

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO DA RESPOSTA HEMATOLÓGICA E ÍNDICES  
PRODUTIVOS EM CABRAS E SUAS CRIAS,  
SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E (TOCOFEROL)  
INJETÁVEL

Autor: Mattia De Bernardi  
Orientador: prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Adriana Grande

Maringá 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO DA RESPOSTA HEMATOLÓGICA E ÍNDICES  
PRODUTIVOS EM CABRAS E SUAS CRIAS,  
SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E (TOCOFEROL)  
INJETÁVEL

Autor: Mattia De Bernardi  
Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Adriana Grande

Dissertação apresentada como parte das exigências  
para obtenção do título de MESTRE EM  
ZOOTECNIA no Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá –  
Área de Concentração Produção Animal

Maringá-PR  
Fevereiro 2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

B523a

Bernardi , Mattia de

Avaliação da resposta hematológica e índices produtivos em cabras e suas crias, suplementadas com vitamina e (Tocoferol) injetável / Mattia de Bernardi . -- Maringá, PR, 2024.

44 f. : color., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Claudete Regina Alcalde.

Coorientador: Prof. Dr. Paula Adriana Grande.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2024.

1. Caprinocultura - Desempenho produtivo. 2. Suplentação de Vitamina E . 3. Imunidade. 4. Antioxidantes. I. Alcalde, Claudete Regina, orient. II. Grande, Paula Adriana, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 23.ed. 636.3



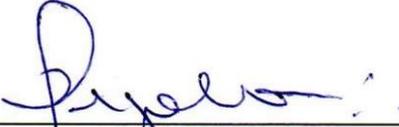
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

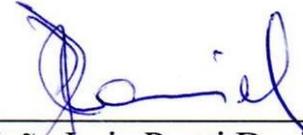
AVALIAÇÃO DA RESPOSTA HEMATOLÓGICA E ÍNDICES  
PRODUTIVOS EM CABRAS E SUAS CRIAS,  
SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E  
(TOCOFEROL) INJETÁVEL

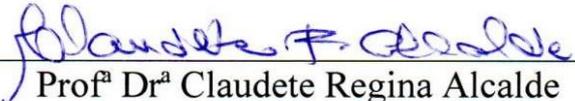
Autor: Mattia De Bernardi  
Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADO em 23 de fevereiro de 2024.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Paulo Rigolon

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Luiz Pratti Daniel

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde  
Orientadora

*Ao meu filho Thiago,  
À minha esposa Dalva,  
Aos meus Pais Vittorio e Patrizia  
A minhas irmãs Nicole e Francesca  
Ao meu amigo Giancarlo (in memoria)*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

À universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia PPZ, que possibilitaram o desenvolvimento do trabalho. À Comissão de Aperfeiçoamento do Pessoal Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudete Regina Alcalde, pela oportunidade, orientação e ensinamentos compartilhados e pela amizade. Ao Prof. João Luis Daniel Pratti, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que sempre esteve presente e pronto a ajudar.

Aos professores do Departamento de Zootecnia e do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos. Em especial, à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magali Soares dos Santos Pozza, por disponibilizar o laboratório, e ao Prof. Dr. Luiz Paulo Rigolon, por todo auxílio Veterinário.

A todos os estagiários do Setor de Caprinocultura da FEI-UEM, que auxiliaram na condução do trabalho a campo.

À empresa Bravet, pelo fornecimento da vitamina E injetável. À minha esposa Dalva, que sempre me incentivou e ajudou para que pudesse dedicar ao projeto.

A todos que direta ou indiretamente auxiliaram na realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

MATTIA DE BERNARDI, filho de Vittorio De Bernardi e Patrizia Bragastini, nascido na cidade de Como – Itália, no dia 02/04/1989, graduado em Medicina Veterinária no ano de 2021, ano de conclusão 2020, pelo Centro Universitário Ingá (Uningá) de Maringá.

Imigrado para o Brasil no ano de 2013, atuou na construção civil até 2016, quando entrou na faculdade de Medicina Veterinária (Uningá).

Atuou em Clínica Médica e Cirúrgica de Animais de Companhia e sucessivamente através de projeto de pesquisa começou a atuar com animais de produção, realizando PIBIC em genética sobre genótipos da  $\beta$ -caseína A2 em gado leiteiro da Região Norte do Paraná.

Após a Graduação em Medicina Veterinária atuou com Clínica Médica, Cirúrgica, Reprodução e Produção de Gado Leiteiro e Corte, até ingressar no Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ) da Universidade Estadual de Maringá, em março de 2021, atuando com Nutrição e Produção de Pequenos Ruminantes.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMO.....   | 10 |
| ABSTRACT .....  | 11 |
| INTRODUÇÃO.....   | 1  |
| REVISÃO DE LITERATURA.....  | 4  |
| 1. Caprinocultura de leite no Brasil .....  | 4  |
| 2. Gestação, parto e puerpério em cabras .....  | 4  |
| 3. Peso da cria ao nascimento, ganho de peso, e sobrevida.....  | 5  |
| 4. Composição e qualidade do leite caprino .....  | 6  |
| 5. Vitamina E e Selênio (Se) na dieta de Ruminantes .....   | 6  |
| 5.1 Selênio (Se) .....  | 6  |
| 5.2 Vitamina E.....   | 8  |
| 6. Funções da vitamina E e Selênio (Se) no sistema antioxidante.....  | 12 |
| Figura 4. Sistema de defesa antioxidante celular, adaptado de Combs e McClung<br>(2017).....  | 14 |
| 7. Benefícios da suplementação de Selênio (Se) e vitamina E .....   | 14 |
| 8. Referências:.....  | 16 |
| OBJETIVOS GERAIS.....   | 23 |
| IV. Avaliação do desempenho produtivo, reprodutivo e índices hematológicos de<br>cabras mestiças (Saanen x Boer), suplementadas com vitamina E injetável, e<br>desempenho produtivo e perfil imunológico dos cabritos ..... | 24 |
| RESUMO.....   | 24 |
| ABSTRACT .....  | 25 |
| 1. Introdução .....   | 26 |
| 2. Materiais e métodos:.....  | 27 |
| 2.1 Animais, delineamentos e dietas experimentais.....  | 27 |
| 2.2 Coleta de amostras .....  | 29 |
| 2.3 Análises químicas.....  | 29 |
| 2.4 Análises estatísticas e modelos matemáticos .....   | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 3. Resultados.....   | 31 |
| 3.1 Perfil hematológico cabras e cabritos .....  | 31 |
| 3.2 Desempenho de produção dos cabritos .....  | 32 |
| 3.3. Análise químico-física do leite, produção de colostro e poder redutor do ABTS<br>leite e colostro .....       | 32 |
| 4. Discussão .....   | 33 |
| 4.1 Perfil hematológico cabras e cabritos .....  | 33 |
| 4.2 Desempenho produtivo dos cabritos .....  | 35 |
| 4.3 Análise do leite e produção de colostro .....  | 36 |
| 5. Conclusão.....  | 37 |
| 6. Referências: .....  | 37 |
| Tabela 1. Coeficientes utilizados nos contrastes ortogonais. ....  | 41 |
| Tabela 2. Composição química dos alimentos em % da matéria seca, da dieta basal                                    | 41 |
| Tabela 3. Composição da dieta e teores de nutrientes expressos em % MS, UI e mg                                    | 41 |
| Tabela 4. Resultados do perfil hematológico das cabras. ....   | 42 |
| Tabela 5. Resultados do perfil hematológico dos cabritos.....  | 42 |
| Tabela 6. Peso ao nascimento, 7 ,14, 28, 35, 43, 49, 56 dias e desmama, e ganho<br>médio diário dos cabritos ..... | 43 |
| Figura 1. Desempenho dos cabritos ao longo do período avaliado.....  | 43 |
| Tabela 7. Análise da composição químico-física do leite, produção de colostro e<br>ABTS.....                       | 44 |
| Tabela 8. Tipos de gestações por tratamento e índice de prolificidade .....  | 44 |

## RESUMO

O período de transição em ruminantes é considerado crítico, pois ocorrem alterações metabólicas e endócrinas intensas, principalmente pelo incremento das exigências nutricionais do feto, e o início da lactação, esses fatores em conjunto com a diminuição ingestão de matéria seca, e adaptação ao novo estado fisiológico, predispõe o animal a intensa produção de radicais livres podendo propiciar a ocorrência de doenças metabólicas, infecciosas e nutricionais, portanto neste estudo objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de vitamina E injetável, 15 dias antes do parto previsto e 15 dias após o parto, sobre os parâmetros hematológicos das cabras e cabritos, desempenho produtivo dos cabritos, produção de colostro e composição do leite, para a pesquisa foram utilizadas 20 cabras e 32 cabritos distribuídas em blocos ao acaso com 3 tratamentos: Controle sem vitamina E (SVE), inclusão de 500 UI de vitamina E aplicada intramuscular (500VE), e inclusão de 1000 UI de vitamina E aplicada intramuscular (1000VE). O hemograma, produção de colostro e composição do leite das cabras não apresentou diferença entre os tratamentos, enquanto dos cabritos houve diferença no leucograma, apontando menor número de leucócitos nos cabritos nascidos de cabras pertencentes ao grupo 1000VE, o mesmo grupo apresentou níveis mais elevados de globulina, quando comparados ao grupo SVE e 500VE. Quando avaliado o desempenho produtivo, os cabritos pertencentes ao grupo 1000VE apresentaram maior ganho médio diário apresentando valor de 146 g/dia, contra 113g/dia do grupo controle e do 132 g/dia do grupo 500VE. Portanto, observou-se que a suplementação de vitamina E foi benéfica para melhoria nos índices produtivos dos cabritos e no perfil imunológico.

**Palavras-chave:** vitamina E, antioxidantes, imunidade, desempenho produtivo.

## ABSTRACT

The transition period in ruminants is considered critical, as intense metabolic and endocrine changes occur, mainly due to the increase in the nutritional requirements of the fetus, and the beginning of lactation, these factors together with the decrease in dry matter intake, and adaptation to the new environment. physiological state, predisposes the animal to intense production of free radicals and may predispose the occurrence of metabolic, infectious and nutritional diseases, therefore this study aimed to evaluate the effects of injectable vitamin E supplementation, 15 days before the expected birth and 15 days after birth, on the hematological parameters of goats and kids, productive performance of kids, colostrum production and milk composition. For the research, a total of 20 goats and 32 kids were used, distributed in randomized blocks with 3 treatments: Control without vitamin E (SVE), inclusion of 500 IU of vitamin E applied intramuscularly (500VE), and inclusion of 1000 IU of vitamin E applied intramuscularly (1000VE). The blood count, colostrum production and milk composition of the goats showed no difference between treatments, while there was a difference in the white blood cell count of the kids, indicating a lower number of leukocytes in kids born from goats belonging to the 1000VE group, while the same group showed higher levels of globulin, when compared to the SVE and 500VE groups. When evaluating productive performance, kids belonging to the 1000VE group showed a higher average daily gain, reaching a value of 146 g/day, compared to 113g/day in the control group and 132 g/day in the 500VE group. Therefore, it is possible to observe that vitamin E supplementation was beneficial for improving the goats' production rates and their immunological profile.

**Keywords:** vitamin E, antioxidants, immunity, productive performance.

## INTRODUÇÃO

O rebanho caprino do Brasil, segundo a última pesquisa pecuária municipal (IBGE, 2021) conta com rebanho caprino de 11.923.630 cabeças, sendo que 95,22% do rebanho é alocado no Nordeste do país, e somente 1,52% nos três estados do Sul, tendo o Paraná rebanho de 80.972 cabeças, representando 0,68% do total nacional (IBGE, 2021).

O setor de leite e laticínios de cabras representa um nicho de mercado especial, em que o consumidor busca por produtos diferentes e de alto valor agregado, além do leite pasteurizado e UHT, leite em pó, queijos finos, iogurtes, bebidas lácteas entre outros geram bons resultados econômicos (Gestaro *et al.*, 2021).

Os caprinos são considerados animais rústicos, porém, quando submetidos a estresse, como a gestação e em particular no período de transição, são sujeitos a importantes alterações fisiológicas, hormonais, produtivas e reprodutivas (Souza, 2008).

O período de transição em ruminantes é considerado crítico, pois ocorrem alterações metabólicas e endócrinas intensas, principalmente pelo incremento das exigências nutricionais do feto, e o início da lactação, esses fatores em conjunto com a diminuição ingestão de matéria seca, e adaptação ao novo estado fisiológico, predispõe o animal a intensa produção de radicais livres podendo propiciar a ocorrência de doenças metabólicas, infecciosas e nutricionais (El Sayed *et al.* 2020), e cabras sob condições de estresse, apresentam queda na produção de leite, diminuição da porcentagem de gordura, sólidos totais, lactose e proteína. (Brasil *et al.* 2000).

O incremento demasiado da produção de radicais livres leva a estresse oxidativo, diminuindo a atividade de neutrófilos, resposta de anticorpos e incremento de citocinas inflamatórias isto, associado ao incremento da produção de ácidos graxos não esterificados resultados do balanço energético negativo, podem levar o animal ao estado de imunossupressão (El Sayed *et al.*, 2020).

Portanto, para fazer frente ao estresse oxidativo é necessário o uso de antioxidantes, sejam eles endógenos ou exógenos, e entre esses últimos os minerais ou vitaminas, que se dividem em duas principais categorias, enzimáticos e não enzimáticos, entre eles, os mais estudados são o selênio (Se) e a vitamina E (principalmente  $\alpha$ -tocoferol) respectivamente (NRC, 2007).

A vitamina E consegue prevenir a lesões oxidativas na membrana lipídica, diminuindo a formação de peróxido de hidrogênio, mantendo a estabilidade de membrana, enquanto o selênio, é parte integrante da enzima glutathione peroxidase, envolvida na depuração do peróxido de hidrogênio, e uma porção das selenoproteínas protege o animal de intoxicações de metais pesados, influenciando inclusive o sistema imune do recém-nascido, é facilmente transportado através da placenta e do leite, (El Sayed *et al.*, 2020), as múltiplas funções de ambos os nutrientes, vão além da proteção antioxidante, agindo também em diversos fatores da performance produtiva e reprodutiva do animal (Hatfield *et al.* 2000)

Benefícios no sinergismo entre os dois elementos ocorrem porque a vitamina E está correlacionada a enzima glutathione peroxidase que é selênio-dependente, a vitamina E atua na estimulação do sistema imune do animal aumentando os níveis de imunoglobulina G (IgG), e atuando na modulação da biossíntese de prostaglandinas, leucotirenos e tromboxanos pela promoção da estabilidade da membrana celular (NRC, 2007).

Portanto, a associação de ambos os compostos atua na destruição e na prevenção da formação de peróxidos no organismo, homeostase apresentando relevância na prevenção de doenças por estresse oxidativo (Barcelos, 2017).

