

# EFEITO DE ALTOS NÍVEIS DE ZINCO SUPLEMENTAR NO DESEMPENHO E NA MORTALIDADE DE LEITÕES<sup>1</sup>

TERESINHA MARISA BERTOL<sup>2</sup> e BENITO GUIMARÃES DE BRITO<sup>3</sup>

**RESUMO** - Avaliou-se a suplementação com Zn proveniente do óxido de zinco, na dieta de desmame de leitões. Foram utilizados dois níveis de Zn (0 e 3.000 ppm) de 0 a 21 dias após o desmame (primeira fase), três níveis (0, 1.500 e 3.000 ppm) de 22 a 42 dias após o desmame (segunda fase) e algumas de suas combinações. Foram utilizados 186 leitões cruzados (D x LW), desmamados com 28±2 dias de idade. A suplementação com 3000 ppm de Zn até 21 dias após o desmame aumentou o ganho de peso médio diário (GPDM, P<0,03), o consumo de ração médio diário (CRMD, P<0,02), o peso médio (PM21, P<0,04) e reduziu a incidência de diarreia e a mortalidade. No período total, os animais dos tratamentos suplementados com Zn apresentaram-se com maiores (P<0,03) GPMD e peso médio aos 42 dias (PM42). O CRMD também foi maior (P<0,03) e a mortalidade por doença do edema foi menor (P<0,01) em ambas as fases. Concluiu-se que a suplementação da dieta com níveis de até 3.000 ppm de Zn por 42 dias após o desmame melhora o desempenho, reduz a incidência de diarreia e a mortalidade por doença do edema, porém, de 22 a 42 dias pós-desmame verificam-se sintomas de toxidez com esse mesmo nível de Zn suplementar.

Termos para indexação: desmame, doença do edema, nutrição de suínos.

## EFFECT OF HIGH LEVELS OF SUPPLEMENTAL ZINC ON PIGLETS PERFORMANCE AND MORTALITY

**ABSTRACT** - The present study aim was to evaluate high levels of Zn from ZnO in the weaning diets of piglets. It were compared two different levels of zinc (0 and 3,000 ppm) from 0 to 21 days after weaning, three different levels (0, 1,500 and 3,000 ppm) from 22 to 42 days after weaning, and four level combinations 0/0, 3,000/0, 3,000/1,500 and 3,000/3,000 ppm. One hundred and eighty six cross-bred (D x LW) weaned piglets (28±2 days of age) were used. The supplementation with 3,000 ppm Zn up to 21 days of experiment increased the average daily gain (GPMD, P<0.03), the average daily consumption (CRMD, P<0.02) the average body weights at 21 days (PM21) (P<0.04) but decreased the diarrhea (P<0.001) and mortality rates. Furthermore, during the total period all treatments supplemented with Zn resulted in increased GPMD and the average body weights (PM42) (P<0.03). The Zn supplementation in both experimental phases increased the CRMD and avoided the mortality rate due to edema disease. In conclusion, diet supplementation with levels up to 3,000 ppm of Zn, during 42 days post-weaning, improve the performance, decrease diarrhea and mortality rates due to edema disease in piglets. However, in the period from 22 to 42 days post-weaning, signs of toxicity occur at the 3,000 ppm level of supplemental Zn.

Index terms: edema disease, pig nutrition, zinc oxide, piglet weaning.

## INTRODUÇÃO

Incidência de problemas entéricos como diarreia e doença-do-edema, redução do consumo de alimento e da taxa de crescimento após o desmame, em leitões desmamados antes dos 30 dias de idade, têm ocorrido em consequência de deficiências no desenvolvimento do sistema digestivo e do sistema imune

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 17 de abril de 1998.

Projeto financiado pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

<sup>2</sup> Zoot., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPASA), Caixa Postal 21, CEP 89700-000 Concórdia, SC. E-mail: tbertol@cnpsa.embrapa.br

<sup>3</sup> Méd. Vet., UEL/CIMAPAR-Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, CEP 86051-970 Londrina, PR. E-mail: brito@npa.uel.br

ativo, concomitantemente com a queda da imunidade passiva transmitida pelo leite da porca.

Fatores como mudança no tipo de dieta, variações no ambiente, separação da mãe, contato com outros agentes infecciosos para os quais ainda não desenvolveu anticorpos, temperatura inadequada, umidade excessiva, dietas de baixa digestibilidade, bem como antígenos dietéticos que desencadeiam reações de hipersensibilidade intestinal, também têm contribuído para o surgimento de problemas no desmame.

