



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA CAMPUS DE
BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL E VITAMÍNICA
INJETÁVEL NA QUALIDADE SEMINAL E CONCENTRAÇÃO DE
TESTOSTERONA EM OVINOS**

ESTEVAM RODRIGUES DE SOUZA

Botucatu, SP
Abril – 2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Souza, Estevam Rodrigues de.

Avaliação da suplementação mineral e vitamínica injetável
na qualidade seminal e concentração de testosterona em ovinos
/ Estevam Rodrigues de Souza. - Botucatu, 2023

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia

Orientador: Eunice Oba

Capes: 50504002

1. Ovinos. 2. Elementos-traços na nutrição animal.
3. Alimentos funcionais. 4. Hormônios. 5. Testosterona.
6. Sêmen. 7. Análise do sêmen.

Palavras-chave: Elementos-traço; Hormônios; Nutracêutico;
Ovinos; Sêmen.

Nome do autor: Estevam Rodrigues de Souza

Título: AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL E VITAMÍNICA INJETÁVEL NA QUALIDADE SEMINAL E CONCENTRAÇÃO DE TESTOSTERONA EM OVINOS

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Eunice Oba

Presidente e orientadora

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal FMVZ - UNESP Botucatu /SP

Dra. Viviane Maria Codognoto

Membro titular

Autônoma

Dra. Ariane Dantas

Membro titular

Departamento de Melhoramento e Nutrição FMVZ - UNESP Botucatu /SP

Data da Defesa, 28 de abril de 2023.

RESUMO

DE SOUZA, E. R. (2023). **Avaliação da suplementação mineral e vitamínica injetável na qualidade seminal e concentração de testosterona em ovinos**. Botucatu, 2023, 69 p. Defesa (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal.

A pecuária brasileira tem destaque acentuado quanto a sua participação no produto interno Bruto nacional (PIB), entretanto, dentro da cadeia produtiva das proteínas de origem animal, a ovinocultura ainda se apresenta como uma atividade com pouca expressividade e tecnificação frente a outras espécies animais domésticas, desta forma seu fomento e próspero desenvolvimento é dependente de inúmeros fatores, sendo que destes o correto manejo reprodutivo de espécies, a escolha de raças autóctones ou do exterior com boa adaptabilidade para serem criadas em regiões de clima tropical e subtropical encontrados no Brasil e a correta seleção quanto a características reprodutivas de matrizes e principalmente de jovens carneiros cujos quais se deseja utilizar como reprodutores em rebanhos que buscam a constante evolução produtiva se faz muito importante. Tal cenário traz à tona a importância da realização de estudos referentes a suplementação de elementos como vitaminas e microminerais, que embora não sejam os maiores constituintes das dietas ofertadas aos animais de interesse zootécnico, exercem grande influência não só no crescimento e desenvolvimento do tecido muscular como também podem estar positivamente correlacionados quanto aos aspectos reprodutivos. O presente trabalho objetivou a avaliação da qualidade seminal e morfometria testicular de carneiros púberes submetidos a suplementação injetável de minerais e vitaminas, sendo utilizados 30 reprodutores divididos em três grupos de dez animais cada, com delineamento dos grupos inteiramente casualizado. Ao primeiro grupo foi administrada suplementação vitamínica e mineral (Grupo VM), no segundo grupo houve apenas suplementação vitamínica (Grupo VIT) e no terceiro grupo a suplementação mineral (Grupo MIN). No presente trabalho buscou-se avaliar os efeitos da aplicação de complexo vitamínico e mineral sobre a qualidade do sêmen ovino, medidas morfométricas testiculares e alteração nas concentrações dos hormônios cortisol e testosterona.

Palavras chave: elementos-traço, hormônios, nutracêutico, ovinos, sêmen.

ABSTRACT

DE SOUZA, E. R. (2023). **Evaluation of mineral and vitamin supplementation injection on seminal quality and testosterone concentration in sheep**. Botucatu, 2023, 69 p. Defesa (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal.

Brazilian livestock has a strong emphasis in terms of its participation in the Gross National Product (GDP), however, within the production chain of animal proteins, sheep farming still presents itself as an activity with little expressiveness and technology compared to other domestic animal species. In this way its promotion and development depends on the correct methods, which are the reproductive of sheep species, the choice of indigenous or foreign breeds with good adaptability to be created in tropical and subtropical regions found in Brazil and the correct selection of selected animals and selection of products that are very important for the demand for products of constant breeding. This scenario leads to the development of important studies for the supplementation of such vitamins and trace minerals, which, although not the largest components of diets, exert a great influence not only on the growth of muscle tissues but can also be positively correlated with their reproductive aspects. The present evaluation of seminal quality and testicular morphometric of pubertal animals includes an injectable supplement of vitamins and minerals, using 30 sires distributed in three groups of animals each, with a completely random design of the products. The first supplementary group was given the mineral supplement (VM Group) in the second group only vitamin supplementation (VM Group) and the mineral supplementation group (MIN Group).

Key words: nutraceutical, semen, sheep, testosterone, trace elements.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A produção de proteína animal brasileira destaca-se por diversos produtos, sendo um deles os produtos oriundos do rebanho ovino existentes no país. Em 2020, segundo IBGE, o Brasil atingiu a marca de aproximadamente 20,6 milhões de cabeças da espécie, valor este 3,28% superior às estimativas do contingente de animais existentes no ano de 2019. Apesar deste aumento significativo e do grande número de animais abatidos, o mercado interno consumidor ainda necessita de importações, a fim de suprir a demanda interna que, segundo o Instituto Nacional de Carnes do Uruguai (INAC), importou cerca de 2.510 toneladas equivalente carcaça de carne de cordeiro do Uruguai no ano de 2021, devido à avidez da população brasileira por essa proteína animal.

A suplementação mineral tem sido apontada como uma alternativa eficaz para o aumento dos índices reprodutivos em ovinos. De acordo Torres et al. (2018), a adequada suplementação mineral proporciona uma melhora significativa na eficiência reprodutiva, resultando em um aumento na taxa de concepção e na redução da incidência de aborto em ovelhas. Além disso, segundo as conclusões de Aboelenain et al. (2020), a suplementação mineral balanceada, incluindo microminerais como zinco, cobre, selênio e manganês, desempenha um papel essencial na regulação hormonal, desenvolvimento adequado dos testículos e otimização da função reprodutiva em ovinos machos

Portanto, se mostrando assim como uma estratégia promissora para melhorar os índices reprodutivos e a saúde reprodutiva desses animais. Para aumentar os índices produtivos de ovinos, uma alternativa é a melhoria em seus índices reprodutivos, Visto que a eficiência reprodutiva está relacionada diretamente com a nutrição do rebanho, alternativas voltadas para a melhoria no estado nutricional dos animais pode ser um ponto importante a se considerar para o aumento dos índices reprodutivos e produtivos em ovinos, dada que a carência nutricional leva a alterações nas concentrações hormonais que irão causar danos a produção espermática (PUNAB et al., 2017), refletindo significativamente na fertilidade do rebanho (GRILLO et al., 2015).

Dessa forma se faz necessário a suplementação vitamínico mineral, uma vez que os corretos índices reprodutivos estão ligados às exigências nutricionais de cada espécie, evitando assim baixos índices reprodutivos e possibilitando que animais de alto mérito genético sejam utilizados na reprodução (STRADAIOLI et al., 2004; GRILLO et al., 2015).

A oferta de níveis ideais ou a correção de minerais em sistemas de produção ovina apresenta-se como prática viável, principalmente quando é desejada maximização da produtividade desta espécie animal, a correta administração é de grande valia para as funções vitais, pois a carência destes podem ocasionar prejuízos ao desenvolvimento e manutenção facilitando assim, ocorrência de doenças e problemas reprodutivos devido à queda na fertilidade de reprodutores e matrizes (SILVA SOBRINHO & SILVA, 2000).

Contudo, a forma como os minerais e vitaminas são ofertados aos animais ainda é um problema, visto que a suplementação via dieta não é precisa em relação a quantidade de ingestão ideal (referência). Métodos alternativos a aplicação subcutânea ou intramuscular, vem demonstrando bons resultados e tem sido caracterizada como suplementação nutracêutica (CAZAROTTO, 2018).

Assim, estudos investigando a suplementação mineral e vitamínica sobre parâmetros seminais e outras características reprodutivas se fazem importantes, já que a presença destes elementos, por vezes, é encontrada em quantidades inferiores às exigências nutricionais de cada espécie na dieta ofertada. Por sua vez, a suplementação destes é manejo nutricional comum entre os pecuaristas e pode trazer uma série de benefícios tanto à produção quanto à reprodução animal. A suplementação injetável, ou nutracêutica traz vantagens quanto a sua forma de administração, principalmente relacionadas a sua efetividade e garantia da quantidade de composto disponibilizado aos organismos, permitindo assim precisão nas análises de dados e a importância que estes compostos podem trazer de maneira benéfica contribuindo para a reprodução e consequente desenvolvimento da cadeia ovinocultura brasileira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características morfofuncionais reprodutivas

Nas espécies mamíferas de interesse zootécnico, os testículos apresentam subdivisão em dois compartimentos dadas suas características morfológicas funcionais (MURTA, 2013). A primeira subdivisão trata-se de compartimento tubular responsável por cerca de 85% de todo o volume testicular, este é constituído por epitélio germinativo e enovelamento de estruturas internas (Queiroz & Cardoso, 1989; Wrobel al., 1995, Murta, 2013) enquanto que o segundo compartimento trata-se do espaço intertubular, constituído por tecido conjuntivo que abriga vasos linfáticos e sanguíneos, nervos e as células de leydig (SETCHELL, 1991).

Na espécie ovina, o período de maior desenvolvimento corpóreo ocorre entre as fases pré-púbere e de maturidade sexual, período marcado também pelo aumento da circunferência escrotal, importante medida associada à precocidade sexual e qualidade do sêmen, fatores estes que são correlatos e de grande importância quanto a avaliação e potencial reprodutivo de machos que se destinam a reprodução (HOCHEREAU-DE-REVIERS et al., 1990).

Em comparação a outras espécies ruminantes, a puberdade ocorre de maneira precoce nos borregos, por volta dos 6 meses, e está ligada a fatores como raça, visto que animais lanados tendem a maior precocidade sexual que animais deslanados, grupo genético, linhagem e também ao peso corporal, sendo que para a detecção do início da puberdade se faz necessário uma avaliação andrológica, onde os animais devem apresentar padrões espermáticos mínimos como motilidade superior a 10% e concentração de 50×10^6 espermatozoides/ml. (SAAED & ZAID, 2018).