Diversos estudos, realizados em ovelhas leiteiras (Morgante *et al.* 1999, Awawdeh *et al.* 2019; El Sayed *et al.* 2020; Farahavar, 2020) e em cabras (Ramadan *et al.* 2018; Tisplakou *et al.* 2021; Barcelos *et al.* 2022), relataram sinergismo entre associações de vitamina E e Selênio, demonstrando a importância desses antioxidantes no incremento da imunidade, nas melhoras reprodutivas e produtivas e diminuição da incidência de mastite, sugerindo que, a suplementação de selênio e vitamina E, seja por suplementação na dieta ou por via parenteral, desde o pré-parto até o início da lactação, é estratégia efetiva para melhoria do estado metabólico e antioxidante, da matriz e na performance produtiva das respectivas crias (El Sayed *et al.*, 2020).

Vale ressaltar que na medida que ocorre o crescimento da cadeia produtiva de caprinos, é indispensável estabelecer novas pesquisas científicas e novos avanços

tecnológicos para aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção, sempre visando proporcionar aos animais bem-estar cada vez maior, sem a tecnologia e o aperfeiçoamento dos técnicos, em qualquer que seja o sistema produtivo adotado, a caprinocultura pode não oferecer resultados econômicos viáveis para a atividade. (Silva, 2019).

Diante desse contexto e pela escassez de estudos publicados, o objetivo deste trabalho é verificar se a suplementação de Vitamina E em doses de 500UI/animal e 1000 UI/animal, 15 dias antes e 15 dias pós-parto, causa alterações hematológicas nas cabras e nos cabritos, aumento na produção de colostro, alterações na composição do leite e influência no ganho de peso dos cabritos. Hipoteticamente, a associação desses dois elementos deve trazer benefícios, principalmente nas alterações por estresse oxidativo, melhora da imunidade e conseqüentemente melhora na saúde das crias.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Caprinocultura de leite no Brasil

Devido a rusticidade, alta prolificidade e boa adaptabilidade a espécie caprina pode ser produzida em diferentes regiões geográficas e climáticas do mundo, facilitando a implantação dos sistemas produtivos em regiões frias, quentes e áridas e regiões de montanha, diferenças típicas de um país continental como o Brasil (Gestaro *et al.* 2021).

Em razão desses fatores a produção e comercialização de leite e derivados de cabra, proporciona a melhora econômica na renda da agricultura familiar, evitando o êxodo rural para grandes centros urbanos e os relativos efeitos negativos (Barbosa *et al.* 2016).

Portanto, a produção de caprinos, principalmente no Brasil vem gradualmente aumentando ao longo dos anos, pelo aumento do consumo nacional dos produtos e derivados, tais como leite e carne (Gomes *et al.*, 2018).

### 2. Gestação, parto e puerpério em cabras

Três principais características marcantes da reprodução de caprinos são: estacionalidade, elevada prolificidade, e período gestacional relativamente curto, são animais poliéstricos estacionais de dias curtos, ou seja, o estímulo para a apresentação de cio ocorre com o decréscimo das horas de luz por dia (Fonseca, 2002).

O ciclo estral da cabra tem a duração média de 17 a 21 dias, havendo uma fase luteínica de 13-17 dias, e uma fase folicular de 4 dias, no ciclo estral ocorre a formação de 2 a 4 ondas foliculares, a ovulação poderá ser única, ou múltipla e ocorre geralmente no final do estro (Fonseca, 2002).

O período gestacional das cabras varia entre 145 e 160 dias, com média de 150 dias, podendo sofrer alterações por causas ambientais, raciais e fatores maternos, (Hafez

e Hafez, 2004). A raça Saanen possui o período gestacional médio de 152 dias, tendo índice de prolificidade entre 1,3 e 1,8 (Perosa *et al.* 1999, Falcão, 2009)

Para a sustentação da prenhes, as cabras são corpo lúteo dependente que atuam na produção da progesterona até o 14º- 17º dia de gestação, em que ocorre o reconhecimento materno, pela secreção de interferon tau caprino (cIFN-i) pelo concepto, essa proteína envia um sinal antilutelolítico e age de modo parácrino, inibindo a produção de prostaglandina e a transcrição dos receptores de ocitocina (Zarrouk *et al.* 2001, Maia *et al.* 2018).

Durante o terço final de gestação, ocorre a aceleração do crescimento fetal, seguindo uma curva exponencial, alcançando entre 85-90% do peso de nascimento por cerca do centésimo dia de gestação, e nesse período os requerimentos nutricionais, incluindo vitaminas e minerais das matrizes aumentam, acompanhando a aceleração de crescimento fetal, fêmeas em condições de restrição alimentar podem apresentar redução na taxa de crescimento fetal de cerca de 40% (NRC, 2007; Rogerio *et al.* 2011).

### 3. Peso da cria ao nascimento, ganho de peso, e sobrevida

Diversos fatores influenciam o desenvolvimento dos cabritos recém-nascidos, entre eles destacam-se: genética, sexo, peso ao nascimento, o tipo de nascimento e manejo sanitário do ambiente (Bridi, 2006).

O peso das crias ao nascer, tem grande impacto sobre índices produtivos e reprodutivos, animais com menor peso ao nascimento, têm menores chances de sobrevivência, devido as maiores dificuldades em procurar o alimento, sendo o baixo peso ao nascimento uma das mais frequentes causas de mortalidade em caprinos no período pós-parto. (Geraseev *et al.* 2006).

Lobo (2002) em sua pesquisa, relata que, cabritos com 3,5 Kg de peso médio ao nascer apresentaram taxas de sobrevivência acima de 70%, enquanto crias com peso abaixo dos 2kg, apresentaram taxa de sobrevivência de 41%.

Segundo Ribeiro *et al.* (1998) o peso da cria ao nascimento é cerca de 1/15 (6,67%) do peso da matriz, portanto, considerando o peso médio da raça Saanen de 70 kg, crias de parto único deverão apresentar peso de cerca 4,6 kg, enquanto pela raça Boer, em que as matrizes pesam perto de 95 kg, o peso ao nascimento da cria única, apresenta cerca de 6,3 kg, esses valores podem variar em casos de partos duplos ou triplo (Nogueira *et al.*, 2011).

Manson e Schmidt (2021) em pesquisa, em que avaliaram o peso ao nascimento de 759 cabritos Saanen, encontraram valores de peso ao nascimento de 3,34 ( $\pm 0,44$ ) Kg e 3,07 ( $\pm 0,56$ ) Kg, de machos e fêmeas Saanen, respectivamente

Portanto, fator do peso ao nascimento, relacionado com a sobrevivência de animais jovens assume grande importância na viabilidade das crias, e forte impacto no retorno econômico e na viabilidade de sistemas produtivos de caprinos, pois existe um coeficiente de correlação positivo e elevado do peso ao nascimento, peso a desmama e desenvolvimento ponderal em diferentes idades, para ambos os sexos (Sherman, 1987; Medeiros *et al.* 2006).

#### 4. Composição e qualidade do leite caprino

O leite de cabra, apresenta alto valor nutritivo e de acordo com a Instrução Normativa 37 (IN 37/2000) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2000), são estabelecidos requisitos mínimos para um leite caprino de boa qualidade, sendo esses 2,80% de proteína total, 8,20 % de extrato seco desengordurado, 4,30% de lactose e gordura não inferior a 2,90%, a densidade desse leite a 15°C é fixada em mínimo de 1,028 g/ml até máximo de 1,034 g/ml, o pH médio é de 6,45.

A menor quantidade de proteína  $\alpha 1$ -caseína, responsável pela reação alérgica (APLV) respeito ao leite de vaca, pode trazer mais valor agregado ao leite podendo ser considerado terapêutico e utilizado por pessoas com APLV (Rocha Filho *et al.* 2014), além disso esse leite , respeito ao de vaca, tem melhor digestibilidade por causa do tamanho menor dos glóbulos de gordura (Mendes *et al.*, 2009), e por não possuir aglutinina permitindo que as moléculas de gordura agrupem-se , além disso quase 20% dos ácidos graxos saturados são de cadeia curta, facilitando ainda mais a digestão do leite (Mir *et al.*, 1999).

O leite de cabra possui secreção de forma apócrina, ocorrendo descamação das células do epitélio, promovendo a regeneração fisiológica dos alvéolos, causando uma produção de leite com maior quantidade de células somáticas (CCS), chegando a valores de mais que 1.000.000 CCS/ml, porém, esse aumento não é sinal de mastite, sendo a glândula mamaria saudável (Podhorecká *et al.*, 2021).

#### 5. Vitamina E e Selênio (Se) na dieta de Ruminantes

##### 5.1 Selênio (Se)

No final da década de 1980, houve grandes avanços nas pesquisas com Selênio, (Se) principalmente no que concerne metabolismo, função e requerimentos, avaliações das formas orgânicas desse mineral, e conhecimentos sobre a deficiência desse elemento e os sinais clínicos (Weiss, 2017). Nesse período a US Food and Drugs Administration (FDA), aprova a suplementação de Selênio Orgânico em gado leiteiro nas taxas de 0,3 mg/kg/MS. Vários estudos começaram a serem publicados no mesmo período e uma das pesquisas mais relevantes foi em 1984 por Smith ., o qual demonstrou que a associação de vitamina E e Selênio reduziu a morbidade de mastites clínicas, sendo rapidamente adotado pelos nutricionistas do mundo, para melhorar a qualidade do leite e o bem-estar animal (Weiss, 2017). Atualmente, o NASEM (2021), traz novas pesquisas sobre a utilização de Selênio em alimentação de vacas de leite, para caprinos, as pesquisas mais recentes ainda constam no National Research Council – NRC (2007).

Em situações de estresse, como o período de transição, ocorre decréscimo da ingestão de matéria seca (IMS), e essa diminuição da ingestão afeta o aporte de vários nutrientes, inclusive de minerais como o Selênio (Pate e Cardoso, 2018). Portanto, situações de estresse acentuado demandam incremento do selênio fornecido (Xiaoyong *et al.* 2021).

Segundo Mehdi *et al.* (2013), um adequado aporte de selênio é essencial e o balanço negativo de Se, pode causar alterações no crescimento dos animais, déficit reprodutivos e problemas de saúde em geral, ocorrendo porque o selênio é parte integrante da enzima Glutationa Peroxidase (GPH-Px) do sistema antioxidante.

Os diversos suplementos de selênio, podem ser divididos em orgânico, como por exemplo a selênio-metionina e inorgânicos como o selenito ou selenato de sódio, as diversas fontes de selênio são absorvidas no intestino delgado e a regulação do selênio ocorre por excreção urinária.

O NRC (2007), estabelece para caprinos a exigência de selênio para manutenção de 0,015 mg/kg da ingestão da matéria seca (IMS), 0,5 mg/kg de peso ganho para crescimento, 0,021 mg/kg peso do concepto durante os últimos 50 dias de gestação, e para lactação 0,10 mg/kg de leite produzido, e também o NRC (2007) estabelece coeficientes de absorção em 0,60 para concentrados e 0,31 para forragens, independente da forma administrada a suplementação máxima em caprinos e ruminantes em geral é de 5 mg/kg/MS.

A reposição de Se em caprinos pode ser realizada através da inclusão na dieta total, ou por via oral com intervalos de 1 a 3 meses com dose de 0,1 mg/kg PV, tratamento das pastagens com aplicação de Selenato de Bário (BaSeO<sub>4</sub>) com dose de 10 g por hectare, sendo efetiva por 3 anos (Meneses *et al.* 1994) e suplementação injetável, que pode ser empregada em casos em que ocorre a diminuição da ingestão de matéria seca, conseguindo oferecer níveis adequados (Machado *et al.*, 2013). Portanto a administração injetável ajuda na resposta do sistema antioxidante, fornecendo níveis adequados de minerais, em condições de estresse, independente da ingestão de matéria seca (Teixeira *et al.*, 2015).

## 5.2 Vitamina E

A definição de vitamina E é um termo genérico utilizado para todos os tocolotocotrienóis derivados que apresentam a mesma atividade do  $\alpha$ -tocoferol (NASEM, 2021), e diferentemente de outras vitaminas lipossolúveis, a vitamina E possui baixa ou quase nula toxicidade, e doses bem mais elevadas respeita aos requerimentos nutricionais basais, demonstrando ser benéfica a saúde (Combs, McClung, 2017).

| Trivial Names   | Chemical Names                                 | Biopotencies (IU/mg) <sup>a</sup> |
|---|--|-----------------------------------|
| <i>d</i> - $\alpha$ -Tocopherol   | 2R-(4'R, 8'R)-5,7,8-Trimethyltolcol            | 1.49                              |
| <i>d</i> - $\alpha$ -Tocopheryl acetate                                   | 2R-(4'R, 8'R)-5,7,8-Trimethyltolcol acetate    | 1.36                              |
| <i>l</i> - $\alpha$ -Tocopherol   | 2S-(4'RS, 8'RS)-5,7,8-Trimethyltolcol          | 0.36                              |
| 2- <i>l</i> - $\alpha$ -Tocopherol (2- <i>epi</i> - $\alpha$ -tocopherol) | 2S-(4'R, 8'R)-5,7,8-Trimethyltolcol            | 0.36                              |
| <i>dl</i> - $\alpha$ -Tocopherol (all- <i>rac</i> - $\alpha$ -tocopherol) | 2RS-(4'RS, 8'RS)-5,7,8-Trimethyltolcol         | 1.1                               |
| <i>dl</i> - $\alpha$ -Tocopheryl  | 2RS-(4'RS, 8'RS)-5,7,8-Trimethyltolcol acetate | 1.0                               |
| 2- <i>dl</i> - $\alpha$ -Tocopherol                                       | 2RS-(4'R, 8'R)-5,7,8-Trimethyltolcol           | 1.1                               |
| 2- <i>dl</i> - $\alpha$ -Tocopherylacetate                                | 2RS-(4'R, 8'R)-5,7,8-Trimethyltolcol acetate   | 1.0                               |
| <i>d</i> - $\beta$ -Tocopherol  | 2R-(4'R, 8'R)-5,8-Dimethyltolcol               | 0.12                              |
| <i>d</i> - $\gamma$ -Tocopherol   | 2R-(4'R, 8'R)-7,8-Dimethyltolcol               | 0.05                              |
| <i>d</i> - $\alpha$ -Tocotrienol  | <i>trans</i> -2R-5,7,8-Trimethyltocotrienol    | 0.32                              |
| <i>d</i> - $\beta$ -Tocotrienol   | <i>trans</i> -2R, 5,8-Dimethyltocotrienol      | 0.05                              |
| <i>d</i> - $\gamma$ -Tocotrienol  | <i>trans</i> -2R,7,8-Dimethyltocotrienol       |                                   |
| <i>d</i> - $\delta$ -Tocotrienol  | <i>trans</i> -2R,8-Methyltocotrienol           |                                   |

Figura 1. Biopotenciais relativos dos compostos ativos da vitamina E e seus análogos (Adaptado de NRC 1987).

A Vitamina E é encontrada na maioria dos alimentos, porém com mais frequência é encontrada nos vegetais, esses últimos conseguem produzir somente o isômero RRR de

$\alpha$ -tocoferol, e a concentração nas plantas é muito variável, geralmente é associada com a atividade metabólica do tecido vegetal, sendo encontrado principalmente nas folhas e em outras partes verdes, porque os cloroplastos contêm maior quantidade de RRR-  $\alpha$ -tocoferol, e nos depósitos de lipídeos das plantas como ocorre nas oleaginosas, e no gérmen da semente, enquanto  $\beta$ - $\gamma$ - $\delta$  são encontrados em outras partes do vegetal e possuem atividade biológica desprezível (NRC 2007; Combs, McClung, 2017.; NASEM, 2021).

