

NÍVEIS DE ZINCO NA DIETA DE LEITÕES RECÉM-DESMAMADOS: DESEMPENHO, INCIDÊNCIA DE DIARRÉIA, ISOLAMENTO DE *E. COLI* E ANÁLISE ECONÔMICA¹

VÂNIA MARIA ARANTES², MARIA CRISTINA THOMAZ³, RODOLFO NASCIMENTO KRONKA³, EUCLIDES BRAGA MALHEIROS³, VINICIUS MUNDIM E BARROS⁴, EDUARDO SOUZA PINTO⁴, FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO⁵, ALESSANDRO LUÍS FRAGA³, URBANO DOS SANTOS RUIZ³, RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE³

¹Recebido para publicação em 12/01/05. Aceito para publicação em 26/08/05

²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Engenheiro Diniz, 1178, Caixa. postal 593, CEP 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: vmarantes@ufu.br

³Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, do Campus de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil.

⁴Universidade Federal de Uberlândia, Av. Engenheiro Diniz, 1178, Caixa postal 593, CEP 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil

⁵Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Zootecnia Diversificada, Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa postal 60, CEP 13460-000, Nova Odessa, SP, Brasil.

RESUMO: Foi conduzido um experimento para determinar o efeito da adição de diferentes níveis (0, 1500, 3000 e 4500 ppm) de zinco (ZnO) na dieta de leitões recém-desmamados sobre o desempenho, a incidência e gravidade de diarreia, o isolamento de *E. coli*, *E. coli* entero-hemorrágica e *Proteus mirabilis* e análise econômica. Foram utilizados 60 leitões machos castrados, mestiços, desmamados aos 21 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 5 repetições. Os períodos (P) considerados foram: P₁, do desmame (dia zero) até 14 dias pós-desmame; P₂, de 15 a 42 dias pós-desmame e Total (PT), do dia zero aos 42 dias pós-desmame, para o desempenho e análise econômica; semana 1, semana 2, e P₁, para incidência e gravidade da diarreia; coleta de fezes aos 0, 7 e 14 dias pós-desmame para o isolamento microbiológico. Utilizou-se a regressão polinomial para os níveis de Zn nas variáveis consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA). Concluiu-se que a adição de 1500 ppm de Zn em rações foi suficiente para melhorar o GDP e a CA. O ZnO não foi efetivo no controle de *E. coli* e *E. coli* entero-hemorrágica nos 14 dias pós-desmame.

Palavras-chave: análise econômica, conversão alimentar, microbiologia, suínos.

LEVELS OF DIETARY ZINC ON WEANING PIGLETS: PERFORMANCE, DIARRHEA INCIDENCE AND *E. COLI* ISOLATION

ABSTRACT: The present experiment was conducted to determine the effect of the addition of different levels of zinc (0, 1500, 3000 and 4500 ppm) in the diet of weaned pigs on performance, diarrhea incidence and importance, *E. coli*, enterohemorrhagic *E. coli* and *P. mirabilis* isolation and economical analysis. Sixty crossed weaned piglets with 21 days of age, were used, arranged in a randomized design, with 4 treatment, 5 replications. The periods (P) considered were: P₁, of the it weans (day zero) up to 14 days it after weaning; P₂, from 15 to 42 days after weaning and Total (TP), of the day zero to the 42 days after weaning, for performance and economical analysis; week 1, week 2, and P₁, for incidence and gravity of the diarrhea; collection of feces to the 0, 7 and 14 days after weaning for the microbiological isolation. The polynomial regression was used for the levels of Zn in the variables daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG) and feed:gain ratio (FG). The addition of 1500 ppm of Zn in diet was enough to improve piglets DWG and FG. ZnO was not effective in controlling *E. coli* and enterohemorrhagic *E. coli* in the 14 days after weaning.

Key words: economical analysis, feed:gain, microbiology, swine.

INTRODUÇÃO

O desmame de leitões em criações comerciais no Brasil é feito à idade média de 21 dias, o que se constitui em fator estressante para os animais, uma vez que são associadas mudanças ambientais, sociais e nutricionais à uma idade precoce. De acordo com EASTER (1993), as funções digestivas dos leitões desmamados precocemente são inadequadas, devido à insuficiente produção de ácido clorídrico e de enzimas digestivas, que torna incompleto o aproveitamento das dietas formuladas a base de grãos.

O período de 7 a 14 dias pós-desmame é considerado crítico, caracterizando-se por baixo consumo de ração e baixa digestibilidade, que resultam em estado geral de deficiência energética, levando à diminuição do ganho de peso e à ocorrência de diarreias, responsável por mortalidade e perdas significativas na produção suinícola. A *Escherichia coli*, habitante natural do trato gastrointestinal, é a bactéria usualmente associada às diarreias pós-desmame em suínos (ZIEGERHOFER, 1988). Diante da necessidade de minimizar os efeitos do desmame sobre os leitões, alternativas com ênfase no manejo produtivo, nutricional e na biossegurança têm sido intensamente estudadas. A utilização de dietas complexas tornou-se uma realidade para modernos sistemas de criação, que buscam o máximo de produtividade, e contém alta porcentagem de produtos lácteos e/ou outras fontes protéicas associadas a cereais, buscando a melhora da palatabilidade e da digestibilidade de seus ingredientes, para que favoreçam o desenvolvimento do animal ou o aumento nos níveis de ingestão de ração, sem predispor os leitões a problemas digestivos.