Segundo Imberechts et al. (1992), algumas cepas patogênicas de *Escherichia coli* produzem verotoxina, que provoca aumento da permeabilidade vascular e conseqüentemente edema em vários tecidos, causando a doença do edema. Além disso, algumas amostras podem também liberar enterotoxinas que provocam diarreia nos animais. Esses autores observaram ainda que determinados sorotipos de *E. coli*, tais como 0138:K81, 0139:K82, 0139:K12:H1 e 0141:K85, são responsáveis pela doença-do-edema.

Uma das formas de reduzir os problemas entéricos, melhorar o desempenho e reduzir o uso de medicamentos nessa fase é a utilização de aditivos na dieta, como o óxido de zinco. Melhora significativa no desempenho, redução na incidência de diarreia, no índice de mortalidade e no uso de medicamentos, sem o aparecimento de sinais clínicos de toxidez, tem sido verificado com a inclusão de 750 até 5.000 ppm de Zn, proveniente do ZnO, nas dietas dos leitões por períodos de duas até três semanas após o desmame (Holm, 1990; Kavanagh, 1992; Hahn & Baker, 1993; Lima et al., 1994; Bertol & Brito, 1995). Entretanto, Lima et al. (1993) observaram redução no consumo e no ganho de peso com a utilização de 3.200 ppm de Zn por 14 dias, o que foi apontado pelos autores como um indício de toxidez por Zn. E ainda, Bertol & Brito (1995) observaram alta mortalidade (12,5% dos leitões) por doença-do-edema quando retirado o ZnO da dieta, após ser fornecido na dose de 3.000 ppm de Zn por 21 dias pós-desmame.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do zinco suplementar da dieta no desempenho, na ocorrência de diarreia e na mortalidade por doença-do-edema em leitões após o desmame.

## MATERIAL E MÉTODOS

A fase experimental a campo foi conduzida nas instalações da granja de suínos da Estação Experimental do IAPAR, em Pato Branco, PR e foram usados 186 leitões cruzados Duroc x Large White, desmamados aos  $28 \pm 2$  dias de idade.

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamento e dez blocos. O bloco foi caracterizado pelo peso ao desmame e a baía, com três a cinco leitões de ambos os sexos, foi considerada a unidade experimental.

Foram utilizados dois níveis de suplementação com Zn (0 e 3.000 ppm), proveniente do ZnO, de 0-21 dias após o desmame (primeira fase), e três níveis (0, 1.500 e 3.000 ppm) de 22-42 dias após o desmame (segunda fase), formando as seguintes combinações de níveis de Zn: tratamento 1: 0 e 0; tratamento 2: 3.000 e 0; tratamento 3: 3.000 e 1.500; e tratamento 4: 3.000 e 3.000 ppm na primeira e segunda fase, respectivamente. As dietas da primeira fase foram formuladas para conter 20% de proteína bruta (PB), 1,15% lisina, 0,80% Ca, 0,65% P total e 80 ppm de olaquinox. Os demais nutrientes foram fornecidos para atender ou exceder as recomendações do National Research Council (1988) para leitões entre 5 e 10 kg de peso vivo (Tabela 1). Na segunda fase as dietas continham 18% PB, 0,95% lisina, 0,70% Ca, 0,60% P total, 80 ppm de olaquinox e os demais nutrientes de forma a atender ou exceder as recomendações do National Research Council (1988) para leitões entre 10 e 20 kg de peso vivo. Para a suplementação dos níveis de 1.500 ou 3.000 ppm de Zn não foi levado em conta o Zn contido na pré-mistura mineral e vitamínica, a qual excedia as recomendações do National Research Council (1988) para cada fase. O fornecimento de ração e água foi à vontade durante todo o período experimental.

Ao final da primeira e segunda fases do experimento foram realizadas pesagens dos leitões e da sobra de ração para verificação do ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e determinação da conversão alimentar (CA). Também foi avaliado o peso médio ao final da primeira fase (PM21) e ao final da segunda fase (PM42).

Foi avaliada diariamente a ocorrência de diarreia na primeira fase e a sintomatologia característica da doença-do-edema no período total. A avaliação da diarreia foi feita de acordo com o seguinte escore: 0- fezes normais; 1- fezes pastosas; 2- fezes líquidas; 3- fezes líquidas com desidratação do animal. A desidratação foi observada de acordo com os sintomas clínicos descritos por Fraser (1991): elasticidade da pele reduzida, enoftalmia e aspecto prostrado.

