

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA  
CURSO DE ZOOTECNIA

**USO DO MINERAL FERRO (FE) NA FISIOLOGIA E DESEMPENHO DE  
LEITÕES LACTENTES**

Aluno: Mário Henrique Floriano Roque  
Orientador: Prof. Me. Bruno de Souza Mariano

Goiânia-GO  
2022



**MÁRIO HENRIQUE FLORIANO ROQUE**



**USO DO MINERAL FERRO (FE) NA FISIOLOGIA E DESEMPENHO DE  
LEITÕES LACTENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Zootecnista, junto à Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Me. Bruno de Souza Mariano

Goiânia-GO

2022



**MÁRIO HENRIQUE FLORIANO ROQUE**



**USO DO MINERAL FERRO (FE) NA FISIOLOGIA E DESEMPENHO DE  
LEITÕES LACTENTES**

Monografia apresentada à banca avaliadora em 12.12.2022 para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto à Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

Conceito final obtido pelo aluno: \_\_\_\_\_

---

Prof. Me. Bruno de Souza Mariano  
(Orientador)

---

Profa. Dra. Laudiceia Oliveira da Rocha  
(Membro)

---

Prof. Dr. João Daros Malaquias Júnior  
(Membro)

## DEDICATORIA

Dedico este trabalho aos meus pais, minha esposa e meus irmãos, por sempre estar ao meu lado me apoiando e me motivando para seguir em frente.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus que me concedeu, a cada dia, uma página de vida no livro do tempo e me deu a oportunidade e o privilégio de compartilhar tamanha experiência, podendo, assim, concretizar meus sonhos.

Aos meus pais, minha esposa e meus irmãos por sempre estarem ao meu lado me apoiando.

Aos meus amigos, professores, futuros colegas de profissão que fiz ao longo da minha graduação, que foram peças singulares na minha formação profissional.

Em especial ao meu orientador Me. Bruno de Souza Mariano por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos, que me levou a execução e conclusão deste trabalho.

<b>SUMÁRIO</b>		<b>Pag</b>
	LISTA DE TABELAS	01
	LISTA DE FIGURAS	03
	RESUMO	03
1	INTRODUÇÃO	05
2	REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1	Leitões em fase de lactação	03
2.2	O mineral ferro	07
2.3	Fisiologia do mineral ferro no metabolismo de leitões lactantes.	08
2.4	Uso do mineral ferro no desempenho de leitões lactantes.	12
2.5	Revisão de literatura que discorrem sobre a importância do uso do mineral ferro em leitões lactantes	14
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	18
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

## LISTA DE TABELAS

		Pag
Tabela 1	Concentração de ferro no tecido do corpo livre de gordura (ppm). .....	11
Tabela 2	Composição da ração comercial utilizada na alimentação dos leitões a partir do 13º dia de idade .....	12
Tabela 3	Consumo aproximado de ferro via leite .....	14
Tabela 4	Volume de sangue, quantia de hemoglobina e conteúdo de ferro em leitões com diferentes idades e pesos vivos. ....	16
Tabela 5	Assimilação de ferro dietético por suínos. ....	16

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pag</b>
Figura 1	Estrutura do heme, mostrando o anel tetrapirrólico ao redor do átomo de ferro	06
Figura 2	Esquema da biossíntese do heme	07

## **RESUMO**

O presente estudo tem como objetivo descrever através de uma revisão de literatura o uso do mineral ferro (Fe) na fisiologia e desempenho de leitões lactentes. A anemia por deficiência de ferro é prevalente em leitões, porque seus estoques de ferro corporal ao nascimento são baixos e a quantidade de ferro no leite das porcas é insuficiente para atender às demandas de crescimento rápido. Os leitões teriam baixo consumo de ração, baixa taxa de crescimento e maiores chances de anemia ferropriva e diarreia, se a suplementação de ferro não for oportuna e eficaz. Em suínos, a anemia por deficiência de ferro (IDA) é o distúrbio de deficiência mais prevalente durante o período pós-natal precoce, frequentemente evoluindo para uma doença grave. Por outro lado, em humanos, apenas bebês com baixo peso ao nascer, incluindo bebês prematuros, são especialmente suscetíveis a desenvolver IDA. Trata-se de um estudo do tipo bibliográfico, exploratório realizado por meio de uma revisão integrativa de literatura. As pesquisas foram realizadas em livros, revistas, artigos online de zootecnia, google acadêmico, entre outros. Através desse estudo, ficou evidenciado que o uso do mineral Fe em leitões lactentes, ajudam em seu desempenho fisiológico e produtivo. O Fe é reconhecido como um dos oligoelementos mais importantes para o crescimento e saúde animal, ou seja, é um micromineral imperativo ao organismo animal.

Palavras-chave: Mineralização, Ferro, Suplementação, Suíno, Lactação, Anemia

## 1.INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira encontra-se distribuída entre as cadeias produtivas mais excêntricas do mundo. A produção de carne com protótipos de qualidade é devido a elevada tecnologia nas áreas de nutrição, genética, manejo e instalações. O Brasil é considerado o quarto maior produtor de carne suína do mundo. Segundo relatório da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), no ano de 2021, ocorreu um total de 4,701 milhões de toneladas de produção de carne suína no Brasil. Em comparação aos anos de 2019 (4,436) e 2020 (3,983) teve um grande crescimento (ABPA, 2022).

É importante o uso do mineral ferro (fe) em leitões, especialmente em lactantes, para o bom desempenho fisiológico e produtivo desses animais. O fe é reconhecido como um dos oligoelementos mais importantes para o crescimento e saúde animal, ou seja, é um micromineral imperativo ao organismo animal (PISSININ, 2016).

A anemia por deficiência de ferro é prevalente em leitões, porque seus estoques de ferro corporal ao nascimento são baixos e a quantidade de ferro no leite das porcas é insuficiente para atender às demandas de crescimento rápido. Os leitões teriam baixo consumo de ração, baixa taxa de crescimento e maiores chances de anemia ferropriva e diarreia, se a suplementação de ferro não for oportuna e eficaz (LI et al., 2018).

Em suínos, a anemia por deficiência de ferro (IDA) é o distúrbio de deficiência mais prevalente durante o período pós-natal precoce, frequentemente evoluindo para uma doença grave.

Estudos como de MA et al. (2012), e WU et al. (2013), sugeriram que os ferros quelatados de aminoácidos tinham as vantagens de estabilidade, alta eficácia biológica, benefícios nutricionais, efeitos anti-stress e redução da excreção em comparação com o ferro inorgânico. A suplementação de fe inorgânico para porcas gestantes e lactantes é uma prática comum na suinocultura para prevenir a anemia ferropriva em leitões.