Devido à baixa absorção no trato gastrointestinal e baixo custo, a adição de altos níveis de zinco nas dietas pós-desmame constitui-se em prática utilizada mundialmente, visando a prevenção da diarreia, já que os íons zinco (Zn^{++}) podem interagir com a *E. coli*, inibindo e/ou reduzindo a atividade da mesma no trato gastrointestinal dos suínos (KASAHARA e ANRAKU, 1972; RAYMAN *et al.*, 1972, KASAHARA e ANRAKU, 1974; ZIEGERHOFER, 1988; HOLM, 1990; FRYER *et al.*, 1992, WAERN *et al.*, 1996). Além disso, a suplementação com ZnO pode aumentar o consumo de ração, como também melhorar o *status* fisiológico do Zn (quantidade de Zn no plasma) dos leitões (HOJBERG *et al.*, 2005)

Vários estudos demonstraram efeitos benéficos

do uso de níveis de 2400 a 4000 ppm de Zn, tendo como fonte o óxido de zinco (ZnO), por períodos de 14 a 21 dias pós-desmame, sobre o desempenho dos leitões e/ou controle da diarreia (PEISAK *et al.*, 1988, HOLM, 1990; BERTOL e BRITO, 1992; KAVANAGH, 1992; MENTEN *et al.*, 1992; WAERN *et al.*, 1996; POULSEN, 1995, TOKACH *et al.*, 1998). Dentre os diferentes agentes causadores de diarreia em leitões, a *Escherichia coli* enteropatogênica (ECE) é a mais freqüente, tendo sido isolada em nosso meio, assim como em vários países (STYNEY e RISTOW, 2001).

Os íons zinco atuam na prevenção da diarreia por inibição do transporte ativo de succinato para a célula de *E. coli* (RAYMAN *et al.*, 1972), ou impedindo a atividade do sistema oxidase, inibindo a cadeia respiratória da bactéria KASAHARA e ANRAKU, 1972, 1974). ZIEGERHOFER (1988) relatou que a *E. coli* poderia ser atenuada pelas modificações das condições bioquímicas que os íons zinco promovem no trato gastrointestinal, provavelmente inibindo o seu desenvolvimento ou ainda, indiretamente, através de uma alteração na microbiota intestinal dos leitões recém-desmamados.

LIMA *et al.* (1994) estudaram diferentes períodos (14 ou 21 dias) de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados e concluíram que a suplementação de 2400 ppm de Zn (utilizando como fonte de suplementação o ZnO), durante 14 dias após o desmame, promoveu os melhores resultados de consumo de ração e ganho de peso, ao mesmo tempo que reduziu a incidência de diarreia, mas não houve diferença na incidência de diarreia entre o fornecimento por 14 ou 21 dias. MIYADA *et al.* (1994) testaram a adição de 0, 750, 1500, 2250 e 3000 ppm de Zn, através da adição de ZnO na ração de leitões desmamados aos 36 dias de idade, com peso médio de 8 kg, durante o período de 28 dias pós-desmame e observaram efeitos benéficos nas 2 primeiras semanas, indicando que até o nível de 2250 ppm, o desempenho foi sensivelmente melhorado. De acordo com a análise de regressão, o máximo ganho diário de peso e a melhor conversão alimentar foram obtidos com valores estimados em 2403 ppm e 1618 ppm de Zn, respectivamente.

Considerando-se a possibilidade do aumento da concentração de Zn nas vísceras dos leitões que receberam a suplementação de altos níveis de ZnO, o presente estudo teve o objetivo de verificar os efeitos da suplementação de diferentes níveis de Zn nas

rações de leitões desmamados com 21 dias de idade sobre o desempenho, a incidência e gravidade de diarreia, a presença de *E. coli* e *E. coli* enterohemorrágica e a viabilidade econômica de sua utilização.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e Instalações

O presente estudo foi na Unidade Experimental do Setor de Suinocultura da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (FAMEV / UFU). A análise microbiológica das fezes, foi realizada no TECSA Laboratórios (Belo Horizonte, MG).

O Setor de Creche compreendia um galpão de alvenaria, com cobertura de telhas de barro, contendo 8 janelas laterais, com 20 baias medindo 3,00 x 1,50m cada uma, com piso parcialmente ripado, separadas entre si por divisórias de alvenaria e grade metálica ao fundo, equipadas com comedouros de alvenaria, bebedouros tipo chupeta e aquecedores elétricos que eram ligados quando a temperatura ambiente era inferior a 25°C.

Animais e manejo

Foram utilizados 60 leitões machos castrados, mestiços das raças Landrace x Large White x Piétrain, com peso médio inicial de 6,89 kg, de procedência de criação em sítios separados, Sistema de Integração da Sadia Alimentos (unidade Uberlândia, MG), desmamados, em média, aos 21 dias de idade. Após o desmame, os animais foram transferidos para a Unidade Experimental (Setor de Creche), onde permaneceram até 63 dias de idade, considerada a Fase Inicial do desenvolvimento dos leitões. Em cada baia, foram alojados três animais, que receberam ração e água à vontade. Durante esta fase, os animais foram pesados individualmente, sendo medido o consumo das rações por baia.

Para a comparação entre os dados, foram considerados:

Período 1 (P₁): do desmame (dia zero) até 14 dias pós-desmame (de 21 a 35 dias de idade);

Período 2 (P₂): de 15 a 42 dias pós-desmame (de 36 a 63 dias de idade);

Período Total (PT): do desmame aos 42 dias pós-desmame (de 21 a 63 dias de idade).

Tratamentos e dietas experimentais

A inclusão de ZnO foi feita na dieta Pré-Inicial, que foi fornecida durante os primeiros 14 dias pós-desmame (P₁), objetivando a adição dos seguintes níveis de Zn:

T₁: Dieta Pré-inicial sem suplementação de Zn;

T₂: Dieta Pré-inicial + 1500 ppm de Zn;

T₃: Dieta Pré-inicial + 3000 ppm de Zn;

T₄: Dieta Pré-inicial + 4500 ppm de Zn.

A ração pré-inicial foi fornecida na forma farelada. No Quadro 1 encontram-se as dietas fornecidas aos leitões no P₁ e as respectivas composições bromatológicas. No Período 2, os leitões receberam as dietas Inicial 1 e Inicial 2, fornecidas dos 15 aos 35 e dos 36 aos 42 dias pós-desmame, respectivamente. As composições percentuais e bromatológicas destas dietas encontram-se no Quadro 2.

As dietas experimentais foram formuladas de forma a atender as exigências nutricionais mínimas dos suínos na fase inicial, preconizadas pelo NRC (1998). À dieta pré-inicial não foram adicionados antibióticos.

Desempenho

Os animais, as rações e as sobras de ração foram pesados aos 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias pós-desmame para posterior determinação do ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA).

