

Relação entre fumonisinas na dieta de leitões na creche e a ocorrência do vício de sucção, desempenho e características de alguns órgãos

Relation to fumonisins in diets in post weaning piglets and suckling vice occurrence, performance and characteristics of some organs

Paulo Alberto Lovatto¹ Cheila Roberta Lehen¹ Neimar Cavazini¹ Kalyne Bertolin¹
Luciano Hauschild¹

RESUMO

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do vício de sucção em leitões alimentados com dieta com ou sem fumonisinas sobre o desempenho zootécnico e características de alguns órgãos. Foram utilizados 32 leitões, meio-irmãos paternos, distribuídos num fatorial 2 x 2 (animais com vício e sem vício de sucção, com ou sem adição de fumonisinas na dieta), com quatro repetições e dois animais por unidade experimental. Não houve interação ($P > 0,05$) do vício de sucção com a adição de fumonisinas na dieta nas variáveis estudadas. O peso final dos leitões com vício de sucção foi 8% menor ($P < 0,05$), se comparado ao grupo controle (25,2 x 27,5kg). A adição de fumonisinas na dieta reduziu ($P < 0,05$) em 9% o peso final dos animais, se comparado aos do grupo controle (25,8 x 28,3kg). O vício de sucção não influenciou ($P > 0,05$) o consumo de alimento. A adição de fumonisinas na dieta reduziu ($P < 0,05$) o consumo de ração em 20%, dos 22 aos 28 dias de experimento. O ganho de peso total foi 14% inferior ($P < 0,05$) nos leitões com vício de sucção (0,51 x 0,59kg). O ganho de peso dos animais alimentados com dieta com fumonisinas foi 15% inferior ($P < 0,05$) ao ganho dos animais-controle. O vício de sucção piorou ($P < 0,05$) em 11% a conversão alimentar (1,52 x 1,68) nos leitões com vício. A adição de fumonisinas na dieta piorou ($P < 0,05$) a conversão alimentar em 13% para os leitões dos 15 aos 21 dias de experimento. O vício de sucção não alterou ($P > 0,05$) o peso dos órgãos dos leitões. As fumonisinas aumentaram ($P < 0,05$) o peso do fígado (820 x 693g) e reduziram o peso do coração (126 x 148g), estômago (291 x 384g), intestino (2.015 x 2.577g), pâncreas (55 x 74g) e pulmão (291 x 350g). O vício de sucção e as fumonisinas influenciam negativamente o desempenho dos animais, mas o vício não altera a massa dos órgãos.

Palavras-chave: comportamento, micotoxinas, nutrição, suínos, vícios.

ABSTRACT

The experiment was carried out to evaluate the effect of the suckling vice and fumonisins on the performance and characteristics of some organs of post weaning piglets. Thirty-two littermates piglets were used into a factorial 2 x 2 (with and without suckling vice, with or without fumonisins in diet), with four replications and two animals for experimental unit. There was no interaction ($P > 0.05$) between suckling vice and fumonisins for all analyzed variables. The final weight of piglets with suckling vice was 8% ($P < 0.05$) lower than control group (25.2 x 27.5kg). Suckling vice did not influence ($P > 0.05$) the feed intake. The addition of fumonisins in the diet reduced ($P < 0.05$) 20% the feed intake between 22 to 28 days of experiment. The weight gain of animals fed fumonisin diets was 14% lower ($P < 0.05$) than control group. The suckling vice got worse ($P < 0.05$) 11% feed conversion rate (1.52 x 1.68). Fumonisin diets got worse ($P < 0.05$) 13% feed conversion rate from 15 to 21 days of experiment. The suckling vice did not modify ($P > 0.05$) organ weights. Fumonisin increased ($P < 0.05$) the liver weight (820 x 693g) and reduced weight of heart (126 x 148g), stomach (291 x 384g), intestine (2,015 x 2,577g), pancreas (55 x 74g), and lung (291 x 350g). The suckling vice and fumonisins influence negatively the animals performance, but the vice does not modify organ weights.

Key words: behavior, micotoxins, nutrition, pigs, vices.

