

**AVALIAÇÃO DO ÁCIDO FÍTICO E DO FERRO INORGÂNICO DIETÉTICOS
SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA
E O PERFIL SÉRICO DE SUÍNOS EM FASE DE TERMINAÇÃO**

**(Evaluation of dietary phytic acid and inorganic iron on the performance,
characteristics of carcass, serum profile of finishing pigs)**

Renilda Terezinha MONTEIRO¹, Caio Abércio da SILVA^{2*}, Ana Maria BRIDI², Marina Avena TARSITANO², Cleandro Pazinato DIAS², Camila CONSTANTINO², Louise Manha PERES², Nayara ANDREO², Eduardo Raele de OLIVEIRA², Arturo Pardo LOZANO², Aliny Ketilim NOVAIS², Graziela Drociunas PACHECO²

1 Universidade do Oeste Paulista

2 Universidade Estadual de Londrina. Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380. CEP 86051-980. Londrina, Paraná, PR, Brasil. Email: casilva@uel.br. Autor para correspondência.

RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do ácido fítico e do ferro inorgânico dietéticos para suínos em fase de terminação sobre o desempenho zootécnico, características de carcaça e o perfil sérico. Foram utilizados 40 suínos, machos castrados, na fase de terminação, de genética comercial, com peso médio inicial e desvio padrão de $64,34 \pm 6,64$ kg e idade média de 108 dias. Os animais foram pesados e alojados individualmente em baias de alvenaria e piso compacto, com dimensão de 3 m², onde receberam água e ração à vontade durante o período de 30 dias. Foram avaliados o consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em modelo fatorial 2 x 2, sendo os fatores correspondentes às dietas com e sem ferro inorgânico suplementar e com dois níveis de ácido fítico (AF) na ração, alto (4,85%) e baixo (2,98%). O farelo de gérmen de milho desengordurado representou um recurso para incrementar a concentração de ácido fítico na ração. Ao atingirem $100,76 \pm 6,54$ kg de peso médio, os animais foram abatidos em frigorífico comercial e submetidos à avaliação das características de carcaça. Durante o abate, na sangria, foi realizada a coleta de sangue, para determinação do eritrograma e dosagem de ferro. Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) entre os fatores para o desempenho, perfil sérico e características de carcaça. O uso de dietas com valores de ácido fítico mais elevados que àquelas formuladas à base de milho e farelo de soja, com a

Ciência Animal, 25(1), 2015

Palestra apresentada no III Congresso Estudantil de Medicina Veterinária da UECE, Fortaleza, CE, Brasil, 08 a 12 de junho de 2015

suplementação (25g Fe/kg de premix) ou sem a suplementação de ferro inorgânico, são plenamente possíveis de serem utilizados para suínos em fase de engorda sem prejuízos nos parâmetros séricos, de desempenho e de carcaça.

Palavras Chave: antioxidante natural, mineral, qualidade de carcaça.

ABSTRACT

The project aimed to evaluate the effect of phytic acid and inorganic dietary iron for finishing pigs on growth performance, carcass characteristics and serum profile. Forty barrows of commercial genetic, with an initial weight of 64.34 ± 6.64 kg and 108 days of average age were used. The animals were weighed and placed in individual pens, with a compact floor, and 3 m² of area, where they received water and feed *ad libitum* during 30-day. Were evaluated the daily feed intake, daily weight gain and feed conversion. The experimental design was a randomized blocks, 2 x 2 factorial design, where the factors were the diets with and without supplemental inorganic iron and the levels of phytic acid (FA) in the diet, high (4,85%) and low (2,98%). The defatted corn germ meal represented a source to increase the concentration of phytic acid in the diet. Upon to reach 100.76 ± 6.54 kg of average weight, the animals were slaughtered in a commercial abattoir and submitted to evaluation of carcass traits. In the slaughter, during the bleeding, the blood was collected to evaluate the serum profile: erytrogram determination and the rates iron. There were no differences ($P > 0,05$) between the factors for the performance, serum profile, and carcass traits. Supplementation of inorganic iron (25mg/kg of premix) and/or its withdrawal and superior level of phytic acid, considering the level obtained with rations formulated mainly by corn and soybean ingredients, can be used without to affect the performance, serum profile and carcass characteristics.

Keywords: carcass quality, mineral, natural antioxidant.

INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira nos últimos anos tem apresentado um crescente desenvolvimento produtivo e tecnológico para se tornar mais competitiva em relação às

demais proteínas animais, como bovinos e frangos (Lima et al., 2012). O crescimento da atividade envolve cenários otimistas em virtude da maior aceitação por parte do consumidor pela carne suína, aumentando o consumo interno e a abertura de novos mercados externos (Ristow, 2007).

Um dos maiores desafios para a indústria de carnes é oferecer produtos tenros, suculentos e com cor e sabor agradável e que estas características mantenham-se estáveis durante toda a sua vida útil, com a maior segurança e o menor custo possível. Neste aspecto, o conhecimento das propriedades funcionais das matérias-primas e os fatores que as influenciam são imprescindíveis para garantir a satisfação dos clientes e os resultados econômicos dos fabricantes (Bragagnollo & Amaya, 2002).

