

Ferro para leitões: revisão de literatura

Suínos, anemia, ferro, suplementação.

Dejanir Pissinin¹

¹MBA em Agronegócio

Graduação em Tecnologia em Agronegócio

Técnico em Agroindústria

Técnico em Agropecuária

RESUMO

O ferro é um micromineral indispensável ao organismo animal, principalmente para os leitões no período neonatal. É essencial na formação da hemoglobina, que é responsável pelo transporte de oxigênio em nível celular. Leitões confinados em piso, sem contato com o solo e que não recebem suplementação de ferro, podem ter mortalidade de 6 a 60%. Além disso, a anemia ferropriva pode levar à ocorrência de baixo desenvolvimento, maior predisposição a infecções e, conseqüentemente, afetar a conversão alimentar dos animais. Diversas formas de fornecimento de ferro podem ser utilizadas para suprir essas necessidades, visando manter níveis adequados de hemoglobina e de armazenamento de ferro, que vão desde o fornecimento de terra vermelha, aplicações injetáveis de ferro dextrano, aplicação de pasta antianêmica nas tetas das porcas, suplementação das rações com sulfato ferroso ou ainda a utilização via oral de suplemento alimentar ultra precoce (SAUP), rico em ferro quelatado em pó.

Palavras-chave: suínos, anemia, ferro, suplementação.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 13, Nº 06, nov./ dez. de 2016

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

IRON SUPPLEMENTS FOR PIGLETS: LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Iron is an essential trace mineral to the animal organism, particularly for piglets in the neonatal period. It is essential in the formation of hemoglobin, which is responsible for the transport of oxygen at the cellular level. Piglets confined in floor, without contact with the ground and who do not receive iron supplementation can be 6 to 60% mortality. In addition, iron deficiency anemia can lead to the occurrence of low development, greater predisposition to infection and consequently affect the feed conversion. Various forms of iron supply may be used to meet these needs, in order to maintain adequate levels of hemoglobin and iron storage, ranging from the supply of Red Earth, iron dextran injectable applications, application applying anti anemic folder in the teats of nuts, feed supplementation with ferrous sulfate or the oral use of dietary supplement ultra early (SAUP) with plenty of chelated iron powder.

Keyword: anemia, iron, supplementation.

INTRODUÇÃO

Diante dos avanços tecnológicos, a suinocultura, cada vez mais, necessita que todas as etapas do processo produtivo sejam conduzidas de forma adequada. A falta de atenção a determinados detalhes, como os ligados à nutrição, por exemplo, pode comprometer a eficiência de toda a produção.

Aspectos da nutrição mineral de suínos são relativamente pouco estudados, provavelmente em razão de representarem uma pequena parcela dos custos com alimentação. Contudo, os minerais participam do metabolismo basal e formação tecidual de suínos, sendo essenciais para a saúde e o desempenho dos animais.

De acordo com Bertechini (2012), os minerais são classificados segundo suas necessidades orgânicas em macrominerais e microminerais, sendo que esses últimos também são denominados de elementos traço.

Dentre os microminerais, o ferro assume posição de destaque, pois é o de maior exigência dietética e, seguramente, o mais estudado. O ferro tem importância significativa para os leitões no período neonatal devido a uma série de fatores, como a baixa transferência de ferro para os leitões através da placenta, a reduzida reserva de ferro no nascimento, o baixo teor de ferro no colostro e no leite materno e a rápida velocidade de ganho de peso inicial quando comparado a outras espécies. Esses fatores se tornam ainda mais relevantes na suinocultura moderna devido à ausência de contato direto dos suínos com o solo e ao melhoramento genético, que tem promovido leitogadas maiores, com maior velocidade de ganho de peso e de alta precocidade, o que aumenta ainda mais a exigência de ferro nos leitões. Baseado nisso, este estudo objetivou elaborar uma revisão de literatura sobre a necessidade de ferro para os leitões no período neonatal.

NECESSIDADES DE FERRO DOS LEITÕES

O ferro é um metal de transição de número atômico 26, sendo um dos mais abundantes na terra. Apesar de sua abundância, é insolúvel no meio ambiente e

em sistemas biológicos se encontra em dois estados de oxidação: ferroso (Fe^{2+}) e férrico (Fe^{3+}) (BRAGA; BARBOSA, 2006), sendo a forma ferrosa a mais solúvel e, portanto, a mais indicada como suplemento (BERTECHINI, 2012).

