

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEVEDURA VIVA COMO PROBIÓTICO NA PRODUÇÃO DE
LEITE DE CABRAS SAANEN E CARNE DE CABRITOS
MISTIÇOS BOER X SAANEN

Autora: Cibele Regina Schneider
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudete Regina Alcalde

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEVEDURA VIVA COMO PROBIÓTICO NA PRODUÇÃO DE
LEITE DE CABRAS SAANEN E CARNE DE CABRITOS
MISTIÇOS BOER X SAANEN

Autora: Cibele Regina Schneider
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudete Regina Alcalde

“Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2022

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

S358l

Schneider, Cibele Regina

Levedura viva como probiótico na produção de leite de cabras Saanen e carne de cabritos mestiços Boer x Saanen / Cibele Regina Schneider. -- Maringá, PR, 2022.
xi, 113 f.: il., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Claudete Regina Alcalde.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2022.

1. Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) - Digestibilidade - Caprinos. 2. Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) - Dieta - Desempenho - Caprinos. 3. Caprinos - Parâmetros sanguíneos. 4. Antioxidantes. I. Alcalde, Claudete Regina, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 23.ed. 636.39



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEVEDURA VIVA COMO PROBIÓTICO NA PRODUÇÃO
DE LEITE DE CABRAS SAANEN E CARNE DE CABRITOS
MESTIÇOS BOER X SAANEN

Autora: Cibele Regina Schneider
Orientadora: Prof^ª Dr^ª Claudete Regina Alcalde

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 24 de fevereiro de 2022.

Prof^ª Dr^ª Maximiliano Alavarse
Zambom

Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos
Santos

Prof. Dr. Tiago Antonio Del Valle

Prof^ª Dr^ª Odimari Pricila Prado
Calixto

Prof^ª Dr^ª Claudete Regina Alcalde
Orientadora

A Deus, por guiar meus passos e me dar forças para seguir a diante.

Aos meus pais Nilso Luiz Schneider e Mariley Schneider.

Ao meu irmão Fernando Luiz Schneider.

Ao meu companheiro Douglas Galhardo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Prof.^a Dr.^a Claudete Regina Alcalde, pela oportunidade, orientação e ensinamentos compartilhados.

Aos professores do Departamento de Zootecnia e do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos. Em especial, ao Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos e a Prof.^a Dr.^a Magali Soares dos Santos Pozza, por disponibilizarem os laboratórios para realizar as análises. Ao Prof. Dr. Luiz Paulo Rigolon, por todo auxílio veterinário.

Ao Prof. Dr. Tiago Antônio Del Valle da Universidade Federal de Santa Maria, pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Solange Iung, secretária do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela dedicação e disponibilidade sempre.

Aos funcionários do setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), Nelson Nogueira da Silva, Rosimar Gomes e Wilmar Rikli, por auxiliarem na condução do trabalho a campo.

Aos Químicos do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), Osvaldo Pezoti Junior e Ulisses Zonta de Melo, pela disponibilidade e paciência durante as análises laboratoriais.

Aos amigos do curso de pós-graduação, por compartilharem momentos de estudos e as horas nos laboratórios, pela amizade e companheirismo.

A todos os estagiários do setor de caprinocultura que auxiliaram na condução do trabalho a campo. Em especial, à Antonielly Nicolle de Amorim Borges, por toda a dedicação, e pela amizade construída.

À empresa Lallemand Animal Nutrition, por meio do Zootecnista Edson Poppi, pelo fornecimento dos probióticos.

À minha família, que mesmo distante fisicamente nunca deixaram de estar presentes nessa caminhada, apoiando e incentivando a seguir em frente e lutar pelos meus objetivos.

Ao meu companheiro Douglas Galhardo, que além de ter muita paciência e compreensão durante o experimento me auxiliou no manejo diário com os animais, nas coletas a campo e nas análises laboratoriais.

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

BIOGRAFIA

CIBELE REGINA SCHNEIDER, filha de Nilso Luiz Schneider e Mariley Schneider, nasceu em Missal, Estado do Paraná, Brasil, no dia 26 de setembro de 1993.

Em março de 2011, iniciou no Curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no Campus de Marechal Cândido Rondon. Em 01 de abril de 2016, cumpriu as exigências para obtenção do título de Zootecnista.

Em abril de 2016, iniciou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Nível Mestrado, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação no dia 09 de março de 2018.

No dia 12 de março de 2018, iniciou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em Nível de Doutorado, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

Submeteu-se ao Exame Geral de Qualificação em 22 de março de 2021 e, em 24 de fevereiro de 2022, submeteu-se à defesa da Tese.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
I.INTRODUÇÃO	1
II.REVISÃO DE LITERATURA	3
1. Panorama da caprinocultura de leite e corte.....	3
2. Composição e qualidade do leite de cabras.....	3
3. Composição da carcaça e qualidade da carne de cabritos	4
4. Probióticos na dieta de ruminantes.....	5
4.1 <i>Levedura viva Saccharomyces cerevisiae</i>	6
5. Mecanismos de ação das leveduras na alimentação de ruminantes	6
5.1 <i>Modo de ação das leveduras no ambiente ruminal</i>	6
III. OBJETIVOS GERAIS	15
IV. Ingestão, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cabras Saanen suplementadas com levedura viva <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	16
1. Introdução.....	20
2. Material e Métodos.....	21
3. Resultados	26
4. Discussão.....	27
5. Conclusão	29
Referências.....	30

V. Levedura viva na dieta de cabras Saanen sobre a produção e composição do colostro e do leite, e a resposta na curva de lactação	47
1. Introdução.....	51
2. Material e Métodos.....	52
3. Resultados	58
4. Discussão.....	59
5. Conclusão	62
Referências	62
VI. Levedura viva enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta de cabritos mestiços Boer x Saanen e os impactos no desempenho, digestibilidade e qualidade da carcaça	79
1. Introdução.....	81
2. Material e Métodos.....	83
3. Resultados	92
4. Discussão.....	94
5. Conclusão	97
Referências.....	98

RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso da levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* e *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, sobre o consumo, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, parâmetros sanguíneos, produção e composição do colostro e do leite, e resposta na curva de lactação de cabras Saanen. Foram utilizadas 18 cabras, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com três dietas: 1) controle sem inclusão de levedura viva (CON); 2) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* (LSB); 3) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (LSC). No período pré-parto, a suplementação de levedura viva na dieta de cabras Saanen não afetou o consumo de MS, MO, PB, FDN, CT, CNF e NDT. O consumo de EE foi maior nos animais tratados com LSC do que nos animais tratados com LSB. No período de 1 a 30 DEL, a adição de levedura na dieta aumentou o consumo de EE. As leveduras aumentaram o consumo de MS, MO, PB, FDN, CT, CNF e NDT, entre 61 e 90 DEL. No período de 31 a 60 DEL, LSC aumentou os coeficientes de digestibilidade da MO, CT e CNF, em relação a LSB. Entre 61 e 90 DEL, a adição de leveduras nas dietas aumentou a digestibilidade da PB. A suplementação de levedura no pré-parto aumentou a concentração média de hemoglobina corpuscular. Entre 1 a 30 DEL, a contagem de monócitos foi maior nos animais tratados com LSB do que nos animais do tratamento LSC. Entre 61 a 90 DEL, a adição de leveduras aumentou a eliminação de radicais DPPH e ABTS, enquanto a concentração de ABTS foi superior para os animais tratados com LSC do que naqueles tratados com LSB. A produção das secreções lácteas e a composição do colostro não apresentaram diferenças entre as dietas. A produção de colostro foi superior para LSB na primeira ordenha. Houve diferença entre as suplementações de levedura viva LSB e LSC aos

60, 90 e 120 DEL para os componentes gordura, proteína e lactose em g/dia. Aos 90 e 120 DEL, o poder reductor foi superior para LSC em relação à LSB. Não houve diferença entre as dietas controle e suplementações com leveduras para os parâmetros de produção inicial de leite, taxa de acréscimo da produção até o pico, taxa de declínio de produção após o pico de lactação, dia do pico de lactação e persistência de lactação. A produção de leite no pico de lactação e a produção total de leite foram superiores para os animais tratados com LSB em relação aos animais tratados com LSC. Em conclusão, a suplementação de levedura viva na dieta de cabras Saanen, aumenta o consumo da MS e dos nutrientes no pré-parto e durante a produção de leite; e melhora o *status* antioxidante sanguíneo entre 61 a 90 DEL. A suplementação de levedura viva LSB aumenta a produção de colostro e leite, e altera os parâmetros da curva de lactação, podendo ser indicada a utilização para cabras leiteiras. A suplementação de LSC na dieta de cabras em lactação não foi vantajosa, pois não influencia a produção e a composição do leite, e não interfere na curva de lactação. Outro objetivo foi avaliar os impactos da LSC na dieta de cabritos, sobre o desempenho, ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, assim como os parâmetros sanguíneos e características quantitativas e qualitativas da carcaça. Foram utilizados quatorze cabritos, distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com duas dietas (controle x LSC). A suplementação de LSC não afetou o consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, e o desempenho produtivo. A adição de levedura reduziu a concentração de hemoglobina corpuscular média. As dietas não afetaram o leucograma, concentração de proteína total e os níveis de glicose sanguínea, assim como a capacidade antioxidante plasmática. As características quantitativas da carcaça não foram influenciadas pela suplementação, assim como os valores de pH inicial e pH 24 horas após o abate. A adição de levedura não afetou a composição química das paletas. A LSC aumentou o percentual de lipídeos no lombo. Em conclusão, a suplementação de LSC na dieta de cabritos mestiços Boer x Saanen, não apresenta efeitos relevantes sobre o desempenho, ingestão, digestibilidade e características quantitativas e qualitativas da carcaça.