A carne suína é a mais consumida no mundo e apresenta uma excelente composição lipídica devido à grande quantidade de ácidos graxos insaturados, contudo, este perfil graxo a caracteriza como um produto bastante susceptível à oxidação. A utilização de antioxidantes e a manipulação de minerais na dieta, principalmente o ferro, dada a sua alta capacidade pro-oxidante, podem ser condutas adequadas para minimizar este problema. A investigação do uso de antioxidantes naturais neste aspecto tem constituído uma meta paralela para este fim em razão dos riscos que os produtos sintéticos oferecem a saúde humana. Neste contexto, o ácido fítico é considerado um antioxidante natural, podendo ser utilizado na alimentação de suínos (Sousa et al., 2003).

Concomitante, a manipulação dos valores do mineral ferro na dieta para minimizar a oxidação da carne ainda transita na esfera da pesquisa, não obstante seja sabido que a interação do mineral e de outros agentes pro-oxidantes com os ácidos graxos poli-insaturados, resulta na geração de radicais livres e na propagação das reações oxidativas. A extensão destas reações poderá comprometer a qualidade final dos produtos industrializados, o que geralmente será detectado somente durante a vida útil (O'Grad et al., 2000).

Alguns produtos têm sido recentemente avaliados visando atender as necessidades antioxidantes indiretamente veiculados por meio das rações animais. Neste aspecto, o farelo de gérmen de milho desengordurado tem se apresentado como um ingrediente nutricional e com alta capacidade antioxidante quando participa na formula das rações de suínos em fase de terminação, dada a elevada presença de ácido fítico em sua composição (Pacheco et al., 2012).

Diante desses fatores, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos e a possível interação do ácido fítico, contido principalmente no farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e a suplementação de ferro inorgânico na dieta de suínos em terminação sobre os parâmetros produtivos, consumo de ração; ganho de peso diário e conversão alimentar, bem como o perfil sérico e características de carcaça.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL)-PR, sendo o projeto aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, processo CEUA Nº 16275.2012.43. Foram utilizados 40 suínos machos castrados, na fase de terminação, de genética comercial, com peso médio inicial de $64,34 \pm 6,64$ kg e idade média de 108 dias. Os animais foram alojados individualmente em baias de alvenaria, com piso compacto, com 3 m² de área, onde receberam água e ração à vontade durante o período experimental de 30 dias.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em modelo fatorial 2 x 2, sendo os fatores correspondentes às dietas com e sem ferro inorgânico suplementar e com dois níveis de ácido fítico (AF) na ração, alto (4,85%) e baixo (2,98%). O FGMD representou um recurso para incrementar a concentração de ácido fítico na ração. Foram utilizados 10 repetições, sendo cada repetição representada por um animal. Os grupos experimentais foram formados de acordo com o peso inicial dos animais, em 2 blocos (leves e pesados).

As rações apresentaram-se isoprotéicas, isolisínicas e isoenergéticas. Dois premixes minerais foram utilizados: um com 25g de Fe (FeSO₄)/kg de premix e outro isento deste mineral. As rações dos diferentes tratamentos foram submetidas à análise para determinação do Fe, Cu, Zn, Mn e Mg, no laboratório da VITAGRI - BUNGE FERTILIZANTES-SERRANA NUTRIÇÃO, segundo metodologias recomendadas pela AOAC (1984).

O ácido fítico foi determinado nas matérias-primas milho, farelo de soja e farelo de germen de milho desengordurado (FGMD) e nas rações, segundo a metodologia descrita por Latta & Eskin (1980) e modificado por Ellis & Morris (1986), no laboratório

de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina. Os demais valores nutricionais das rações foram calculadas segundo as tabelas de composição nutricional estabelecidas por Rostagno et al. (2011). Nas rações onde se objetivou incrementar o nível de ácido fólico, foi adotada a inclusão de 40% de FGMD. Excetuando o valor da energia metabolizável, as rações foram formuladas segundo o NRC (1998), visando atender as exigências mínimas dos suínos para a fase de terminação. A composição das rações e seus respectivos valores nutricionais estão demonstrados na Tab. 1.

Como parâmetros de desempenho foram avaliados o ganho diário de peso, o consumo diário de ração e a conversão alimentar.

Com $100,76 \pm 6,54$ kg de peso médio, 30 dias após o início do período experimental, os animais foram abatidos em um frigorífico, localizado a 40 km da granja experimental. O manejo pré-abate consistiu da retirada da ração 12 horas antes do embarque, permanecendo os animais em dieta hídrica até o abate. O abate seguiu a rotina do frigorífico, obedecendo às orientações do Serviço de Inspeção Federal, sendo os animais previamente submetidos à insensibilização elétrica através do equipamento da marca Petrovina® IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se 350 volts e 1,3 amperes.

Durante o abate, na calha de sangria, foi realizada coleta de sangue de cada animal (10 mL), utilizando-se seringas descartáveis (20 mL). Na sequência, uma fração de 2 mL foi colocada em tubo de vidro com anticoagulante etilenodiaminotetracetato de potássio (EDTA) a 10% para realização do eritrograma, e 8 mL de sangue foram colocados em tubo de vidro sem anticoagulante para obtenção do soro.