Em alguns aspectos, o ferro pode ser considerado como um micromineral necessário em quantidades pequenas como cofator de muitas enzimas. Entretanto, sua presença em quantidades muito maiores na hemoglobina faz com que as necessidades do organismo sejam, em determinados casos, mais difíceis de corrigir do que as de outros oligoelementos (WORWOOD, 1996). É um componente importante da hemoglobina nas células vermelhas do sangue, sendo também encontrado nos músculos como mioglobina, no soro como transferrina, na placenta como uteroferina, no leite como lactoferrina e no fígado como ferritina e hemosiderina, além de desempenhar um papel importante no corpo (ZIMMERMAN, 1980; DUCSAY et al., 1984), sendo também componente de enzimas metabólicas (NRC, 1998).

As exigências de ferro de alguns animais, como os bovinos, por exemplo, são, em condições normais, supridas pela alimentação, caso que não se aplica aos suínos, que necessitam de uma fonte suplementar de ferro. A elevada exigência de ferro dos leitões é causada, principalmente, pela rápida taxa de crescimento após o nascimento quando comparado a outras espécies, confinamento e a baixa transferência placentária e mamária da fêmea para a sua prole (ALLEN, 2005). Assim, uma prática padrão nas granjas de suínos é a suplementação de ferro para os leitões nos primeiros dias de vida.

Os leitões apresentam baixa taxa de armazenamento de ferro corporal inicial quando comparados a outros animais domésticos e ao próprio homem, conforme demonstrado na Tabela 1. A concentração de ferro no corpo de um leitão no momento do nascimento é de aproximadamente 20 a 30 partes por milhão (VENN et al., 1947).

TABELA 1 - Concentração de ferro no tecido do corpo livre de gordura (ppm)

Espécies	Novos	Adultos
Leitão	29	90
Gato	55	60
Coelho	135	60
Humano	94	74

Fonte: Widdowson (1950)

No nascimento, os leitões possuem, principalmente, reserva hepática para o atendimento da alta necessidade nutricional para biossíntese de hemoglobina, mas esta reserva se esgota rapidamente, podendo não durar mais do que 5 dias para os leitões maiores (BERTECHINI, 2006). O leitão, ao nascer, possui aproximadamente 50 mg (miligramas) de ferro, sendo que a maioria está depositada na forma de hemoglobina (MUNRO, 1977).

O colostro e o leite materno são uma fonte pobre deste nutriente, contendo apenas de 1 a 3 ppm (partes por milhão) de ferro (VENN et al., 1947). Esse fornecimento de aproximadamente 1 mg/dia (Tabela 2) corresponde a 15% das necessidades reais dos leitões, o que implica em uma deficiência de 85% que deve ser mobilizada dos depósitos do organismo, que são baixos (SCHWEIGERT et al., 2000). Monteiro (2006) citou resultados semelhantes e ratificou o achado de Venn, o qual constatou que o nível de ferro presente no leite é de aproximadamente $2,3 \times 10^{-3}$ mg/mL.

TABELA 2 - Consumo aproximado de ferro via leite

Prod. leite g/dia ¹	12000
Ferro no leite (mg) ²	12
Nº de leitõe ²	12
Consumo de leite/ leitão/dia (g) ¹	1000
Consumo médio ferro/leitão/dia - leite (mg) ²	1,2

Fonte: adaptado de Whitemore (1996)¹ e Venn et al. (1947)²

Em decorrência da baixa concentração férrica do leite da fêmea suína, há a necessidade de suplementação de ferro ao nascer para os leitões alimentados exclusivamente com o leite materno,

com o objetivo de suprir as necessidades deste elemento para manutenção do nível de hemoglobina circulante no sangue dos recém-nascidos (SANSOM, 1984).