INTRODUÇÃO

A intensificação da produção aumentou a susceptibilidade dos animais a doenças multifatoriais, que têm como causas determinantes fatores de risco que representam uma característica do indivíduo ou do seu ambiente, que, quando presente aumenta a

¹Departamento de Zootecnia (DZ), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: lovatto@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

probabilidade de aparecimento e/ou agravamento de doenças (FÁVERO, 2003). Com a finalidade de aumentar a produtividade das porcas, a maioria das granjas tecnificadas desmama os leitões com idade média de 21 dias (ROBERT et al., 1999; GIROUX et al., 2000). Essa prática pode aumentar o índice de distúrbios comportamentais nos leitões.

O hábito de sugar o umbigo, a vulva, a orelha ou a cauda, também denominado de vício de sucção, é uma forma anormal de comportamento. O vício de sucção é um problema multifatorial, em parte como uma alteração psíquica, podendo ser manifestação de deficiência nutricional, de intranqüilidade ou de desconforto (SOBESTIANSKY et al., 1999). O desmame precoce, combinado com outros fatores de risco, pode desencadear o vício de sucção nos leitões (FRASER, 1991; SOBESTIANSKY et al., 1999). O vício de sucção se manifesta principalmente pelo estresse provocado pela separação precoce dos leitões da mãe, pela mistura de lotes, pela mudança de ambiente e pelo não-fornecimento de ração aos leitões na maternidade (SMITH & PENNY, 1986).

A matéria-prima básica na formulação de rações de suínos é o milho, substrato adequado para o desenvolvimento de fungos do gênero *Fusarium*, que produzem fumonisinas no período pré-colheita (SMITH et al., 2000). Em condições de temperatura e umidade elevadas, esses fungos podem se desenvolver no período de armazenamento (MILLS, 1989). As fumonisinas são metabólitos fúngicos secundários (POZZI et al., 2002) que inibem as enzimas esfingosina e esfinganina N-aciltransferase, responsáveis pela biossíntese de esfingolipídios (WANG et al., 1991). Os esfingolipídios são fundamentais na biossíntese da membrana plasmática e atuam como moduladores do crescimento celular (MERRILL JR et al., 1997). Os suínos são sensíveis à intoxicação por fumonisinas (DILKIN et al., 2004). As dietas contaminadas por fumonisinas provocam inapetência e depressão, induzindo toxicidade cardiovascular, edema pulmonar e degeneração hepática (POZZI et al., 2002), e, em concentrações elevadas, podem provocar lesões pancreáticas, hepáticas e renais (SMITH et al., 2000).

Poucos trabalhos foram publicados sobre o vício de sucção em leitões na creche e nenhum deles aborda o problema do vício de sucção associado à contaminação da dieta por fumonisinas. O experimento teve como objetivo determinar a influência do vício de sucção e da alimentação com dietas contendo fumonisinas sobre o desempenho zootécnico e as características de alguns órgãos de leitões.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, de setembro a outubro de 2005. Foram utilizados 32 leitões (16 fêmeas e 16 machos castrados) geneticamente homogêneos, oriundos de criação comercial e desmamados aos 21 dias de idade, com 6,5kg de peso médio. Para selecionar os animais com vício, 96 animais foram acompanhados por sete dias após o desmame. Foi realizada uma análise de normalidade dos dados de peso ao desmame, sendo que 45,8% dos animais apresentaram peso inferior a 6,3kg, pois o peso baixo ao desmame é um dos fatores predisponentes do vício de sucção (AMARAL et al., 2003). Os leitões permaneceram sete dias em período pré-experimental, alimentados com dieta basal, sendo então separados em baias e mantidos em observação. Neste período, 16 animais apresentaram vício de sucção, sendo identificados e separados para o experimento. Os locais de eleição para o vício foram as regiões umbilical e mamária. Os demais animais utilizados no delineamento foram selecionados para que apresentassem peso médio inicial similar ao do grupo com vício de sucção. Dessa forma, no período experimental de 28 dias, o peso médio inicial foi de 10,9kg aos 28 dias de idade. Os leitões foram alojados em 16 baias elevadas (1,50 x 1,37 x 0,80m) com piso parcialmente vazado, equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo concha. A temperatura da creche foi mantida dentro da zona de conforto térmico recomendada para a fase. O delineamento experimental foi um fatorial 2 x 2 (animais com vício e sem vício de sucção, com ou sem adição de fumonisinas na dieta). Cada tratamento teve quatro repetições com dois animais por unidade experimental. A dieta basal foi formulada para atender às recomendações nutricionais do NRC (1998) para suínos no intervalo de peso entre 10 a 18kg (Fase 1) e de 19 a 29kg (Fase 2). As fumonisinas foram produzidas pelo cultivo de cepa toxigênica de *Fusarium moniliforme* (MRC826) em grãos de milho, de acordo com o método proposto por ALBERTS et al. (1990). Após a inoculação, as amostras de milho foram incubadas em estufa por cinco semanas, a 25°C. O material de cultivo foi secado a 50°C e moído. As fumonisinas produzidas foram quantificadas e estocadas a -18°C. O material de cultivo foi adicionado na ração de acordo com a concentração desejada de fumonisinas na dieta (0 e 50mg kg⁻¹). Os animais receberam alimentação à vontade e tiveram livre acesso à água. Os dados de ganho de peso foram obtidos por pesagens semanais individuais dos animais. O consumo diário de ração foi obtido pela

