UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

AMANDA RAQUEL DE MIRANDA CANIATTO

**Minerais orgânicos e fitase como redutores do poder
poluente de dejetos suínos**

Pirassununga
2011

AMANDA RAQUEL DE MIRANDA CANIATTO

**Minerais orgânicos e fitase como redutores do poder poluente
de dejetos suínos**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Zootecnia e Engenharia de
Alimentos da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para
a obtenção do Título de Mestre em
Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Marcus Antônio
Zanetti

Pirassununga
2011

VERSÃO CORRIGIDA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

C223m Caniatto, Amanda Raquel de Miranda
Minerais orgânicos e fitase como redutores do poder
poluente de dejetos suínos / Amanda Raquel de Miranda
Caniatto. -- Pirassununga, 2011.
89 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.
Orientador: Prof. Dr. Marcus Antonio Zanetti.

1. Cobre 2. Fezes 3. Fósforo 4. Nitrogênio 5. Urina
6. Zinco. I. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Regina e Vanderley por todo incentivo e por me darem todas as condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu namorado Anderson por toda ajuda e paciência. Sem você nada disso seria possível.

À minha irmã Bianca, tia Shirley e à Nina por sempre estarem ao meu lado.

*"Saber não é o bastante; é preciso aplicar.
Disposição não é o bastante; é preciso fazer."
Goethe*

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre ao meu lado, dando-me força para enfrentar os desafios.

Ao Prof. Dr. Marcus Zanetti pela orientação e apoio ao projeto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro para a realização desse projeto.

À BASF pela doação da fitase.

À ALLTECH pela doação dos minerais orgânicos.

À M. CASSAB pela doação do premix vitamínico.

Aos funcionários da fábrica de ração, Suinocultura CCPS e dos fistulados.

Aos amigos Jonas, Qui, Mariana, Carolina, Claudia e Thays.

À Roberta, Célia e ao Cunha pela ajuda nas análises dos minerais.

Ao Prof. Dr. Adibe Luiz Abdalla pelo empréstimo das gaiolas para estudo de metabolismo.

Ao Prof. Dr. Augusto Gameiro pelas orientações na análise econômica.

Ao Prof. Dr. César Gonçalves de Lima pela ajuda na análise estatística.

Ao Prof. Dr. Evaldo L. Titto por toda ajuda e atenção.

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

CANIATTO, A. R. M. **Minerais orgânicos e fitase como redutores do poder poluente de dejetos suínos**. 2011, 89p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2011.

Este estudo teve como objetivo avaliar a utilização da enzima fitase e de minerais orgânicos (Cu e Zn) na dieta de suínos visando a redução do poder poluente dos dejetos. Foram utilizados 16 suínos com idade média de 68 dias, alocados na câmara climática, em gaiolas de metabolismo para coleta de fezes e urina. Os animais foram mantidos em duas faixas de temperaturas ambientais: conforto térmico e estresse térmico, e submetidos aos tratamentos: controle (T1); suplementação com minerais orgânicos (T2); suplementação com fitase (T3); suplementação com minerais orgânicos e fitase (T4). As fezes e a urina foram analisadas quanto à concentração de P, N, Na, K, Cu, Zn, Ca. Mensurou-se também temperatura retal e superficial dos animais, volume de fezes e urina excretadas, assim como o consumo de água e ração. Observou-se que o estresse térmico afetou a temperatura retal e superficial, além do volume de fezes excretadas ($P \leq 0,05$). A excreção de Zn e Ca foram reduzidas com a utilização da enzima fitase, enquanto que o Cu e Zn orgânicos beneficiaram o Zn, Ca e P ($P \leq 0,05$). O estresse térmico aumentou significativamente a excreção de Cu, enquanto a de Na foi reduzida ($P \leq 0,05$). Embora não tenha ocorrido interação na atuação da enzima fitase e dos minerais orgânicos, estes aditivos contribuíram com a redução da excreção de minerais.

Palavras – chave: cobre, fezes, fósforo, nitrogênio, urina, zinco

ABSTRACT

CANIATTO, A. R. M. **Organic mineral and phytase as reducer of the pig manure pollutant power.** 2011, 89p. M. Sc Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2011.

This study aimed to evaluate the use of phytase and organic minerals (Cu and Zn) in pig diets in order to reduce the power of polluting waste. Sixteen pigs at the age of 68 days, were allocated in metabolism studies cages for collection of feces and urine, in a climatic chamber. The animals were kept in two tracks of ambient temperatures: thermal comfort and heat stress, and subjected to the treatments: control (T1); organic minerals supplementation (T2); phytase supplementation (T3); organic minerals and phytase supplementation (T4). Feces and urine were analyzed for P, N, Na, K, Cu, Zn and Ca concentrations. It was also measured rectal temperature, body surface temperature, feces and urine volume and the food and water consumption. The results had shown that heat stress affected the rectal and superficial temperature, and excreted feces volume ($P \leq 0,05$). The Zn and Ca excretion were reduced with the phytase use, whereas organic Cu and Zn benefited Zn, Ca and P ($P \leq 0,05$). The heat stress significantly increased Cu excretion, while Na was reduced ($P \leq 0,05$). Although there was no interaction on the activity of phytase and organic minerals, these additives contributed to the excretion reduction of minerals.

Key-words: copper, feces, nitrogen, phosphorus, urine, zinc

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Câmara climática	32
Figura 2 - Gaiolas para estudo de metabolismo.....	32
Figura 3 - Fezes coletadas na bandeja	33
Figura 4 - Urina coletada nos baldes.....	34
Figura 5 - Medição da temperatura retal	35
Figura 6 - Medição da temperatura superficial	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual da ração em base seca	30
Tabela 2 - Análise bromatológica da ração basal em base seca	36
Tabela 3 - Teor de minerais na água	37
Tabela 4 - Valores médios de temperatura do ar e umidade relativa nos diferentes períodos experimentais	38
Tabela 5 - Temperatura superficial e temperatura retal média e desvios padrão dos animais nos diferentes períodos experimentais.....	38
Tabela 6 - Consumo de ração médio em base seca e água nos diferentes períodos experimentais e desvios padrão	40
Tabela 7 - Volume médio de urina e fezes em base seca e desvios padrão dos animais nos diferentes períodos experimentais	40
Tabela 8 - Níveis de significância da excreção de Cu.....	41
Tabela 9 - Médias de excreção de Cu em relação ao tratamento conforto térmico	42
Tabela 10 - Níveis de significância da retenção de Cu	42
Tabela 11 - Níveis de significância da excreção de Zn	43
Tabela 12 - Médias de excreção de Zn em relação ao tratamento conforto térmico	43
Tabela 13 - Médias de excreção de Zn em relação ao tratamento fitase	44
Tabela 14 - Níveis de significância da retenção de Zn.....	44
Tabela 15 - Médias de retenção de Zn em relação ao tratamento fitase	44
Tabela 16 - Níveis de significância da excreção de Ca.....	45
Tabela 17 - Níveis de significância da retenção de Ca	46
Tabela 18 - Médias de retenção de Ca em relação ao tratamento mineral orgânico	46
Tabela 19 - Médias de retenção de Ca em relação ao tratamento fitase	46
Tabela 20 - Níveis de significância da excreção de P	47
Tabela 21 - Médias da excreção de P em relação ao tratamento mineral orgânico	48
Tabela 22 - Níveis de significância da retenção de P.....	48

Tabela 23 - Médias da retenção de P em relação ao tratamento conforto térmico	48
Tabela 24 - Médias da retenção de P em relação ao tratamento mineral orgânico	48
Tabela 25 - Níveis de significância da excreção de K	49
Tabela 26 - Médias de excreção de K em relação ao tratamento fitase.....	49
Tabela 27 - Níveis de significância da retenção de K.....	50
Tabela 28 - Níveis de significância da excreção de Na	51
Tabela 29 - Médias de excreção de Na em relação ao tratamento conforto térmico	51
Tabela 30 - Níveis de significância da retenção de Na	51
Tabela 31 - Médias de retenção do Na em relação ao tratamento conforto térmico	51
Tabela 32 - Níveis de significância da excreção de N.....	53
Tabela 33 - Níveis de significância da retenção de N	53
Tabela 34 - Custos (R\$/t) das dietas por tratamento e diferença percentual ($\Delta\%$)	54

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

°C	graus Celsius
Ca	cálcio
Cl	cloro
Cu	cobre
CV	coeficiente de variação
DP	desvio padrão
FB	fibra bruta
Fe	ferro
g	grama
K	potássio
kg	kilograma
mg	miligrama
MM	matéria mineral
MS	matéria seca
N	nitrogênio
Na	sódio
P	fósforo
PB	proteína bruta
Zn	zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. HIPÓTESES.....	16
3. OBJETIVO GERAL	17
3.1 Objetivos específicos	17
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
4.1 Impacto ambiental da suinocultura.....	18
4.2 Poder poluente dos dejetos suínos	19
4.2.1 Nitrogênio	19
4.2.2 Fósforo	20
4.2.3 Cobre e Zinco	21
4.3 Manipulação nutricional da dieta.....	21
4.3.1 Fitase.....	21
4.3.2 Minerais orgânicos.....	24
4.4 Temperatura ambiental	27
4.4.1 Influência da temperatura na absorção de nutrientes	28
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5.1 Local.....	30
5.2 Animais	30
5.3 Alimentação	30
5.4 Tratamentos	31
5.5 Procedimento experimental.....	32
5.6 Variáveis mensuradas.....	34
5.6.1 Variáveis ambientais.....	34
5.6.2 Variáveis fisiológicas	34
5.6.3 Controle de alimento e água.....	35

5.7	Análises da ração e dos minerais	36
5.8	Delineamento experimental e análise estatística	37
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
6.1	Variáveis ambientais	38
6.2	Variáveis fisiológicas	38
6.3	Controle de alimentos e água	39
6.4	Volume de fezes e urina.....	40
6.5	BALANÇO MINERAIS e N	41
6.5.1	Cobre	41
6.5.2	Zinco	42
6.5.3	Cálcio	44
6.5.4	Fósforo	46
6.5.5	Potássio	48
6.5.6	Sódio	50
6.5.7	Nitrogênio.....	52
7.	ANÁLISE ECONÔMICA.....	54
8.	CONCLUSÕES	56
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
10.	APÊNDICE.....	68

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da suinocultura teve como principal característica a grande concentração de animais por área, visando atender o consumo interno e externo de carne, produtos e derivados.

As exportações brasileiras de carne suína apresentaram um grande crescimento nos últimos anos, revelando o grande potencial do setor. No entanto, inúmeras barreiras são impostas à exportação, destacando-se as relacionadas à criação, baseada no bem estar animal, aspectos sanitários, cuidados com a saúde do trabalhador e também com o meio ambiente.

Muito se tem discutido sobre os efeitos das criações intensivas sobre o meio ambiente. A comunidade européia já implantou leis que regulamentam a poluição ambiental. No Brasil, é crescente a preocupação dos pesquisadores em buscar alternativas que visam minimizar a emissão de poluentes para o meio ambiente.

A poluição provocada pelo manejo inadequado dos dejetos suínos vem se tornando cada vez mais importante, quer seja por uma maior consciência ambiental dos produtores, quer seja pelo aumento das exigências dos órgãos fiscalizadores e da sociedade em geral. Essa combinação de fatores tem provocado grande demanda junto aos técnicos no sentido de viabilizar soluções tecnológicas adequadas ao manejo e disposição dos dejetos de suínos, que sejam concomitantemente compatíveis com as condições econômicas dos produtores, atendam às exigências legais e que possam ser de fácil operacionalização.

As causas principais da poluição são o lançamento direto dos dejetos de suínos sem o devido tratamento nos cursos de água e as adubações em excesso e/ou continuadas, que somados aos problemas de resíduos domésticos e industriais, têm causado sérios problemas ambientais e destruição dos recursos naturais renováveis, especialmente a água, contaminando-a com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos.

A excreção de nutrientes pode ser reduzida por diferentes estratégias nutricionais, através da manipulação das dietas de maneira a maximizar a utilização dos alimentos pelos animais.

2. HIPÓTESES

- I. A fitase reduz a eliminação do fósforo e de outros minerais pelos suínos;
- II. Os minerais orgânicos possibilitam a redução dos minerais nas fezes e urina;
- III. A fitase interage com os minerais orgânicos no aproveitamento dos minerais;
- IV. O estresse térmico influencia a excreção dos minerais e N.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização da enzima fitase e de minerais orgânicos na dieta de suínos visando à redução do poder poluente desses dejetos através do melhor uso de minerais (P, Zn e Cu) e nitrogênio (N) na produção de suínos.

3.1 Objetivos específicos

Avaliar a interação da enzima fitase com minerais orgânicos na excreção e aproveitamento dos minerais.