Não há meios eficazes de aumentar a transferência placentária e mamária de ferro da fêmea para a sua prole. Estudos mostram conclusivamente que a administração de ferro nas fêmeas por via oral ou injetável não aumentou suficientemente a concentração de ferro nos leitões ao nascer e nem a concentração no leite para prevenir a anemia ferropriva (POND et al., 1961). Brady et al. (1978) também verificaram que, mesmo fêmeas alimentadas durante a gestação com altos índices de ferro na dieta, seja como sulfato de ferro ou quelatos de ferro ou ainda de forma parenteral não elevaram suficientemente a transferência de ferro para o feto. Estes níveis podem, no entanto, prevenir a deficiência de ferro em leitões que tiverem acesso às fezes maternas, ricas em ferro (KIEFER, 2005). Contradizendo as pesquisas até então relatadas, Bertechini (2012) afirma que a suplementação de ferro a 80 ppm na forma orgânica (quelatada) para porcas, faltando 30 dias para o parto e prosseguindo até 21 dias pós-parto, poderia suprir a aplicação de ferro em leitões.

Deve ser ressaltado, também, que o leitão recém-nascido possui taxa de crescimento elevada, tendo o seu peso quadruplicado em três semanas de vida (SOBESTIANSKY et al., 1999; SCHWEIGERT et al., 2000). Este rápido crescimento aliado ao aumento do volume plasmático exige uma alta ingestão de ferro para manter a hemoglobina adequada e, dessa forma, evitar a anemia ferropriva.

O leitão recém-nascido necessita, para uma taxa de crescimento normal, de 7 a 16 mg de ferro por dia (VENN et al., 1947). Outra forma também utilizada para estimar a necessidade de ferro dos leitões é relacioná-la com o ganho de peso, ou seja, na primeira semana de idade o leitão tem a necessidade de 21mg de ferro para cada quilograma de ganho de peso (BRAUDE et al., 1962), de forma que, se nesta fase houver um ganho de 1,5 kg, tem-se uma demanda de 31,5 mg de ferro (BERTECHINI, 2006).

A necessidade estimada por Braude et al., (1962) de 21 mg de ferro por kg de aumento de peso vivo leva em consideração que 90% do requisito de ferro ao longo das primeiras semanas de vida é representado pela exigência para síntese de hemoglobina, sendo assumido um nível de hemoglobina de 8g/100 mL de sangue e um volume de sangue de 70 mL/kg de peso corporal. Com base nesses dados, a exigência de ferro para síntese de hemoglobina é de cerca de 19 mg e o requisito total de 21 mg por kg de aumento de peso vivo.

Com relação às necessidades de ferro, Annenkov et al. (1982) mencionam que o nível ótimo de hemoglobina é de 11g/100 mL de sangue e do total de ferro presente no organismo cerca de 80% está na molécula de hemoglobina que contém 0,34% de ferro. Se for considerado um nível de 11g/100 mL de sangue como ideal, ter-se-á necessidades de ferro superiores às mencionadas por Braude et al. (1962). Estas variações quanto às necessidades diferem consideravelmente, principalmente porque os autores mencionam valores diferentes para as taxas de crescimento e níveis de hemoglobina em seus animais. Há uma diferença considerável entre os valores de necessidade diária e dose diária citada na literatura, que podem ser, em grande parte, atribuídos ao nível variável de absorção de ferro.

Talbot (1963) calculou o volume de sangue de leitões no período inicial de vida e obteve dados aproximados aos já encontrados por Hansard et al. (1953), que observaram uma diminuição progressiva do volume total de sangue em relação ao peso vivo com o aumento da idade.

Os dados da Tabela 3 são referentes à idade, peso vivo, hemoglobina e conteúdo de ferro na hemoglobina mencionados por Annenkov et al. (1982) e estão relacionados ao volume de sangue aproximado encontrados por Talbot (1963) em leitões da mesma idade.

TABELA 3 – Volume de sangue, quantia de hemoglobina e conteúdo de ferro em leitões com diferentes idades e pesos vivos

Idade (semanas) ¹	Peso vivo (kg) ¹	Volume de sangue aprox. (mL) ²	Hemoglobina (g) ¹	Conteúdo de ferro na Hb (mg) ¹
0	1,3	112,5	12,3	41,8
1	2,7	211,5	28,8	97,9
2	4,2	314,0	38,4	130,6
3	6	469,0	52,1	177,1
4	7,8	585,5	66,1	224,7
5	9,8	710,5	80,9	275,1

Adaptado de Annenkov et al.¹ (1982) e Talbot (1963)²

Na Tabela 3, pode ser verificado o rápido crescimento do leitão aliado ao aumento do volume de sangue e isso exige uma alta ingestão de ferro para manter o conteúdo de hemoglobina adequado. Considerando apenas as necessidades de ferro para manter o nível de hemoglobina ideal (11g/100mL de sangue) e levando em consideração o volume de sangue mencionado por Talbot (1963), obtém-se valores referentes às necessidades de ferro próximos ao mencionado por Venn et al. (1947), de 7 mg/dia.