A espécie expressa algumas características fenotípicas que podem servir como indicativo das condições reprodutivas, fatores estes que tornam importante a criteriosa seleção dos machos que se deseja utilizar como reprodutores, já que os indivíduos dotados de alto desempenho reprodutivo, provavelmente servirão a maior número de fêmeas em breve período de tempo, aumentando a disseminação de material genético e trazendo maior retorno produtivo e, conseqüentemente, financeiro ao produtor (referência).

Dentre as características relacionadas ao bom desempenho, aquelas correlacionadas com as medidas testiculares devem ser bem avaliadas, pois são de fácil aferição e podem predizer dados importantes como a produção espermática desses animais (SNOWDER et al., 2002; MAIA et al. 2011). Em bovinos, por exemplo, as medidas de perímetro escrotal não só trazem importantes informações sobre o estado reprodutivo do animal, como tem forte correlação genética com as fêmeas aparentadas em características como precocidade sexual e idade ao primeiro parto (BOLIGON et al., 2008).

Nos ovinos o tamanho da circunferência escrotal tem sido amplamente reconhecido como um importante indicador da capacidade reprodutiva desses animais (MOGHADDAM.,2012). Segundo Silva et al. (2002), a circunferência escrotal está positivamente correlacionada com parâmetros reprodutivos, como a produção de sêmen, o volume ejaculado e a concentração espermática. Além disso, a circunferência escrotal está associada à precocidade sexual, sendo um fator determinante na seleção de reprodutores com maior potencial reprodutivo, dessa forma desempenhando papel crucial na avaliação da qualidade reprodutiva desses animais (MEZA-HERRERA et al, 2022).

Outro fator importante é a qualidade seminal, medidas pertinentes a este requisito devem ser: cor pérola e volume do ejaculado variável de 0,5 a 2,5 mL, enquanto que a concentração espermática pode variar de dois a cinco bilhões de espermatozoides por mL. Sob boas condições de hígidez e bom escore corporal, é possível que sejam observados ejaculados com valores acima de 90% de motilidade e concentrações espermáticas acima de 3 bilhões (MAIA et 234 al. 2011).

2.2. Espermatogênese

A espermatogênese é um processo complexo de formação dos espermatozoides nos túbulos seminíferos dos testículos. Em ovinos, essa fase tem uma duração média de 42,3 dias, enquanto o ciclo do epitélio seminífero, que envolve a multiplicação e a diferenciação das células germinativas, têm uma duração média de 10,5 dias (RIVIERS et al., 1987). A microarquitetura do parênquima testicular desempenha um papel fundamental na regulação desse processo espermatogênico. A relação existente entre os

diferentes tipos celulares presentes nos túbulos seminíferos, influenciada diretamente pela dieta do animal, desempenha um papel importante na regulação e no controle do processo espermatogênico (YANG et al., 2020).

A espermatogênese em ovinos segue um processo composto por três etapas distintas, determinadas pelas alterações morfofuncionais das células envolvidas (AMANN e SCHANBACHER, 1983). A primeira etapa é conhecida como fase proliferativa, na qual ocorre a multiplicação celular por meio de mitose das células espermatogoniais do tipo A. Essa multiplicação é essencial para gerar novas células, que podem se diferenciar em espermatogônias tipo B e dar continuidade ao processo espermatogênico, enquanto outra parte é preservada para futuras multiplicações. Ao final dessa etapa, as células do tipo B passam por mitose e dão origem aos espermátócitos primários em pré-leptóteno (JONHSON et al., 2000).

Durante a etapa meiótica, que constitui a segunda fase do processo espermatogênico, os espermátócitos primários passam por uma primeira divisão meiótica reducional, resultando na formação de espermátócitos secundários. Esses espermátócitos secundários, por sua vez, sofrem uma nova divisão meiótica, dando origem às espermatídes arredondadas (AMANN e SCHANBACHER, 1983). Na terceira fase, conhecida como espermiogênese, cada espermatíde arredondada passa por mudanças morfológicas e diferencia-se em espermatídes alongadas. Durante esse processo, ocorre o desenvolvimento do flagelo e do acrossoma, transformando as espermatídes em espermatozoides funcionais que podem ser liberados no lúmen dos túbulos seminíferos por meio da espermição (JOHNSON et al., 2000).

De acordo com Martins et al. (2008), o peso testicular e a circunferência escrotal em carneiros exercem uma influência direta sobre os aspectos espermatogênicos do animal. Existe uma relação de proporcionalidade entre o volume e o comprimento dos túbulos seminíferos, o número de células de Sertoli, espermatogônias tipo A, espermátócitos em paquíteno, espermatídes arredondadas por seção de túbulo seminífero e por testículo, bem como o número de espermatídes por célula de Sertoli e por espermatogônia tipo A. Esses fatores são importantes para o entendimento e a avaliação da espermatogênese em ovinos.

De acordo com Boujrad et al. (1995), o número de células de Sertoli e espermatogônias desempenham um papel crucial no controle da produção diária de espermatozoides. As células de Sertoli iniciam seu desenvolvimento durante a fase fetal e aumentam em quantidade aproximadamente cinco vezes até a puberdade (RIVIERS et al., 1987). Esse número pode ser influenciado pela composição e quantidade de alimento fornecido à mãe durante a gestação, afetando também a contagem total de células durante a fase adulta do animal e, conseqüentemente, reduzindo a produção de espermatozoides (CIGANKOVA, 1983).

2.3 Testosterona

Os hormônios esteroides têm importante função na manutenção e correto funcionamento testicular e conseqüentemente do sistema reprodutor masculino, além de influenciar características fenotípicas como características corporais masculinas típicas de machos adultos (FRIENDEN & LIPNE, 1975).

A testosterona é um hormônio composto por 19 átomos de carbono e tem sua produção nas células de Leydig presentes nos testículos, sendo controlada pelo hormônio luteinizante (LH), gonadotrofina produzida na hipófise (STABENFELDT & EDQVIST, 1993). Segundo Veeramachaneni et al. (1986) um fator de manutenção e regulação produzido pelas células de Sertoli é responsável pelo controle das células de Leydig, sendo citado fator correlacionado a retroalimentação local dos túbulos seminíferos e interstício testicular, tendo a capacidade de modular em maior ou menor sensibilidade às células de Leydig ao LH circulante. A produção de testosterona se dá a partir de uma relação entre as células de Sertoli e de Leydig no que diz respeito à produção e liberação de testosterona, a qual tem fundamental importância no processo da produção de espermatozoides (PINEDA, 1989).

Sua presença estimula o crescimento e desenvolvimento testiculares, além de atuação nos últimos estágios da espermatogênese, prolongando a vida útil das células espermáticas durante sua permanência no epidídimo e promovendo desenvolvimento da atividade secretora dos órgãos acessórios masculinos (AGUIAR et al, 2006).

A testosterona atua também na presença ou não de libido que os machos apresentam e conseqüentemente no número de coberturas que o reprodutor pode realizar

em regimes onde a estação de monta é realizada de forma natural (HAFEZ & HAFEZ, 2004; GUYTON & HALL, 2021). Segundo Pacheco e Quirino (2010), ovinos machos sexualmente maduros têm seu comportamento sexual influenciado em maior parte pelos níveis de testosterona plasmática do que propriamente por estímulos externos, como a exposição a fêmeas. Além disso, animais que contêm maiores concentrações de testosterona, investem a maior parte do seu tempo junto ao rebanho expressando comportamentos relacionados à reprodução como monta e número de ejaculações efetuadas (PACHECO et al, 2010).

2.4 Cortisol

A definição de estresse pode ser dada a partir de alterações na homeostasia do organismo que estão associadas a alterações que podem ocorrer a nível hormonal, de receptores, enzimas e metabólitos. Tendo como consequência ocorrem alterações bioquímicas, imunológicas, comportamentais e produtivas. De modo geral, a definição de estresse fisiológico é dada como alteração dos níveis plasmáticos de cortisol (MÖST & PALME, 2002).

Na espécie ovina, os valores basais de cortisol podem variar entre 6 ng/mL e 20 ng/mL (ENCARNAÇÃO, 1989; MINTON et al., 1995). É grande o número de manejos que se pode realizar rotineiramente junto aos animais e que se associam ao estresse e ao aumento da concentração de cortisol (FULKERSON & JAMIESON, 1982; GOREWITT et al., 1992; TANCIN et al., 1995). Pode-se citar entre eles desmame, a vacinação e o casqueamento, e outras atividades, que são correlacionadas negativamente ao incremento de cortisol plasmático (RUSHEN et al., 2001; NEGRÃO et al., 2003).

Starling et al (2005)0, ao realizarem estudo utilizando carneiros da raça Corriedale, verificou que aqueles animais submetidos ao estresse térmico apresentaram maiores concentrações de cortisol (50,5 ng/mL) quando em comparação aos animais que não foram submetidos ao mesmo agente estressor. Já Hargreaves & Hutson (1990), ao se valerem da tosquia como agente estressor, observaram picos de cortisol que chegaram a 26,3 ng/mL, nível inferior ao verificado no estudo com estresse pelo calor. Dentre as diversas formas aferição da capacidade da resposta de animais domésticos frente às situações consideradas estressantes, a administração exógena de hormônio

adrenocorticotrófico (ACTH) se mostra a mais eficiente, pois tal hormônio estimula o córtex da adrenal a aumentar a secreção de cortisol, que rapidamente desencadeia uma série de efeitos metabólicos propiciando condições necessárias para que a homeostasia seja restabelecida (MORMÈDE et al., 2007). Diversos experimentos já foram realizados e provaram a associação entre a administração exógena de ACTH e o estresse em animais (NEGRÃO et al., 2004). Diferentes estudos foram executados chegando à conclusão que colheita de sangue realizada 60 minutos após a indução do estresse é interessante para detectar-se a máxima concentração do hormônio (SHAMAY et al., 2000), como verificado para bovinos (PACAK & PALKOVITS, 2001; NEGRÃO et al., 2004), caprinos (TOERIEN et al., 1999) e ovinos (RODRIGUES, 2010).

2.5 Vitaminas

As vitaminas, são compostos orgânicos que possuem distintas funções no organismo animal, dentre eles são importantes na atuação de cofatores de enzimas ou elementos reguladores. Muitos dos processos metabólicos que ocorrem são desencadeados ou até mesmo controlados por diferentes grupos vitamínicos (GUILLAND et al., 1995).