Incidência e gravidade de diarreia

A incidência de diarreia (ID) e a gravidade da diarreia (G) foram avaliados diariamente, nos primeiros 14 dias da fase inicial, para todos os leitões, por um único observador, num período de 01 hora pela manhã e 01 hora à tarde. Foi considerada diarreia quando as fezes se apresentaram amolecidas e/ou com mudança de coloração, e a gravidade da

Quadro 1. Composição percentual, bromatológica (matéria seca) e preços das dietas experimentais utilizadas de zero a 14 dias pós-desmame (P₁)

Ingrediente (kg)	Tratamento			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Milho	41,692	41,317	40,942	40,567
Farelo de soja	11,371	11,435	11,500	11,565
Açúcar	5,000	5,000	5,000	5,000
Calcário calcítico	0,968	0,967	0,966	0,966
Farinha de bolacha	10,000	10,000	10,000	10,000
Fosfato bicálcico	1,079	1,079	1,080	1,081
Glutenose	3,000	3,000	3,000	3,000
Leite em pó desnatado	5,553	5,553	5,553	5,553
Óleo degomado de soja	1,924	2,047	2,170	2,294
Plasma bovino	4,000	4,000	4,000	4,000
Proteína texturizada de soja	3,000	3,000	3,000	3,000
Sal comum	0,250	0,250	0,250	0,250
Soro de leite	10,107	10,107	10,107	10,107
Ácido fumárico	1,000	1,000	1,000	1,000
Cloreto de colina	0,008	0,008	0,008	0,008
DL- Metionina	0,182	0,182	0,183	0,183
L-Lisina HCl	0,542	0,541	0,540	0,539
L-Treonina	0,079	0,079	0,079	0,079
L-Triptofano	0,047	0,046	0,046	0,046
Óxido de zinco ¹	0,000	0,188	0,375	0,563
Suplemento mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ³	0,100	0,100	0,100	0,100
<i>Total</i>	100,000	100,000	100,000	100,000
<i>R\$ / kg</i>	1,256	1,264	1,271	1,279
Composição bromatológica				
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	3600	3600	3600	3600
Proteína bruta (%)	19,500	19,500	19,500	19,500
Cálcio (%)	0,800	0,800	0,800	0,800
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,450	0,450
Lisina (%)	1,500	1,500	1,500	1,500
Metionina + cistina (%)	0,900	0,900	0,900	0,900
Metionina (%)	0,506	0,506	0,506	0,506
Sódio (%)	0,321	0,321	0,321	0,321
Treonina (%)	0,900	0,900	0,900	0,900
Triptofano (%)	0,275	0,275	0,275	0,275
Zinco (ppm)	100	1600	3100	4600

¹Óxido de Zinco fornecido pela Multimix Nutrição Animal, com 80% de disponibilidade de Zn.

²Suplemento mineral Multimineral Suínos, suprimindo as seguintes quantidades por kg do produto: 80000 mg de Fe, 12000 mg de Cu, 70000 mg de Mn, 100000 mg de Zn, 1000 mg de I, 200 mg de Se.

³Suplemento vitamínico Multisuíno Inicial C, suprimindo as seguintes quantidades por kg do produto: 9000000 UI de Vit. A, 1800000 UI de Vit. D3, 18000 mg de Vit. E, 1600 mg de Vit. K3, 1400 mg de Vit. B1, 4000 mg de Vit. B2, 1400 mg de Vit. B6, 18000 µg de Vit. B12, 30000 mg de Niacina, 16000 mg de Ác. Pantotênico, 400 mg de Ác. Fólico, 100 mg de Biotina, 100000 mg de Antioxidante.

Quadro 2. Composição percentual, bromatológica (matéria seca) e preços das rações Inicial 1 (15 a 35 dias pós-desmame) e Inicial 2 (36 a 42 dias pós-desmame) utilizadas no P₂

Ingrediente (kg)	Inicial 1	Inicial 2
Milho	48,982	58,009
Farelo de soja	32,249	32,626
Borcilac ¹	5,000	0,000
Soro de leite	4,353	0,000
Açúcar	2,500	0,000
Óleo degomado de soja	2,434	3,251
Fosfato bicálcico	1,499	1,943
Calcário calcítico	0,610	0,492
Sal comum	0,289	0,585
Acido fumárico	1,000	0,000
Ajilys 64 ²	0,097	0,371
Alimet ³	0,228	0,173
Glutamato de sódio	0,050	0,050
L-lisina HCl	0,200	0,000
L-treonina	0,008	0,000
Melaço	0,000	2,000
Suplemento mineral - vitamínico ⁴	0,500	0,500
<i>Total</i>	100,000	100,000
<i>RS / kg</i>	0,752	0,429

Composição bromatológica		
Energia digestível (Kcal kg ⁻¹)	3550	3550
Proteína bruta (%)	20,000	19,400
Cálcio (%)	0,800	0,800
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450
Lisina (%)	1,350	1,250
Metionina + cistina (%)	0,810	0,750
Metionina (%)	0,465	0,420
Sódio (%)	0,250	0,250
Treonina (%)	0,810	0,750
Triptofano (%)	0,245	0,230
Zinco (ppm)	100	100

¹ Composição Percentual: Umidade: 3,5; Proteína Bruta: 19,8; Gordura: 20,0; Cinzas: 16,5; Fósforo Total: 1,00; Cálcio: 2,1; Lisina: 1,55; Metionina: 0,3; Metionina + Cistina: 0,72; Arginina: 0,45; Treonina: 1,23; Triptofano: 0,31; Fenilalanina: 0,48; Histidina: 0,41; Leucina: 1,74; Valina: 1,04; Isoleucina: 1,09; Sódio: 1,2; Cloro: 5,2; Potássio: 3,5, Borculo Domo®.

