

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Veterinária

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Hemille Antunes Ferreira Miranda

**SUPLEMENTAÇÃO DE FONTES DE VITAMINA D PARA MATRIZES
SUÍNAS HIPERPROLÍFICAS NA PRÉ-LACTAÇÃO**

Belo Horizonte

2023

Hemille Antunes Ferreira Miranda

**SUPLEMENTAÇÃO DE FONTES DE VITAMINA D PARA MATRIZES
SUÍNAS HIPERPROLÍFICAS NA PRÉ-LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição de não-ruminantes

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes

Belo Horizonte

2023

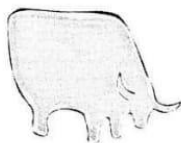
M672s Miranda, Hemille Antunes Ferreira, 1997 -
Suplementação de fontes de vitamina D para matrizes suínas
hiperprolíficas na pré-lactação/ Hemille Antunes Ferreira Miranda.- 2023.
43 f. il.

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes
Dissertação (Mestrado) apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da
UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.
Área de Concentração: Nutrição de não - ruminantes
Inclui Bibliografia

1. Suíno - Teses – 2. Vitamina D - Teses – 3. Nutrição animal - Teses – I.
Fontes, Dalton de Oliveira - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de
Veterinária - III. Título.

CDD – 636.408 5

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



Escola de Veterinária
UFMG

ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 30123-970 - Belo Horizonte - MG
TELEFONE (31)-3409-2173

www.vet.ufmg.br/academicos-pos-graduacao
E-mail: cpgzootec@vet.ufmg.br

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE HEMILLE ANTUNES FERREIRA MIRANDA

As 09:00 horas do dia 09 de fevereiro de 2023, reuniu-se, a Comissão Examinadora de dissertação, aprovada por ad referendum no dia 07/21/2023, para julgar, em exame final, a defesa da dissertação intitulada:

SUPLEMENTAÇÃO DE FONTES DE VITAMINA D PARA MATRNIZES SUÍNAS HIPERPROLÍFICAS NA PRÉ-LACTAÇÃO

_____, como requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, área de concentração Nutrição de não-ruminantes

Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dalton Oliveira Fontes, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de dissertação, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da dissertação, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof.(a)/Dr.(a) <u>DALTON DE OLIVEIRA FONTES</u>	☒	☐
Prof.(a)/Dr.(a) <u>WALTER MOTTA FERREIRA</u>	☒	☐
Prof.(a)/Dr.(a) <u>FRANCISCO CARLOS DE O. SILVA</u>	☒	☐
Prof.(a)/Dr.(a) _____	☐	☐
Prof.(a)/Dr.(a) _____	☐	☐

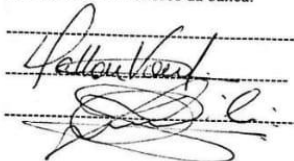
Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): ☒ Aprovado (a)
☐ Reprovado (a)

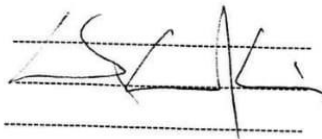
Para concluir o Mestrado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da dissertação acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da dissertação apresentada para defesa.

Belo Horizonte, 09 de fevereiro de 2023.

Assinatura dos membros da banca:





(Vide Normas Regulamentares da defesa de Tese no verso)

Doutorado/Atadefesa.doc

AGRADECIMENTOS

À Deus, sempre agradecer por todas as bênçãos.

Aos meus pais, Cláudia e Eunilson, por estarem ao meu lado, apoiando e acreditando que nada é impossível. Por tudo que fizeram e ainda fazem por mim, me ensinando a caminhar e poder seguir meus próprios passos.

Ao meu irmão Henrique, por ser desbravador e se tornar meu exemplo.

Ao professor e orientador Dalton Fontes, pelos ensinamentos ao longo dessa trajetória.

À Soraia Viana, que muito contribuiu para realização desse projeto, obrigada pela confiança e acolhimento.

Aos meus colegas e amigos que a Zootecnia me deu, pois, as conquistas raramente são esforços isolados, e sim o resultado de um trabalho em conjunto.

Aos colaboradores da Granja Santa Maria - DB, pela parceria e ensinamentos que contribuíram para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo para o mestrado.

E principalmente ao meu amigo Idael, que sempre esteve ao meu lado, pela amizade, apoio e ser meu guia durante todo esse projeto.

A todos que de alguma forma contribuíram.

Obrigada!

“Olhar para trás após uma longa caminhada pode fazer perder a noção da distância que percorremos, mas se nos detivermos em nossa imagem, quando a iniciamos e ao término, certamente nos lembraremos o quanto nos custou chegar até o ponto final, e hoje temos a impressão de que tudo começou ontem...”

(Guimarães Rosa)

RESUMO

As fases finais de gestação e início de lactação são períodos críticos para as fêmeas modernas. Com isso, uma forma de minimizar problemas decorrentes da alta produção e consequente mobilização do cálcio, é a suplementação de vitamina D. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito produtivo da suplementação “on top” de diferentes fontes de vitamina D em dietas de fêmeas suínas hiperprolíficas no terço final de gestação. Foram utilizadas 150 fêmeas Landrace × Yorkshire ($217,73 \pm 28,7$ kg), distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e 50 repetições por tratamento: T1 – controle (sem suplementação), T2 – 1,25-dihidroxitamina D₃ (forma ativa) e T3 – 25-hidroxitamina D₃ (forma circulante). A partir do 90º dia de gestação, os grupos T2 e T3 receberam pré-misturas adicionadas à ração, conforme as dosagens recomendadas pelos fabricantes (0,007 kg/porca/dia e 0,0002 kg/porca/dia, respectivamente). Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) nos parâmetros de desempenho reprodutivo e zootécnico, como número de nascidos vivos, natimortos, peso ao nascer, mortalidade, variação da condição corporal, e ganho de peso dos leitões e da leitegada. No entanto, houve diferenças significativas para o peso da leitegada ($P=0,03$), além da variação do peso da leitegada e dos leitões vivos ($P=0,05$). Conclui-se que a suplementação com diferentes formas de vitamina D a partir dos 90 dias de gestação não influenciou significativamente o desempenho produtivo das fêmeas suínas hiperprolíficas.

Palavras-chave: 1,25-dihidroxitamina D₃; 25-hidroxitamina D₃; desempenho; nutrição.

ABSTRACT

The final stages of gestation and the beginning of lactation are critical periods for modern sows. One way to minimize issues related to high production and consequent calcium mobilization is through vitamin D supplementation. Therefore, the objective of this study was to evaluate the productive effect of “on top” supplementation with different sources of vitamin D in the diets of hyperprolific sows during the final third of gestation. A total of 150 Landrace × Yorkshire sows (217.73 ± 28.7 kg) were used, distributed in a completely randomized design with three treatments and 50 replicates per treatment: T1 – control (no supplementation), T2 – 1,25-dihydroxyvitamin D₃ (active form), and T3 – 25-hydroxyvitamin D₃ (circulating form). From day 90 of gestation, T2 and T3 groups received premixes added “on top” of the feed, following manufacturer-recommended dosages (0.007 kg/sow/day and 0.0002 kg/sow/day, respectively). No significant differences ($P>0.05$) were observed for reproductive and productive parameters such as number of live-born piglets, stillbirths, birth weight, mortality, sow body condition variation, and piglet and litter weight gain during lactation. However, significant differences were found in litter weight ($P=0.03$) and in the variation of both litter weight and live piglet weight ($P=0.05$). It is concluded that supplementation with different forms of vitamin D from day 90 of gestation did not significantly influence the productive performance of hyperprolific sows.

Keywords: 1,25-dihydroxyvitamin D₃; 25-hydroxyvitamin D₃; performance; nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis nutricionais – Gestação	40
Tabela 2: Parâmetros das fêmeas suínas	41
Tabela 3: Parâmetros de parto	41
Tabela 4: Parâmetros de desmame	42
Tabela 5: Parâmetros pós desmame	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1,25(OH) ₂ D ₃	-	1,25-dihidroxicolecalciferol
25(OH)D ₃	-	25-hidroxicolecalciferol
ABPA	-	Associação Brasileira de Proteína Animal
Ca	-	Cálcio
CEUA	-	Comissão de Ética no Uso de Animais
CIUR	-	Restrição de crescimento intrauterino
D ₂	-	Ergocalciferol
D ₃	-	Colicalciferol
GH	-	Growth hormone, hormônio do crescimento
GSH-Px	-	Glutathione peroxidase
H	-	Horas
IGF-I	-	Insulin-like growth factor-1, fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
INSIG1	-	Insulin-induced gene 1, gene 1 induzido pela insulina
RNA	-	Ácido ribonucleico
Mg dL	-	Miligramas por decilitro
Min	-	Minutos
mRNA	-	RNA mensageiro
SOD	-	Superóxido dismutase
SREBP1	-	Sterol regulatory element-binding protein-1, proteína 1 de ligação ao elemento regulador de esterol
µg/kg	-	Micrograma por quilo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Hiperprolificidade em fêmeas modernas	12
2.2. Importância das vitaminas na nutrição de suínos	13
2.3. Vitamina D em suínos.....	15
REFERÊNCIAS	19
3. Artigo: Suplementação de fontes de vitamina D para matrizes suínas hiperprolíficas na pré-lactação.....	22
INTRODUÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	35
AGRADECIMENTO.....	35
COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA	35
DECLARAÇÃO DE CONFLITOS E INTERESSES	35
REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira tem se intensificado para atender a demanda do mercado consumidor interno e externo, tornando a carne suína uma das proteínas de origem animal mais consumidas. A produção brasileira de carne suína no ano de 2021, segundo relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), foi de 4,701 milhões de toneladas, superior aos anos anteriores divulgados. Muito dessa produtividade se dá por ser uma atividade viável e altamente rentável, e diante do cenário promissor os desafios se tornam cada vez maiores. Avanços tecnológicos possibilitam então melhoramento genético da espécie, aliados à nutrição de qualidade e bem-estar dos animais. Os constantes estudos na área de nutrição, torna-se importante para melhor entendimento das funções corporais e como consequência melhor desempenho e redução de custos para o produtor (Miller; Ullrey, 2018).