Em recém-nascidos humanos e suínos, a causa inicial da IDA são os baixos estoques de ferro ao nascimento. Em leitões, essa escassez de ferro armazenado resulta principalmente da seleção genética nas últimas décadas para ninhadas

grandes e pesos elevados ao nascer. Como consequência, porcas grávidas não podem fornecer uma quantidade suficiente de ferro para o número crescente de fetos em desenvolvimento. A suplementação com ferro é uma prática comum para o tratamento da IDA em leitões (SZUDZIK et al., 2018).

Trata-se de um estudo do tipo bibliográfico, exploratório realizado por meio de uma revisão integrativa de literatura. Compreende-se a revisão de literatura como sendo uma abordagem metodológica que se refere às revisões, as quais permitem a inclusão de estudos experimentais e não experimentais para uma abrangência completa do fenômeno analisado. Também se refere aos dados da literatura teórica e empírica (SOUZA; CARVALHO, 2010). As pesquisas foram realizadas em livros, revistas, artigos online de zootecnia, google acadêmico, entre outros.

O objetivo do presente Trabalho de Conclusão de Curso, foi realizar estudo e descrever através de uma revisão de literatura o uso do mineral ferro (fe) na fisiologia e desempenho de leitões lactentes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Leitões em fase de lactação

A gestação e a lactação podem ser consideradas determinantes para melhorar a produtividade e rentabilidade da cadeia suína entre todas as etapas de produção. O potencial de crescimento dos leitões nas primeiras semanas de vida pode ser afetado pela baixa produção de leite das porcas, que não satisfaz a demanda energética dos recém-nascidos (PADILHA et al., 2017) e também pode afetar o peso ao desmame, e têm impacto na idade, peso de abate e quantidade de ração consumida. A baixa ingestão de leite também está ligada à vulnerabilidade dos leitões a doenças respiratórias e nutricionais e ao aumento da mortalidade de leitegada, o que é prejudicial para a produtividade da granja (VERUSSA et al., 2017).

É possível melhorar o desempenho da ninhada fazendo mudanças na dieta das fêmeas, principalmente no final da gestação e lactação, dada a importância da alimentação para a produção de leite e desenvolvimento dos leitões (BARROS et al., 2020).

Após o início da lactação, a composição do leite muda, especialmente durante os primeiros dias de lactação, e a produção de leite aumenta ao longo do período de transição e se torna o determinante mais importante das necessidades nutricionais. Assim, as exigências nutricionais das porcas de transição são afetadas por muitos fatores intrínsecos e essas exigências mudam rapidamente, mas as práticas alimentares das porcas não reconhecem essas mudanças. O desenvolvimento de novas estratégias de alimentação adaptadas especificamente para a porca de transição é provavelmente importante para atender às rápidas mudanças nas necessidades nutricionais (THEIL, 2015).

LIMA et al. (2014), mostrou em seu estudo que os objetivos durante a lactação são, produzir o maior número de leitões, que eles tenham um peso adequado ao desmame e que porca chegue ao final da lactação em condições de ser coberta o mais rápido possível, tendo uma nova gestação que se desenvolva normalmente. Em se tratando de número máximo de leitões com bom peso ao desmame, entenda-se que a porca deva apresentar uma boa produção de leite, a qual é ao redor de 3L/dia

ao início e 10-12L/dia no pico de lactação, dependendo do número de leitões, da sua viabilidade e da disponibilidade de nutrientes para a síntese de leite, seja através da dieta ou de origem endógena. As fêmeas normalmente consomem pouco na primeira semana de lactação (3 a 4 kg/dia) por falta de adaptação e pela demanda menor de produção de leite, característica de início de lactação. Entretanto, as necessidades de consumo aumentam rapidamente, como reflexo do rápido crescimento da progênie. Assim, é importante cuidar para que o consumo de ração seja à vontade a partir da segunda semana de lactação, evitando que os nutrientes para a produção de leite tenham origem principal nas reservas corporais da fêmea.

A produção de leite é um grande investimento para a porca em lactação, e no pico da lactação metade das quantidades de nitrogênio (52%) e energia (50%) da ração são transferidas para os leitões via leite. Consequentemente, a síntese de leite é a característica reprodutiva que tem o maior impacto nas necessidades nutricionais diárias da porca. As exigências de nutrientes para a síntese do leite dependem tanto da produção quanto da composição do leite, e ambas as características são afetadas pelo estágio de lactação (THEIL et al., 2011).

Existem várias formas de estimular o consumo de alimento pelas porcas, destacando-se quatro itens: (a) necessidade do fornecimento de dietas palatáveis, livres de micotoxinas; (b) fornecimento de várias refeições diárias; (c) garantia de fornecimento constante de água limpa, fresca e abundante; e (d) manutenção de um ambiente com temperatura confortável para as porcas (LIMA et al., 2014),

A curva de lactação da porca foi recentemente descrita usando um modelo matemático. O modelo matemático desenvolvido prevê a produção de leite com base no ganho de peso da ninhada e no tamanho da ninhada, e com essas entradas simples, a produção de leite pode ser estimada para cada dia de lactação. O modelo matemático leva em consideração todos os dados publicados sobre a produção de leite de 1980 a 2012, onde a produção de leite da porca foi medida pelo menos duas vezes durante o período de lactação (HANSEN et al., 2012).

A curva de lactação é caracterizada por um aumento na produção de leite desde o início da lactação (produção de leite de aproximadamente 5,7 kg no d 2) até o final do período de transição (d10 de lactação) quando é em média 11-14 kg/d. Após o período de transição, a produção de leite atinge o pico em torno de 17 a 19 dias, dependendo do tamanho da ninhada e do ganho de peso da ninhada, e as porcas

com melhor desempenho produzem 15 a 17 kg/d. Como consequência da atividade secretora das glândulas mamárias, o fluxo plasmático mamário aumenta de aproximadamente 3.500 l/d 10 d antes do parto para 6.000 l/d 3 d pós-parto e para 9.500 l/d no d 17 da lactação (KROGH et al., 2012).

Logo após o início da lactação, a composição do leite muda bastante rápido, embora não tão rápido quanto durante o período do colostro (HANSEN et al., 2012). As mudanças na composição do leite ocorrem durante o período de transição, enquanto a composição do leite de porcas é constante após o 10º dia de lactação. Isso está de acordo com o modelo matemático desenvolvido por (HANSEN et al., 2012). O aumento do teor de gordura do leite no período de transição, seja em resposta ao estágio de lactação ou à suplementação de gordura na dieta, está associado a um aumento semelhante na fração de matéria seca.