A depender da ocasião, torna-se necessária a suplementação de vitaminas, aumentando assim seus valores junto ao organismo. Isso ocorre principalmente em casos onde há problemas que atentem contra a higidez e sanidade animal. Ao realizar ensaios ou experimentos onde se tem como foco respostas imunológicas a fim de dimensionar o efeito das vitaminas, as exigências se mostram superiores às utilizadas apenas medidas de produção ou reprodução (MAVROMICHALIS et al, 1999).

2.5.1 Vitamina A

A vitamina A desempenha papel crucial na saúde e no funcionamento adequado de organismos animais. É essencial para a visão, o crescimento, a reprodução e a saúde imunológica. Embora seja encontrada em alimentos de origem animal, como fígado, ovos e laticínios, também pode ser obtida a partir de fontes vegetais, uma vez que as plantas contêm carotenoides, precursores da vitamina A (MEDEIROS & PAULINO, 1999).

Segundo Tanumihardjo (2015), os carotenoides encontrados em vegetais são convertidos em retinol pelo organismo, suprimindo as necessidades de vitamina A. Além disso, a ingestão de carotenoides está associada a benefícios à saúde, como a redução do risco de doenças crônicas e o fortalecimento do sistema imunológico (KRINSKY et al., 2003).

Nos organismos vegetais, que são as principais fontes de alimento para ruminantes, não existe retinol e sim seus precursores, dentre eles o mais comum é o betacaroteno. Infelizmente apresenta-se muito sensível ao processamento como, por exemplo, a ensilagem e fenação, bem como longos períodos de armazenagem das plantas reduz seu teor, sendo sua quantidade variável dentre os diferentes grupos de alimentos utilizados na alimentação animal (CLEMENS et al., 1982).

Medeiros & Paulino (1999), descreveram a vitamina A como essencial a multiplicação e desenvolvimento das células epiteliais, enquanto Livera et al. (2002) observaram que esta vitamina tem importante atuação de proteção junto ao epitélio germinativo de machos e na estabilização da integridade de membranas celulares, quando combinada com vitaminas do complexo D e E tais ações são reforçadas, havendo também evidências que o precursor da vitamina A, o betacaroteno, quando em atuação junto aos microminerais zinco e manganês estão envolvidos na esteroideogênese (MARTIN-RILLO, 1982; SMITH & AKINBAMIJO, 2000).

Dentre as desordens reprodutivas que estão relacionadas a deficiência de vitamina A em animais de produção, podemos notar inibição da espermatogênese, redução no tamanho testicular, alta mortalidade embrionária, diminuição da produção de hormônios esteroides e redução da libido, principalmente em animais jovens, uma vez que a deficiência dessas vitaminas pode atrapalhar o seu correto desenvolvimento corporal (SMITH & AKINBAMIJO, 2000).

Experimentos utilizando machos suínos deficientes em vitamina A, foi possível observar a atrofia testicular e mudanças qualitativas relacionadas à espermatogênese, chegando inclusive a sua interrupção total (PALLUDAN, 1963). Appling e Chytil (1981), puderam observar que camundongos que apresentavam essa avitaminose, sofreram drástica diminuição nos níveis basais de testosterona.

Em ratos, tal deficiência levou a uma paralisação total no processo de espermatogênese, o que resultou em túbulos seminíferos que apresentaram em seu conteúdo apenas células de Sertoli, espermatogônia e alguns espermátócitos, sendo o quadro reversível a partir da administração de retinol, fazendo com que a espermatogênese fosse restabelecida e voltando a taxas idênticas a de ratos machos que não foram privados de vitamina A (VAN PELT 418 & ROOIJ, 1990).

2.5.2 Vitamina E

Também pertencente ao grupo das vitaminas lipossolúveis, a vitamina E apresenta alta sensibilidade a tratamentos térmicos e processos de armazenagem e fermentação. Nas silagens de milho, por exemplo, têm-se reduções variáveis de 20 a 80% nos teores deste composto orgânico após o processo de ensilagem (SILVA, 2021), sendo que na soja tostada há perdas quase que totais de seus teores de vitamina E.

O complexo vitamínico E inclui um grupo de compostos lipossolúveis, tocoferóis e tocotrienóis, que tem função antioxidante e auxiliam na defesa do organismo contra a ação do estresse oxidativo (BATISTA et al, 2007)., Na família desta vitamina, o α -tocoferol é o que se encontra em maior abundância, além de nutricionalmente ser o membro mais importante do grupo da vitamina E, apresentando maior atividade biológica quando comparado aos demais compostos, devido ao maior índice de absorção intestinal, maior deposição nos tecidos, menor excreção fecal, além de ser oxidado mais lentamente (MACPHERSON,1994). Este composto é importante antioxidante com ação direta sobre a quebra de cadeias que impedem a reação e propagação de espécies reativas de oxigênio (ROS) (MARDONES et al., 2002).

Segundo Surai et al. (1998) as vitaminas do grupo E são constituintes primários do sistema antioxidante dos espermatozoides, além de fornecer proteção às membranas contra a peroxidação lipídica. Sua suplementação injetável mostrou ter forte correlação com o aumento significativo na produção e concentração de espermatozoides em diferentes espécies como os suínos (BRZEZINSKA-SLEBODZINSKA et al., 1995), coelhos (YOUSEF et al., 2003) e carneiros (LIU et al., 2005).

Quando há deficiência de vitamina E, pode ocorrer sérios danos nos órgãos reprodutivos como degeneração de espermatogônias e túbulos seminíferos, além de

danos testiculares (WU et al., 1973; WILSON et al., 2003). O acúmulo excessivo de espécies reativas de oxigênio nas estruturas das membranas leva a mudança na permeabilidade da mesma e conseqüentemente a desintegração de importantes organelas celulares como, por exemplo, mitocôndrias e retículo endoplasmático, dessa forma levando a prejuízos da estrutura celular e até mesmo destruindo as membranas pela interação com biomoléculas que também podem induzir ao estresse oxidativo devido à alta reatividade (MULLER & OHNESORGE, 1982; YUE et al, 2009).

Os testículos são exemplos de órgão que podem ser drasticamente afetados por esta ação, uma vez que em sua composição está a alta prevalência de ácidos graxos poli-insaturados e por terem defesas antioxidantes consideradas deficientes, tornando-se assim muito mais vulneráveis a lesões por peroxidação do que outros tecidos (JACKSON et al., 1989).

Estudos realizados por Liu et al. (2005), demonstraram a importância e efetividade da suplementação da vitamina E como antioxidante natural atuante na prevenção de anormalidades de caráter funcional relacionadas ao estresse oxidativo testicular. Além disso, quando falamos da espécie ovinas a suplementação dietética de vitamina E consegue melhorar a qualidade seminal da espécie tanto em sêmen fresco quanto congelado, atuando também junto ao maior desenvolvimento dos órgãos reprodutivos em animais jovens (OZER KAYA et al, 2020).

2.6 Minerais

Os minerais são considerados matéria inorgânica, sendo dessa forma não sintetizados pelos organismos animais, de modo que suas necessidades básicas sejam atendidas a partir da nutrição (JARDIM, 1976), Estes nutrientes são fundamentais pela sua participação em diversas funções do metabolismo animal, compondo estruturas de biomoléculas, interferindo no crescimento e na manutenção de tecidos, participando como cofatores enzimáticos, ativando ações hormonais, regulando a pressão osmótica e equilíbrio ácido-básico. Estes representam muito pouco, apenas cerca de 5% do peso total do corpo, mesmo assim, tem grande influência na produção animal, acarretando acréscimos ou decréscimos nas atividades de desenvolvimento e reprodução (FILAPPI et al., 2005).

2.6.1. Cobre (Cu)

O cobre é mineral essencial para o funcionamento adequado de organismos animais. Ele desempenha diversas funções vitais, incluindo o metabolismo energético, a síntese de colágeno, a formação de pigmentos e a função do sistema imunológico. Embora seja encontrado em alimentos de origem animal, também pode ser obtido a partir de fontes vegetais, uma vez que as plantas contêm quantidades variáveis de cobre. (DURAN et al., 2010).

Segundo Pesch et al. (2017) a deficiência de cobre pode levar a distúrbios no desenvolvimento ósseo, diminuição da atividade antioxidante e comprometimento da função imunológica em animais. Além disso, a falta de cobre pode resultar em distúrbios reprodutivos e afetar negativamente a qualidade do leite e da carne (TVRDA et al., 2015).

A deficiência de este mineral representa grave problema na nutrição animal ao nível mundial, principalmente em sistemas onde os animais são criados de maneira extensiva, consumindo como principal fonte de alimento as forragens. Estudo realizado pelo National Animal Health Monitoring Service classificou que em média 40,6% do gado de corte componente do rebanho dos EUA se enquadra como deficiente em cobre. Valores semelhantes a este ou até superiores foram relatados por Ramirez et al (1998), na Bacia do Rio Salado na Argentina, em uma área de aproximadamente 55.793 km² com rebanho de $6,5 \times 10^6$ bovinos de corte.

De Brum (1980) encontrou níveis aproximados de 3,5 ppm em amostras de capim oriundas da região brasileira do pantanal mato-grossense, tal localidade apresenta baixos níveis deste mineral, conseqüentemente levando a baixas concentrações presentes nas graminhas ali existentes, sejam elas nativas ou introduzidas.

Em ovinos, o excesso de Cu pode levar a quadros de intoxicação, visto sua menor exigência quanto a esse mineral em sua dieta (BOROBIA, et al 2022) As necessidades requeridas diárias de cobre em carneiros e ovelhas é variável de 3 a 4 ppm a depender da categoria animal, sendo que sua absorção se dá no duodeno com aminoácidos ou pequenas proteínas (NRC, 2007).

Quando ofertado em altos níveis na dieta, este tende a se acumular no fígado, pois os ovinos não possuem capacidade de aumentar a excreção biliar de Cu, atingido em certo momento o limiar de saturação e a partir deste, além de danos hepáticos, o excesso deste pode penetrar as hemácias e causar hemólise e consequente liberação de hemoglobinas, levando a insuficiência renal e, em casos mais severos, ao óbito (ORTOLANI, 2002). Apesar de altos níveis de cobre ser tóxico aos ovinos, problemas nutricionais e consequentemente reprodutivos por vezes podem ocorrer em situação onde há carência deste mineral nas dietas ofertadas, sendo que diferentes raças ovinas apresentaram alterações quanto ao metabolismo deste elemento, enquanto algumas raças têm maior facilidade para seu acúmulo no organismo, outras mostraram menor capacidade para sua retenção (FERREIRA et al. 2008).