Com o intuito de aumentar a produtividade dos planteis, o melhoramento genético de fêmeas suínas se fez necessário, resultando em maior número de leitões, menor intervalo entre partos e alta eficiência na lactação. Em contrapartida, o aumento da produtividade selecionou matrizes mais exigentes nutricionalmente e mais susceptíveis a desafios metabólicos, sendo necessário estudos que visam melhorias na produtividade através da ideal suplementação dietética (Reyes-Camacho *et al.*, 2020).

Os sistemas de criação também passaram por mudanças ao longo dos anos, sendo a suinocultura atualmente mais intensiva. O sistema de criação intensivo aplicado adequadamente tem melhores resultados produtivos, porém o animal permanece quase todo o seu ciclo em ambientes fechados (Panisson *et al.*, 2021). Com acesso limitado à radiação solar, as fêmeas apresentam níveis de vitamina D abaixo do recomendado para o funcionamento ideal do metabolismo, necessitando de recomendações ideais dietéticas de vitaminas para possíveis melhorias na produtividade (Trautenmüller *et al.*, 2019).

Embora a suplementação de vitamina D dietética para suínos já seja feita via *premix*, ainda há a necessidade de estudos que indiquem quais níveis adequados e melhores fontes de suplementação. Uma das opções é o fornecimento de 25-hidroxicolecalciferol, forma ativa de vitamina D, que melhor é absorvida pelo organismo do animal resultando em ganho no desempenho reprodutivo da fêmea e possível melhora em ganho de peso da ninhada (Panisson *et al.*, 2021).

Modulador essencial no metabolismo, a vitamina D é conhecida por aumentar absorção de cálcio a nível intestinal, além de potencial benefício no ganho de peso da leitegada. A suplementação de 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D3), fonte alternativa de vitamina D, está

associada ao melhor desempenho reprodutivo, influenciando no maior teor de gordura e proteína do leite através do efeito na glândula mamária. A suplementação materna de 25OHD3 também está associada à melhora nas propriedades ósseas durante desenvolvimento neonatal dos leitões, por meio da regulação da composição de ácidos graxos do leite, sendo benéfico não só para as matrizes como também para seus descendentes (Panisson *et al.*, 2021; Zhang; Piao, 2021). Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a suplementação de fontes de vitamina D em dietas de fêmeas suínas hiperprolíficas no terço final de gestação e seus efeitos sobre desempenho produtivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Hiperprolificidade em fêmeas modernas

Para aumentar a produtividade dos rebanhos foi necessário o melhoramento genético das porcas resultando em maior número de leitões, menor intervalo entre partos e alto desempenho na lactação. Por outro lado, o aumento da produtividade selecionou matrizes mais exigentes nutricionalmente e sujeitas a desafios metabólicos. Dentro dos índices de eficiência reprodutiva, a taxa de ovulação representa papel de destaque, assim, a constante busca por matrizes com taxas ovulatórias elevadas durante o período de estro fez com que a seleção originasse fêmeas chamadas hiperprolíficas. Entretanto, a intensa pressão para tal característica criou um desequilíbrio entre taxa de ovulação e porcentagem de leitões nascidos vivos reduzindo assim a eficiência reprodutiva das porcas (De Vos *et al.*, 2013; Reyes-Camacho *et al.*, 2020).

A seleção para ninhadas maiores aumenta também o tempo de parição. No geral, o intervalo de expulsão de um leitão é em torno de 15-20min, portanto, fêmeas que dão à luz a leitegadas maiores apresentam parto com duração superior a cinco horas. Estudos indicam a influência da duração do parto nos distúrbios pós-partos em matrizes suínas. Outro fator importante é a incidência de natimortos, porcas com parição longa (> 4h) apresentaram maior incidência se comparado a porcas de parição curta (< 2h) (Vongsariyavanich, 2021).

Problemas de restrição de crescimento intrauterino (CIUR) durante o desenvolvimento fetal estão relacionados a alta prolificidade. O CIUR é causado pela limitação nutricional intrauterina, ineficiência placentária e diminuição do espaço causado pelo aumento do número de leitões a cada ciclo reprodutivo da porca. As consequências relacionadas ao CIUR impactam na viabilidade dos leitões neonatos, aumentando a variação de peso ao nascer dentro da mesma ninhada (Riddersholm *et al.*, 2021). Estudos sugerem que leitões com restrições de crescimento

intrauterino precisam de seis dias a mais na fase de maternidade para conseguirem atingir o peso final pós desmame (Lynegaard *et al.*, 2020), diminuindo assim a viabilidade e desempenho dos animais.

Além dos presentes expostos, as matrizes selecionadas são mais precoces e produtivas, apresentando maior peso corporal e menor reserva de gordura, entretanto, apresentam maior exigência nutricional. Quando o consumo desses animais é insuficiente, a demanda nutricional tem consequências diretas na condição corporal das matrizes, resultando em falhas reprodutivas que reduzem os índices de produção (Upadhaya *et al.*, 2021a). O objetivo de uma nutrição adequada na fase de gestação é garantir a condição corporal da fêmea para o desenvolvimento de tecidos fetais e alta produção de leite. Com a seleção de fêmeas hiperprolíficas se tornou necessário a atualização nutricional para esses animais, e com a suplementação de aditivos é possível garantir a alta produção das matrizes.

2.2. Importância das vitaminas na nutrição de suínos

Vitaminas são compostos essenciais ao organismo, sendo necessárias pequenas quantidades para o metabolismo, porém não são sintetizadas pelo organismo animal. De modo geral, suas funções estão relacionadas à precursores de coenzimas, alguns hormônios, ação oxidante, auxiliam nas respostas imunológicas do organismo, importantes no crescimento e manutenção animal (Horwat *et al.*, 2019).

São classificadas de acordo com a solubilidade, sendo lipossolúveis (A, D, E e K) e hidrossolúveis (vitaminas do complexo B e a vitamina C). As vitaminas lipossolúveis são solúveis em lipídeos e solventes orgânicos, possuindo caráter hidrofóbico e por essa característica são encontradas no material lipídico em animais e plantas, desempenhando capacidade de armazenamento no organismo. Já as hidrossolúveis são solúveis em água e são encontradas nos vegetais e em alguns alimentos de origem animal, desempenhando papel precursor de coenzimas do metabolismo intermediário. Há necessidade de suplementação das mesmas na alimentação animal, uma vez que há perdas via excreção (Sakomura *et al.*, 2014; Lütke-Dörhoff *et al.*, 2022).

O papel metabólico desses nutrientes é considerado um pouco mais complexo, uma vez que não são unidades estruturais ou fontes de energia, mas são mediadoras e participam de reações bioquímicas. As vitaminas atuam principalmente como catalisadores nas reações, permitindo que as reações químicas ocorram em menor tempo e com menos gasto energia. Portanto, a sua deficiência ocasiona reações em cadeia, deixando o organismo susceptível a

doenças (Cosmo e Galeriani, 2020). De modo geral, o fornecimento de vitamina é mínimo, mas eficaz para máximo desempenho e lucro, a variar dependendo da exigência, seja para seleção para rápido crescimento ou produção intensiva (Bomfim *et al.*, 2021).

Ao formular uma dieta é necessário atentar-se quanto o animal consegue realmente aproveitar no organismo, pois fatores como perdas, variações de biopotências, composição da dieta e estado sanitário interferem na utilização das vitaminas pelo animal. A ausência ou absorção imprópria das vitaminas podem causar deficiências específicas, desencadeando sintomas característicos de avitaminose. Não apenas a deficiência, mas também o excesso na concentração dessas vitaminas na formulação da dieta também acarreta problemas de toxidez (Sakomura *et al.*, 2014; Trautenmüller *et al.*, 2019).

A vitamina D vem despertando interesse nas últimas décadas e sendo objetivo de estudo dentro da comunidade científica, com ênfase na saúde humana, por uma parcela significativa da população apresentar deficiência da mesma. Estudos em suínos são escassos e mais pesquisas são necessárias para entendimento da eficiência da vitamina no organismo da espécie (Trautenmüller *et al.*, 2019). A vitamina D está presente em alguns peixes, cogumelos e plantas, porém, com o passar dos anos, a vitamina oriunda da alimentação passou a ser pouco utilizada, uma vez que algumas espécies desenvolveram um mecanismo fotossintético na pele, capaz de produzir e aproveitar a vitamina (Christakos *et al.*, 2019; Lütke-Dörhoff *et al.*, 2022).