Dos leitões que morreram no período experimental, dez foram necropsiados. Foi feita coleta de zaragatoa do duodeno e estômago e posteriormente foi feito o isolamento e identificação bioquímica de colônias de *E. coli*, conforme descrição de Edward & Ewing (1972). Foram isoladas 35 amostras de *E. coli* para a realização de testes de patogenicidade *in vitro*. A detecção da verotoxina foi realizada mediante inoculação de extratos de toxinas em célula vero e posterior observação do efeito citotóxico (Konowalchuk et al., 1977).

Foram abatidos seis animais por tratamento, sendo três aos 21 e três aos 42 dias do período experimental, para coleta de amostra de fígado, e posterior análise dos teores de Zn, Cu e Fe. As amostras foram coletadas do lobo central direito, próximo à vesícula biliar e as análises foram feitas de acordo com o descrito por Roof & Mahan (1982).

Os dados de desempenho, bem como os de Zn, Cu e Fe no fígado, foram submetidos à análise estatística pelo pro-

cedimento GLM (SAS, 1987) para dados desbalanceados. Foi feita análise de variância dos dados de desempenho, utilizando-se o peso médio inicial (PMI) como covariável. Para detecção de efeitos dos tratamentos foi utilizado o teste F na primeira fase e o teste t na segunda fase e no período total. O nível máximo de significância considerado foi de 10%.

O modelo estatístico usado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + Z_i + B_j + e_{ijk}$$

onde:

$Y_{ijk}$  = observação de uma variável dependente no nível de zinco i, bloco j, repetição k;

$\mu$  = média geral;

$Z_i$  = efeito dos níveis de zinco (i=1,2 para a primeira fase e i=1,2,3,4 para a segunda fase);

$B_j$  = efeito de bloco (j=1,2,...,10) e

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação, supostamente NID (0,  $\sigma^2$ ).

TABELA 1. Composição percentual das dietas experimentais de acordo com o período de fornecimento.

| Ingrediente                     | 0-21 dias |           | 22-42 dias |           |           |
|---------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
|                                 | 0 ppm     | 3.000 ppm | 0 ppm      | 1.500 ppm | 3.000 ppm |
| Milho                           | 51,92     | 51,43     | 69,41      | 69,18     | 68,93     |
| Farelo de soja                  | 32,19     | 32,29     | 27,18      | 27,22     | 27,27     |
| Soro de leite em pó             | 10,00     | 10,00     | ----       | ----      | ----      |
| Açúcar                          | 3,00      | 3,00      | ----       | ----      | ----      |
| Fosfato bicálcico               | 1,35      | 1,35      | 1,41       | 1,41      | 1,41      |
| Calcário                        | 1,03      | 1,03      | 1,29       | 1,29      | 1,29      |
| PMMV <sup>1</sup>               | 0,37      | 0,37      | 0,37       | 0,37      | 0,37      |
| Óxido de zinco                  | ----      | 0,39      | ----       | 0,19      | 0,39      |
| Olaquinox 20%                   | 0,04      | 0,04      | 0,04       | 0,04      | 0,04      |
| Sal                             | 0,10      | 0,10      | 0,30       | 0,30      | 0,30      |
| Total                           | 100,00    | 100,00    | 100,00     | 100,00    | 100,00    |
| Composição calculada            |           |           |            |           |           |
| Proteína bruta (%)              | 20,0      | 20,0      | 18,0       | 18,0      | 18,0      |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 3418      | 3405      | 3301       | 3294      | 3287      |
| Ca (%)                          | 0,83      | 0,83      | 0,83       | 0,83      | 0,83      |
| P total (%)                     | 0,65      | 0,65      | 0,60       | 0,60      | 0,60      |
| P disponível (%)                | 0,42      | 0,42      | 0,36       | 0,36      | 0,36      |
| Lisina (%)                      | 1,16      | 1,16      | 0,96       | 0,96      | 0,96      |
| Metionina + cistina (%)         | 0,64      | 0,64      | 0,60       | 0,60      | 0,60      |
| Zn (ppm) <sup>2</sup>           | 120       | 3120      | 120        | 1620      | 3120      |

<sup>1</sup> Pré-mistura mineral e vitamínica, fornecendo as seguintes quantidades por kg da dieta: 5.600 UI vit. A; 440 UI vit. D; 32 UI vit. E; 1,0 mg/kg vit. K; 0,10 mg/kg biotina; 0,6 g/kg colina; 0,6 mg/kg ácido fólico; 24 mg/kg ácido pantotênico; 30 mg/kg niacina; 2,0 mg/kg tiamina; 3,0 mg/kg vit. B6; 35 µg/kg vit. B12; 12 mg/kg Cu; 120 mg/kg Zn; 200 mg/kg Fe; 0,2 mg/kg I; 8,0 mg/kg Mn; 0,36 mg/kg Se.