Avaliar o efeito do estresse térmico sobre a excreção dos minerais e N.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Impacto ambiental da suinocultura

O avanço tecnológico alcançado pela suinocultura brasileira caracterizou-se pela implantação de sistemas de produção cada vez mais confinados, o que resultou na produção de grandes volumes de dejetos por unidade de área (VAZ et al., 2004). Um dos destinos dos dejetos de suínos é seu uso como fertilizantes, através da incorporação na forma bruta ao solo (FIALHO et al., 2008).

A utilização de dejetos como condicionante de solo tem sido empregada ao longo do tempo pela humanidade e, sem dúvida, é a alternativa mais racional e de menor custo (KUNZ, 2009). Entretanto, o grande volume de dejetos produzidos, aliado a inviabilidade econômica de sua distribuição em áreas distantes de onde é gerado, tem levado os produtores a utilizarem sempre as mesmas áreas como local de descarte. Dessa forma, se a quantidade de nutrientes adicionados pelos dejetos ao longo do tempo forem acima das exigências das plantas ou imobilizadas pelos diferentes tipos de solo, podem comprometer a qualidade do ambiente, ocasionando riscos ainda desconhecidos pelo homem (VAZ et al., 2004; SEGANFREDO, 2007).

Na maioria dos países da Europa a legislação de proteção ambiental é muito rígida com relação aos dejetos produzidos pelos suínos e outros animais. No Brasil, duas leis recentes, a dos Crimes Ambientais e a do Gerenciamento dos Recursos Hídricos, regulam o controle da poluição no meio urbano e rural, abrindo espaço para atuação do Ministério Público cobrando o cumprimento da legislação, aplicando advertências, multas e mesmo o fechamento de granjas (DIESEL, et al., 2005; FIALHO et al., 2008). Algumas regiões do Sul do país já estão com sérios problemas, ocasionando a mudança de muitas criações de suínos para a região Centro-Oeste.

4.2 Poder poluente dos dejetos suínos

A suinocultura é reconhecidamente uma atividade de grande potencial poluidor, por produzir grandes quantidades de resíduos com altas cargas de nutrientes (P e N), matéria orgânica, sedimentos, patógenos, metais pesados (Cu e Zn), hormônios e antibióticos (USDA; USEPA, 1999).

O poder poluente dos dejetos suínos, em termos comparativos, é muito superior a de outras espécies. Comparando-se o potencial poluidor de um suíno com o de uma pessoa, este animal pode poluir o equivalente a 3,5 pessoas (PALHARES & CALIJURI, 2007).

Vários fatores podem influenciar a quantidade de nutrientes excretados nas fezes e urina dos animais, destacando-se a qualidade do alimento, principalmente no que se refere à digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes, bem como o nível dos nutrientes presentes na dieta, além de margens de segurança e dos métodos de processamento dos alimentos, acrescentando-se também os fatores ambientais (NRC, 1998).

Embora ainda não existam no Brasil restrições com relação à concentração de minerais nos dejetos para aplicação no solo, futuramente, estes limites poderão ser estabelecidos (FIALHO et al., 2002).

4.2.1 Nitrogênio

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes, tanto para as plantas quanto para os microrganismos. Enquanto o seu uso intensivo na agricultura moderna é extremamente necessário como fertilizante, uma série de impactos e danos ao ecossistema e solos têm sido detectados. São exemplos a contaminação dos lençóis freáticos, a eutrofização das águas superficiais, a chuva ácida, a diminuição da camada de ozônio e a mudança no clima global (RODRIGUES et al., 2007).

O nitrogênio, em fase aquosa, está presente em várias formas e estados de oxidação, sendo as de maior relevância: o nitrogênio orgânico dissolvido e particulado, o nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-)

(DIESEL, et al., 2005; KUNZ et al., 2007). O nitrogênio amoniacal apresenta-se tóxico a peixes com alta demanda de oxigênio. O nitrito pode se combinar com aminas secundárias, provenientes da dieta alimentar, formando nitrosaminas que apresentam poder carcinogênico e mutagênico (KUNZ et al., 2007). Os teores de nitrato detectados no lençol freático de terras tratadas com altos níveis de esterco líquido durante vários anos ($160 \text{ m}^3/\text{ha}$) foram dez vezes maiores que os encontrados em terras não tratadas (OLIVEIRA, 1993). O excesso de N pode ainda causar acúmulo de nitrato nas pastagens. Valores superiores a 0,2% em plantas forrageiras são considerados perigosos para os animais (PRATT, 1979).

4.2.2 Fósforo

Em dejetos, o fósforo aparece na forma orgânica e inorgânica (KUNZ et al., 2007).

Um problema que ocorre onde existe frequente aplicação dos dejetos como adubo é a ultrapassagem do nível máximo de fósforo necessário ao desenvolvimento das plantas. A capacidade de adsorção de fósforo pelas partículas do solo se torna saturada e o fósforo passa a ser lixiviado, alcançando o lençol freático (RODRIGUES et al., 2007). O efeito do acúmulo excessivo de P disponível no solo pode produzir ainda deficiência de Zn, Cu e Fe. (PRATT, 1979).

A principal preocupação associada ao fósforo no ambiente é seu efeito na eutrofização de ecossistemas aquáticos (SILVA, 2004; USDA; USEPA, 1999; KUNZ et al., 2007).

O fósforo é considerado o componente de preocupação prioritária com relação ao seu potencial de eutrofização dos corpos de água superficiais. Em contato com a superfície das águas, o fosfato estimula o crescimento das algas, resultando em um decréscimo na qualidade desta água, além de odor desagradável (KUNZ et al., 2007). A morte e a deteriorização destas algas diminui a quantidade de oxigênio na água, criando um meio inadequado para os peixes e outros animais aquáticos (LÜDKE, et al., 2002; RODRIGUES et al., 2007).

4.2.3 Cobre e Zinco

Suínos podem excretar de 80 a 95% do total diário de Cu e Zn suplementados (NOVAK et al., 2008). Em estudos realizados por Eckel et al. (2008), verificaram-se que elevados níveis de Cu e Zn foram encontrados em dejetos suínos como resultado de suplementação acima da recomendada. A aplicação intensiva de dejetos no solo pode promover o acúmulo excessivo dos níveis desses minerais no solo (NAHM, 2007).

O Cu e Zn podem ser tóxicos para determinadas culturas agrônômicas e plantas forrageiras, além dos microorganismos, aumentando o odor dos dejetos e tornando-se uma preocupação ambiental em algumas áreas da suinocultura intensiva (JONDREVILLE, et al., 2003; NOVAK et al., 2008; NICHOLSON & CHAMBERS, 2008).

4.3 Manipulação nutricional da dieta

4.3.1 Fitase

As rações dos animais consistem basicamente de grãos de cereais, seus subprodutos e farelos de sementes de oleaginosas. Estes ingredientes têm nutrientes pouco disponíveis aos monogástricos. Estima-se que 70% do fósforo dos vegetais sejam indisponíveis para não ruminantes. (SILVA et al., 2005). A indisponibilidade se deve à quantidade de P que está presa à molécula de ácido fítico.

O ácido fítico (hexafosfato de inositol ou fitato) é um complexo orgânico que ocorre naturalmente nas plantas para uso durante a germinação, formando uma variedade de sais insolúveis com cátion mono, di e trivalentes (FIALHO et al., 2002).

O fitato além de deixar indisponível o P, quelata cátions bivalentes (Ca, Fe, Zn, Mn, Cu, etc.) e interfere na absorção de aminoácidos e enzimas. (SUREK et al., 2008; SILVA et al., 2005; CAIRES et al., 2008).

A enzima fitase, produzida comercialmente pelos fungos do gênero *Aspergillus*, têm sido usada com sucesso nas rações de suínos (FIREMAN & FIREMAN, 1998). Este aditivo alimentar tem sido incorporado às rações com a finalidade de melhorar a eficiência de produção dos animais pelo aumento da digestão de produtos de baixa qualidade e redução na perda de nutrientes nas fezes. A atividade da enzima fitase é expressa em unidades de fitase (FTU).

A fitase visa promover a hidrólise do ácido fítico. Esta enzima não está presente no trato gastrointestinal de monogástricos em quantidades suficientes (LÜDKE et al., 2000). Uma vez que os animais não possuem a enzima fitase endógena, o fósforo presente nas ligações não consegue ser hidrolisado para posteriormente ser absorvido pelo trato digestório, sendo eliminado nas excretas quase na sua totalidade.

O modo de ação da enzima fitase consiste no mecanismo de transferência do grupo fosfato do substrato para enzima e da enzima para água. O fitato a ser hidrolisado produz 5 classes de produtos hidrolisados (mio-inositol penta, tetra, tri e bi e monofosfato) e libera o fosfato orgânico juntamente com todos os componentes presos à sua estrutura para possível absorção (FIREMAN & FIREMAN, 1998).

Trabalhos recentes têm mostrado respostas positivas quanto à digestibilidade de nutrientes e desempenho de aves e suínos alimentados com rações a base de milho e soja quando suplementados com enzimas exógenas (MARTINS, 2003).

A adição da enzima fitase aumenta a disponibilidade de fósforo de alimentos vegetais em cerca de 30% (FIALHO et al., 2002).

Fireman & Fireman (1998) verificaram um aumento significativo no ganho médio diário, digestibilidade aparente do fósforo e melhora na conversão alimentar em suínos, quando se adicionou níveis crescentes da enzima fitase.

Lüdke et. al. (2000) verificaram que níveis entre 220 e 508 FTU/kg na dieta de suínos em crescimento proporcionaram melhor aproveitamento dos nutrientes. O desempenho dos animais teve melhora linear com a concentração de fitase. Costa et al. (2007), observaram resultados superiores para o desempenho em aves nos tratamentos com adição da enzima fitase em relação às rações sem enzima.

De acordo com Moreira et al. (2003), a adição do fósforo inorgânico nas rações de suíno pode ser reduzida ou completamente eliminada pelo uso de 1200 FTU/g de fitase na ração, de acordo com os resultados de ganho diário de peso e eficiência alimentar. Houve ainda, redução de até 50% na excreção do fósforo fecal. Moreira et al., (2004) verificaram que a enzima fitase interferiu no fluxo biológico do P do trato gastrintestinal para os ossos e no refluxo dos compartimentos ósseos e tecidos moles para o trato gastrintestinal em suínos. Além disso, os autores observaram que a fitase no nível de 759 FTU/kg disponibilizou mais eficientemente o fósforo orgânico para o metabolismo.

4.3.1.1 Efeito da fitase na redução da excreção mineral

Apesar de no Brasil a excreção de fósforo ser um problema apenas nas áreas de produção intensiva, em vários países, a legislação ambiental tem forçado as indústrias de rações buscarem alternativas que tornem o fósforo fítico mais disponível aos animais. O uso da enzima fitase pode reduzir a suplementação com fósforo inorgânico, diminuindo custos e melhorando a utilização do fósforo e outros nutrientes presentes nos alimentos (SILVA et al., 2005).

Além de aumentar a disponibilidade do fósforo, a utilização de fitase também melhora a disponibilidade de outros minerais, como magnésio, cobre, ferro e zinco (ADEOLA et al., 1995).

Fireman & Fireman (1998) observaram que suínos apresentaram diminuição na quantidade de fezes excretadas quando se adicionou níveis crescentes de fitase. Silva et al. (2005) verificaram que a fitase reduziu de forma linear a excreção fecal de manganês, mas não afetou a excreção de zinco e magnésio nas fezes dos suínos.

Lüdke et al. (2002) verificaram que a fitase (níveis entre 421-466 FTU/kg) ocasionou redução na quantidade de nitrogênio, fósforo e cálcio excretados por leitões. Machinsky et al. (2010) concluíram que a adição da fitase (500 FTU/Kg) na ração melhora a retenção de P, reduzindo a excreção fecal e urinária deste elemento para suínos com 24 kg de peso vivo. Resultado

diferente foi obtido por Cromwell et al. (1995), em que a suplementação de baixo nível de fósforo com adição de fitase, aumentou a absorção deste elemento, mas não houve redução na excreção pelas fezes.

4.3.2 Minerais orgânicos

Os minerais têm sido tradicionalmente suplementados em dietas para animais com sais inorgânicos. Nos últimos anos tem havido grande interesse no uso de quelatos ou minerais orgânicos.

Existem várias formas de complexos metálicos disponíveis no mercado para fins de uso na alimentação animal. Estes são intitulados coletivamente de minerais orgânicos, devido ao fato de que o microelemento mineral em questão estar complexado ou, de outra forma, associado com moléculas orgânicas (RUTZ & MURPHY, 2009). A Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 2000) definiu os elementos orgânicos em:

- Complexo entre aminoácido e metal: produto resultante da complexação entre um sal metálico solúvel com aminoácido(s);
- Quelato entre aminoácido e metal: produto resultante da reação entre um íon metálico oriundo de um sal metálico solúvel com aminoácidos dentro de uma relação molar de um mole de metal para um a três moles de aminoácidos (preferencialmente dois) para formar ligações covalentes coordenadas. O peso médio de um hidrolisado de aminoácidos deve ser de aproximadamente 150 e o peso molecular de um quelato não deve exceder a 800;
- Complexo entre polissacarídeos e metal: produto resultante de um complexo entre um sal solúvel com uma solução de polissacarídeos;
- Proteinatos: produto resultante da quelatação entre um sal solúvel com aminoácidos e/ou hidrolisado parcial de proteínas.