Macroquimicamente, o leite de porca é composto de lactose, gordura, proteína, minerais, vitaminas e água (THEIL et al., 2012). Em contraste, a concentração de lactose é bastante constante em 5 a 6% porque a lactose atrai água para o leite. A concentração de proteína é ligeiramente maior (6,0 a 6,5%) nos dias 2 a 4 de lactação, enquanto é bastante constante em 5,5% depois (THEIL, 2015).

Concomitantemente com a queda na proteína do leite no d5, as concentrações relativas de aminoácidos mudam (grama de aminoácido por 100 g de proteína. Alguns aminoácidos tornam-se mais abundantes após d5 (ácido glutâmico, prolina, isoleucina e lisina), alguns tornam-se menos abundantes (treonina, serina, glicina, alanina, cisteína, valina, metionina, leucina e fenilalanina) e outros ainda são constantes quando expresso em relação à proteína do leite (ácido aspártico, tirosina, histidina, triptofano e arginina) (HANSEN et al., 2012).

## 2.2 O mineral ferro

O ferro é um micromineral indispensável ao organismo animal. É essencial na formação da hemoglobina que é responsável pelo transporte de oxigênio ao nível celular (PISSININ, 2016). Apresenta um papel fisiológico essencial, pois está envolvido no transporte de oxigênio e na formação de energia. O corpo não pode sintetizar ferro e deve adquiri-lo. Os alimentos são a única fonte natural de ferro, e o

mineral pode ser ingerido em forma de suplemento (MOUSTARAH; MOHIUDDIN, 2022).

O heme é formado por um anel tetrapirrólico com um íon central de ferro (Figura 1). Parte de sua composição que acontece nas mitocôndrias e parte no citosol. Diferentes enzimas estão envolvidas no desenvolvimento do heme, segundo projetado na Figura 2 (GROTTO, 2010).

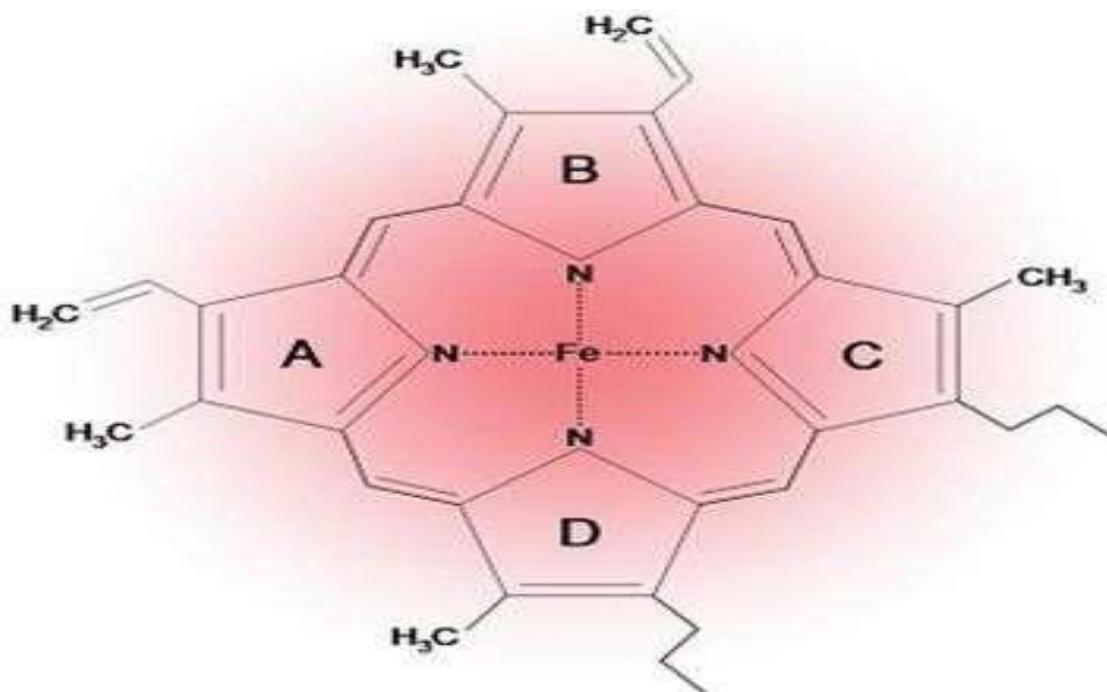


Figura 1. Estrutura do heme, mostrando o anel tetrapirrólico ao redor do átomo de ferro.

Fonte: GROTTO, (2010).

O mineral ferro é um elemento efetivo para o desenvolvimento da molécula heme e compartilha da formação de diferentes proteínas. Na forma de hemoproteína, é constitucional para a condução de oxigênio, gênese de energia celular e detoxificação. O heme é compendiado em todas as células nucleadas, sendo que o maior número é determinado pelo tecido eritroide. Sua composição é circunspecta por mecanismos enzimáticos e de deterioração, e essa influência necessita ser intransigente, uma vez que o excesso de ferro irá ter reação com o oxigênio provocando radicais hidroxil e ânions superóxidos (reação de Fenton) (GROTTO, 2010).

