

SUBSTITUIÇÃO DO FOSFATO BICÁLCICO POR FÓSFORO COMPLEXADO EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA CORDEIROS CONFINADOS

Nicolý Leon Brun¹, Thainara Tintori Falcão¹, Ariolino Moura de Oliveira Neto²,
Roberta de Lima Valença¹, Marco Túlio Costa Almeida¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, S/N - Guararema, 29500-000 - Alegre - ES, Brasil, leonbrun.nicolý@gmail.com, thainara.falcao@edu.ufes.br, roberta.valenca@ufes.br, marco.t.almeida@ufes.br,

²Nutrivet Brasil Nutrição Animal, Morungaba, São Paulo, Brasil, ariolino.neto@edu.ufes.br.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a substituição do fosfato bicálcico por fósforo complexado em dietas de alto concentrado para cordeiros confinados. Foram utilizados 40 ovinos mestiços (Santa Inês × Dorper), distribuídos em 12 baias coletivas em delineamento em blocos, de acordo com o peso inicial. Os tratamentos foram: 0,50% na MS de fósforo proveniente de fosfato bicálcico (controle); 0,50%; 0,20%; e 0,08% na MS com fonte de fósforo complexado. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) no peso vivo final e no ganho médio diário entre os tratamentos, indicando que a fonte e a dosagem de fósforo não constituiu fator limitante. Considerando que 0,08–0,50% de P na MS com fonte complexada não modificou peso final e ganho médio diário ($P > 0,05$), conclui-se que a dosagem de fósforo pode ser otimizada para níveis mais baixos sem perda de desempenho.

Palavras-chave: Desempenho. Formulação de ração. Mineral. Nutrição de ruminantes. Ovinocultura.

Área do Conhecimento: Zootecnia

Introdução

A busca por alternativas inovadoras de suplementação em sistemas intensivos de produção animal, tem recebido destaque pela necessidade de conciliar eficiência produtiva, sustentabilidade e viabilidade econômica. Na ovinocultura, estratégias que utilizam produtos regionais, subprodutos e coprodutos agrícolas vêm sendo exploradas como forma de reduzir custos, otimizar recursos locais e promover sistemas mais sustentáveis sem comprometer o aproveitamento pelo animal (BOUDALIA *et al.*, 2024).

A nutrição de ruminantes constitui um dos pilares para assegurar saúde, bem-estar e desempenho produtivo no setor, sendo dependente do fornecimento equilibrado de nutrientes como proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais (NRC, 2007). Entre os minerais de maior relevância na dieta desses animais está o fósforo (P), que se destaca pelo papel fundamental que exerce nos processos fisiológicos e metabólicos. É essencial para as funções vitais do animal e manutenção da microbiota ruminal, uma vez que os microrganismos dependem dele para sustentar sua atividade metabólica e, consequentemente, a eficiência digestiva e produtiva do hospedeiro (ZHAO, *et al.*, 2025).

Nos sistemas extensivos de produção, que utilizam predominantemente pastagens tropicais, a deficiência de fósforo é comum em razão da sua baixa concentração nas forrageiras, o que torna necessária a suplementação (TAPIA, *et al.*, 2020). Tradicionalmente, fontes inorgânicas como fosfato bicálcico ou monocalcico são utilizadas na formulação de dietas, porém, além do elevado custo, esses fosfatos podem apresentar aproveitamento limitado pelo animal (KOOLIVAND, *et al.*, 2018).

Diante desse cenário, o uso de fontes orgânicas ou complexadas de fósforo desponta como alternativa promissora, com potencial para oferecer maior biodisponibilidade e eficiência de absorção (BOUDALIA *et al.*, 2024). Contudo, a escassez de estudos avaliando o desempenho de ruminantes alimentados com essas fontes, em diferentes níveis de inclusão, ainda constitui uma lacuna científica relevante. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso de uma fonte complexada de fósforo, em dietas de alto concentrado (80% da matéria seca da dieta total) para cordeiros confinados, em diferentes níveis de inclusão (0,50; 0,20; 0,08% MS), comparando seu efeito à suplementação convencional com fosfato bicálcico (0,50% MS).

Metodologia

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Rive, e no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia, ambos pertencentes a Universidade Federal do Espírito Santo, campus de Alegre (ES). O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Espírito Santo (nº 005/2021).

O projeto contou com a utilização de 40 ovinos mestiços (Santa Inês × Dorper), machos e fêmeas, com idade de 6 a 7 meses, distribuídos em 12 baias coletivas equipadas com cochos e bebedouros de livre acesso. O confinamento ocorreu de 15 de outubro à 13 de dezembro de 2024, com período experimental de duração de 60 dias, sendo os 15 iniciais destinados à adaptação da dieta.