Estudos com minerais orgânicos ou quelatados têm sido desenvolvidos com a finalidade de garantir a absorção do mineral no trato intestinal, sem entrar no processo de competição iônica.

Na década de 90, algumas pesquisas mostraram um aumento da biodisponibilidade de minerais orgânicos em relação às formas inorgânicas (JONDREVILLE & REVY, 2008). Este aumento favorece a utilização dos minerais pelos animais, reduzindo os requerimentos dietéticos (OLIVEIRA, 2008), e, portanto, diminuindo a poluição ambiental.

Em alguns estudos, relatou-se que a disponibilidade aparente do quelato de zinco e cobre foi 106 e 120%, respectivamente, quando comparado com fonte inorgânica desses minerais, sulfato de zinco e sulfato de cobre (SECHINATO, 2003). Em contrapartida, Cheng et al. (1998) demonstraram que $ZnSO_4$ e o complexo Zn-lisina foram igualmente eficientes na absorção de Zn e no crescimento em suínos jovens. Wedekind et al. (1994) verificaram que as fontes orgânicas de zinco (Zn-lisina e Zn-metionina) não foram mais biodisponíveis que o sulfato de zinco para suínos desmamados. Case & Carlson (2002) observaram em leitões que as fontes orgânica (SQM-Zn e Availa-Zn 100) e inorgânica (ZnO) para as concentrações desse mineral nas fezes, urina, plasma e tecidos foram similares, indicando que a biodisponibilidade do Zn não é diferente.

Outros possíveis benefícios dos minerais orgânicos estão na melhor conversão alimentar, melhor ganho de peso diário e conseqüentemente, menor custo da produção (APCS, 2004). De acordo com Lima (2007), o cobre e zinco na forma orgânica são mais estáveis, não reagindo com outros compostos da dieta, portanto, não formando complexos insolúveis, podendo ser rapidamente absorvidos e resultando em melhor desempenho.

O suplemento de minerais na forma orgânica foi mais eficiente para leitões na fase de creche, com reflexos positivos nos parâmetros de desempenho, sem alterar a taxa de deposição de minerais nos tecidos e órgãos (MUNIZ, et al., 2010). Já Close (1999) verificou que suínos alimentados com dietas com Cu orgânico tiveram desempenho similar aos animais suplementados com Cu inorgânico.

4.3.2.1 Cobre e Zinco

A importância dos microelementos na nutrição de suínos foi reconhecida em 1955, quando Tucker e Salmon relataram que o zinco prevenia a paraqueratose (MULLAN, 2008). Nessa mesma década, os pesquisadores já mostravam a eficiência do sulfato de Cu penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) como agente promotor do crescimento, quando utilizado em níveis de 125 a 250 ppm de Cu na dieta (LIMA & MIYADA, 2003).

O cobre e o zinco são microminerais essenciais aos suínos e atuam como promotores de crescimento, aumentando o ganho de peso e reduzindo a incidência de diarreia pós-desmame (LIMA, 2007; NOVAK et al., 2008; DOURMAD & JONDREVILLE, 2007). O Zn interfere na integridade e permeabilidade da barreira epitelial, enquanto o cobre tem influência positiva sobre a microflora intestinal (HELLMAN & CARLSON, 2003).

O cobre e o zinco apresentam propriedades antibacterianas, embora não sejam classificados como agentes antimicrobianos. Normalmente, o ganho de peso e a eficiência alimentar são semelhantes ao de animais consumindo dietas com antibióticos (RUTZ & LIMA, 2001).

Em virtude do baixo custo, esses minerais têm sido largamente utilizados em dietas de suínos, em todas as categorias, muitas vezes sem critérios científicos (LIMA, 2007).

A suplementação do Cu e Zn nas dietas de suínos é permitida na Europa com níveis máximos de 170 mg/kg Cu para animais até 12 semanas e 150 mg/kg de Zn (REVVY et al., 2004).

Estudos têm sido desenvolvidos na busca de fontes mais solúveis para os minerais. O uso destes na forma orgânica os tornam mais biodisponíveis, aumentando sensivelmente a sua utilização pelos monogástricos. Além disso, podem garantir a suplementação de microelementos com dosagens inferiores às normalmente utilizadas com os ingredientes inorgânicos, reduzindo os requisitos do nutriente para os animais e conseqüentemente sua excreção nos dejetos (PEREIRA, et al., 2009).

4.3.2.2 Efeito dos minerais orgânicos na redução da excreção mineral

Fremaut (2003) revelou em seu estudo que na substituição de minerais inorgânicos por quelatos minerais nas dietas de suínos, houve 30% de redução da necessidade de minerais com quelatos e diminuição na excreção de minerais nos dejetos. Resultado semelhante foi encontrado por Acda & Chae (2002) em que a excreção fecal de Zn e Cu foi reduzida em suínos alimentados com baixos teores de minerais orgânicos.

Case & Carlson (2002) observaram que a quantidade de Zn excretado é o reflexo da concentração do mineral na dieta e é independente da fonte (orgânica x inorgânica). O mesmo foi encontrado por Carlson et al. (2004).

Em frangos alimentados com minerais orgânicos, Nollet et al. (2006) verificaram que a excreção de todos os minerais sob exame (46, 63, 73 e 55%, respectivamente, para Mn, Zn, Fe e Cu) foram menores em comparação com amostras de fezes de frangos de corte alimentados com dietas controle (sem minerais orgânicos).

4.4 Temperatura ambiental

O Brasil é um país com predominância de dias quentes, cuja temperatura ambiente pode ultrapassar, em determinados períodos, os limites de conforto animal (PERDOMO, 1994).

O conceito de conforto térmico tem sido definido como a faixa de temperatura ambiente, dentro da qual a taxa metabólica está em seu nível mínimo. A zona de conforto térmico pode ser considerada como a faixa de temperatura ambiente na qual o esforço termorregulatório é mínimo. Nesta faixa de temperatura não há sensação de frio ou calor, e o desempenho do animal é otimizado (FERREIRA, 2000).

A zona de conforto térmico para suínos é dependente de diversos fatores, alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação e genética e outros ligados ao

ambiente, como a temperatura, velocidade do ar, umidade relativa, energia radiante, tipo de piso, etc. (BARROS et al., 2010).

De uma forma geral, a temperatura ótima para o suíno adulto está compreendida entre 12–18°C, de 18-23°C para o crescimento e 32-24°C do nascimento a desmama (PERDOMO, 1994).

Segundo Manno et al. (2005), suínos mantidos em ambiente termoneutro tendem a expressar seu máximo potencial genético. Porém, quando a temperatura ambiente efetiva aumenta, os animais utilizam mecanismos comportamentais, físicos e químicos que podem levar, conseqüentemente, a um desvio da energia disponível para a produção, modificando a exigência de nutrientes dos animais.

Os suínos apresentam dificuldade de se adaptarem ao calor devido, principalmente, ao seu elevado metabolismo, a capa de tecido adiposo subcutâneo, seu sistema termorregulador pouco desenvolvido e limitada capacidade de perda de calor através da sudorese por apresentarem glândulas sudoríparas queratinizadas (RODRIGUES, et al., 2010). Kiefer et al. (2009) estudaram a resposta de suínos em crescimentos mantidos em diferentes temperaturas e verificaram que o estresse por calor provoca distúrbios de comportamento, assim como, afeta negativamente o desempenho: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, além de alterar a fisiologia: peso de órgãos, utilização de proteína e de energia e deposições diárias de proteína e de gordura na carcaça, frequência respiratória e as temperaturas retais e de superfície.

4.4.1 Influência da temperatura na absorção de nutrientes

O balanço de minerais também é afetado pela temperatura ambiental. O calor pode ocasionar alterações eletrolíticas nos animais, o que pode produzir um balanço negativo de minerais. A alcalose respiratória, ocasionada pelo aumento da taxa respiratória, como forma compensatória dos suínos expostos ao calor, provoca a redução da competição entre H^+ e K^+ para excreção urinária e, portanto, aumenta a perda de K^+ na urina (BORGES et al., 2003).

Em estudo realizado por Salles et al. (2008) com bovinos, a ingestão de todos os minerais estudados (Cu, Zn, P, Na, Ca, Mg e K) foram inferiores a uma temperatura média de 33,2°C em comparação com animais mantidos a uma temperatura média de 24,3°C. Além disso, houve menor retenção aparente dos minerais Ca, P, Mg e Zn. Maior excreção de K, P, S, Mg, Cu, Mo e Zn também foi observada por Belay et al. (1992) para frangos de corte em estresse calórico (24-35 °C) em comparação ao ambiente termoneutro.

El Husseiny e Creger (1981) relataram que temperaturas elevadas diminuíram as taxas de retenção de Ca, Fe, K, Na e Zn em frangos de corte. O mesmo foi verificado por Belay & Teeter (1996), no qual aves expostas a alta temperatura ambiente reduziu a retenção de P, K, Na, Mg, S, Cu, Mn e Zn em comparação com aves alojadas em 24 °C.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local

Este estudo foi desenvolvido na Câmara Climática da Faculdade de Medicina Veterinária, nas dependências da Universidade de São Paulo, localizada a 21°57'13,5" Sul e 47°27'07" Oeste e a 606 metros de altitude, no Campus de Pirassununga, nos meses de junho e julho de 2010.

5.2 Animais

Foram utilizados 16 suínos, machos, castrados, de raça industrial (Agroceres x Pen Ar Lan), com idade média de 68 dias, peso médio inicial de $20,25 \pm 2,32$ e peso médio final de $26,90 \pm 1,99$.

5.3 Alimentação

A dieta dos animais foi baseada na alimentação fornecida no *campus*, com intuito de facilitar a adaptação.

As dietas experimentais foram isonutrientes. A composição percentual da ração experimental base encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição percentual da ração em base seca

INGREDIENTES	% MS
Milho	66,63
F. de soja	26,67
Calcário	2,24
Fosf. Bicalcico	1,15
Premix vitamínico ¹	0,40
Óleo de soja	2,25
Sal comum	0,26
Lisina	0,10
Minerais e fitase ²	0,30
TOTAL	100,00

¹ Conteúdo por quilograma do produto: Vitamina A: 1.200.000 UI, Vitamina D3: 300.000 UI, Vitamina E: 500 UI, Vitamina B1: 30 mg, Vitamina B2: 840 mg, Vitamina B6: 300 mg, Ácido pantotênico: 2163 mg, Vitamina K3: 750 mg, Niacina: 3600 mg, Vitamina B12: 4500 mg, Ácido fólico: 90 mg, Biotina: 7,5 mg e Colina: 60,9 mg.

² Variou conforme os diferentes tratamentos experimentais.

5.4 Tratamentos

Os 16 suínos foram divididos, de acordo com o peso inicial, em 4 grupos com 4 animais. Cada um dos grupos foi submetido a um diferente tipo de tratamento.

Os diferentes tratamentos foram baseados na presença de Cu e Zn orgânico e da enzima fitase, conforme demonstrado a seguir:

T1 – Tratamento controle;

T2 – Suplementação com minerais orgânicos;

T3 – Suplementação com fitase;

T4 – Suplementação com minerais orgânicos e fitase.

A enzima utilizada foi a Nathuphos G 10000 ®, fornecida pela BASF, obtida através do fungo *Aspergillus niger*. As rações experimentais foram suplementadas com 500 FTU/kg de fitase.

O Cu e o Zn orgânicos foram o Bioplex Cu e Bioplex Zn, fornecidos pela empresa Alltech, aplicados nas concentrações de 125 mg/kg e 100 mg/kg, respectivamente. Ambos os minerais são proteínatos. O Cu e Zn inorgânicos utilizados foram o sulfato de Cu e sulfato de Zn, aplicados nas mesmas concentrações (125 mg/kg e 100 mg/kg) que os minerais orgânicos.

A inclusão dos minerais está acima do recomendado pelo NRC (1998) que é de 60 mg/kg para o Zn e 4 mg/kg para o Cu.

As concentrações dos aditivos alimentares foram baseadas em dados da literatura, indicação dos produtores e de rações comerciais.

5.5 Procedimento experimental

Os animais foram alocados na câmara climática e permaneceram em gaiolas individuais para estudo de metabolismo visando colher fezes e urina. Anteriormente ao período de coleta, houve um período de adaptação de 4 dias dos animais às gaiolas, uma vez que os mesmos já estavam adaptados à dieta.

Figura 1 - Câmara climática

Figura 2 – Gaiolas para estudo de metabolismo

Os animais foram submetidos a duas faixas de temperaturas ambientais - conforto térmico e estresse térmico - caracterizando dois períodos experimentais distintos, com coleta de 7 dias para cada período, totalizando 18 dias de experimento.

