of some essential minerals in ponies fed high levels of aluminum. Cornell Vet., 76: 354-60, 1986.

SCHRYVER, H.F.; PARKER, M.T.; DANILUK, P.D.; PAGAN, K.I.; WILLIAMS, J.; SODERHOLM, L.V.; HINTZ, H.F. Salt consumption and the effects of salt on mineral metabolism in horses. Cornell Vet., 77: 122-31, 1987.

SCHWARZ, K. & MILNE, D.B. Growth-promoting effects of silicon in rats. Nature, London, 239: 333-4, 1972.

SCHWARZ, K.A. A bound form of silicon in glycosaminoglycans and polyuranides. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 70: 1608-12, 1973.

SHANE, S.M. Synthetic zeolite feed component for laying hens. Poultry Tribune, 93: 22, 27, 97, 1987.

SIMPSON, T.L. & VOLCANI, B.E. Silicon and siliceous structures in biological systems. New York, Springer-Verlag, 1981. Cap. 1, p.3-13.

- SKINNER, J.T.; INGRAM, D.R.; LAURENT, S.M. Influence of Ethacal feed component on caged female broiler breeder performance. Poultry Sci., 67(Supp. 1): 35, 1988. (Abstr.).
- SMITH, J.E.; CIPRIANO, J.E.; DE BOWES, R.; MOORE, K. Iron deficiency and pseudo-iron deficiency in hospitalized horses. JAVMA, 188(3): 285-7, 1986.
- SMITH, S.E.; MEDLICOTT, M.; ELLIS, G.H. Manganese deficiency in the rabbit. Arch. Biochem., 4: 281-9, 1944.
- SPENCER, H. & LENDER, M. Adverse effects of aluminum-containing antacids on mineral metabolism. Gastroenterology, 76: 603-6, 1979.
- STARCHER, B.C.; HILL, C.H.; MADARA, J.G. Effect of zinc deficiency on bone collagenase and collagen turnover. J. Nutr. 110: 2095-102, 1980.
- STORER, N.L. & NELSON, T.S. The effect of various aluminum compounds on chick performance. Poultry Sci., 47: 244 - 7, 1968.
- WALDROUP, P.W.; SPENCER, G.K.; SMITH, N.K. Evaluation of zeolites in the diet of broiler chickens. Poultry Sci., 63: 1833-6, 1984.
- WARD, T.L.; WATKINS, K.L.; SOUTHERN, L.L. Interactive effects of zeolite-A (Ethacal^R) and monensinin uninfected and *Eimeria acervulina*-infected chicks. Poultry Sci., 69:276-80, 1990.
- WARD, T.L.; WATKINS, K.L.; SOUTHERN, L.L.; HOYT, P.G.; FRENCH, D.D. Interactive effects of sodium zeolite-A and copper in growing swine: Growth, and bone and tissue mineral concentrations. J. Anim. Sci., 69: 726-33, 1991.

WATKINS, K.L. & SOUTHERN, L.L. Effect of dietary sodium zeolite A and excess calcium on growth and tibia calcium and phosphorus concentration in uninfected and *Eimeria acervulina*-infected chicks. Poultry Sci., 68: 1236-40, 1989.

WILLIS, W.L.; QUARLES, C.R.; FAGERBERG, D.J.; SCHUTZE, J. V. Evaluation of zeolites fed to male broilers chickens. Poultry Sci., 61: 438-42, 1982.

APÊNDICE

Tabela 25. Balanço de macro minerais em Pôneis Miniaturas alimentados com ração de depleção.

Variáveis	MINERAL			
	Ca	P	Mg	K
Consumo (g/d)	2,55	2,25	1,30	9,52
Fezes (g/d)	3,56	2,90	0,96	3,44
Absorção (g/d)	-1,01	-0,65	0,34	6,08
Absorção (% consumo)	-58,15	-43,84	17,53	61,41
Urina (g/d)	0,44	0,02	0,28	4,37
Retenção (g/d)	-1,45	-0,67	0,06	1,71
Retenção (% consumo)	-75,65	-44,96	-4,41	13,65
Retenção (% absorção)	930,49	110,00	14,05	17,37

Tabela 26. Balanço de micro minerais em Pôneis Miniaturas alimentados com ração de depleção.

Variáveis	MINERAL				
	Na*	Cu	Zn	Fe	Mn
Consumo (mg/d)	0,00	7,49	24,61	881,17	40,46
Fezes (mg/d)	0,32	10,74	53,15	798,01	46,71
Absorção (mg/d)	-0,32	-3,25	-28,55	83,16	-6,25
Absorção (% consumo)	-	-59,10	-145,77	1,58	-33,72
Urina (mg/d)	0,31	0,03	0,60	0,63	0,14
Retenção (mg/d)	-0,63	-3,28	-29,14	82,53	-6,69
Retenção (% consumo)	-	-59,49	-148,47	1,50	-34,82
Retenção (% absorção)	-	111,81	110,16	99,80	100,02

* Valores em g/d. (incluído na categoria de micro por figurar em nível próximo dos elementos minerais desse grupo).

Tabela 27. Peso vivo, classificação corporal, consumo de matéria seca, digestibilidade da matéria seca, em Pôneis Miniaturas, alimentados com zeolita de sódio A (ZSA).

	TRATAMENTO			
	D	A	B	C
Peso vivo (kg)	278	279	264	280
Classificação corporal	5,0	5,0	5,0	5,0
Consumo M.S. (kg/d)				
Feno	1,25	1,25	1,18	1,26
Concentrado	2,33	2,35	2,21	2,35
Suplemento	0,58	0,58	0,55	0,58
Digestibilidade M.S. (%)	71,7	70,7	70,1	67,3

Tabela 28. Peso vivo e classificação corporal individual, para Pôneis Miniaturas durante diferentes períodos de tratamento.

	NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DOS PÔNEIS			
	85	6	172	159
Período 1				
Peso vivo (kg)	273	239	299	332
Classificação corporal	5,5	5,0	4,0	6,0
Tratamento	D	B	A	C
Período 2				
Peso vivo (kg)	269	224	299	328
Classificação corporal	6,0	5,0	4,0	6,0
Tratamento	C	D	B	A
Período 3				
Peso vivo (kg)	266	226	295	323
Classificação corporal	6,0	5,0	4,0	6,0
Tratamento	B	A	C	D
Período 4				
Peso vivo (kg)	263	225	292	319
Classificação corporal	6,0	5,0	4,0	6,0
Tratamento	A	C	D	B