FORAGEMS frescas e oleaginosas inteiras (ex. soja, semente de algodão, canola) são os únicos alimentos com concentrações apreciáveis de  $\alpha$ -tocoferol, enquanto grãos e rações com oleaginosas processadas costumam ter < 6 mg/kg/MS de  $\alpha$ -tocoferol, pois o processamento com calor e longa exposição a oxigênio causa destruição, pois o  $\alpha$ -tocoferol é muito sensível (François, 2006).

FORAGEMS frescas são ótima fonte de vitamina E, a concentração de  $\alpha$ -tocoferol é extremamente variável tendo valores de 20 até 150 mg/kg/MS, essa variação depende da espécie, por exemplo as gramíneas contêm mais vit. E com respeito as leguminosas, estágio de maturação, a concentração de vit. E diminui conforme o estágio de maturação aumenta, fatores climáticos e outros fatores, contribuem para a variação (Elgersma *et al.*, 2013, Jhoansson *et al.* 2014) .

Vale ressaltar que o processo de ensilagem diminui a concentração de  $\alpha$ -tocoferol no teor de 25 a 65% (Jhoansson *et al.* 2014). Weiss et al. (2009) estabelece valores de 9 a 20 mg/kg de MS de  $\alpha$ -tocoferol na silagem de milho.

Apesar das plantas conseguirem produzir somente o isômero RRR de  $\alpha$ -tocoferol existem preparações sintéticas de vitamina E, em que são misturados todos os 8 isômeros em concentrações equimolares (NASEM, 2021), designados principalmente com prefixo “all-racc” seja na forma não esterificada (all-racc  $\alpha$ -tocoferol) e esterificada (all-racc- $\alpha$ -tocoferil acetato), outras formas utilizadas comercialmente são all-racc- $\alpha$ -tocoferil succinato, all-racc- $\alpha$ -tocoferil-polietilenoglicol-succinato. (Combs, McClung, 2017).

Experimentos *in vivo* e *in vitro* mostram que as formas comerciais possuem boa estabilidade no rúmen quando associadas a várias dietas (Weiss et al. 1995), porém não estão disponíveis dados sobre a eficiência da absorção da vitamina E no intestino de ruminantes, em humanos cerca de 20- 70% da vitamina E ingerida é facilmente absorvida (NASEM, 2021), e isso ocorre no intestino delgado através da difusão passiva insaturável dependente de micela , as esterases pancreáticas liberam ácidos graxos livres dos

triglicérides dietético e os ácidos biliares formam micelas mistas englobando vitamina E (Combs, McClung, 2017).

A presença de gordura no lúmen intestinal possui correlação positiva com a quantidade de vitamina E absorvida, portanto, o incremento de gordura na dieta é necessário para o incremento da absorção, por causa da baixa presença de gordura usualmente fornecida nas dietas a absorção por ruminantes é muito inferior a humanos (NASEM, 2021), portanto dietas pobres em gordura podem resultar em diminuição da ingestão de vitamina E (Combs, McClung, 2017).

Após a absorção a vitamina E, é transportada na circulação linfática através quilomícron, conforme figura 1 abaixo, e diferentemente da vitamina A e D, não possui uma proteína carreadora específica no plasma, mas é transferida rapidamente do quilomícron para a lipoproteína plasmática que se liga de forma inespecífica, é captada no fígado e é acrescentada às VLDL, sofrendo ação da lipase lipoproteína e são convertidos em LDL, e nesse processo a vitamina E é transferida de forma espontânea para Apolipoproteína B, incluindo HDL, VLDL, LDL (Combs, McClung, 2017), esse processo pode ser interrompido em condições hiperlipidêmicas, pois pacientes que apresentam hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia apresentam valores de vitamina E plasmáticos reduzidos (Hall *et al.*, 2005).

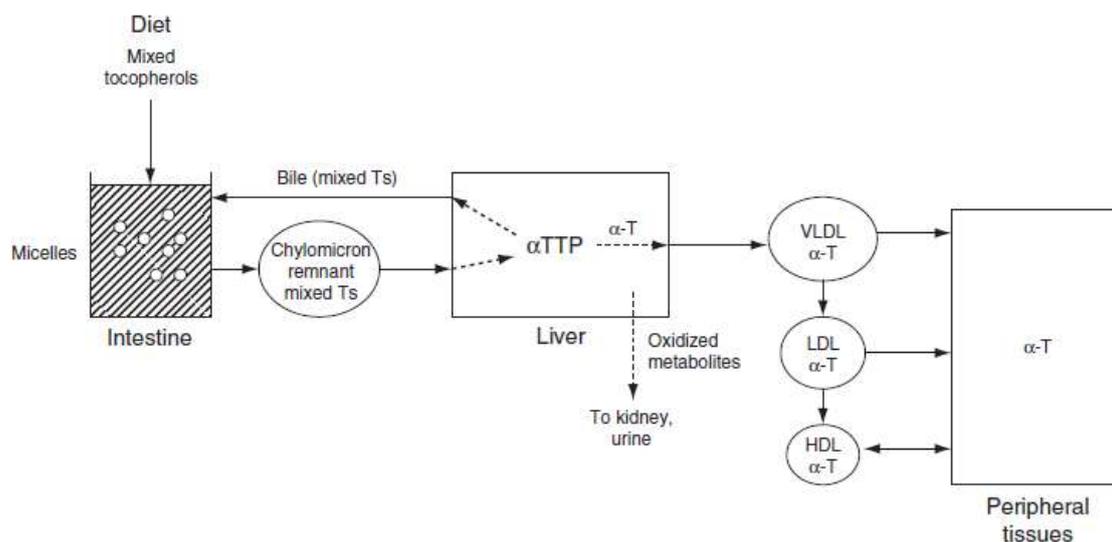


Figura 2. Transporte e absorção da vitamina E, adaptado de Combs e McClung, (2017).

A utilização da vitamina E na forma parenteral é melhor com respeito a suplementação oral ou dietética, quando a administração por via oral é comparada com a

parenteral (intramuscular ou intravenosa) é evidenciada, na forma oral com baixa absorção e biodisponibilidade (Ramadan *et al.*, 2018) , portanto a aplicação por via parenteral faz-se necessária e vantajosa em estágios fisiológicos no qual o animal apresenta baixa ingestão de matéria seca, como por exemplo no terço final de gestação, quando diminui o aporte de vitamina E dietético, e por não sofrer absorção intestinal e, portanto, não utiliza os lipídeos dietéticos para o transporte, é rapidamente absorvido e transportada na circulação linfática até os tecidos alvos, principalmente no fígado (Machado *et al.*, 2013).

A principal função da vitamina E é a atuação como antioxidante lipossolúvel, na manutenção da integridade da membrana celular, prevenindo a peroxidação reduzindo a produção de espécies reativas de oxigênio e radicais livres que podem causar disfunção de membrana (El Sayed, 2020). Essa função é intimamente ligada a enzima Selênio-dependente Glutathione Peroxidase (GPH-Px) (NRC, 2007).

Em ruminantes, devido à base de dados bromatológicos inadequados, a determinação exata da exigência de vitamina E torna-se complexa, por esse motivo a recomendação é expressa somente como nível de suplementação de vitamina E, pois, a maioria dos alimentos utilizados contêm quantidades apreciáveis de  $\alpha$ -tocoferol, todavia os alimentos apresentam alta variação na concentração de vitamina E e por esse motivo, existe incerteza sobre o nível correto de inclusão na dieta, portanto a recomendação é de um nível de suplementação (NASEM, 2021), portanto, os principais sistemas de nutrição de pequenos ruminantes adotaram como forma de determinar o nível adequado de vitamina E a capacidade da dose fornecida, de prevenir a distrofia muscular ocorrida por deficiência nutricional, ao contrário do que se dizia no NRC (1981) que sinais de deficiência de vitamina E em cabras eram inexistentes, Ross *et al.* (1989), relataram episódios distrofia muscular em caprinos no mundo, e com base neste estudo foi estabelecido que, a dose mínima recomendada de suplementação de vitamina E, de 5,3 UI por kg PV utilizada em ovelhas, pode ser utilizada para todos os pequenos ruminantes nas várias fases de produção (NRC, 2007), esse método, determinando uma dose para prevenção da distrofia muscular, também foi utilizado para determinar a exigência de vitamina E para gado de corte (NRC, 1996; NRC, 2007).

A necessidade de alta suplementação no período pré-parto ocorre quando a síntese de colostro aumenta a exigência de vitamina E, estima-se que vacas secretam cerca de 5 a 7,5 mg de  $\alpha$ -tocoferol por kg de colostro, e isso equivale a 100 a 150 UI de all-rac tocoferil acetato, a cada 10 kg de colostro produzido (NASEM, 2021) , vale ressaltar que

a colostrogênese não é o único fator que influencia o requerimento de suplementação de vitamina E, estudos de Goff e Kimura (2002) avaliaram a concentração de  $\alpha$ -tocoferol plasmático de vacas mastectomizadas, e demonstraram que no período pré-parto ocorre a diminuição acentuada do nível plasmático de  $\alpha$ -tocoferol mesmo sem a colostrogênese ocorrer.

Segundo o NASEM (2021), ainda não tem estudos sobre toxicidade da vitamina E conduzidos em ruminantes, porém, estudos em ratos indicam valores de até 75 UI/kg PV /dia como seguros, alguns estudos com ruminantes, demonstram que níveis de vitamina A e  $\beta$  caroteno nos tecidos, são reduzidos empregando-se suplementação de vitamina E entre 2500 e 6000 UI/d (Yang *et al.*, 2002). Suplementações nas doses de 3000 UI/dia/animal em vacas de leite no período seco, podem aumentar o risco de desenvolver mastite na lactação subsequente, respeito a suplementações de 135 UI/dia/animal. (Bouwstra *et al.*, 2010 b).

Awawdeh *et al.*, (2019) avaliaram a performance reprodutiva de ovelhas Awassi, no período de sincronização de estro, e foi demonstrado que injeções de vitamina E na dose de 13,6 mg/kg com 0,045 mg/kg de Se, intramuscular, em 3 injeções , uma na aplicação do implante de estrogênio, uma na retirada e a última injeção 19 dias após a retirada do implante, demonstrou ser efetiva para melhorias reprodutivas principalmente na taxa de prenhes, e não indicou níveis de alterações condizentes com toxicidade da vitamina.

## 6. Funções da vitamina E e Selênio (Se) no sistema antioxidante

As reações metabólicas, especialmente as que envolvem o oxigênio, geram radicais livres capazes de danificar outras células por meio da oxidação, numa produção normal, em condições normais, a produção de radicais livres é neutralizada pelo sistema antioxidante, conforme reportado na figura 4, porém, a produção exacerbada gera estresse oxidativo (Xiaoyong *et al.*, 2021).

Em ruminantes ocorre principalmente no período de transição, que é definido três semanas pré-parto e três semanas pós-parto, um período marcado por grandes mudanças endócrinas no organismo do animal, acompanhado de decréscimo de ingestão de matérias seca e a alta demanda de nutrientes pelo feto, essas mudanças afetam negativamente o sistema antioxidante, o sistema imune e por consequência promovem desordens metabólicas (Delfino *et al.*, 2018).

Quando ocorre incremento da produção de radicais livres, é esperado o aumento da demanda metabólica para proteção antioxidante, incluindo aumento da exigência de vitamina E e Selênio (Se), principalmente envolvidos no sistema antioxidante (Combs, McClung, 2017),

O sistema antioxidante é constituído principalmente por 3 componentes: antioxidantes de membranas, antioxidantes solúveis e enzimas, esses componentes são compostos de tocoferóis, carotenoides, ubiquinonas, para o primeiro componente, NADPH, NADH, ácido ascórbico, ácido úrico, bilirrubina, polifenóis, transferrina, ferritina, albumina para o segundo e superóxido dismutase e glutatona peroxidase para o terceiro (Combs, McClung, 2017). O sistema enzimático trabalha em conjunto para redução de  $O_2$ , sendo que a enzima superóxido dismutase converte  $O_2$  em  $H_2O_2$ , e a glutatona peroxidase reduz  $H_2O_2$  para  $H_2O$ , essa última enzima, é dependente de Selênio, sendo esse último, parte integrante para o adequado funcionamento da Glutatona Peroxidase (GSH-px), enquanto a vitamina E é especialmente reativa com radicais de hidroperoxila, que são produzidos através da peroxidação de ácidos graxos polinsaturados (PUFA), por causa da função de sequestradora de radicais, a vitamina E atua na manutenção das membranas celulares controlando o metabolismo do ácido araquidônico (figura 3.) e, portanto, modulando a biossíntese de prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos (Combs, McClung, 2017; NASEM 2021).

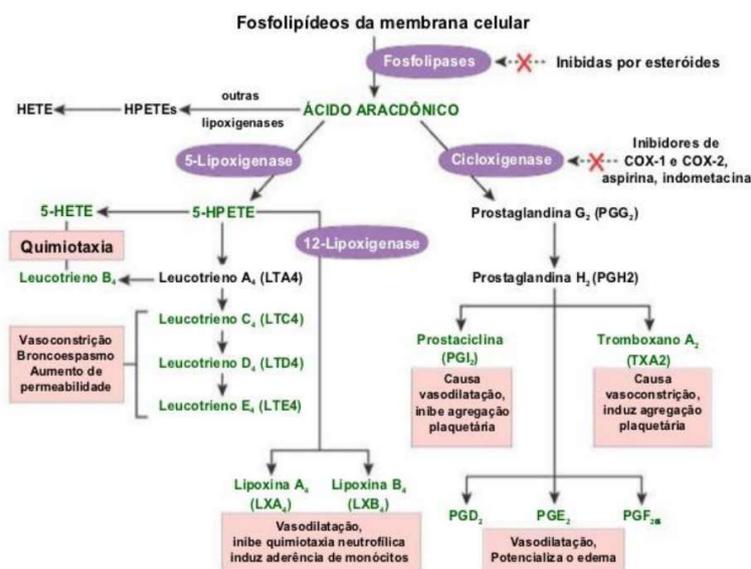


Figura 3. Cascata do ácido araquidônico adaptado de Kumar *et al.* (2021).

Portanto a vitamina E e o Selênio são fatores essenciais no sistema antioxidante, cooperando para o correto funcionamento, as múltiplas funções de ambos os nutrientes,



linfócitos contra antígenos, e na questão reprodutiva inibe a enzimas esteroideogênicas e prostaglandina 2 $\alpha$  tendo efeitos na regressão do corpo lúteo (NASEM, 2021).

Quando a vitamina E é injetada, usualmente em conjunto com Se, teve respostas positivas na redução da prevalência de retenção de placenta, especialmente quando o animal tem baixo nível de  $\alpha$ -tocoferol plasmático antes da injeção, nesses estudos utilizavam-se doses de aproximadamente 700 UI de vitamina E e 50 mg de Selênio, porém, novos estudos utilizaram doses de 2000 até 3000 UI de vitamina E injetada no pré-parto, com bons resultados, melhorando significativamente a função de neutrófilos e macrófagos no periparto (Le Blanc *et al.*, 2006).