As refeições eram fornecidas duas vezes ao dia – manhã (8h00) e tarde (16h00) – em quantidade restrita ao menor consumo observado no período de adaptação. Durante todo o período experimental os animais receberam água “*ad libitum*”, com controle da quantidade ingerida diariamente.

As fezes foram coletadas em bandejas e a urina recolhida em baldes plásticos contendo 20 ml de ácido clorídrico 1:1, para evitar perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias.

Figura 3 - Fezes coletadas na bandeja

Figura 4 - Urina coletada nos baldes

Diariamente pesou-se a quantidade de fezes e o volume de urina excretados pelos animais, dos quais 10% da urina era amostrada e a quantidade total de fezes foi congelada para posterior homogeneização de amostras e análises.

5.6 Variáveis mensuradas

5.6.1 Variáveis ambientais

Registrou-se diariamente a temperatura do ar e umidade relativa com termohigrômetro marca Hygrotherm® TFA, posicionado no centro da câmara climática, duas vezes ao dia: manhã (8h00) e tarde (16h00).

5.6.2 Variáveis fisiológicas

Registraram-se os valores de temperatura retal e temperatura superficial, pela manhã (8h00) e tarde (16h00).

Figura 5 - Medição da temperatura retal

A temperatura retal foi medida com termômetro clínico digital e a temperatura superficial foi medida na região da nuca com termômetro de infravermelho, marca RAYNGER ST, modelo Raytek.

Figura 6 - Medição da temperatura superficial

5.6.3 Controle de consumo de alimento e água

As rações experimentais, assim como as sobras, foram submetidas à pesagem diária. O consumo de ração foi calculado pela diferença da ração

fornecida e as sobras para cada animal nos 2 períodos experimentais: conforto e estresse térmico. O mesmo procedimento foi realizado para calcular o consumo de água.

5.7 Análises da ração e dos minerais

Na ração, conforme ilustra a Tabela 2, foram executadas as seguintes análises: matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, fibra bruta, fósforo, zinco, cobre, cálcio, sódio e potássio (SILVA, 2006).

A água utilizada para manejo e fornecida para dessedentação dos animais também foi analisada para os minerais Cu, Zn, P, K, Na, Ca, Fe, Mn e nitrogênio total, conforme Tabela 3.

As fezes e a urina foram analisadas quanto à concentração de P, N, Na, K, Cu, Zn, Ca. A determinação do nitrogênio total das amostras foi realizada pelo método Kjeldahl, o P pelo método colorimétrico, Cu, Zn e Ca por espectroscopia de absorção atômica e Na e K por fotometria de chama.

Para a determinação do balanço de cada mineral estudado foi ajustado o consumo de ração e a excreção diária de fezes e urina para 100% de matéria seca. Para o cálculo, utilizou-se a seguinte fórmula genérica: $Y=(E/I)*100$; em que Y= mineral excretado(%); E=quantidade de mineral excretado (g/dia) e I = quantidade de mineral ingerido (g/dia).

Tabela 2 - Análise bromatológica da ração basal em base seca

Nutrientes (%)	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
MS	88,51	88,51	88,51	88,51
MM	6,45	6,45	6,45	6,45
FB	3,92	3,92	3,92	3,92
PB	20,34	20,34	20,34	20,34
Ca	1,11	1,12	1,12	1,22
P	0,53	0,51	0,51	0,52
Na	0,11	0,09	0,11	0,11
K	0,82	0,84	0,86	0,82
Cu (mg/kg)	144,16	137,72	149,70	153,43
Zn (mg/kg)	136,99	135,24	144,05	140,10

Tabela 3 - Teor de minerais na água

Parâmetros	Resultados (mg/L)
Cálcio	10,76
Cobre	0,14
Ferro	< 0,02
Fósforo	< 0,01
Manganês	< 0,003
Nitrogênio Total	< 0,1
Potássio	1,75
Sódio	2,85
Zinco	0,105

5.8 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado para análise dos minerais foi em blocos casualizados – DBC, com 4 repetições por tratamento em esquema fatorial 2x2x2 (conforto térmico - estresse térmico x presença minerais orgânico – ausência minerais orgânicos x presença enzima fitase – ausência enzima fitase). Os resultados das variáveis fisiológicas, volume de fezes, urina e consumo de água e ração foram analisados somente em função da condição ambiental (conforto e estresse térmico). O delineamento empregado para estes parâmetros foi inteiramente casualizado – DIC, com 16 repetições.

Para todas as análises, adotou-se nível de significância de 5%.

Todos os resultados foram analisados por meio da análise de variância através do SAS (2004).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Variáveis ambientais

Os valores de temperatura do ar e umidade relativa estão apresentados na Tabela 4. A temperatura do ar no período de conforto térmico está dentro da faixa ideal para suínos em crescimento, de 18 a 23°C, de acordo com Perdomo (1994). A temperatura média de estresse térmico é considerada elevada, acima da temperatura crítica superior, de 26°C, de acordo com Perdomo et al. (1985) e acima de 27°C, de acordo com Ferreira (2000).

Tabela 4 - Valores médios de temperatura do ar e umidade relativa nos diferentes períodos experimentais

	Temp. ar (°C)	Umidade rel. (%)
Conforto	22,71 ± 2,58	75,29 ± 20,04
Estresse	28,08 ± 3,15	59,86 ± 15,51

6.2 Variáveis fisiológicas

A temperatura retal e a temperatura superficial média de cada período – conforto e estresse térmico – estão na Tabela 5.

Tabela 5 - Temperatura superficial e temperatura retal média e desvios padrão dos animais nos diferentes períodos experimentais

Ambiente	Temp. Superficial (°C)	Temp. Retal (°C)
Conforto	33,29 ± 0,44 ^b	37,74 ± 0,51 ^b
Estresse	36,15 ± 0,63 ^a	39,03 ± 0,52 ^a
CV%	1,55	1,34

^{a, b} Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

A ocorrência de maiores valores de temperatura retal e superficial no estresse térmico ($P < 0,05$) era esperada em função da condição térmica em que os animais foram submetidos. Resultados semelhantes em relação à

temperatura superficial, medida na região da nuca, foram encontrados por Manno (2004) e Kiefer et al. (2009).

Os dados da temperatura retal estão consistentes com aqueles verificados por Manno (2004) e Patience et al. (2005), que detectaram diferença significativa na temperatura retal em suínos na faixa de peso entre 15 e 30 kg, submetidos ao estresse por calor.

6.3 Controle de consumo de alimentos e água

Esperava-se que no estresse térmico o consumo de ração fosse reduzido. Este fato não foi observado neste estudo, de acordo com a Tabela 6. Ferreira (2000) assegurou que os animais reduzem o consumo de ração, como forma de diminuir a produção de calor gerado pelos processos metabólicos e, conseqüentemente, a ser dissipada para o ambiente. Kiefer et al. (2010) verificaram que suínos em estresse reduziram o consumo diário de ração em 38%. A aparente contradição encontrada pode ser justificada pela diferença na intensidade de estresse aplicado, no qual os autores citados utilizaram uma temperatura ambiental mais elevada (32°C) que a utilizada neste estudo (28°C). Outro aspecto que pode ser considerado é o genótipo dos suínos. Fialho et al. (2001) verificaram que o melhoramento genético tem afetado negativamente a termorregulação. O aumento da produção de calor está associado ao aumento da deposição de tecido magro.

Fato semelhante ocorreu com o consumo de água. Apesar de não haver diferença estatística, os animais em estresse térmico ingeriram quase 10% a mais de água que no conforto térmico. Souza (2009) afirmou que a ingestão diária de água no estresse calórico pode aumentar até seis vezes em relação ao nível de consumo em temperaturas ideais. O mesmo foi relatado por Ferreira (2000).

Tabela 6 - Consumo de ração médio em base seca e água nos diferentes períodos experimentais e desvios padrão

Ambiente	Consumo ração (g)	Consumo água (ml)
Conforto	752,99 ± 18,47 ^a	4103,3 ± 1426,71 ^a
Estresse	758,96 ± 4,74 ^a	4491,1 ± 1177,31 ^a
CV%	1,78	30,60

^{a, b} Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

6.4 Volume de fezes e urina

Os volumes de fezes e urina eliminados pelos animais apresentam-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Volume médio de urina e fezes em base seca e desvios padrão dos animais nos diferentes períodos experimentais

Ambiente	Volume Fezes (g)	Volume urina (ml)
Conforto	289,41 ± 59,00 ^a	2544,5 ± 1113,70 ^a
Estresse	224,75 ± 45,00 ^b	3082,9 ± 1509,60 ^a
CV%	23,18	42,91

^{a, b} Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

O volume de fezes foi significativamente menor ($P < 0,05$) no estresse térmico. Este fato pode ser decorrente da necessidade de redução da perda de água. De acordo com Fuquay (1981), esta redução é característica em bovinos em estresse térmico.

Para o volume de urina, não foi encontrada diferença significativa ($P \geq 0,05$) entre os períodos experimentais. Este fato pode ser justificado pelo não aumento de ingestão de água no período com temperaturas ambientais mais elevadas.

6.5 BALANÇO MINERAIS e N

6.5.1 Cobre

Para análise da excreção, houve diferença significativa apenas para condição ambiental, designada pelo conforto térmico (Tabela 8). Para a variável retenção, não houve diferença significativa ($P \geq 0,05$) para nenhum tratamento (Tabela 10). Para esta mesma variável, o tratamento conforto térmico foi significativo ao nível de significância de 0,0840.

Verificou-se, através das médias, que ocorreu maior excreção de Cu (15,17%) no estresse térmico, para a variável excreção, como pode ser visto na Tabela 9.

Belay et al. (1992) obtiveram resultados semelhantes em frangos de corte. Houve aumento da excreção de Cu ($P < 0,05$), quando os animais foram submetidos a uma temperatura de estresse térmico (24-35°C) em relação ao ambiente termoneutro. O aumento na excreção deste mineral, assim como de outros nutrientes, pode estar relacionado com modificações ocasionadas no metabolismo animal pelos hormônios da tireóide (T3 e T4). Estes hormônios, em estresse térmico, podem alterar a motilidade intestinal, o que influencia a taxa de passagem da digesta e resulta em alteração na digestibilidade dos nutrientes da ração (FERREIRA, 2000).

Tabela 8 - Níveis de significância da excreção de Cu

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,0029 **
Mineral Orgânico	0,8284 ns
Fitase	0,2911 ns
Conforto*MinOrg	0,9460 ns
Conforto*Fitase	0,1851 ns
MinOrg*Fitase	0,1124 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,7249 ns
CV(%)	13,31

** Significativo ($P < 0,05$)

Tabela 9 - Médias de excreção de Cu em relação ao tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)
Não	96,87 ± 2,99 ^a
Sim	82,17 ± 3,13 ^b

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 10 - Níveis de significância da retenção de Cu

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,0840 ns
Mineral Orgânico	0,9863 ns
Fitase	0,5290 ns
Conforto*MinOrg	0,2789 ns
Conforto*Fitase	0,4373 ns
MinOrg*Fitase	0,6240 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,5290 ns
CV (%)	61,52

ns: não significativo ($P \geq 0,05$)

6.5.2 Zinco

Para o mineral Zn, na variável excreção, houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas para os tratamentos mineral orgânico e fitase (Tabela 11). Não houve interação entre mineral orgânico e fitase. Revy et al. (2004) trabalhando com leitões desmamados com 1200 FTU/kg de fitase, 20 mg de Zn orgânico e ZnSO₄ também não encontraram diferença significativa para esta interação. A interação entre fitase, mineral orgânico e conforto térmico foi significativa a um nível de 9% para excreção de Zn e 7% para retenção deste mesmo mineral.

Verificou-se, através das médias, que ocorreu maior excreção de Zn na ausência dos minerais orgânicos e da fitase, como mostram as Tabelas 12 e 13, respectivamente. Para retenção, ocorreu diferença significativa apenas para o tratamento fitase ($P < 0,05$), como pode ser visto na Tabela 14.

O mineral orgânico na forma de proteinato possibilitou a redução na excreção de Zn em 12%. Este resultado está condizente com o obtido por Nollet et al (2006), no qual a excreção de Zn foi reduzida em 63% em frangos

de corte. O Bioplex Zn foi mais biodisponível que a forma inorgânica empregada neste estudo.

Como se esperava, a fitase auxiliou na redução da excreção e na maior retenção do Zn (Tabela 15). O aumento na retenção do Zn pode ser devido à maior disponibilidade deste mineral proveniente do fitato. Resultado semelhante foi encontrado Adeola et al. (1995) que verificaram que a adição da enzima fitase aumentou a retenção de Zn de 43% para 48,2%.