Classificada como lipossolúvel, é popularmente conhecida pela capacidade de se originar de conversões realizadas através dos raios solares. Tanto animais, quanto seres humanos que tem exposição limitada ao sol apresentam deficiência desta vitamina, uma vez que apresentam menor capacidade de conversão dos metabólitos em vitamina D, necessitando assim de suplementação (Sakomura *et al.*, 2014; Lütke-Dörhoff *et al.*, 2022).

Uma das principais funções da vitamina D consiste em manter as concentrações adequadas de cálcio e fósforo no sangue e a níveis extracelulares, garantindo assim uma variedade de funções metabólicas. Para que esse mecanismo de regulação ocorra, conta com ação de diversos órgãos, suprarrenais, intestinos, rins e paratireoides. Responsável pela absorção intestinal de Ca e P a partir da presença de paratormônios e pelo aumento da absorção renal de cálcio, regulando o metabolismo ósseo (Galvão *et al.*, 2013; Bomfim *et al.*, 2021).

O Cálcio (Ca^{+2}) é um macromineral que reage facilmente com o oxigênio e com a água. Considerado um dos minerais de maior importância, está concentrado principalmente depositado nos ossos e dentes. No meio intracelular, o cálcio é estocado em organelas do retículo endoplasmático rugoso, mitocôndrias e núcleo. Já no sangue, está presente no plasma,

onde pode ser dividido em três frações; cálcio ionizado (50%), cálcio ligado às proteínas (40%) e cálcio complexado com citrato e fosfato (10%) (Molina, 2014; Trautenmüller *et al*, 2019).

A deposição e retirada do cálcio do sistema sanguíneo e ossos está relacionado com paratormônio e a calcitonina. As glândulas paratireoides secretam o paratormônio, que se ligam à receptores em células alvo nos ossos, conseguindo estimular a captação do cálcio para o meio extracelular, esse hormônio então irá agir sobre os osteoblastos e osteoclastos, levando à migração de cálcio e fosforo dos ossos para a corrente sanguínea. Já a calcitonina, tem a função de diminuir a concentração de cálcio no plasma, atuando na prevenção do corpo contra hipercalcemia (Da Silva-Bueno *et al.*, 2019).

A concentração de cálcio no soro da maioria das espécies é de 10 mg dL^{-1} , e a homeostasia deste mineral depende de processos de entrada e saída via intestinos, rins e ossos. Quando o animal entra em estado de hipocalcemia, onde a concentração de cálcio está abaixo do considerado normal, o paratormônio é liberado e agirá sobre os rins estimulando a conversão de $25(\text{OH})\text{D}_3$, principal forma circulante no sangue da vitamina D em $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, forma ativa, que consequentemente age no intestino aumentando reabsorção óssea mobilizando cálcio e fosforo. Em condições de hipercalcemia, a calcitonina é secretada pela tireoide, inibindo desmineralização óssea, enquanto nos rins diminui a reabsorção de cálcio e fosforo, ocorre também a formação da $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e aumento da formação de $25(\text{OH})_2\text{D}_3$ (Trautenmüller *et al*, 2019; Wierzbicka *et al.*, 2023).

A efetividade de absorção gastrointestinal do cálcio varia de acordo com o estado fisiológico do animal. Animais mais jovens absorvem cálcio de uma forma mais eficaz, à medida que o animal envelhece há uma redução de receptores de vitamina D, reduzindo assim a capacidade de responder à forma ativa da vitamina D (Zhang; Yang; Piao, 2022).

2.3. Vitamina D em suínos

Durante as fases de gestação e lactação, a exigência de cálcio se torna significativamente maior, em função da demanda para crescimento e desenvolvimento fetal, bem como para produção de leite. O organismo então utiliza recursos de mobilização do cálcio ósseo para manter os níveis de cálcio sanguíneo, ocasionando lesões relacionadas à locomoção, fraqueza óssea, claudicação ou até mesmo fraturas, impactando a vida produtiva do animal. Uma forma de minimizar problemas decorrentes da alta produção e consequente mobilização do cálcio, é a suplementação de vitamina D, uma vez que a mesma influencia na absorção de cálcio intestinal (Panisson *et al.*, 2021; Zhang; Piao, 2021).

As vitaminas são essenciais ao organismo, desempenhando funções diversas, são precursoras de coenzimas, em alguns casos hormônios e ação antioxidante. Classificadas de acordo com a solubilidade, são divididas em hidrossolúveis e lipossolúveis, sendo a vitamina D uma dessas (Trautenmüller *et al.*, 2019). A vitamina D é encontrada em diversas formas, sendo as principais colecalciferol (D3) formada a partir do colesterol e a ergocalciferol (D2) a partir do ergosterol. Sua principal função está relacionada à regulação da homeostase do cálcio e do fósforo através da maior absorção no intestino delgado, regulação da atividade osteoblástica e osteoclástica e aumento da reabsorção pelos túbulos renais (Christakos *et al.*, 2019).

Diversas vitaminas necessitam de uma conversão metabólica para conseguir desempenhar suas funções no organismo e são consideradas inativas até o momento que sua estrutura química é alterada ou ligada a outro metabólito, sendo necessária a ativação da vitamina D para conseguir ser absorvida e metabolizada (Sakomura *et al.*, 2014). Em contato com a ação fotolítica dos raios ultravioleta, o anel B da 7-desidrocolesterol é rompido e convertido a forma de provitamina D3, onde será absorvida. A absorção da vitamina D ocorre por difusão passiva dependente de micelas, por ser hidrofóbica. Cerca de 90% são absorvidos pela circulação linfática associada aos quilomicrons, sendo transportados ao fígado, onde ocorre degradação da estrutura e liberação da vitamina D, nesse processo ocorre hidroxilação, resultando na formação de 25-OH-D3, principal forma circulante no sangue. Nos rins, uma nova hidroxilação na posição 1 dá origem à forma ativa, a 1,25-(OH)₂-D3 (Trautenmüller *et al.*, 2019; Panisson *et al.*, 2021; Zhang; Piao, 2021).

O armazenamento pode variar de acordo com propriedades físicas e químicas, as lipossolúveis tendem a se acumular em tecidos como gordura e no fígado, já as hidrossolúveis são pouco armazenadas por serem rapidamente excretadas. A vitamina D atua a nível intestinal e no duodeno participa na síntese da proteína transportadora de cálcio, sendo encontrada também nos rins (Galvão *et al.*, 2013; Bomfim *et al.*, 2021). Uma vez que o organismo estiver com deficiência desta vitamina, ocasionará problemas na absorção de cálcio e consequentemente fósforo a nível intestinal, podendo levar o animal a um quadro de hipocalcemia. Nos animais mais jovens, as consequências relacionadas à diminuição de depósito de cálcio nos ossos impactam no crescimento, já nos animais adulto, o organismo utiliza recursos de mobilização do cálcio ósseo para manter os níveis de cálcio sanguíneo, ocasionando lesões relacionadas à locomoção, fraqueza óssea, claudicação ou até mesmo fraturas (Christakos *et al.*, 2019). A suplementação de 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D3),

está relacionada com melhoras nos desempenhos produtivos dos mesmos (Panisson *et al.*, 2021; Zhang; Piao, 2021).

Estudos realizados por Zhang *et al.* (2019), onde buscavam investigar os efeitos da suplementação materna de 25-hidroxicolecalciferol (25OHD3) durante a lactação, foram observados que a suplementação do mesmo alterou a digestibilidade do cálcio dietético, composição do leite e perfil de ácidos graxos, além de efeitos positivos quanto à saúde intestinal dos leitões. Resultados semelhantes foram observados por Wang *et al.* (2020), onde as fêmeas que foram suplementadas com 25OHD3 apresentaram maior teor de gordura do leite se comparadas ao grupo controle, aumentando também a expressão de mRNA e proteína de INSIG1 e SREBP1, presentes na regulação da síntese do leite na glândula mamária, características que possibilitam maior uniformidade e taxa de crescimento dos leitões.

Upadhaya *et al.* (2021a), ao avaliarem os efeitos da suplementação dietética de vitamina D3 com 25(OH)D3 sob desempenho de crescimento, imunidade e características de carcaça, observaram como resultado melhora na taxa de crescimento de leitões provenientes de fêmeas controle, efeito significativo quanto ao ganho de peso e melhora na conversão alimentar de animais suplementados com 25(OH)D3, sendo recomendada a inclusão de 50 µg/kg de 25(OH)D3 para fêmeas e recém desmamados.

Panisson *et al.* (2021), ao avaliarem os efeitos da suplementação de 25-hidroxicolecalciferol (0 ou 50 µg por kg de ração) em fêmeas nas fases de gestação e lactação, obtiveram como resultado uma melhora no desempenho dos animais. A suplementação teve influência quanto ao número de leitões nascidos vivos, peso da leitegada ao nascimento, peso médio ao desmame e ganho de peso dos leitões oriundos de fêmeas suplementadas. A produção diária de leite também teve influência, sendo as fêmeas que tiveram acesso ao tratamento com maior produção de leite do que o grupo controle. O uso de 25-hidroxicolecalciferol aumentou os níveis séricos de 25(OH)D3 durante a gestação e durante a lactação.