Bourne *et al.*, em 2007 através de meta-análise determinaram que a suplementação de vitamina E no pré-parto reduziu significativamente a ocorrência de retenção de membranas fetais.

Estudos avaliando a performance reprodutiva em pequenos ruminantes apresentaram resultados benéficos da suplementação em associação de vitamina E e Se, ovelhas Awassi suplementadas com três injeções de vitamina E e Se, (13,6 mg/kg e 0,045 mg/kg respectivamente) em protocolos de sincronização de estro, obtiveram incremento na taxa de prenhes, principalmente nas ovelhas primíparas (Awawdeh *et al.*, 2019)

A maior parte dos estudos em gado leiteiro, avaliando o efeito da vitamina E em mastite, evidenciaram a redução na incidência e diminuição de novas infecções, redução na contagem de células somáticas (CCS), e menor morbidade em animais recebendo a suplementação em doses entre 1000 e 3000 UI/dia no período seco e no periparto, estudos com dosagem de 1000 UI/dia por curtos períodos de tempo, entre 14 e 45 dias, mostraram os melhores efeitos (NASEM, 2021). Vale ressaltar que estudo de Bouwstra *et al.* (2010) em que foi empregada suplementação de 3000 UI/dia por 60 dias em gado leiteiro, houve aumento dos casos de mastite no início de lactação em comparação com o grupo controle (135 UI/dia).

A administração de minerais (Zn, Mg, Se e Cu) administrados em vacas leiteiras no período de transição, diminuiu em 25 % a incidência de mastite e 34% a incidência de endometrite, respeito ao grupo que não recebeu mineral na forma injetável (Machado *et.al* 2013).

Quanto a mudanças da composição do leite, Saran Netto *et al.* (2019) suplementaram vacas leiteiras com vitamina E e selênio com doses acima do recomendado, porém, logo abaixo a dose considerada tóxica pelo NRC (2001) principalmente concernente ao selênio, e avaliaram a qualidade do leite consumido por crianças, e obtiveram aumento

da saúde do animal, o incremento de vitamina E e selênio no leite, resultando em benefício para o consumidor.

A suplementação de vitamina E em ovelhas no final da gestação promoveu diminuição da mortalidade neonatal e melhoria da produtividade (Hatfield, 2000), níveis plasmáticos de IgG dos neonatos, ganho de peso diário (GPD), foram melhores em neonatos filhos de ovelhas tratadas com vitamina E (Gentry *et al.*, 1992). Kott *et al.* (1998) utilizaram doses de 330 UI/dia, 21 dias pré-parto, e identificaram diminuição de mortalidade, e 2,6 kg a mais de GMD total em filhos de ovelhas tratadas.

O incremento de suplementação de vitamina E faz-se necessário para aumento da imunidade, Tengerdy (1989) verificou que aumento da dose em 20 vezes o recomendado pelo NRC (1985), contribuía para a melhoria na competência imune em ovelhas submetidas a desfaio sanitário, essa dose equivale a 9 UI/kg de PV, podendo ser utilizada também em animais neonatos que são mais susceptíveis a deficiência de vitamina E, devido à grande limitação da placenta em efetuar a transferência para o feto (NRC, 2007).

Ramadan *et al.* (2018) avaliaram a resposta das crias de cabras tratadas no pré-parto com vitamina E injetável em associação a selênio injetável, 4 aplicações foram realizadas, 30 dias antes do parto previsto, 15 dias antes do parto, no dia do parto e a última aplicação 15 dias pós-parto, na dose de 500mg de vitamina E, concluindo que crias de cabras tratadas apresentaram maior peso ao nascimento e incremento da atividade imunológica do recém-nascido.

A utilização de suplementação no pré-parto com vitamina E e selênio, com dose de 6,66 UI/kg e 0,133 mg/kg respectivamente, em ovelhas, duas semanas antes do parto previsto, e uma dose no parto se demonstrou suficiente para melhorar a imunidade com aumento da expressão dos genes responsáveis pela síntese de interleucinas 6 e 5 (IL-6 e IL-5) e aumentou a atividade antioxidante, através da modulação positiva na expressão dos genes responsáveis pela síntese de Acetil-CoA carboxilase-1(ACACA), Ácidos graxos sintetase (FASN) e esteroil-CoA dessaturase (SCD), evidenciado que a suplementação de vitamina E pode regular positivamente a expressão padrão do processo de biossíntese lipídica e regulando negativamente a expressão de genes relacionados ao estresse (El-Sayed *et al.*, 2020).

## 8. Referências:

Awawdeh, M. S., Eljarah, A. H., Ababneh, M. M., 2019, Multiple injections of vitamin E and selenium improved the reproductive performance of estrus-synchronized Awassi ewes, *Tropical animal health and production*, 51, 1421-1426.

Barbosa, L.P., Rodrigues, M.T., Guimarães, J.D., Torres, C.A.A., Carvalho, G.R., Amorim, L. S., Dutra, P.A., 2016. Influence of body condition at calving on energy balance and reproductive performance of dairy goats in the postpartum. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 68, 1283-1291. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8371>.

Barcelos B., Gomes V., Vidal A. M. C., Junior J. E., Araujo M. L., Alba H. D., Saran Netto A. , 2022. Effect of selenium and vitamin E supplementation on the metabolic status of dairy goats and respective goats kids in the peripartum period, *Tropical Animal Health and Production*, 54, 36

Barcelos. B.; 2017, Avaliação da inclusão de selênio e vitamina E na dieta de cabras leiteiras em período de transição e seus efeitos nos cabritos. Tese de doutorado em zootecnia FZEA- USP

Bourne, N., Laven, R., Wathes, D. C., Martinez, T., & McGowan, M. 2007. A meta-analysis of the effects of Vitamin E supplementation on the incidence of retained foetal membranes in dairy cows. *Theriogenology*, 67(3), 494-501.

Bouwstra, R. J., Nielen, M., Newbold, J. R., Jansen, E. H. J. M., Jelinek, H. F., & Van Werven, T. 2010. Vitamin E supplementation during the dry period in dairy cattle. Part II: Oxidative stress following vitamin E supplementation may increase clinical mastitis incidence postpartum. *Journal of Dairy Science*, 93(12), 5696-5706.

Brasil, L. H. D. A., Wechesler, F. S., Baccari Júnior, F., Gonçalves, H. C., & Bonassi, I. A. (2000). Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 1632-1641.

Bridi, A.M. 2006, Crescimento e desenvolvimento do tecido muscular. Universidade Estadual de Londrina. Londrina-PR. [Acesso em novembro de 2023] URL disponível: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Crescimentoe desenvolvimento muscular.pdf>.

Combs, J.R., McClung, J.P. 2017 *The Vitamins*, Elsevier, 2017

Delfino, N.C., de Aragao Bulcao, L.F., Alba, H.D.R., da Silva Oliveira, M.X., de Queiroz, F.P.S., de Carvalho, G.G.P., Renno, F.P. de Freitas, J.E., 2018. Influence of body condition score at calving on the metabolic status and production performance of Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*) during the transition period, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31, 1756.

Elgersma, A., Søgaard, K., & Jensen, S. K., 2013. Fatty acids,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, and lutein contents in forage legumes, forbs, and a grass-clover mixture. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(49), 11913-11920.

El-Sayed, A., El-Ashker, M., Ebissy, E., Ateya, A., 2020. Effect of prepartum vitamin E and selenium administration on postpartum gene expression and metabolic profile of immune and oxidative markers in Barki ewes, *Genetika*, 52, 2.

Falcão, D.P. , 2009, Redução do anestro pós parto com cloprostenol sódico e indução do partão com d-cloprostenol, dinoprost, trometamina e dexametasona em caprinos, dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Farahavar, A., Rostami, Z., Alipour, D., Ahmadi, A., 2020. The effect of pre-breeding vitamin E and selenium injection on reproductive performance, antioxidant status, and progesterone concentration in estrus-synchronized Mehraban ewes, *Tropical animal health and production*, 52, 1779-1786.

Fonseca JF. Controle e perfil hormonal do ciclo estral e performance reprodutiva de cabras Alpinas e Saanen. 2002. Thesis (PhD) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Fonseca, J.F., Bruschi, J.H., Santos, I.C.C.; Viana, J.H.M.; Magalhães, A.C.M., 2005 Induction of synchronized estrus in dairy goats with different gonadotrophins. *Anim. Reprod. Sci.*, 85:117-124.

François, G., Nathalie, B., Jean-Pierre, V., Daniel, P., & Didier, M. 2006. Effect of roasting on tocopherols of gourd seeds (*Cucurbita pepo*). *Grasas y aceites*, 57(4), 409-414.

Gentry, P. C., T. T. Ross, B. C. Oetting, and K. D. Birch. 1992. Effects of supplemental d- $\alpha$ -tocopherol on preweaning lamb performance, serum and colostrum tocopherol levels and immunoglobulin G titers. *Sheep Res. J.* 8:95-100.

Geraseev, L. C. 2006 Efeitos das restrições pré e pós-natal sobre o crescimento e o desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 245-251.

Gestaro, V.B., Moraes, J.F.D., Schmidt, V., 2021. Análise da produção de leite de cabras Saanen. *Pubvet.* 15, 1-7. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n04a793.1-7>.

Goff, J.P.; Kimura, K. 2002, Effect of mastectomy on milk fever, energy and vitamins A, E, and  $\beta$ -carotene status at parturition. *Journal of Dairy Sciences*, v. 85, n. 6, p. 1427-1436.

Gomes, K.A.R., Valentim, J.K., Lemke, S.S.R., Dallago, G.M., Vargas, R.C., Paiva, A.L.C., 2018. Behavior of Saanen dairy goats in an enriched environment. *Acta Sci., Anim. Sci.* 40, e42454. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.42454>.

- Hafez, E. S. E.; Hafez, B. *Reprodução animal*, 2004, 7. ed. São Paulo: Manole. 513 p.
- Hall, W. L., Jeanes, Y. M., & Lodge, J. K. 2005. Hyperlipidemic subjects have reduced uptake of newly absorbed vitamin E into their plasma lipoproteins, erythrocytes, platelets, and lymphocytes, as studied by deuterium-labeled  $\alpha$ -tocopherol biokinetics. *The Journal of nutrition*, 135(1), 58-63.
- Hatfield, G., Daniels, J.T., Kott, W., Burgess, D.E., Evans, T.J., 2000. Role of vitamin E in lamb survival and production: a review, *Journal of Animal Science*, 77, 1-9.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021 pesquisa pecuária municipal.
- Jilani, T. Iqbal, M.P., 2011. Does vitamin E have a role in treatment and prevention of Anemia's, *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 24, 237-242
- Johansson, B., Waller, K. P., Jensen, S. K., Lindqvist, H., & Nadeau, E. (2014). Status of vitamins E and A and  $\beta$ -carotene and health in organic dairy cows fed a diet without synthetic vitamins. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1682-1692.
- Kott, R. W., V. M. Thomas, P. G. Hatfield, T. Evans, and K. C. Davis. 1998. Effects of dietary vitamin E supplementation during late pregnancy on lamb mortality and ewe productivity. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 212:997-1000.
- Kumar, V. Aster, J. C.; Abbas, A. K.. *Robbins & Cotran Patologia: bases patológicas das doenças*. 9 Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021, 1421 p.
- Leblanc, S.J.; Lissemore, K.D.; Kelton, D.F.; et al. 2006 Major advances in disease prevention in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.89, n.4, p. 1267-1279
- Lobo, R.N.B. 2002, *Melhoramento Genético de Caprinos e Ovinos: Desafios para o Mercado*. Sobral: Embrapa Caprinos 36 p. Série Documentos, 39
- Machado, V. S., M. L. S. Bicalho, R. V. Pereira, L. S. Caixeta, W. A. Knauer, G. Oikonomou, R. O. Gilbert, and R. C. Bicalho. 2013. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *Vet. J.* 197:451–456.
- Maia, A.L.R.S. , Brandão F. Z., Souza-Fabjan, J.M.G., Araújo, M.C.C., Siqueira, L.G.B, Facó, O., Fonseca, J.F., 2018, Hydrosalpinx in dairy goats: Occurrence, ultrasound diagnosis, macro- and microscopic characterization, *Small Ruminant Research*, v.160, p. 5-11, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.01.008>.
- Manson, M. A. M., & Schmidt, V. 2021. Peso ao nascer de caprinos das raças saanen e anglonubiana, no Rio Grande do Sul / Goat's weight at birth of the saanen and anglonubian breeds, in Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(2), 2268–2274. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n2-057>

Medeiros, L. F. D. et al., 2006 Características de reprodução, peso ao nascer e mortalidade de caprinos Anglo-nubianos, no município do Rio de Janeiro I–Fatores que afetam o período de gestação, fertilidade e prolificidade. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, n. 1

Mehdi, Y., Hornick, J. L., Istasse, L., Dufrasne, I. 2013. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules*, 18(3), 3292-3311.

Mendes, C.G., Silva, J.B.A., Abrantes, M.R., 2009. Caracterização organoléptica, físico química, e microbiológica do leite de cabra: uma revisão. *Acta Vet. Bras.*, 3, 5-12. <https://doi.org/10.21708/avb.2009.3.1.1173>

Meneses, A., Batra, T.R.. and Hidioglou, M, 1994 Vitamin E and selenium in milk of ewes. *Canadian Journal of Animal Science* 71, 567–569.

Ministerio Agricultura Pecuaria e Abastecimento, 2000, Instrução Normativa 37, RTIQ leite de cabra.

Mir, Z., Goonewardene, L.A., Okine, E., Jaegar, S., Sceer, H.D., 1999. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. *Small Rumin. Res.* 33, 137-143. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00016-4](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00016-4).

Mohanta, R. K., Garg, A. K., & Dass, R. S. 2015. Effect of vitamin E supplementation on arsenic induced alteration in blood biochemical profile, oxidant/antioxidant status, serum cortisol level and retention of arsenic and selenium in goats. *Journal of trace elements in medicine and biology*, 29, 188-194.

Morgante, M., Beghelli, D., Pauselli, M., Dall'Ara, P., Capucella, M., & Ranucci, S. 1999. Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on mammary health and milk cell counts in dairy ewes. *Journal of dairy science*, 82(3), 623-631.

NASEM, National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2021, *Nutrients Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*, Washington DC, The National Academies Press

National Research Council, NRC 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

National Research Council, NRC. 1981 *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. Washington D.C.: National Academy Press. 152p

National Research Council, NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle 2001* Washington, D.C.: National Academy Press, 381p

National Research Council, NRC, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids, (The National Academies Press, Washington, DC, USA).

Nogueira, D. M. et al. 2011, Manejo reprodutivo. In: voltolini, t. v. (ed.). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Anais. Petrolina, Embrapa Semiárido.

Pate, R.T., Cardoso, F.,C., 2018 Injectable trace minerals (selenium, copper, zinc, and manganese) alleviate inflammation and oxidative stress during an aflatoxin challenge in lactating multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science* Vol. 101 No. 9.