O balanço do mineral zinco foi negativo para todos os tratamentos, indicando que mais Zn foi excretado do que ingerido. Balanço negativo deste mineral também foi encontrado por Case & Carlson (2002) e Burkett et al. (2009), indicando que ocorreu uma redução na eficiência de utilização do Zn em virtude da suplementação acima da exigência dos animais (CREECH et al., 2004 *apud* SPEARS, 1996). Este estudo indica claramente que a redução de Zn na dieta para concentrações mais próximas das exigências nutricionais é um meio eficaz de redução da excreção de Zn em dejetos de suínos. Esta redução é importante devido aos inúmeros problemas que este micromineral pode acarretar ao solo e aos recursos hídricos.

Tabela 11 - Níveis de significância da excreção de Zn

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,0909 ns
Mineral Orgânico	0,0432 **
Fitase	0,0026 **
Conforto*MinOrg	0,2195 ns
Conforto*Fitase	0,2195 ns
MinOrg*Fitase	0,1148 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,0909 ns
CV(%)	16,87

** Significativo (P<0,05)

Tabela 12 - Médias de excreção de Zn em relação ao tratamento conforto térmico

Min. Org.	Médias (mg/dia)
Não	176,25 ± 6,98 ^a
Sim	155,00 ± 6,98 ^b

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 13 - Médias de excreção de Zn em relação ao tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)
Não	182,50 ± 6,98 ^a
Sim	148,75 ± 6,98 ^b

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 14 - Níveis de significância da retenção de Zn

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,3007 ns
Mineral Orgânico	0,9685 ns
Fitase	0,0008 **
Conforto*MinOrg	0,3877 ns
Conforto*Fitase	0,6501 ns
MinOrg*Fitase	0,8373 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,0737 ns
CV (%)	35,39

** Significativo (P<0,05)

Tabela 15 - Médias de retenção de Zn em relação ao tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)
Não	- 88,75 ± 6,26 ^a
Sim	- 49,07 ± 7,54 ^b

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

6.5.3 Cálcio

Para o mineral Ca, não houve diferença significativa em nenhum dos tratamentos para variável excreção, como ilustra a Tabela 16. Já para a retenção, ocorreu diferença significativa (P<0,05) para os tratamentos fitase e mineral orgânico, como se verifica na Tabela 17. O tratamento conforto térmico foi significativo ao nível de significância de 0,0797 para essa mesma variável.

A retenção foi mais elevada na presença dos minerais orgânicos (Cu e Zn) e da enzima fitase, como mostram as Tabelas 18 e 19. O fitato é um forte quelante de minerais. A enzima fitase atua melhorando a digestibilidade e disponibilidade de certos nutrientes, principalmente minerais, como o Ca. Mroz et al. (1994) obtiveram resultados semelhantes, com aumento na retenção de 2,2g Ca em suínos com a aplicação de 800 FTU/Kg da enzima fitase.

Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre as fontes de minerais para o Cu, a presença de Cu e Zn orgânicos beneficiou a retenção e excreção de P e Ca. O Cu é necessário para a síntese da enzima lisil-oxidase, que está envolvida na síntese de colágeno e elastina. O osso constitui-se de 22% de matriz orgânica, 9% de água e 69% de materiais inorgânicos. A matriz orgânica tem como componente predominante o colágeno (ARAUJO, et al., 2006). Os minerais Ca e P participam ativamente da mineralização óssea. Aproximadamente, 98 a 99% do cálcio total do organismo e 80 a 85% do fósforo estão presentes nos ossos (AMOROSO, 2009). A deposição de Ca e P no esqueleto é mais intensa na fase inicial e crescimento dos animais, justificando a menor excreção desses elementos.

Tabela 16 - Níveis de significância da excreção de Ca

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,4505 ns
Mineral Orgânico	0,1321 ns
Fitase	0,5432 ns
Conforto*MinOrg	0,8853 ns
Conforto*Fitase	0,4706 ns
MinOrg*Fitase	0,3391 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,4533 ns
CV(%)	17,24

ns: não significativo ($P \geq 0,05$)

Tabela 17 - Níveis de significância da retenção de Ca

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,0797 ns
Mineral Orgânico	0,0055 **
Fitase	0,0464 **
Conforto*MinOrg	0,6175 ns
Conforto*Fitase	0,3867 ns
MinOrg*Fitase	0,9298 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,6712 ns
CV(%)	18,44

** Significativo (P<0,05)

Tabela 18 - Médias de retenção de Ca em relação ao tratamento mineral orgânico

Min. Org.	Médias (g/dia)
Não	3,383 ± 0,173 ^b
Sim	4,143 ± 0,173 ^a

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 19 - Médias de retenção de Ca em relação ao tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)
Não	3,503 ± 0,173 ^b
Sim	4,023 ± 0,173 ^a

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

6.5.4 Fósforo

Para a análise de excreção, houve diferença significativa apenas para o tratamento mineral orgânico, de acordo com a Tabela 20. Verificamos, através das médias, que ocorreu maior excreção de P na ausência dos minerais orgânicos como mostra a Tabela 21.

Para a análise de retenção, houve diferença significativa (P<0,05) para os tratamentos conforto térmico e mineral orgânico (Tabela 22). Em relação a condição ambiental verificou-se que em conforto térmico, a retenção de P foi reduzida, como ilustra a Tabela 23. Este dado está incoerente com os dados

apresentados por Belay & Teeter (1996), em que a retenção foi reduzida em 40% no estresse térmico.

Verificamos que para os minerais, a maior retenção de P ocorreu na presença dos minerais orgânicos, conforme a Tabela 24. A maior retenção de P pode estar relacionada a maior mineralização óssea, intensificada na fase de crescimento dos animais, como já mencionado para o mineral Ca.

Esperava-se que o tratamento com a enzima fitase proporcionasse redução no poder poluente do P. Este resultado está de acordo com Lima et al. (2010) que não verificaram diferença estatística ($P \geq 0,05$) nos níveis de fitase (0, 200, 400 e 600) para fósforo ingerido, fósforo excretado, fósforo retido e percentual de fósforo retido para codornas. De acordo com Silva (2003), a capacidade de hidrolisar o ácido fítico pela enzima fitase pode ser influenciada por vários fatores, entre os quais se destacam a variação do pH, da umidade, da temperatura, a presença de certos minerais como o Ca e de outras enzimas, além do tempo de passagem da digesta. A incoerência observada pode ser justificada pela relação Ca:P. Qian et al. (1996) verificaram que a enzima fitase foi negativamente afetada por uma ampla relação Ca:P (acima 2:1). A relação estabelecida neste estudo é de 2,2:1, o que pode ter reduzido a eficiência da enzima estudada e não provocado efeito benéfico na excreção de P.

Tabela 20 - Níveis de significância da excreção de P

TRATAMENTOS	P- valor
Conforto térmico	0,1517 ns
Mineral Orgânico	0,0011 **
Fitase	0,2127 ns
Conforto*MinOrg	0,7410 ns
Conforto*Fitase	0,9939 ns
MinOrg*Fitase	0,8716 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,4492 ns
CV (%)	10,94

** Significativo ($P < 0,05$)

Tabela 21 - Médias da excreção de P em relação ao tratamento mineral orgânico

Min. Org.	Médias (g/dia)
Não	2,225 ± 0,0567 ^a
Sim	1,923 ± 0,0567 ^b

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 22 - Níveis de significância da retenção de P

TRATAMENTOS	P- valor
Conforto térmico	<,0001 **
Mineral Orgânico	0,0045 **
Fitase	0,4451 ns
Conforto*MinOrg	0,4943 ns
Conforto*Fitase	0,8572 ns
MinOrg*Fitase	0,1467 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,7071 ns
CV (%)	14,04

** Significativo (P<0,05)

Tabela 23 - Médias da retenção de P em relação ao tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)
Não	1,727 ± 0,053 ^a
Sim	1,312 ± 0,053 ^b

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 24 - Médias da retenção de P em relação ao tratamento mineral orgânico

Min. Org.	Médias (g/dia)
Não	1,400 ± 0,053 ^b
Sim	1,640 ± 0,053 ^a

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

6.5.5 Potássio

Para o K, houve diferença estatística (P<0,05) apenas para o tratamento fitase para a variável excreção, como mostra as Tabelas 25, 26 e 27. Para

retenção, o tratamento fitase e conforto térmico são significativos ao nível de significância de 0,05 e 0,06 respectivamente.

Na presença da enzima fitase, a excreção de K foi superior. A molécula do fitato, além do P, contém em sua constituição outros minerais, podendo complexar minerais mono, di e trivalentes, como o Ca, Zn, Cu, Fe, K, Mg e Mn (TEIXEIRA, et al., 2003).

O aumento superior a 12% da excreção de K, decorreu, possivelmente, do fato de a fitase liberar K do ácido fítico, aumentando sua concentração no organismo. Níveis elevados de K resultam, em inibição de sua absorção pelo excesso.

Tabela 25 - Níveis de significância da excreção de K

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,2876 ns
Mineral Orgânico	0,4250 ns
Fitase	0,0338 **
Conforto*MinOrg	0,3676 ns
Conforto*Fitase	0,1634 ns
MinOrg*Fitase	0,7509 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,9206 ns
CV(%)	14,84

** Significativo (P<0,05)

Tabela 26 - Médias de excreção de K em relação ao tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)
Não	3,552 ± 0,140 ^b
Sim	4,002 ± 0,140 ^a

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 27 - Níveis de significância da retenção de K

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,0679 ns
Mineral Orgânico	0,8888 ns
Fitase	0,0528 ns
Conforto*MinOrg	0,1843 ns
Conforto*Fitase	0,1155 ns
MinOrg*Fitase	0,0867 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,8230 ns
CV(%)	17,96

** Significativo (P<0,05)

6.5.6 Sódio

Na análise de Na, para a variável excreção, houve diferença significativa (P<0,05) apenas para o tratamento conforto térmico, como ilustra a Tabela 28.

Verificou-se, através das médias, que a excreção foi mais elevada na condição de conforto térmico, com mostra a Tabela 29.

Na retenção, o resultado foi semelhante como mostram as Tabelas 30 e 31.

O Na⁺, assim como o K⁺ e o Cl⁻ são os principais íons do balanço eletrolítico. O Na⁺ é o principal cátion presente nos fluídos extracelulares, atuando essencialmente no equilíbrio ácido-básico. De acordo com Borges (2003), em estresse calórico, a ave retém mais eletrólitos (Na⁺, K⁺ e Cl⁻) na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base, fato este que justifica a maior retenção e conseqüentemente a menor excreção no estresse térmico.

Tabela 28 - Níveis de significância da excreção de Na

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,0001**
Mineral Orgânico	0,8037 ns
Fitase	0,1090 ns
Conforto*MinOrg	0,3049 ns
Conforto*Fitase	0,2326 ns
MinOrg*Fitase	0,7368 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,1740 ns
CV(%)	31,23

** Significativo (P<0,05)

Tabela 29 - Médias de excreção de Na em relação ao tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)
Não	283,12 ± 29,839 ^b
Sim	481,25 ± 29,839 ^a

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 30 - Níveis de significância da retenção de Na

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	<0,0001**
Mineral Orgânico	0,3980 ns
Fitase	0,3082 ns
Conforto*MinOrg	0,3364 ns
Conforto*Fitase	0,1738 ns
MinOrg*Fitase	0,2817 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,1269 ns
CV(%)	26,64

** Significativo (P<0,05)

Tabela 31 - Médias de retenção do Na em relação ao tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)
Não	571,87 ± 29,196 ^a
Sim	305,00 ± 29,196 ^b

a, b Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

6.5.7 Nitrogênio

Acreditava-se que o estresse térmico e a fitase pudessem interferir na excreção e retenção de N, entretanto, não houve diferença significativa ($P \geq 0,05$) em nenhum dos tratamentos propostos, para as variáveis excreção e retenção como mostram as Tabelas 32 e 33. O fitato pode-se ligar à proteína, formando o complexo fitato-proteína. A presença desse complexo pode ter uma influência negativa na digestibilidade e absorção de proteínas e aminoácidos e inibir a atividade de algumas enzimas digestivas como a pepsina, tripsina e alfa-amilase (CAIRES et al. 2008). Lüdke et al. (2002) verificaram que a fitase reduziu a quantidade de N excretados por leitões. Lima et al. (2010) observaram que o nível de 600 FTU/kg proporcionou menor excreção de N. A quantidade de fitase empregada no estudo pode não ter sido suficiente para hidrolisar o ácido fítico promovendo melhor aproveitamento do N. Entretanto, o aumento na retenção do N com a enzima fitase foi de 10% (APÊNDICE - Tabela 93).

O tratamento conforto térmico foi significativo ao nível de significância de 0,09. Se for considerado o número reduzido de animais este é um dado expressivo. Patience et al. (2005) em um estudo com suínos em crescimento expostos a um padrão diurno de estresse por calor, não observaram diferença na excreção e retenção de N. Já Faria Filho (2006) verificou que sob estresse calórico frangos de corte excretaram 15% a mais de N. As divergências entre o estudo em questão e o autor citado acima podem ser justificadas pela intensidade de temperatura aplicada (32 °C).