Zhang *et al.* (2020), ao testarem os efeitos da suplementação materna 0 ou 50 µg de 25-hidroxicolecalciferol (25OHD3) nos parâmetros séricos, morfologia intestinal e microbiota em leitões neonatos, obtiveram como resultado que o tratamento materno com 25-D aumentou ($p < 0,05$) a concentração sérica de 25OHD3 nos cordões umbilicais. A atividade de GSH-Px no colostro foi maior, assim como as atividades de SOD e GSH-Px no leite, foram maiores em porcas que recebam tratamento do que em porcas controle. Ao desmame, foi observado que os leitões das porcas 25-D apresentaram maiores níveis séricos de GH e IGF-I. Quanto à saúde intestinal, os leitões das porcas 25-D tiveram maior altura das vilosidades jejunais do que os

das porcas controle, sendo a suplementação materna com 25OHD3 positiva ao desempenho dos animais.

Ao avaliarem os efeitos de diferentes doses D0, D25, D50, D75 e D100 µg de suplementação de 25OHD3 sobre o desempenho, imunidade, capacidade antioxidante, morfologia intestinal e qualidade óssea em leitões, Zhang, Liu e Piao (2021) observaram que à medida que a suplementação dietética de 25OHD3 aumentou, o desempenho, imunidade, status antioxidante, morfologia intestinal e as propriedades ósseas de leitões desmamados foram beneficiadas. A medida que a suplementação dietética de 25OHD3 era aumentada, o ganho médio diário dos animais melhoraram ($P < 0,05$), impacto positivo também na saúde intestinal dos animais com maior atividade mucosa da GSH-Px do intestino delgado, altura das vilosidades do jejuno ($P = 0,06$) e relação entre altura das vilosidades e profundidade de criptas ($P = 0,07$), melhorando assim absorção de nutrientes.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. 2022. Relatório Anual. <https://abpa-br.org/mercados/#relatorios>.
- BOMFIM, L. C. M. et al. *Vitamina D: uma revisão bibliográfica sobre o seu mecanismo de ação e efetividade*. 2021. <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/19078>.
- COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. *Minerais na alimentação animal*. Revista Agronomia Brasileira, Jaboticabal, v. 4, n. 4, p. 1-9, 2020. Doi: 10.29372/rab202015.
- CHRISTAKOS, S., Li, S., De La Cruz, J., & Bikle, D. D. (2019). *New developments in our understanding of vitamin D metabolism, action and treatment*. Metabolism: Clinical and Experimental, 98, 112–120. Doi: 10.1016/j.metabol.2019.06.010.
- DA SILVA-BUENO, Ives Claudio et al. *Metabolismo de minerais em animais: Cálcio*. 2019.
- DE VOS, M. et al. 2013. *Nutritional interventions to prevent and rear low-birthweight piglets*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v. 98, n. 4, p. 609–619. Doi:10.1111/jpn.12133.
- GALVÃO, L. O.; Galvão, M. F.; Reis, C. M. S.; Batista, C. M. Á.; Casulari, L. A. *Considerações atuais sobre a vitamina D*. Brasília Med. 2013. ISSN 0524-2053.
- HORWAT, D. E. G. et al. *Vitaminas e minerais na nutrição de suínos: revisão de literatura*. Vol. 16, Nº 04, jul./ ago. de 2019 ISSN: 1983-9006.
- LÜTKE-DÖRHOFF, Michael et al. *Dietary supplementation of 25-hydroxycholecalciferol as an alternative to cholecalciferol in swine diets: A review*. Journal of animal physiology and animal nutrition, v. 106, n. 6, p. 1288-1305, 2022. Doi: 10.1111/jpn.13768.
- LYNEGAARD, J. C.; HANSEN, C. F.; KRISTENSEN, A. R. e AMDI, C. *Body composition and organ development of intra-uterine growth restricted pigs at weaning*. Animal, 1–8, 2019. Doi:10.1017/s175173111900171x.
- MILLER, Elwyn R.; ULLREY, Duane E.; LEWIS, Austin J. (Ed.). 2018. *Swine nutrition*. Butterworth-Heinemann. [Swine Nutrition - Google Livros](#).
- MOLINA, P.E.; *Fisiologia Endócrina*. 4ª Edição, Porto Alegre: AMGH. 2014.

PANISSON, Josiane C. et al. *Free-range system and supplementation of 25-hydroxicholecalciferol increases the performance and serum vitamin levels in mixed-parity sows*. Animal Science Journal, v. 92, n. 1, p. e13592, 2021. Doi: 10.1111/asj.13592.

REYES-CAMACHO, David, E. et al. 2020. *Phytogenic actives supplemented in hyperprolific sows: effects on maternal transfer of phytogenic compounds, colostrum and milk features, performance and antioxidant status of sows and their offspring, and piglet intestinal gene expression*. Journal of animal science, v. 98, n.1, p. skz390. Doi:10.1093/jas/skz390.

RIDDERSHOLM, Kristina V., et al. 2021. *Identifying Risk Factors for Low Piglet Birth Weight, High Within-Litter Variation and Occurrence of Intrauterine Growth-Restricted Piglets in Hyperprolific Sows*. Animals, v. 11, n. 9, p. 2731. Doi:10.3390/ani11092731.

SAKOMURA, N. K. et al. *Nutrição de Não Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2014.

TRAUTENMÜLLER H; FARIA A.B.B; MARTINS J.S; SANTOS G.B; LIMA A.S. *Importância da vitamina D na nutrição de suínos*. Rev Colombiana Cienc Anim. Recia. 2019; 11(2):Artigo 692. Doi: <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n1.2019.692>.

UPADHAYA, Santi Devi et al. *Dietary 25 (OH) D3 supplementation to gestating and lactating sows and their progeny affects growth performance, carcass characteristics, blood profiles and myogenic regulatory factor-related gene expression in wean-finish pigs*. Animal Bioscience, 2021a. Doi: 10.5713/ab.21.0304.

UPADHAYA, Santi Devi et al. *Effects of dietary supplementation with 25-OH-D3 during gestation and lactation on reproduction, sow characteristics and piglet performance to weaning: 25-hydroxyvitamin D3 in sows*. Animal Feed Science and Technology, v. 271, p. 114732, 2021b. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114732

VONGSARIYAVANICH, S. et al. 2021. *Effect of carbetocin administration during the mid-period of parturition on farrowing duration, newborn piglet characteristics, colostrum yield and milk yield in hyperprolific sows*. Theriogenology. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2021.06.012.

WANG, Kai et al. *Effects of 25-hydroxycholecalciferol supplementation in maternal diets on reproductive performance and the expression of genes that regulate lactation in sows*. Animal Science Journal, v. 91, n. 1, p. e13391, 2020. Doi: 10.1111/asj.13391.

WIERZBICKA, Alicja et al. *Effect of different doses of cholecalciferol and calcidiol on meat quality parameters and skeletal muscle transcriptome profiles in swine*. Meat Science, v. 197, p. 109071, 2023. Doi: 10.1016/j.meatsci.2022.109071.

ZHANG, Lianhua et al. *Effects of maternal 25-hydroxycholecalciferol on nutrient digestibility, milk composition and fatty-acid profile of lactating sows and gut bacterial metabolites in the hindgut of suckling piglets*. Archives of animal nutrition, v. 73, n. 4, p. 271-286, 2019. Doi: 10.1080/1745039X.2019.1620041.

ZHANG, Lianhua et al. *Effects of maternal 25-hydroxycholecalciferol during the last week of gestation and lactation on serum parameters, intestinal morphology and microbiota in suckling piglets*. Archives of Animal Nutrition, v. 74, n. 6, p. 445-461, 2020. Doi: 10.1080/1745039X.2020.1822710.

ZHANG, Lianhua; LIU, S.; PIAO, X. *Dietary 25-hydroxycholecalciferol supplementation improves performance, immunity, antioxidant status, intestinal morphology, and bone quality in weaned piglets*. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 101, n. 6, p. 2592-2600, 2021. Doi: 10.1002/jsfa.10889.

ZHANG, Lianhua; PIAO, X. *Use of 25-hydroxyvitamin D3 in diets for sows: A review*. Animal Nutrition, 2021. Doi: 10.1016/j.aninu.2020.11.016.

ZHANG, Lianhua; YANG, Ming; PIAO, Xiangshu. *Effects of 25-hydroxyvitamin D3 on growth performance, serum parameters, fecal microbiota, and metabolites in weaned piglets fed diets with low calcium and phosphorus*. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 102, n. 2, p. 597-606, 2022. Doi:10.1002/jsfa.11388.