² Lisina sintética líquida (50%), Ajinomoto®

³ Metionina hidróxi- análogo (88%), Novus®

⁴ Suplemento mineral e vitamínico suprimindo as seguintes quantidades por kg do produto: 16000 mg de Fe, 2400mg de Cu, 14000 mg de Mn, 80 mg de I, 80 mg de Se, 1600000 UI de Vit. A, 360000 UI de Vit. D3, 6000 mg de Vit. E, 1000 mg de Vit. K3, 300 mg de Vit. B1, 1000 mg de Vit. B2, 360 mg de Vit. B6, 4 µg de Vit. B12, 6000 mg de Niacina, 3200 mg de Ác. Pantotênico, 100 mg de Ác. Fólico, 30 mg de Biotina, 20000 µg de Tiamulina e 60000 µg de Clortetraciclina.

diarréia (G) foi determinada visualmente, atribuindo-se nota de 0 a 2, de acordo com a consistência (0 = fezes normais, 1 = fezes moles, mas não fluidas, e 2 = fezes fluidas), conforme BERTO (1993). Para efeito de comparação dos dados, considerou-se os períodos: S₁, S₂ e P₁ (semana 1, semana 2 e período 1, para o conjunto das duas semanas).

Isolamento de *E. coli*

Amostras de fezes de dois animais com o peso médio mais próximo da parcela, nos dias 0, 7 e 14 pós-desmame foram colhidas pela manhã através de suabes retais, que foram semeados em meio ágar-sangue e incubados por 24 horas a 35°C. As colônias isoladas foram posteriormente repicadas em ágar Mac Conkey e incubados por 24 horas a 35°C. Colônias características foram levadas a ensaios bioquímicos através do meio Rugai modificado, meio de cultura destinado à triagem bioquímica para identificação presuntiva de enterobactérias (*E. coli*, *E. coli* entero-hemorrágica e *Proteus mirabilis*) que contém os testes: indol, sacarose, LTD (desaminação de L-triptofano), glicose, H₂S, urease, lisina, motilidade, produção de gás. As linhagens de *E. coli* foram diferenciadas através de teste sorológico (Probac[®]), confirmando resultado característico para *E. coli* entero-hemorrágica sorotipo 0157:H7 (produtora de duas citotoxinas, as verotoxinas 1 e 2, ou VT1 e VT2), conforme a metodologia empregada no Laboratório de Microbiologia do TECSA Laboratórios.

Análise econômica

A eficiência econômica entre as rações testadas foi analisada através da determinação do custo do alimento por ganho de peso (ou kg de suíno vivo produzido), calculada de acordo com a seguinte fórmula (BELLAVAR *et al.*, 1985):

$$CM_{ei} = (Q_i \times P_i) / G_i \text{ em que,}$$

CM_{ei} = Custo médio de alimentação por kg de peso vivo ganho, produzido no i-ésimo tratamento;

Q_i = Quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento;

P_i = Preço da ração consumida no i-ésimo tratamento;

G_i = Ganho de peso no i-ésimo tratamento verificado no período.

A eficiência econômica do desempenho dos leitões de cada tratamento foi analisada através do Índice de Eficiência Econômica (IEE), conforme BARBOSA *et al.* (1992), de acordo com a seguinte fórmula:

$$IEE_i = (MCM_e \times 100) / CMe_i \text{ em que,}$$

IEE_i = Índice de eficiência econômica no tratamento i considerado;

MCM_e = Menor custo médio da alimentação observado entre os tratamentos;

CMe_i = Custo médio do tratamento i considerado.

No presente estudo, CM_{ei} e IEE_i foram calculados para Período 1 (0 a 14 dias pós-desmame), Período 2 (de 15 a 42 dias pós-desmame) e Período Total (de 0 a 42 dias pós-desmame).

Os preços por quilo das rações utilizadas na elaboração dos custos foram colhidos na região de Uberlândia no decorrer do experimento e fornecidos pela Sadia S.A., demonstrados nos Quadros 1 e 2.

Análise estatística

Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 5 repetições, dentro dos períodos: P₁, P₂ e PT (período 1, período 2 e período total), para desempenho e análise econômica; S₁, S₂ e P₁ (semana 1, semana 2 e período 1), para incidência de diarréia; 0, 7 e 14 dias de coleta para isolamento microbiológico. Cada repetição (baía), foi constituída por três animais. Utilizou-se a regressão polinomial para os níveis de Zn nas variáveis CDR, GDP e CA.

As análises foram realizadas pelo SAS (1985) e as comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey (5%).

Para a incidência de diarréia, utilizou-se a frequência de ocorrências dos Graus 0, 1 ou 2, e, para o isolamento microbiológico, a frequência de resultados positivos do isolamento bacteriano específico.

co, por tratamento e dia de coleta. Para a realização da análise de variância, os dados foram transformados em .

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = m + a_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = observação de uma variável dependente no nível de zinco i , repetição j ;

m = média geral;

a_i = efeito dos níveis de zinco i ;

e_{ij} = erro aleatório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho

Os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho nos períodos 1, 2 e total, encontram-se no Quadro 3.

No P_1 , notou-se efeito ($P < 0,05$) dos níveis de Zn nas rações sobre o CDR e GDP. Em relação ao CDR, os maiores valores encontrados foram nos níveis 0 e 1500 ppm, embora não diferissem ($P > 0,05$) do nível de 3000 ppm. O menor CDR foi observado no nível 4500 ppm, que apesar de não ter diferido do nível 3000 ppm de Zn, representou diminuição da ordem de 17% e 28%, comparando-se aos níveis 0 e 1500 ppm, respectivamente. Isto ocorreu, possivelmente, em função do maior nível de suplementação de Zn ter promovido diminuição na palatabilidade da ração.

Quanto ao GDP, o maior ($P < 0,01$) valor foi observado nos animais recebendo o nível de 1500 ppm de Zn, sendo que o aumento deste em comparação ao nível 4500 ppm (menor GDP) foi da ordem de 39%. Provavelmente isto ocorreu devido ao maior CDR ter sido obtido para os animais que receberam rações acrescidas de 1500 ppm de Zn, apesar do GDP observado nos animais que receberam este tratamento não ter diferido daqueles recebendo 0 e 3000 ppm de Zn.