<sup>2</sup> Proveniente da pré-mistura mineral e vitamínica mais o Zn suplementar.

Os dados de avaliação de diarreia na primeira fase do experimento foram submetidos ao teste  $\chi^2$  conforme Pimentel-Gomes (1990). O nível máximo de significância considerado foi o de 10%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suplementação com 3.000 ppm Zn proveniente do ZnO na primeira fase do experimento proporcionou aumento ( $P < 0,03$ ) de 31% no GPMD (Tabela 2). Na segunda fase, o GPMD não foi afetado ( $P > 0,10$ ) significativamente (Tabela 3). A suplementação com ZnO somente na primeira fase (tratamento 3.000/0), ou em ambas as fases (tratamentos 3.000/1.500 e 3.000/3.000), proporcionou aumento ( $P < 0,03$ ) de 14, 18 e 14%, respectivamente, no GPMD do período total do experimento (Tabela 3). O aumento no GPMD refletiu em aumento ( $P < 0,04$ ) também no PM21 e no PM42 (Tabelas 2 e 3). Dessa forma, pode-se observar que o melhor ganho de peso em todos os tratamentos em que foi fornecido Zn suplementar se manteve até o final da fase de creche, independentemente do fornecimento somente na primeira ou em ambas as fases.

O CRMD foi estimulado pela suplementação com ZnO, pois houve aumento ( $P < 0,02$ ) de 26% na primeira fase (Tabela 2). Na segunda fase do experimento o CRMD não foi afetado significativamente

pelos tratamentos. No período total, somente a suplementação nas duas fases (tratamentos 3.000/1.500 e 3.000/3.000) proporcionou consumo de ração superior (11%,  $P < 0,03$ ) ao tratamento testemunha (tratamento 0/0) (Tabela 3). Dessa forma, observa-se um efeito estimulador do consumo de alimento pelos altos níveis de ZnO da dieta, o que provavelmente tenha sido uma das causas da melhora no ganho de peso e no peso final dos leitões que receberam as dietas suplementadas com ZnO. A redução na incidência de diarreia observada nos tratamentos suplementados com altos níveis de Zn é outro fator que possivelmente contribuiu para a melhora no ganho de peso e no peso final dos leitões.

Aumento no consumo de alimento associado com o fornecimento de altos níveis de Zn para leitões após o desmame também foi observado por outros autores (Hahn & Baker, 1993; Lima et al., 1993; Bertol & Brito, 1995). Nesses trabalhos também o aumento no consumo de ração foi acompanhado por aumento na taxa de crescimento. O mecanismo pelo qual os altos níveis de Zn suplementar estimulam o consumo de alimento não é conhecido, entretanto Hahn & Baker (1993) associaram níveis plasmáticos de Zn com consumo de alimento. Esses autores observaram que níveis de Zn no plasma de aproximadamente 1,5 g/L foram associados com aumento no consumo de alimento e que para elevação a tais ní-

TABELA 2. Efeito da suplementação com zinco sobre as médias ajustadas do ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA) dos leitões de 0 a 21 dias do período experimental, bem como do peso médio ao final deste período (PM21).

| Variáveis <sup>1</sup> | Níveis de zinco (ppm) |              | P <sup>2</sup> |
|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|
|                        | 0                     | 3.000        |                |
| N                      | 10                    | 30           |                |
| PMI (kg)               | 7,89 ± 0,70           | 7,91 ± 0,65  | 0,93           |
| GPMD (g)               | 244 ± 103             | 320 ± 48     | 0,03           |
| CRMD (g)               | 463 ± 97              | 584 ± 102    | 0,02           |
| CA                     | 2,12 ± 0,70           | 1,83 ± 0,20  | 0,16           |
| PM21 (kg)              | 12,97 ± 2,57          | 14,58 ± 1,51 | 0,04           |

<sup>1</sup> N: número de repetições por tratamento; PMI: peso médio inicial.

<sup>2</sup> Níveis de significância pelo teste F.

veis foi necessário um consumo de mais de 1 g Zn proveniente do ZnO por dia. Na pesquisa ora relatada, os níveis plasmáticos de Zn não foram avaliados, porém o consumo estimado de Zn foi em média de 1,82 g/dia no nível 3.000 de 0 a 21 dias, 1,84 e 3,63 g/dia nas combinações 3.000/1.500 e 3.000/3.000 de 22 a 42 dias.