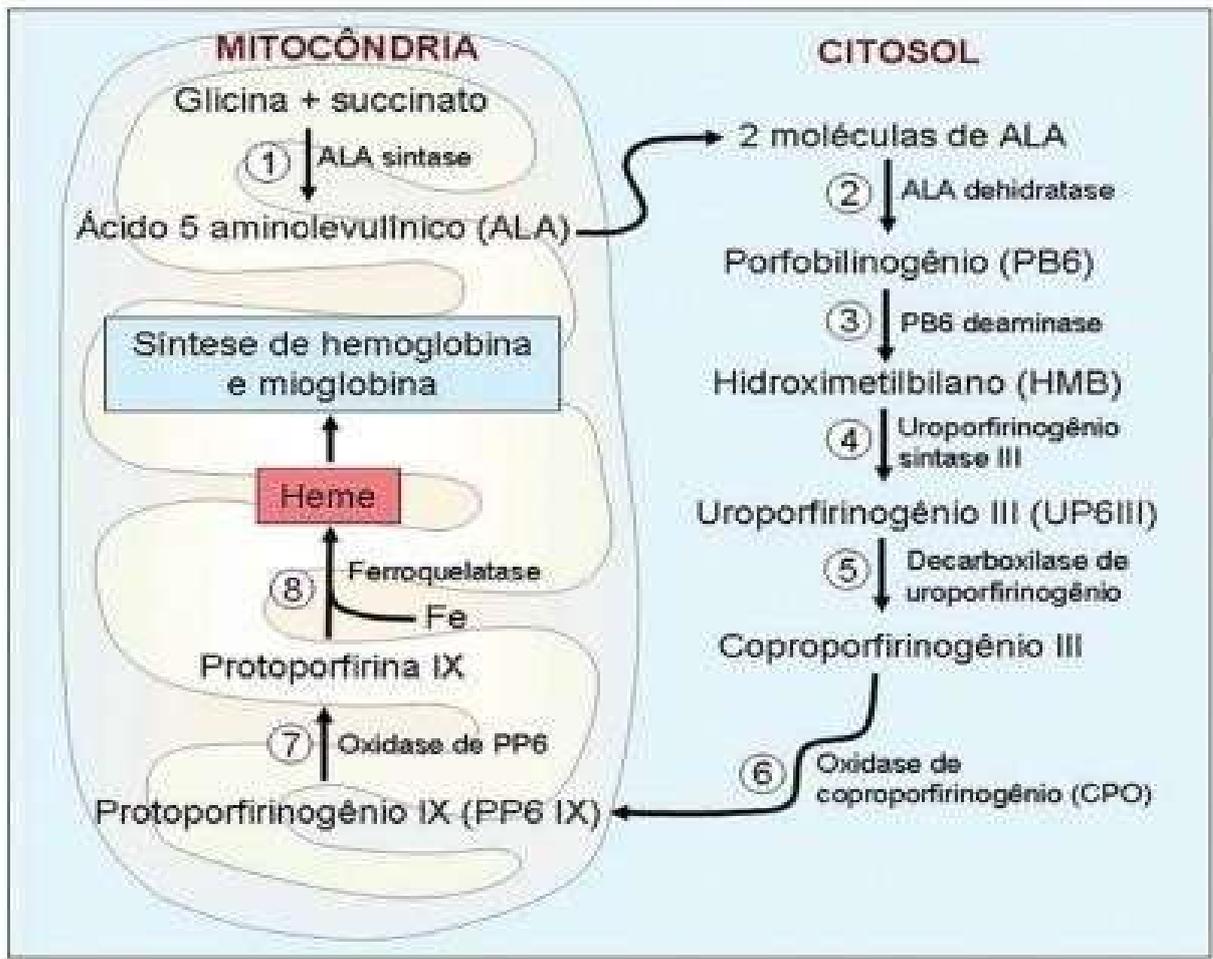


Figura 2. Esquema da biossíntese do heme

Fonte: GROTO, (2010).

O ferro é um elemento essencial para quase todos os organismos vivos, pois participa de uma ampla variedade de processos metabólicos, incluindo transporte de oxigênio, síntese de ácido desoxirribonucleico (DNA) e transporte de elétrons. No entanto, como o ferro pode formar radicais livres, sua concentração nos tecidos do corpo deve ser rigidamente regulada, pois em quantidades excessivas, pode levar a danos nos tecidos (GROTO, 2010). Distúrbios do metabolismo do ferro estão entre as doenças mais comuns dos seres humanos e abrangem um amplo espectro de doenças com diversas manifestações clínicas, variando de anemia a sobrecarga de ferro e, possivelmente, a doenças neurodegenerativas (ABBASPOUR et al., 2014).

O mineral ferro é essencial para a saúde, sobrevivência e produção animal, pois fazem parte das funções fisiológicas, estruturais, catalíticas e reguladoras do organismo. Portanto, eles devem estar presentes na dieta (PISSININ, 2016).

O ferro desempenha um papel essencial na prevenção da anemia ferropriva e na garantia do crescimento saudável dos animais. A condição fisiológica especial dos leitões é a principal causa da deficiência de ferro. O metabolismo do ferro no intestino é a base para a compreensão dos efeitos do ferro na saúde dos leitões. Para avaliar cientificamente as doses de suplementação de ferro na dieta, é necessário reconhecer os efeitos da deficiência de ferro e da sobrecarga de ferro na saúde intestinal dos leitões. Além disso, o ferro como cofator é essencial para o crescimento dos microrganismos, e os microrganismos competem com o hospedeiro para absorver o ferro (DING et al., 2020).

Os minerais são indispensáveis para o organismo animal, classificam-se conforme sua necessidade em macroelementos e microelementos. Os macroelementos são exigidos pelo organismo animal em maior quantidade, enquanto os microelementos (no caso o Fe, entre outros) são estabelecidos em mínima quantidade, sendo ambos são essenciais (COSMO; GALERIANI, 2020).

### 2.3 Fisiologia do mineral ferro no metabolismo de leitões lactantes

O Fe desempenha um papel essencial na prevenção da anemia ferropriva e no desempenho de leitões. A condição fisiológica especial dos leitões é a principal causa da deficiência de Fe. O metabolismo do Fe no intestino é a base para a compreensão dos efeitos do ferro na saúde dos leitões. Para avaliar cientificamente as doses de suplementação de ferro na dieta, é necessário reconhecer os efeitos da deficiência de ferro e da sobrecarga de ferro na saúde intestinal dos leitões (GROTTO, 2010).

A eficiência da transferência de ferro materno-fetal está diretamente relacionada ao estado de ferro da porca, principalmente em períodos de alta demanda, como fases de gestação e lactação. Assim, é possível que as porcas tenham uma composição mineral corporal adequada, o que pode resultar na diminuição da taxa de absorção mineral de ferro e, portanto, não aumentar sua transferência para o feto (BARROS et al., 2019).

Depois que o ferro é absorvido pelo intestino materno é transportado até o fígado. Em animais não prenhes, cerca de 40% do ferro é incorporado ao fígado na primeira passagem pela circulação portal, porém, não se sabe exatamente como essa regulação ocorre durante a gestação, mas o fígado desempenha um papel importante na homeostase do ferro. Pouco se sabe como esse mineral é transferido para o feto. Durante a gravidez as concentrações diminuem muito, de modo que esse processo não pode ocorrer, o que provavelmente é regulado por sinais emitidos pelo feto em desenvolvimento (GAMBLING et al. 2011).

A baixa oferta do mineral Fe abaixo das necessidades diárias em leitões lactentes, afeta principalmente animais recém-nascidos devido à baixa transferência de ferro da porca para a progênie através da placenta e também devido ao baixo teor de minerais no leite (LIU et al., 2014).