Palavras-chave: antioxidantes, digestibilidade, componentes do leite, parâmetros sanguíneos, *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of the live yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and *S. cerevisiae* enriched with zinc, selenium and vitamin E on intake, dry matter and nutrient digestibility, blood parameters, production and composition of colostrum and milk, and response in the lactation curve of Saanen goats. Eighteen goats were used, distributed in a completely randomized design, with three diets: 1) control without inclusion of live yeast (CON); 2) control with inclusion of live yeast *S. cerevisiae* var. *boulardii* (LSB); 3) control with inclusion of live yeast *S. cerevisiae* enriched with zinc, selenium and vitamin E (LSC). In the prepartum period, live yeast supplementation in diet of Saanen goats did not affect the intake of DM, OM, CP, NDF, TC, NFC and TDN. The EE intake was higher in animals treated with LSC than in animals treated with LSB. In the period from 1 to 30 DEL, the yeast addition in the diet increased the EE intake. Yeasts increased the intake of DM, MO, CP, NDF, TC, NFC and TDN, between 61 and 90 DEL. In the period from 31 to 60 DEL, LSC increased the digestibility coefficients of OM, TC and NFC, in relation to LSB. Between 61 and 90 DEL, the yeasts addition in the diets increased the CP digestibility. Prepartum yeast supplementation increased mean corpuscular hemoglobin concentration. Between 1 to 30 DEL, monocyte counts were higher in LSB treated animals than in LSC treated animals. Between 61 and 90 DEL, the yeasts addition increased the scavenging of DPPH and ABTS radicals, while the ABTS concentration was higher for animals treated with LSC than in those treated with LSB. The milk secretions production and the colostrum composition did not show differences between the diets. Colostrum production was higher for LSB in the first milking. There was a difference between LSB and LSC live yeast

supplements at 60, 90 and 120 DEL for fat, protein and lactose components in g/day. At 90 and 120 DEL, the reducing power was higher for LSC in relation to LSB. There was no difference between control diets and yeast supplementation for parameters of initial milk production, rate of increase in production to peak, rate of decline in production after peak lactation, day of peak lactation and lactation persistence. Peak lactation milk production and total milk production were higher for LSB treated animals compared to LSC treated animals. In conclusion, live yeast supplementation in diet of Saanen goats increases the intake of DM and nutrients prepartum and during milk production; and improves blood antioxidant status between 61 to 90 DEL. LSB live yeast supplementation increases colostrum and milk production, and alters the parameters of the lactation curve, which may be indicated for use in dairy goats. LSC supplementation for lactating goats was not advantageous, as it does not influence milk production and composition, and does not interfere with the lactation curve. Another objective was to evaluate the impacts of LSC in the diet of goats, on performance, intake and digestibility of dry matter and nutrients, as well as blood parameters and quantitative and qualitative characteristics of the carcass. Fourteen goat kids were used, distributed in a completely randomized design, with two diets (control x LSC). LSC supplementation did not affect dry matter and nutrient intake and digestibility, and productive performance. The yeast addition reduced the mean corpuscular hemoglobin concentration. Diets did not affect leucogram, total protein concentration and blood glucose levels, as well as plasma antioxidant capacity. The quantitative characteristics of the carcass were not influenced by the supplementation, as well as the values of initial pH and pH 24 h after slaughter. The addition of yeast did not affect the chemical composition of the shoulder. LSC increased the percentage of lipids in the loin. In conclusion, LSC supplementation in the diet of crossbred Boer x Saanen goat kids does not have relevant effects on performance, intake, digestibility and quantitative and qualitative carcass characteristics.

Keywords: antioxidants, digestibility, milk components, blood parameters, *Saccharomyces cerevisiae*

I. INTRODUÇÃO

Estima-se que até 2050, a população mundial contará com 9 bilhões de pessoas (UN, 2019), gerando crescimento econômico e aumentando a demanda de produtos de origem animal, como a carne e o leite (FAO, 2016). Diante disso, a produção animal deverá aumentar de forma sustentável fazendo uso eficiente dos recursos limitados para suprir a necessidade de alimentos, preservando o meio ambiente (Reuben et al., 2021). A produção de ruminantes torna-se importante fonte de proteína animal, visto que estes animais podem ser criados até mesmo nas áreas de desenvolvimento mais afetadas pela desertificação e pela escassez de solos férteis (Eisler et al., 2014), pela ampla possibilidade de alimentos que estes animais podem consumir.

Para acelerar e viabilizar a produção animal, o uso de antibióticos como promotores de crescimento torna-se uma alternativa na pecuária. Entretanto, nos últimos anos, busca-se melhorias da produtividade de forma sustentável. Nesse âmbito, a utilização de probióticos na alimentação animal pode ser administrada aos animais para manipular a fermentação ruminal e promover melhorias no desempenho animal (Pulina et al., 2017). Os probióticos são microrganismos vivos que quando administrados em doses adequadas atuam benéficamente no organismo do animal. São utilizados na pecuária pela capacidade de modificar a fermentação ruminal, melhorar a digestibilidade dos alimentos, e o aproveitamento dos nutrientes (Khan et al., 2016; Ghazanfar et al., 2018; Sousa et al., 2018; Amin e Mao, 2021). Além disso, atuam benéficamente na microbiota intestinal, prevenindo a colonização de patógenos e melhorando o desempenho e a saúde animal (Uyeno et al., 2015; Khan et al., 2016), influenciando a qualidade da carne e do leite.

As leveduras probióticas podem ser utilizadas em associação com microminerais, como por exemplo o selênio, ocorrendo efeito sinérgico. Desta forma, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com selênio, também conhecida como selênio orgânico, pode ser utilizada na alimentação animal em função de melhorias na reprodução, no crescimento e na produção animal (Shi et al., 2018). A utilização dos minerais orgânicos na alimentação de ruminantes se apresenta em constante crescimento, por apresentarem quase 100% de absorção, bem como alta estabilidade e disponibilidade, além de apresentar baixa toxicidade (Chauhan et al., 2014).

Assim, como o selênio, a vitamina E também desempenha função antioxidante, ou seja, proteção contra os radicais livres (Lauzurica et al., 2005). Os dois atuam em sinergismo com outros agentes antioxidantes, como o cobre e o zinco (Sethy et al., 2014).

Neste sentido, pesquisas vêm sendo realizadas tanto com a levedura selenizada quanto com o zinco e a vitamina E no intuito de reduzir as concentrações de radicais livres presentes nos tecidos, além de potencializar a resposta imune nos ruminantes, visando obter melhores resultados da produção e melhoria na qualidade de vida destes animais, e conseqüentemente, na qualidade dos produtos finais.

II. REVISÃO DE LITERATURA

1. Panorama da caprinocultura de leite e corte

Os caprinos são animais que apresentam características que contribuem para sua produção em diversas regiões do mundo. Dentre estes atributos estão a rusticidade, a prolificidade e a adaptabilidade que facilitam a habitação em regiões frias, quentes, áridas, úmidas, planas ou montanhosas (Gestaro et al., 2021).

No ano de 2017, o rebanho mundial de caprinos foi de aproximadamente 1 bilhão de cabeças, sendo que 53,51% estão localizados na Ásia, 40,60% na África, 3,60% nas Américas, 1,80% na Europa e 0,40% na Oceania (FAOSTAT, 2018). O Brasil ocupa a posição 21 no ranking mundial, com mais de 10 milhões de cabeças, sendo que 93,9% deste rebanho situado na região Nordeste do país (IBGE, 2018).

Dentre a produção de leite no mundo, a espécie caprina contribui com 2% deste alimento ao ano (Gestaro et al., 2021). No Brasil, o consumo de carne caprina e ovina ainda é baixo, em média 700 g/habitante/ano, enquanto nos países de primeiro mundo pode variar de 20 a 28 kg/habitante/ano (Pessoa et al., 2018).

A produção de caprinos no país vem aumentando ao longo dos anos, por causa do consumo nacional e internacional de produtos, como a carne e o leite, provenientes desta atividade (Gomes et al., 2018). No entanto, percebe-se que apenas 2% do rebanho mundial de caprinos está situado no Brasil (Furtado e Dorigan, 2021).