Perosa, J.M.Y, Gonçalves, H.C., Norona, C.C., Andrigueto, C., Yoko, C. H. , 1999 Indicadores econômicos da produção de leite de cabras em pequenos criatórios, informações econômicas, v.29, n.8.

Podhorecká, K., Borková, M., Šulc, M., Seydlová, R., Dragounová, H., Švejarová, M., Peroutková, J., Elich, O., 2021. Somatic cell count in goat milk: An indirect quality indicator. *Foods*. 10, 1046. <https://doi.org/10.3390/foods10051046>.

Ramadan, S. G. A., Mahboub, H. D. H., Helal, M. A. Y., Sallam, M. A., 2018. Effect of vitamin E and selenium on performance and productivity of goats, *International Journal of Chemical and Biomedical Science*, 4, 16--22.

Ribeiro, A. C. et al. 1998, Estudo dos efeitos ambientais sobre o peso ao nascimento em caprinos das raças Saanen e Alpina. In: reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 35., Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, p.329-331, 1998.

Rocha Filho, W., Scalco, M.F., Pinto, J.A., 2014. Allergy to cow's milk protein. *Rev. Med. Minas Gerais*. 24, 374-380. <http://dx.doi.org/10.5935/2238-3182.20140105>.

Rogério, M.C.P., Albuquerque, F.H., Silva, V.L., Araujo, A.R., Oliveira, D.S., 2011, Manejo alimentar de ovelhas e cabras no periparto, 5º Simposio internacional sobre caprinos e ovinos de corte, 5º Sincorte.

Ross, A. D., Gee, C. O., Jackson, A. R. B., Hall, E., & Greentree, P. L. 1989. Nutritional myopathy in goats. *Australian Veterinary Journal*, 66(11), 361-363.

Saran Netto, A., Salles, M. S. V., Roma Junior, L. C., Cozzolino, S. M. F., Goncalves, M. T. M., Freitas Junior, J. E. D., Zanetti, M. A., 2019. Increasing Selenium and Vitamin E in Dairy Cow Milk Improves the Quality of the Milk as Food for Children, *Nutrients*, 11, 1218. *J. Dairy Sci.* 97:4216–4226.

Sherman, D. M. ,1987, causes of kid morbidity and mortality: an overview. In: international conference on goats, v. 4, p.335-354.

Silva, M.P.J., 2019 Prolificidade e peso ao nascimento de caprinos e ovinos no serão de Pernambuco, trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Pernambuco.

Souza, B. B. de et al. 2008 Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido Nordeste. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 1, p. 275-280.

Teixeira, A. G. V., F. S. Lima, M. L. S. Bicalho, A. Kussler, S. F. Lima, M. J. Felipe, 2015. Mineral requirements for growth and maintenance of F1 Boer× Saanen male kids. *J. Anim. Sci.* 93, 2349-2356. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8588>.

Tengerdy, R. P. 1989. Vitamin E, immune response, and disease resistance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 570, 335-344.

Tsiplakou, E., Mitsiopoulou, C., Karaiskou, C., Simoni, M., Pappas, A. C., Righi, F., Labrou, N. E., 2021. Sesame Meal, Vitamin E and Selenium Influence Goats' Antioxidant Status, *Antioxidants*, 10, 392.

Weiss, W. P., Hogan, J. S., & Wyatt, D. J. 2009. Relative bioavailability of all-rac and RRR vitamin E based on neutrophil function and total  $\alpha$ -tocopherol and isomer concentrations in periparturient dairy cows and their calves, *Journal of Dairy Science*, 92(2), 720-731.

Weiss, W. P., Smith, K. L., Hogan, J. S., & Steiner, T. E. 1995. Effect of forage to concentrate ratio on disappearance of vitamins A and E during in vitro ruminal fermentation. *Journal of Dairy Science*, 78(8), 1837-1842.

Weiss, W.P., 2017 A 100-Year Review: From ascorbic acid to zinc Mineral and vitamin nutrition of dairy cows 2017, *J. Dairy Sci.* 100:10045–10060 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12935>

Xiaoyong Chen, Dongxiao Sun-Waterhouse, Wanzi Yao, Xiong Li, Mouming Zhao, Lijun You. 2021 Free radical-mediated degradation of polysaccharides: Mechanism of free radical formation and degradation, influence factors and product properties, *Food Chemistry*, v 365, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130524>.

Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M., & Tume, R. K. ,2002. Lipid stability and meat colour of beef from pasture-and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat science*, 60(1), 41-50.

Zarrouk, A. , Souilem, O., Drion, P.V., Beckers, J.F., 2001, Caracteristiques de la reproduction de l'especie caprine, *Ann. Med. Vet.* v.145, p.98-105

## OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o efeito da suplementação de vitamina E injetável, aplicada por via intramuscular, 15 dias pré-parto e 15 dias pós-parto sobre os parâmetros hematológicos (hemograma e leucograma) de cabras e cabritos mestiços (Saanen x Boer), produção de colostro, composição químico-física do leite e desempenho de produção (ganho de peso médio diário) dos cabritos.

IV. Avaliação do desempenho produtivo, reprodutivo e índices hematológicos de cabras mestiças (Saanen x Boer), suplementadas com vitamina E injetável, e desempenho produtivo e perfil imunológico dos cabritos

**Elaborado conforme normas Small Ruminants Research**

### RESUMO

Neste estudo objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de vitamina E injetável, 15 dias antes do parto previsto e 15 dias após o parto, sobre os parâmetros hematológicos das cabras e seus cabritos, desempenho produtivo dos cabritos, composição do leite, produção de colostro e poder redutor ABTS no leite e no colostro. Para a pesquisa foram utilizadas 20 cabras e 32 cabritos distribuídas em blocos ao acaso com 3 tratamentos: Controle sem vitamina E (SVE), com inclusão de 500 UI de vitamina E (500VE) aplicada intramuscular, e com 1000 UI de vitamina E (1000VE) aplicada intramuscular. O hemograma das cabras não apresentou diferença entre os tratamentos, enquanto dos cabritos houve diferença no leucograma, apontando menor número de leucócitos nos cabritos nascidos de cabras pertencentes ao grupo 1000VE, o mesmo grupo apresentou níveis mais elevados de globulina, quando comparados aos grupos SVE. e 500VE. Quando avaliado o desempenho produtivo, os cabritos pertencentes ao grupo 1000VE apresentaram maior ganho médio diário apresentando valor de 146 g/dia, contra 113g/dia do grupo SVE e do 132 g/dia do grupo 500VE. Os parâmetros avaliados na análise químico-física do leite, e poder redutor do ABTS no colostro, não sofreram interferências dos tratamentos. Porém, houve interferência na produção de colostro, apresentando produções maiores no grupo 1000VE. Portanto a inclusão da suplementação de vitamina E foi vantajosa na melhora do desempenho produtivo e perfil imunológico dos cabritos e melhor produção de colostro das cabras.

**Palavras-chave:** vitamina E, antioxidantes, imunidade, desempenho produtivo.

Evaluation of the productive, reproductive performance and hematological indices of Saanen x Boer crossbred goats, supplemented with injectable vitamin E, and productive performance and immunological profile of their kids

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of injectable vitamin E supplementation, 15 days before the expected birth and 15 days after birth, on the hematological parameters of goats and their kids, productive performance of the kids, milk composition, colostrum production and ABTS reducing power in milk and colostrum. For the research, a total of 20 goats and 32 kids were used, distributed in randomized blocks with 3 treatments: Control without vitamin E (SVE), with the inclusion of 500 IU of vitamin E (500VE) applied intramuscularly, and with 1000 IU of vitamin E (1000VE) applied intramuscularly. The blood count of the goats showed no difference between treatments, while there was a difference in the white blood cell count of the kids, indicating a lower number of leukocytes in kids born from goats belonging to the 1000VE group, the same group showed higher levels of globulin when compared to the SVE groups. and 500VE. When evaluating productive performance, kids belonging to the 1000VE group showed a higher average daily gain, reaching a value of 146 g/day, compared to 113g/day in the SVE group and 132 g/day in the 500VE group. The parameters evaluated in the chemical-physical analysis of milk, and the reducing power of ABTS in colostrum, were not interfered by the treatments. However, there was interference in colostrum production, with higher production in the 1000VE group. Therefore, the vitamin E supplementation was advantageous in improving the productive performance and immunological profile of the kids and better colostrum production in the goats.

**Keywords:** vitamin E, antioxidants, immunity, productive performance

## 1. Introdução

O período de transição em ruminantes, que é definido como três semanas pré-parto e três semanas pós-parto (Delfino et al., 2018), é considerado altamente crítico, pois ocorrem alterações metabólicas e endócrinas intensas, principalmente por causa do incremento das exigências nutricionais do feto, e o início da lactação, esses fatores, em conjunto com a diminuição ingestão de matéria seca, e adaptação ao novo estado fisiológico, predisõem o animal a intensa produção de radicais livres, levando a ocorrência de doenças metabólicas, infecciosas e nutricionais (Ahmed *et al.*, 2020).

Nesse período ocorre incremento demasiado na produção de radicais livres, que leva a estresse oxidativo, diminuindo a atividade de neutrófilos, resposta de anticorpos e incremento de citocinas inflamatórias (Sucupira *et al.*, 2019), isto, associado ao incremento da produção de ácidos graxos não esterificados resultados do balanço energético negativo, podem levar o animal a estado de imunossupressão (LeBlanc, 2010; Ahmed *et al.*, 2020).

Portanto, para fazer frente ao estresse oxidativo é necessário o uso de antioxidantes como a vitamina E e o Selênio, os quais são fatores essenciais no sistema antioxidante, cooperando para o correto funcionamento, as múltiplas funções de ambos os nutrientes, em níveis moleculares e celulares, estendem-se além da atividade antioxidante, e a inclusão nas dietas acima dos níveis de exigência, é associada a várias melhorias na performance e na função imunológica (Mohanta *et al.*, 2015).

A vitamina E consegue prevenir as lesões oxidativas na membrana lipídica, diminuindo a formação de peróxido de hidrogênio, mantendo a estabilidade de membrana, enquanto o selênio, é parte integrante da enzima glutathione peroxidase, envolvida na depuração do peróxido de hidrogênio, e uma porção das selenoproteínas protege o animal de intoxicações de metais pesados, influenciando inclusive o sistema imune do recém-nascido, pois é facilmente transportado através da placenta e no leite, (Ahmed *et al.*, 2020).

A utilização de suplementação no pré-parto com vitamina E e selênio, demonstrou ser suficiente para melhorar a imunidade com aumento da expressão dos genes responsáveis pela síntese de interleucinas, e aumentou a atividade antioxidante, evidenciado que a suplementação de vitamina E pode regular positivamente a expressão padrão do processo de biossíntese lipídica e regulando negativamente a expressão de genes relacionados ao estresse (El-Sayed *et al.*, 2020).

Estudos avaliando a performance reprodutiva em pequenos ruminantes, em protocolos de sincronização de estro, obtiveram incremento na taxa de prenhez, principalmente nas ovelhas primíparas (Awawdeh *et al.*, 2019).

A utilização da vitamina E na forma parenteral é melhor respeito a suplementação oral ou dietética, quando a administração por via oral é comparada com a parenteral (intramuscular ou intravenosa) é evidenciada, na forma oral a baixa absorção e biodisponibilidade (Ramadan *et al.*, 2018).

Portanto, a suplementação de selênio e vitamina E, seja por suplementação na dieta ou por via parenteral, desde o pré-parto até o início da lactação, é uma estratégia efetiva para melhoria do estado metabólico e antioxidante, da matriz e na performance produtiva das respectivas crias (Ahmed *et al.*, 2020)

Diante desse contexto o objetivo da presente pesquisa, foi avaliar se a suplementação intramuscular de Vitamina E em doses de 500 UI e 1000 UI aplicadas 15 dias pré-parto e 15 dias pós-parto, causam alterações hematológicas nas cabras e nos cabritos, influencia a produção de colostro e a composição do leite e influencia no peso dos cabritos.

## **2. Materiais e métodos:**

O experimento foi realizado no setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), no distrito de Iguatemi, cidade de Maringá PR, Latitude: 23° 40' 38" Sul, Longitude: 54° 34' 6" Oeste, e as análises laboratoriais foram realizadas no Centro Mesorregional de Excelência em Tecnologia de Leite – Região Noroeste, no Laboratório de Alimentação e Nutrição Animal (LANA), da Universidade Estadual de Maringá e no laboratório particular Núcleo Apoio Veterinário- NAV Maringá-PR. Os procedimentos envolvendo animais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Maringá (Protocolo CEUA nº 8506291021)

### **2.1 Animais, delineamentos e dietas experimentais**

Foram utilizadas 20 cabras (*Capra hircus*) mestiças Saanen x Boer, prenhes, distribuídas inteiramente ao caso, múltiparas de idade entre 2 e 6 anos, os animais foram mantidos em regime confinado, alojadas em baias de piso ripado com bebedouros e fornecimento de água *ad libitum* e cocho individual, o período experimental foi de 15

dias antes do parto previsto, precedido de 15 dias para adaptação a dieta e ao ambiente até 30 dias de lactação. Os tratamentos experimentais foram 1) dieta basal sem vitamina E (SVE), 2) dieta basal e suplementação injetável de vitamina E 500 UI (500VE), 3) dieta basal e suplementação injetável de vitamina E 1000 UI (1000VE), a injeção de vitamina E foi realizada em dose única 15 dias antes do parto previsto, e 15 dias pós parto. O critério de alocação dos animais nos tratamentos foi por ordem de parição, obtendo-se 3 grupos, o grupo 1 composto por 7 animais, com peso médio de  $85,75 \pm 7,79$  kg, grupo 2, com 7 animais com peso médio de  $80,67 \pm 5,91$  e o grupo 3 composto por 6 animais de peso médio  $76,80 \pm 18,27$  kg. A dieta basal foi constituída por milho moído, farelo de soja, suplementação mineral e vitamínica (núcleo comercial) contendo 19 mg/kg de Selênio e 2400 UI/kg de vitamina E, fornecendo a 1,5% da MS, misturado na ração concentrada, e silagem de milho, a proporção de volumoso e concentrado utilizada foi de 50:50 (tabela 1 e 2) as rações foram formuladas para atender exigências nutricionais de cabras mestiças, de 80 kg de peso de acordo com o NRC (2007). Os animais foram pesados 15 dias antes do parto e imediatamente após o parto. Para avaliar os efeitos nos cabritos, causados pela suplementação da vitamina E nas matrizes foram utilizados 32 cabritos mestiços, Saanen x Boer, distribuídos conforme a ordem de parição e o tratamento recebido pela matriz. Após o nascimento os cabritos foram imediatamente separados da matriz, receberam tratamento do umbigo com iodo 10%. Os cabritos foram pesados em balança digital e identificados com plaquinha referente ao ano de nascimento e número do animal, sucessivamente receberam colostro aquecido a 37°C em mamadeiras individuais, no volume de 15% do peso vivo, oferecido três vezes ao dia durante as primeiras 48 horas de vida. Em seguida, foram colocados em gaiolas com aquecimento por meio de lâmpadas. A partir do terceiro dia de vida, foi suspenso o colostro e introduzido o leite em razão de 15% do peso vivo. O fornecimento de leite aconteceu em duas refeições diárias, sendo a primeira refeição às 8h e a segunda às 16h, até que os cabritos completassem trinta e cinco dias de idade. O volume de leite ingerido, dos 3 aos 35 dias de idade, foi em média de 1,5 L/animal/dia. A partir dos 35 dias de idade, os cabritos começaram a receber o leite somente uma vez ao dia, em horário estabelecido, sempre às 08h da manhã, cada animal recebeu em média 1 L de leite/dia, enquanto no período da tarde, os animais passaram a receber a ração pré-desmama, composta por milho, farelo de soja, farelo de trigo e sal mineral-vitamínico. Até os 45 dias de idade, os cabritos receberam 0,100 kg de ração/animal/dia e a partir dos 50 dias de idade o consumo

de ração aumentou para 0,200 kg de ração/animal/dia. O desmame ocorreu quando os animais atingiram 60 dias de idade.