Para evitar problemas decorrentes da anemia, as granjas geralmente adotam a aplicação de uma injeção intramuscular de 200 mg de ferro-dextrano até o terceiro dia de vida do leitão. Embora tenham sido observados bons resultados na prevenção da anemia, este composto tem sido associado a casos de toxicidade, lesões e doenças musculares em leitões, sendo necessária a busca por métodos alternativos, como a suplementação oral de compostos de ferro não tóxicos (JOLLIFF; MAHAN, 2011).

A dieta das porcas geralmente é complementada com minerais inorgânicos que apresentam limitações quanto à sua disponibilidade, podendo não atender às necessidades minerais. Nesta perspectiva, minerais ionicamente ligados a moléculas orgânicas como aminoácidos têm mostrado melhor absorção e menor risco de interação com outros minerais em comparação com minerais inorgânicos, permitindo assim uma melhor utilização pelas porcas e, conseqüentemente, pelos leitões (WANG et al., 2013).

O estudo de BARROS et al. (2019), teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação dietética de quelato de ferro para porcas durante a gestação e lactação sobre o desempenho reprodutivo, concentração mineral no colostro e leite, e sua implicação no desempenho de leitões recebendo ferro intramuscular e suplementação oral durante a fase de parto. O estudo mostrou que a suplementação de ferro-dextrano promoveu maior peso ao desmame em comparação aos leitões não suplementados, embora não diferindo daqueles que receberam suplementação oral de ferro. Assim, a suplementação de quelato de ferro não melhorou os parâmetros

produtivos das porcas, mas aumentou a excreção de ferro nas fezes, sendo necessária a suplementação de ferro para os leitões após o nascimento.

No estudo de LIPÍŃSKI e STARZYŃSKI (2012), não foi verificada influência da suplementação de quelato de ferro nos parâmetros reprodutivos das porcas. A falta de diferença significativa pode estar relacionada ao alto controle da transferência placentária de ferro da mãe para o feto, que é dependente da uteroferrina e é responsável pelo transporte desse mineral.

Em estudo WANG et al. (2013), não observaram diferença para os parâmetros reprodutivos de porcas suplementadas com microminerais orgânicos (incluindo ferro) em relação à suplementação com microminerais inorgânicos, enfatizando a complexidade do processo reprodutivo e que porcas em ordem de parto acima de 5 não apresentam deficiência mineral.

As reservas de ferro em porcas são capazes de aumentar a deposição nos tecidos fetais e mamários, aumentando a biodisponibilidade de minerais de fontes alimentares, incluindo minerais orgânicos, cujas características de quelação protegem contra fatores físico-químicos e interações negativas com ingredientes alimentares como a complexação com ácido fítico, que pode tornar o ferro indisponível para absorção (GOWANLOCK et al., 2015).

Ao contrário desses estudos anteriores, BERTECHINI et al. (2012), verificaram que a suplementação com minerais orgânicos contendo 80 mg de ferro/kg de ração para porcas durante a gestação e lactação influenciou positivamente o peso dos leitões ao nascimento e desmame, o ganho de peso e o número de leitões nascidos vivos em comparação com as porcas suplementadas com minerais inorgânicos aos níveis de suplementação de 1000 e 2000 mg/ton.

Segundo o NRC (1998), recomenda-se uma concentração de 80 mg de ferro/kg de ração para porcas gestantes; no entanto, é comum observar que níveis mais elevados têm sido utilizados nas granjas (120 mg/kg) para garantir o suprimento mineral durante o terço final da gestação e durante a lactação. Assim, os níveis utilizados no estudo de Barros et al. (2019), (190 mg/kg) parecem atender as exigências das porcas para todas as fases estudadas, independentemente da suplementação de ferro orgânico. Não foi observada influência dos tratamentos sobre os parâmetros produtivos das porcas durante a fase de lactação. Apesar da suplementação dietética de ferro, provavelmente não contribuiu para uma melhora na

absorção e incorporação desse mineral nos tecidos materno e fetal, demonstrando desempenhos semelhantes em ambos os tratamentos.

No estudo de PISSININ (2016), mostrou que os leitões exibem baixa taxa de armazenamento de ferro corporal inicial quando realizada uma comparação com outros animais domésticos e ao próprio homem, de acordo com o exposto na tabela 1.

Tabela 1. Concentração de ferro no tecido do corpo livre de gordura (ppm)

Espécies	Novos	Adultos
Leitão	29	90
Gato	55	60
Coelho	135	80
Humano	91	74

Fonte: PISSININ, (2016).

Ao nascer, o leitão, tem aproximadamente 50 mg de fe, sendo que a maioria encontra-se depositada na forma de hemoglobina. O leite e o colostro materno é uma fonte carente deste nutriente, dominando apenas de 1 a 3 ppm (partes por milhão) de fe (PISSININ, 2016).

No estudo de BARROS et al. (2019), mostrou que concentração de Fe nas fezes das porcas foi afetada pelos tratamentos, porém, sem influência nas concentrações de Cu e Zn. Embora os resultados mostrem maior excreção fecal de ferro a partir da suplementação desse mineral na forma orgânica, não se pode afirmar que tenha sido menos eficiente em sua disponibilidade e ou incorporação pelos animais. Outros estudos como de MA et al. (2012), e LIU et al. (2014), indicaram maiores excreções do mineral com o aumento do nível na dieta, independente da fonte mineral. No entanto, muitos fatores podem interferir na biodisponibilidade do Fe e de outros minerais, como características químicas das fontes, níveis suplementados, status do Fe no organismo, índices de avaliação e padrões de referência.

## 1.2 Uso do mineral ferro no desempenho de leitões lactantes

O uso do mineral fe no desempenho de leitões lactantes, é de suma importância, especialmente no que se refere a sua deficiência, pois pode resultar em

anemia. A anemia ferropriva em leitões lactentes é causada pela baixa oferta desse mineral abaixo das necessidades diárias; afeta principalmente animais recém-nascidos devido à baixa transferência de ferro da porca para a progênie através da placenta e também devido ao baixo teor de minerais no leite (LIU et al., 2014).

No estudo de ALMEIDA et al. (2016), mostrou a composição do fe na ração comercial utilizada na alimentação dos leitões é importante, a partir do 13º dia de idade, onde o valor nutricional do fe é de 270 (Tabela 2).

Tabela 2. Composição da ração comercial utilizada na alimentação dos leitões a partir do 13º dia de idade.

Componentes da ração	Valor nutricional
Umidade máxima (%)	12,5
Proteína bruta mínima (%)	20
Extrato etéreo mínimo (%)	4,5
Material mineral máximo (%)	7,5
Cálcio máximo (%)	1,1
Fósforo mínimo (%)	0,65
Lactose mínimo (%)	10
Energia metabolizável (kcal)	3.350,00
Ferro (mg·kg <sup>-1</sup> - conforme analisado)	270

Fonte: ALMEIDA et al., (2016).