Apesar do valor numericamente menor (16%) da CA no tratamento suplementado com ZnO de 0 a 21 dias, essa variável não foi significativamente afetada ( $P > 0,10$ ) em nenhuma das fases do experimento (Tabelas 2 e 3). Apesar de não significativo, foi observado um aumento da CA na segunda fase e no período total, de acordo com o aumento do nível de suplementação com ZnO, e isso poderia ser um indicio de toxidez por Zn.

Outros autores observaram redução nas variáveis de desempenho, com diferentes níveis e períodos de fornecimento de Zn suplementar e atribuíram-na à toxidez subclínica por Zn. Entre eles estão Lima et al. (1993), que observaram redução no consumo e no ganho de peso diário com a utilização de 3.200 ppm por 14 dias. Entretanto, Hahn & Baker

(1993), utilizando 3.000 ou 5.000 ppm por 21 dias, obtiveram melhora no ganho de peso e no consumo de ração, sem prejuízo a outras variáveis, cujo desempenho no nível de 5.000 ppm equivaleu ao obtido com 3.000 ppm. A causa dessa diferença na resposta das variáveis de desempenho aos diferentes níveis e períodos de fornecimento de Zn suplementar não é conhecida. É possível que esteja relacionada à composição da dieta. Leitões recebendo dietas com níveis marginais de Cu, Fe e Ca poderiam manifestar redução de desempenho mais cedo com altos níveis de Zn suplementar, enquanto com dietas com níveis mais altos de P fítico e proteína bruta, bem como maior proporção de ingredientes protéicos de origem vegetal, poderiam retardar o efeito tóxico de altos níveis de Zn.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das análises de minerais no fígado aos 21 e aos 42 dias do período experimental. Apesar da variabilidade observada na concentração de Zn, Cu e Fe nas amostras de fígado analisadas, pode-se verificar aos 21 dias um forte aumento ( $P < 0,0001$ ) na concentração de Zn e redução não significativa na concentra-

**TABELA 3.** Efeito da combinação de níveis de zinco sobre as médias ajustadas do ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD), conversão alimentar (CA) dos leitões de 22 a 42 dias e de 0 a 42 dias do período experimental, e do peso médio dos leitões ao final deste período (PM42).

| Variáveis <sup>1</sup> | Níveis de zinco na dieta de 0-21 dias/22-42 dias (ppm) |              |              |              | p <sup>2</sup> |
|------------------------|--|--------------|--------------|--------------|----------------|
|                        | 0/0  | 3.000/0      | 3.000/1.500  | 3.000/3.000  |                |
| 22-42 dias             |  |              |              |              |                |
| N                      | 10   | 10           | 10           | 10           |                |
| GPMD (g)               | 462 ± 75   | 490 ± 58     | 510 ± 51     | 489 ± 47     | 0,45           |
| CRMD (g)               | 1082 ± 191   | 1028 ± 129   | 1139 ± 126   | 1164 ± 175   | 0,23           |
| CA                     | 2,40 ± 0,61  | 2,12 ± 0,31  | 2,24 ± 0,19  | 2,39 ± 0,38  | 0,39           |
| 0-42 dias              |  |              |              |              |                |
| GPMD (g) <sup>3</sup>  | 353 ± 79   | 402 ± 23     | 416 ± 48     | 402 ± 39     | 0,04           |
| CRMD (g) <sup>4</sup>  | 785 ± 110  | 801 ± 55     | 874 ± 107    | 873 ± 124    | 0,04           |
| CA                     | 2,28 ± 0,61  | 2,00 ± 0,16  | 2,10 ± 0,14  | 2,17 ± 0,22  | 0,32           |
| PM42 (kg) <sup>3</sup> | 22,74 ± 3,67   | 24,86 ± 1,29 | 25,44 ± 2,62 | 24,88 ± 2,10 | 0,04           |

<sup>1</sup> N: número de repetições por tratamento.

<sup>2</sup> Níveis de significância pelo teste F.

<sup>3</sup> Contraste 3.000/0, 3.000/1.500 e 3.000/3.000 x 0/0 ( $P < 0,03$ ).

<sup>4</sup> Contraste 3.000/1.500 e 3.000/3.000 x 0/0 ( $P < 0,03$ ) e x 3.000/0 ( $P < 0,07$ ).