Verificou-se na análise de N, que algumas amostras não foram acidificadas empregando a quantidade de 20 ml de ácido clorídrico. Este fato também pode ter interferido para que não houvesse diferença significativa ao nível de 5% para nenhuma variável estudada. Para melhorar a acidificação, quantidades superiores as aplicadas neste estudo devem ser utilizadas.

Tabela 32 - Níveis de significância da excreção de N

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,0998 ns
Mineral Orgânico	0,2267 ns
Fitase	0,3049 ns
Conforto*MinOrg	0,9318 ns
Conforto*Fitase	0,3099 ns
MinOrg*Fitase	0,7326 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,4903 ns
CV(%)	34,08

ns: não significativo ($P \geq 0,05$)

Tabela 33 - Níveis de significância da retenção de N

TRATAMENTOS	P-valor
Conforto térmico	0,8627 ns
Mineral Orgânico	0,2683 ns
Fitase	0,2961 ns
Conforto*MinOrg	0,9705 ns
Conforto*Fitase	0,2852 ns
MinOrg*Fitase	0,8022 ns
Confor*MinOrg*Fitase	0,5792 ns
CV(%)	26,69

ns: não significativo ($P \geq 0,05$)

7. ANÁLISE ECONÔMICA

A preocupação atual em relação ao meio ambiente tem levado a busca de alternativas que possibilitem um menor impacto ambiental proveniente dos dejetos de animais.

A alimentação é o componente de maior participação no custo de produção, exigindo uma atenção especial dos suinocultores. Em geral, o custo da alimentação representa 70% dos custos totais de produção na suinocultura e os outros custos - trabalho, energia, impostos, medicamentos, etc. - os 30% restantes (ROPPA, 2010). Isto implica na combinação adequada dos ingredientes para compor dietas balanceadas, para cada fase de produção, visando atender as exigências nutricionais específicas (KUNZ et al., 2003).

Aditivos alimentares têm sido incorporados aos alimentos com o intuito de melhorar a eficiência de produção dos animais pelo aumento da digestão de rações e redução da excreção em excesso de nutrientes nas fezes e urina, podendo contaminar o solo e as reservas de água. Esses aditivos, entretanto, ainda apresentam um custo elevado, podendo restringir sua utilização.

No estudo em questão, utilizou-se a fitase e os minerais orgânicos Cu e Zn. O custo total das dietas (R\$/t) por tratamento apresenta-se na Tabela 34.

Tabela 34 - Custos (R\$/t) das dietas por tratamento e diferença percentual ($\Delta\%$)

Tratamentos	Custo da dieta R\$/t	$\Delta\%$
T1	613,75	-
T2	628,37	2,38
T3	642,58	4,70
T4	657,20	7,08

Os custos das dietas foram estipulados no mês de setembro de 2010. A cotação do dólar adotada para os minerais orgânicos foi de 1,708.

Através dos dados, verifica-se que a incorporação dos aditivos eleva o custo das dietas, em relação à dieta controle (T1). O emprego de mineral orgânico e da enzima fitase (T4) foi o que apresentou o custo mais elevado

(R\$657,20/t) Para o mineral zinco, por exemplo, os aditivos contribuíram de forma positiva para redução na excreção deste mineral. A redução da excreção foi de 12% e 18,49% para a utilização do zinco orgânico e fitase, respectivamente.

As margens de rentabilidade da suinocultura são estreitas devido ao fato de estarem em um mercado que se aproxima de uma estrutura de economia perfeita. Qualquer elevação de custo é significativamente sentida na margem econômica.

Para estimular a busca e utilização de estratégias nutricionais para redução da poluição ambiental proveniente dos dejetos, é de fundamental importância mecanismos de compensação para os produtores. Todavia, ainda não há mecanismos que valorizem esse ganho ambiental, dificultando a análise econômica neste tipo de estudo.

8. CONCLUSÕES

O estresse térmico influenciou de forma distinta a excreção de minerais (Cu e Na).

Não ocorreu interação entre a enzima fitase e os minerais orgânicos visando o melhor aproveitamento dos nutrientes. Entretanto, os aditivos alimentares afetaram benéficamente o balanço dos minerais (Ca e Zn).

A redução da excreção dos minerais contribui para diminuição do potencial poluidor dos dejetos suínos e a contaminação do solo e de outros recursos naturais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACDA, S. P.; CHAE, B. J. A review on the applications of organic trace minerals in pig nutrition. **Pakistan Journal of Nutrition**. p. 25-30, 2002.

ADEOLA, O. et al. Phytase-induced changes in mineral utilization in zinc-supplemented diets for pigs. **J. Anim. Sci.** v.73, p. 3384–3391, 1995.

AMOROSO, L. **Respostas densitométricas, morfofisiológicas e desempenho de frangos de corte tratados com água filtrada e não filtrada**. 91f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

ARAUJO, C. S. S. Densidade óssea de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio durante a fase final de criação. **Acta Sci. Anim. Sci.** v. 28, p. 203-208, 2006.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS - AAFCO, 2000.

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE CRIADORES DE SUÍNOS - APCS. Benefício dos minerais orgânicos, 2004. Disponível em:
<<http://www.apcs.com.br/7,1,26,21403.asp>>. Acesso em: 10 de jul. 2008.

BELAY, T. et al. Mineral balance and urinary and fecal mineral excretion profile of broilers housed in thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Sci.** v. 71, p.1043-1047, 1992.

BELAY, T., TEETER, G. Effects of ambient temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and faecal loss. **British Poultry Sci.** v. 37, p.423-433, 1996.

BARROS, P. C. et al. Aspectos práticos da termorregulação de suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.7, p. 1248-1253, 2010.

BORGES, S. A. et al. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, 2003.

BURKETT, J. L. et al. Effect of inorganic and organic trace mineral supplementation on the performance, carcass characteristics, and fecal mineral excretion of phase-fed, grow-finish swine. **J. Anim. Sci.** v. 22, p.1279-1287, 2009.

CAIRES, C. M. et al. Enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n° 1, p.491-497, 2008.

CARLSON, M. S. et al. Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma, and excretion of nursery pigs. **J. Anim. Sci.** v.82, p.359-1366, 2004.

CASE C. L.; CARLSON, M. S. Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs. **J. Anim. Sci.** v.80, p.1917-1924, 2002.

CHENG, J. E. T. et al. Influence of dietary lysine on the utilization of zinc from zinc sulphate and zinclysine complex by young pigs. **J. Anim. Sci.**, v.76, p.1064-1074, 1998.

CLOSE, W. H. Organic minerals for pigs: an update. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. **Nottingham University Press**. p. 51-60, 1999.

COSTA, F. G. P. et. al. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciênc. agrotec**, Lavras, v. 31, p. 865-870, 2007.

CREECH, B. L. et. al. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral

excretion in pigs from weaning through finishing. **J. Anim. Sci.**, v. 82, p. 2140-2147, 2004.

CROMWELL, G. L. et al. Efficacy of low-activity, microbial phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p.449-456, 1995.

DIESEL, R. et al. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa - Embrapa Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS**. Bipers 14, 2005.

DOURMAD, J. Y.; JONDREVILLE, C. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours. **Livestock Science**. p. 192–198, 2007.

ECKEL, H. et al. Assessment and reduction of heavy metal input into agro-ecosystems. **Trace elements in animal production system**. p.33-43, 2008.

EL HUSSEINY, O.; CREGER, C. R. Effect of ambient temperature on mineral retention and balance of the broiler chicks. **Poult. Sci.** v.60. p.1651. (Abstr.), 1981.

FARIA FILHO, D. M. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor**. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. 2006.

FERREIRA, R. A. Efeitos do clima e a nutrição de suínos. **In: Encontros Técnicos. Abraves**. SC, Concórdia. Memórias. p. 01-15, 2000.

FIALHO, E. T. et al. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. **2a Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Concordia –BR, 2001.

FIALHO, E. T. et al. Redução da poluição ambiental por dejetos suínos: aspectos nutricionais. In: **Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos e tecnologia da produção de rações**. Campinas. Anais, CBNA, p.63-88. 2002.

FIALHO, E. T. et al. Redução da poluição ambiental por dejetos de suínos utilizando os instrumentos da nutrição. **I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal**. Fortaleza, 2008.

FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. B. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria v.28, p. 173-178, 1998.

FREMAUT, D. Trace mineral proteinates in modern pig production: reducing mineral excretion without sacrificing performance. In: **Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries**. Proceedings of Alltech's Nineteenth Annual Symposium. p. 171-178, 2003.

FUQUAY, J. W. Heat stress as it affects animal production. **J. Anim. Sci.**, v. 52, 1981.

HELLMAN, H.; CARLSON, M. Hellman. Feeding organic and inorganic sources of trace minerals for swine production. 2003. Disponível em: <<http://extension.missouri.edu/publications/DisplayPub.aspx?P=G2323>>. Acesso em: 15 de out. 2010. University of Missouri Extension Publication.

JONDREVILLE, C. et al. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. **Livestock Production Science**, v. 84, p.147–156, 2003.

JONDREVILLE, C; REVY, P. S. An update on use of organic minerals in swine nutrition. **Eastern Nutrition Conference**, 2008.

KIEFER, C. et al. Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Archivos de zootecnia**. v. 58, p. 55-64, 2009.

KIEFER, C. et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, p. 496-504, 2010.

KUNZ, A. et al. Produção Suínos. Embrapa suínos e aves. 2003.

KUNZ, A. et al. Redução da carga poluente: a questão dos nutrientes. **Gestão Ambiental na Suinocultura**. Embrapa Suínos e Aves. p.105-118, 2007.

KUNZ, A. Transformações da produção animal no Brasil e suas conseqüências ambientais. **I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais** – Florianópolis, SC – Brasil. 2009.

LIMA, G. J. M. M. Nutrição de suínos: ferramenta para reduzir a poluição causada pelos dejetos e aumentar a lucratividade do negócio. **Gestão Ambiental na Suinocultura**. Embrapa Suínos e Aves. p. 63-101, 2007.

LIMA, H. J. D. et al. Aproveitamento de nutrientes e de energia da ração de codornas japonesas em postura com o uso de fitase. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.1517-1522, 2010.

LIMA, I. A. V., MIYADA, V. S. Cobre orgânico e inorgânico como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados. **R. Bras. Zootec.**, v.32, p.1657-1662, 2003.

LÜDKE, M. C. M. M. et al. Influência da fitase na utilização de nutrientes em dietas compostas por milho e farelo de soja para suínos em crescimento. **Rev. bras. zootec.**, v.29, p.1402-1413, 2000.

LÜDKE, M. C. M. M. et al. Fitase em dietas para suínos em crescimento: impacto ambiental. **Ciência Rural**, v. 32, 2002.

MACHINSKY, T. G. et al. Digestibilidade de nutrientes e balanço de Ca e P em suínos recebendo dietas com ácido butírico, fitase e diferentes níveis de cálcio. **Ciência Rural**, v.40, 2010.

MANNO, M. C. **Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos em crescimento**. 2004. 50f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

MANNO, M. C. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Bras. Zootec.**, v.34, p.1963-1970, 2005.

MARTINS, B. A. B. **Determinação da biodisponibilidade relativa do fósforo para frangos de corte em farelo de trigo, soja integral tostada e soja integral extrusada com e sem fitase microbiana à dieta**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2003.

MOREIRA, J. A. et al. Biodisponibilidade e perdas endógenas mínimas de P em dietas com níveis crescentes de fitase para suínos em crescimento pela técnica de diluição isotópica. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 55, p. 350-356, 2003.

MOREIRA, J. A. et al. Fluxo biológico do fósforo no metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo fitase. **R. Bras. Zootec.**, v.33, p.2066-2075, 2004.

MULLAN, B. Trace minerals in pig production: Part 4 – a balancing act: mineral require. **Pig Progress**. v. 24, 2008.

MROZ, Z. et al. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. **J. Anim. Sci.**, v.72, p.126-132, 1994.

MUNIZ, M. H. B. et al. Fontes de minerais orgânicos e inorgânicos para leitões desmamados. **Ciência Rural**, v.40, 2010.

NAHM, K. H. Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. **Bioresource Technology**. v. 98, p.2282–2300, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirement of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: 1998. p.189.

NICHOLSON, F. A.; CHAMBERS, B. J. Livestock manure management and treatment: implications for heavy metal inputs to agricultural soils. **Trace elements in animal production system**. p. 55-61, 2008.

NOLLET, L. et al. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. **J. Appl. Poult. Res**. v.16, p.592–597, 2006.

NOVAK, J. M. et al. Copper and zinc accumulation in sandy soils and constructed wetlands receiving pig manure effluent applications. **Trace elements in animal production system**. p.45-54, 2008.

OLIVEIRA, P. A. V. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. EMBRAPA – CNPSA. p.188. 1993.