3. Artigo: Suplementação de fontes de vitamina D para matrizes suínas hiperprolíficas na pré-lactação

Suplementação de fontes de vitamina D para matrizes suínas hiperprolíficas na pré-lactação

Supplementation of vitamin D sources for hyperprolific sows in pre-lactation

RESUMO

As fases finais de gestação e início de lactação são períodos críticos para as fêmeas modernas. Com isso, uma forma de minimizar problemas decorrentes da alta produção e consequente mobilização do cálcio, é a suplementação de vitamina D. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito produtivo da suplementação “on top” de diferentes fontes de vitamina D em dietas de fêmeas suínas hiperprolíficas no terço final de gestação. Foram utilizadas um total de 150 fêmeas suínas altamente prolíficas (Landrace × Yorkshire) com peso corporal de $217,73 \pm 28,7$ kg, sendo distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC) contendo 3 tratamentos e 50 repetições por tratamento. Os tratamentos foram: T1- controle – sem fonte exógena de vit. D, T2 – Vitamina D (1,25-dihidroxivitD₃ - forma ativa) e T3 - Vitamina D (25-OH-D₃ - forma circulante). A partir de 90 dias de gestação, os animais escolhidos para a suplementação das vitaminas naturais receberam uma pré-mistura *on top* na ração para que cada fêmea recebesse o respectivo tratamento de acordo com as recomendações dos fabricantes, sendo T2 (0,007 kg/porca/dia) e T3 (0,0002 kg/porca/dia). Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para parâmetros de número de leitões nascidos vivos, natimortos, peso ao nascer dos leitões, mortalidade, variação da condição corporal da matriz, ganho de peso do leitão e da ninhada durante a lactação. Resultados significativos quanto aos parâmetros de peso da leitegada ($P=0,03$), coeficientes de variação do peso da leitegada e peso dos leitões vivos ($P=0,05$). Conclui-se que a adição de diferentes fontes de vitamina D no desempenho produtivo de fêmeas suínas hiperprolíficas a partir dos 90 dias de gestação não influenciaram no desempenho zootécnico dos animais.

Palavras-chave: vitamina; desempenho; nutrição; suínos.

ABSTRACT

The final stages of pregnancy and early lactation are critical periods for modern females. Thus, one way to minimize problems arising from the high production and consequent mobilization of calcium is vitamin D supplementation. in diets of hyperprolific sows in the final third of pregnancy. A total of 150 highly prolific sows (Landrace × Yorkshire) with body weight of 217.73 ± 28.7 kg were used, being distributed in a completely randomized design (DIC) containing 3 treatments and 50 repetitions per treatment. The treatments were: T1- control – without exogenous source of vit. D, T2 – Vitamin D (1,25-dihydroxyvitD₃ - active form) and T3 - Vitamin D (25-OH-D₃ - circulating form). From 90 days of gestation, the animals chosen for the supplementation of natural vitamins received an on top pre-mixture in the feed so that each female received the respective treatment according to the manufacturers' recommendations, being T2 (0.007 kg/sow/day) and T3 (0.0002 kg/sow/day). There was no significant effect ($P>0.05$) for the parameters of number of piglets born alive, stillbirths, piglet birth weight, mortality, sow body condition variation, piglet and litter weight gain during lactation. Significant results regarding litter weight parameters ($P=0.03$), litter weight variation coefficients and live piglet weight ($P=0.05$). It is concluded that the addition of different sources of vitamin D in the productive performance of hyperprolific sows from 90 days of gestation did not influence the zootechnical performance of the animals.

Key words: vitamin; performance; nutrition; swine.

INTRODUÇÃO

Com o intuito de aumentar a produtividade dos planteis, o melhoramento genético de fêmeas suínas se fez necessário, resultando em maior número de leitões, menor intervalo entre partos e alta eficiência na lactação. Em contrapartida, o aumento da produtividade selecionou matrizes mais exigentes nutricionalmente, mais susceptíveis a desafios metabólicos e aumentou o tempo de parto, sendo necessário estudos que visam melhorias na produtividade através da ideal suplementação dietética de vitaminas (REYES-CAMACHO et al., 2020).

As fases finais de gestação e início de lactação são períodos críticos para as fêmeas modernas. Com isso, uma forma de minimizar problemas decorrentes da alta produção e consequente mobilização do cálcio, é a suplementação de vitamina D, uma vez que a mesma influência na absorção de cálcio intestinal (PANISSON et al., 2021; ZHANG; PIAO, 2021). A vitamina D suplementar é comumente adicionada à alimentação animal na forma de colecalciferol, também conhecida como vitamina D3 (D3), que é absorvida no intestino e transportada para o fígado onde é hidroxilada a 25- hidroxicolecalciferol (25OHD3) (COFFEY et al., 2015).

Modulador essencial no metabolismo, a vitamina D é conhecida por aumentar absorção de cálcio a nível intestinal, além de potencial benefício no ganho de peso. A suplementação de 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D3), fonte alternativa de vitamina D, está associado à digestibilidade do cálcio dietético, composição do leite e perfil de ácidos graxos, além de efeitos positivos quanto à saúde intestinal dos leitões (ZHANG et al. 2019), melhor desempenho reprodutivo, influenciando no maior teor de gordura e proteína do leite através do efeito na glândula mamária (WANG et al., 2020).

A suplementação materna de 25OHD3 também está associada à melhora nas propriedades ósseas durante desenvolvimento neonatal dos leitões, por meio da regulação da composição de ácidos graxos do leite, sendo benéfico não só para as matrizes como também para seus descendentes (PANISSON et al., 2021; ZHANG; PIAO, 2021). Atualmente, no

mercado existem diversas fontes de vitamina D disponíveis, as quais podem estar diretamente associadas à sua forma ativa ou inativa, sendo constante a busca por resultados que demonstrem o efeito das mesmas. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito produtivo da suplementação *on top* de diferentes fontes de vitamina D em dietas de fêmeas suínas hiperprolíficas no terço final de gestação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas instalações de uma granja comercial em Varjão de Minas – Minas Gerais, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG sob protocolo nº 257/2022.

Animais, instalações e delineamento experimental

Foram utilizadas um total de 150 fêmeas suínas gestantes (Landrace x Yorkshire – Danbred Brazil, Patos de Minas, MG, Brazil) com peso corporal de $217,7 \pm 28,7$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), 3 tratamentos e 50 repetições. Os tratamentos foram: T1- controle – sem fonte exógena de vit. D, T2 – Vitamina D (1,25-dihidroxitD₃ - forma ativa) e T3 - Vitamina D (25-OH-D₃ - forma circulante) fornecidos de acordo com a ordem de paridade da porca (1ª a 4ª) e peso corporal. A partir de 90 dias de gestação, os animais escolhidos para a suplementação das vitaminas naturais receberam uma pré-mistura *on top* na ração para que cada fêmea recebesse o respectivo tratamento de acordo com as recomendações dos fabricantes, sendo T2 (0,007 kg/porca/dia) e T3 (0,0002 kg/porca/dia).

Os animais foram alocados em gaiolas individuais, onde havia fornecimento de água *ad libitum* e arraçoamento de acordo com a fase de gestação que a fêmea se encontrava (TABELA 1).

Coleta de dados e parâmetros de desempenho

Todas as porcas foram pesadas em balança digital de 0,1 kg (KM3-N, Coimma, São Paulo, Brasil) e sua condição corporal foi avaliada por unidade de medida de Caliper no início do experimento (dia 90 de gestação), no dia 110 de gestação e ao desmame ($23 \pm 1,5$ dias após o parto). A avaliação da condição corporal com auxílio do Caliper foi realizada seguindo metodologia proposta por Knauer, (2015), onde o equipamento é colocado na posição da última costela da fêmea, e a leitura do resultado é feita de forma imediata e objetiva, considerando magra (1-12), ideal (13-15) e gorda (16-25).

No dia 110 de gestação, as fêmeas foram transferidas para as baias maternidade, onde receberam 3 kg/dia da dieta experimental, acrescida da fonte de vitamina D *on top*, de acordo com o respectivo tratamento, em baia individual, até o dia o parto. Após o parto, as porcas foram submetidas a um período de regime alimentar, que visa estimular a ingestão gradual de ração até o 4º dia pós-parto, dando início com 2 kg no dia seguinte ao parto e posteriormente receberam alimentação *ad libitum*.

Do início do parto até o desmame, foram analisadas as seguintes variáveis referentes ao desempenho reprodutivo das fêmeas: número total de nascidos; número de nascidos vivos; número de natimortos; número de mumificados; número de leitões nascidos com peso abaixo de 0,900 kg; Intervalo entre nascimentos; número de leitões após 24 hrs; Taxa de mortalidade da porca e dos leitões; Intervalo de desmame-cio; taxa de anestro e taxa de parto. Após o nascimento, os leitões foram pesados e identificados com tatuagem numérica. As leitegadas foram uniformizadas e pesadas novamente em até 24 horas após o parto.

O parto foi monitorado individualmente para calcular a duração do mesmo e o intervalo médio de nascimento. Após a expulsão do primeiro leitão e até a expulsão completa da placenta, o tempo foi cronometrado, visando determinar a duração total do parto em minutos. Para medir a concentração de glicose no sangue das fêmeas ao início e final do parto, utilizou-se um glicosímetro (G-Tech Free, Accumed-Glicomed © 2020), sendo considerado como início até o

nascimento do terceiro leitão e o final do parto após a expulsão completa da placenta. A coleta foi realizada quando as porcas se encontravam em decúbito lateral, em condições confortáveis, e eram massageadas na orelha visando aumentar a circulação sanguínea na região, e após punção, uma tira medidora de glicose era inserida sobre a gota de sangue, e posteriormente o resultado era exposto no monitor do glicosímetro.