As amostras com anticoagulante foram encaminhadas ao laboratório e as análises foram realizadas por meio de métodos hematológicos tradicionais (Jain, 1993), compreendendo: contagem total de hemácias, realizada através da técnica do hematocítômetro manual; determinação do volume globular ou hematócrito, por meio da técnica de microhematócrito (Centrífuga para microhematócrito, Fanem®); mensuração da hemoglobina, por meio da técnica de cianometahemoglobina com leitura espectrofotométrica (Bio 200, Bioplus®); cálculo dos índices hematimétricos: volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

As amostras sem anticoagulante foram mantidas em banho-maria a 37° por 20 minutos, sendo em seguida centrifugadas a 3.000 rpm por dez minutos. Os soros, após a

separação, foram congelados a temperatura de -20°C , até o momento da realização dos exames.

No soro foi avaliada a concentração sérica de ferro, por meio de kits enzimáticos colorimétricos (Analisa®) e a leitura realizada por meio do analisador bioquímico colorimétrico Airone 200®. Para obtenção da leucometria foi utilizada a técnica do hematocitômetro e a contagem diferencial de cem células em esfregaço corado pelo método panótico rápido (Jain, 1993).

Após a sangria, escaldagem e evisceração, as carcaças foram divididas ao meio longitudinalmente, pesadas e mantidas na câmara fria durante 24 horas à temperatura de $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

As carcaças foram avaliadas individualmente de acordo com as orientações de Bridi & Silva (2009), onde as carcaças, sem o crânio e com preservação da máscara, foram pesadas ao final do abate e 24 horas após, obtendo-se o peso da carcaça quente (PCQ), o peso da carcaça fria (PCF), o rendimento da carcaça (RC) e a perda de peso da carcaça pelo resfriamento (PPCR). As características, espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo (PM) e área de olho de lombo (AOL) foram medidas nas meias carcaças direitas, 24 horas após o abate. A espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* foram medidas na altura da última costela a 6 cm da linha do corte. A partir dessas medidas, estimou-se o rendimento e a quantidade de carne na carcaça (RCC e QCC), de acordo com a metodologia de Guidoni (2000).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SAEG (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao desempenho zootécnico (Tab. 2) demonstram que os fatores não influenciaram ($P>0,05$) o desempenho dos animais para todas as variáveis analisadas, não havendo também efeito de interação entre os tratamentos.

No que se refere à participação do FGMD como principal fonte de ácido fólico (AF), a sua inclusão não influenciou ($P>0,05$) o desempenho dos animais, portanto a utilização do FGMD como fonte alternativa, substituindo o milho em 40%, pode ser utilizada sem haver comprometimento nos parâmetros zootécnicos. Neste contexto, sugere-se que o ácido fólico não teve efeito antinutricional, não interferindo ou

interagindo num nível negativo com o ferro e outros nutrientes essenciais para a performance dos animais.

Este resultado concorda com Harbach et al. (2007) e Pacheco et al. (2012), que avaliando o desempenho de suínos em terminação, recebendo dietas sem e com (40%) de FGMD, observaram ausência de diferença ($P>0,05$) para os parâmetros de desempenho.

Segundo Costa et al. (2011), a inclusão de diferentes níveis (0, 10, 20 e 40%) de FGMD em rações de suínos em fase de terminação, durante 25 dias pré abate, não alterou o desempenho dos animais, independentemente do nível utilizado. A inclusão de até 50% do FGMD para suínos durante 7, 14 ou 21 dias antes do abate, também não influenciou o desempenho. Entretanto, Soares et al. (2004), ao incluir o FGMD em até 30% nas rações de suínos em terminação, verificaram efeito linear decrescente no consumo diário de ração, sendo este atribuído à maior adição de óleo de soja nas rações com níveis progressivamente maiores de FGMD, o que limitou o consumo pelo incremento da concentração energética das rações.

Moreira et al. (2002), utilizando rações para suínos na fase de terminação com diferentes inclusões de FGMD (0 a 45%), observaram que o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais pioraram de forma linear com a inclusão do FGMD e sugeriram que a causa desta piora foi devido a menor digestibilidade do farelo.

Em síntese, rações que têm maior presença de ácido fítico em relação àquelas formuladas à base de milho e farelo de soja (que detém menores níveis de ácido fítico) não são comprometedoras para os parâmetros de desempenho, preservado o fato de que o veículo utilizado (FGMD), por ser um ingrediente menos energético, demanda maior inclusão de óleo, além de possíveis efeitos negativos vinculados à palatabilidade que confere à dieta para animais em fase de terminação (Moreira et al., 2002).

Em relação à suplementação ou não de Fe Inorgânico, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos valores de desempenho. Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Apple et al. (2007), que ao testarem diferentes níveis de ferro na ração (premix com 100 ppm de Fe (FeSO_4)/ kg e premix sem Fe), bem como a substituição por uma fonte orgânica (Availa-Fe: 50, 100 e 150 ppm de Fe), para suínos em fase de terminação, verificaram que não houve interferência nas características produtivas avaliadas. Os resultados também se identificaram com os obtidos por Oliveira et al.

(2010), que avaliaram o desempenho de suínos em terminação frente à retirada completa dos suplementos micromineral/vitamínico.

Ponnampalam et al. (2009) verificaram que uso do ferro proveniente de fontes orgânicas (5% Fibruline® chicory fibre) e (Bioflex- 500 ppm de Fe) também não afetou os parâmetros de desempenho.