O delineamento experimental adotado foi em blocos, considerando o peso inicial dos animais como critério (leve, médio e pesado) Cada tratamento contou com três repetições, sendo cada baia considerada uma unidade experimental. A composição das baias foi ajustada de forma a garantir a representação dos blocos, contendo três animais, exceto uma baia coletiva de quatro animais.

Os tratamentos consistiam em uma dieta controle com fosfato bicálcico como fonte de fósforo em inclusão de 0,50% (T1), e os demais tratamentos com fonte de fósforo complexado em inclusões de 0,50% (T2), 0,20% (T3) e 0,08% (T4). O produto utilizado para fornecer o fósforo complexado foi o Tricinophós® (Nutrivet). Os concentrados foram formulados de maneira a manter a proporção dos ingredientes constante entre os tratamentos, variando apenas a fonte e o nível de inclusão de fósforo utilizado, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes (% na matéria seca - MS) das dietas experimentais para cada tratamento.

Ingredientes	% na MS			
	TR1	TR2	TR3	TR4
Silagem de milho	20,00	20,00	20,00	20,00
Milho, fubá	59,53	59,53	59,53	59,53
Farelo de soja	18,61	18,61	18,61	18,61
Ureia	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcário calcítico	0,86	0,86	0,86	0,86
Fonte de fósforo	0,50	0,50	0,20	0,08

TR1: Dieta com 0,50% de fósforo proveniente de fosfato bicálcico (controle). TR2: Dieta com 0,50% de fósforo complexado. TR3: Dieta com 0,20% de fósforo complexado. TR4: Dieta com 0,08% de fósforo complexado.

Fonte: A autora.

As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais de cordeiros em crescimento, segundo o NRC (2007), sendo compostas por 80% de concentrado e 20% de silagem de milho. A oferta foi ajustada diariamente de forma a permitir sobras de aproximadamente 5 a 10% da matéria seca oferecida.

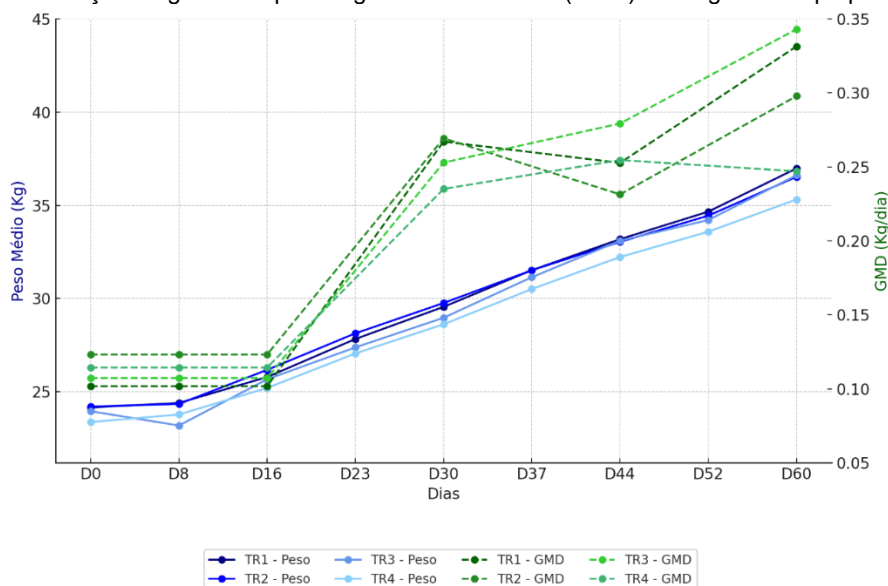
Semanalmente foi coletado referente a todas as baias, amostras de: sobras, fornecido e tratamentos. As amostras eram devidamente identificadas e armazenadas em congelador para posteriores análises bromatológicas. Em mesma frequência semanal, todos os animais do confinamento eram pesados no mesmo dia e horário da semana, a fim de estabelecer uma rotina e diminuir o stress e suas possíveis influências no desempenho.

Resultados

A figura 1 representa a evolução da média de peso vivo e ganho diário (GMD) dos animais ao longo do experimento, para cada tratamento avaliado. O eixo esquerdo representa o peso médio dos animais (kg), enquanto o eixo direito indica o GMD (kg/dia). As linhas sólidas em tons de azul mostram a progressão do peso médio ao longo dos dias, enquanto as linhas tracejadas em tons de verde representam a variação do GMD.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Figura 1. Evolução do ganho de peso e ganho médio diário (GMD) ao longo do tempo por tratamento.



Fonte: A autora.