As exigências de ferro são maiores nas fases iniciais e de crescimento quando a demanda para síntese de mioglobina é grande. Quanto ao aproveitamento do ferro da dieta, este varia de acordo com a idade dos animais, de forma que os leitões recém-nascidos conseguem assimilar uma maior quantidade de ferro quando comparados com animais de idade mais avançada (BERTECHINI, 2012), como pode ser verificado na Tabela 4.

TABELA 4 – Assimilação de ferro dietético por suínos

Idade	Assimilação (%)
1 – 5 dias	95 – 99
56 – 63 dias	12

Fonte: Bertechini (2006b)

A absorção e a biodisponibilidade do ferro podem ser afetadas por vários fatores, tais como a idade dos animais, o estado do ferro, a espécie, a dosagem e a presença de outros componentes na dieta. Suínos mais jovens assimilam melhor o ferro e sofrem mais com problemas de anemia do que outras espécies. A absorção de ferro da hemoglobina apresenta relação inversa ao nível de dosagem e a forma ferrosa é mais absorvível que a férrica (ANDERSON; EASTER, 1999).

Animais com deficiência em ferro absorvem este elemento em maior quantidade se comparados a animais com nível adequado deste mineral, que transferem apenas pequena porção dele para o sangue (CONRAD e CROSBY, 1963).

A necessidade de adição de ferro na dieta diminui com a idade e peso dos suínos, devido à diminuição do volume sanguíneo por unidade de peso corporal e a maior ingestão diária de ferro, devido ao maior consumo de alimento (SOBESTIANSKY et al., 1999).

Braud et al. (1962) e Miller (1980) afirmaram que mais de 90% do ferro dextrano injetável (100 ou 200 mg) absorvido é incorporado diretamente na hemoglobina em até 4 semanas após o fornecimento. Harmon et al. (1974), Thoren-Tolling (1975) e Cornelius e Harmon (1976) verificaram que doses de ferro dextrano semelhantes às injetadas, se administradas via oral durante as primeiras 12 horas após o nascimento dos leitões (antes do fechamento do intestino), também têm promovido eficiente incorporação de ferro na hemoglobina.

De acordo com Amaral et al. (1995) e Sobestiansky et al. (1985, 1999), a mortalidade em função da anemia ferropriva em rebanhos confinados, em que os leitões recebem ferro somente através do leite materno, varia de 6 a 60%. Lopes (1982) também salienta a importância do ferro entre os minerais essenciais para suínos como elemento vital para o seu desenvolvimento, pois a deficiência tem influência negativa na sobrevivência e desenvolvimento dos leitões.

Assim como os demais minerais, o ferro segue a mesma regra em que não só a deficiência é prejudicial, mas também o excesso e, portanto, os seus níveis devem ser controlados.

Um nível excessivo de ferro (superior a 200 mg) administrado injetável ou por via oral deverá ser evitado porque o ferro sérico não ligado incentiva o crescimento de bactérias e resulta em maior susceptibilidade a diarreias e infecções, além de causar reduções na taxa de crescimento (KADIS et al., 1984).

Apesar da essencialidade do ferro, Puntarulo (2005) menciona que o mesmo pode apresentar efeitos tóxicos quando em excesso, causando um estresse oxidativo com danos à membrana lipídica celular. Esse efeito nocivo pode ocorrer em aplicações injetáveis de ferro dextrano em dose excessiva e fornecida em aplicação única.