Os leitões tiveram acesso ao *creep feed* a partir do 10º dia de via até o desmame (24 dias de vida). Ao desmame, as fêmeas foram novamente pesadas, e avaliou-se a condição de escore corporal e posteriormente retornaram para galpão gestação, seguindo o fluxo de produção da granja. Para determinar o intervalo de desmame/cio das fêmeas, considerou-se o número de dias entre o desmame e a próxima cobertura, sendo estimado sete dias para apresentação do próximo cio. As fêmeas em anestro são aquelas que não apresentaram sinais de cio nos primeiros 7 dias após o desmame, aumentando assim os dias não produtivos, sendo descartadas. Quanto a determinação da taxa de parto, calculou-se a porcentagem de fêmeas que tiveram cobertura confirmada para o novo ciclo.

Análises estatísticas

Os dados de desempenho produtivo foram submetidos a testes de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e posteriormente à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa R, considerando os efeitos do tratamento no desempenho das porcas e leitegadas ao nascimento. A ordem de parto das porcas foi usada como covariável no modelo. Os resultados considerados significativos em $P < 0,05$. Os valores médios foram comparados usando o teste de separação de média de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relacionados a escore corporal e peso inicial e final das fêmeas, intervalo desmame cobertura, taxa de parto e taxa de anestro não foram significativos ($P > 0,05$) e se encontram na TABELA 2. Já os resultados referentes ao tamanho da ninhada, peso da leitegada,

peso médio ao nascimento dos leitões, peso vivo dos leitões, peso médio dos leitões vivos, natimortos, mumificados, peso da placenta e eficiência placentária, duração de parto, tempo do último leitão, intervalo de nascimento, glicemia final e inicial são apresentados na TABELA 3. Os resultados obtidos eram esperados, visto que as dietas experimentais não foram formuladas com deficiência de Vitamina D.

A exigência de vitamina D varia de acordo com a fase em que os animais se encontram (gestação ou lactação), no entanto, quando ocorre deficiência, pode aumentar as perdas ósseas de Ca, e assim comprometer a longevidade dos animais. Além disto, o crescimento e desenvolvimento dos fetos contribuem para aumentar a exigência de Ca, assim como o processo de amamentação está associada ao aumento da renovação óssea, resultando na liberação de Ca do esqueleto materno (ZHANG et al., 2019). A vitamina D é convertida no fígado em 25(OH)D3, principal forma circulante no sangue, já nos rins, após uma nova hidroxilação na posição 1 dá origem à forma ativa, a 1,25-(OH)₂-D3. A forma ativa está associada ao metabolismo do cálcio e desempenha papel essencial no metabolismo ósseo (FLOHR et al. 2016; ZHOU et al., 2016).

Resultados semelhantes aos de outros autores que avaliaram diferentes fontes de vitamina D, ainda que em níveis diferentes (PANISSON et al., 2021; UPADHAYA et al., 2021; WANG et al., 2022). Deve-se atentar que a fonte da vitamina D na dieta dos animais, pode ou não ser favorecida no processo digestivo dos mesmos, onde a fonte de 25-OHD3 é absorvida de forma mais eficiente (BAR et al., 1980). Além disto, autores citam que a suplementação dietética de 25-OHD3 em vez da vitamina D3 convencional pode ter efeitos benéficos na saúde e aptidão dos suínos (DÖRHOF et al., 2022).

No presente estudo, os animais se encontravam em galpões fechados, e deste modo passando por restrição no contato com a incidência de luz solar. Em contanto com a luz solar, ocorrerá a síntese da pré-vitamina D3 a partir 7-desidrocolesterol sob a influência da radiação.

A absorção intestinal de vitamina D3 e 25-OHD3, oriunda de fontes exógenas, ocorre quase inteiramente no duodeno (GÓMEZ-VERDUZCO et al., 2013) e no jejuno superior (BAR et al., 1980) através da formação de micelas.

Diferentemente do presente estudo, fêmeas suínas foram expostas ao sol visando avaliar os efeitos da exposição a luz solar em condições de suplementação com 25-hidroxicolecalciferol (0 ou 50 µg) durante a gestação e lactação, em dois sistemas de alojamento, com e sem exposição solar. Neste estudo, observou-se que a alimentação voluntária não foi influenciada pela suplementação de 25-hidroxicolecalciferol, não afetando significativamente o peso corporal desses animais ($P > 0,10$) (PANISSON et al., 2021). Na oportunidade, não se observou diferença no desempenho sob parâmetros analisados para sistema de alojamento, tanto para a fêmea quanto para as ninhadas. As exigências de vitamina D aos animais devem ser reavaliadas, levando em consideração a estação do ano, latitude, pigmentação, sistema de criação entre outros, uma vez que níveis baixos de 25(OH)D3 podem interferir no metabolismo e saúde do animal (CHUN et al., 2019).

O tamanho da ninhada no presente estudo não teve efeito significativo quando se compara as fontes de vitamina D utilizadas. COFFEY et al., (2012), propuseram avaliar os efeitos de fontes de vitamina D, com níveis de inclusão em dietas contendo 62,5 µg/kg de vitamina D3 ou uma combinação de 12,5 µg/kg de vitamina D3 e 50 µg de 25-OHD3/kg, fornecidas antes da inseminação dos animais. Aos 90 dias de gestação, os animais foram abatidos, e observou-se que em marrãs, a dieta que continha 25-OHD3 mostrou-se mais eficiente em relação ao número de fetos por ninhada (12,7 vs. 10,2). Porém, corroborando com o presente estudo, resultados similares demonstraram que não houve efeito benéfico da 25-OHD3 sobre o número de leitões nascidos (FLOHR et al. 2016; WEBER et al., 2014; THAYER et al. 2019). Alguns autores evidenciam que a necessidade dos efeitos potenciais de 25-OHD3 no desempenho reprodutivo

devem, portanto, considerar uma administração precoce dos diferentes tipos de vitamina D (DÖRHOF et al., 2022).

O peso da leitegada apresentou resultado significativo, sendo as fêmeas do tratamento 1 (22.64kg) apresentou resultado superior aos tratamentos 2 e 3, respectivamente 21.23kg e 21.09kg ($P < 0,03$). Quando comparados os coeficientes de variação do peso das leitegadas e peso dos leitões vivos houve diferença significativa ($P = 0,05$), sendo a variação de peso das leitegadas e dos leitões maiores para os animais oriundos de fêmeas que receberam suplementação *on top* de vitamina D. Estes resultados contrapõem os achados de WEBER et al., (2014), que evidenciaram aumento em parâmetros como peso do leitão e da leitegada ao nascimento em porcas primíparas e múltiparas, alimentadas com 25OHD3 como fonte de vitamina D na dieta.

A suplementação de vitamina D não influenciou a taxa de leitões natimortos no presente estudo ($P < 0,05$). Entretanto, doses mais elevadas de vitamina D3 (35 e 50 $\mu\text{g/kg}$) em comparação com dosagem mais baixa (5 e 20 $\mu\text{g/kg}$), reduziram o número de leitões natimortos. Porém, assim como o presente estudo, a fonte de suplementação (vitamina D3 vs. 25-OHD3), não teve influência no número de leitões natimortos (LAURIDSEN et al., 2010).

Sob diferentes níveis de inclusão de 25-hidrocicolecalciferol, PANISSON et al., (2021) não observaram diferença significativa quanto ao peso médio ao nascimento dos leitões (em média 1,372 kg; ($P = 0,575$), não havendo diferença dentro dos tratamentos quanto ao número de leitões desmamados. Em estudo utilizando marrãs, as quais receberam inclusão de 25OHD3 antes da cobertura e aos 90 dias de gestação, houve o abate das fêmeas e obtiveram pesos de ninhada significativamente maiores ($P < 0,01$) em comparação com as marrãs do grupo controle que continham 2.500 UI de D3. Os autores justificaram que houve aumento significativo no tamanho da ninhada, sendo este de 2,5 fetos por ninhada, em comparação com marrãs não suplementadas ($P = 0,04$) (COFFEY et al., 2015).

As porcentagens de leitões mumificados não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Resultados opostos foram encontrados por COFFEY et al., (2015), os quais também compararam os mesmos tratamentos do presente estudo com a inclusão de 2 tratamentos de 25OHD3 e vitamina D3.

O escore e o peso inicial das fêmeas suplementadas com diferentes fontes de vitamina D não tiveram efeito significativo ($P < 0,05$), assim como o peso e escore ao desmame. Resultados similares foram encontrados por COFFEY et al. (2012) e ZHANG et al., (2019), além de outras variáveis dos autores como ganho de peso e espessura de toucinho durante a gestação, e ainda a perda de peso e espessura de toucinho durante a lactação. Estes resultados condizem com os obtidos por LAURIDSEN et al. (2010) que relataram que o fornecimento de 25(OH)D3 não influenciou a mudança de peso corporal e consumo médio diário de ração durante a lactação. No entanto, a suplementação materna com 25-OH-D3 melhorou o ganho médio diário dos leitões durante a lactação.