Quadro 3. Médias, valores de F e CV obtidos por tratamento para as variáveis CDR, GDP e CA, de acordo com o período e níveis de Zn nas rações

Índice	TRAT	Período		
		P_1 ¹	P_2	PT
CDR	0	0,306A ²	1,069	0,814
	1500	0,355A	1,137	0,876
	3000	0,290AB	1,109	0,836
	4500	0,225B	1,111	0,816
	Média	0,294	1,106	0,836
	Valor de F	7,87** ³	1,34 NS ³	1,92
GDP	0	0,264AB	0,785	0,611
	1500	0,31 A	0,796	0,636
	3000	0,250AB	0,789	0,609
	4500	0,190B	0,775	0,580
	Média	0,255	0,786	0,609
	Valor de F	5,64**	0,25 NS	1,89
CA	0	1,16	1,36	1,33
	1500	1,13	1,43	1,38
	3000	1,16	1,41	1,37
	4500	1,18	1,43	1,41
	Média	1,15	1,41	1,37
	Valor de F	0,20 NS	1,43 NS	1,30
	CV (%)	18,84	5,13	6,06

¹ P_1 : do dia zero até 14 dias pós-desmame; P_2 : de 15 a 42 dias pós-desmame; PT: de 0 a 42 dias pós-desmame.

²Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

³** Significativo ($P < 0,01$); NS Não Significativo ($P > 0,05$).

Da mesma forma que o CDR, o menor GDP observado foi para o nível 4500 ppm, não diferindo ($P > 0,05$) de 0 e 3000 ppm de Zn nas rações. Foi observada (Figura 1) no período 1, regressão quadrática para CDR e linear para o GDP. Embora não tenha sido observada regressão para a CA, os pontos foram colocados no gráfico, demonstrando tendência quadrática. Estes resultados demonstraram que níveis elevados de Zn nas rações deprimiram o consumo e o ganho, embora não tenham afetado ($P > 0,05$) a CA no período 1, discordando de MIYADA *et al.* (1994), que observaram efeitos benéficos no desempenho de leitões desmamados aos 36 dias de idade recebendo suplementação de até 2250

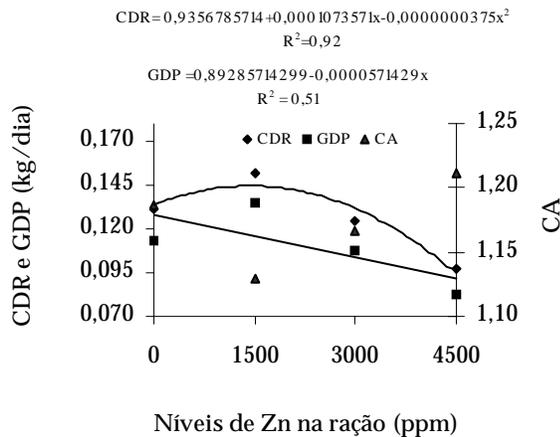


Figura 1. CDR, GDP e CA de leitões desmamados submetidos a dietas com diferentes níveis de Zn no Período 1

ppm de Zn nas duas primeiras semanas pós-desmame LIMA *et al.* (1994) também observaram aumento significativo no CDR e GDP nos primeiros 14 dias pós-desmame, assim como BERTOL e BRITO (1998), que por 42 dias pós-desmame utilizaram altos níveis de Zn na dieta, sendo que os aumentos se mantiveram no período total do experimento, ao contrário dos resultados apresentados neste estudo.

No P_2 e no PT, não houve efeito ($P > 0,05$) dos diferentes níveis de Zn nas rações sobre os parâmetros analisados, demonstrando a inexistência de efeito residual de P_1 sobre P_2 , concordando com os resultados de BERTO *et al.* (1997), que não verificaram melhora no desempenho dos leitões submetidos a 2500 ppm de Zn, também provavelmente devido ao baixo desafio sanitário a que foram expostos.

HOJBERG *et al.* (2005) relatam que a melhora no GDP de leitões suplementados com Zn pode ser devida à redução da fermentação bacteriana dos nutrientes da dieta na porção proximal do trato gastrointestinal, o que acarretaria uma maior energia disponível ao animal hospedeiro.

Incidência e gravidade de diarreia

Os resultados observados para as incidência (ID)

e gravidade (G) de diarreia nas semanas 1 e 2 e período 1, encontram-se no Quadro 4 e Figuras 2, 3 e 4, respectivamente.

Quadro 4. Incidência de diarreia (ID) e gravidade (G) observadas nos primeiros 14 dias pós-desmame (P_1)

	Incidência de Diarreia (ID)		
	S_1^1	S_2	P_1
TRAT			
0	3,15 ²	2,78	4,19
1500	3,10	2,93	4,17
3000	3,29	3,07	4,45
4500	2,95	3,09	4,20
Valor de F	0,75 ^{NS 3}	0,73 ^{NS}	0,43 ^{NS}
Gravidade ⁴			
0	6,05 A ⁵	6,22 A	8,65 A
1	2,11 B	1,64 B	2,65 B
2	1,21 C	1,04 C	1,46 C
Valor de F	330,52 ^{** 3}	369,91 ^{**}	469,30 ^{**}
CV (%)	20,30	22,18	18,70

¹ S_1 : Semana 1; S_2 : Semana 2; P_1 : Período 1.

²Os dados foram transformados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

³NS Não significativo ($P > 0,05$); ** Significativo ($P < 0,01$).

⁴Grau: 0 - fezes normais; 1 - fezes moles mas não fluidas; 2 - fezes fluidas.

⁵Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a incidência de diarreia, apenas sobre a gravidade, cujos resultados observados foram semelhantes para as semanas 1, 2 e período 1. Estes dados demonstraram que a incidência de diarreia foi relativamente baixa, devido provavelmente ao baixo desafio, a competição entre os animais ser baixa e não haver mortalidade. Quanto à gravidade, predominou o Grau 0 em todos os períodos observados, cuja ocorrência foi superior ($P < 0,05$) ao Grau 1, e ambos, superiores ($P < 0,05$) ao Grau 2.