O desempenho inicial dos animais apresentou comportamento semelhante entre os tratamentos até aproximadamente o 16º dia (D16), período que pode ser considerado como a fase de adaptação à dieta de alto concentrado. A partir desse ponto, observou-se incremento no ganho médio diário (GMD), com crescimento contínuo até o 30º dia (D30). Nesse momento, os tratamentos passaram a apresentar respostas diferenciadas, mantendo posteriormente tendências distintas de estabilização ou crescimento.

O peso vivo, por sua vez, apresentou trajetória ascendente em todos os tratamentos a partir do D16 até o final do confinamento, confirmando o avanço do desempenho ao longo do tempo. Entre os dias 30 e 44, verificou-se maior oscilação no GMD, refletindo possíveis variações na resposta dos animais frente às dietas testadas.

O peso médio inicial variou entre 23,37 kg e 24,21 kg, sem diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). Da mesma forma, aos 30 dias e aos 60 dias, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P > 0,05$, Tabela 2).

Tabela 2. Peso médio e ganho médio diário (GMD) dos animais ao longo do experimento, de acordo com os diferentes níveis de fósforo na dieta.

Item	Tratamentos				EPM	P-Valor
	TR1	TR2	TR3	TR4		
Peso, D0 (kg)	24,16	24,21	23,95	23,37	0,8333	0,7268
Peso, D30 (kg)	29,56	29,76	28,97	28,62	0,9305	0,5784
Peso, D60 (kg)	36,98	36,53	36,61	35,31	1,0277	0,5477
GMD, D30 (kg/dia)	0,267	0,269	0,253	0,235	0,0101	0,5755
GMD, D60 (kg/dia)	0,221	0,213	0,218	0,206	0,0065	0,4381

EPM: Erro padrão da média; DO: Dia inicial do confinamento; D30: Dia 30 do confinamento; D58: último dia do confinamento; CMS: Consumo de matéria seca. TR1: Dieta com 0,50% de fósforo proveniente de fosfato bicálcico (controle). TR2: Dieta com 0,50% de fósforo complexado. TR3: Dieta com 0,20% de fósforo complexado. TR4: Dieta com 0,08% de fósforo complexado.

Fonte: A autora.

O GMD seguiu um padrão semelhante, com um aumento expressivo após D16, refletindo um maior crescimento dos animais. No entanto, não houve efeito significativo dos tratamentos sobre essa variável. Aos 30 dias, o GMD variou de 0,235 a 0,269 kg/dia, enquanto aos 60 dias os valores oscilaram entre 0,206 e 0,221 kg/dia, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Os animais alimentados com a dieta contendo 0,50% de fósforo proveniente de fosfato bicálcico apresentaram tendência a maiores valores de peso médio e GMD, sugerindo uma possível vantagem na conversão alimentar, mas sem diferenças estatisticamente comprovadas. Já aqueles que receberam a dieta com 0,08% de fósforo complexado, apesar de também apresentarem crescimento ao longo do experimento, exibiram valores ligeiramente menores de GMD em alguns momentos.

Além disso, nota-se que o GMD não apresentou um crescimento linear, mas sim algumas oscilações ao longo do experimento. Entre D30 e D44, alguns tratamentos mostraram uma leve redução temporária no GMD, e a partir do D52, houve uma nova tendência de aumento do GMD, sugerindo um crescimento compensatório.

Discussão

O presente estudo demonstrou que não houve diferença estatística significativa no desempenho dos ovinos entre as fontes e dosagens de fósforo testadas, com aumento progressivo do peso vivo entre todos os tratamentos ao longo do experimento, indicando que a dieta ofertada foi capaz de atender às exigências nutricionais dos animais, sugerindo que a fonte de fósforo e a dosagem não foram um fator limitante para o desempenho dentro dos níveis avaliados (ZHAO *et al.*, 2025).

A ausência de diferença estatística no desempenho entre os tratamentos sugere que a fonte de fósforo complexado foi capaz de suprir as exigências nutricionais dos cordeiros, mesmo em dosagens inferiores às recomendadas na literatura. Níveis de 0,20% e 0,08% de P na MS apresentaram resultados equivalentes aos observados com 0,50% de P proveniente do fosfato bicálcico (NRC, 2007). Esses achados indicam que, com o uso do fósforo complexado, é possível reduzir a inclusão do mineral na dieta sem comprometer a absorção ou o desempenho zootécnico dos animais.

De forma semelhante, Rajaei-Sharifabadi *et al.* (2024) observaram que a substituição de fontes minerais inorgânicas tradicionais por alternativas orgânicas ou complexadas também não comprometeu o desempenho dos animais. Este dado evidencia a viabilidade nutricional na substituição de um ingrediente convencional como fonte de fósforo (fosfato bicálcico) pelo produto testado, com fósforo complexado.