A suplementação de vitamina D não promoveu efeito significativo ($P < 0,05$) para as variáveis duração do parto, intervalo de nascimento e tempo de nascimento do último leitão. A duração do parto em fêmeas suínas modernas está diretamente ligada ao número de animais nascidos vivos, estando de acordo com o obtido no presente estudo, pois trata-se de animais com alta hiperprolificidade. As leitegadas oriundas de partos longos estão associadas à maior ocorrência de natimortos e menor vitalidade dos leitões, logo, a rápida e eficiente expulsão dos fetos é determinante para a sobrevivência dos leitões (TIAN et al., 2020). A vitamina D está associada com o metabolismo do Ca, da mesma forma é essencial para contração muscular, sendo que a hipocalcemia reduz as contrações do miométrio aumentando a duração do parto (SOBESTIANSKY et al., 1998). No presente estudo, nenhuma das fontes utilizadas foram capazes de reduzir o tempo de parto.

A glicemia inicial e final também não apresentaram efeitos significativos par a suplementação de diferentes fontes de vitamina D ($P<0,05$). As fêmeas suínas modernas reduzem o consumo de ração ou este se torna restrito nos dias que antecedem o parto, porém, há a necessidade de reserva energética para a eficiência no momento do parto. O baixo status glicêmico torna-se limitante para a captação de glicose circulante nos animais, podendo desacelerar as contrações uterinas que são essenciais para o momento do parto (FEYERA et al., 2018). No presente estudo, as fêmeas consumiam ração até o momento do parto, com isto esperava-se essas apresentassem maior aporte energético, o que possivelmente reduziria a duração do parto, no entanto, não foi evidenciado tais condições no presente estudo.

Para os parâmetros de eficiência placentária e peso da placenta também não foram observados resultados significativos ($P<0,05$). A eficiência placentária, ou seja, a capacidade de nutrição fetal, é extremamente importante durante o período de gestação, pois é através deste mecanismo que a fêmea repassa os nutrientes necessários para o desenvolvimento do feto, estando neste caso relacionado ao desempenho do neonato no pós-parto (MESA et al., 2012). Porém, no presente estudo não foi demonstrado efeito das fontes de vitamina D sobre este parâmetro.

Apesar da ausência de resultados do presente estudo, alguns autores evidenciam que a suplementação com vitamina D apresenta benefícios relacionados ao desempenho de crescimento, função imunológica, capacidade antioxidante e qualidade óssea em leitões desmamados (ZHOU et al., 2022). Assim como é importante ressaltar a origem da fonte da vitamina, assim como a quantidade adicionada às dietas, o período a qual os animais foram submetidos aos tratamentos e as condições ambientais utilizadas no estudo podem favorecer as diferenças dos resultados experimentais quando se utiliza vitamina D (ZHANG et al., 2021).

Os resultados referentes a leitões uniformizados, peso médio dos leitões uniformizados, peso da leitegada, número de leitões desmamados, peso médio de leitões desmamados,

mortalidade, leitões removidos e o número de leitões desmamados são apresentados na TABELA 4.

Os leitões uniformizados, peso médio dos leitões uniformizados e o peso da leitegada uniformizada não apresentaram efeito estatístico ($P < 0,05$). Assim como o número de leitões desmamados e o peso médio de leitões desmamados ($P < 0,05$). Alguns autores evidenciam que a vitamina D pode atuar na regulação da composição do leite, incluindo melhorias no teor de gordura, composição de ácidos graxos e disponibilidade da vitamina D. Além disto, há efeitos na mineralização óssea e no desenvolvimento do músculo esquelético de leitões (THAYER et al., 2019; ZHANG et al., 2019; ZHANG e PIAO 2020;). Porém, os resultados do efeito destes mecanismos de ação da vitamina D não foram evidenciados no presente estudo, não sendo capaz de influenciar o peso da leitegada e o peso médio de leitões desmamados.

ZHANG et al., (2019) encontraram efeitos significativos para peso da ninhada ao desmame e peso da ninhada utilizando a 25OHD3 como fonte de vitamina D. Também UPADHAYA et al. (2021) observaram efeito da suplementação de 25(OH)D3 na dieta da matriz, onde houve maior peso ao desmame e ganho de peso médio diário no pré-desmame dos leitões nascidos de porcas do grupo 25(OH)D 3 do que o grupo controle.

A mortalidade também não apresentou resultados significativos ($P < 0,05$), o mesmo foi visto para leitões removidos ($P < 0,05$). No presente estudo, os leitões que apresentavam maior mortalidade eram leitões com baixa viabilidade, além disso, apresentavam características de crescimento intrauterino retardado (CIUR), limitando o desenvolvimento destes. O número de leitões desmamados também não apresentou resultados significativos ($P < 0,05$), sendo estes resultados aproximados numericamente uns dos outros em todos os tratamentos.

Dentro dos parâmetros de intervalo desmame cio, anestro e taxa de parto (TABELA 5), não se observou diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$). Resultados opostos foram encontrados por COFFEY et al., (2012), que observaram efeitos na taxa de prenhez de

marrãs utilizando níveis de inclusão contendo 62,5 µg/kg de vitamina D3 ou uma combinação de 12,5 µg/kg de vitamina D3 e 50 µg de 25-OHD3/kg fornecidas, onde a taxa de prenhez aumentou 23% com a combinação das fontes de vitamina D.

CONCLUSÃO

A suplementação *on top* de diferentes fontes de vitamina D em dietas de fêmeas suínas hiperprolíficas no terço final de gestação não afeta o desempenho produtivo.

AGRADECIMENTO

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Danbred Brasil por fornecer instalações e animais.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG sob protocolo nº 257/2022.

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS E INTERESSES

Os autores declaram que não há conflito de interesses na execução deste trabalho. Todos os direitos da empresa parceira foram respeitados.

REFERÊNCIAS

- BAR, Arie et al. Absorption and excretion of cholecalciferol and of 25-hydroxycholecalciferol and metabolites in birds. **The Journal of nutrition**, v. 110, n. 10, p. 1930-1934, 1980. Doi: 10.1093/jn/110.10.1930.
- CHUN, Rene F. et al. Vitamin D binding protein and the biological activity of vitamin D. **Frontiers in endocrinology**, v. 10, p. 718, 2019. Doi: 10.3389/fendo.2019.00718.
- COFFEY, J. D. et al. Feeding 25-hydroxycholecalciferol improves gilt reproductive performance and fetal vitamin D status. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 11, p. 3783-3788, 2012. Doi: 10.2527/jas.2011-5023.
- DO NASCIMENTO MÓS, João Victor et al. Thermal comfort of sows in free-range system in Brazilian Savanna. **Journal of Thermal Biology**, v. 88, p. 102489, 2020. Doi: 10.1016/j.jtherbio.2019.102489.
- DÖRHOFF, M. L. et al. Dietary supplementation of 25-hydroxycholecalciferol as an alternative to cholecalciferol in swine diets: A review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 106, n. 6, p. 1288-1305, 2022. Doi: 10.1111/jpn.13768.
- FEYERA T., Pedersen T.F., Krogh U., Foldager L., Theil P.K. Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance, **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 6, p. 2320–2331, 2018. Doi:10.1093/jas/sky141.
- FLOHR, Joshua R. et al. Evaluating the impact of maternal vitamin D supplementation: I. Sow performance, serum vitamin metabolites, and neonatal muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 11, p. 4629-4642, 2016. Doi:10.2527/jas.2016-0409.

FLOHR, Joshua R. et al. Evaluating the impact of maternal vitamin D supplementation on sow performance: II. Subsequent growth performance and carcass characteristics of growing pigs.

Journal of Animal Science, v. 94, n. 11, p. 4643-4653, 2016. Doi: 10.2527/jas.2016-0410.

GÓMEZ-VERDUZCO, Gabriela; MORALES-LÓPEZ, Rene; AVILA-GOZÀLEZ, Ernesto.

Use of 25-hydroxycholecalciferol in diets of broiler chickens: effects on growth performance, immunity and bone calcification. **The Journal of Poultry Science**, v. 50, n. 1, p. 60-64, 2013.

Doi: 10.2141/jpsa.0120071.

KNAUER, Mark Thomas; BAITINGER, David John. The sow body condition caliper. **Applied**

engineering in agriculture, v. 31, n. 2, p. 175-178, 2015. Doi:10.13031/aea.31.10632.

LAURIDSEN, C. et al. Reproductive performance and bone status markers of gilts and lactating

sows supplemented with two different forms of vitamin D. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 1, p. 202-213, 2010. Doi: 10.2527/jas.2009-1976.

MESA, H.; CAMMACK, K. M.; SAFRANSKI, T. J.; GREEN, J. A.; LAMBERSON, W. R.

Selection for placental efficiency in swine: Conceptus development, **Journal of Animal Science**, Volume 90, Issue 12, December 2012, Pages 4217–4222. Doi: 10.2527/jas.2011-5001.

PANISSON, Josiane C. et al. Free-range system and supplementation of 25-

hydroxycholecalciferol increases the performance and serum vitamin levels in mixed-parity sows. **Animal Science Journal**, v. 92, n. 1, p. e13592, 2021. Doi: 10.1111/asj.13592.

REYES-CAMACHO, David, E. et al. 2020. Phytogetic actives supplemented in hyperprolific

sows: effects on maternal transfer of phytogetic compounds, colostrum and milk features, performance and antioxidant status of sows and their offspring, and piglet intestinal gene expression. **Journal of animal science**, v. 98, n.1, p. skz390. Doi:10.1093/jas/skz390.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, 1.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. (Ed.) Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa, Serviço de Produção de Informação, 1998. 388 p.