Quanto à gravidade, o grupo controle (0 ppm)

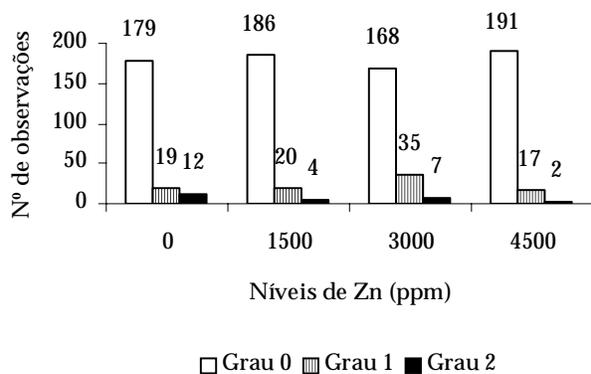


Figura 2. Incidência e gravidade de diarreia em leitões desmamados submetidos a dietas com diferentes níveis de Zn na Semana 1

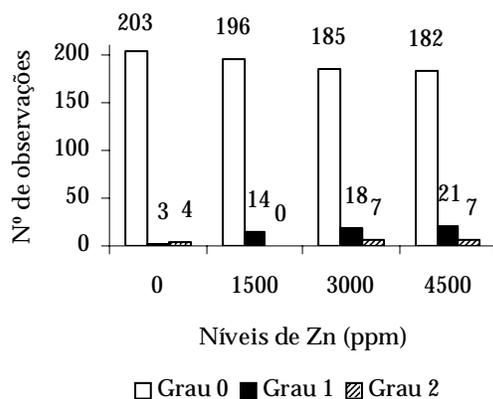


Figura 3. Incidência e gravidade de diarreia em leitões desmamados submetidos a dietas com diferentes níveis de Zn na Semana 2

apresentou maior ocorrência de grau 2 (mais severa) na S_1 do que na S_2 (Figuras 2 e 3). Nos animais do tratamento 1500 ppm, a diarreia do grau 2 não foi verificada na segunda semana (Figura 3). Os graus 0, 1 e 2 ocorreram, respectivamente, em 86,2%, 10,8% e 2,9% das observações na S_1 , em 91,2%, 6,6% e 2,1% em S_2 , e em 88,7%, 8% e 2,6% nos primeiros 14 dias pós-desmame (P_1), que perfaz a média de 11,4% de incidência de diarreia (graus 1 + 2).

Os leitões suplementados com 3000 ppm de Zn apresentaram maior incidência de diarreia com gravidade de grau 1 nas S_1 e P_1 e conseqüentemente menor grau 0 (Figuras 2 e 4).

Foi observada uma inversão numérica ($P>0,05$) quanto à gravidade de diarreia nos animais suplementados com 4500 ppm de Zn. Na S_1 (Figura 2) os leitões apresentaram maior número de observações do grau 0 e menor número dos graus 1 e 2, na S_2 (Figura 3), apresentaram maior número do grau 1 e menor do grau 0, comparado com os outros 3 tratamentos. Um fato relevante a ser considerado neste aspecto, já que não houve efeito dos tratamentos, é a redução ($P<0,05$) que este grupo sofreu no CDR em relação aos tratamentos 0 e 1500 ppm de Zn.

Considerando-se o P_1 (Figura 4), observou-se que diarreia do grau 1 foi mais observada nos animais que receberam 3000 ppm de Zn e menor número do grau 2 foi para aqueles recebendo 1500 ppm, dado interessante que diferiu da utilização prática nas granjas no Brasil, onde a maioria utiliza níveis de 2400 a 3000 ppm de Zn nesta fase. O nível de 3000 ppm, nas condições do presente estudo, foi o que apresentou maior percentual ($P>0,05$) de observações de diarreia (15,9% - graus 1 + 2) comparado aos demais tratamentos.

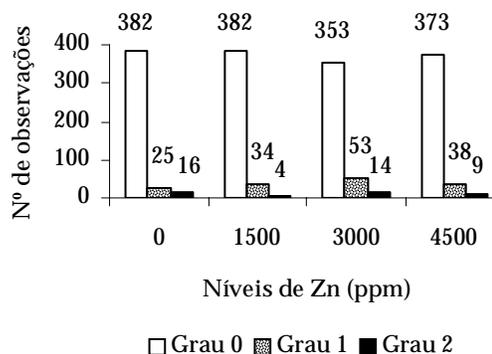


Figura 4. Incidência e gravidade de diarreia em leitões desmamados submetidos a dietas com diferentes níveis de Zn no Período 1

Os resultados observados para ID discordaram de LIMA *et al.* (1994) que notaram redução significativa do problema com o uso de 2400 ppm de Zn (por 14 ou 21 dias pós-desmame), e também de BERTOL e BRITO (1998) que observaram que a suplementação de até 3000 ppm de Zn por 21 dias pós desmame, reduziu a ID em 37,4% e a mortalidade por doença do edema a 0%.

A utilização de dietas complexas, com a adição de outros ingredientes, também pode propiciar a redução na ID, como foi demonstrado por CAMPBELL et al. (1998) que utilizaram 5% de plasma nos primeiros oito dias pós-desmame, e por RIBEIRO (1996), que utilizou 1% de ácido fumárico, dez dias pós-desmame. No presente estudo, utilizou-se 4% de plasma bovino e 1% de ácido fumárico na ração pré-inicial, o que pode ter ajudado a influenciar a baixa incidência de diarreia.

Isolamento microbiológico

Os resultados obtidos para as enterobactérias iso-

ladas encontram-se no Quadro 5. Nos dias 0, 7 e 14 pós-desmame, houve isolamento das bactérias *E. coli*, *E. coli* entero-hemorrágica (ECE) e *Proteus mirabilis* nas fezes dos leitões. Nos suínos, a ECE causa a doença do edema, cujo sorotipo mais freqüentemente encontrado é o 0157:H7, e diferencia-se da *E. coli*, habitante normal da flora do trato gastrointestinal, por produzir as citotoxinas VT1 e VT2. O *Proteus mirabilis* também é uma enterobactéria da flora normal do trato gastrointestinal, patogênica apenas para infecções da bexiga e pulmões, portanto, sem valor diagnóstico para a diarreia de leitões pós-desmame.

Quadro 5. Médias obtidas para isolamento bacteriano nas fezes de leitões, de acordo com os tratamentos, nos dias 0, 7 e 14 pós-desmame

		<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. mirabilis</i>
			entero-hemorrágica	
TRAT	0	0,951 ¹	1,113	0,996
	1500	1,113	0,962	0,996
	3000	1,031	1,182	0,869
	4500	1,182	1,123	0,765
	Valor de F	3,02 * ³	1,74 NS ³	3,22 *
Dia	0	0,976	1,045	1,063 A ³
	7	1,125	1,081	0,846 B
	14	1,107	1,188	0,811 B
	Valor de F	2,66 NS	0,89 NS	6,42 **
F TR*Dia	3,62 ** ³	2,74 *	2,60 *	
CV (%)	20,87	25,14	26,59	

¹ Os dados foram transformados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$.

² Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

³** Significativo (P<0,01); * Significativo (P<0,05); ^{NS} Não Significativo (P>0,05).

Os níveis de Zn não afetaram (P>0,05) o isolamento bacteriano nas fezes dos leitões, enquanto que com relação ao dia de coleta, notou-se que o número de leitões com isolamento da bactéria *Proteus mirabilis* (Figura 5) foi reduzido (P<0,05) do dia do desmame para os dias 7 e 14 (Quadro 5).

As enterobactérias *E. coli* entero-hemorrágica e *E. coli* foram isoladas em todos os animais, nos 3

dias de coleta (Figuras 6 e 7), nos primeiros 14 dias pós-desmame. Porém, no dia 0, quando 13 leitões apresentaram *E. coli* entero-hemorrágica e 7 a *E. coli*, representando 21,67% e 11,67% do total de 60 leitões, respectivamente, demonstrou que estas cepas vieram da granja de origem. Em termos de diagnóstico da síndrome de diarreia pós-desmame (SDPD), dentre as bactérias isoladas neste estudo, apenas a ECE tem importância, pois além destes,

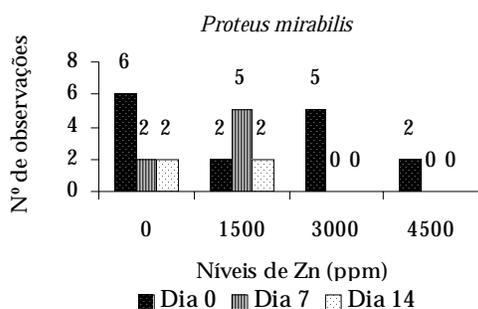


Figura 5. Isolamento de *Proteus mirabilis* nos dias 0, 7 e 14 pós-desmame para os diferentes níveis de Zn

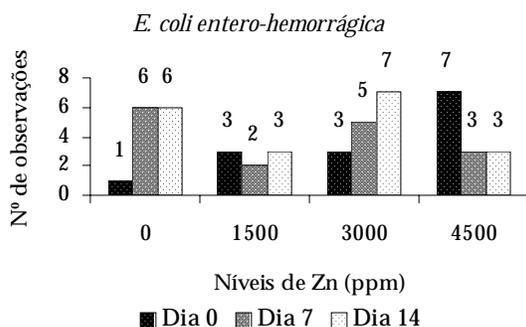


Figura 6. Isolamento de *E. coli* entero-hemorrágica nos dias 0, 7 e 14 pós-desmame para os diferentes níveis de Zn

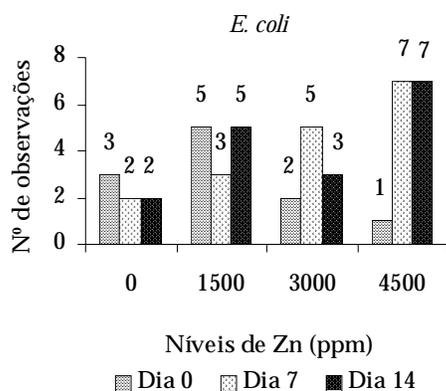


Figura 7. Isolamento de *E. coli* nos dias 0, 7 e 14 pós-desmame para os diferentes níveis de Zn

outros agentes patogênicos não isolados também poderiam estar envolvidos. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os níveis de Zn utilizados ou dias de coleta (Quadro 5), indicando que ocorreu eliminação de ECE nas fezes dos leitões independente da quantidade de ZnO utilizada nos primeiros 14 dias pós-desmame. Os resultados observados concordaram com os relatos de trabalhos anteriores realizados por LIMA *et al.* (1994), BERTOL e BRITO (1998) e MORES *et al.* (1998).

Análise econômica

Conforme é demonstrado no Quadro 6, o menor ($P>0,05$) custo médio de alimentação por kg de peso vivo ganho no P_1 foi para o tratamento 1500 ppm de Zn, enquanto que no P_2 ($P<0,05$) e no PT ($P>0,05$), os menores Cm_{ei} foram para o tratamento controle (0 ppm), confirmando estes dados com os resultados do índice de eficiência econômica (Quadro 7), que foi de 100% para os mesmos tratamentos nos períodos descritos.

Não houve efeito de tratamento ($P>0,05$) sobre a análise econômica da utilização de diferentes níveis de Zn no P_1 e no PT, mas no P_2 , o Cm_{ei} do nível 0 ppm (controle) foi ($P<0,05$) menor do que o nível 1500 ppm, e ambos não diferiram de 3000 e 4500 ppm de Zn na dieta de leitões desmamados.

Quadro 6. Custo médio de alimento por kg de peso vivo ganho por tratamento (Cm_{ei}), de acordo com o período

TR	Cm_{ei} (R\$)		
	P_1^1	P_2	PT
0	1,492	1,550 B ²	1,528
1500	1,430	1,848 A	1,728
3000	1,482	1,760 AB	1,694
4500	1,550	1,698 AB	1,666
Valor de F	0,27 NS ³	4,25 *	2,56 NS ³
CV (%)	14,30	7,94	7,42

¹ P_1 : do dia zero até 14 dias pós-desmame; P_2 : de 15 a 42 dias pós-desmame; PT: de 0 a 42 dias pós-desmame.

²Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

³* Significativo ($P<0,05$); NS Não Significativo ($P>0,05$).

QUADRO 7. Índice de Eficiência Econômica por tratamento (IEE), de acordo com o período.

TR	IEE (%)		
	P ₁ ¹	P ₂	PT
0	95,84	100,00	100,00
1500	100,00	83,87	88,43
3000	96,49	88,07	90,20
4500	92,26	91,28	91,72

¹P₁: do dia zero até 14 dias pós-desmame;

P₂: de 15 a 42 dias pós-desmame; PT: de 0 a 42 dias pós-desmame.