A fonte de fósforo na dieta do ovino pode ditar o aproveitamento da mesma pelo animal, sendo uma relação inversamente proporcional ao resíduo deixado no ambiente, confirmando a teoria que nas menores dosagens fornecidas, houve eficiência na absorção do nutriente pelo animal e com isso excretaria menores valores residuais (ZHAO *et al.*, 2025).

O comportamento oscilatório observado no GMD entre D30 e D44 e a recuperação do desempenho após o dia 52 sugerem a ocorrência de crescimento compensatório, um fenômeno adaptativo comum em ovinos submetidos a restrições temporárias ou ajustes digestivos. Estudos com cordeiros Dorper x Santa Inês demonstraram que a realimentação após um período de restrição alimentar pode desencadear forte resposta compensatória, com aumento expressivo no ganho de peso e eficiência no consumo de matéria seca (TEIXEIRA *et al.*, 2022).

Este comportamento oscilatório pode refletir ajustes fisiológicos à dieta de alto concentrado e variações individuais na adaptação ruminal e até mesmo efeitos de competição social no consumo, fatores comuns em sistemas de confinamento (GIGER-REVERDIN *et al.*, 2014).

Embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa, observou-se uma tendência de melhor desempenho com o uso do fosfato bicálcico, possivelmente em razão de sua elevada solubilidade e biodisponibilidade, características já descritas na literatura (BOUDALIA *et al.*, 2024). Em contrapartida, o fósforo presente em formas associadas a compostos orgânicos pode ter a disponibilidade limitada por fatores como a estabilidade da molécula e a interação com outros minerais no trato digestivo. Estudos comparativos indicam que a utilização de fontes alternativas pode ser viável, mas a resposta zootécnica depende tanto do nível de inclusão, quanto da composição química específica do suplemento (NRC, 2007).

Conclusão

A substituição do fosfato bicálcico por fósforo complexado em dietas de alto concentrado para cordeiros confinados não comprometeu o desempenho zootécnico, uma vez que não foram observadas diferenças significativas no peso vivo e no ganho médio diário entre os tratamentos. Mesmo em níveis de inclusão inferiores ao recomendado em literatura (0,20% e 0,08% da MS), o fósforo complexado atendeu às exigências nutricionais dos animais, apresentando resultados semelhantes ao fosfato bicálcico. Dessa forma, o uso do produto com fósforo complexado configura-se como alternativa viável e segura para suplementação mineral em sistemas de confinamento de ovinos, além de representar uma estratégia potencialmente mais sustentável para a ovinocultura intensiva, ao recomendar-se dosagens menores.

Referências

- BOUDALIA, S. *et al.* Alternative Approaches to Feeding Small Ruminants and Their Potential Benefits. **Animals**, v. 14, n. 6, p. 904, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14060904>
- GIGER-REVERDIN, S. *et al.* Effect of concentrate level on feeding behavior and rumen and blood parameters in dairy goats: Relationships between behavioral and physiological parameters and effect of between-animal variability. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, p. 4367-4378, 2014.
- KOOLIVAND, A. *et al.* Feeding di-ammonium phosphate as a phosphorous source in finishing lambs reduced excretion of phosphorus in feces without detrimental effects on animal performance. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p 527-532, 2018.
- NRC, National Research Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, DC: The National Academies Press, 2007. <https://doi.org/10.17226/11654>.
- RAJAEI-SHARIFABADI, H. *et al.* Effect of Partial or Complete Replacement of Dietary Inorganic Trace Minerals Supplement with an Advanced Chelated Source on Nutrient Digestibility in Sheep. **Animals**, 14, 3182, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14223182>
- TAPIA, J. C. M. *et al.* Effect of Mineral Supplementation on the Macromineral Concentration in Blood in Pre- and Postpartum Blackbelly Sheep. **Animals**, v. 10, n. 1206, p 1-9, 2020.
- TEIXEIRA, A. B. M., *et al.* Effect of refeeding on growth performance, blood metabolites and physiological parameters of Dorper X Santa Ines lambs previously subjected to feed restriction. **Animal Production Science**, v. 62, n. 15, p. 1459-1470, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN21362>
- ZHAO, S. *et al.* The impact of dietary phosphorus levels on growth, slaughter, and digestive metabolism in growing sheep. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 12, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1489948>

Agradecimentos

O presente trabalho contou com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) – Edital 179/2024; da Universidade Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, pela disponibilização da infraestrutura; bem como da equipe da Fazenda Experimental de Rive pelo suporte técnico e colaboração durante a execução do estudo.