A suplementação de ferro em altas doses (5.102mg.kg^{-1} ferro) causa efeito adverso no desempenho de leitões devido à deficiência de fósforo por interferência na sua absorção (YU et al., 2000). O ferro depositado em excesso nos tecidos pode causar lesões graves, particularmente no coração, glândulas e no fígado (HOFFBRAND et al., 2004). A busca pelo aumento da disponibilidade mineral para os animais pode gerar também uma suplementação excessiva e este excesso pode gerar efeitos prejudiciais, levando a uma redução da ação metabólica de outros nutrientes, além de não melhorar sua concentração e causar poluição ambiental (KIEFER, 2005).

Considerando que tanto o excesso quanto a deficiência de ferro são prejudiciais, podendo causar a morte celular, o desafio consiste em evitar a deficiência e o excesso para que, dessa forma, possa ser obtida a maior eficiência produtiva com menores custos e evitando problemas ambientais.

MÉTODO DE ANÁLISE DE BIODIAGNÓSTICO

De acordo com Zimmermam (1980), a hemoglobina se torna um indicador atraente para medir a biodisponibilidade de ferro, devido basicamente a dois fatores: primeiro, pelo fato de ter elevada taxa de ferro, tornando-se assim um sensível detector de absorção e; em segundo lugar, a relativa facilidade de realizar sua determinação. O nível adequado de hemoglobina no sangue dos leitões deve ser igual ou superior a 10g/dL (gramas/decilitro), enquanto que valores iguais ou inferiores a 7g/dL indicam quadro anêmico, conforme pode ser observado na Tabela 5. O nível normal de hemoglobina no sangue em suínos é de 10 a 16g/dL (JAIN, 1993).

TABELA 5 – Níveis de hemoglobina no sangue e suas consequências

Hemoglobina (g/100mL de sangue)	Consequências
10 ou acima	Nível normal de ferro para ótimo desempenho.
9	Nível mínimo necessário para desempenho médio. Linha divisória entre a normalidade e a anemia.
8	Anemia limite. Tratamento com ferro é necessário.
7 ou inferior	Estado anêmico com retardo de crescimento.
6 ou inferior	Anemia grave acompanhada de acentuada redução de desempenho.
4 ou inferior	Anemia grave que pode resultar em aumento da taxa de mortalidade.

Fonte: Cunha (1977)

Além dos níveis de hemoglobina no sangue, as alterações do ferro podem ser avaliadas por meio de outras formas laboratoriais comumente utilizadas, tais como a determinação sérica do ferro, a capacidade total de ligação do ferro, a concentração de ferritina, o índice de saturação da transferrina e a avaliação do conteúdo de ferro medular (ALENCAR et al., 2002).

FONTES E FORMAS DE FORNECIMENTO DE FERRO

Existem diversas fontes e maneiras para suprir a carência de ferro nos leitões, conforme será mencionado na sequência.

De acordo com Bertechini (2012), o colostro apresenta quase o dobro de ferro comparado com o leite normal, o que contribui na economia de uma parte da reserva orgânica no primeiro dia de vida do leitão. Os leitões de maior peso competem pelas tetas de maior produção de leite, desenvolvem-se mais rapidamente e se não forem suplementados com ferro esses animais serão os primeiros a apresentar sinais de deficiência desse micromineral. No entanto, existem diversas formas de suprir o ferro que o leitão necessita, como mencionado por Bertechini (2012):

- Aplicação intramuscular de 100 mg de ferro (ferro dextrano ou outras associações) no 3° e 11° dias de vida do leitão. Pode se aplicar 200 mg de uma única vez, porém isso implica em maior injúria no tecido e maior estresse pela intensa dor causada na aplicação. Cabe destacar que a aplicação fracionada é a maneira mais segura de garantir o suprimento de ferro.

- Utilização de pasta antianêmica nas tetas das porcas: esse método é de difícil implementação e não garante o consumo adequado de ferro.
- Utilização de terra vermelha (rica em ferro): essa prática não é muito aceita em criações tecnificadas, em razão da qualidade do material e da maioria do ferro se apresentar na forma férrica, que possui baixa solubilidade.
- Suplementação das rações com sulfato ferroso: é um meio adequado de suplementação, porém os leitões começam a ingerir alguma ração normalmente a partir de 7 dias de idade, sendo que o período mais crítico é na primeira semana.
- Suplementação das porcas durante a gestação com ferro na forma orgânica: essa medida pode aumentar as reservas hepáticas ao nascer e também o teor de ferro do leite.