## 2.2 Coleta de amostras

Para a determinação dos parâmetros hematológicos, proteínas plasmáticas e glicose, durante o pós-parto imediato nas cabras e nos cabritos, foram coletadas duas amostras de 4,00 ml de sangue por punção da veia jugular externa, prévia tricotomia e antissepsia com álcool 70% utilizando o sistema de colheita a vácuo BD Vacutainer® com agulha 25 x 8 mm (21G), acopladas a tubos plásticos, estéreis, com vácuo, contendo uma solução aquosa de etileno diamino tetracetato tripotássico (EDTA-K3) a 15% (1 amostra) e em tubos com ativadores de coágulo para obtenção de soro, a amostra para determinação de hemograma e proteínas plasmáticas foi enviada ao laboratório NAV Maringá-PR, a glicose foi avaliada imediatamente após a coleta por meio de kit comercial de teste rápido de glicemia com fitas da marca Accu-Check. As amostras de leite foram coletadas 15 dias pós-parto, em tubo Falcon de 50 ml, desprezando os primeiros jatos, coletando 25 ml de leite da ordenha da manhã e 25 ml de leite da ordenha da tarde, para ter uma amostra mais representativa, sucessivamente retirou-se uma porção de 10 ml para análise físico-química, e a porção restante do leite foi congelada a -18° para posterior análise.

## 2.3 Análises químicas

Os teores de matéria seca (MS) das amostras dos alimentos foram determinados em estufa, de acordo com o método n° 924.01 da AOAC (1990). A matéria mineral (MM) determinada por combustão em mufla a 600°C durante 6 horas, de acordo com o método n° 924.05 da AOAC (1990). A determinação do nitrogênio (N) total foi realizada de acordo com o método n° 990.03 da AOAC (1990). O extrato etéreo (EE) foi determinado de acordo com o método n° 7.060 da AOAC (1990). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado com inclusão de amilase termoestável e sulfito de sódio (Mertens, 2002). O teor de fibra em detergente ácido (FDA) foi determinado de acordo com metodologia de Van Soest (1973). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi estimado por meio da equação descrita por Weiss (1999):  $CNF = 100 - (PB + FDN + EE + Cinzas)$ . O laboratório NAV Maringá-PR, para realização do hemograma completo utilizou a

seguinte metodologia: As contagens de eritrócitos (Er) e Leucócitos totais foram realizadas em câmara de Neubauer modificada através da diluição das células, utilizou-se uma pipeta semiautomática de 20 microlitros. Para determinação do Hematócrito (Ht), foi utilizada a técnica do microhematócrito por 15 minutos, seguindo a metodologia de Ayres *et al.*, (2009) e foram utilizados tubos capilares de 75 milímetros de comprimento por um milímetro de diâmetro. O teor de hemoglobina (Hb) no sangue foi medido pelo método da cianometahemoglobina (Mello, 2001) utilizando o analisador bioquímico automático, bioplus 2000, com auxílio de Kit comercial próprio para dosagem de hemoglobina. Os índices hematimétricos absolutos (VGM) e concentração de hemoglobina globular média (CHCM) foram obtidos através da contagem do número de Er, do Ht e do teor de Ht, (Ferreira *et al.*, 1977). Para a análise química (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) do leite, as amostras foram submetidas a técnica de leitura ultrassom em equipamento automatizado (Ekomilk Total, Eon Trading, USA). A contagem de células somáticas (CCS) foi realizada em analisador de células somáticas (Ekomilk Scan, Eon Trading, USA). O radical 2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico] (ABTS) foi analisado a partir do extrato, obtido através da adição de 9 mL de metanol em 1 mL de leite. Posteriormente, a mistura foi agitada em vortex durante 5 minutos e centrifugada a  $1080\text{ g} \times 10$  minutos. O radical ABTS dos extratos foi determinado de acordo com Rufino *et al.* (2007), com a adição de 40  $\mu\text{L}$  do extrato e 1,96 mL radical ABTS. A absorbância foi lida em espectrofotômetro (Evolution 300 – Thermo Scientific, EUA) a 734 nm após 6 minutos de reação. O percentual do radical ABTS foi calculada pela equação:  $\% \text{ ABTS} = 1 - (\text{absorbância da amostra} / \text{absorbância do branco}) \times 100$ .

#### 2.4 Análises estatísticas e modelos matemáticos

Com a finalidade de retirar o efeito do tempo por causa da diferença no período de parto entre os diversos grupos, o delineamento experimental empregado foi em blocos inteiramente ao acaso (DBC), com 3 tratamentos (1,2,3), para cada bloco (A, B, C). O modelo matemático utilizado para a análise de variância foi:  $X_{ij} = m + b_j + t_i + e_{ij}$  em que,  $m$  = média geral;  $X_{ij}$ = efeito do tratamento ( $i = 1$  a 3);  $b_j$ : bloco ( $j=1$  a 3 )  $e_{ij}$  = resíduo. As variáveis foram analisadas através do Pacote Estatístico SAS (SAS 2004) utilizando o nível de significância de 5% ( $p < 0.05$ ). As médias foram comparadas através do teste T de student, e realizados dois contrastes ortogonais, um linear e um quadrático,

denominados contraste 1 e 2 respectivamente, seguindo os coeficientes reportados na tabela 1. a seguir, e foi avaliada resposta linear entre o tratamento SVE vs. 1000VE e para a resposta quadrática entre os tratamentos SVE com 1000VE vs 500VE

### 3. Resultados

#### 3.1 Perfil hematológico cabras e cabritos

Os resultados obtidos na avaliação do perfil hematológico das cabras e dos cabritos, estão reportados nas tabelas 3 e 4. No perfil hematológico das cabras, quando as médias foram avaliadas com contraste ortogonal e pelo teste T, não se obteve nenhuma diferença estatística significativa em todos os parâmetros avaliados.

Enquanto no perfil hematológico dos cabritos obtiveram resultados significativos ( $p < 0.05$ ) na avaliação de leucócitos totais, em que se obteve diferença estatística pelo teste T, entre as médias de todos os tratamentos avaliados (SVE vs 500VE, SVE vs 1000VE e 500VE vs 1000VE), e o tratamento 1000VE apresentou menor número de leucócitos totais ( $8.89 \times 10^3$ ), e o contraste 1 (SVE vs 1000VE) apresentou tendência de resposta linear com significância estatística ( $p < 0.05$ ).

Na avaliação do perfil de neutrófilos trouxe resultado significativo ( $p < 0.05$ ) no teste de média entre o tratamento SVE x 1000VE que apresentou menor número de neutrófilos ( $4.71 \times 10^3$ ), e quando avaliado, o contraste 1 apresentou significativo ( $p < 0.05$ ) com tendência de resposta linear.

A contagem de linfócitos trouxe resultado significativo ( $p < 0.05$ ) no teste de média entre o tratamento SVE x 1000VE que apresentou menor número de linfócitos ( $4.09 \times 10^3$ ), e o contraste 1 apresentou significativo ( $p < 0.05$ ) com tendência de resposta linear.

O perfil monocitário quando avaliado pelo teste de média, apresentou diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre os tratamentos SVE x 500VE, SVE x 1000VE, e 500VE x 1000VE, e significância estatística no contraste 1 avaliado, tendo resposta com tendência linear ( $p < 0.05$ ).

Na avaliação das proteínas totais do sangue houve significância estatística ( $p < 0.05$ ) entre os testes de média nos tratamentos SVE x 1000VE, e esse último apresentou maior valor (5,43 g/dl) com tendência linear de resposta ( $p < 0.05$ ), por consequência quando observados os valores obtidos na globulina apresentou teste de média significativo

( $p < 0.05$ ) entre os tratamentos SVE x 1000VE e 500VE x 1000VE e o tratamento 1000VE obteve o maior valor de globulina (3.57 g/dl) e contraste significativo com resposta linear ( $p < 0.05$ ), a albumina não apresentou resposta nos 3 tratamentos avaliados ( $p > 0.05$ )

### **3.2 Desempenho de produção dos cabritos**

A performance produtiva dos cabritos foi avaliada com base ao peso aferido ao nascimento, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 dias e na desmama realizada com 60 dias de vida, e avaliou-se o ganho médio diário (GMD) expresso em gramas/dia, os dados obtidos estão reportados na tabela 6. Até os 21 dias de vida, não houve diferença estatística nos 3 grupos avaliados, a partir dos 21 dias, houve diferença no teste T ( $p < 0.05$ ) entre o grupo SVE x 1000VE, SVE x 500VE e 500VE x 1000VE, essa diferença é possível ser vista na figura 1 a seguir, essa diferença estatística manteve-se até a desmama, tendo tendência linear de resposta (contraste 1,  $p < 0.05$ ) que também se manteve até a desmama. Concernente ao ganho de peso médio diário (GMD) houve diferença significativa no teste de média ( $p > 0.05$ ) entre o grupo SVE x 1000VE e SVE x 500VE, e com tendência linear, contraste 1 significativo ( $p < 0.05$ ). O grupo 1000VE apresentou cabritos com performance melhor, e foi observado um GMD de 146 g/dia, mais elevado com respeito aos outros grupos avaliados.

### **3.3. Análise químico-física do leite, produção de colostro e poder redutor do ABTS leite e colostro.**

Os resultados obtidos na análise físico-química do leite, estão reportados na Tabela 7, não houve diferença estatística no teste T e nos contrastes, em todos os parâmetros analisados.

Quando avaliada a produção de colostro, observou-se diferença estatística ( $p < 0.05$ ) no teste T, entre os grupos SVE x 1000VE e SVE x 500VE, e o grupo 1000VE apresentou maior produção de colostro com 1.08 kg produzidos, a tendência de resposta foi linear, apresentando significância estatística ( $p < 0.05$ ) no contraste 1, todos os tratamentos não afetaram a redução do radical ABTS do colostro ( $p > 0.05$ ), os dados obtidos estão reportados na tabela 7.

## 4. Discussão

### 4.1 Perfil hematológico cabras e cabritos

O presente estudo demonstrou que as aplicações de vitamina E não influenciaram o eritrograma e leucograma de cabras e eritrograma dos cabritos, os resultados obtidos neste trabalho estão em acordo com os resultados obtidos anteriormente por Shi *et al.* (2018), Barcelos *et al.* (2022) e Bordignon *et al.* (2019). Similar ao presente trabalho, Barcelos *et al.* (2022), avaliaram a resposta hematológica a suplementação de vitamina E e Selênio em cabras, e de acordo com os resultados obtidos, foi possível deduzir que as doses aplicadas não foram suficientes para obter resposta com significância estatística, e no presente trabalho em ambos os tratamentos, (500 UI e 1000 UI respectivamente 15 dias antes e 15 dias pós-parto) foi possível deduzir que também a dose foi insuficiente para aumentar as taxas de eritropoiese medular em particular de células vermelhas nas cabras e nos cabritos (Snarska *et al.*, 2018). Esse resultado pode estar relacionado principalmente a dois fatores, aumento da hemodiluição sanguínea no final da gestação e no parto para o aumento do fluxo sanguíneo (Azab, Abdel Maksoud, 1999) e um nível insuficiente de vitamina E presente nas reservas corporais das cabras e com a suplementação foi reestabelecido um nível basal de vitamina E (Barcelos *et al.*, 2022), essa carência pode ser maior no período de transição em que há diminuição da ingestão de matéria seca acompanhada de altos níveis de exigências de nutrientes para desenvolvimento fetal, mamário e preparação para colostrogênese e lactogênese (Delfino, 2018), vale ressaltar que a colostrogênese e lactogênese pode não influenciar as exigências de vitamina E, estudos de Goff *et al.* (2002) avaliaram a concentração de  $\alpha$ -tocoferol plasmático de vacas mastectomizadas, e demonstraram que no período pré-parto ocorre a diminuição acentuada do nível plasmático de  $\alpha$ -tocoferol mesmo sem a colostrogênese ocorrer.

Quando avaliadas as proteínas plasmáticas, albumina e globulina, não obtiveram diferenças significativas entre os grupos avaliados, porém é possível perceber que as cabras do grupo 1000VE tiveram resultado maior que o grupo 500VE e o grupo controle, os resultados obtidos foram observados por Moeini e Jalilian (2014).

Estudo de El-Sayed *et al.* (2020), avaliou a resposta imunológica em ovelhas e cordeiros, e foi utilizada suplementação 2 semanas pré-parto com dose de 6,66 UI/kg e uma mesma dose no parto demonstrou ser suficiente para melhorar a imunidade com

aumento da expressão dos genes responsáveis pela síntese de interleucinas 6 e 5 (IL-6 e IL-5).

Em contrapartida nos cabritos, ocorreram variações significativas ( $p < 0.05$ ) na contagem leucocitária, devido a neutropenia, leucopenia e monocitopenia, resultados similares foram encontrados por Tharwat *et al.* (2012) avaliando o perfil hematológico de cabras no período de transição que observou importante neutrófila, monocitopenia e decréscimo da contagem eritrocitária, essas alterações podem ser pelo estresse sofrido pelo feto durante o parto (Barcelos *et al.*, 2022). Possivelmente no presente estudo a dose utilizada nas matrizes não foi suficiente para alcançar o feto e induzir as respostas hematológicas esperadas, principalmente no que concerne ao aumento das taxas de eritropoiese e aumento dos leucócitos e linfócitos, associados a estabilização da membrana celular induzida pela vitamina E, aumentando a meia vida plasmática celular (Moeini, Jalilian, 2014; Barcelos *et al.*, 2022) que pode ter ocorrido pelo estado de deficiência pregresso, a grande limitação da placenta em efetuar a transferência de vitamina E da matriz para o feto (NRC, 2007).

Quando avaliado o perfil de proteínas sanguíneas, nas cabras não houve alterações significativas  $p > 0.05$ , possivelmente, por causa da dose e tempo de aplicação da vitamina E, ser insuficiente para causar alterações esperadas.