No estudo de ALMEIDA et al. (2016), foi avaliado o desempenho dos leitões analisando as características zootécnicas de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Aos 21 dias, observou-se efeitos semelhantes com ferro dextrano injetável e terra, confirmando a eficiência da suplementação de ferro via terra no desempenho de leitões.

O procedimento mais comumente usado para tratar a deficiência fisiológica de fe é a suplementação parenteral com fe dextrano em dose única de 200 mg no pescoço, três dias após o nascimento. No entanto, neste procedimento, o peso dos leitões não é levado em consideração na seleção da dose, sendo possível administrar um excesso do mineral (NRC, 2012).

No estudo de NOVAIS et al. (2016), foi avaliado o efeito da suplementação de fe quelatado em porcas gestantes e lactantes e em seus leitões lactantes e desmamados. As características reprodutivas, o desempenho dos leitões, os parâmetros hematológicos e as concentrações de ferro no colostro, leite e fígados de natimortos foram medidos. 96 porcas foram submetidas a um dos três grupos de tratamento. O grupo T1 foi composto por porcas gestantes e lactantes tratadas com dietas suplementadas com fe inorgânico (551 mg Fe/kg) e leitões lactantes administrados com 200 mg de fe dextrano injetável. O grupo T2 foi igual ao T1, exceto que porcas após 84 dias de gestação, porcas lactantes e leitões foram alimentados com dieta suplementada com 150 mg Fe/kg de ferro quelatado e leitões lactentes receberam fe dextrano injetável. O grupo T3 foi igual ao T2, mas sem fe dextrano injetável para leitões lactentes. Todos os leitões desmamados foram confinados com seus grupos ou tratamentos originais e receberam rações isonutritivas e isocalóricas. Os leitões dos grupos T2 e T3 também receberam 150 mg Fe/kg adicionais de fe quelatado por meio de sua alimentação.

Ao final do estudo, foi demonstrado que os leitões que não receberam o fe dextrano injetável apresentaram o pior desempenho nas fases pré e pós-desmame e apresentaram os piores parâmetros hematológicos dos leitões lactentes. A suplementação de fe quelatado é insuficiente para atender a demanda dos leitões. O fornecimento de fe dextrano é necessário para leitões lactentes e desmamados (NOVAES et al., 2016).

No estudo de BARROS et al. (2019), avaliou-se os efeitos da suplementação dietética de quelato de fe para porcas durante a gestação e lactação sobre o desempenho reprodutivo, concentração mineral no colostro e leite, e sua implicação no desempenho de leitões recebendo fe intramuscular e oral. Para os leitões, a suplementação de fe dextrano promoveu maior peso ao desmame em comparação aos leitões não suplementados, embora não diferindo daqueles que receberam suplementação oral de fe. Assim, a suplementação de quelato de fe não melhorou os parâmetros produtivos das porcas, mas aumentou a excreção de ferro nas fezes, sendo necessária a suplementação de fe para os leitões após o nascimento.

STOJANAC et al. (2016), mostraram que o método subcutâneo de administração de fe mostrou-se o mais eficaz nos valores sanguíneos e no desempenho produtivo dos leitões lactantes. Neste estudo, a injeção subcutânea de

fe foi o método de administração mais eficaz e, conseqüentemente, os melhores desempenhos de produção.

## 2.5. Importância do uso do mineral fe em leitões lactantes

Segundo PISSININ (2016), ao nascer, os leitões apresentam especialmente, restrição hepática para o atendimento da elevada necessidade nutricional para biossíntese de hemoglobina, mas esta restrição é esgotada de maneira rápida, podendo não perdurar mais do que cinco dias para os leitões maiores. Assim sendo, o leitão, em seu nascimento, tem aproximadamente 50 mg (miligramas) de fe, sendo que a maioria encontra-se capitalizada na configuração de hemoglobina.

O leite e o colostro materno são uma nascente pobre deste nutriente, abrangendo exclusivamente de 1 a 3 ppm (partes por milhão) de fe. Esse abastecimento de quase 1 mg/dia (Tabela 3) satisfaz a 15% das precisões reais dos leitões, implicando em uma deficiência de 85% que carece ser movimentada dos depósitos do organismo, que são baixos (SCHWEIGERT et al., 2000). Foi mencionado por MONTEIRO (2006) efeitos semelhantes e confirmou o achado de Venn, o qual averiguou que o nível de fe presente no leite é de quase  $2,3 \times 10^{-3}$  mg/mL.

Tabela 3. Consumo aproximado de ferro via leite

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

Fonte: PISSININ (2016).

Em implicação da pouca quantidade de fe no leite da leitoa, existe a precisão de suplementação de fe desde o nascimento para os leitões, sendo nutridos excepcionalmente com o leite materno com o desígnio que sejam supridas as

precisões deste componente para conservação do nível de hemoglobina que circulam no sangue dos recém-nascidos (SANSOM, 2014).

Não existem meios dinâmicos para que ocorra o aumento da transferência placentária e mamária de cada fêmea para a sua descendência. No estudo de POND (2011), é mostrado que ao administrar fe nas fêmeas por via injetável ou oral pode aumentar de maneira satisfatória a concentração de fe nos leitões em seu nascimento e nem o agrupamento no leite para prevenir a anemia ferropriva.

O leitão recém-nascido precisa, para uma percentagem de desenvolvimento normal, de 7 a 16 mg de fe por dia. Outra configuração também empregada para medir a precisão de fe dos leitões é fazer a relação com o ganho de peso, ou seja, na primeira semana de idade o leitão apresenta a precisão de 21mg de fe para cada quilograma de ganho de peso, de forma que, se nesta fase existir um ganho de 1,5 kg, apresenta-se um processo de 31,5 mg de fe (ALENCAR et al., 2002).

Através da tabela 4, são demonstrados dados concernentes à idade, peso vivo, hemoglobina e conteúdo de fe na hemoglobina referidos por ANNENKOV et al. (1982 apud PISSININ, 2016) e estão pertinentes ao volume de sangue imediatos identificados por (TALBOT, 1963 apud PISSININ, 2016) em leitões da mesma idade.

Tabela 4. Volume de sangue, quantia de hemoglobina e conteúdo de ferro em leitões com diferentes idades e pesos vivos.