Quanto a fontes orgânicas de suplementação de ferro, poucos estudos foram conduzidos para determinar a sua biodisponibilidade. Porém, Spears et al. (1992), comparando fontes de ferro metionina com fontes inorgânicas concluíram, por meio da concentração de hemoglobina, que a biodisponibilidade do ferro orgânico foi de 180% quando comparada às formas inorgânicas, consideradas como 100%.

Estudos têm sido feitos em que as fêmeas receberam suplemento à base de ferro na gestação e os resultados geralmente são pobres quando se utilizam fontes inorgânicas. Porém, quando a utilização do ferro é feita na forma de quelatos, têm melhorado significativamente o nível de ferro hepático, formação de hemoglobina e o crescimento dos leitões (MATEOS et al., 2004).

As fontes inorgânicas de ferro apresentam uma variação de disponibilidade de 10 a 100% (AMMERMANN et al., 1995), porém a disponibilidade relativa de ferro oriunda dos quelatos (fontes orgânicas) pode variar de 125 a 185% (HENRY; MILLER, 1995).

Os estudos com minerais quelatados são animadores, embora alguns trabalhos não apresentem respostas diferentes das apresentadas quando se fornece o mineral na forma inorgânica, porém em maior concentração. A maior biodisponibilidade dos minerais quelatados propicia a redução do uso, minimiza o impacto ambiental, porém o custo elevado é um entrave.

Além das formas já mencionadas, a utilização de suplemento alimentar ultra precoce (SAUP) via oral em substituição à aplicação intramuscular de ferro dextrano na fase pré-inicial dos leitões vem sendo testada com resultados promissores.

A aplicação injetável de ferro dextrano continua sendo uma das opções mais utilizadas para suprir as necessidades de ferro em leitões. Braude et al. (1962) menciona que possivelmente 180 mg de ferro dextrano injetável forneça ferro suficiente para manter um nível de hemoglobina satisfatório no sangue durante as primeiras 5 semanas de vida,

antes do leitão obter ferro dos alimentos com fluência. Porém, se for levado em consideração que o leitão consome aproximadamente 4,0 kg de ração pré-inicial até os 35 dias (EMBRAPA, 1988) e que a mesma apresenta em média 80 mg/kg de ferro (NRC, 1998) com uma absorção estimada de 20% (ANNENKOV et al.1982), ter-se-ia um incremento de 64 mg de ferro que poderá ser reduzido da aplicação injetável ou oral.

Quando em condições fisiológicas normais, a excreção de ferro é mínima, sendo a maioria proveniente do ferro não absorvido da dieta (SECHINATO,2003).

TABELA 6 – Dose mínima necessária de ferro dextrano a ser aplicada

N° de dias	Necessidade totais/leitão (mg)	Ferro via leite (mg)	Reservas ferro-nascimento (mg)	Ferro fornecido via ração (mg)	Deficiência (mg)	Dose de ferro dextrano necessária (mg)
35	245	35	8	64	138	148,9

Fonte: Adaptado BRAUDE et al., 1962

A Tabela 6 leva em consideração os seguintes aspectos: 92,7% do ferro aplicado foi recuperado (BRAUDE et al., 1962); necessidade diária de 7 mg/dia, reservas no nascimento de 8 mg e ferro fornecido via leite de 1 mg/dia (VENN et al. 1947); e consumo de ferro na ração no período de 64 mg (consumo de ração de 4 kg até 35 dias (EMBRAPA, 1988)), concentração de ferro na ração de 80 mg/kg (NRC, 1998) e absorção de 20% do ferro da ração (ANNENKOV et al.1982).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do mencionado nesta revisão, é visível a importância da suplementação de ferro para evitar a anemia ferropriva em leitões, principalmente nos animais confinados. A suplementação pode ser feita de várias formas, porém pesquisas na área de microelementos, mais especificamente relacionadas ao ferro, não têm recebido a devida importância, ao menos na literatura científica, sendo a maior parte delas desenvolvida há muitos anos atrás, utilizando dietas distintas das empregadas atualmente e animais com potencial genético completamente diferente do atual.