ção de Cu e Fe da ordem de 773, 22 e 12%, respectivamente, com a suplementação de Zn na dieta. Aos 42 dias, o nível de Zn no fígado dos leitões dos tratamentos 3.000/0 e 3.000/1.500 foi reduzido em relação ao encontrado aos 21 dias, não apresentando diferença significativa ( $P > 0,10$ ) em relação ao tratamento testemunha. Por sua vez, no nível 3.000/3.000 houve um novo aumento ( $P < 0,01$ ) da concentração de Zn no fígado, sendo superior a todos os outros tratamentos. O nível de Cu no fígado aos 42 dias foi semelhante entre os tratamentos. Já a concentração de Fe reduziu-se numericamente com a suplementação com Zn na segunda fase, sendo mais acentuada no tratamento 3.000/3.000.

A concentração de Zn no fígado dos leitões do tratamento testemunha foi semelhante aos limites normais (de 100 a 300  $\mu\text{g Zn/g}$  tecido seco) citados por Doyle & Spaulding (1978). Morgan et al. (1969) observaram que altas concentrações de Zn na dieta de suínos provocam um aumento na concentração de Zn no fígado e nos rins. Os níveis de Cu no fígado aos 42 dias também estão de acordo com o nível normal (22 mg/g de tecido seco) citado por Doyle &

Spaulding (1978), enquanto que aos 21 dias foi superior em ambos os tratamentos.

A redução do conteúdo de Fe no fígado com a suplementação de Zn na dieta provavelmente é justificada pela interferência do excesso de Zn na absorção deste mineral no trato gastrointestinal (Church & Pond, 1982). O mesmo fenômeno deveria ter ocorrido também em relação ao Cu. Porém, apesar dos níveis reduzidos de Fe no fígado, não foram observados sinais clínicos de deficiência do mineral nem sintomas clínicos de toxidez por Zn.

A incidência de diarreia até 21 dias após o desmame foi considerada alta em todos os tratamentos, porém foi 37,4% menor com a suplementação com Zn (Tabela 5). Ainda nesse período, a mortalidade por doença-do-edema foi reduzida a zero pela suplementação com Zn, enquanto verificou-se alto índice de mortalidade (25,5% dos leitões) no tratamento testemunha (Tabela 6). De 22 a 42 dias após o desmame, novamente a suplementação com Zn evitou a mortalidade; com a retirada total da suplementação houve a morte de quatro animais (8,7% dos leitões) (Tabela 6). Bertol & Brito (1995)

**TABELA 4.** Efeito da suplementação com zinco sobre o teor dos minerais Zn, Cu e Fe no fígado de leitões aos 21 e aos 42 dias do período experimental.

| Níveis de zinco (ppm) | Teor de minerais no fígado (ppm) <sup>1</sup> |         |           | MS (%)       | N |
|-----------------------|---|---------|-----------|--------------|---|
|                       | Zn <sup>2</sup>                               | Cu      | Fe        |              |   |
| 21 dias               |   |         |           |              |   |
| 0                     | 205 ± 45                                      | 35 ± 6  | 930 ± 320 | 70,36 ± 1,63 | 2 |
| 3.000                 | 1789 ± 306                                    | 28 ± 13 | 821 ± 151 | 74,18 ± 2,52 | 9 |
| P <sup>3</sup>        | 0,0001  | 0,48    | 0,53      |              |   |
| 42 dias               |   |         |           |              |   |
| 0/0                   | 233 ± 25                                      | 22 ± 1  | 920 ± 286 | 69,38 ± 0,64 | 3 |
| 3.000/0               | 647 ± 504                                     | 22 ± 5  | 570 ± 73  | 70,02 ± 0,69 | 3 |
| 3.000/1.500           | 573 ± 316                                     | 21 ± 4  | 590 ± 135 | 70,19 ± 0,89 | 3 |
| 3.000/3.000           | 2193 ± 754                                    | 23 ± 4  | 530 ± 67  | 69,59 ± 0,83 | 3 |
| P <sup>3</sup>        | 0,01  | 0,91    | 0,15      |              |   |

<sup>1</sup> Valores expressos com base na matéria seca.

<sup>2</sup> Contraste 3.000/3.000 x 0/0 ( $P < 0,003$ ), x 3.000/0 e 3.000/1.500 ( $P < 0,01$ ) para teor de Zn no fígado aos 42 dias.

<sup>3</sup> Níveis de significância pelo teste F.

também observaram alta mortalidade por doença-do-edema (12,5% dos leitões) após a retirada da suplementação com Zn, em leitões desmamados aos 28 dias de idade e que receberam 3.000 ppm Zn na dieta por 21 dias após o desmame.