OLIVEIRA, T. M. L. A mineralização na suinocultura é importante? 2008. Disponível em:
<http://74.125.113.132/search?q=cache:s0m6q6dNMv0J:www.suino.com.br/NutricaoNoticia.aspx%3FcodigoNot%3DUYpta1In0TU%3D%26title%3DA%2BMINERALIZACAO%2BNA%2BSUINOCULTURA%2BE%2BIMPORTANTE%3F+minerais+organicos&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=50>. Acesso em: 20 de dez. 2008.

PALHARES, J. C. P.; CALIJURI, M. C. Impacto de sistemas de produção suinícola na qualidade dos recursos hídricos, 2007. Disponível em:

<http://porkworld.com.br/artigos/post/impacto-de-sistemas-de-producao-suinicola-na-qualidade-dos-recursos-hidricos_10044>. Acesso em: 15 out. 2009.

PATIENCE, J. F. et al. Nutritional and physiological responses of growing pigs exposed to a diurnal pattern of heat stress. **Livestock Production Science**, v 96, p. 205–214, 2005.

PERDOMO C. C., et al. Considerações sobre edificações para suínos. *In*: **Curso de Atualização sobre a Produção de Suínos**, 4, 1985, Concórdia, SC. EMBRAPA Suínos e Aves. 1985.

PERDOMO, C.C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. **SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS**, 1994, São Paulo. **Anais**. São Paulo: CBNA, p.19-26, 1994.

PEREIRA, A. A. et al. Avicultura e meio ambiente, 2009. Disponível em: <http://aveworld.com.br/aveworld/noticias/post/avicultura-e-meio-ambiente_7056>. Acesso em: 15 abr. 2010.

PRATT, P. F. Management restrictions in soil application of manure. **J. Anim. Sci.**, v. 48: p. 134-143, 1979.

QIAN, H. et al. Adverse effects of wide calcium:phosphorus ratios on supplemental phytase efficacy for weanling pigs fed two dietary phosphorus levels. **J. Anim. Sci.**, v.74, p.1288-1297, 1996.

REVY, P. S. et al. Effect of zinc supplemented as either an organic or an inorganic source and of microbial phytase on zinc and other minerals utilisation by weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 116, p. 93–11. 2004.

RODRIGUES, N. E. B. et al. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista eletrônica Nutritime**. v.7, p.1197-1211, 2010.

RODRIGUES, P. B. et al. Manejo da dieta para reduzir o impacto ambiental da excreção de nutrientes na avicultura. In: **VII Seminário de Aves e Suínos – AveSui Regiões**. Belo Horizonte, MG, 2007.

ROPPA, L. A produção de porcos no Brasil: exportação, custos de produção e perspectivas. Disponível em: <http://www.3tres3.com.pt/opinion/ficha.php?id_ficha=1086>. Acesso em 15 fev. 2011.

RUTZ, F., LIMA, G. J. M. M. O uso de antimicrobianos como promotores de crescimento no Brasil. Abraves – SC, 2001.

RUTZ, F., MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. **I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal - CBNA**, Campinas, SP 2009.

SALLES, M. S. V. et al. Effect of monensin on mineral balance in growing ruminants reared under different environment temperatures. **Animal Feed Science and Technology**. 141, p. 233-245, 2008.

SAS Institute. **SAS user's guide**. Cary: SAS, 2004.

SECHINATO, A. S. **Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2003.

SEGANFREDO, M. A. Uso de dejetos suínos como fertilizante e seus riscos ambientais. **Gestão ambiental na suinocultura**. EMBRAPA. p. 151-175, 2007.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p-235, 2006.

SILVA, H. O. **Fitase para rações de suínos em crescimento: digestibilidade total, ileal e desempenho**. Universidade Federal de Lavras. Tese (Doutorado). 2003.

SILVA, H. O. et al. Efeito da fitase sobre a excreção e teor de minerais nos ossos de suínos na fase de crescimento. **Agropecuária Técnica**, v.26, p.54–59, 2005.

SILVA, Y. L. S. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, 2004.

SOUZA, L. How Can Heat Stress Affect your Production?. 2009. Disponível em: <<http://www.thepigsite.com/articles/6/production-management/2715/how-can-heat-stress-affect-your-production>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

SUREK, D. et al. Uso de fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Rural**, v.38, 2008.

TEIXEIRA, A. S. et al. Desempenho e retenção de nitrogênio de frangos de corte dos 22 aos 42 dias alimentados com rações com diferentes níveis de cálcio e suplementadas com fitase. **Ciênc. agrotec.**, v.27, p.192-198, 2003.

USDA/USEPA. Unified National Strategy for Animal Feeding Operations, Washington, 1999. Disponível em: <<http://www.epa.gov/npdes/pubs/finafost.pdf>>. Acesso: em 10 jan. 2011.

VAZ, M. A. et al. Nutrientes e metais pesados em rações e suplementos e a contaminação de solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Fertbio**, Lages - SC, 2004.

WEDEKIND, K. J. et al. Bioavailability of zinc from inorganic and organic sources for pigs fed corn-soybean meal diets. **J Anim Sci.** v. 72. p.2681-2689. 1994.

10. APÊNDICE

APÊNDICE A - Média dos minerais e N para os diferentes tratamentos analisados

Cu EXCREÇÃO

Tabela 1 – Média de excreção de Cu para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)	DP
Não	96,875	2,996
Sim	82,173	3,135
CV(%)	13,31	

Tabela 2 – Média de excreção de Cu para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	90,000	2,996
Sim	89,048	3,135
CV(%)	13,31	

Tabela 3 – Média de excreção de Cu para o tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	87,173	3,135
Sim	91,875	2,996
CV(%)	13,31	

Tabela 4 – Média de excreção de Cu para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	97,500	4,237
Não	Sim	96,250	4,237
Sim	Não	82,500	4,237
Sim	Sim	81,845	4,623
CV(%)		13,31	

Tabela 5 – Média de excreção de Cu para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	97,500	4,237
Não	Sim	96,250	4,237
Sim	Não	76,845	4,623
Sim	Sim	87,500	4,237
CV(%)		13,31	

Tabela 6 – Média de excreção de Cu para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	91,250	4,237
Não	Sim	88,750	4,237
Sim	Não	83,095	4,623
Sim	Sim	95,000	4,237
CV(%)		13,31	

Tabela 7 – Média de excreção de Cu para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	102,500	5,992
Não	Não	Sim	92,500	5,992
Não	Sim	Não	92,500	5,992
Não	Sim	Sim	100,000	5,992
Sim	Não	Não	80,000	5,992
Sim	Não	Sim	85,000	5,992
Sim	Sim	Não	73,690	7,042
Sim	Sim	Sim	90,000	5,992
CV(%)			13,31	

Cu RETENÇÃO

Tabela 8 – Média de retenção de Cu para tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)	DP
Não	12,196	2,722
Sim	19,626	2,857
CV(%)		61,52

Tabela 9 – Média de retenção de Cu para tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	15,946	2,722
Sim	15,876	2,857
CV(%)	61,52	

Tabela 10 – Média de retenção de Cu para tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	14,644	2,722
Sim	17,179	2,857
CV(%)	61,52	

Tabela 11 – Média de retenção de Cu para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	14,392	4,265
Não	Sim	10,000	3,384
Sim	Não	17,500	3,384
Sim	Sim	21,752	4,603
CV(%)		61,52	

Tabela 12 – Média de retenção de Cu para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	9,392	4,265
Não	Sim	15,000	3,384
Sim	Não	19,895	3,700
Sim	Sim	19,357	4,265
CV(%)		61,52	

Tabela 13 – Média de retenção de Cu para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	15,642	4,265
Não	Sim	16,250	3,384
Sim	Não	13,645	3,700
Sim	Sim	18,107	4,265
CV(%)		61,52	

Tabela 14 – Média de retenção de Cu para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	11,285	7,062
Não	Não	Sim	17,500	4,785
Não	Sim	Não	7,500	4,785
Não	Sim	Sim	12,500	4,785
Sim	Não	Não	20,000	4,785
Sim	Não	Sim	15,000	4,785
Sim	Sim	Não	19,790	5,647
Sim	Sim	Sim	23,715	7,062
CV(%)			61,52	

Zn EXCREÇÃO

Tabela 15 – Média de excreção de Zn para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)	DP
Não	156,875	6,984
Sim	174,375	6,984
CV(%)	16,87	

Tabela 16 – Média de excreção de Zn para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	176,250	6,984
Sim	155,000	6,984
CV(%)	16,87	

Tabela 17 – Média de excreção de Zn para o tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	182,500	6,984
Sim	148,750	6,984
CV(%)	16,87	

Tabela 18 – Média de excreção de Zn para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	161,250	9,876
Não	Sim	152,500	9,876
Sim	Não	191,250	9,876
Sim	Sim	157,500	9,876
CV(%)		16,87	

Tabela 19 – Média de excreção de Zn para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	180,000	9,876
Não	Sim	133,750	9,876
Sim	Não	185,000	9,876
Sim	Sim	163,750	9,876
CV(%)		16,87	

Tabela 20 – Média de excreção de Zn para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	185,000	9,876
Não	Sim	167,500	9,876
Sim	Não	180,000	9,876
Sim	Sim	130,000	9,876
CV(%)		16,87	

Tabela 21 – Média de excreção de Zn para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	185,000	13,967
Não	Não	Sim	137,500	13,967
Não	Sim	Não	175,000	13,967
Não	Sim	Sim	130,000	13,967
Sim	Não	Não	185,000	13,967
Sim	Não	Sim	197,500	13,967
Sim	Sim	Não	185,000	13,967
Sim	Sim	Sim	130,000	13,967
CV(%)			16,87	

Zn RETENÇÃO

Tabela 22 – Média de retenção de Zn para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)	DP
Não	- 63,676	7,287
Sim	- 74,146	6,557
CV(%)	35,39	

Tabela 23 – Média de retenção de Zn para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	- 68,710	6,928
Sim	- 69,113	7,108
CV(%)	35,39	

Tabela 24 – Média de retenção de Zn para o tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	- 88,750	6,258
Sim	- 49,072	7,539
CV(%)	35,39	

Tabela 25 – Média de retenção de Zn para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	- 59,126	9,679
Não	Sim	- 68,226	11,126
Sim	Não	- 78,293	9,679
Sim	Sim	- 70,000	8,850
CV(%)		35,39	

Tabela 26 – Média de retenção de Zn para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	- 81,250	8,850
Não	Sim	- 46,102	11,58
Sim	Não	- 96,250	8,850
Sim	Sim	- 52,096	9,679
CV(%)		35,39	

Tabela 27 – Média de retenção de Zn para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	- 87,500	8,850
Não	Sim	- 49,919	10,662
Sim	Não	- 90,000	8,850
Sim	Sim	- 48,226	11,126
CV(%)		35,39	

Tabela 28 – Média de retenção de Zn para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	- 85,000	12,515
Não	Não	Sim	- 33,253	14,768
Não	Sim	Não	- 77,500	12,515
Não	Sim	Sim	- 58,952	18,399
Sim	Não	Não	- 90,000	12,515
Sim	Não	Sim	- 66,586	14,768
Sim	Sim	Não	- 102,500	12,515
Sim	Sim	Sim	- 37,500	12,515
CV(%)			35,39	

Ca EXCREÇÃO

Tabela 29 – Média de excreção de Ca para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	4,312	0,181
Sim	4,115	0,181
CV(%)	17,24	

Tabela 30 – Média de excreção de Ca para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	4,415	0,181
Sim	4,012	0,181
CV(%)	17,24	

Tabela 31 – Média de excreção de Ca para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	4,293	0,181
Sim	4,134	0,181
CV(%)	17,24	

Tabela 32 – Média de excreção de Ca para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	4,532	0,257
Não	Sim	4,092	0,257
Sim	Não	4,297	0,257
Sim	Sim	3,932	0,257
CV(%)		17,24	

Tabela 33 – Média de excreção de Ca para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	4,486	0,257
Não	Sim	4,138	0,257
Sim	Não	4,100	0,257
Sim	Sim	4,130	0,257
CV(%)		17,24	

Tabela 34 – Média de excreção de Ca para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	4,620	0,257
Não	Sim	4,210	0,257
Sim	Não	3,966	0,257
Sim	Sim	4,059	0,257
CV(%)		17,24	

Tabela 35 – Média de excreção de Ca para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	4,930	0,363
Não	Não	Sim	4,135	0,363
Não	Sim	Não	4,042	0,363
Não	Sim	Sim	4,142	0,363
Sim	Não	Não	4,310	0,363
Sim	Não	Sim	4,285	0,363
Sim	Sim	Não	3,890	0,363
Sim	Sim	Sim	3,975	0,363
CV(%)			17,24	

Ca RETENÇÃO

Tabela 36 – Média de retenção de Ca para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	3,989	0,173
Sim	3,537	0,173
CV(%)	18,44	

Tabela 37 – Média de retenção de Ca para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	3,383	0,173
Sim	4,143	0,173
CV(%)	18,44	

Tabela 38 – Média de retenção de Ca para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	3,503	0,173
Sim	4,023	0,173
CV(%)	18,44	