Utilizando uma fonte de ferro orgânica (Availa-Fe), Yu et al. (2000) e Saddoris et al. (2003) verificaram que o ganho de peso diário, o consumo diário e a eficiência alimentar não foram afetados pela suplementação de dietas de suínos com 30 a 120 ppm do mineral.

Dove & Haydon (1991) também não conseguiram detectar efeito da suplementação de 50 a 300 ppm de ferro na dieta de suínos na fase de terminação sobre os parâmetros de desempenho. Semelhante aos resultados de Harmon et al. (1969) e Dowe & Ewan (1990), o desempenho de suínos na fase de terminação, não foi alterado quando os níveis de ferro variaram entre 34 a 1.000 ppm.

Um possível efeito interativo com a formação de complexos ferro-fitado, com resultados que levem a piora da disponibilização do ferro, não foram evidentes sobre as características de desempenho, assim como foi tratado por Zago et al. (2001).

McGlone (2000) afirma que as deficiências de minerais e vitaminas levam semanas ou meses para produzir manifestações clínicas em suínos, e dietas para esta espécie geralmente são formuladas para exceder as necessidades nas diferentes fases de desenvolvimento.

Na visualização dos resultados do hemograma, após 30 dias de experimento (Tab. 3 e Tab. 4), observa-se que não houve diferença ($P>0,05$) entre os fatores e tampouco foram observados efeitos de interação, com exceção do RDW (amplitude de distribuição do tamanho das hemácias) que foi superior para a dieta com baixo ácido fítico. Ademais, todos os valores encontrados permaneceram dentro dos valores de referência, de acordo com Kaneko et al. (1997), indicando o não comprometimento da maior presença de ácido fítico e limitação do ferro na dieta sobre estas características. Os valores de RDW, que revelam um quadro de anisocitose, enquadraram-se nos intervalos de referências propostos por Kaneko et al. (1997), sendo, portanto, considerados normais (Tab. 4). Segundo Allard et al. (1989) e Lowseth et al. (1993), os animais domésticos podem apresentar variações nos valores hematológicos dependendo da raça, idade, sexo, estado

nutricional, condições ambientais, alterações comportamentais, estado clínico e método de análise da amostra.

Considerando o fator ácido fítico, Pacheco et al. (2012), avaliando o hemograma de suínos submetidos à dietas com alta concentração de ácido fítico e a enzima exógena fitase, não observaram comprometimento da maior presença do ácido fítico na dieta e da adição de fitase na ração sobre os parâmetros hematológicos. Os resultados obtidos se identificaram com este trabalho, quando a alta concentração de ácido fítico e a ausência de fitase constituíram um fator dietético.

Pode-se considerar que as dietas de suínos em terminação com e sem ferro inorgânico e com alta e baixa concentração de ácido fítico não desencadearam alterações nos parâmetros hematológicos, portanto, sem reflexos nos parâmetros de desempenho. Desta forma sugere-se que os níveis de ferro das rações experimentais atenderam às exigências nutricionais para a fase, e hipoteticamente o ácido fítico não comprometeu sua disponibilidade.

Para o parâmetro ferro sérico houve interação entre os fatores ferro e ácido fítico (Tab. 5), indicando que sob um menor nível de ácido fítico e com a suplementação de ferro inorgânico na dieta, os suínos apresentaram valores menores de ferro no sangue ($P < 0,05$), entretanto, os valores apresentados permaneceram dentro de uma faixa normal para a espécie suína, 91 a 199 $\mu\text{g/dL}$, segundo Kaneko et al. (1997).

De acordo com os resultados, os animais que apresentaram maior quantidade de Ferro sérico foram aqueles que receberam na dieta ferro inorgânico com a presença de FGMD, o que demonstra que o ácido fítico na dieta não apresentou o papel de antinutriente na ração (Tab. 5).

A absorção do ferro em monogástricos é influenciada por vários fatores, como: idade, status de ferro no organismo, forma química do ferro, quantidade e proporção de outros minerais na dieta (Alencar et al., 2002). Desta forma, verifica-se no presente estudo, conforme composição percentual (Tab. 1), que nos tratamentos com alta concentração de ácido fítico (4,85%), os níveis de magnésio (Mg) também aumentaram (1.310 para 3.070mg/kg e 1.300 para 3.365 (mg/kg)³). Assim sugere-se que a presença de outros minerais divalentes, bem como o magnésio (Mg), podem competir com o sítio de absorção do ferro.

De acordo com Grotto (2008), a deficiência de ferro acarreta consequências como a anemia, e o excesso de ferro tem efeito tóxico para os tecidos, havendo então a necessidade de um equilíbrio no metabolismo do mineral (homeostase). A quantidade de ferro absorvida é regulada pela necessidade do organismo. Assim, em situação em que há falta de ferro ou aumento da necessidade, há uma maior absorção de ferro. Dentro da homeostase do ferro, os mecanismos de excreção são menos desenvolvidos e eficazes do que aqueles que regulam a absorção e distribuição.