pesagem da ração fornecida menos os resíduos presentes nos comedouros. Ao término do experimento, os animais foram abatidos e foram pesados o coração, os pulmões, o estômago, o fígado, o intestino e o pâncreas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, incluindo no modelo os efeitos do vício de sucção (V), fumonisinas (F) e V*F. As comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey com 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas através do programa MINITAB (MACKENZIE & GOLDMAN, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesagem dos leitões nos diferentes tratamentos durante o período experimental são apresentados na tabela 1. Não houve interação ($P>0,05$) do vício de sucção com a presença de fumonisinas na dieta no peso dos animais. O vício de sucção e a adição de fumonisinas na dieta não influenciaram ($P>0,05$) o peso dos leitões nos primeiros sete dias de experimento. Do 14º dia até o término do experimento, os leitões com vício de sucção apresentaram pesos inferiores ($P<0,05$), com peso médio final 8% inferior ($P<0,05$), se comparado ao do grupo controle. O peso final dos leitões alimentados com a dieta com fumonisinas foi 9% inferior ($P<0,05$) quando comparado ao do grupo sem fumonisinas.

A manifestação do vício de sucção está relacionada à presença de fatores de risco aos leitões logo após o desmame. O peso de desmame igual ou inferior a 6,3kg é considerado um fator de risco que aumenta a possibilidade de ocorrência do vício de sucção em leitões (MORÉS & MORAES, 2001). Essa patologia causa, muitas vezes, desordens digestivas nos animais, deixando-os suscetíveis a *Escherichia coli*, que é um dos principais agentes etiológicos da diarreia (MADEC et al., 1998). Dos 16 leitões que manifestaram vício de sucção, 12 (75%) apresentaram diarreia nos primeiros sete dias de experimento. O baixo

peso ao desmame, associado à ocorrência de diarreia nos leitões com vício de sucção, diminui o peso final dos animais na creche (AMARAL et al., 2003). No entanto, a possibilidade da diarreia ser desencadeada por determinados fatores de risco (peso ao desmame, densidade) é maior a partir do quinto dia pós-desmame (MADEC et al., 1998). A perda de peso a partir do 14º dia de experimento, em alguns animais com vício, observada neste estudo, pode estar relacionada à ocorrência de diarreia.

A alimentação de leitões com dieta com fumonisinas também aumenta a proliferação de *Escherichia coli* no intestino, ocasionando problemas de absorção de nutrientes e diarreia nos animais (OSWALD et al., 2003; BOUHET et al., 2004). Isso poderia ter agravado a perda de peso dos animais com vício de sucção; no entanto, não foi observada interação entre estes dois fatores. Outros autores também observaram que a alimentação de leitões com dieta com fumonisinas reduz o peso final na creche (OSWALD et al., 2003; DILKIN et al., 2004).