2. Composição e qualidade do leite de cabras

O leite de cabra é proveniente de animal saudável, bem alimentado, e apresenta características como coloração branca puro, opaco, com sabor ligeiramente açucarado (Silva e Del Valle, 2018). O leite caprino apresenta alto valor nutritivo é composto por açúcares, proteínas, gorduras, vitaminas e minerais (Furtado e Dorigan, 2021).

De acordo com a Instrução Normativa nº 37, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2000), os requisitos mínimos para os parâmetros de qualidade do leite de cabra são: 2,80% de proteína total, 4,30% de lactose, 0,70 de minerais, 8,20% de extrato seco desengordurado, 0,13% a 0,18% de acidez (% ácido láctico), densidade a 15°C de 1,028 g/mL a 1,034 g/mL, índice crioscópico de -0,550 °H a -0,585 °H, pH médio de 6,45. Para o

teor de gordura, a normativa não estabelece valor fixo como mínimo, desde que o teor médio de gordura do rebanho não seja inferior a 2,90%.

Além de ser rico em nutrientes, o leite caprino também pode ser considerado como alimento terapêutico, principalmente em relação a alergia a proteína do leite vaca (Rocha Filho et al., 2014). Esta característica está relacionada a menor quantidade de α_1 -caseína presente no leite de cabra em relação ao leite de vaca, visto que esta proteína é responsável pela reação alérgica ocasionada em algumas pessoas. Além disso, o leite caprino apresenta outras particularidades em relação ao leite de vaca, como: menor tamanho dos glóbulos de gordura, que promovem maior área de superfície para degradação das partículas e melhoram a digestibilidade (Mendes et al., 2009); não possui em sua composição a substância aglutinina, que faz com que as partículas de gordura do leite se agrupam; 20% dos ácidos graxos saturados são de cadeia curta, facilitando a digestão do leite (Jennes, 1980; Mir et al., 1999). A coloração do leite de cabra também difere do leite de vaca, por apresentar cor branco opaco, pela ausência de provitamina A, ou seja, pigmento β -caroteno (Ribeiro e Ribeiro, 2001).

Outra particularidade é a secreção do leite de cabra, que ocorre de forma apócrina, havendo descamação de células epiteliais e regeneração fisiológica dos alvéolos (Jimenez-Granado et al., 2014), ocasionando em maior quantidade de CCS, em comparação ao leite de vaca e ovelha (Paape et al., 1997; Podhorecká et al., 2021), podendo chegar até 1.000.000 células somáticas/mL, mantendo a saúde da glândula mamária (Paape et al., 1997).

3. Composição da carcaça e qualidade da carne de cabritos

Raças caprinas com aptidão para carne são cruzadas com raças leiteiras em busca de obter melhorias no desempenho e nas características quantitativas e qualitativas de carcaça, através de proles com carcaças de qualidade superior, decorrente da aceleração do ganho de peso, precocidade e melhora da conversão alimentar (Cartaxo et al., 2013). Os cruzamentos entre as raças Saanen e Boer são utilizados visando elevar o potencial produtivo e a qualidade da carne (Teixeira et al., 2015).

Os parâmetros qualitativos da carne e a avaliação quantitativa da carcaça são importantes pontos a serem avaliados no sistema de produção de carne, para analisar o desempenho animal, em função do consumo, ganho de peso, conversão alimentar,

rendimento de carcaça e a composição dos tecidos, que podem ser influenciados por fatores como, idade, alimentação e raça (Possamai et al., 2015; Souza et al., 2015).

A composição da carcaça nas proporções de músculo, gordura e osso determina grande parte do valor econômico, sendo que a gordura está diretamente relacionada com a qualidade da carcaça (Yamamoto et al., 2013). O tecido que mais agrega valor na carcaça é o músculo, e o osso agrega baixo valor. Diante disto, a proporção músculo:gordura e músculo:osso, torna-se importante economicamente (Monte et al., 2007).

Dentre as carnes vermelhas, a carne caprina é uma das melhores em relação as suas características, como o alto valor nutricional (Amaral et al., 2007), baixo teor de colesterol (40 mg/100 g) e de gordura (2,75 g/100 g), além de apresentar boa digestibilidade (Carneiro et al., 2012).

4. Probióticos na dieta de ruminantes

Os probióticos são microrganismos vivos (bactérias, fungos ou leveduras) que, quando administrados em quantidades ideais, previnem a colonização de patógenos, beneficiando a saúde do hospedeiro (Uyeno et al., 2015, Amin e Mao, 2021). Estes aditivos podem ser incluídos na alimentação de ruminantes pois são capazes de modificar a microbiota ruminal e intestinal, melhorar a digestibilidade dos alimentos e, conseqüentemente, aumentar o aproveitamento dos nutrientes, influenciando a qualidade e o rendimento dos produtos (Arowolo e He, 2018; Ghazanfar et al., 2018; Sousa et al., 2018; Amin e Mao, 2021).

Dentre os probióticos, a levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* está entre as mais estudadas na alimentação de ruminantes (Uyeno et al., 2015; Raabis et al., 2019). Em revisão de pesquisas sobre o efeito da levedura na alimentação de ruminantes, Amin e Mao (2021) observaram resultados positivos sobre o consumo de ração, o desempenho, a fermentação e a microbiota ruminal, a produção e a composição do leite e da carne. No entanto, alguns estudos (Cömert et al., 2015; Obédait et al., 2017) apresentam resultados contraditórios, demonstrando a necessidade de mais estudos sobre a suplementação de probiótico, visando avaliar fatores como a dose adequada, a cepa e o nível de viabilidade desta, o tempo de fornecimento, a composição das dietas e fatores ambientais, para as diferentes espécies animais e fases de produção.

4.1 *Levedura viva Saccharomyces cerevisiae*

A *Saccharomyces cerevisiae* é um fungo unicelular, utilizado como aditivo na alimentação de ruminantes (Perdomo et al., 2020). Esta levedura viva possui potencial de sequestrar os radicais livres e reduzir o potencial redox ruminal, através da ação das bactérias fibrolíticas e as que utilizam lactato (Marden et al., 2008). São utilizadas na alimentação animal visando melhoria no status imunológico, no desempenho e na produção (Broadway et al., 2015), e na qualidade dos produtos (leite e carne).

Diversas cepas de levedura viva são estudadas na alimentação animal. Dentre elas, podendo citar a *S. cerevisiae* var. *boulardii*, a qual é utilizada visando melhorar a função gastrointestinal, e conseqüentemente, a saúde e o desempenho de ruminantes (Keyser et al., 2007). Ao avaliarem o uso de *S. cerevisiae* var. *boulardii* na dieta de novilhas, Theurer et al. (2019) observaram melhores resultados na saúde, no desempenho e no custo produtivo.

Outras cepas de leveduras vivas que vem sendo estudadas e que apresentam grande potencial para ruminantes são as *S. cerevisiae* enriquecidas com vitaminas e minerais. Shareef et al. (2019) avaliaram a suplementação de levedura *S. cerevisiae* enriquecida com selênio ou zinco em cabras e relataram que melhorou as características hematológicas. Faccenda et al. (2020) avaliaram o efeito de *Saccharomyces cerevisiae* enriquecido com selênio sobre o desempenho, composição e qualidade do leite de vacas e constataram aumento na concentração de selênio no leite. A suplementação de selênio e vitamina E para novilhas no terço final da gestação foi estudada por Moeini et al. (2009), que concluíram que animais suplementados tiveram menos dificuldade para eliminar a placenta e tiveram maior produção de leite, além de reduzir CCS do leite.

5. Mecanismos de ação das leveduras na alimentação de ruminantes

5.1 *Modo de ação das leveduras no ambiente ruminal*

No rúmen, os mecanismos de ação (Figura 1) dependem principalmente das bactérias ácido lácticas (BAL) e da produção de ácido málico que favorece a proliferação das bactérias que utilizam lactato, que atuam para reduzir o acúmulo de ácido lático no rúmen (Elghandour

et al., 2015), equilibrando o pH ruminal (Vohra et al., 2016; Reuben et al., 2021). Quando os ruminantes consomem dietas com alimentos ricos em carboidratos fermentáveis no rúmen, pode ocorrer alta produção de lactato que pode ocasionar em acidose ruminal, a qual é considerada um dos principais problemas metabólicos para ruminantes (Hernández et al., 2014). A bactéria *Megasphaera elsdenii* está entre as principais bactérias que consomem lactato (Chaucheyras-Durand et al., 2008). Estudos relatam que a suplementação de levedura é eficaz em aumentar a população de *M. elsdenii* no rúmen (Pinloche et al., 2013; Malekkhahi et al., 2016).