Neste contexto, estima-se que na fase de terminação os suínos apresentam menor necessidade de ferro absorvido para manutenção do *status* de ferro no organismo (Almeida et al., 2007a). Portanto, um animal adulto, com as reservas plenas (estoque de ferro), exceto por perda de sangue ou outras condições patológicas, necessita de menores níveis de ferro na ração, tornando-se por base a tabela brasileira de Rostagno et al. (2011).

Considerando os resultados obtidos, não foram observadas alterações importantes na quantidade de ferro sérico e nos parâmetros relacionados ao hemograma, independente dos tratamentos. Provavelmente este quadro se justificou dado o período experimental, além dos animais pertencerem a uma categoria cujo estoque de ferro é elevado e as demandas do mineral para a manutenção do *status* de ferro no organismo é menor em relação à categoria mais jovem.

Estes resultados foram semelhantes ao estudo de Ponnampalam et al. (2009), que verificaram que o nível de ferro sérico foi maior nos suínos que foram suplementados com ferro orgânico, intermediário com inulina ou inulina + ferro, e menor em suínos com dieta controle. Contudo, não houve diferença nos níveis de hemoglobina ou contagem de células vermelhas do sangue entre os diferentes tratamentos.

Almeida et al. (2007b), ao avaliarem o metabolismo do ferro por meio da determinação do eritrograma de suínos em fase de terminação, alimentados com dietas contendo fitase, sem suplemento micromineral/vitamínico e redução dos níveis de fósforo inorgânico (Pi), encontraram que a redução do fósforo inorgânico, a retirada do suplemento vitamínico e mineral, bem como a adição da fitase, não desencadearam alterações significativas no metabolismo de ferro.

Os resultados deste trabalho também se apresentaram semelhantes aos obtidos por Nunes (2000), que avaliou o hemograma de suínos na fase de terminação (até 100 kg de

peso vivo) frente à retirada dos suplementos micromineral/vitamínica e não identificaram diferenças entre os tratamentos.

Os dados referentes às características de carcaça estão apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Para as características de carcaça (Tab. 6 e Tab. 7) observa-se que não houve diferenças para os fatores ácido fítico (AF) e ferro ($P>0,05$) ou efeito de interação.

Para o fator AF, os resultados foram semelhantes aos obtidos por Pacheco et al. (2012), que não observaram alterações significativas no peso vivo, peso da carcaça quente, peso da carcaça resfriada, rendimento de carcaça e rendimento de carne na carcaça resfriada dos suínos que receberam rações nos últimos 28 dias de terminação com alto teor de AF.

Os resultados também se identificaram aos obtidos por Costa et al. (2011), que constataram que o FGMD pode ser utilizado em até 40% na ração de suínos na fase de terminação sem efeitos deletérios nas características de carcaça. Contrariamente, Moreira et al. (2002) evidenciaram que os níveis crescentes de FGMD nas rações de suínos em fase de crescimento e terminação levaram à redução da espessura de toucinho.

Em relação ao ferro, os resultados obtidos foram semelhantes aos observados por Apple et al. (2007), que verificaram que dietas com fontes de ferro (orgânico e inorgânico) não influenciaram as características da carcaça. Também os tratamentos com e sem ferro inorgânico apresentaram valores similares para as características de carcaça. Os autores ainda constataram que dietas de suínos (terminação) suplementadas com níveis de ferro acima dos requerimentos do NRC (1998) não alteram a deposição muscular de gordura da carcaça.

Saddoris et al. (2003) observaram que suplementando dietas de suínos com 90 ppm de Fe a partir da fonte orgânica (Availa Fe) ou FeSO_4 não afetou a média da espessura de toucinho ou a área de olho de lombo.

Pode-se considerar que a ausência de diferenças para as características de carcaça, de acordo com os tratamentos empregados, em geral representam um reflexo dos resultados obtidos nos parâmetros de desempenho.

CONCLUSÕES

O uso de dietas com valores de ácido fítico mais elevados que aquelas formuladas à base de milho e farelo de soja, com a suplementação (25g Fe/kg de premix) ou sem a suplementação de ferro inorgânico, são plenamente possíveis de serem utilizados para suínos em fase de engorda sem prejuízos nos parâmetros séricos, de desempenho e de carcaça.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, N. X.; KOHAYAGAWA, A.; CAMPOS, K. C. H. Metabolismo do ferro nos animais domésticos: revisão. **Revista de Educação Continuada, CRMV/SP**, v.5, p.192-205, 2002.
- ALLARD, R. L.; CARLOS, A. D.; FALTIN, E. C. Canine hematologia changes during gestation and lactation. **Companion Animal Practice**, v.19, p.3-6, 1989.
- ALMEIDA, R. F.; LOPES, E. L.; NUNES, R. C.; MATOS, M. P. C.; FIORAVANTI, M. C. S.; SOBESTIANSKY, J.; BRITO, L. A. B.; RUFINO, L. M. Ferro e imunidade humoral em suínos alimentados com fitase e níveis reduzidos de fósforo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 767-776, out./dez. 2007a.
- ALMEIDA, R. F.; LOPES, E. L.; NUNES, R. C.; MATOS, M. P. C.; SOBESTIANSKY, J.; FIORAVANTI, M. C. S.; OLIVEIRA, A. O. A.; RUFINO, L. M. Metabolismo do ferro em suínos recebendo dietas contendo fitase, níveis reduzidos de fósforo inorgânico e sem suplemento micromineral e vitamínico. **Ciência Rural**, v.37, n.4, p.1097-1103, 2007b.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 14. ed. Washington, A.O.A.C., 1984.
- APPLE, J. K.; WALLIS-PHELPS, W. A.; MAXWEL, C. V.; RAKES, L. K.; SAWYER, J. T.; HUTCHISON, S.; FAKLER, T. M. Supplemental iron on finishing swine performance, carcass characteristics and pork quality during retail display. **Journal of Animal Science**, v.85, p.735-745, 2007.
- BRAGAGNOLO, N.; AMAYA, D. B. R. Teores de colesterol, lipídios totais e ácido graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 98-104, 2002.

- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína.** Londrina: Midiograf, 2009.
- COSTA, M. C. R.; SILVA, BRIDI, A. M.; FONSECA, N. A. N.; OBA, A.; SILVA, R. A. M.; SILVA, P. A.; YWAZAKI, M. S.; DALTO, D. B. Estabilidade lipídica do pernil e da linguiça frescal de suínos tratados com dietas com alta concentração de ácido fítico. **Semina.** Ciências Agrárias, v. 32, p. 1863-1863, 2011.
- DOWE; C. R.; EWAN, R. C. Effect of excess dietary copper, iron or zinc on the tocopherol and selenium status of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2407-2413, 1990.
- DOVE, C. R.; HAYDON, K. D. The effect of copper addition to diets with various iron levels on the performance and hematology of weanling swine. **Journal of Animal Science**, n. 69, p. 2013-2019, 1991.
- ELLIS, R.; MORRIS, R. Appropriate resin selection for rapid phytate analysis by ion-exchange chromatography. **Cereal Chemistry**, v. 63, n. 1, p. 58-59, 1986.
- GROTTO, H. Z. W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v.30, n.5, p.390-397, 2008.
- GUIDONI, A. L. Melhoria de processos para tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000. p. 221-234.
- HARBACH, A. P. R.; COSTA, M. C. R.; SOARES, A. L.; BRIDI, A. M.; SHIMOKOMAKI, M.; SILVA, C. A.; IDA, E. I. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. **Food Chemistry**, v.100, p.1630-1633, 2007.
- HARMON; B. G.; HOGE, D. E.; JENSEN, A. H.; BAKER, D. H. Efficacy of ferrous carbonate as a hematinic for young swine. **Journal of Animal Science**, v. 28, p. 706-710, 1969.
- JAIN, N.C. **Essentials of Veterinary Hematology.** Pennsylvania: Lea & Febiger, 1993.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed.). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** 5. ed. New York: Academic Press, 1997.

- LATTA, M.; ESKIN, M. A simple e rapid method for phytate determination. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, 1980.
- LIMA, M. M.; THOMAZ, M. C.; FILARD, R. S.; CASTELINI, F. R.; DANIEL, E.; MARUJO, M. V.; HAUSCHILD, L.; RODRIGUES, D. J.; OLIVEIRA, M. S. F. GHILLEN, Y. S. Níveis de farelo de girassol em dietas para suínos submetidos a programa de restrição alimentar qualitativa: qualidade da carne. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 6., 2012, Curitiba.
- LOWSETH, L. A.; GILLET, N. A.; GERLACH, R. F.; MUGGENBURG, B. A. The effects of agin on hematology and serum chemistry values in the beagle dog. **Veterinary Clinical Pathology**, v.19, p.13-19, 1993.
- McGLONE, J. J. Deletion of supplemental minerals and vitamins during the late finishing period does not affect weight gain and feed intake. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2797-2800, 2000.
- MOREIRA, I.; RIBEIRO, C. R.; FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; KUBTSCHENKO, M. Utilização do farelo de germen de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação – digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2238-2246, 2002.
- NATIONAL SEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 1998.
- NUNES, R. C. **Retirada dos supplements micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação. Parâmetros eritroleucométricos e bioquímico-séricos**. 2000. 67p. Tese (Doutorado-produção animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP.
- O'GRAD, M. N.; MONAHAM, F. J.; BURKE, R. M.; ALLEN, P. The effect of oxygen level and exogenous α - tocopherol on the oxidative stability of minced beef in modified atmosphere packs. **Meat Science**, v.55, p. 39-45, 2000.
- OLIVEIRA, A. P. A.; NUNES, R. C. N.; RONE, M. N. B.; STRINGHINI, J. H.; RUFINO, L. M.; FARIAS, L. A. Desempenho e avaliação da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n.4, p. 775-783, out./dez., 2010.