Os resultados de consumo de ração são apresentados na tabela 2. Não houve interação ($P>0,05$) do vício de sucção com a presença de fumonisinas na dieta para o consumo de ração. O vício de sucção não influenciou ($P>0,05$) o consumo de ração pelos animais. A adição de fumonisinas na dieta não alterou ($P>0,05$) o consumo até o 21º dia de experimento, mas dos 22 aos 28 dias, o consumo de ração dos animais alimentados com dieta com fumonisinas foi 20% inferior ($P<0,05$).

O consumo de ração na creche, principalmente nos primeiros dias, é influenciado pela idade dos leitões e por estresses sociais, digestivos e metabólicos. Esses fatores contribuem também para ocorrência do vício de sucção nos animais que, associado à dificuldade de ingestão de água, reduz o consumo de ração, reduzindo o desenvolvimento nos leitões (AMARAL et al., 2003). No presente estudo, o consumo de ração não foi alterado em animais com

Tabela 1 – Peso de leitões com ou sem manifestação de vício de sucção alimentados com dieta com ou sem fumonisinas.

Item	Vício de sucção		Fumonisin, mg kg ⁻¹		dpr	Efeito
	Ausente	Presente	0 (controle)	50		
Peso, kg						
Inicial	10,82	10,92	10,87	10,80	0,71	NS
7º dia*	14,41	14,25	14,44	14,32	0,53	NS
14º dia*	18,22	17,77	18,22	18,05	0,94	V
21º dia*	22,69	21,81	22,92	22,10	1,23	V
28º dia*	27,51	25,21	28,30	25,80	1,50	V; F

dpr, desvio padrão residual; efeitos (NS: não-significativo; V: vício de sucção e F: Fumonisin); *peso inicial utilizado com covariável.

Tabela 2 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de leitões com ou sem vício de sucção alimentados com ou sem fumonisinas.

Item*	Vício de sucção		Fumonisinias, mg kg ⁻¹		dpr	Efeito
	Ausente	Presente	0 (controle)	50		
Consumo de ração, kg/dia						
7º dia	0,68	0,70	0,68	0,69	0,03	NS
14º dia	0,77	0,76	0,77	0,77	0,05	NS
21º dia	1,07	1,10	1,08	1,07	0,11	NS
28º dia	1,13	0,99	1,22	0,98	0,12	F
Total	0,91	0,89	0,94	0,88	0,05	NS
Ganho de peso, kg/dia						
07º dia	0,51	0,47	0,51	0,50	0,07	NS
14º dia	0,54	0,50	0,54	0,53	0,09	NS
21º dia	0,64	0,58	0,67	0,58	0,09	F
28º dia	0,69	0,48	0,77	0,53	0,10	F
Total	0,59	0,51	0,62	0,53	0,05	V; F
Conversão alimentar						
07º dia	1,36	1,51	1,37	1,40	0,20	V
14º dia	1,47	1,58	1,45	1,52	0,27	NS
21º dia	1,72	1,98	1,65	1,89	0,34	F
28º dia	1,68	2,10	1,61	1,91	0,30	NS
Total	1,56	1,79	1,52	1,68	0,17	V; F

dpr, desvio padrão residual; efeitos (NS: não-significativo; V: vício de sucção e F: Fumonisinias); *peso inicial utilizado com covariável.

vício de sucção, o que pode ser explicado, em parte, pelo número reduzido de leitões por baía. Efeitos negativos de fumonisinas sobre o consumo de ração a partir dos 22 dias de creche são freqüentes (DILKIN et al., 2004). Mas esses efeitos podem se manifestar mais cedo, cerca de uma semana após da ingestão da toxina (D' MELLO et al., 1999), devido a lesões esofágicas e gástricas (CASTEEL et al., 1993). Os efeitos negativos de algumas micotoxinas sobre o consumo de ração podem estar relacionados ao mecanismo de desintoxicação dos animais. Quando a taxa de absorção excede a de eliminação da toxina no organismo, os animais reduzem a ingestão voluntária de alimento para minimizar o impacto negativo das micotoxinas (DILKIN et al., 2004). A ingestão volta ao normal com a eliminação da toxina do organismo.