A levedura viva pode influenciar a atividade das bactérias celulolíticas, aumentando a concentração de AGV no rúmen e a digestibilidade da fibra (Abd El-Ghani, 2004; Desnoyers et al., 2009; Bitencourt et al., 2011). Além disso, essas bactérias aumentam a utilização de amônia ruminal para a síntese de proteína microbiana (Hristov et al., 2010). Em contrapartida, outros autores não relataram diferença na digestibilidade com a inclusão de levedura viva na dieta de ruminantes (Bayat et al., 2015; Salvati et al., 2015). Essa divergência pode estar vinculada a fatores como as cepas de leveduras utilizadas, número de células viáveis, dosagem e a frequência de administração (Cömert et al., 2015; Obedait et al., 2017).

As leveduras também são capazes de fornecer nutrientes para estimular o desenvolvimento de bactérias celulolíticas, como *F. succinogenes*, *R. albus* e *R. flavefaciens* (Chaucheyras-Durand et al., 2008; Amin e Mao, 2021), melhorando a digestibilidade dos nutrientes (Chaucheyras-Durand et al., 2008; Chung et al., 2011; Mousa et al., 2012). No estudo comparando o efeito da levedura viva e da levedura inativada na dieta de vacas em lactação, foi observado que a levedura viva estimula a proliferação de bactérias celulolíticas no rúmen, enquanto a levedura inativada não apresenta efeito (Jiang et al., 2017). De certa forma, o ambiente ruminal menos ácido torna-se benéfico para as bactérias celulolíticas, alterando a fermentação do rúmen e reduzindo a formação de metano (Chung et al., 2011).

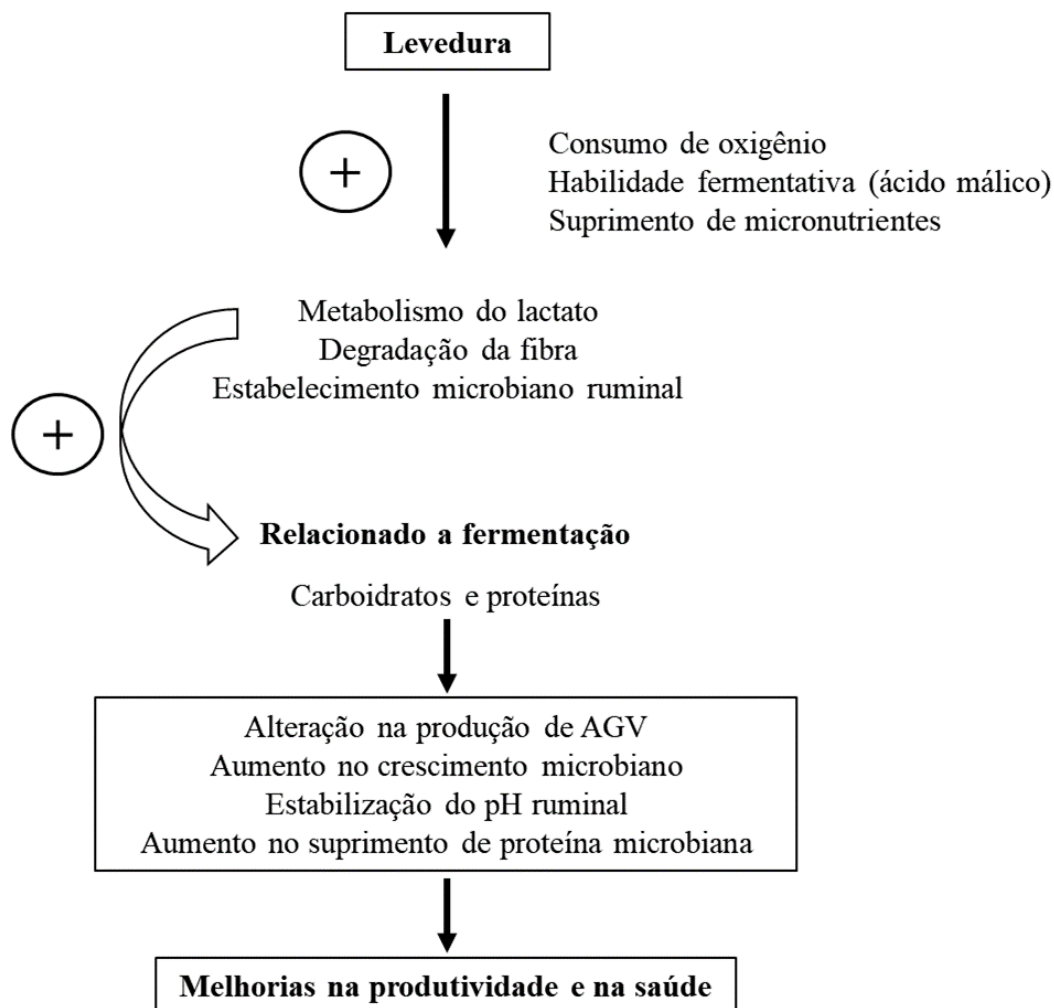


Figura 1. Modo de ação das leveduras sobre a microbiota ruminal e as consequências na fermentação ruminal. Fonte: Chauchevras-Durand et al. (2008), adaptado por Faccenda (2018).

Além disso, como as leveduras são microrganismos aeróbios, foi constatado que são capazes de consumir o oxigênio presente no rúmen que adentra juntamente com as partículas de alimento, favorecendo a proliferação de bactérias anaeróbias no rúmen (Vohra et al., 2016).

Diante dos efeitos benéficos ocasionados pela levedura viva na dieta de ruminantes, como melhora na digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes, pode-se ter aumento no aporte energético para a síntese do leite (Bruno et al., 2009). O incremento na produção de leite foi relatado em cabras (Abd El-Ghani, 2004; Stella et al., 2007), em ovelhas (Kafilzadeh

et al., 2019) e em vacas leiteiras (Bitencourt et al., 2011; Salvati et al., 2015; Leicester et al., 2016). Além disso, a adição de levedura pode aumentar o teor de gordura no leite (Abd El-Ghani, 2004; Leicester et al., 2016; Kafilzadeh et al., 2019).

A suplementação dietética de levedura também pode influenciar na qualidade da carne de ruminantes. Em pequenos ruminantes, foi observado aumento na deposição de gordura da carcaça (Titi et al., 2008; Zhou et al., 2013) e aumento da espessura da gordura dorsal (Rodríguez-Gaxiola et al., 2020).

Referências

- Abd El-Ghani, A.A., 2004. Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. *Small Rumin. Res.* 52, 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.06.0021>.
- Amaral, C.M.C., Pelicano, E.R.L., Yañez, E.A., Souza, H.B.A., Machado, M.R.F., Sugohara, A., Resende, K.T., 2007. *Ciência Rural.*, 37, 550-556.
- Amin, A.B., Mao, S., 2021. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Anim. Nutr.* 7, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.005>.
- Arowolo, M.A., He, J., 2018. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. *Anim. Nutr.* 4, 241-249. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.010>.
- Bayat, A.R., Kairenius, P., Stefański, T., Leskinen, H., Comtet-Marre, S., Forano, E., Chaucheyras-Durand, F., Shingfield, K.J., 2015. Effect of camelina oil or live yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal methane production, rumen fermentation, and milk fatty acid composition in lactating cows fed grass silage diets. *J. Dairy Sci.* 98, 3166–3181. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7976>.
- Bitencourt, L.L., Silva, J.R.M., Oliveira, B.M.L., Júnior, G.S.D., Lopes, F., Siécola Júnior, S., Zacaroni, O.F., Pereira, M.N., 2011. Diet digestibility and performance of dairy cows supplemented with live yeast. *Sci. Agric.* 68, 301–307. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000300005>.
- Brasil., 2000. Instrução Normativa Nº 37, de 31 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite de cabra.
- Broadway, P.R., Carroll, J.A., Sanchez, N.C.B., 2015. Live yeast and cell wall supplements enhance immune function and performance in food-producing livestock: a review. *Microorganisms.* 3, 417-427. <https://doi.org/10.3390/microorganisms3030417>.
- Bruno, R.G.S., Rutigliano, H.M., Cerri, R.L., Robinson, P.H., Santos, J.E.P., 2009. Effect of feeding *Saccharomyces cerevisiae* on performance of dairy cows during summer heat stress. *Anim. Feed Sci. Technol.* 150, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.09.001>.