Vinte e três das 35 cepas de *E. coli* analisadas produziram verotoxina. Em todos os animais necropsiados havia a presença de pelo menos uma cepa produtora de verotoxina, o que provavelmente possa justificar o aparecimento de doença-do-edema. O alto percentual de ocorrência de diarreia talvez justifique-se pelo envolvimento de outros microorganismos nos quais o Zn não apresentou atuação preventiva, conforme sugerido por Alfieri et al. (1995), quando verificaram que o uso de óxido de zinco na ração não preveniu a ocorrência de surtos de rotavirose suína em leitões recém-desmamados.

Kavanagh (1992) observou redução da mortalidade de leitões desmamados entre 21 e 28 dias de idade, com a suplementação de 2.400 ppm de Zn até duas semanas após o desmame. Segundo Holm (1990), a suplementação da dieta de leitões com

3.000 ppm de Zn por duas semanas após o desmame pode reduzir a mortalidade. Na pesquisa aqui relatada, a suplementação com Zn somente na primeira fase do experimento também reduziu a mortalidade de 29,8 para 8,7%, enquanto a suplementação nas duas fases eliminou totalmente a mortalidade.

Outros autores também observaram redução na incidência de diarreia com a suplementação de níveis de Zn que variaram de 2.400 a 3.000 ppm na dieta (Holm, 1990; Kavanagh, 1992; Lima et al., 1994; Bertol & Brito, 1995). O modo de atuação do Zn na redução da incidência de diarreia e da mortalidade por doença-do-edema ainda não é conhecido. Especula-se que altos níveis de Zn inibem o crescimento de microorganismos patogênicos no intestino dos leitões. O efeito inibitório do Zn sobre o crescimento *in vitro* da *E. coli* foi demonstrado por Brito et al. (1993), ao verificarem que diferentes amostras de *E. coli* isoladas de animais com diarreia, apresentaram resistência variável aos diferentes níveis de Zn. No entanto, esses mecanismos de resistência também não são conhecidos. Inicialmente, foi sugerido

TABELA 5. Efeito da suplementação com zinco sobre o número de leitões que apresentaram pelo menos um dia de diarreia de 0 a 21 dias do período experimental<sup>1</sup>.

| Níveis de zinco (ppm) | Nº total de animais | Nº de animais sem diarreia <sup>2</sup> | Nº de animais com diarreia <sup>3</sup> |
|-----------------------|---------------------|---|---|
| 0                     | 47                  | 1a                                      | 46a                                     |
| 3.000                 | 139                 | 55b                                     | 84b                                     |

<sup>1</sup> Valores com letras diferentes na mesma coluna diferem ( $P < 0,001$ ) pelo teste  $\chi^2$ .

<sup>2</sup> Escore 0 + 1.

<sup>3</sup> Escore 2 + 3 por pelo menos 1 dia.

TABELA 6. Efeito da suplementação com zinco sobre a mortalidade de leitões de 0 a 21 dias, 22 a 42 dias e 0 a 42 dias do período experimental.

| Níveis de zinco (ppm) <sup>1</sup> | Nº total de animais | Nº de animais mortos |            |           |
|------------------------------------|---------------------|----------------------|------------|-----------|
|                                    |                     | 0-21 dias            | 22-42 dias | 0-42 dias |
| 0/0                                | 47                  | 12                   | 2          | 14        |
| 3.000/0                            | 46                  | 0                    | 4          | 4         |
| 3.000/1.500                        | 47                  | 0                    | 0          | 0         |
| 3.000/3.000                        | 46                  | 0                    | 0          | 0         |

<sup>1</sup> Níveis de zinco na dieta de 0 a 21 dias/21 a 42 dias, respectivamente.

que os íons Zn bloqueiam o sistema oxidase da cadeia respiratória da *E. coli* (Kasahara & Anraku 1972, 1974). Porém, Brito et al. (1993) observaram não haver inibição competitiva ao crescimento da *E. coli in vitro* quando se associou ZnO, CuSO<sub>4</sub> e FeSO<sub>4</sub>, o que descarta a teoria anterior.

Assim, pode-se deduzir que a suplementação das dietas de leitões por 42 dias após o desmame com até 3.000 ppm de zinco melhora o desempenho, reduz a incidência de diarreia e reduz a mortalidade por doença-do-edema, porém, deve-se ter cuidado com o uso de 3.000 ppm de Zn a 42 dias após o desmame, pois com esse nível podem ocorrer sintomas de toxidez nos animais.

### CONCLUSÕES

1. A suplementação da dieta com níveis de até 3.000 ppm de Zn através do óxido de zinco, por 42 dias após o desmame, melhora o desempenho, reduz a incidência de diarreia e a mortalidade por doença do edema em leitões.