- PACHECO, G. D.; LOZANO, A. P.; V. S. L.; SILVA, R. A. M.; DALTO, D.B.; AGOSTINI, P. S.; FONSECA, N. A. N.; BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. Utilização do farelo de germen de milho desengordurado, como fonte de fitato, associado à fitase em rações de suínos: efeitos sobre a qualidade da carne e da linguiça tipo frescal. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 33, p. 819-828, 2012.
- PONNAMPALAM, E.; JAYASOORIYA, D.; DUNSHEA, F.; GILL, H. **Nutritional manipulation of iron level in finisher pigs and fresh pork**, 2009. Disponível em:<http://www.apri.com.au/3A-108-Iron_manipulation_in_pork_-_Final_Report.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2012.
- RISTOW, L. E. **Doenças na fase de creche: diagnóstico, prevenção e tratamento**. Disponível em: <http://www.engormix.com/doencas_na_fase_creche_p_artigos_22_PO_artigos_22_POR.htm>. Acesso em: 18 dez. 2012.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. , 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- SADDORIS, K. L.; CRENSHAW, T. D.; CLAUS, J. R.; FAKLER, T. M. Growth performance, carcass characteristics, and pork color in finishing pigs fed two sources of supplemental iron. **Journal of Animal Science**, v. 81 (Suppl.2), n. 69 2003. (Abstr.).
- SAEG. **Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1997.
- SOARES, L. L. P.; SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; CABRERA, L.; HOSHI, E. H.; SILVA, M. A. A. da.; CANTERI, R. C. Farelo de germen de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1768-1776, 2004.
- SOUSA, R. V.; SILVA, H. O.; CARNEIRO, D. O. Suinocultura: Enriquecimento da dieta de suínos com ácidos graxos poli-insaturados: efeito na qualidade da carne. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n.42, p.71-86, 2003.
- YU, B.; HUANG, W.; CHIOU, P. W. Bioavailability of iron from amino acid complex in weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, n.1, p.9-52, 2000.

ZAGO, A.; FALCÃO, R. P.; PASQUINI, R. **Hematologia**: fundamentos e prática. São Paulo: Atheneu, 2001. 1081p.

Tabela 1. Composição percentual, química e energética das dietas experimentais de suínos

Ingredientes (%)	Dietas			
	Sem Ferro/Baixo AF	Sem Ferro/Alto AF	Com Ferro/Baixo AF	Com Ferro/Alto AF
FGMD ¹	-	40,00	-	40,00
Milho grão	72,34	38,46	72,34	38,46
Farelo de soja	20,18	15,80	20,18	15,80
Óleo de soja	1,20	3,18	1,20	3,18
Premix Com Ferro ²	-	-	2,00	2,00
Premix Sem Ferro ³	2,00	2,00	-	-
Fosfato bicálcico	-	0,19	-	0,19
L-Lisina-HCl	-	0,07	-	0,07
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerte	3,98	-	3,98	-
Total	100	100	100	100
Valores nutricionais e energéticos calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.142	3.142	3.142	3.142
Fibra bruta (%)	3,99	3,49	3,99	3,49
Proteína bruta (%)	15,50	15,50	15,50	15,50
Gordura (%)	3,87	4,82	3,87	4,82
Fósforo disponível (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
Fósforo total (%)	0,45	0,58	0,45	0,58

Cálcio (%)	0,69	0,74	0,69	0,74
Sódio (%)	0,16	0,14	0,16	0,14
Fe (mg/kg) ⁴	138,0	141,5	213,5	252,0
Cu (mg/kg) ⁴	152,0	128,0	146,5	158,5
Zn (mg/kg) ⁴	321,0	203,5	188,5	178,0
Mn (mg/kg) ⁴	94,60	72,60	79,50	84,70
Mg (mg/kg) ⁴	1.310	3.070	1.300	3.365
Lisina total (%)	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina total (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
Ácido fólico (%) ⁵	2,98	4,85	2,98	4,85

¹ Farelo de Germen de Milho Desengordurado ²Composição do premix para suínos em terminação por kg de produto: vit. A, 239.000 UI; vit. B12, 538 mcg; vit. D3, 66.000 UI; vit. E, 517 mg; vit. K3, 60 mg; ácido fólico, 32mg; ácido pantotênico 254 mg; biotina 1,1mg; niacina, 422 mg; piridoxina, 41 mg; riboflavina, 90 mg; tiamina, 33 mg; colina 4g; promotor de crescimento, 2595 mg; Ca, 231 g; Co 5,5 mg; Cu, 5.000 mg; Fe, 25 g; F, 881 mg; P, 59 g; I, 43 mg; Mn, 1,310 mg; Se, 8,46 mg; Na, 50 g; Zn, 3720 mg. ³ Premix semelhante ao descrito acima exceto não possuir ferro. ⁴Determinados pelas técnicas descritas no AOAC (1984). ⁵Determinado pela técnica descrita por Latta e Eskin (1980) e modificado por Ellis e Morris (1986).

Tabela 2. Médias e (desvios-padrão) das variáveis peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) de suínos submetidos aos tratamentos dietéticos com e sem Ferro suplementar e com baixa e alta concentração de ácido fólico (AF)

Fatores	Parâmetros			
	PF (kg)	CDR (kg)	GDP (kg)	CA
Sem Ferro	100,73(6,11)	3,25(0,39)	1,06(0,15)	3,08(0,23)
Com Ferro	102,52(4,42)	3,28(0,32)	1,08(0,12)	3,07(0,32)
Baixo AF	101,62(5,30)	3,24(0,39)	1,05(0,15)	3,11(0,22)
Alto AF	102,06(5,50)	3,29(0,31)	1,09(0,11)	3,04(0,34)
Ferro	NS	NS	NS	NS
AF	NS	NS	NS	NS
Ferro x AF	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	5,40	11,15	12,66	9,31

NS- Não significativo (P>0,05).