- Carneiro, W.P., Júnior, A.C.L., Filho, E.C.P., Azevedo, P.S., Moura, J.F.P., Silva, J.V., Souza, H.C., Oliveira, F.G., 2012. Rev. Cient. Prod. Anim. 14, 98-101. <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v14n1p98-101>
- Cartaxo, F.Q., Leite, M.L.D.M.V., Sousa, W.H., Viana, J.A., Rocha, L.P., 2013. Desempenho bioeconômico de cabritos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 14, 224-232. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000100021>.
- Chaucheyras-Durand, F., Walker, N.D., Bach, A., 2008. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. Anim. Feed Sci. Technol. 145, 5-26. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.019>.
- Chauhan, S.S., Celi, P., Ponnampalam, E.N., Leury, B.J., Liu, F., Dunshea, F.R., 2014. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium. Anim. Product. Sci. 54, 1525-1536. <https://doi.org/10.1071/AN14334>.
- Chung, Y.H., Walker, N.D., McGinn, S.M., Beauchemin, K.A., 2011. Differing effects of 2 active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) strains on ruminal acidosis and methane production in nonlactating dairy cows. J. Dairy Sci. 94, 2431-2439. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3277>.
- Cömert, M., Şayan, Y., Özelçam, H., Baykal, G.Y., 2015. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and anhydrous ammonia treatment of wheat straw on in-situ degradability and, rumen fermentation and growth performance of yearling lambs. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 28, 639-646. <https://dx.doi.org/10.5713%2Fajas.14.0757>.
- Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C., Sauvart, D., 2009. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. J. Dairy Sci. 92, 1620-1632. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1414>.
- Eisler, M.C., Lee, M.R., Tarlton, J.F., Martin, G.B., Beddington, J., Dungait, J.A., Greathead, H., Liu, J., Mathew, S., Miller, H., Misselbrook, T., Murray, P., Vinod, V.K., Saun R.V., Winter, M., 2014. Agriculture: steps to sustainable livestock. Nature News, 507, 32-34. <https://doi.org/10.1038/507032a>.
- Elghandour, M.M., Salem, A.Z., Castañeda, J.S.M., Camacho, L.M., Kholif, A.E., Chagoyán, J.C.V., 2015. Direct-fed microbes: A tool for improving the utilization of low quality roughages in ruminants. J. Integrat. Agricul. 14, 526-533. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60834-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60834-0).
- Faccenda, A., 2018. Utilização de *Saccharomyces cerevisiae* e do bagaço de malte seco na alimentação de bovinos leiteiros. Tese doutorado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná. 99p.
- Faccenda, A., Zambom, M.A., Avila, A.S., Schneider, C.R., Werle, C.H., Anschau, F.A., Almeida, A.R.E., Lange, M.J., Santos, G.T., 2020. Performance and milk composition of Holstein cows fed with dried malt bagasse and selenium-enriched *Saccharomyces cerevisiae*. Livest. Sci. 238, 104081. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104081>.
- Fao, 2016. Probiotics in Animal Nutrition: Production, impact and regulation. FAO, Rome.
- Faostat., 2018. Live Animals. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>
- Furtado, A.C., Dorigan, C.J., 2021. Bem-estar animal e enriquecimento ambiental na criação de cabras leiteiras. Rev. Int. de Saúde Educ. 2, 119-144.
- 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>.

- Ghazanfar, S., Qubtia, M., Hassan, F., Afzal, M., Ahmed, I., 2018. Effect of indigenously isolated *Saccharomyces cerevisiae* probiotics on milk production, nutrient digestibility, blood chemistry and fecal microbiota in lactating dairy cows. *J. Anim. Plant Sci.* 28, 407-420.
- 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>.
- Hernández, J., Benedito, J.L., Abuelo, A., Castillo, C., 2014. Ruminal acidosis in feedlot: from aetiology to prevention. *Scientific World J.* 2014, e702572. <https://doi.org/10.1155/2014/702572>.
- Hristov, A.N., Varga, G., Cassidy, T., Long, M., Heyler, K., Karnati, S.K.R., Corl, B., Hovde, C.J., Yoon, I., 2010. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93, 682–692. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2379>.
- IBGE. 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <<https://gestagro360.com.br/2019/09/20/ibge-divulga-pesquisa-da-pecuaria-municipal-2018/>>.
- Jenness, R., 1980. Composition and characteristics of goat milk: Review. 1968-1979. *J. Dairy Sci.* 63, 1605-30. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83125-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83125-0).
- Jiang, Y., Ogunade, I.M., Qi, S., Hackmann, T.J., Staples, C.R., Adesogan, A.T., 2017. Effects of the dose and viability of *Saccharomyces cerevisiae*. 1. Diversity of ruminal microbes as analyzed by Illumina MiSeq sequencing and quantitative PCR. *J. Dairy Sci.* 100, 325-342. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11263>.
- Jimenez-Granado, R.J., Rodríguez, M.S., Arce, C., Rodriguez-Estevez, V., 2014. Factors affecting somatic cell count in dairy goats: a review. *Span. J. Agric. Res.* 12, 133-150. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2014121-3803>.
- Kafilzadeh, F., Payandeh, S., Gómez-Cortés, P., Ghadimi, D., Schiavone, A., Marín, A.L.M., 2019. Effects of probiotic supplementation on milk production, blood metabolite profile and enzyme activities of ewes during lactation. *Ital. J. Anim. Sci.* 18, 134-139. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1496040>.
- Keyser, S.A., McMeniman, J.P., Smith, D.R., MacDonald, J.C., Galyean, M.L., 2007. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* subspecies *boulardii* CNCM I-1079 on feed intake by healthy beef cattle treated with florfenicol and on health and performance of newly received beef heifers. *J. Anim. Sci.* 85, 1264–1273. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-751>.
- Khan, R.U., Shabana, N., Kuldeep, D., Karthik, K., Ruchi, T., Abdelrahman, M.M., Ibrahim, A., Arshad, Z., 2016. Direct-Fed Microbial: beneficial applications, modes of action and prospects as a safe tool for enhancing ruminant production and safeguarding health. *Int. J. Pharmacol.* 12, 220-231. <https://dx.doi.org/10.3923/ijp.2016.220.231>.
- Lauzurica, S., Fuente, J., Díaz, M.T., Álvarez, I., Pérez, C., Cañeque, V., 2005. Effect of dietary supplementation of vitamin E on characteristics of lamb meat packed under modified atmosphere. *Meat Sci.* 70: 639-646. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.02.013>.
- Leicester, H.C.W., Robinson, P.H., Erasmus, L.J., 2016. Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 215, 58–72. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.003>.
- Malekkhahi, M., Tahmasbi, A.M., Naserian, A.A., Danesh-Mesgaran, M., Kleen, J.L., AlZahal, O., Ghaffari, M.H., 2016. Effects of supplementation of active dried yeast and

- malate during sub-acute ruminal acidosis on rumen fermentation, microbial population, selected blood metabolites, and milk production in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 213, 29-43. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.12.018>.
- Marden, J.P., Julien, C., Monteils, V., Auclair, E., Moncoulon, R., Bayourthe, C., 2008. How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH in high-yielding dairy cows?. *J. Dairy Sci.* 91, 3528-3535. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0889>.
- 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>
- 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).
- Moeini, M.M., Karami, H., Mikaeili, E., 2009. Effect of selenium and vitamin E supplementation during the late pregnancy on reproductive indices and milk production in heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 114, 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.09.012>.
- Monte, A.L.S., Selaive-Villarroel, A.B., Pérez, J.R.O., Zapata, J.F.F., Beserra, F.J., 2007. Commercial cut and tissue yields in carcasses from crossbred kid goats. *R. Bras. Zootec.* 36, 2127-2133. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000900024>.
- Mousa, K.M., El-Malky, O.M., Komonna, O.F., Rashwan, S.E., 2012. Effect of live dried yeast supplementation on digestion coefficients, some rumen fermentation, blood constituents and some reproductive and productive parameters in Rahmani sheep. *Am. J. Sci.* 8, 291-303.
- Obeidat, B.S., 2017. The effects of feeding olive cake and *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on performance, nutrient digestibility and blood metabolites of Awassi lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 231, 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.07.006>.
- Paape, M.J., Capuco, A.V., 1997. Cellular defense mechanisms in the udder and lactation of goats. *J. Anim. Sci.* 75, 556-565. <https://doi.org/10.2527/1997.752556x>.
- Perdomo, M.C., Marsola, R.S., Favoreto, M.G., Adesogan, A., Staples, C.R., Santos, J.E.P., 2020. Effects os feeding live yeast at 2 dosagens on performance and feeding behavior of dairy cows under heat stress. *J. Dairy Sci.* 103, 325-339. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17303>.
- Pessoa, R.M.S., Gois, G.C., Silva, A.A.F., Ferreira, J.M.S., Matias, A.G.S., Campos, F.S., Lima, C.A.B., Rodrigues, R.M.A., Santos, L.F.D., 2018. A percepção do consumidor de carne ovina e caprina no município de Olho d'Água – PB. *Pubvet*, 12, 1-6. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n5a96.1-7>.
- Pinloche, E., McEwan, N., Marden, J.P., Bayourthe, C., Auclair, E., Newbold, C.J., 2013. The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. *PloS one*, 8, e67824. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067824>.
- 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>.
- Possamai, A.P.S., Alcalde, C.R., Grande, P.A., Mora, N.H.A.P., Macedo, F.A.F., 2015. Saanen carcass quantitative and *Longissimus dorsi* qualitative characteristics of feeding with protected fat. *Rev. Caatinga*. 28, 179-187.