Os resultados de ganho de peso são apresentados na tabela 2. Não houve interação ($P>0,05$) do vício de sucção com a presença de fumonisinas na dieta para o ganho de peso. O vício de sucção influenciou ($P<0,05$) o ganho de peso dos animais no período total de experimento. O ganho de peso médio de todo o período experimental foi 14% inferior ($P<0,05$) nos leitões com vício de sucção, contrastando com a ausência de efeito ($P>0,05$) quando o ganho de peso foi analisado por período. Não houve diferença ($P>0,05$) no ganho de peso dos animais alimentados com dieta

com fumonisinas até o 14º dia de experimento; mas, dos 15 aos 28 dias, a dieta com fumonisinas reduziu ($P<0,05$) em 23% o ganho de peso. A dieta com fumonisinas diminuiu ($P<0,05$) em 15% o ganho de peso dos leitões no período total de experimento.

O ganho de peso de leitões com vício de sucção pode reduzir-se em até 18% nos primeiros 21 dias pós-desmame (AMARAL et al., 2003), fato que pode ser observado tanto na vítima como no sugador (MORÉS, 2000). A redução do ganho de peso em leitões com vício de sucção está relacionada ao desequilíbrio nutricional, à dificuldade de ingestão de água e, conseqüentemente, de alimento pelos leitões (MORÉS, 2000). No presente estudo, o consumo de ração não foi alterado. O baixo desempenho observado pode estar relacionado à ocorrência de diarreia nos leitões. Dos componentes do ganho de peso para leitões na creche, a proteína e os lipídios são os mais importantes do ponto de vista químico (DE LANGE et al., 2003). Os metabólitos das fumonisinas interferem na síntese desses componentes. As fumonisinas inibem a síntese de ceramida e a atividade enzimática da treonina fosfatase, modificando a síntese de DNA, alterando o metabolismo protéico (MOBIO et al., 1996). No metabolismo lipídico, as fumonisinas favorecem a peroxidação, com oxidação desnecessária de lipídios (MOBIO et al., 1996). A redução do ganho de peso dos

leitões observada neste experimento, provavelmente, esteja relacionada à ação de metabólitos das fumonisinas na síntese protéica e lipídica dos animais.

Os resultados de conversão alimentar são apresentados na tabela 2. Não houve interação ($P>0,05$) do vício de sucção com a presença de fumonisinas sobre a conversão alimentar. O vício de sucção piorou em 10% ($P<0,05$) a conversão alimentar dos leitões durante os primeiros sete dias de experimento. A conversão alimentar geral dos animais com vício de sucção piorou 16% ($P<0,05$) em relação ao grupo controle. A adição de fumonisinas na dieta piorou em 13% ($P<0,05$) a conversão alimentar dos leitões dos 15 aos 21 dias. Dos 22 aos 28 dias, não houve influência ($P>0,05$) da dieta com fumonisinas na conversão alimentar. No período total de experimento, as dietas com fumonisinas pioraram em 17% ($P<0,05$) a conversão alimentar.

O baixo ganho de peso e a diarreia dos leitões com vício de sucção diminuíram a eficiência alimentar dos animais. Isso pode explicar a piora da conversão alimentar dos animais com vício verificada no período total do experimento. Os efeitos das fumonisinas no organismo do animal pioram significativamente a conversão alimentar, diminuem o consumo de ração, com recuperação clínica dos animais nos períodos de menor ingestão (DILKIN et al., 2004). Essa diminuição, pelo fato de ter sido no mesmo período da redução do ganho de peso, pode ter influenciado na conversão alimentar dos animais alimentados com dieta com fumonisinas.