Idade (semanas) <sup>1</sup>	Peso vivo (kg) <sup>1</sup>	Volume de sangue aprox. (mL) <sup>2</sup>	Hemoglobina (g) <sup>1</sup>	Conteúdo de ferro na Hb (mg) <sup>1</sup>
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

Fonte: PISSININ (2016).

Através da Tabela 4, verifica-se o acelerado desenvolvimento do leitão incorporado ao acrescentamento do volume de sangue e isso determina uma elevada ingestão de

fe para que seja mantido o conteúdo de hemoglobina apropriado. Analisando somente as precisões de fe para que seja mantido o nível de hemoglobina ideal (11g/100mL de sangue) e levando em consideração o volume de sangue mencionado por Talbot (1963), são obtidos valores alusivos às precisões de fe associados ao referido por Venn et al. (1947), de 7 mg/dia (PISSININ, 2016).

É asseverado por BERTECHINI (2012) que suplementos de fe a 80 ppm na configuração orgânica (quelatada) para porcas, escasseando 30 dias para o parto e progredindo até 21 dias pós-parto, tem a capacidade que seja suprida a aplicação de fe em leitões lactentes. As requisições de fe são máximas nas fases primitivas e de desenvolvimento quando o processo para composição de mioglobina é ampla. Quanto ao bom emprego do fe da dieta, este tem uma variação conforme a idade dos animais, de configuração que os leitões recém-nascidos tem a capacidade de absorver uma maior contagem de fe quando contraposto com animais de idade mais elevadas, podendo ser examinado na Tabela 5.

Tabela 5. Assimilação de ferro dietético por suínos.

<b>Idade</b>	<b>Assimilação (%)</b>
1 – 5 dias	95 – 99
56 – 63 dias	12

Fonte: PISSININ (2016).

O absorvimento e a quantidade do fe podem ser contagiadas por contingentes precedente, tais como a idade dos animais, o estado do fe, a dosagem a espécie, e a presença de outros elementos na dieta. Leitões mais jovens podem assimilar de maneira mais proveitosa o fe, porém, podem ser acometidos por anemia, em se comprando com outros animais. O absorvimento de fe da hemoglobina oferece analogia contrária ao nível de dosagem e o aspecto ferroso é mais absorvível que a férrica (ANDERSON; EASTER, 1999 apud PISSININ, 2016)

Animais com deficiência em fe ingerem este artefato em máxima quantidade se conferidos a animais com nível correspondente deste mineral, que contemporizam

exclusivamente pequena porção dele para o sangue (CONRAD; CROSBY, 1963 apud PISSININ, 2016).

Assim como os demais minerais, o fe acompanha o mesmo preceito em que não apenas a deficiência é danosa, mas também o descomedimento e, deste modo, os seus níveis necessitam ser equilibrados.

Uma condição abundante de fe (superior a 200 mg) administrado por via oral ou injetável carecerá ser evitado pelo fato do fe sérico não ligado impulsiona o desenvolvimento de bactérias, podendo proceder em maior vulnerabilidade a infecções e diarreias, além de ocasionar diminuições na taxa de desenvolvimento (SECHINATO, 2003).

Pode-se considerar que tanto o excedente quanto a carência de fe são danosos, podendo ocasionar a morte celular, assim sendo, o estímulo incide em impedir a deficiência e o exagero para que, dessa maneira, possa ser alcançada a maior eficácia produtiva com mínimos custos e impedindo problemas ambientais (PISSININ, 2016).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A importância da suplementação de fe em leitões lactantes, para que seja evitada a anemia ferropriva, especialmente nos animais em confinamento. Conforme visto, através dos estudos, a suplementação pode ser realizadas de variadas maneiras, contudo, investigações na área de microelementos, mais designadamente relacionadas ao ferro, não apresentam recebido a carecida importância, ao menos na literatura científica, sendo a maior parte delas concretizada há muitos anos atrás, sendo utilizadas dietas assinaladas das agregadas hoje em dia e animais com potencialidade genético totalmente diferente do atual.

Entendo que o uso do mineral fe em leitões lactantes, ajudam em seu desempenho fisiológico e produtivo. O fe é reconhecido como um dos oligoelementos mais importantes para o crescimento e saúde animal, ou seja, é um micromineral imperativo ao organismo animal.

Compreendo que este estudo não esgota-se por aqui, merecendo futuros estudos, sejam por acadêmicos ou por profissionais da área de zootecnia sobre o uso do mineral ferro (fe) na fisiologia e desempenho de leitões lactentes.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASPOUR, N. et al. Review on iron and its importance for human health. *Journal of Research in Medical Sciences*. v. 27, n. 11, p. 164-174, 2013.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual. 2022. Disponível em: < chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf>. Acesso em: 15. Set. 2022.

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.

ALMEIDA, R.F. et al. Diferentes fontes de ferro na prevenção da anemia ferropriva e no desempenho de leitões lactentes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.68, n.5, p.1381-1389, 2016.

BARROS, C.A. et al. Dietary iron chelate for sows and effects on iron supplementation in piglets *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 91, n. 4, p. 1-9, 2019. BARROS, D.S. et al. Vinasse in the diet of lactating sows and its effect on litter. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 42, p. 1-6, 2020.

BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; BRITO, J.A.G.; BARRIOS, P.R. Effects of dietary mineral bioplex in pregnant and lactating sow diets on piglet performance and physiological characteristics. *R Bras Zootec*. v. 41, p. 624-629, 2012.

CYPRIANO, C. R. Alternativas de manejos em leitões neonatos para melhorar o desempenho na fase lactacional. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

COSMO, B.M.N.; GALERIANI, T.M. Minerais na alimentação animal. *Revista Agronomia Brasileira*. v. 4, p. 1-9, 2020.

DING, H. et al. Iron homeostasis disorder in piglet intestine. *Metallomics*. v. 12, n. 10, p. 1494-1507, 2020.

GAMBLING L, LANG C AND MCARDLE HJ. Fetal regulation of iron transport during pregnancy. *Am J Clin Nutr*. v. 94, p. 1903-1907, 2011.

GOWANLOCK, D.W.; MAHAN, D.C.; JOLLIFF, J.S.; HILL, G.M. Evaluating the influence of National Research council levels of copper, iron, manganese, and zinc using organic (Bioplex) mineral on resulting tissue mineral concentrations, metallothionein, and liver antioxidant enzymes in grower-finisher swine diets. *J Anim Sci*. v. 93, p. 1149-1156, 2015.

GROTTO, H.Z.W. Fisiologia e metabolismo do ferro. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter*. v. 32 n. 2, p. 8-17, 2010.