Pesquisas devem ser realizadas buscando alternativas eficientes e economicamente viáveis para complementar ou substituir as já existentes, facilitando o manejo, eliminando ou reduzindo os efeitos negativos e proporcionando melhores resultados, tanto produtivos e econômicos quanto ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, N.X.; KOHAYAGAWA, A.; CAMPOS K.C.H. Metabolismo do ferro nos animais domésticos: revisão. **Continuous Education Journal**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 196-205, 2002.
- ALLEN, L.H. Multiple micronutrients in pregnancy and lactation: an overview. **American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 8, n. 5, p. 1206-1212, 2005.
- AMARAL, A. L. do; GUIDONI, A. L.; SOBESTIANSKY, J. Efeito da aplicação de anti-anêmicos sobre o desempenho de leitões lactentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. **Anais...** Blumenau, SC, nov. 1995. v.7, p.183.
- AMMERMAN, C. B.; BAKER, D. B. ; LEWIS, A. J. 1995. **Bioavailability of nutrients for animals**. New York: Academic Press, 1995.
- ANDERSON, B. K; EASTER, R.A. **A review of iron nutrition in pigs**: pig Book. Champaign: Illinois University, 1999.
- ANNENKOV, B.N. Mineral feeding of sheep. In: GEORGIEVSKII, V. I.; ANNENKOV, B. N.; SAMOKHIN, V. I. **Mineral nutrition of animals**. London: Butterworths, 1982. p.321-354. _____. Mineral feeding of pigs. In: _____. **Mineral nutrition of animals**. London: Ed. Butterworths, 1982, 475p.
- BERTECHINI, A.G. Nutrição mineral de leitões. In: XII ABRAVES – CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. 2006 a. Curitiba/PR. **Anais...** Curitiba/PR, 2006. (CD ROM)._____. **Nutrição de monogástricos**. 2.ed. Lavras: Editora UFLA, 2012. 373 p.
- BRADY, P.S.; KU, P.K.; ULLREY, D.E. e MILLER, E.R. Evaluation a aminoacid-iron chelate hematinic for the baby pig. **J. an. Sci.**, v.47, p.1135-1141, 1978.
- BRAGA, J. A. P.; BARBOSA, T. N. N. Fisiologia e metabolismo do ferro. In: BRAGA, J. A. P.; AMANCIO, O. M. S.; VITALLE, M. S. S. **O ferro e a saúde das populações**. São Paulo: Roca, 2006. p.10-31.
- BRAUDE, R.; CHAMBERLAIN, M.; KOTARNINSKA; MITCHEL, K. G. 1962. The metabolism of iron in piglets given labeled iron either orally or by injection, **Br. J., Nutr.**, n. 16, p. 427, 1962.
- CONRAD, J. H.; CROSBY, M.H. Intestinal mucosal mechanisms controlling iron absorption. **Blood**, Philadelphia, v. 22, p. 406, 1963.
- CORNELIUS, G. L.; HARMON, B. G. Sources of oral iron for neonatal piglets. **J. Anin. Sci.**, n. 42, p. 1351, 1976.
- CUNHA, T.J. **Swine Feeding and nutrition** (animal Feeding and nutrition): Swine – feeding and feeds. A series of monographs, n. 329 p. 57, 1977.
- DUCSAY, C.A.; BUHI, W.C.; BAZER, F.W.; ROBERTS, R.M. e COMBS, G.E. Role of uteroferrin in placental iron transport. **J. Anim. Sci**, n. 59, p.1303-1308, 1984.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **CT / 133**, p. 1-3, mar. /1988;
- FRUTON, J. S.; SIMMONDS, S. **General biochemistry**. 2. ed., New York: John Wiley and Son, 1958.
- HARMON, B. G.; CORNELIUS, S.G.; TOTSCH, J.; BAKER, D. H.; JENSEN, A. H. Oral iron dextran and iron from steel slats as hematinies for swine. **J. Anin. Sci.**, n. 39, p. 699, 1974..
- HANSARD, S. L.; BUTLER, W. O.; COMAR, C. L.; HOBBS, C. S. Blood volume of farm animals. **Journal of Animal Science**, n. 12: p. 402-413, 1953.
- HENRY, P.R.; MILLER, E.R. Iron bioavailability. In: AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. (Eds.) **Bioavailability of nutrients for animals**. New York: Academic Press, 1995. pp. 169–200.
- HOFFBRAND, A.V. et al. **Fundamentos em hematologia**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2004. 358p.
- JAIN, N.M. (Ed.). **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.
- KADIS, S.; UDEZE, F. A.; POLANCO, J.; DREESEN, D. W. Relationship of iron administration to susceptibility of newborn pigs to enterotoxic colibacillosis. **American Journal of Veterinary Research**, n. 45, p. 225-259, 1984.
- KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, n. 2, p. 206-220, 2005.
- LOPES, E. L. **Efeito do emprego de terra com diferentes níveis de ferro sobre o desempenho e prevenção de anemia de leitões**. 1982. 30f. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1932.
- MATEOS, G.G.; VALENCIA, D.G.; MORENO, E.J. **Microminerales em alimentación de monogástricos**. Aspectos técnicos y consideraciones legales. In: XX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, Barcelona. 2004. p.275-323.