- Pulina, G., Francesconi, A.H.D., Stefanon, B., Sevi, A., Calamari, L., Lacetera, N., Dell'Orto, V., Pilla, F., Marsan, P.A., Mele, M., Rossi, F., Bertoni, G., Crovetto, G.M., Ronchi, B., 2017. Sustainable ruminant production to help feed the planet. *Ital. J. Anim. Sci.* 16, 140-171. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1260500>.
- Raabis, S., Li, W., Cersosimo, L., 2019. Effects and immune responses of probiotic treatment in ruminants. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 208, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.12.006>.
- Reuben, R.C., Elghandour, M.M.M.Y., Alqaisi, O., Cone, J.W., Márquez, O., Salem, A.Z.M., 2021. Influence of microbiol probiotics on ruminant health and nutrition: sources, mode of action and implications. *J. Sci. Food Agric.* <https://doi.org/10.1002/jsfa.11643>
- Ribeiro, E.L.A., Ribeiro, H.J.S.S., 2001. Nutritional and therapeutic use of goat milk. *Semina.* 22, 229-235. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2001v22n2p229>.
- 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>.
- Rodríguez-Gaxiola, M.A., Domínguez-Vara, I.A., Barajas-Cruz, R., Contreras-Andrade, I., Morales-Almaráz, E., Bórquez-Gastelum, J. L., Sánchez-Torres, J.E., Trujillo-Gutiérrez, D., Salem, A.Z.M., Ramírez-Bribiesca, E., Anele, U.Y., 2020. Effect of enriched-chromium yeast on growth performance, carcass characteristics and fatty acid profile in finishing Rambouillet lambs. *Small Rumin. Res.* 188, 106118. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106118>.
- Salvati, G.G.S., Morais Júnior, N.N., Melo, A.C.S., Vilela, R.R., Cardoso, F.F., Aronovich, M., Pereira, R.A.N., Pereira, M.N., 2015. Response of lactating cows to live yeast supplementation during summer. *J. Dairy Sci.* 98, 4062-4073. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9215>.
- Sethy, K., Dass, R.S., Perme, B., Mishra, A., Swain, P.S., 2014. Effect of selenium yeast and vitamin E supplementation on serum minerals and vitamin profile in male goats (*Capra hircus*). *Indian J. Anim. Nutrit.* 31, 143-147.
- Shareef, M.A., Mohammed, T.R., Alrawi, H.M., 2019. Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) enhanced with selenium or zinc on the hematological characteristics in Iraqi does. *Anbar J. Vet. Sci.* 12, 75-81. <https://doi.org/10.37940/AJVS.2019.12.2.9>.
- 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. *Anim. Feed Sci. Technol.* 238, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.02.004>.
- Silva, M.G.C.M., Del Valle, T.A., 2018. *Produção de caprinos*. Lavras: Ed. UFLA, 109 p.
- Sousa, D.O., Oliveira, C.A., Velasquez, A.V., Souza, J.M., Chevaux, E., Mari, L.J., Silva, L.F.P., 2018. Live yeast supplementation improves rumen fibre degradation in cattle grazing tropical pastures throughout the year. *Anim. Feed Sci. Technol.* 236, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.12.015>.
- Souza, C.M.S.D., Medeiros, A.N.D., Costa, R.G., Pereira, E.S., Azevedo, P.S.D., Lima Júnior, V.D., Souza, A.P., 2015. Características da carcaça e componentes não integrantes da carcaça de caprinos Canindé suplementados na Caatinga. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 16, 723-735. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000300022>.
- Stella, A.V., Paratte, R., Valnegri, L., Cigalino, G., Soncini, G., Chevaux, E., Dell'Orto, V., Savoini, G., 2007. Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, milk composition, blood metabolites, and faecal flora in early lactating dairy goats. *Small Rumin. Res.* 67, 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.024>.

- Teixeira, I.A.M.A., Härter, C.J., Pereira Filho, J.M., Silva Sobrinho, A.G., Resende, K.T., 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>.
- Theurer, M.E., Fox, J.T., Aguilar, A., Nielsen, H., Simpson, J., Lawrence, T.E., 2019. Effect of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae boulardii* CNCM I-1079) feed additive on health and growth parameters of high-risk heifers in a commercial feedlot. *The Bovine Practitioner*. 53, 117-127. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol53no2p117-127>
- Titi, H.H., Dmour, R.O., Abdullah, A.Y., 2008. Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs and Shami goat kids fed yeast culture in their finishing diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 142, 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.034>.
- United Nations, 2019. World population prospects 2019: highlights. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Uyeno, Y., Shigemori, S., Shimosato, T., 2015. Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes Environ.* 30, 126-132. <https://dx.doi.org/10.1264%2Fjsme2.ME14176>.
- Vohra, A., Syal, P., Madan, A., 2016. Probiotic yeasts in livestock sector. *Anim. Feed Sci. Technol.* 219, 31-47. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.019>.
- Yamamoto, S.M., Sobrinho, A.G.S., Pinheiro, R.S.B., Leão, A.G., Castro, D.P.V., 2013. *Semina*. 34, 1925-1934. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1925>.
- Zhou, B., Wang, H., Luo, G., Niu, R., Wang, J., 2013. Effect of dietary yeast chromium and L-carnitine on lipid metabolism of sheep. *Biol. Trace Elem. Res.* 155, 221-227. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9790-9>.

III. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar os efeitos da suplementação de levedura viva (*Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, sobre o imunológico, a ingestão e o desempenho produtivo de cabras Saanen e cabritos mestiços Boer x Saanen. Ainda, avaliar o efeito sobre a curva de lactação, produção e composição do colostro e do leite de cabras Saanen.

IV. Ingestão, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cabras Saanen suplementadas com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae*

Elaborado segundo as normas da revista *Livestock Science*

RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso da levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii* e *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, sobre o consumo, digestibilidade da matéria seca e nutrientes, e parâmetros sanguíneos de cabras no pré-parto e durante a lactação. Foram utilizadas 18 cabras Saanen, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com três dietas: 1) controle sem inclusão de levedura viva (CON); 2) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* var. *bouardii* (LSB); 3) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (LSC). O período experimental foi de 30 dias antes do parto (precedido por 14 dias de adaptação às dietas) até 90 dias em lactação (DEL), separados em quatro fases: pré-parto (30 dias antes do parto até o dia do parto); 1 a 30; 31 a 60; 61 a 90 DEL. No período pré-parto, a suplementação de levedura viva na dieta de cabras Saanen não afetou o consumo de MS, MO, PB, FDN, CT, CNF e NDT. O consumo de EE foi maior nos animais tratados com LSC do que nos animais tratados com LSB. No período de 1 a 30 DEL, a adição de levedura na dieta aumentou o consumo de EE. As leveduras aumentaram o consumo de MS, MO, PB, FDN, CT, CNF e NDT, entre 61 e 90 DEL. As dietas não afetaram os coeficientes de digestibilidade da MS e nutrientes no pré-parto e durante 1 a 30 DEL. No período de 31 a 60 DEL, LSC aumentou os coeficientes de digestibilidade da MO, CT e CNF, em relação a LSB. Entre 61 e 90 DEL, a adição de leveduras nas dietas aumentou a digestibilidade da PB. A suplementação de levedura viva no pré-parto aumentou a concentração média de hemoglobina corpuscular. Entre 1 a 30 DEL, a contagem de monócitos foi maior nos animais tratados com LSB do que

nos animais do tratamento LSC. Nas demais fases avaliadas (31 a 60, e 61 a 90 DEL), as dietas não afetaram os parâmetros sanguíneos. Entre 61 a 90 DEL, a adição de leveduras aumentou a eliminação de radicais DPPH e ABTS, enquanto a concentração de ABTS foi superior para os animais tratados com LSC do que naqueles tratados com LSB. A suplementação de levedura viva na dieta de cabras Saanen aumenta o consumo da MS e dos nutrientes no pré-parto e durante a produção de leite. Ainda, melhora o *status* antioxidante sanguíneo entre 61 a 90 DEL.

Palavras-chave: antioxidantes, cabras leiteiras, probiótico, pré-parto

Intake, digestibility, and blood parameters of Saanen goats supplemented with live yeast *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of the live yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and *S. cerevisiae* enriched with zinc, selenium and vitamin E, on intake, dry matter and nutrient digestibility, and blood parameters of goats prepartum and during lactation. Eighteen lactating Saanen goats were distributed in a completely randomized design, with three diets: 1) control without inclusion of live yeast (CON); 2) control with inclusion of live yeast *S. cerevisiae* var. *boulardii* (LSB); 3) control with inclusion of live yeast *S. cerevisiae* enriched with zinc, selenium and vitamin E (LSC). The experimental period was from 30 days before calving (preceded by 14 days of adaptation to the diets) to 90 days in lactation (DEL), separated into four phases: pre-calving (30 days before calving until the day of calving); 1 to 30; 31 to 60; 61 to 90 DEL. In the prepartum period, live yeast supplementation for Saanen goats did not affect the intake of DM, OM, CP, NDF, TC, NFC and TDN. The EE intake was higher in animals treated with LSC than in animals treated with LSB. In the period 1 to 30 DEL, the yeast addition in the diet increased the EE intake. Yeasts increased the intake of DM, MO, CP, NDF, TC, NFC and TDN, between 61 and 90 DEL. Diets did not affect DM and nutrient digestibility coefficients at prepartum and during 1 to 30 DEL. In the period 31 to 60 DEL, LSC increased the digestibility coefficients of OM, TC and NFC, in relation to LSB. Between 61 and 90 DEL, the yeasts addition in the diets increased the CP digestibility. Prepartum live yeast supplementation increased mean corpuscular hemoglobin concentration. Between 1 to 30 DEL, monocyte counts were higher in LSB treated animals than in LSC treated animals. In the other phases evaluated (31 to 60, and 61 to 90 DEL), the diets did not affect the blood parameters. Between 61 and 90 DEL, the yeasts addition

increased the scavenging of DPPH and ABTS radicals, while the concentration of ABTS was higher for animals treated with LSC than in those treated with LSB. Live yeast supplementation for Saanen goats increases intake of DM and nutrients prepartum and during milk production. Also, it improves blood antioxidant status between 61 to 90 DEL.