THAYER, Morgan T. et al. The effects of maternal dietary supplementation of cholecalciferol (vitamin D3) and 25 (OH) D3 on sow and progeny performance. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 692-708, 2019. Doi: 10.1093/tas/txz029.

TIAN, Min et al. Dietary fiber and microbiota interaction regulates sow metabolism and reproductive performance. **Animal Nutrition**, v. 6, n. 4, p. 397-403, 2020. Doi: 10.1016/j.aninu.2020.10.001.

UPADHAYA, Santi Devi et al. Dietary 25 (OH) D3 supplementation to gestating and lactating sows and their progeny affects growth performance, carcass characteristics, blood profiles and myogenic regulatory factor-related gene expression in wean-finish pigs. **Animal Bioscience**, 2021. Doi: 10.5713/ab.21.0304.

WANG, Kai et al. Effects of 25-hydroxycholecalciferol supplementation in maternal diets on reproductive performance and the expression of genes that regulate lactation in sows. **Animal Science Journal**, v. 91, n. 1, p. e13391, 2020. Doi: 10.1111/asj.13391.

WANG, Xinyao et al. Proteomics analysis reveals promotion effect of 1 α , 25-dihydroxyvitamin D3 on mammary gland development and lactation of primiparous sows during gestation. **Journal of Proteomics**, v. 268, p. 104716, 2022. Doi:10.1016/j.jprot.2022.104716.

WEBER, G. M. et al. Triennial Growth Symposium—Effects of dietary 25-hydroxycholecalciferol and cholecalciferol on blood vitamin D and mineral status, bone

turnover, milk composition, and reproductive performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 3, p. 899-909, 2014. Doi: 10.2527/jas.2013-7209.

ZHANG, Lianhua et al. Effects of maternal 25-hydroxycholecalciferol on nutrient digestibility, milk composition and fatty-acid profile of lactating sows and gut bacterial metabolites in the hindgut of suckling piglets. **Archives of animal nutrition**, v. 73, n. 4, p. 271-286, 2019. Doi: 10.1080/1745039X.2019.1620041.

ZHANG, Lianhua et al. Maternal 25-hydroxycholecalciferol during lactation improves intestinal calcium absorption and bone properties in sow-suckling piglet pairs. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1083-1094, 2019. Doi:10.1007/s00774-019-01020-0.

ZHANG, Lianhua; PIAO, X. Use of 25-hydroxyvitamin D3 in diets for sows: A review. **Animal Nutrition**, 2021. Doi: 10.1016/j.aninu.2020.11.016.

ZHOU, Hui et al. Improving maternal vitamin D status promotes prenatal and postnatal skeletal muscle development of pig offspring. **Nutrition**, v. 32, n. 10, p. 1144-1152, 2016. Doi: 10.1016/j.nut.2016.03.004.

ZHOU, Xingjian et al. Dietary supplementation of 25-hydroxyvitamin D3 improves growth performance, antioxidant capacity and immune function in weaned piglets. **Antioxidants**, v. 11, n. 9, p. 1750, 2022. DOI: 10.3390/antiox11091750.

Tabela 1: Níveis nutricionais – Gestação

Níveis nutricionais em gestação		
Programa de Arraçoamento	Gestação + Pré-parto	
Nutrientes	1-90 dias	91-112 dias
Proteína Bruta (%)	14,00	17,50
Fibra Bruta (%)	3,80 – 8,00	3,80 – 8,00
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2,90	3,33
Lisina Digestível (%)	0,65	0,90
Lisina Digestível:Energia Metabolizável	0,22	0,27
Cálcio Total (%)	0,85	0,85
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,45
Sódio (%)	0,23	0,23
Cromo (mg/kg)	0,20	0,20
Ferro (mg/kg)	100,00	100,00
Manganês (mg/kg)	50,00	50,00
Cobre (mg/kg)	37,50	37,00
Zinco (mg/kg)	170,00	170,00
Iodo (mg/kg)	1,00	1,00
Selênio (mg/kg)	0,40	0,40
Vitamina A (UI/g)	12,00	12,00
Vitamina D3 (UI/kg)	2,50	2,50
Vitamina E (UI/kg)	70,00	70,00
Vitamina K3 (mg/kg)	2,50	2,50
Vitamina B1 (mg/kg)	2,20	2,20
Vitamina B2 (mg/kg)	8,00	8,00
Vitamina B6 (mg/kg)	3,00	3,00
Vitamina B12 (Mcg/kg)	30,00	30,00
Niacina (mg/kg)	30,00	30,00
Ácido Pantotênico (mg/kg)	20,00	20,00
Ácido Fólico (mg/kg)	3,00	3,00
Colina (g/kg)	0,60	0,60
Biotina (mg/kg)	0,60	0,60

Tabela 2: Parâmetros das fêmeas suínas

Índices fêmeas suínas	Controle	1,25-OH ₂ -D ₃	25-OH-D ₃	EPM	p-valor
Peso inicial (kg)	218.59	216.93	217.67	2,33	0.75
Escore inicial	15.31	15.12	15.21	0,13	0.84
Peso pré-parto (kg)	242.36	242.48	247.08	2,31	0.32
Escore pré-parto	15.5	16.1	15.6	0,14	0.07
Peso desmame (kg)	222.92	216.10	222.20	2,86	0.21
Escore desmame	13.90	13.61	13.46	0,18	0.58
IDC (dias)	4.93	5.03	4.85	0,04	0.53
Taxa de anestro (%)	2	0	0	0,01	0.97
Taxa de parto (%)	100	95	96	0,01	0.24

IDC: índice desmame – 1ª cobertura (dias); EPM: erro padrão da média

Tabela 3: Parâmetros de parto

Índices de partos ²	Controle	1,25-OH ₂ -D ₃	25-OH-D ₃	EPM	p-valor
Nº de nascidos totais	17.87	17.77	17.46	0,29	0.55
Peso total da leitegada (kg)	22.64 ^a	21.23 ^{ab}	21.09 ^b	0,28	0.03
Peso médio dos leitões (kg)	1.288	1.259	1.267	0,01	0.76
CV peso da leitegada (%)	24,4 ^a	28,2 ^b	28,0 ^b	0,01	0.05
Nº de leitões vivos	15.89	15.48	15.44	0,28	0.57
Peso total leitões vivos (kg)	19.59	18.99	18.98	0,27	0.58
Peso médio dos leitões vivos (kg)	1.303	1.287	1.274	0,01	0.76
CV peso leitões vivos (%)	22,0 ^a	24,1 ^{ab}	25,6 ^b	0,01	0.05
Nº de leitões natimortos	1.38	1.28	0.95	0,14	0.17
Natimortos (%)	7.59	6.82	5.25	0,67	0.18
Nº de leitões mumificados	0.58	1.00	0.84	0,08	0.07
Mumificados (%)	2.99	5.26	4.67	0,46	0.19
Duração do parto (minutos)	418.30	404.53	394.13	10,19	0.53

Tempo do último leitão ao fim (minutos)	100.30	119.62	106.10	5,93	0.33
Intervalo de nascimento (minutos)	23.72	22.66	23.63	0,87	0.67
Glicemia inicial (mg/dL)	76.89	76.18	75.11	1,19	0.84
Glicemia final (mg/dL)	74.76	79.54	78.89	1,39	0.38
Peso da placenta (kg)	4.085	3.948	3.935	0,09	0.72
Eficiência placentária	5.54	5.44	5.45	0,08	0.89

²Número de nascidos totais, peso total da leitegada: leitões nascidos, incluindo morte ao nascer, natimortos e mumificados; Peso médio dos leitões: peso da leitegada/número total de leitões nascidos; CV: Coeficiente de variação dado pela função $CV = \sigma/\mu$; em que σ = desvio padrão; μ = média; EPM: erro padrão da média; Letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 4: Parâmetros de desmame

Índices de desmame	Controle	1,25-OH ₂ -D ₃	25-OH-D ₃	EPM	p-valor
Leitões uniformizados	16,34	16,65	16,62	0,10	0,61
Peso médio leitões uniform. (kg)	1,365	1,247	1,322	0,02	0,44
Peso total da leitegada uniform. (kg)	22,13	20,65	21,89	0,43	0,79
Leitões desmamados	14,08	14,11	14,12	0,12	0,93
Peso médio de leitões desmamados (kg)	5,966	5,765	5,973	0,09	0,42
Taxa de leitões mortos (%)	2,49	1,83	3,05	0,39	0,51
Taxa de leitões removidos (%)	13,24	13,31	12,42	0,83	0,78
Taxa de leitões desmamados (%)	80,70	74,18	75,66	2,22	0,73

EPM: erro padrão da média.

Tabela 5: Parâmetros pós desmame

Índices reprodutivos pós desmame	Controle	1,25-OH ₂ -D ₃	25-OH-D ₃	EPM	p-valor
IDC (dias)	4.93	5.03	4.85	0,04	0.53
Taxa de anestro (%)	2	0	0	0,01	0.97
Taxa de parto (%)	100	95	96	0,01	0.24

IDC: Intervalo desmame-cio; EPM: erro padrão da média.