- MILLER, E. R. 1980. Bioavailability of minerals. In: **Proc. Of the Minnesota Nutr. Conf.**, 144, n. 1980.
- MONTEIRO, D. P. **Utilização de um suplemento alimentar a base de ferro quelatado em substituição ao ferro dextrano na fase pré-inicial de vida dos leitões.** Dissertação (Mestrado em ciências veterinárias). Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2006.
- MUNRO, H. N. Iron absorption and nutrition-introduction. **Iron. Proceeding.** v. 36, p. 2015, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of swine.** 10.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1998. 189p.
- POND, W. G.; LOWRY, R. S.; MANER, J. H.; LOOSLI, J. K.. Parenteral iron administration to sows during gestation or lactation. **J. Anim. Sci.**, n. 20, p. 747, 1961.
- PUNTARULO, S. Iron oxidative stress and human health. **Molecular Aspects of Medicine**, Buenos Aires, v. 26. n. 4-5. p. 299-312, 2005.
- SANSOM, B.F. The iron requirements of young pigs. **Pig Veterinary Society Proceedings.** Hamburg, v. 11, p. 67-74, 1984.
- SCHWEIGERT, F.J. et al. Effect of iron supplementation on plasma levels of vitamins A, E and C in piglets. **Livestock Productin Science**, Amsterdam, v.63, p.297-302, 2000.
- SECHINATO, A. S. **Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras.** Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2003.
- SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA P. R. S.; LIGNON, G. B.; BARCELOS D. E.; PIFFER I. A. **Manejo em suinocultura.** Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1985. 184p.
- SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, E. S. N.; MORES, N.; CARVALHO, O. S.; OLIVEIRA, S. **Clínica e patologia suína.** 2. ed. Goiânia: Art 3, 1999. 464 p.
- SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, E. S. N.; MORES, N.; CARVALHO, O. S.; OLIVEIRA, S. **Clínica e patologia suína.** 2. ed. Goiânia: Art 3, 1999. 464 p.
- SPEARS, J.W. Optimizing mineral levels and sources for farm animal. In: KORNEGAY, E, T. Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment. New York: CRC Press, 1996. p. 259-275.
- TALBOT, R. B.: Erythrocyte, plasma and total blood volumes of pigs from birth through six weeks of age". **Retrospective Theses and Dissertations:** Paper 2564, 1963.
- THOREN-TOLLING, K. Studies on the absorption of iron after oral administration in piglets. **Acta Veterinaria Scandinavica Supplementum**, n. 54, p. 1-121, 1975.
- VENN, J. A. J. Iron in piglet's nutrition. **Journal of Comparative Pathology**, London, v. 57, p. 314-319, 1947.
- WIDDOWSON, E.M. Chemical composition of newly formed mammals. **Nature**, n. 166: p. 626-628, 1950.
- WHITTEMORE, C. **Ciencia y práctica de la producción porcina.** Zaragoza: Ed. Acribia S.A., 1996.
- WORWOOD, M. Regulação do metabolismo do ferro. **Anais Nestlé**, v. 52, p. 1-10, 1996.
- YU, B. et al. Bioavailability of iron from amino acid in weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Taiwan, v.86, p.39-52, 2000.
- ZIMMERMANN, D.R. Iron in swine nutrition. In: _____. **National feed ingredient association literature review on iron in animal and poultry nutrition.** Des Moines: National Feed Ingredient Association; 1980. p. 70-76.