Os resultados do peso dos órgãos são apresentados na tabela 3. Não houve interação ($P>0,05$) do vício de sucção com a presença de fumonisinas na dieta no peso dos órgãos. O vício de sucção não influenciou ($P>0,05$) o peso dos órgãos dos animais. A contaminação da dieta com fumonisinas alterou ($P<0,05$) os pesos de todos os órgãos estudados. O fígado foi 15% mais pesado nos animais alimentados com dieta

com fumonisinas. Os demais órgãos avaliados tiveram pesos reduzidos ($P<0,05$) em leitões alimentados com fumonisinas. Houve diminuição de 15% no peso do coração, 17% dos pulmões, 24% do estômago, 22% do intestino e 26% do pâncreas.

Nos suínos alimentados com dietas com fumonisinas, os órgãos alvos são os pulmões, o fígado, o coração e o pâncreas (SMITH et al., 2000). O aumento da massa hepática é resultado do incremento da atividade enzimática, com aceleração da atividade da fosfatase alcalina, do sorbitol desidrogenase aspartato aminotransferase e da gama glutamiyl trapeptidase (MERRILL JR et al., 1997; VOSS et al., 2001). Metabólitos de fumonisinas se acumulam no fígado e rins em ingestões prolongadas (VOSS et al., 2001). Os efeitos observados neste estudo provavelmente devam-se ao acúmulo da toxina nos órgãos. Em alguns estudos, a manifestação clínica dos efeitos de fumonisinas em suínos ocorre na segunda semana de consumo da dieta (D' MELLO et al., 1999), devido à ingestão de altas concentrações e da sensibilidade do animal às toxinas (DILKIN et al., 2004). No entanto, no presente trabalho, os sinais clínicos dos efeitos das fumonisinas foram registrados somente a partir da terceira semana.

As fumonisinas afetam negativamente o desempenho dos suínos. O estudo mostra que o vício de sucção pode ser mais um fator potencial que pode afetar o desempenho de leitões em creche.

CONCLUSÕES

O vício de sucção reduz o peso e o ganho de peso de leitões na creche, mas não afeta o consumo de ração. O vício de sucção piora a conversão alimentar dos leitões na creche. O vício de sucção não afeta o peso do coração, estômago, intestino, fígado, pâncreas e pulmão.

As fumonisinas reduzem o peso, o ganho de peso e o consumo de ração, o peso do coração,

Tabela 3 – Peso de órgãos de leitões com ou sem manifestação de vício de sucção alimentados com ou sem fumonisinas.

Item*	Vício de sucção		Fumonisin, mg kg ⁻¹		dpr	Efeito
	Ausente	Presente	0 (controle)	50		
Peso, g						
Coração	140	126	148	126	20	F
Estômago	348	301	384	291	69	F
Intestino	2.386	1.939	2.577	2.015	468	F
Fígado	749	776	693	820	85	F
Pâncreas	66	57	74	55	9	F
Pulmão	326	301	350	291	56	F

dpr, desvio padrão residual; efeitos (NS: não-significativo; V: vício de sucção e F: Fumonisin); *peso inicial utilizado com covariável.