Tabela 3. Médias e (desvios-padrão) dos valores de hemácia, hematócrito (HT), concentração de hemoglobina (HB), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) do sangue de suínos submetidos aos tratamentos dietéticos com e sem Ferro suplementar e com baixa e alta concentração de ácido fítico (AF)

Fatores	Parâmetros					
	Hemácias (x10 ⁶ /μL)	HT (%)	HB (g/dL)	VCM (fL)	HCM (fL)	CHCM (%)
Sem Ferro	8,35 (0,68)	46,05 (2,93)	13,84 (0,93)	55,42 (4,09)	16,55 (0,87)	30,04 (1,59)
Com Ferro	8,46 (0,92)	47,76 (4,38)	14,26 (1,22)	56,41 (3,16)	16,86 (0,71)	30,01 (1,15)
Baixo AF	8,51 (0,84)	47,22 (3,62)	14,13 (1,10)	55,50 (4,39)	16,61 (0,94)	30,10 (1,75)
Alto AF	8,29 (0,77)	46,55 (3,51)	13,96 (1,09)	56,38 (2,61)	16,82 (0,62)	29,95 (0,82)
Ferro x AF	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ferro x AF	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	8,760	8,227	7,453	5,682	4,633	4,380

NS - Não significativo (P>0,05).

Tabela 4. Médias e (desvios-padrão) dos valores da distribuição do diâmetro dos eritrócitos (RDW), linfócito (Linf.), leucócito (LC) e neutrófilo segmentado (Seg) do sangue de suínos submetidos aos tratamentos dietéticos com e sem Ferro suplementar e com baixa e alta concentração de ácido fítico (AF)

Fatores	Parâmetros			
	RDW (%)	Linf. (%)	LC. (x 10 ³ /mm ³)	Seg (%)
Sem Ferro	16,21 (1,09)	56,22 (11,59)	16283,33 (5277,171)	41,44 (11,87)
Com Ferro	16,20 (0,62)	54,88 (12,14)	15861,11 (3068,653)	42,83 (11,88)
Baixo AF	16,43 (0,90) a	55,31 (12,93)	16789,47 (4766,771)	42,10 (13,24)
Alto AF	15,96 (0,77) b	55,82 (10,59)	15260,59 (3583,079)	42,17 (10,18)
Ferro	NS	NS	NS	NS
AF	*	NS	NS	NS
Ferro x AF	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	4,88	21,30	27,581	27,951

a,b letras distintas nas colunas, para cada fator, indicam diferença (P<0,05)

NS - Não significativo (P>0,05).

Tabela 5. Interação entre ferro (Fe) e ácido fítico (AF) para o parâmetro de Ferro (Fe) (µg/dL) do sangue de suínos submetidos aos tratamentos dietéticos com e sem Ferro suplementar e com baixa e alta concentração de ácido fítico (AF)

Fatores	Baixo AF	Alto AF
Sem Ferro	165,90 (51,28) A a	152,25 (56,50) A a
Com Ferro	131,27 (30,41) B b	182,07 (32,25) A a
CV% 24,53		P = 0,018

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença no teste de Tukey (P=0,018)

Tabela 6. Médias e (desvios-padrão) das variáveis peso vivo final (PV), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça resfriada (PCR), rendimento de carcaça (RC) e rendimento de carne na carcaça resfriada (RCC) de suínos submetidos aos tratamentos dietéticos com e sem Ferro suplementar e com baixa e alta concentração de ácido fítico (AF)

Fatores	Parâmetros			
	PCQ(kg)	PCR (kg)	RC (%)	RCC (%)
Sem Ferro	76,03 (4,52)	73,78 (4,32)	75,50 (1,54)	48,79 (3,05)
Com Ferro	77,62 (3,98)	75,40 (3,99)	75,70 (1,15)	48,91 (3,12)
Baixo AF	76,82 (3,83)	74,30 (3,66)	75,62 (1,43)	48,83 (2,46)
Alto AF	77,19 (4,82)	74,90 (4,84)	75,57 (1,28)	48,87 (3,66)
Ferro	NS	NS	NS	NS
AF	NS	NS	NS	NS
Ferro x AF	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	5,70	5,77	1,83	6,50

NS- Não significativo (P>0,05).

Tabela 7. Médias e (desvios-padrão) das variáveis, perda de peso na carcaça no resfriamento (PERCR), espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo (PM), área de olho de lombo (AOL) de suínos submetidos aos tratamentos dietéticos com e sem Ferro suplementar e com baixa e alta concentração de ácido fítico (AF)

Fatores	Parâmetros			
	PERCR (%)	ET (mm)	PM (mm)	AOL (cm ²)
Sem Ferro	2,95 (0,27)	19,99 (4,61)	56,92 (5,37)	32,46
Com Ferro	2,87 (0,78)	19,73 (4,85)	58,01 (6,03)	33,65
Baixo AF	2,91 (0,20)	19,77 (3,59)	58,26 (5,22)	33,28
Alto AF	2,92 (0,83)	19,97 (5,75)	56,57 (5,55)	32,81

Ferro	NS	NS	NS	NS
AF	NS	NS	NS	NS
Ferro x AF	NS	NS	NS	NS
C.V.(%)	20,40	24,51	9,58	12,21

*NS- Não significativo (P>0,05).