Todavia, nos cabritos nascidos de mães tratadas com suplementação de vitamina E, houve diferença nos valores obtidos de globulina ( $p < 0.05$ ), apresentando valores mais altos nos grupos de animais oriundos de cabras dos grupos 500VE e 1000VE, com respeito aos cabritos nascidos do grupo SVE, resultados similares ao do presente estudo foram obtidos por Ramadan *et al.* (2018) que obteve uma dosagem de globulina de 4,17 g/dl em cabritos oriundos de mães tratadas com 500 mg vitamina E, com duas injeções de 15 e 30 dias antes do parto previsto, esse aumento de Globulina é por causa da elevação de Imunoglobulina G (IgG), ocorrendo pela modulação do metabolismo do ácido araquidônico causada pela vitamina E, além de preservar a membrana celular, podendo diminuir a inflamação, pode atuar no sistema imune através do aumento da imunidade humoral elevando imunoglobulina G (NASEM, 2021), e atua também na estabilização da membrana lipídica de adipócitos durante a ativação neonatal do tecido adiposo marrom, que é a primeira fonte termogênica dos animais recém-nascidos (Tompson e Jenkinson 1970), essa ativação causa o aumento exacerbado de estresse oxidativo, e a vitamina E estabilizando a membrana consegue diminuir a produção de radicais livres (Ramadan *et*

*al.*, 2018). É válido ressaltar que a coleta de sangue foi realizada antes do fornecimento de colostro, portanto esse aumento não teve influência das globulinas presentes.

#### 4.2 Desempenho produtivo dos cabritos

O tratamento das cabras no pré-parto com vitamina E trouxe mudanças significativas ( $p < 0.05$ ) no ganho de peso dos cabritos, porém, no presente estudo não ocorreu diferença significativa no peso ao nascimento e os resultados obtidos foram similares aos obtidos por Kott *et al.* (1998) e Moeini e Jalilian. (2014) os quais não observaram diferenças no peso ao nascimento de cordeiros oriundos de ovelhas suplementadas com vitamina E, e vitamina E com Selênio respectivamente, resultados opostos foram obtidos por Ramadam *et al.* (2018) que encontraram maior peso ao nascimento em recém-nascidos dos grupos de cabras suplementadas. A falta de resposta no peso ao nascimento desse estudo pode ser correlacionada a elevada taxa de prolificidade (tabela 8) obtida nas cabras principalmente no grupo 1000VE apresentando valor de 1,86 contra 1,60 do grupo SVE, ou seja, um aumento na incidência de partos duplos ou triplo, gerando nesses casos cabritos recém-nascidos mais leves.

Uma mudança significativa no peso ( $p < 0.05$ ) é evidenciada ao redor do 21º dia de vida, como é possível observar na figura 1, em que começa a ocorrer aumento no peso dos cabritos nascidos de cabras do grupo 1000VE e 500VE, com respeito ao grupo SVE, e essa diferença manteve-se até a desmama com 60 dias, portanto, afetando o ganho médio diário dos cabritos do grupo 1000VE, os resultados obtidos estão de acordo com os obtidos por El Sayed *et al.* (2020), Sherief *et al.* (2019) e Ramadan *et al.* (2018),.

Essa melhora no ganho de peso (GMD) pode ser atribuída a diminuição do estresse oxidativo e melhora no estado imunológico dos cabritos, em que a vitamina E aumentou a expressão dos genes responsáveis pela síntese de interleucinas, e aumentou a atividade antioxidante (El-Sayed *et al.*, 2020), protegendo os animais da incidência de diarreia neonatal e doenças infecciosas em geral, nos primeiros dias de vida, permitindo melhor desenvolvimento dos animais, evidenciando que a aplicação de vitamina E por meio de injeção intramuscular nas matrizes, ao invés da suplementação oral, possui absorção e ação superior, portanto, aumenta a transferência transplacentária, apesar dessa última ter grande limitação para a vitamina E (NRC, 2007; Ramadan *et al.*, 2018), a comprovação disso é o aumento do índice de correlação positiva entre a dose aplicada de

vitamina E nas matrizes, explicando a resposta obtida no melhor ganho de peso dos cabritos.

### 4.3 Análise do leite e produção de colostro

A suplementação parenteral de vitamina E não influenciou a composição químico-física do leite 15 dias pós-parto, os resultados obtidos são similares aos obtidos por Awawdeh *et al.* (2015) que avaliaram suplementação de vitamina E injetável em ovelhas Awassi, e Capper *et al.* (2005), os quais testaram aplicações de vitamina E 6 semanas pré-parto e 4 semanas pós-parto, acima dos níveis de exigência; e ambos os autores não obtiveram resposta na produção e composição do leite, contudo, Awawdeh *et al.* (2015) acreditam na necessidade de uma investigação mais aprofundada, pois a vitamina E é capaz de alterar a composição do leite, principalmente no teor de gordura e proteína. Por quanto concerne a contagem de células somáticas (CCS), vale lembrar que a secreção do leite de cabra ocorre de forma apócrina, em que ocorre elevada descamação de células epiteliais ocasionando maior quantidade de CCS, em comparação ao leite de vaca e ovelha (Podhorecká *et al.*, 2021). Nenhuma alteração estatística significativa ( $p > 0.05$ ) foi encontrada quando avaliados os contrastes entre os grupos, esses resultados estão de acordo com os obtidos por Awawdeh *et al.* (2015), porém, mesmo sem significância estatística o grupo 1000VE apresenta redução de CCS próximo de 6,64% com respeito ao grupo controle, esses resultados foram observados em estudo anterior de Morgante *et al.* (1999), que observaram a redução na contagem de células somáticas e a diminuição na incidência de mastite clínica. Quando avaliada a produção de colostro, houve diferença estatística ( $p < 0.05$ ) entre os tratamentos SVE x 1000VE apresentando resposta de tendência linear (contraste 1  $p < 0.05$ ), tendo aumento a cerca de 520 gramas na produção de colostro pelas cabras tratadas com 1000 UI de vitamina E com respeito ao grupo controle (SVE). A falha da resposta na composição química do leite, aumento da produção de colostro, diminuição da contagem de células somáticas, e diminuição do radical ABTS no leite, são por diversos fatores, porém, os que mais influenciam são a dose administrada, tempo e frequência de administração e os níveis plasmáticos de vitamina E no início do experimento (Awawdeh *et al.* 2019; Tsiplakou *et al.* 2021; Barcelos *et al.* 2022) possivelmente no presente estudo os animais apresentavam-se com níveis reduzidos de vitamina E no início do tratamento, e a dose aplicada não foi suficiente para ativar o sistema antioxidante e diminuir os radicais livres através da

ativação e regulação positiva do padrão da biossíntese lipídica e reduzindo os genes relacionados com o estresse oxidativo (El-Sayed *et al.* 2020), portanto não houve a resposta positiva esperada, com aumento de gordura e proteína no leite, redução de CCS e redução do radical ABTS .

## 5. Conclusão

A suplementação de vitamina E resultou em benefício para incremento da imunidade dos cabritos e a melhoria na performance produtiva, apresentando ganho de peso médio diário mais elevado, as cabras tratadas apresentaram maior produção de colostro, contudo não foi possível observar interferência da suplementação no eritrograma e leucograma das cabras e na composição do leite e poder redutor do ABTS no leite.

## 6. Referências:

- Ahmed, M. H., Wilkens, M. R., Möller, B., Ganter, M., Breves, G., & Schuberth, H. J. 2020. Blood leukocyte composition and function in periparturient ewes kept on different dietary magnesium supply. *BMC veterinary research*, 16(1), 1-14.
- AOAC. Official Methods of Analysis. AOAC, Washington, DC, USA. 1990.
- Awawdeh, M. S., Eljarah, A. H., Ababneh, M. M., 2019, Multiple injections of vitamin E and selenium improved the reproductive performance of estrus-synchronized Awassi ewes, *Tropical animal health and production*, 51, 1421-1426.
- Awawdeh, M. S., Talafha, A. Q., & Obeidat, B. S. 2015. Postpartum injection with vitamin E and selenium failed to improve the performance of Awassi ewes and their lambs. *Canadian Journal of Animal Science*, 95(1), 111-115.
- Ayres M.C.C., Dorea R.D., Birgel Junior E.H., Viana R.B., Lara M.C.C.S.H., Bittencourt T.C.B.S.C.; Birgel E.H. 2009. Dinâmica do leucograma de caprinos jovens, do nascimento até seis meses de idade: influência do fator racial. *Ciênc. Anim. Bras.* 10(Supl.1):261-265.
- Azab, M. E., & Abdel-Maksoud, H. A. (1999). Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. *Small Ruminant Research*, 34(1), 77-85.
- Barcelos B., Gomes V., Vidal A. M. C., Junior J. E., Araujo M. L., Alba H. D., Saran Netto A. , 2022. Effect of selenium and vitamin E supplementation on the metabolic status of dairy goats and respective goats kids in the peripartum period, *Tropical Animal Health and Production*, 54, 36

- Bordignon, R., Volpato, A., Glombowsky, P., Souza, C.F., Baldissera, M.D., Secco, R., Pereira, W.A.B., Leal, M.L.R., Vedovatto, M. da Silva, A.S., 2019. Nutraceutical effect of vitamins and minerals on performance and immune and antioxidant systems in dairy calves during the nutritional transition period in summer, *Journal of Thermal Biology*, 84, 451-459.
- Capper, J. L., Wilkinson, R. G., Kasapidou, E., Pattinson, S. E., Mackenzie, A. M., & Sinclair, L. A. 2005. The effect of dietary vitamin E and fatty acid supplementation of pregnant and lactating ewes on placental and mammary transfer of vitamin E to the lamb. *British Journal of Nutrition*, 93(4), 549-557.
- Delfino, N.C., de Aragao Bulcao, L.F., Alba, H.D.R., da Silva Oliveira, M.X., de Queiroz, F.P.S., de Carvalho, G.G.P., Renno, F.P. de Freitas, J.E., 2018. Influence of body condition score at calving on the metabolic status and production performance of Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*) during the transition period, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31, 1756.
- El-Sayed, A., El-Ashker, M., Ebissy, E., Ateya, A., 2020. Effect of prepartum vitamin E and selenium administration on postpartum gene expression and metabolic profile of immune and oxidative markers in Barki ewes, *Genetika*, 52, 2.
- Feldman, B. F.; Zinkl, J. G.; Jain, N. C. 2000 *Schalm's veterinary*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams. 1344 p.
- Ferreira Neto, J. M.; Viana, E. S., 1977, *Patologia clínica veterinária*. Belo Horizonte: Rabelo, p279.
- Goff, J.P.; Kimura, K. 2002, Effect of mastectomy on milk fever, energy and vitamins A, E, and  $\beta$ -carotene status at parturition. *Journal of Dairy Sciences*, v. 85, n. 6, p. 1427-1436.
- Kott, R. W., V. M. Thomas, P. G. Hatfield, T. Evans, and K. C. Davis. 1998. Effects of dietary vitamin E supplementation during late pregnancy on lamb mortality and ewe productivity. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 212:997-1000.
- LeBlanc, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of reproduction and Development*, 56(S), S29-S35.
- Moeini, M.M., Jalilian, M.T., 2014. Effect of Selenium and Vitamin E Injection during late pregnancy on immune system and productive performances of Sanjabi ewes and their lambs, *Global Journal of Animal Science Research*, 2, 210--219.
- Mohanta, R. K., Garg, A. K., & Dass, R. S. 2015. Effect of vitamin E supplementation on arsenic induced alteration in blood biochemical profile, oxidant/antioxidant status, serum cortisol level and retention of arsenic and selenium in goats. *Journal of trace elements in medicine and biology*, 29, 188-194.
- Morgante, M., Beghelli, D., Pauselli, M., Dall'Ara, P., Capuccella, M., & Ranucci, S. 1999. Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on

mammary health and milk cell counts in dairy ewes. *Journal of dairy science*, 82(3), 623-631.

- Munoz, C., Carson, A. F., McCoy, M. A., Dawson, L. E. R., O'Connell, N. E., Gordon, A. W., 2008. Nutritional status of adult ewes during early and mid-pregnancy. 2. Effects of supplementation with selenised yeast on ewe reproduction and offspring performance to weaning, *animal*, 2, 64-72.
- NASEM, National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2021, *Nutrients Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*, Washington DC, The National Academies Press
- National Research Council, NRC, 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*, (The National Academies Press, Washington, DC, USA).
- Podhorecká, K., Borková, M., Šulc, M., Seydlová, R., Dragounová, H., Švejcarová, M., Peroutková, J., Elich, O., 2021. Somatic cell count in goat milk: An indirect quality indicator. *Foods*. 10, 1046. <https://doi.org/10.3390/foods10051046>.
- Ramadan, S. G. A., Mahboub, H. D. H., Helal, M. A. Y., Sallam, M. A., 2018. Effect of vitamin E and selenium on performance and productivity of goats, *International Journal of Chemical and Biomedical Science*, 4, 16-22.
- Rufino, M.S.M., Alves, R.E., Brito, E.S., Morais, S.S., Sampaio, C.G., Péres-Jiménez, J., Saura-Calixto, F.D., 2007. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS+. *Embrapa Agroind. Trop. Téc.* 128.
- Sherief, M., G., Abdel-Raheem, B., Mahmoud, S., Waleed, M., Taymour, El-Sherry., 2019. Influence of vitamin E and selenium supplementation on the performance, reproductive indices and metabolic status of Ossini ewes, *Slovenian Veterinary Research*, 56, 353--363.
- Shi, L., Ren, Y., Zhang, C., Yue, W., Lei, F., 2018. Effects of organic selenium (Se-enriched yeast) supplementation in gestation diet on antioxidant status, hormone profile and haemato-biochemical parameters in Taihang Black Goats, *Animal Feed Science and Technology*, 238, 57-65.
- Snarska, A., Wysocka, D., Rytel, L., Żarczyńska, K., Sobiech, P., Gonkowski, S., 2018. The influence of selenium and vitamin E supplementation on cytological assessment of red blood cell line of bone marrow in fallow deer kept in captivity, *Polish journal of veterinary sciences*, 431-436.
- Sucupira, M. C. A., Nascimento, P. M., Lima, A. S., Márcia de Oliveira, S. G., Della Libera, A. M. M. P., & Susin, I. 2019. Parenteral use of ADE vitamins in prepartum and its influences in the metabolic, oxidative, and immunological profiles of sheep during the transition period. *Small ruminant research*, 170, 120-124.