Keywords: antioxidants, dairy goats, probiotic, prepartum

1. Introdução

Os probióticos são microrganismos vivos que quando administrados em doses adequadas atuam benéficamente no organismo do animal. São utilizados na pecuária pela capacidade de modificar a fermentação ruminal, melhorar a digestibilidade dos alimentos e, conseqüentemente, aumentar o aproveitamento dos nutrientes, influenciando a qualidade dos produtos finais (Ghazanfar et al., 2018; Sousa et al., 2018; Amin e Mao, 2021). Além disso, atuam benéficamente na microbiota intestinal, prevenindo a colonização de patógenos e melhorando o desempenho animal (Uyeno et al., 2015).

Dentre os probióticos, a levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* está entre as mais estudadas na alimentação de ruminantes (Uyeno et al., 2015; Raabis et al., 2019). Podem-se destacar os efeitos da *S. cerevisiae* sobre a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes (Alshanbari et al., 2020), o pH ruminal (Obeidat et al., 2018), e a fermentação ruminal (Zicarelli et al., 2016).

Ainda, a suplementação de levedura viva melhora a eficiência produtiva e as características fisiológicas e imunológicas em pequenos ruminantes (Aremmt et al., 2019; Shareef et al., 2019). Os parâmetros sanguíneos das cabras podem ser alterados, principalmente durante o pré e o pós-parto, cuja fase estão mais propensas ao estresse oxidativo, podendo ocasionar alterações fisiológicas e afetar o estado de saúde destes animais (Shi et al., 2018).

Diante disso, a hipótese desta pesquisa foi que a suplementação de levedura viva melhorasse o metabolismo das cabras, a digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes. Outra hipótese foi que a suplementação de probiótico associada ao enriquecido com

vitaminas e minerais pudessem melhorar o sistema imunológico das cabras durante a gestação e a lactação.

Desta forma, avaliou-se a suplementação de levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* e *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, sobre a ingestão, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, e parâmetros sanguíneos de cabras Saanen no pré-parto e durante a lactação.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia, ambos pertencentes à Universidade Estadual de Maringá.

Os procedimentos envolvendo animais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Maringá (Protocolo 2217210519).

2.1 Animais, delineamento e dietas experimentais

Foram utilizadas 18 cabras da raça Saanen, primíparas e múltiparas, com peso médio de $62,98 \pm 7,22$ kg e idade entre 1 e 5 anos, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com três dietas e seis repetições. O período experimental foi de 30 dias antes do parto (precedido por 14 dias de adaptação às dietas) até 90 dias de lactação, separados em quatro fases: pré-parto (30 dias antes do parto até o dia do parto); 1 a 30 dias de lactação; 31 a 60

dias de lactação; 61 a 90 dias de lactação. Os critérios para alocação dos animais nas dietas foram: ordem de parto, peso vivo e produção de leite da lactação anterior.

As dietas experimentais foram: 1) controle sem inclusão de levedura viva (CON); 2) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* (LSB); 3) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (LSC).

A dieta controle foi constituída por milho moído, farelo de soja, suplemento mineral-vitamínico e silagem de milho na proporção volumoso:concentrado de 50:50 (Tabelas 1 e 2). As rações foram formuladas para atender às exigências nutricionais de cabras Saanen de 60 kg de peso vivo com produção de 3,0 kg de leite por dia, de acordo com o NRC (2007).

A levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-1079 (ProTernative[®], Lallemand Animal Nutrition, Aparecida de Goiânia, GO), composta por 1×10^9 UFC/g, foi adicionada na ração na quantidade de 0,5 g/animal/dia. A levedura viva *S. cerevisiae* CNCM I-1077 enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (Levucell SC OUT-TOX, Lallemand Animal Nutrition, Aparecida de Goiânia, GO), foi adicionada na ração na quantidade de 15 g/animal/dia. Este produto é composto por: $3,34 \times 10^8$ UFC/g de *S. cerevisiae* CNCM I-1077, 5.832,00 mg de zinco/kg, 66,70 mg de selênio/kg, 2.500 UI de vitamina E/kg, 16% de parede celular de levedura por kg.

As cabras foram alojadas individualmente em baias com piso ripado de madeira, dispondo de comedouro e bebedouro, onde permaneceram confinadas, com acesso ao solário após a ordenha da manhã. A ordenha foi realizada duas vezes ao dia (7h30min e 15h00min), assim como o fornecimento da alimentação (9h30min e 16h30min). O fornecimento de água foi *ad libitum*.

O peso vivo foi obtido a cada 15 dias durante o período experimental, pesando os animais após a ordenha da manhã e antes do fornecimento da ração. A ingestão foi

determinada pela diferença entre a quantidade fornecida e as sobras diárias, e ajustada semanalmente de maneira que proporcione sobras de aproximadamente 10%. Foram amostrados os alimentos, sobras e fezes durante todo o período de coleta. Com o objetivo de avaliar o efeito das dietas sobre a gestação, as cabras foram pesadas após o parto.

2.2 *Coletas de amostras*

Para determinação da digestibilidade da matéria seca (MS) e dos nutrientes, foram realizadas coletas de fezes diretamente na ampola retal (aproximadamente 30 g) dos animais durante seis dias em cada semana de avaliação, seguindo a distribuição: 1º dia (8 h), 2º dia (10 h), 3º dia (12 h), 4º dia (14 h), 5º dia (16 h) e 6º dia (18 h), de forma a obter uma amostra composta por animal. As amostras das rações fornecidas e das sobras foram coletadas em cada período, e foram homogeneizadas retirando uma amostra composta para cada período.

No 3º dia da semana de coleta de cada período, foram amostrados 4 mL de sangue, em jejum, através de punção venosa jugular em tubo a vácuo com anticoagulante EDTA, e encaminhadas ao laboratório para determinação do hemograma completo e proteínas totais. Para avaliar a concentração de glicose sanguínea, as coletas foram realizadas 4 h após a alimentação da manhã, em tubos contendo fluoreto de sódio. O plasma foi obtido pela centrifugação do sangue a 3500 g por 15 min, armazenado em “ependorf” e congelado em freezer -20 °C para posterior análise. Para avaliar o perfil antioxidante sanguíneo, amostras foram coletadas aos 30, 60 e 90 dias de produção, em tubos de vácuo com anticoagulante EDTA, centrifugadas a 3000 g por 15 min e congeladas a -80 °C para posteriores análises dos radicais ABTS e DPPH.

2.3 Análises químicas

Para realização das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada (MA035, Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) por 72 h a 55 °C e processadas em moinho de facas (MA340, Marconi) com peneiras de porosidade de 2 mm para determinação do indicador de digestibilidade e a 1 mm para composição química.

As amostras de fezes, alimentos e sobras foram submetidas às análises de composição química, avaliando os teores de matéria seca (MS; método 950.15), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método de Kjeldahl 984.13) e extrato etéreo (EE; método 920.39) de acordo com AOAC (2000). As concentrações da fibra em detergente neutro (FDN) foram determinadas segundo Van Soest et al. (1991) com sulfito de sódio e α -amilase, utilizando determinador de fibra (TE-149, Tecnal, São Paulo, Brasil). O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado de acordo com a fórmula: $MO (g/kg) = 1000 - MM$.

Os carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com as equações descritas por Sniffen et al. (1992): $CT (g/kg) = 1000 - (PB + EE + MM)$; $NDT (g/kg) = PBd + (EEd \times 2,25) + CTd$; sendo: PBd = proteína bruta digestível, EEd = extrato etéreo digestível e CTd = carboidratos totais digestíveis. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação descrita por Van Soest et al. (1991): $CNF (g/kg) = CT - FDN$.