O cobre tem grande importância na pecuária, uma vez que está envolvido em vários processos biológicos, especialmente como parte integrante de enzimas que funcionam em vários processos importantes, incluindo produção de energia, defesa oxidante, reticulação de proteínas da matriz extracelular, função imunológica e mobilização (TURSKI & THIELE, 2009). Além disso, possui correlação com componentes estruturais de macromoléculas que atuam como centro de coordenação motora, e também como componente de diversas enzimas com função catalítica, enzimas estas que incluem superóxido dismutase cujo papel na reprodução dos machos já foi citado, o cobre está envolvido em reações bioquímicas, especialmente nos processos de oxidação redução (PROHASKA, 2006).

A deficiência de cobre tem sido associada a distúrbios reprodutivos, incluindo baixa fertilidade, longo período pós-parto de retorno ao estro e aumento do número de serviços por concepção (TURSKI & THIELE, 2009). Entretanto, muitos dos efeitos tóxicos do Cu, incluindo o aumento dos níveis de LPO nas membranas celulares e danos ao DNA, estão relacionados ao seu papel na geração de ROS (BREMNER, 1998). A influência negativa de altas concentrações de Cu no sêmen foi relatada na motilidade e viabilidade de espermatozoides em outras espécies de ruminantes como os búfalos (TABASSOMI & ALAVI-SHOUSHTARI, 2013).

2.6.2 Zinco (Zn)

Dos elementos intracelulares, o Zn é considerado o mais abundante e o segundo maior em abundância no corpo das espécies, ficando atrás apenas do ferro (Fe). Este micromineral é componente de diversas enzimas além de ter funções catalíticas, participar da estruturação, regulação do organismo e ter também importância quanto a divisão celular e interpretação do código genético e sistema imunológico.

Dentre as espécies de interesse zootécnico, os monogástricos (principalmente aves e suínos) têm maior tendência a apresentarem deficiências de tal mineral em razão do fitato que é adicionado junto a sua dieta e especialmente quando combinado com excessos de cálcio, havendo assim importantes reduções na disponibilidade de Zn dietético (HERDT & HOFF, 2011).

Em ruminantes, sua deficiência não chega a ser problema clínico uma vez que o fitato tem sua digestão feita pela microbiota ruminal, sendo o risco de tal deficiência geralmente associado em maior proporção com animais criados em sistemas extensivos (HILL & SHANNON, 2019). Sua principal fonte de alimento são as forrageiras, fontes de alimento estas que caso não tenham sido devidamente manejadas quanto ao solo em que se encontram, podem apresentar severas deficiências deste importante micromineral. Além disso, cortes sucessivos de culturas forrageiras sem o correto manejo de correção e reposição de nutrientes do solo parecem ter associação com a diminuição crescente nas concentrações de Zn (WHITE, 1994).

O zinco tem reconhecida função junto a reprodução animal, principalmente no que se refere a machos, sendo que sua correta suplementação na dieta animal confere aos indivíduos função reprodutiva normal, principalmente durante a espermatogênese e formação testicular (MAYASULA et al, 2020). Essa atuação no sistema reprodutor masculino se dá principalmente devido à maturação das células germinativas nos espermatozoides, expressão de receptores de hormônios esteroides e a síntese de proteínas atuantes como cofator de metaloenzimas envolvidas na transcrição de DNA, além da produção de hormônios sexuais como testosterona e hormônio liberador de gonadotrofinas (HAMBIDGE et al., 1986; BEDWAL et al., 1991; FAVIER, 1992; HAMDI et al., 1997).

Ovinos machos tratados com suplementação injetável de Zn, apresentaram efeito crescente de motilidade, proporção de espermatozoides vivos em seus ejaculados e maior proporção de membranas acrossomais intactas (KENDALL et al. 2000) Além disso, a adição de 150 ppm de Zn na forma de sulfato na ração de carneiros teve forte correlação com aumento do volume ejaculado, motilidade progressiva, contagem de espermatozoides e diminuição de espermatozoides com defeitos maiores após período experimental de 60 dias, tempo da espermatogênese completa em machos da espécie ovina (FADL et al, 2022)).

Kumar et al. (2006) ao utilizar 30 ppm de sulfato de zinco em adição a dieta de touros cruzados, obtiveram aumento significativo no volume de sêmen, elevação da qualidade seminal e concentração sérica de testosterona quando em comparação a animais que compunham o grupo controle.

A ação do zinco junto às características reprodutivas ocorrem através da ativação e manutenção do epitélio germinativo dos túbulos seminíferos, estimulando assim a produção e secreção de testosterona que, exerce influência na espermatogênese (WONG et al., 2002). Cordeiros suplementados junto a sua dieta com 17,4 e 32,4 mg de Zn/kg de ração em aumentaram significativamente o desenvolvimento de seus testículos e sua produção espermática (UNDERWOOD; SOMERS, 1969).

Segundo Fraker e King (2004) e Nagalakshmi e colaboradores (2009), os sinais clínicos iniciais de deficiência de zinco em ovinos geralmente são o baixo consumo alimentar, crescimento diminuto ou sua estagnação, levando a animais de pequeno porte, lesões do tegumento, distúrbios no sistema imune, bem como anormalidades na pele que geralmente incluem a perda de pelo e espessamento da pele, rachaduras e fissuras.

2.6.3 Selênio (Se)

Nos animais que se destinam a produção animal, a dosagem de Se pode ser determinada em amostras de sangue total ou pelo soro sanguíneo, sendo nas amostras de sangue total possível a quantificação das suas frações séricas e seus padrões cinéticos e homeostáticos de cada fração diferentes.

Nos eritrócitos o selênio da maioria das espécies está presente principalmente na forma de Glutathione peroxidase (GPx), sendo a suplementação deste mineral capaz de melhorar a atividade desta glutamina, cuja concentração é diretamente afetada pela disponibilidade de Se dietético (KOLLER et al., 1984; SHI et al. 2010).

O Se um elemento essencial na realização de variadas e importantes funções do organismo tais como crescimento, reprodução, atividade imunológica, prevenção de doenças e manutenção da integridade das células e dos tecidos (MCDOWELL, 1992; BOLAND, 2003).

Tanto em ruminantes como em não ruminantes, a absorção das diversas formas de Se disponíveis se dão de maneira facilitada, digeridas no intestino delgado, as várias formas de selênio são facilmente absorvidas no intestino delgado. Selenocisteína e selenometionina são absorvidos através de um mecanismo de transporte aminoácido ativo, enquanto o selenito é absorvido por difusão simples e o seleneto de sódio por transportador partilhado com sulfato (BARCELOUX, 1999). Nenhum controle homeostático da absorção de selênio foi identificado ou presumivelmente existe porque as concentrações de selênio na dieta ou o status do selênio no corpo não tem nenhum efeito aparente sobre a sua eficiência de absorção (VENDELAND et al., 1994). Dentre os ruminantes, bovinos e ovinos são aqueles que têm menor absorção de selênio, com maior variação do que espécies não ruminantes. As dietas oferecidas a estes animais e que contém elevados teores de enxofre, chumbo e cálcio são causadoras da redução de absorção do selênio (SPEARS, 2003).

Interessante é a correlação do Se para com vitaminas do complexo A e, uma vez que ambos têm ação antioxidante, as deficiências simultâneas destes podem amplificar os sinais deficitários do mineral. Além disso, sua deficiência afeta diretamente o sistema de captura dos radicais livres, podendo ser facilmente notado já que se expressa na forma de distrofia muscular, doença nutricional “selênio-sensível” acometendo com maior facilidade animais jovens, tal miopatia é tipicamente associada com a peroxidação excessiva de lipídios, resultando em degeneração e necroses (ARTHUR, 1998). Segundo Spears, (2000) as mastites originadas em ruminantes demonstraram ser responsivas ao selênio.

A suplementação de selênio pode melhorar a qualidade seminal, proteger a integridade do sistema de membrana e a proliferação de células-tronco espermatogônias (SHI et al. 2010). Shi et al., (2010), relataram que a suplementação dietética de curto prazo de levedura enriquecida com Se em machos caprinos adultos melhorou os parâmetros do sêmen (volume, motilidade, viabilidade e concentração), status antioxidante do plasma seminal e diminuiu a taxa de anormalidade dos espermatozoides. Em outro experimento, a suplementação de Se aumentou o nível testicular de Se, as atividades de GSH652 px e ATP-ase no sêmen, mas não teve efeito significativo na qualidade do sêmen, como volume, densidade, motilidade e pH do sêmen observado em bodes (SHI et al., 2010). 655

Mahmoud et al. (2013), mostraram que a quantidade e qualidade do sêmen (movimento de massa e porcentagem de células vivas e mortas) e a quantidade (volume e concentração do sêmen) melhoraram com a adição de Se na dieta. Além disso, a injeção da combinação de selenito de sódio e vitamina E dada duas vezes por semana durante 1 mês resultou em maior GSH-px e testosterona sérica em carneiros (MAHMOUD et al, 2013).

2.6.4 Manganês (Mn)

O manganês tem acentuada atuação no sistema enzimático, afetando uma abundância de processos bioquímicos, incluindo nutrientes como carboidratos, gorduras e disponibilidade e utilização de proteínas. Tal componente inorgânico também está ligado no processo de desenvolvimento do tecido ósseo e de sua manutenção, atuando principalmente nas glico-transferases que estão envolvidas na síntese de glicosaminoglicanos e glicoproteínas dos ossos e da matriz cartilaginosa (LEACH et al., 1997). Por meio de sua atuação na enzima Superóxido Dismutase mitocondrial, o Mn desempenha importante papel na extinção de radicais livres e a proteção contra danos oxidativos nos tecidos, incluindo aqueles presentes no sistema reprodutor (ABDALLA, 2016).

Apesar de ser um dos elementos encontrados em menor quantidade, tem ampla distribuição por todo o organismo animal, sendo que suas maiores concentrações podem

ser notadas junto ao fígado, rins e pâncreas, tendo sua homeostase controlada a partir de absorção e excreção (ROMERO et al, 2019).