CONCLUSÕES

A suplementação de 1500 ppm de Zn (utilizando como fonte o ZnO) na ração de leitões, foi suficiente para melhorar o ganho diário de peso e a conversão alimentar, sendo também a ração com menor custo médio de alimento por kg de peso vivo ganho e maior índice de eficiência econômica, neste nível também foi observada diarreia com menor gravidade.

Os leitões apresentaram "E. coli" e "E. coli" entero-hemorrágica no dia do desmame, vindas da origem, e os níveis de suplementação de Zn não foram efetivos para controlá-las, sugerindo que outras medidas terapêuticas e normas de biossegurança devem ser reavaliadas na maternidade.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias;

À Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz, pela orientação;

Aos Professores Doutores David George Francis, Jane Maria Bertocco Ezequiel, Áureo Evangelista Santana, Caio Abércio da Silva e Dirlei Antônio Berto, pelas sugestões decisivas para a conclusão deste trabalho; Ao Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros, pelas sugestões e auxílio nas análises estatísticas;

A todas as empresas e instituições que colaboraram para a realização deste estudo: UNESP, UFU,

CAPES, FUNDAP, SADIA S.A., TECSA Laboratórios, VACUETTE do Brasil, MULTIMIX Nutrição Animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, H.P. et al.. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, Viçosa, v.21, n 5, p.827-837, 1992.

BELLAVER, C.et al.. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.20, n.8, p.969-974, 1985.

BERTO, D.A. **Estudo do ganho de peso compensatório em suínos recebendo no período inicial diferentes tipos de dieta e sistemas de alimentação.** 1993. 131f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal., 1993.

BERTO, D. A.; CURTI, P.R.; WATANABE, L.G. Efeitos da adição de cobre e zinco nas rações com nível normal de ferro (100ppm) sobre o desempenho e hematologia de leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.124-126.

BERTOL, T.M.; BRITO, B.G. Efeito do óxido de zinco x sulfato de cobre com ou sem restrição alimentar sobre o desempenho e ocorrência de diarreia em leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.369.

BERTOL, T.M.; BRITO, B.G. Efeito de altos níveis de zinco suplementar no desempenho e mortalidade de leitões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.33, n. 9, p.1493-1501, 1998.

CAMPBELL, J. et al.. Impact of spray-dried plasma on post-weaning diarrhoea and performance in weanling pigs. In: ANNUAL MEETING OF AMERICAN ASSOCIATION OF SWINE PRACTITIONERS, 29, 1998, St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: 1998. p.223-227.

EASTER, R.A. Acidification of diets for pigs. In: RECENT DEVELOPMENTS IN PIG NUTRITION, 2. 1993, Nottingham. **Anais...** Loughborough: Nottingham University Press, 1993. p.256-266.

FRYER, A. et al.. Effect of elevated dietary zinc on growth performance of weanling. Swine research report from the

- Michigan State University. **Agricultural Experimental Station East Lansing**, n.520, p.128-132, 1992.
- HØJBERG, O. et al. Influence of dietary zinc oxide and copper sulfate on the gastrointestinal ecosystem in newly weaned piglets. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v.71, n.5, p.2267-2277, 2005.
- HOLM, A. *E. coli* associated diarrhoea in weaner pigs: zinc oxide added to the feed as a preventive measure? In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 11. 1990, Lausanne. **Proceedings...** Lausanne: 1990. p.154.
- KASAHARA, M.; ANRAKU, Y. Inhibition of the respiratory chain of *E. coli* by zinc ions. **Journal Biochemistry**, Tokyo, v.72, n.3, p.777-781, 1972.
- KASAHARA, M., ANRAKU, Y. Succinate and NADH oxidase systems of *E. coli* membrane vesicles. **Journal Biochemistry**, Tokyo, v.76, n.5, p.967-976, 1974.
- KAVANAGH, N.T. The effect of feed supplemented with zinc oxide on the performance of recently pigs. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 1992, Hague. **Proceedings...** Hague: 1992. p.616.
- LIMA, G.J.M.M. et al. Efeito do período de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.6, p.949-958, 1994.
- MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.; CITRONI, A. R. Suplementação de alto nível de zinco na dieta de leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.368.
- MIYADA, V.S. et al. Níveis de zinco dietético suplementar como promotor de crescimento de leitões na fase de creche. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.14.
- MORES, N. et al. Efeito do óxido de zinco no controle de diarréia pós-desmame em leitões infectados experimentalmente com *Escherichia coli*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.50, n.5, p.513-523, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of swine**. 10.ed. Washington: National Academy Press, 1998. 189 p.
- PEJSAK, Z.; DEPTULA, W; TARASIAK, K. The effects of zinc oxide supplementation on pig productivity and Zn concentrations in tissues In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 1988, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham: 1998. v.4. p.17.
- POULSEN, H.D. Zinc oxyde for weanling piglets. **Acta Agriculture Scandinava**, Stockholm, v.45, p.159, 1995.
- RAYMAN, M.K. et al. Transport of succinate in *E. coli*. II. Characteristics of uptake and energy coupling with transport in membrane preparations. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v.247, n.19, p.6332-6339, 1972.
- RIBEIRO, P.R. **Efeitos da adição de diferentes níveis de ácido fumárico na ração de suínos sobre o desempenho e morfologia duodenal**. 1996. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1986.
- SAS INSTITUTE, **SAS user's guide: statistics**. Cary: 1985. 956 p.
- STYNEY, A.P.R.; RISTOW, L.E. Avaliação do controle de diarréia de leitões através do uso de uma vacina autóctone de *Escherichia coli*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10. 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: 2001. v.2. p.53-54.
- TOKACH, M.D; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L. Swine nutrition research 1997. In: ANNUAL PFIZER RESEARCH CONFERENCE, 46. 1998, Dallas. **Proceedings...** Dallas: 1998. p.161.
- WAERN, M.J. et al. Zinc supplementation to weaned pigs. Effects on uptake, storage and morphology. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 1996, Bologna. **Proceedings...** Bologna: 1996. p.690.
- ZIEGERHOFER, J. Einfluss von Zinkoxid auf die enteropathogen *E. coli* von Absetzferkeim im Feldversuch. Jahrgang: Wiener Tierärztliche Mschrung, 1988. p.508.