2. No período de 22 a 42 dias pós-desmame ocorrem sintomas de toxidez com o nível de 3.000 ppm de Zn suplementar.

### REFERÊNCIAS

- ALFIERI, A.A.; BRITO, B.G.; ALFIERI, A.F.; MEDICI, K.C.; MOSER, AP.; YADA, I.F.; UETI, M.W.; BEUTTEMMULLER, E.A. Aspectos epidemiológicos de rotavirose suína na região Sudoeste do estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 7., 1995, Blumenau. Anais... Blumenau: ABRAVES, 1995. p.91.
- BERTOL, T.M.; BRITO, B.G. Efeito do óxido de zinco x sulfato de cobre com ou sem restrição alimentar, sobre desempenho e ocorrência de diarreia em leitões. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.24, n.2, p.278-288, mar./abr. 1995.
- BRITO, M.A.V.P.; LIMA, G.J.M.M.; BRITO, J.R.F.; MORES, N. Ação do óxido de zinco sobre amostras de *Escherichia coli* isoladas de suínos com diarreia pós-desmama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6., 1993, Goiânia. Anais... Goiânia: ABRAVES, 1993. p.157.
- CHURCH, D.C.; POND, W.G. *Basic animal nutrition and feeding*. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1982. 403p.
- DOYLE, J.J.; SPAULDING, J.E. Toxic and essential trace elements in meat - a review. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.47, n.2, p.398-419, Aug. 1978.
- EDWARD, P.R.; EWING, W.H. *Identification of enterobacteriaceae*. 3.ed. Minneapolis: Burgess Pub. Co, 1972. 362p.
- FRASER, C.M. (Ed.). *Manual Merck de veterinária: um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário*. 6.ed. São Paulo: Roca, 1991. 1803p.
- HAHN, J.D.; BAKER, D.H. Growth and plasma zinc responses of young pigs fed pharmacologic levels of zinc. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.71, n.11, p.3020-3024, Nov. 1993.
- HOLM, A. *E. coli* associated diarrhoea in weaner pigs: zinkoxide added to the feed as a preventive measure? In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 11., 1990, Lausanne, Switzerland. *Proceedings...* Switzerland: IPVS, 1990. p.154.
- IMBERECHTS, H.; GREVE, H. de; LINTERMANS, P. The pathogenesis of edema disease in pigs: a review. *Veterinary Microbiology*, Amsterdam, v.31, n.2/3, p.221-233, June 1992.
- KASAHARA, M.; ANRAKU, Y. Inhibition of the respiratory chain of *Escherichia coli* by zinc ions. *Journal of Biochemistry*, Tokyo, v.72, n.3, p.777-781, 1972.
- KASAHARA, M.; ANRAKU, Y. Succinate and NADH oxidase systems of *Escherichia coli* membrane vesicles. *Journal of Biochemistry*, Tokyo, v.76, n.5, p.967-976, 1974.
- KAVANAGH, N.T. The effect of feed supplemented with zinc oxide on the performance on recently pigs. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 12., 1992, The Hague, Netherlands. *Proceedings...* Netherlands: IPVS, 1992. p.616.

- KONOWALCHUK, J.; SPEIRS, J.I.; STAVRIS, S. Vero response to a cytotoxin of *Escherichia coli*. **Infection and Immunity**, Washington, DC, v.18, n.3, p.775-779, 1977.
- LIMA, G.J.M.M.; MORES, N.; FIALHO, F.B.; BRITO, M.A.V.P.; GOMES, P.C. Efeito do período de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.23, n.6, p.949-958, nov./dez. 1994.
- LIMA, G.J.M.M.; MORES, N.; GUIDONI, A.L.; BRITO, M.A.V.P.; ZANOTTO, D.L. Níveis de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6., 1993, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAVES, 1993. p.156.
- MORGAN, D.P.; YOUNG, E.P.; EARLE, I.P.; DAVEY, R.J.; STEVENSON, J.W. Effects of dietary calcium and zinc on calcium, phosphorus and zinc retention in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.29, n.6, p.900-905, Dec. 1969.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (USA). **Nutrient requirements of swine**. Washington, DC: National Academy of Science, 1988. 64p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 2).
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- ROOF, M.D.; MAHAN, D.C. Effect of carbadox and various dietary copper levels for weanling swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.55, n.5, p.1109-1117, 1982.
- SAS INSTITUTE (Cary, NC). **Guide for personal computers**. Version 6. Cary, N.C., 1987. 1028p.