Dada no intestino, a absorção de manganês normalmente atinge baixas taxas, de no máximo 10% para a maioria das espécies, porém com alta variabilidade a depender das concentrações dietéticas ofertadas, sendo a efetividade de absorção altamente influenciável pelas necessidades fisiológicas do indivíduo. Quando absorvido em excesso, sua excreção se dá principalmente por via biliar. (MARQUES, 2017).

Gramíneas e leguminosas geralmente oferecem bons valores de Mg disponíveis, sendo que o contrário ocorre com silagens de milho, uma vez que a maioria dos grãos de cereais são pobres desse elemento em sua composição (Da Silva, 2021). A deficiência de Mn nas espécies de produção está relacionada a crescimento e desenvolvimento corpóreo inadequado, ataxia de recém nascidos, defeitos no metabolismo lipídico e de carboidratos, e problemas de produtividade (KEEN et al., 2000). A deficiência severa também foi demonstrada por deprimir o estado imunitário (HURLEY & KEEN, 1987).

O manganês desempenha importante papel para o perfeito desempenho reprodutivo do rebanho ovino e sua deficiência pode causar falhas na manifestação de cio e na ovulação, redução de taxa de concepção, aumento da incidência de abortos ou nascimento de crias fracas e com deformidades ósseas. Já os machos apresentaram perdas na produção espermática, diminuição da produção e motilidade dos espermatozoides (HURLEY & DOANE, 1989). Os fatores dietéticos que podem influenciar na biodisponibilidade do manganês têm recebido pouca atenção, provavelmente porque a deficiência de manganês não é considerada um grave problema na nutrição de ruminantes (SPEARS, 2003).

2.7 Suplementação injetável

Na pecuária comercial, a suplementação de minerais e vitaminas se faz por meio do manejo nutricional comum junto a dieta das mais diferentes espécies de interesse zootécnico, sendo que sua apresentação se dá principalmente na forma de misturas (premix ou núcleo) junto a ração ofertada (PASCHOAL et al., 2006; ABUELO et al., 2014).

A suplementação micromineral e vitamínica via dieta em animais é uma prática comum para suprir as necessidades nutricionais específicas e garantir o bom desempenho e saúde dos animais, no entanto, estudos têm demonstrado que a ingestão desses suplementos pode ser desigual entre os animais, levando a variações na absorção e utilização dos nutrientes. Conforme relatado por Carvalho et al. (2019), a suplementação mineral em ovinos pode resultar em diferenças individuais na ingestão, pois alguns animais podem apresentar maior consumo em relação a outros. Isso pode levar a desequilíbrios nutricionais e impactar negativamente a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais. Além disso, Melo & Almeida (2020), destacam que a biodisponibilidade dos nutrientes pode variar dependendo da interação entre os compostos da dieta e outros fatores, como a composição da microbiota ruminal. Essas variações na ingestão e biodisponibilidade dos nutrientes reforçam a importância de estratégias nutricionais adequadas para garantir uma suplementação equilibrada e eficiente para todos os animais.

Frente a isso, a aplicação de minerais e vitaminas de maneira injetável, apesar de ser pouco utilizada, apresenta-se como uma alternativa ao método tradicional de oferta destes componentes, podendo inclusive contribuir na melhora do desempenho animal (ABUELO et al., 2014; COLLET et al., 2017).

Uma vez utilizada, sua aplicação ocorre via subcutânea e por vezes o produto a ser aplicado é composto por vitaminas e microminerais (OMUR et al., 2016). Dentre as várias vantagens existentes nesse método de suplementação, a principal consiste no fato de assegurar dose conhecida e desejável com aplicação individual, transmitindo assim ao pecuarista ou técnico o conhecimento preciso da quantidade suplementada em cada indivíduo, fazendo com que sejam evitadas oscilações de ingestão comumente observadas quando os animais acabam por realizar o consumo voluntário (ARTHINGTON et al., 2014; OMUR et al., 2016).

Além disso, é possível que sejam evitadas interações entre componentes da ração ou antagonismos entre os componentes minerais ali existentes, pois a aplicação injetável disponibiliza os nutrientes diretamente no sistema sanguíneo, facilitando seu metabolismo (ABUELO et al., 2014; ARTHINGTON et al., 2014). Ao serem absorvidos, os nutrientes são direcionados para determinadas prioridades estabelecidas.

São essas: metabolismo basal, atividades, crescimento, reservas corporais básicas, lactação, acúmulo de reservas corporais, ciclo estral e início da gestação (MAGGIONI et al., 2008). Por essa sequência de prioridades se observa que o animal só direciona nutrientes para a atividade reprodutiva quando todas as prioridades anteriores tiverem sido atendidas (SANT et al., 2018).

Em animais onde o consumo de matéria seca é reduzido, como o que ocorre em animais ainda em aleitamento, o fornecimento de vitaminas e microminerais injetáveis é apresentado como excelente opção para atender as exigências nutricionais específicas da categoria animal (ARTHINGTON et al., 2014; SANTOS et al., 2018). Outra vantagem é a possibilidade de fornecimento destes nutrientes especificamente em indivíduos que se encontram em estado crítico, ou animais que se deseja individualmente suplementar devido a outros critérios como machos reprodutores durante a estação de monta, por exemplo, e trazendo benefícios econômicos ao produtor rural (ABUELO et al., 2014). Em contrapartida, este tipo de suplementação aumenta significativamente os manejos estressantes junto ao rebanho, necessário para sua correta realização a disponibilidade de infraestrutura adequada junto à propriedade (COOKE et al., 2017).

Segundo estudos realizados por Neiva Júnior et al. (2020) , a escolha dos suplementos nutracêuticos deve levar em consideração o custo-benefício, garantindo que o investimento na suplementação seja compensatório em relação aos benefícios obtidos em termos de saúde e produtividade dos ovinos. Além disso, a durabilidade dos suplementos também é um fator importante a ser considerado, uma vez que a degradação ou perda de eficácia ao longo do tempo pode comprometer sua eficácia. Nesse sentido, estudos como o de Ensley (2020) têm investigado diferentes formas de suplementação, buscando formulações mais estáveis e duráveis, a fim de garantir a eficácia e a qualidade dos suplementos nutracêuticos para ovinos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a suplementação nutracêutica de microminerais e vitaminas, é evidente seu papel crucial na melhoria das características produtivas e reprodutivas em ovinos, particularmente na qualidade espermática. O conhecimento aprofundado sobre as funções desses nutrientes em ovinos é de extrema importância. A utilização adequada

dessa técnica de suplementação, juntamente com seus elementos, pode potencialmente contribuir para o aprimoramento dos índices reprodutivos da espécie, impulsionando, conseqüentemente, o crescimento e a expansão da ovinocultura.

4. HIPÓTESE E OBJETIVOS

4.1. Hipótese

As suplementações vitamínicas e minerais contribuem para a melhora na qualidade seminal em ovinos e aumento nos níveis de testosterona circulante.

4.2 Objetivo geral

Avaliar os efeitos da aplicação do complexo vitamínico e mineral sobre a qualidade seminal e níveis hormonais testosterona em ovinos.

4.2.1. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do suplemento micromineral e vitamínico (SUVVM) no peso de carneiros;
- Avaliar o efeito do SUVVM sobre a qualidade seminal em ovinos;
- Verificar o efeito SUVVM sobre a morfometria testicular em ovinos;
- Avaliar os níveis de testosterona e cortisol em animais suplementados e suas possíveis alterações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. PACHECO; C.R. QUIRINO. Comportamento sexual em ovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 34, n. 2, p. 87–97, 2010.
2. ABDALLA, R. P. **Efeito do alumínio e manganês, em pH ácido, nos parâmetros de estresse oxidativo em machos de *Astyanax altiparanae* (Characiformes: Characidae)**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.
3. ABUELO, A. et al. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n. 6, p. 1003–1016, 2015.
4. AGUIAR, G. V.; ARAÚJO, A. A.; MOURA, A. de A. A. Desenvolvimento testicular, espermatogênese e concentrações hormonais em touros Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 35, n. 4 suppl, p. 1629–1638, 2006.
5. AMANN, R.P.; SCHANBACHER, B.D. Physiology of male reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 57, p.380-403, 1983.
6. APPLING, D. R.; CHYTIL, F. Evidence of a Role for Retinoic Acid (Vitamin A Acid) in the Maintenance of Testosterone Production in Male Rats. **Endocrinology**, v. 108, n. 6, p. 2120–2123, 1981.
7. ARTHINGTON, J. D. *et al.* Effects of trace mineral injections on measures of performance and trace mineral status of pre and post weaned beef calves. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 6, p. 2630–2640, 2014.
8. ARTHUR, J. R. Free radicals and diseases of animal muscle. In: *Oxidative Stress in Skeletal Muscle*. **Basel: Birkhäuser Basel**. p. 317–326, 1998.
9. BARCELOUX, D. G.; BARCELOUX, D. Selenium. **Journal of Toxicology: Clinical Toxicology**, v. 37, n. 2, p. 145–172, 1999.
10. BATISTA, E. da S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT’ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 525–535, 2007.
11. BEDWAL, R. N. N. M. R. Effects of zinc-deficiency and toxicity on reproductive-organs, pregnancy and lactation - a review. **Trace Elements in Medicine**, v. 8, n. 2, p. 89–100, 1991.
12. BINDARI, Y. R. et al. Effects of nutrition on reproduction - a review. **Advances in Applied Science Research**, v. 4, n. 1, p. 421–429, 2013.
13. BOLAND, M. P. Trace minerals in production and reproduction in dairy cows. **Advances in Dairy Technology**, v. 15, p. 319–330, 2003.

14. BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. DE; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 596–601, 2008.
15. BOROBIA, M. et al. Copper Poisoning, a Deadly Hazard for Sheep. **Animals**, [s. 836 l.], v. 12, n. 18, p. 2388, 2022.
16. BOUJRAD, N.; REVIERS, T.H.; CARREAU, S. Evidence for germ cell control of Sertoli cell function in the three models of germ cell depletion in adult rat. **Biology of Reproduction**, v. 19, n.53, p.1345-1352, 1995.
17. BREMNER, I. Manifestations of copper excess. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 5, p. S1069–S1073, 1998.
18. BRZEZIŃSKA-ŚLEBODZIŃSKA, E. et al. Antioxidant effect of vitamin E and glutathione on lipid peroxidation in boar semen plasma. **Biological Trace Element Research**, v. 47, n. 1–3, p. 69–74, 1995.
19. CARVALHO, D. M. G.; PORTELLA, M. C. L.; MENEZES, L. T.; et al. Suplementação energética, protéica ou múltipla para ovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, 2019.
20. CAZAROTTO, C. J. et al. Metaphylactic effect of minerals on immunological and antioxidant responses, weight gain and minimization of coccidiosis of newborn lambs. **Research in Veterinary Science**, v. 121, p. 46–52, 2018.
21. CHANG, S. I. et al. Arsenic-induced toxicity and the protective role of ascorbic acid in mouse testis. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 218, n. 2, p. 196–203, 2007.
22. CHENG, C. Y.; MRUK, D. D. The Blood-Testis Barrier and Its Implications for Male Contraception. **Pharmacological Reviews**, v. 64, n. 1, p. 16–64, 2012.
23. CIGANKOVA, V. Prenatal and postnatal development of Sertoli cells in rams. **Veterinary Medicine**. V. 28, p.613-620, 1983.
24. CLEMENS, T. L.; HENDERSON, S. L.; ADAMS, J. S.; HOLICK, M. F. Increased skin pigment reduces the capacity of skin to synthesise vitamin D3. **The Lancet**, v. 319, n. 3, p. 74–76, 1982.
25. COLLET, S. G. et al. Effect of injectable trace mineral supplement and vitamins A and E on production and milk composition of Holstein cows. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 463–472, 2017.
26. COOKE, R. F. et al. Effects of temperament on physiological, productive, and reproductive responses in beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 1, p. 1, 2017.
27. DA SILVA EIC. **A água na nutrição animal**. 1ª ed. Recife, PE: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2023.

28. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Anatomia e Fisiologia do Sistema Reprodutivo dos Animais Domésticos**. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2020.
29. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro *et al.* **Apostila Aplicada à Nutrição de Não Ruminantes**. 2ª ed. Recife: EDUFRPE, 2024.
30. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. Cálculos de consumo e digestibilidade de alimentos e nutrientes para ruminantes. **Revista Universitária Brasileira**, v. 1, n. 3, 2023.
31. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. Efeitos da raça e do manejo nutricional sobre as características de qualidade da carcaça e da carne em ovinos. **Revista Universitária Brasileira**, v. 2, n. 1, 2024.
32. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia do ciclo estral dos animais domésticos**. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2021.
33. DA SILVA, Emanuel Isaque. Formulação de Premix Mineral Para Não Ruminantes. **NutriNews**, v. 18, n. 4, p. 4-11, 2023.
34. DA SILVA, Emanuel Isaque. Formulação de Premix Vitamínico Para Não Ruminantes. **NutriNews**, v. 17, n. 3, p. 18-25, 2023.
35. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. Formulação de premix vitamínico e mineral para não ruminantes. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, p. 344-362, 2023.
36. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Formulação de ração para ovinos**. 2021.
37. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. Formulação e Avaliação de Suplemento Mineral Para Caprinos. **Instrução Técnica Para o Produtor Rural de Pernambuco**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2023.
38. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Formulação e Fabricação de Rações Para Ruminantes: Bovinos, Caprinos e Ovinos**. 2021.
39. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Formulação e fabricação de rações para ruminantes**. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2021.
40. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Manejo Reprodutivo e Índices Zootécnicos em Gado de Leite**. 2023.
41. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Nutrição e Suplementação Mineral de Bovinos de Corte**. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2021.
42. DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Nutrição Sobre a Reprodução e Fertilidade dos Bovinos**. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2021.
43. DA SILVA, E. I. C. Suplementação e formulação de sal mineral e mistura múltipla para bovinos. **Revista Universitária Brasileira**, v. 2, n. 1, 2024.

44. DARGATZ, D. A. et al. Serum copper concentrations in beef cows and heifers. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 215, n. 12, p. 1828–1832, 1999.
45. DE MENDONÇA JÚNIOR, A. F. et al. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2011.
46. DE MOURA FERNANDES, D. A. et al. Response of rams to electroejaculation following the administration of oxytocin and cloprostenol with or without GnRH. **Theriogenology**, v. 173, p. 32–36, 2021.
47. DURAN, A.; TUZEN, M.; SOYLAK, M. Trace element concentrations of some pet foods commercially available in Turkey. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 48, n. 10, p. 2833–2837, 2010.
48. DE BRUM, P. A. R. et al. Níveis de manganês, zinco e cobre nas forrageiras e no fígado de bovinos na sub-região dos Paiguás, Pantanal Mato-Grossense. [s.l: s.n.].
49. ENCARNAÇÃO, R. O. Estresse e produção animal. Ciclo Internacional de Palestras sobre Bioclimatologia Animal. **Anais...jaboticabal: FUNEP**, 1989.
50. ENSLEY, S. Evaluating Mineral Status in Ruminant Livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 36, n. 3, p. 525–546, 2020.
51. FADL, A. M.; ABDELNABY, E. A.; EL-SHERBINY, H. R. Supplemental dietary zinc sulphate and folic acid combination improves testicular volume and haemodynamics, testosterone levels and semen quality in rams under heat stress conditions. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 57, n. 6, p. 567–576, 2022.
52. FAVIER, A. E. The role of zinc in reproduction. **Biological Trace Element Research**, v. 32, n. 1–3, p. 363–382, 1992.
53. FERREIRA M.B.; ANTONELLI A.C.; ORTOLANI E.L. Intoxicação por cobre, selênio, zinco e cloreto de sódio. In: SPINOSA HS; GÓRNIK SL; PALERMO NETO J) (Eds.). **Toxicologia aplicada à medicina veterinária**. Manole, 2008. p. 665–697.
54. FILAPPI, A.; PRESTES, D.; CECIM, M. Suplementação mineral para bovinos de corte sob pastejo. **Veterinária Notícias**, v. 11, n. 2, p. 91–98, 2005.
55. FRAKER, P. J.; KING, L. E. Reprogramming of the immune system during zinc deficiency. **Annual review of nutrition**, v. 24, p. 277, 2004.
56. FRANÇA, L. R.; RUSSELL, L. D. The testis of domestic animals. In: MARTÍNEZ GARCÍA, F.; REGADERA, J. (Eds.). **Male reproduction: a Multidisciplinary Overview**. Churchill Communications, 1998. p. 197–219.
57. FRIENDEN, E.; LIPNE, H. **Endocrinologia bioquímica dos vertebrados**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1975.

58. FULKERSON, W.; A JAMIESON, P. Pattern of Cortisol Release in Sheep following Administration of Synthetic ACTH or Imposition of Various Stressor Agents. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 35, n. 2, p. 215, 1982.
59. GANONG WF. **Review of Medical Physiology**. Los Altos: Lange Medical Books, 2003. v. 21.
60. GEARY, T. W. et al. Effect of supplemental trace mineral level and form on peripubertal bulls. **Animal Reproduction Science**, v. 168, p. 1–9, 2016.
61. GOREWIT, R. C. et al. Current Concepts on the Role of Oxytocin in Milk Ejection. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 10, p. 2236–2250, 1983.
62. GRILLO, G. F. et al. **As Vitaminas: Do Nutriente ao Medicamento**. São Paulo: Tec & Doc Lavoisier, 1995.
63. GUILLAND, J. C.; LEQUEU, B.; OLIVEIRA, E. G. **As vitaminas: do nutriente ao medicamento**. 1995.
64. GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Medical physiology**. 14. ed. Guanabara Koogan, 2021.
65. HAFEZ . B; HAFEZ. E.S.E. **Reprodução animal**. 7. ed. Manole, 2004.
66. HAILING, L. et al. Effect of vitamin E on the qualities of fresh and frozen-thawed Ram Semen. **China Herbivores**, n. 5, p. 14–16, 2004.
67. HAMBIDGE, K. M.; CASEY, C. E.; KREBS, N. F. Zinc. Ed, **Trace elements in human and animal nutrition**. 5. ed. Orland: Academic Press, 1986. v. 2.
68. HAMDÍ, S. A.; NASSIF, O. I.; ARDAWI, M. S. M. Effect of Marginal or Severe Dietary Zinc Deficiency on Testicular Development and Functions of the Rat. **Archives of Andrology**, v. 38, n. 3, p. 243–253, 1997.
69. HARGREAVES, A. L.; HUTSON, G. D. The stress response in sheep during routine handling procedures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 26, n. 1–2, p. 83–90, 1990.
70. HEMALATHA, K. et al. Effect of dietary supplementation of organic zinc and copper on in vitro semen fertility in goat. **Small Ruminant Research**, v. 161, p. 68–72, 2018.
71. HERDT, T. H.; HOFF, B. The Use of Blood Analysis to Evaluate Trace Mineral Status in Ruminant Livestock. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 27, n. 2, p. 255–283, 2011.
72. HESS, R. A. Spermatogenesis, overview. In: **The Physiology of Reproduction**. New York: Raven Press Ltd, 1999. v. 4. p. 39–54.
73. HILL, G. M.; SHANNON, M. C. Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. **Biological Trace Element Research**, v. 188, n. 1, p. 148–159, 2019.