- Tharwat, M., Oikawa, S., Buczinski, S., 2012. Ultrasonographic prediction of hepatic fat content in dairy cows during the transition period, *Journal of Veterinary Science and Technology*, 3, 1.
- Thompson, G.E. , Jenkinson, D., 1970, Adipose tissue in the newborn goat, *Res. Vet. Sci*, 11, 102.
- Tsiplakou, E., Mitsiopoulou, C., Karaiskou, C., Simoni, M., Pappas, A. C., Righi, F., Labrou, N. E., 2021. Sesame Meal, Vitamin E and Selenium Influence Goats' Antioxidant Status, *Antioxidants*, 10, 392.
- Weiss, W.P., 1999 Energy Prediction equations for ruminant feeds, *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Proceedings, Cornell University*, 61, p 176-185

**Tabela 1. Coeficientes utilizados nos contrastes ortogonais.**

| <b>Tendência</b> | <b>SVE</b> | <b>500VE</b> | <b>1000VE</b> |
|------------------|------------|--------------|---------------|
| Linear           | -1         | 0            | 1             |
| Quadrática       | 1          | -2           | 1             |

**Tabela 2. Composição química dos alimentos em % da matéria seca, da dieta basal.**

| <b>Nutrientes</b>                | <b>Alimentos</b>     |                       |                    |                        |
|----------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
|                                  | <b>Silagem milho</b> | <b>Farelo de Soja</b> | <b>Milho Moído</b> | <b>Farelo de trigo</b> |
| Matéria Seca (MS)                | 33.47                | 90.74                 | 89.91              | 90.97                  |
| Matéria mineral (MM)             | 4.31                 | 5.46                  | 1.67               | 3.02                   |
| Proteína bruta (PB)              | 6.76                 | 46.38                 | 12.94              | 16.60                  |
| Extrato etéreo (EE)              | 2.63                 | 2.95                  | 5.97               | 3.91                   |
| Fibra detergente neutro (FDN)    | 56.43                | 35.95                 | 17.15              | 41.93                  |
| Fibra detergente ácido (FDA)     | 30.72                | 15.90                 | 3.88               | 14.42                  |
| Lignina (Lig)                    | 5.46                 | 7.34                  | 0.78               | 5.52                   |
| Carboidratos não fibrosos (CNF)* | 40.94                | 42.12                 | 76.88              | 54.16                  |
| Vitamina E UI/kg <sup>1</sup>    |                      |                       | 25,00              |                        |
| Selênio (mg/kg) <sup>1</sup>     | 0,04                 | 0,13                  | 0,04               | 0,28                   |

\*valor calculado segundo equação de Weiss (1999). <sup>1</sup> valores estimados segundo o NRC (2021).

**Tabela 3. Composição da dieta e teores de nutrientes expressos em % MS, UI e mg.**

| <b>Nutrientes</b>                               | <b>Dietas</b>    |                  |
|---|------------------|------------------|
|   | <b>Pré Parto</b> | <b>Pós Parto</b> |
| Silagem de milho (kg)                           | 0.70             | 1.20             |
| Farelo de Soja (kg)                             | 0.31             | 0.45             |
| Milho Moído (kg)                                | 0.45             | 0.50             |
| Farelo de trigo (kg)                            | 0.25             | 0.20             |
| Suplemento vitamínico mineral <sup>1</sup> (kg) | 0.05             | 0.05             |
| Total kg/MS                                     | 1.76             | 2.40             |
| Matéria Seca (MS) %                             | 65.20            | 60.06            |
| Matéria mineral (MM) %                          | 3.53             | 3.78             |
| Proteína bruta (PB) %                           | 16.52            | 16.16            |
| Extrato etéreo (EE) %                           | 3.65             | 3.44             |
| Fibra detergente neutro (FDN) %                 | 39.12            | 42.02            |
| Fibra detergente ácido (FDA) %                  | 31.78            | 20.35            |
| Lignina (Lig) %                                 | 4.45             | 4.73             |
| Carboidratos não fibrosos (CNF)* %              | 51.05            | 48.90            |
| Vitamina E (UI) <sup>1</sup>                    | 131,25           | 132,50           |
| Selênio (mg) <sup>1</sup>                       | 1,11             | 1,14             |

<sup>1</sup>Cada kg de suplemento vitamínico e mineral contém, Cálcio 231,40 g/kg, Fósforo 40 g/kg, Enxofre 20 g/kg, Magnésio 25 g/kg, Potássio 10 g/kg, Sódio 70 g/kg, Cobalto 15 mg/kg, Cromo 20 mg/kg, Iodo 40 mg/kg, Manganês 2 g/kg, Zinco 2,85 g/kg, Vitamina A 350.000 UI/kg, Vitamina D3 100.000 UI/kg, Selênio 19 mg/kg, e 2400 UI/kg de vitamina E. \*valor calculado segundo equação de Weiss (1999).

**Tabela 4. Resultados do perfil hematológico das cabras.**

| Variáveis                      | Tratamentos |        |        | Contrastes<br>p<0.05 |       |       |
|--------------------------------|-------------|--------|--------|----------------------|-------|-------|
|                                | SVE         | 500VE  | 100VE  | 1                    | 2     | EPM   |
| Hemácias                       | 11.71       | 11.48  | 11.98  | 0.071                | 0.519 | 0.636 |
| VCM                            | 23.05       | 23.12  | 22.76  | 0.157                | 0.344 | 0.578 |
| Hemoglobina (g/dl)             | 9.71        | 10.10  | 10.72  | 0.085                | 0.284 | 0.731 |
| Plaquetas (10 <sup>3</sup> )   | 498.75      | 539.40 | 522.50 | 0.374                | 0.266 | 9.290 |
| Hematócrito (%)                | 25.25       | 27.40  | 27.80  | 0.120                | 0.398 | 0.482 |
| Leucócitos (10 <sup>3</sup> )  | 13.20       | 13.73  | 13.21  | 0.690                | 0.260 | 0.198 |
| Neutrófilos (10 <sup>3</sup> ) | 10.84       | 10.58  | 10.37  | 0.284                | 0.951 | 0.202 |
| Linfócitos (10 <sup>3</sup> )  | 3.07        | 2.71   | 2.58   | 0.223                | 0.349 | 0.143 |
| Monócitos (10 <sup>3</sup> )   | 0.35        | 0.29   | 0.27   | 0.074                | 0.570 | 0.030 |
| Proteína total (g/dl)          | 6.12        | 6.10   | 6.30   | 0.929                | 0.982 | 0.099 |
| Albumina                       | 2.37        | 2.42   | 2.37   | 0.850                | 0.149 | 0.049 |
| Globulina                      | 3.75        | 3.70   | 3.95   | 0.851                | 0.434 | 0.087 |

Valores de referência: Hemácias: 8,00 a 18,00 x 10<sup>6</sup> µL; Hemoglobina: 8,0 a 12,0 g/dL; Hematócrito: 22 a 38%; Leucócitos: 4.000 a 13.000 µL; Segmentados ou Neutrófilos: 1.200 a 7.200 µL; Linfócitos: 2.000 a 9.000 µL; Monócitos: 0 a 550 µL; Proteína total: 6,00 a 7,50 g/dL; Fonte dos valores de referência de acordo com Feldman *et al.* (2000). Teste T: Letras diferentes correspondem a diferença estatística de média p<0.05 EPM: Erro padrão da média.

**Tabela 5. Resultados do perfil hematológico dos cabritos.**

| Variáveis                      | Tratamentos        |                    |                    | Contrastes<br>p<0.05 |       |        |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------|--------|
|                                | SVE                | 500VE              | 100VE              | 1                    | 2     | EPM    |
| Hemácias                       | 11.01              | 10.81              | 10.58              | 0.655                | 0.478 | 0.290  |
| Hemoglobina (g/dl)             | 15.20              | 14.95              | 14.54              | 0.065                | 0.997 | 0.463  |
| Hematócrito (%)                | 41.42              | 41.00              | 38.00              | 0.239                | 0.699 | 1.195  |
| Leucócitos (10 <sup>3</sup> )  | 11.75 <sup>a</sup> | 10.11 <sup>b</sup> | 8.89 <sup>c</sup>  | <0.05                | 0.275 | 275.58 |
| Neutrófilos (10 <sup>3</sup> ) | 6.02 <sup>a</sup>  | 5.07 <sup>b</sup>  | 4.71 <sup>bc</sup> | <0.05                | 0.139 | 152.26 |
| Linfócitos (10 <sup>3</sup> )  | 5.42 <sup>a</sup>  | 4.76               | 4.09 <sup>b</sup>  | <0.05                | 0.818 | 206.35 |
| Monócitos (10 <sup>3</sup> )   | 0.24 <sup>a</sup>  | 0.17 <sup>b</sup>  | 0.14 <sup>c</sup>  | <0.05                | 0.300 | 9.172  |
| Proteína total (g/dl)          | 4.82 <sup>ab</sup> | 4.83 <sup>a</sup>  | 5.43 <sup>c</sup>  | <0.05                | 0.112 | 0.088  |
| Albumina                       | 2.15               | 2.34 <sup>a</sup>  | 1.85 <sup>b</sup>  | 0.088                | 0.149 | 0.075  |
| Globulina                      | 2.67 <sup>a</sup>  | 2.48 <sup>ab</sup> | 3.57 <sup>bc</sup> | <0.05                | 0.067 | 0.124  |

Valores de referência: Hemácias: 8,00 a 18,00 x 10<sup>6</sup> µL; Hemoglobina: 8,0 a 12,0 g/dL; Hematócrito: 22 a 38%; Leucócitos: 4.000 a 13.000 µL; Segmentados ou Neutrófilos: 1.200 a 7.200 µL; Linfócitos: 2.000 a 9.000 µL; Monócitos: 0 a 550 µL; Proteína total: 6,00 a 7,50 g/dL; Fonte dos valores de referência de acordo com Feldman

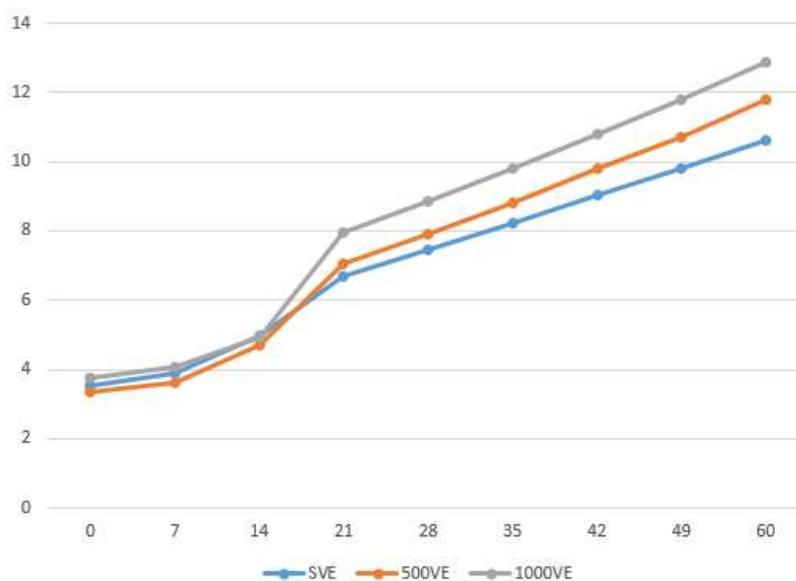
et al. (2000). Teste T: Letras diferentes correspondem a diferença estatística de média  $p < 0.05$  EPM: Erro padrão da média.

**Tabela 6. Peso ao nascimento, 7, 14, 28, 35, 43, 49, 56 dias e desmama, e ganho médio diário dos cabritos.**

| Variáveis         | Tratamentos        |                    |                     | Contrastes $p < 0.05$ |       |       |
|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------|-------|
|                   | SVE                | 500VE              | 1000VE              | 1                     | 2     | EPM   |
| Nascimento        | 3,43               | 3.41               | 3.79                | 0.218                 | 0.705 | 0.102 |
| 7 dias            | 3.80               | 3.72               | 4.08                | 0.318                 | 0.600 | 0.103 |
| 14 dias           | 4.89               | 4.83               | 4.90                | 0.861                 | 0.960 | 0.117 |
| 21 dias           | 6.65 <sup>a</sup>  | 7.06 <sup>b</sup>  | 8.02 <sup>c</sup>   | <0.05                 | 0.363 | 0.133 |
| 28 dias           | 7.40 <sup>a</sup>  | 7.96 <sup>b</sup>  | 8.93 <sup>c</sup>   | <0.05                 | 0.428 | 0.145 |
| 35 dias           | 8.15 <sup>a</sup>  | 8.85 <sup>b</sup>  | 9.87 <sup>c</sup>   | <0.05                 | 0.648 | 0.158 |
| 42 dias           | 8.97 <sup>a</sup>  | 9.80 <sup>b</sup>  | 10.87 <sup>c</sup>  | <0.05                 | 0.798 | 0.178 |
| 49 dias           | 9.72 <sup>a</sup>  | 10.73 <sup>b</sup> | 11.88 <sup>c</sup>  | <0.05                 | 0.835 | 0.205 |
| Desmama (60 dias) | 10.58 <sup>a</sup> | 11.71 <sup>b</sup> | 13.02 <sup>c</sup>  | <0.05                 | 0.860 | 0.233 |
| gmd (kg/dia)      | 0.113 <sup>a</sup> | 0.132 <sup>b</sup> | 0.146 <sup>bc</sup> | <0.05                 | 0.924 | 0.004 |

Teste T: Letras diferentes correspondem a diferença estatística de média  $p < 0.05$   
EPM: Erro padrão da média.

**Figura 1. Desempenho dos cabritos ao longo do período avaliado.**



**Tabela 7. Análise da composição químico-física do leite, produção de colostro e ABTS.**

| Variáveis              | Tratamentos       |                   |                    | Contrastes<br>p < 0.05 |       |       |
|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|-------|-------|
|                        | SVE               | 500VE             | 1000VE             | 1                      | 2     | EPM   |
| Gordura                | 3.50              | 3.61              | 3.67               | 0.182                  | 0.679 | 0.043 |
| ESD                    | 8.93              | 9.06              | 9.83               | 0.164                  | 0.763 | 0.106 |
| EST                    | 12.43             | 12.67             | 13.50              | 0.097                  | 0.910 | 0.120 |
| Densidade              | 32.50             | 30.94             | 34.27              | 0.723                  | 0.208 | 0.482 |
| Proteína               | 3.41              | 3.40              | 3.62               | 0.097                  | 0.310 | 0.095 |
| Lactose                | 4.75              | 5.00              | 5.19               | 0.073                  | 0.829 | 0.087 |
| CCS (10 <sup>3</sup> ) | 732.67            | 702.25            | 684.00             | 0.063                  | 0.772 | 9.386 |
| Colostro (kg)          | 0.52 <sup>a</sup> | 0.92 <sup>b</sup> | 1.08 <sup>bc</sup> | <0.05                  | 0.390 | 0.089 |
| ABTS colostro          | 63.44             | 64.70             | 64.01              | 0.859                  | 0.691 | 0.747 |

\*ESD: extrato seco desengordurado, EST: extrato seco total, calculado ESD + Gordura, CCS: Contagem de células somáticas.

Teste T: Letras diferentes correspondem a diferença estatística de média p<0.05

EPM: Erro padrão da média.

**Tabela 8. Tipos de gestações por tratamento e índice de prolificidade.**

| Tipo de gestação        | Tratamentos |       |        |
|-------------------------|-------------|-------|--------|
|                         | SVE         | 500VE | 1000VE |
| Simplex                 | 1.00        | 4.00  | 2.00   |
| Dupla                   | 2.00        | 2.00  | 4.00   |
| Tripla                  | 1.00        | 1.00  | 1.00   |
| Nº matrizes             | 5.00        | 7.00  | 7.00   |
| Nº cabritos             | 8.00        | 11.00 | 13.00  |
| Índice<br>prolificidade | 1.60        | 1.57  | 1.86   |