estômago, pulmão, intestino e pâncreas e aumentam o peso do fígado de leitões na creche. As fumonisinas pioram a conversão alimentar dos leitões na creche.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa ao mestrando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) Luciano Hauschild. À Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis da UFSM, pela concessão de bolsa de monitoria a Neimar Cavazini. À UFSM, pela concessão de bolsa do Fundo Institucional de Pesquisa (FIPE) a Cheila Roberta Lehnen. Ao Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC/UFSM), pela produção das micotoxinas, pelas análises e pelo apoio para a realização do experimento.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, J.F. et al. Effects of temperature and incubation period on production of fumonisin B₁ by *Fusarium moniliforme*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.56, p.1729-1733, 1990.
- AMARAL, A.L. et al. Fatores de risco associados ao vício da sucção em leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.528-532, 2003.
- BOUHET, S. et al. The mycotoxin fumonisin B₁ alters the proliferation and the barrier function of porcine intestinal epithelial cells. **Toxicological Sciences**, v.77, p.165-171, 2004.
- CASTEEL, S.W. et al. Chronic toxicity of fumonisin in weanling pigs. **Journal Veterinary Diagnostic Investigation**, v.5, p.413-417, 1993.
- D' MELLO, J.P.F. et al. *Fusarium* mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. **Animal Feed Science and Technology**, v.80, p.183-205, 1999.
- DE LANGE, C.F.M. et al. Modeling chemical and physical body composition of the growing pig. **Journal Animal Science**, v.81, p.E159-165, 2003.
- DILKIN, P. et al. Intoxicação experimental de suínos por fumonisina. **Ciência Rural**, v.34, p.175-181, 2004.
- FÁVERO, J.A. **Fatores de risco**. Acessado em 19 jan 2003. Online. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/identificacao.html>.
- FRASER, C.M. **Manual Merck de veterinária: um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário**. São Paulo: Roca, 1991. 1803p.
- GIROUX, S. et al. Relationships between individual behavioural traits and post-weaning growth in segregated early-weaned piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v.70, p.41-48, 2000.
- MACKENZIE, J.; GOLDMAN, R.N. **The student edition of Minitab for Windows manual: release 12**. Belmont: Addison-Wesley Longman, 1999. 592p.
- MADEC, F. et al. Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v.35, p.53-72, 1998.
- MERRILL JR., A.H. et al. Importance of sphingolipids and inhibitors of sphingolipid metabolism as components of animal diets. **Journal Nutrition**, v.127, p.830S, 1997.
- MILLS, J.T. Ecology of mycotoxigenic *Fusarium* species on cereal seeds. **Journal Food Protection**, v.52, p.737-742, 1989.
- MOBIO, T.A. et al. Lipid peroxidation as a sensitive marker of cellular response to fumonisin B₁: implication in cytotoxicity and inhibition of protein and DNA syntheses. **Toxicology Letters**, v.88, p.71, 1996.
- MORÉS, N. Estudos ecopatológicos na prevenção de doenças multifatoriais em suínos. In: ENCONTRO TÉCNICO DA ABRAVES - SC, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa CNPSA, 2000. p.37.
- MORÉS, N.; MORAES, A.L. Patologias associadas ao desmame. In: CONGRESSO DA ABRAVES, 10., 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** Concórdia: Embrapa CNPSA, 2001. p.215-224.
- NRC - **National Research Council, nutrient requirements of swine**. Washington: NRC/National Academy of Science, 1998. 189p.
- OSWALD, I.P. et al. Mycotoxin fumonisin b₁ increases intestinal colonization by pathogenic *Escherichia coli* in pigs. **Applied and Environmental Microbiology**, v.69, p.5870-5874, 2003.
- OSWALD, I.P. et al. Mycotoxin fumonisin B₁ increases intestinal colonization by pathogenic *Escherichia coli* in pigs. **Applied and Environmental Microbiology**, v.69, p.5870-5874, 2003.
- POZZI, C.R. et al. Aspectos relacionados à ocorrência e mecanismo de ação de fumonisinas. **Ciência Rural**, v.32, p.901-907, 2002.
- ROBERT, S. et al. Segregated early weaning and welfare of piglets. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v.2, p.31-40, 1999.
- SMITH, G.W. et al. Purified fumonisin B₁ decreases cardiovascular function but does not alter pulmonary capillary permeability in swine. **Toxicological Sciences**, v.56, p.240-249, 2000.
- SMITH, W.J.; PENNY, R.H.C. Behavioral problems, including vices and cannibalism. In: LEMN, A.D. et al. **Diseases of swine**. 6.ed. Iowa: Iowa State University, 1986. p.930.
- SOBESTIANSKY, J. et al. **Clínica e patologia suína**. Goiânia: Art 3, 1999. 464p.
- VOSS, K.A. et al. An overview of rodent toxicities: liver and kidney effects of fumonisins and *Fusarium moniliforme*. **Environmental Health Perspective**, v.109, p.259-266, 2001.
- WANG, E. et al. Inhibition of sphingolipid biosynthesis by fumonisins. Implications for diseases associated with *Fusarium moniliforme*. **Journal of Biological Chemistry**, v.266, p.14486-14490, 1991.