Tabela 39 – Média de retenção de Ca para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	3,543	0,245
Não	Sim	4,431	0,245
Sim	Não	3,320	0,245
Sim	Sim	3,855	0,245
CV(%)		18,44	

Tabela 40 – Média de retenção de Ca para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	3,621	0,245
Não	Sim	4,357	0,245
Sim	Não	3,386	0,245
Sim	Sim	3,689	0,245
CV(%)		18,44	

Tabela 41 – Média de retenção de Ca para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	3,135	0,245
Não	Sim	3,632	0,245
Sim	Não	3,872	0,245
Sim	Sim	4,414	0,245
CV(%)		18,44	

Tabela 42 – Média de retenção de Ca para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	3,137	0,347
Não	Não	Sim	3,957	0,347
Não	Sim	Não	4,105	0,347
Não	Sim	Sim	4,757	0,347
Sim	Não	Não	3,132	0,347
Sim	Não	Sim	3,307	0,347
Sim	Sim	Não	3,640	0,347
Sim	Sim	Sim	4,070	0,347
CV(%)			18,44	

P EXCREÇÃO

Tabela 43 – Média de excreção de P para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	2,014	0,056
Sim	2,134	0,056
CV(%)	10,94	

Tabela 44 – Média de excreção de P para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	2,225	0,056
Sim	1,923	0,056
CV(%)	10,94	

Tabela 45 – Média de excreção de P para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	2,126	0,056
Sim	2,022	0,056
CV(%)	10,94	

Tabela 46 – Média de excreção de P para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	2,179	0,08
Não	Sim	1,850	0,08
Sim	Não	2,271	0,08
Sim	Sim	1,996	0,08
CV(%)		10,94	

Tabela 47 – Média de excreção de P para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	2,066	0,08
Não	Sim	1,962	0,08
Sim	Não	2,185	0,08
Sim	Sim	2,082	0,08
CV(%)		10,94	

Tabela 48 – Média de excreção de P para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	2,270	0,080
Não	Sim	2,180	0,080
Sim	Não	1,981	0,080
Sim	Sim	1,865	0,080
CV(%)		10,94	

Tabela 49 – Média de excreção de P para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	2,255	0,113
Não	Não	Sim	2,102	0,113
Não	Sim	Não	1,877	0,113
Não	Sim	Sim	1,822	0,113
Sim	Não	Não	2,285	0,113
Sim	Não	Sim	2,257	0,113
Sim	Sim	Não	2,085	0,113
Sim	Sim	Sim	1,907	0,113
CV(%)			10,94	

P RETENÇÃO

Tabela 50 – Média de retenção de P para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	1,727	0,053
Sim	1,312	0,053
CV(%)	14,04	

Tabela 51 – Média de retenção de P para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	1,400	0,053
Sim	1,640	0,053
CV(%)	14,04	

Tabela 52 – Média de retenção de P para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	1,491	0,053
Sim	1,549	0,053
CV(%)	14,04	

Tabela 53 – Média de retenção de P para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	1,581	0,075
Não	Sim	1,874	0,075
Sim	Não	1,219	0,075
Sim	Sim	1,406	0,075
CV(%)		14,04	

Tabela 54 – Média de retenção de P para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	1,691	0,075
Não	Sim	1,764	0,075
Sim	Não	1,290	0,075
Sim	Sim	1,335	0,075
CV(%)		14,04	

Tabela 55 – Média de retenção de P para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	1,427	0,075
Não	Sim	1,372	0,075
Sim	Não	1,554	0,075
Sim	Sim	1,726	0,075
CV(%)		14,04	

Tabela 56 – Média de retenção de P para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	1,587	0,107
Não	Não	Sim	1,575	0,107
Não	Sim	Não	1,795	0,107
Não	Sim	Sim	1,952	0,107
Sim	Não	Não	1,267	0,107
Sim	Não	Sim	1,170	0,107
Sim	Sim	Não	1,312	0,107
Sim	Sim	Sim	1,500	0,107
CV(%)			14,04	

K EXCREÇÃO

Tabela 57 – Média de excreção de K para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	3,885	0,140
Sim	3,669	0,140
CV(%)		14,84

Tabela 58 – Média de excreção de K para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	3,858	0,140
Sim	3,697	0,140
CV(%)		14,84

Tabela 59 – Média de excreção de K para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	3,552	0,140
Sim	4,002	0,140
CV(%)		14,84

Tabela 60 – Média de excreção de K para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	4,057	0,198
Não	Sim	3,714	0,198
Sim	Não	3,659	0,198
Sim	Sim	3,680	0,198
CV(%)		14,84	

Tabela 61 – Média de excreção de K para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	3,804	0,198
Não	Sim	3,967	0,198
Sim	Não	3,301	0,198
Sim	Sim	4,037	0,198
CV(%)		14,84	

Tabela 62 – Média de excreção de K para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	3,665	0,198
Não	Sim	4,051	0,198
Sim	Não	3,440	0,198
Sim	Sim	3,954	0,198
CV(%)		14,84	

Tabela 63 – Média de excreção de K para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	3,997	0,280
Não	Não	Sim	4,117	0,280
Não	Sim	Não	3,610	0,280
Não	Sim	Sim	3,817	0,280
Sim	Não	Não	3,332	0,280
Sim	Não	Sim	3,985	0,280
Sim	Sim	Não	3,270	0,280
Sim	Sim	Sim	4,090	0,280
CV(%)			14,84	

K RETENÇÃO

Tabela 64 – Média de retenção de K para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	2,951	0,125
Sim	2,611	0,125
CV(%)	17,96	

Tabela 65 – Média de retenção de K para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	2,769	0,125
Sim	2,794	0,125
CV(%)	17,96	

Tabela 66 – Média de retenção de K para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	2,962	0,125
Sim	2,600	0,125
CV(%)	17,96	

Tabela 67 – Média de retenção de K para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	2,817	0,177
Não	Sim	3,085	0,177
Sim	Não	2,720	0,177
Sim	Sim	2,502	0,177
CV(%)		17,96	

Tabela 68 – Média de retenção de K para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	2,987	0,177
Não	Sim	2,915	0,177
Sim	Não	2,937	0,177
Sim	Sim	2,285	0,177
CV(%)		17,96	

Tabela 69 – Média de retenção de K para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	2,791	0,177
Não	Sim	2,746	0,177
Sim	Não	3,134	0,177
Sim	Sim	2,454	0,177
CV(%)		17,96	

Tabela 70 – Média de retenção de K para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	2,715	0,250
Não	Não	Sim	2,920	0,250
Não	Sim	Não	3,260	0,250
Não	Sim	Sim	2,910	0,250
Sim	Não	Não	2,867	0,250
Sim	Não	Sim	2,572	0,250
Sim	Sim	Não	3,007	0,250
Sim	Sim	Sim	1,997	0,250
CV(%)			17,96	

Na EXCREÇÃO

Tabela 71 – Média de excreção de Na para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)	DP
Não	283,125	29,839
Sim	481,250	29,839
CV(%)		31,23

Tabela 72 – Média de excreção de Na para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	387,500	29,839
Sim	376,875	29,839
CV(%)		31,23

Tabela 73 – Média de excreção de Na para o tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	346,875	29,839
Sim	417,500	29,839
CV(%)		31,23

Tabela 74 – Média de excreção de Na para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	266,250	42,200
Não	Sim	300,000	42,200
Sim	Não	258,750	42,200
Sim	Sim	453,750	42,200
CV(%)		31,23	

Tabela 75 – Média de excreção de Na para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	273,750	42,200
Não	Sim	292,500	42,200
Sim	Não	420,000	42,200
Sim	Sim	542,500	42,200
CV(%)		31,23	

Tabela 76 – Média de excreção de Na para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	345,000	42,200
Não	Sim	430,000	42,200
Sim	Não	348,750	42,200
Sim	Sim	405,000	42,200
CV(%)		31,23	

Tabela 77 – Média de excreção de Na para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	220,000	59,678
Não	Não	Sim	312,500	59,678
Não	Sim	Não	327,500	59,678
Não	Sim	Sim	272,500	59,678
Sim	Não	Não	470,000	59,678
Sim	Não	Sim	574,500	59,678
Sim	Sim	Não	370,000	59,678
Sim	Sim	Sim	537,500	59,678
CV(%)			31,23	

Na RETENÇÃO

Tabela 78 – Média de retenção de Na para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (mg/dia)	DP
Não	581,875	29,196
Sim	305,000	29,196
CV(%)	26,64	

Tabela 79 – Média de retenção de Na para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	456,250	29,196
Sim	420,625	29,196
CV(%)	26,64	

Tabela 80 – Média de retenção de Na para o tratamento fitase

Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	416,875	29,196
Sim	460,000	29,196
CV(%)	26,64	

Tabela 81 – Média de retenção de Na para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	610,000	41,290
Não	Sim	533,750	41,290
Sim	Não	302,500	41,290
Sim	Sim	307,500	41,290
CV(%)		26,64	

Tabela 82 – Média de retenção de Na para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	521,250	41,290
Não	Sim	622,500	41,290
Sim	Não	312,500	41,290
Sim	Sim	297,500	41,290
CV(%)		26,64	

Tabela 83 – Média de retenção de Na para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (mg/dia)	DP
Não	Não	457,500	41,290
Não	Sim	455,000	41,290
Sim	Não	376,250	41,290
Sim	Sim	465,000	41,290
CV(%)		26,64	

Tabela 84 – Média de retenção de Na para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	615,000	58,393
Não	Não	Sim	605,000	58,393
Não	Sim	Não	427,500	58,393
Não	Sim	Sim	640,000	58,393
Sim	Não	Não	300,000	58,393
Sim	Não	Sim	305,000	58,393
Sim	Sim	Não	325,000	58,393
Sim	Sim	Sim	290,000	58,393
CV(%)			26,64	

N EXCREÇÃO

Tabela 85 – Média de excreção de N para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	12,351	0,953
Sim	10,029	0,953
CV(%)		34,08

Tabela 86 – Média de excreção de N para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	12,030	0,953
Sim	10,350	0,953
CV(%)		34,08

Tabela 87 – Média de excreção de N para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	10,481	0,953
Sim	11,899	0,953
CV(%)	34,08	

Tabela 88 – Média de excreção de N para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	13,132	1,348
Não	Sim	11,570	1,348
Sim	Não	10,927	1,348
Sim	Sim	9,1310	1,348
CV(%)		34,08	

Tabela 89 – Média de excreção de N para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	12,343	1,348
Não	Sim	12,358	1,348
Sim	Não	8,618	1,348
Sim	Sim	11,440	1,348
CV(%)		34,08	

Tabela 90 – Média de excreção de N para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	11,087	1,348
Não	Sim	12,972	1,348
Sim	Não	9,875	1,348
Sim	Sim	10,826	1,348
CV(%)		34,08	

Tabela 91 – Média de excreção de N para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	13,365	1,907
Não	Não	Sim	12,900	1,907
Não	Sim	Não	11,322	1,907
Não	Sim	Sim	11,817	1,907
Sim	Não	Não	8,810	1,907
Sim	Não	Sim	13,045	1,907
Sim	Sim	Não	8,427	1,907
Sim	Sim	Sim	9,835	1,907
CV(%)			34,08	

N RETENÇÃO

Tabela 92 – Média de retenção de N para o tratamento conforto térmico

Conforto	Médias (g/dia)	DP
Não	14,213	0,956
Sim	14,450	0,956
CV(%)	26,69	

Tabela 93 – Média de retenção de N para o tratamento minerais orgânicos

Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	13,562	0,956
Sim	15,100	0,956
CV(%)	26,69	

Tabela 94 – Média de retenção de N para o tratamento fitase

Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	15,056	0,956
Sim	13,606	0,956
CV(%)	26,69	

Tabela 95 – Média de retenção de N para interação conforto x minerais

Conforto	Min. Org.	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	13,418	1,352
Não	Sim	15,007	1,352
Sim	Não	13,706	1,352
Sim	Sim	15,193	1,352
CV(%)		26,69	

Tabela 96 – Média de retenção de N para interação conforto x fitase

Conforto	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	14,196	1,352
Não	Sim	14,230	1,352
Sim	Não	15,916	1,352
Sim	Sim	12,983	1,352
CV(%)		26,69	

Tabela 97 – Média de retenção de N para interação minerais x fitase

Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	14,458	1,352
Não	Sim	12,666	1,352
Sim	Não	15,653	1,352
Sim	Sim	14,547	1,352
CV(%)		26,69	

Tabela 98 – Média de retenção de N para interação conforto x minerais x fitase

Conforto	Min. Org.	Fitase	Médias (g/dia)	DP
Não	Não	Não	13,192	1,913
Não	Não	Sim	13,645	1,913
Não	Sim	Não	15,200	1,913
Não	Sim	Sim	14,815	1,913
Sim	Não	Não	15,725	1,913
Sim	Não	Sim	11,687	1,913
Sim	Sim	Não	16,107	1,913
Sim	Sim	Sim	14,280	1,913
CV(%)			26,69	