74. HOCHEREAU-DE REVIERS, M. T. et al. Comparisons of endocrinological and testis parameters in 18-month-old Ile de France and Romanov rams. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 7, n. 1, p. 63–73, 1990.
75. HOWELL, J. M.; HALL, G. A. Infertility associated with experimental copper deficiency in cattle, sheep, guinea pigs and rats. In: LIVINGSTONE. E; LIVINGSTONE. S (Eds.). **Trace element metabolism in animals**. 1. ed. Edinburgh: [s.n.]. v. 1. p. 106–109.
76. HURLEY, L. S.; KEEN, C. L. Manganese. In: UNDERWOOD, E. J.; MERTZ, W. (Eds.). **Trace elements in human and animal nutrition**. San Diego: Academic Press, 1987. v. 1p. 185–214.
77. HURLEY, W. L.; DOANE, R. M. Recent Developments in the Roles of Vitamins and Minerals in Reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 3, p. 784–804, 1989.
78. JACKSON, M. J. Muscle damage during exercise: possible role of free radicals and protective effect of vitamin E. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 46, n. 1, p. 77–80, 1987.
79. JARDIM, W. R. **Alimentos e alimentação do gado bovino**. 1. ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1976.
80. JOHNSON, L. Increased daily sperm production in the breeding season of stallions is explained by an elevated population of spermatogonia. **Biology of Reproduction**, v. 32, 1985.
81. JONHNSON, T. **Indigenous people are now more combative, organized**. Miami Herald, 1994.
82. KEEN. C. L.; ENSUNSA. J. L; CLEGG. M. S. Manganese metabolism in animals and humans including the toxicity of manganese. **Metal Ions in Biological Systems**, v. 37, p. 89–121, 2000.
83. KENDALL, N. R. et al. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. **Animal Reproduction Science**, v. 62, n. 4, p. 277–283, 2000.
84. KOLLER, L. D. et al. Comparison of selenium levels and glutathione peroxidase activity in bovine whole blood. **Canadian journal of comparative medicine**, v. 48, n. 4, p. 431–3, 1984b.
85. KOLLER, L. et al. Comparison of selenium levels and glutathione peroxidase activity in bovine whole blood. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, v. 48, n. 4, p. 431, 1984a.
86. KRINSKY, N. I.; YEUM, K.-J. Carotenoid–radical interactions. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 305, n. 3, p. 754–760, 2003.
87. KUMAR, N. et al. Effect of different levels and sources of zinc supplementation on quantitative and qualitative semen attributes and serum testosterone level in

- crossbred cattle (*Bos indicus* × *Bos taurus*) bulls. **Reproduction Nutrition Development**, v. 46, n. 6, p. 663–675, 2006.
88. LEACH, R. M.; HARRIS, D. H. Manganese. In: O'DELL BL, S. R. (Ed.). **Handbook of nutritionally essential mineral elements**. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 335–356.
89. LIU, H.; LUO, H. Effect of dietary vitamin E concentration on semen quality of goat. **Chinese Journal of Animal Science**, v. 41, n. 10, p. 12, 2005.
90. LIVERA, G. et al. Regulation and perturbation of testicular functions by vitamin A. **Reproduction**, p. 173–180, 1 ago. 2002.
91. LUTSENKO, S. et al. Function and Regulation of Human Copper-Transporting 994 ATPases. **Physiological Reviews**, v. 87, n. 3, p. 1011–1046, 2007.
92. MACPHERSON, A. Selenium, vitamin E and biological oxidation. In: COLE D.J.; GARNSWORTHY PJ (Eds.). **Recent Advances in Animal Nutrition**. [s.l: s.n.]. p. 3–30.
93. MADRUGA, M. S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 309–315, 2005.
94. MAGGIONI, D. et al. Influência da proteína sobre a reprodução animal. **Campo Digital**, v. 1, n. 2, p. 05-110., 2008.
95. MAHMOUD, G. B.; ABDEL-RAHEEM, S. M.; HUSSEIN, H. A. Effect of combination of vitamin E and selenium injections on reproductive performance and blood parameters of Ossimi rams. **Small Ruminant Research**, v. 113, n. 1, p. 103–108, 2013.
96. MAIA, M. S. ; MEDEIROS, I. M.; LIMA, C. A. C. Características reprodutivas de carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. **Rev. Bras. Reprod. Anim**, v. 35, n. 2, p. 175–179, 2011.
97. MARDONES, P. et al. α -Tocopherol Metabolism Is Abnormal in Scavenger Receptor Class B Type I (SR-BI)-Deficient Mice. **The Journal of Nutrition**, v. 132, n. 3, p. 443–449, 2002.
98. MARQUES, E. C. **Efeitos da administração de um suplemento de microminerais injetável contendo cobre, manganês, selênio e zinco sobre a saúde uterina de vacas leiteiras**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017.
99. MARTÍN RILLO, S.; ALÍAS PÉREZ, E. **Reproducción e inseminación artificial porcina**. Madrid: Aedos, 1982.
100. MARTINS, J.A.M.; SOUZA, C.E.A.; CAMPOS, A.C.N.; AGUIAR, G.V.; LIMA, A.C.B.; ARAUJO, A.A.; NEIVA, J.N.M. MOURA, A.A.A. Measurements of reproductive traits and spermatogenesis in crossbred hairy rams. **Archivos de Zootecnia**, v. 222, p. 253-256, 2008.

101. MAVROMICHALIS, I. et al. Effects of omitting vitamin and trace mineral premixes and(or) reducing inorganic phosphorus additions on growth performance, carcass characteristics, and muscle quality in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 10, p. 2700, 1999.
102. MAYASULA, V. K.; ARUNACHALAM, A.; SELLAPPAN, S.; et al. Organic Zn and Cu supplementation imprints on seminal plasma mineral, biochemical/antioxidant activities and its relationship to spermatozoal characteristics in bucks. **Reproductive Biology**, v. 20, n. 2, p. 220–228, 2020.
103. MCDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press Inc., 1992.
104. MCDOWELL, L. R. **Vitamins in Animal Nutrition: Comparative Aspects to Human Nutrition**. San Diego: Academic Press, 1989.
105. MEDEIROS, R. M. T.; PAULINO, C. A. Vitaminas. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. (Eds.). **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 541–554.
106. MELO, L.; ALMEIDA, D. J. Relatos do efeito cumulativo de substâncias tóxicas em bovinos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 2, p. 592–601, 2020.
107. MENDIS-HANDAGAMA, S. M. L. C.; ZIRKIN, B. R.; EWING, L. L. Comparison of components of the testis interstitium with testosterone secretion in hamster, rat, and guinea pig testes perfused in vitro. **American Journal of Anatomy**, v. 181, n. 1, p. 12–22, 1988.
108. MEZA-HERRERA, C. A.; NAVARRETE-MOLINA, C.; LUNA-GARCÍA, L. A.; et al. Small ruminants and sustainability in Latin America & the Caribbean: Regionalization, main production systems, and a combined productive, socioeconomic & ecological footprint quantification. **Small Ruminant Research**, v. 211, p. 106676, 2022.
109. MINTON, J. E. et al. Stress-associated concentrations of plasma cortisol cannot account for reduced lymphocyte function and changes in serum enzymes in lambs exposed to restraint and isolation stress. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 3, p. 812–817, 1995.
110. MOGHADDAM, G., POURSEIF, M., ASADPOUR, R., RAFAT, S. A.; JAFARI JOZANI, R. Relationship between levels of peripheral blood testosterone, sexual behavior, scrotal circumference and seminal parameters in crossbred rams. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 3, p. 1-8, 2012.
111. MORANI, E.S.C; RODRIGUES, L. H; RONCOLETTA, M. **Manual de reprodução nas espécies domésticas - avaliação e empregabilidade do sêmen**. 1. ed. EDITORA MEDVET, 2018.

112. MORMÈDE, P. et al. Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. **Physiology & Behavior**, v. 92, n. 3, p. 317–339, 2007.
113. MÖSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, n. 1–2, p. 67–74, 2002.
114. MÜLLER, L.; KARL OHNESORGE, F. Different response of liver parenchymal cells from starved and fed rats to cadmium. **Toxicology**, v. 25, n. 2–3, p. 141–150, 1982.
115. MURTA, D. V. F.; GOMES, V. C. L.; MARTINEZ, L. C. R. A organização celular dos testículos de mamíferos. **Rev Cient Eletrônica Med Vet**, v. 11, n. 20, p. 1–12, 2013.
116. NAGALAKSHMI, D.; DHANALAKSHMI, K.; HIMABINDU, D. Effect of dose and source of supplemental zinc on immune response and oxidative enzymes in lambs. **Veterinary Research Communications**, v. 33, n. 7, p. 631–644, 2009.
117. NARASIMHAIHAH, M. et al. Organic zinc and copper supplementation on antioxidant protective mechanisms and their correlation with sperm functional characteristics in goats. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 53, n. 3, p. 644–654, 2018.
118. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mineral tolerance of animals**. 2. ed. National Academy Press, 2005.
119. NEGRÃO, J. A.; MARNET, P. G.; KANN, G. Evolution of oxytocin, prolactin and cortisol release during first milkings of primiparous ewes.
120. NEIVA JÚNIOR, A. P.; PIROZZI, P. F.; NOGUEIRA, C. H.; et al. Inclusão de nutracêuticos na dieta de vacas em lactação e seus efeitos no desempenho animal. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 2, 1088 p. 502–508, 2020.
121. O'DONNELL, L. et al. Estrogen and Spermatogenesis. *Endocrine Reviews*, v. 1090 22, n. 3, p. 289–318, 1 jun. 2001. 1091
122. OMUR, A. et al. Effects of antioxidant vitamins (A, D, E) and trace elements (Cu, Mn, Se, Zn) on some metabolic and reproductive profiles in dairy cows during the transition period. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v. 19, n. 4, p. 697–706, 2016.
123. ORTOLANI, E. L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. (Eds.). **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**. 1097. p. 641–651.
124. OZER KAYA, S.; GUR, S.; ERISIR, M.; et al. Influence of vitamin E and vitamin E-selenium combination on arginase activity, nitric oxide level and

- some spermatological properties in ram semen. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 55, n. 2, p. 162–169, 2020.
125. PACÁK, K.; PALKOVITS, M. Stressor Specificity of Central Neuroendocrine Responses: Implications for Stress-Related Disorders. *Endocrine Reviews*, v. 22, n. 4, p. 502–548, 2001.
 126. PACHECO, A.; MADELLA-OLIVEIRA, A. DE F.; QUIRINO, C. R. Puberdade em ovinos - Revisão. *Pubvet*, v. 6, n. 29, 2012.
 127. PALHANO, H. B. Comparação da taxa de prenhez entre novilhas, primíparas e múltiparas da raça Nelore submetidas à inseminação artificial e tempo fixo. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 37, n. 3, p. 193–197, 2015.
 128. PALLUDAN, B. Vitamin A deficiency and its effect on the sexual organs of the boar. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 4, p. 136–155, 1963.
 129. PASCHOAL, J. J.; ZANETTI, M. A.; CUNHA, J. A. Contagem de células somáticas no leite de vacas suplementadas no pré-parto com selênio e vitamina E. *Ciência Rural*, v. 36, n. 5, p. 1462–1466, 2006.
 130. PESCH, B. et al. Cigarette smoking and lung cancer-relative risk estimates for the major histological types from a pooled analysis of case-control studies. *International Journal of Cancer*, v. 131, n. 5, p. 1210–1219, 2012.
 131. PINEDA, M. H. Male reproduction. In: McDONALD, L. E. (Ed.). *Veterinary endocrinology and reproduction*. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989. p. 261–302.
 132. PROHASKA, J. R. Impact of copper deficiency in humans. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1314, n. 1, p. 1–5, 2014.
 133. PUNAB, M. et al. Causes of male infertility: a 9-year prospective monocentre study on patients with reduced total sperm counts. *Human Reproduction*, 2016.
 134. RAMÍREZ, C. E. et al. Cattle hypocuprosis in Argentina associated with periodically flooded soils. *Livestock Production Science*, v. 55, n. 1, p. 47–52, 1998.
 135. RAVIERS, M.T.H.; MONET-KUNTZ, C.; COUROT, M. Spermatogenesis and Sertoli cell 18 numbers and function in rams and bulls. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, v. 19, n. 34, p. 101-114, 1987.
 136. RIDLER, A. L.; WEST, D. M. Examination of teeth in sheep health management. *Small Ruminant Research*, v. 92, n. 1–3, p. 92–95, 2010.
 137. RODRIGUES, A. D. **Respostas zootécnicas, fisiológicas e comportamentais de ovelhas Santa Inês submetidas a diferentes fatores de estresse do início da lactação até o desmame**. Dissertação —Jaboticabal:

- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.
138. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, G. L. et al. Maternal protein restriction in pregnancy and/or lactation affects seminiferous tubule organization in male rat offspring. **Journal of Developmental Origins of Health and Disease**, v. 3, n. 5, p. 321–326, 2012.
 139. ROMERO, I.; DE FRANCISCO, P.; GUTIÉRREZ, J. C.; MARTÍN-GONZÁLEZ, A. Selenium cytotoxicity in *Tetrahymena thermophila*: New clues about its biological 1144 effects and cellular resistance mechanisms. **Science of The Total Environment**, v. 671, p. 850–865, 2019.
 140. ROSER, J. F. Regulation of testicular function in the stallion: An intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems. **Animal Reproduction Science**, v. 107, n. 3–4, p. 179–196, 2008.
 141. RUSHEN, J.; TAYLOR, A. A.; DE PASSILLÉ, A. M. Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 65, n. 3, p. 285–303, 1999.
 142. RUSSELL, L. D.; DE FRANÇA, L. R. Building a testis. **Tissue and Cell**, v. 27, n. 2, p. 129–147, 1995.
 143. SAAED, F. F.; ZAID, N. W. Serum and Testicular Testosterone Levels of Ram Lamb during Puberty. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 7, n. 2, 2018.
 144. SAAED, F. F.; ZAID, N. W. Serum and Testicular Testosterone Levels of Ram Lamb during Puberty. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 7, n. 2, 2018.
 145. SANT, M. et al. Resposta reprodutiva e custo por prenhez em função do escore de condição corporal de novilhas ao acasalamento. **Rev. Inic. Cient. ULBRA**, v. 1, n. 16, 2018.
 146. SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C. Nutrição e alimentação de bezerras e novilhas. In: IRAN BORGES; LÚCIO GONÇALVES (Eds.). **Nutrição de Gado de Leite**. Escola de Veterinária da UFMG, 1999. v. 1. p. 39–64.
 147. SETCHELL, B. P. Male reproductive organs and semen. Em: CUPPS, P. T. (Ed.). **Reproduction in Domestic Animals**. New York: Academic Press, 1991. p. 221–249.
 148. SHAMAY, A. et al. Adrenocorticotrophic hormone and dexamethasone failed to affect milk yield in dairy goats: comparative aspects. **Small Ruminant Research**, v. 38, n. 3, p. 255–259, 2000.
 149. SHARPE, R. M.; SKAKKEBAEK, N. E. Are oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tract? **The Lancet**, v. 341, n. 8857, p. 1392–1396, 1993.

150. SHI, L. et al. Effect of elemental nano-selenium on semen quality, glutathione peroxidase activity, and testis ultrastructure in male Boer goats. **Animal Reproduction Science**, v. 118, n. 2–4, p. 248–254, abr. 2010a.
151. SHI, L. et al. Short-term effect of dietary selenium-enriched yeast on semen parameters, antioxidant status and Se concentration in goat seminal plasma. **Animal Feed Science and Technology**, v. 157, n. 1–2, p. 104–108, 2010b.
152. SILVA SOBRINHO, A. G.; SILVA, A. M. A. Produção de carne ovina. . **Revista Nacional da Carne**, v. 285, p. 32–44, 2000.
153. SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, A. R. DE. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1157–1165, 2002.
154. SMITH, O. B.; AKINBAMIJO, O. O. Micronutrients and reproduction in farm animals. **Animal Reproduction Science**, v. 60–61, p. 549–560, 2000.
155. SNOWDER, G. D.; STELLFLUG, J. N.; VAN VLECK, L. D. Heritability and repeatability of sexual performance scores of rams. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 6, p. 1508–1511, 2002.
156. SPEARS, J. W. Micronutrients and immune function in cattle. Proceedings of the Nutrition Society, v. 59, n. 4, p. 587–594, 2000.
157. SPEARS, J. W. Trace Mineral Bioavailability in Ruminants. The Journal of Nutrition, v. 133, n. 5, p. S1506–S1509, 2003.
158. STABENFFLDT, G. H.; EDQVIST, L. E. Male reproductive processes. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. (Eds.). **Dukes' physiology of domestic animals**. Cornell University Press, 1993. p. 665–677.
159. STARLING, J. M. C. et al. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do 1201 cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2064–2073, 2005.
160. STRADAIOLI, G. et al. Effect of L-carnitine administration on the seminal characteristics of oligoasthenospermic stallions. *Theriogenology*, v. 62, n. 3–4, p. 761–777, 2004.
161. SURAI, P. et al. Effect of vitamin E and selenium supplementation of cockerel diets on glutathione peroxidase activity and lipid peroxidation susceptibility in sperm, testes, and liver. **Biological Trace Element Research**, v. 64, n. 1–3, p. 119–132, 1998.
162. TABASSOMI, M.; ALAVI-SHOUSHTARI, S. M. Effects of in vitro copper sulphate supplementation on the ejaculated sperm characteristics in water buffaloes (*Bubalus bubalis*). **Veterinary research forum: an international quarterly journal**, v. 4, n. 1, p. 31, 2013.

163. TANČIN, V. et al. Effect of suckling during early lactation and changeover to machine milking on plasma oxytocin and cortisol levels and milking characteristics in Holstein cows. **Journal of Dairy Research**, v. 62, n. 2, p. 249–256, 1 maio 1995.
164. TANUMIHARDJO, S. A. Vitamin A Fortification Efforts Require Accurate Monitoring of Population Vitamin A Status to Prevent Excessive Intakes. **Procedia Chemistry**, v. 14, p. 398–407, 2015.
165. TOERIEN, C. A. et al. Adrenocortical response to ACTH in Angora and Spanish goat wethers. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 6, p. 1558, 1999.
166. TURSKI, M. L.; THIELE, D. J. New Roles for Copper Metabolism in Cell Proliferation, Signaling, and Disease. **Journal of Biological Chemistry**, v. 284, n. 2, p. 717–721, 2009.
167. TVRDA, E. et al. Iron and copper in male reproduction: a double-edged sword. **Journal of Assisted Reproduction and Genetics**, v. 32, n. 1, p. 3–16, 2015.
168. TVRDA, E.; PEER, R.; SIKKA, S. C.; AGARWAL, A. Iron and copper in male reproduction: a double-edged sword. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, v. 32, n. 1, p. 3–16, 2015.
169. UNDERWOOD, E.; SOMERS, M. Studies of zinc nutrition in sheep. I. The relation of zinc to growth, testicular development, and spermatogenesis in young rams. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 20, n. 5, p. 889, 1969.
170. UNLU, N. Z. et al. Carotenoid Absorption from Salad and Salsa by Humans Is Enhanced by entry Addition of Avocado or Avocado Oil. **The Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 135, n. 3, p. 431–436, 2003.
171. VAN PELT, A. M. M.; DE ROOIJ, D. G. Synchronization of the Seminiferous Epithelium after Vitamin A Replacement in Vitamin A-Deficient Mice. **Biology of Reproduction**, v. 43, n. 3, p. 363–367, 1990.
172. VEERAMACHANENI, D. N. et al. Pathophysiology of small testes in beef bulls: relationship between scrotal circumference, histopathologic features of testes and epididymides, seminal characteristics, and endocrine profiles. **American Journal of veterinary research**, v. 47, n. 9, p. 1988–99, 1986.
173. VENDELAND, S. C. et al. Uptake of selenite, selenomethionine and selenate by brush border membrane vesicles isolated from rat small intestine. **Biometals**, v. 7, n. 4, 1994.
174. VENKATA KRISHNAIAH, M. et al. Organic Zn and Cu interaction impact on sexual behaviour, semen characteristics, hormones and spermatozoal gene expression in bucks (*Capra hircus*). **Theriogenology**, v. 130, p. 130–139, 2019.

175. WHITE, J. G.; WELCH, R. M.; NORVELL, W. A. Soil Zinc Map of the USA using Geostatistics and Geographic Information Systems. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, n. 1, p. 185–194, 1997.
176. WILSON, M. J. et al. Effect of vitamin E deficiency on the growth and secretory function of the rat prostatic complex. **Experimental and Molecular Pathology**, v. 74, n. 3, p. 267–275, 2003.
177. WONG, W. Y.; MERKUS, H. M. W. M.; THOMAS, C. M. G.; et al. Effects of folic acid and zinc sulfate on male factor subfertility: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. **Fertility and Sterility**, v. 77, n. 3, p. 491–498, 2002.
178. WROBEL, K.-H.; REICHOLD, J.; SCHIMMEL, M. Quantitative morphology of the ovine seminiferous epithelium. **Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger**, v. 177, n. 1, p. 19–32, 1995.
179. WU, S. H. et al. Effect of Selenium, Vitamin E, and Antioxidants on Testicular Function in Rats. **Biology of Reproduction**, v. 8, n. 5, p. 625–629, 1973.
180. YANG, H.; MA, J.; WAN, Z.; WANG, Q.; WANG, Z.; ZHAO, J.; WANG, F.; ZHANG, Y. Characterization of sheep spermatogenesis single-cell RNA sequencing. **The FASEB Journal**, v. 20, p. 35:1-13, 2020.
181. YOUSEF, M. I.; ABDALLAH, G. A.; KAMEL, K. I. Effect of ascorbic acid and Vitamin E supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits. **Animal Reproduction Science**, v. 76, n. 1–2, p. 99–111, 2003.
182. YUE, D. et al. Effect of Vitamin E supplementation on semen quality and the testicular cell membranal and mitochondrial antioxidant abilities in Aohan fine wool sheep. **Animal Reproduction Science**, v. 118, n. 2–4, p. 217–222, 2010.