HANSEN, A.V., STRATHE, A.B., KEBREAB, E. AND THEIL, P.K. Predicting milk yield and composition in lactating sows – a Bayesian approach. *Journal of Animal Science* v. 90, p. 2285-2298, 2012.

HANSEN, A.V., STRATHE, A.B., THEIL, P.K. AND KEBREAB, E. Energy and nutrient deposition and excretion in the reproducing sow: model development and evaluation. *Journal of Animal Science*. v. 92, p. 2458-2472, 2014.

ISENSEE, P.K et al. Efeito da dieta pré-iniciada e sua complexidade no crescimento de porcos lactantes e desmamados. *Rev Colom Cienc Pecuaria*. v.33, n.3, p.159-171, 2021.

JOLLIFF, J.S; MAHAN, D.C. Effect of injected and dietary iron in young pigs on blood hematology and postnatal pig growth performance. *J Anim Sci.* v. 89, p. 4068- 4080, 2011.

KROGH, U., FLUMMER, C., JENSEN, S.K. AND THEIL, P.K. Colostrum and milk production of sows is affected by dietary conjugated linoleic acid. *Journal of Animal Science.* p. 90, n. 4, p. 366-368, 2012.

LI, Y. et al. Effect of different sources and levels of iron in the diet of sows on iron status in neonatal pigs. *Animal Nutrition.* v. 4, n. 20, p. 197-202, 2018.

LIMA, J.M.M. et al. Manejo nutricional dos leitões nas fases de maternidade e creche e seus efeitos no desempenho. VII Encontro Internacional de Sinocultura. 28 a 30 de outubro de 2014.

LIPIŃSKI, P.; STYŚ, A.; STARZYŃSKI, R.R. Molecular insights into the regulation of iron metabolism during the prenatal and early postnatal periods. *Cell Mol Life Sci.* v. 70, p. 23-38, 2012.

LIU Y, MA YL, ZHAO JM, VAZQUEZ-ANÓN M AND STEIN HH. 2014. Digestibility and retention of zinc, copper, manganese, iron, calcium, and phosphorus in pigs fed diets containing inorganic or organic minerals. *J Anim Sci.* v. 92, p. 3407- 3415, 2014.

MA, W.Q.; SUN, H.; ZHOU, Y.; WU, J.; FENG, J. Effects of iron glycine chelate on growth, tissue mineral concentrations, fecal mineral excretion, and liver antioxidant enzyme activities in broilers. *Biol Trace Elem Res.* v. 149, n. 2, p. 204- 211, 2012.

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

MOUSTARAH, F.; MOHIUDDIN, S.S. Dietary Iron. *StatPearls.* v. 21, 2022.

NOVAES, A.K. et al. The effect of supplementing sow and piglet diets with different forms of iron. R. Bras. Zootec., v. 45, n. 10, p. 615-621, 2016.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of swine. 11th ed. National Academic Press, Washington, D.C. 2012.

PADILHA, J.B.; GROFF, P.M.; TURMINA, R.; TEIXEIRA, P.P.M. Mortalidade embrionária e fetal em suínos: uma revisão. Nucleus Animalium, v. 9, n. 1, p. 7-16, 2017.

PISSININ, D. Ferro para leitões: revisão de literatura. Nutritime Revista Eletrônica, online, Viçosa, v.13, n.6, p.4874-4882, nov./ dez. 2016.

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, 2011.

SANSOM, B.F. The iron requirements of young pigs. Pig Veterinary Society Proceedings. Hamburg, v. 11, p. 67-74, 2014.

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.

SOUZA, M.T; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein. V. 8, n. 1, p. 102-6, 2010.

STOJANAC, N. et al. Effects of Iron Administration Method on Anemia Prevention and Production Performance of Piglets. Acta Scientiae Veterinariae, v. 44, n. 13, p. 1-8, 2016.

SZUDZIK, M. et al. Iron Supplementation in Suckling Piglets: An Ostensibly Easy Therapy of Neonatal Iron Deficiency Anemia. *Pharmaceuticals*. v. 11, n. 128, p. 1- 13, 2018.

THEIL, P.K Transition feeding of sows. Chantal Farmer (ed.) *The gestating and lactating sow*. 2015.

THEIL, P.K., CORDERO, G., HENCKEL, P., PUGGAARD, L., OKSBJERG, N. AND SØRENSEN, M.T., 2011. Effects of gestation and transition diets, piglet birth weight, and fasting time on depletion of glycogen pools in liver and 3 muscles of newborn piglets. *Journal of Animal Science*. v. 89, p. 1805-1816, 2011.

VERUSSA, G.H., CORASSA, A., DOS SANTOS PINA, D., TON, A. P. S., KOMIYAMA, C. M.; LEITE, R. G. Caracterização, uso e limitações da glicerina na alimentação de suínos: revisão. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 19, n. 3, p. 179-18, 2017.

WANG J, LI D, CHE L, LIN Y, FANG Z, XU S AND WU D. Influence of organic iron complex on sow reproductive performance and iron status of nursing pigs. *Livest Sci*. v. 160, p. 89-96, 2013.

WU X., SHU X.G., XIE C.Y., LI J., HU J., YIN Y.L. The acute and chronic effects of monosodium L-glutamate on serum iron and total iron-binding capacity in the jugular artery and vein of pigs. *Biol Trace Elem Res*. v.153, p. 191-195, 2013.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRO-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO  
INSTITUCIONAL

Av. Universitária, 1069 | Setor Universitário  
Caixa Postal 86 | CEP 74605-010  
Goiânia | Goiás | Brasil  
Fone: (62) 3946.3081 ou 3089 | Fax: (62) 3946.3080  
www.pucgoias.edu.br | prodin@pucgoias.edu.br

**RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE**

**ANEXO I**

**APÊNDICE ao TCC**

**Termo de autorização de publicação de produção acadêmica**

O(A) estudante: MÁRIO HENRIQUE FLORIANO ROQUE do Curso de Zootecnia, matrícula 2015.2.0027.0053-9, telefone: 62. 98138.36.08, e-mail [marioroquee@hotmail.com](mailto:marioroquee@hotmail.com), na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado USO DO MINERAL FERRO (FE) NA FISIOLOGIA E DESEMPENHO DE LEITÕES LACTENTES, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 12.12.2022.

Assinatura do(a) autor(a):

Nome completo do(a) autor(a) MÁRIO HENRIQUE FLORIANO ROQUE

Assinatura do(a) Professor(a) Orientador(a):

Nome completo do(a) Professor(a) Orientador(a) Prof. Me. BRUNO DE SOUZA MARIANO