A excreção fecal foi estimada utilizando como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), nas amostras dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes, conforme metodologia adaptada de Cochran et al. (1986). Estas amostras foram moídas a 2 mm e acondicionadas em sacos de tecido não tecido (TNT), e posteriormente, incubados *in situ* por 144 h, em uma vaca da raça Holandês, não gestante e não lactante, previamente

adaptada com ração concentrada à base de farelo de soja, milho moído e suplemento mineral, e silagem de milho. Decorrido o período de incubação, os sacos foram retirados do rúmen, lavados e submetidos a análise de fibra em detergente neutro (Van Soest et al., 1991).

2.4 *Análises no plasma sanguíneo*

A concentração de glicose sanguínea foi determinada utilizando kits comerciais (Glicose-PP, Gold Analisa Diagnostica[®]) e a leitura realizada em espectrofotômetro (Bioplus 2000[®], São Paulo, Brasil). As atividades de eliminação dos radicais ABTS e DPPH foram avaliados no plasma após as amostras serem descongeladas. Em seguida, foram pipetados 200 µL de plasma em 200 µL de ácido tricloroacético (10%) em tubo Eppendorf, homogeneizados em vortex por 10 seg, e centrifugados a 9500 g × 10 min. O sobrenadante foi coletado e analisado para determinar a atividade de eliminação dos radicais livres.

A atividade de eliminação do radical livre DPPH foi adaptada de Brand-Williams et al. (1995). O extrato sanguíneo (100 µL) foi misturado com 1,80 mL da solução de DPPH (0,06mM/L), pipetado em microcubeta de vidro e deixado no escuro por 30 min. A absorbância foi mensurada em 515 nm utilizando espectrofotômetro (Evolution 300 – Thermo Scientific). A porcentagem de eliminação do radical DPPH foi calculada pela seguinte equação: % DPPH = [1 - (absorbância da amostra/absorbância do branco)] x 100.

A atividade de eliminação do radical ABTS dos extratos de plasma foi determinada usando o método descrito por Erel (2004) com algumas modificações. Em uma microplaca, foram pipetados 178 µL do primeiro reagente (tampão acetato de sódio 0,4 mol/L com pH 5,8), 18 µL do segundo reagente (tampão acetato de sódio 30 mol/L com pH 3,6) e, 4 µL de amostra. Após 5 min, a leitura da absorbância foi realizada com leitor de microplacas

(VersaMax ELISA, Molecular Devices, Sunnyvale, CA), utilizando comprimento de onda de 620 nm. A porcentagem de eliminação do radical foi calculada pela equação: % ABTS = [1 - (absorbância da amostra/absorbância do branco)] x 100.

2.5 Análises estatísticas

Os dados foram analisados no programa estatística SAS (Versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). Os dados foram analisados por PROC MIXED de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + a_j + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = variável dependente; μ = média geral; D_i = efeito fixo das dietas ($i = 1$ a 3); a_j = efeito aleatório do animal; e_{ijk} = residual. As diferenças entre as dietas experimentais foram estudadas por meio de contrastes ortogonais, sendo o contraste 1: controle *vs.* levedura; e o contraste 2: levedura SB *vs.* levedura SC. A significância foi definida ao nível de significância de 0,05.

3. Resultados

No período pré-parto, a suplementação de levedura viva na dieta de cabras Saanen não afetou ($P \geq 0,08$) o consumo de MS, MO, PB, FDN, CT, CNF e NDT (Tabela 4). O consumo de EE foi maior ($P = 0,03$) nos animais tratados com LSC do que nos animais tratados com LSB. No período de 1 a 30 DEL, a adição de levedura na dieta aumentou ($P = 0,01$) o consumo de EE. As dietas não afetaram ($P \geq 0,25$) o consumo de MS e nutrientes no período

de 31 a 60 DEL. No entanto, as leveduras aumentaram ($P \leq 0,02$) o consumo de MS, MO, PB, FDN, CT, CNF e NDT, entre 61 e 90 DEL.

As dietas não afetaram ($P \geq 0,10$) os coeficientes de digestibilidade da MS e nutrientes no pré-parto e durante 1 a 30 DEL (Tabela 5). No período de 31 a 60 DEL, LSC aumentou ($P = 0,01$) os coeficientes de digestibilidade da MO, CT e CNF, em relação a LSB. Entre 61 e 90 DEL, a adição de leveduras nas dietas aumentou ($P = 0,04$) a digestibilidade da PB. As dietas não afetaram ($P > 0,05$) o peso vivo das cabras durante o pré-parto e ao longo da lactação (Figura 1). No entanto, o peso dos animais mudou nas diferentes fases de produção.

A suplementação de levedura viva no pré-parto aumentou ($P = 0,04$) a concentração média de hemoglobina corpuscular (CMHC; Tabela 6). As dietas não afetaram ($P \geq 0,23$) as demais variáveis sanguíneas no pré-parto. Entre 1 a 30 DEL, a contagem de monócitos foi maior ($P = 0,02$) nos animais tratados com LSB do que nos animais do tratamento LSC. Nas demais fases avaliadas (31 a 60, e 61 a 90 DEL), as dietas não afetaram ($P \geq 0,09$) os parâmetros sanguíneos.

As dietas não afetaram ($P \geq 0,08$) a eliminação dos radicais DPPH e ABTS nas avaliações realizadas nos períodos 1 a 30 e 31 a 60 dias. Entretanto, entre 61 a 90 DEL, a adição de leveduras aumentou ($P \leq 0,03$) a eliminação de radicais DPPH e ABTS, enquanto a concentração de ABTS foi superior ($P = 0,01$) para os animais tratados com LSC do que naqueles tratados com LSB.

4. Discussão

Na fase pré-parto, a ingestão de nutrientes foi reduzida devido a limitada capacidade física de consumo de alimentos, pois é a fase em que ocorre 70% do desenvolvimento fetal,

causando compressão do rúmen (Castagnino et al., 2015). A suplementação de levedura viva aumentou a ingestão de EE nas fases pré-parto e 1 a 30 DEL, e pode estar associada ao metabolismo energético, visto que no final da gestação as cabras utilizam as reservas energéticas para as exigências nutricionais de manutenção e gestação, enquanto no pós-parto, são utilizadas para ganho de escore corporal e produção de leite (Castagnino et al., 2015). Ademais, o período de transição é considerado como a fase fisiológica mais crítica, pois a exigência de nutrientes torna-se maior devido ao desenvolvimento fetal, a lactogênese e a redução do consumo de matéria seca (Gandra et al., 2016).

A ingestão de MS e nutrientes no período de 61 a 90 DEL foi superior com as suplementações, visto que a levedura viva apresenta potencial de estimular a proliferação de bactérias fibrolíticas e de bactérias que utilizam lactato, favorecendo o consumo de nutrientes (Chaucheyras et al., 1995). Alguns estudos relataram que os probióticos não tem efeito sobre a consumo de MS e nutrientes em ruminantes (Titi et al., 2008; Bayat et al., 2015).

A suplementação de levedura viva favorece a atividade das bactérias fibrolíticas e atuam na digestibilidade da fibra (Reuben et al., 2021). Entretanto, a digestibilidade da FDN não foi influenciada pela suplementação.

As contagens de hemácias, hemoglobina, hematócrito e volume corpuscular médio não diferiram entre as dietas e apresentaram valores dentro da faixa normal de acordo com Feldman et al. (2000). Logo, pode-se dizer que as cabras não apresentaram anemia e que o transporte de oxigênio para os tecidos foi eficiente (Polizopoulou, 2010).

Na fase pré-parto, a CMHC foi maior com a suplementação de LSC, devido que este índice é calculado utilizando as concentrações de hemoglobina e hematócrito (Jones e Allison, 2007), cujos valores foram inferiores às demais dietas nesta fase fisiológica das cabras.

Apesar dos monócitos apresentarem concentrações superiores para a suplementação de LSB no período de 1 a 30 DEL, não ultrapassaram os valores de referência (0 a 550 μL) para caprinos (Feldman et al., 2000). Este índice atua na resposta imune, em que a concentração superior ao estabelecido pode ocasionar em inflamação crônica, necrose dos tecidos, hemólise ou resposta ao estresse (Jones e Allison, 2007).

As contagens de plaquetas, apesar de não diferenciarem entre as dietas, foram superiores aos valores de referência (300.000 a 600.000 células/ μL) para caprinos (Feldman et al., 2000) no pré-parto com a, e nas demais fases para a dieta CON. No entanto, a preocupação em relação as plaquetas é quando estas estão abaixo de 100.000 células/ μL , pois podem ser sinais de hemorragia (Jones e Allison, 2007). Os demais metabólitos do sangue investigados estavam de acordo com Feldman et al. (2000).

A utilização de leveduras vivas não alterou a capacidade antioxidante plasmática nos períodos 1 a 30, e 31 a 60 DEL. Da mesma forma, Mandour et al. (2020) avaliaram o uso da levedura enriquecida com selênio na dieta em caprinos não verificaram diferença. Entretanto, no período de 61 a 90 DEL, a suplementação de levedura viva aumentou a concentração de ABTS e DPPH no plasma sanguíneo, atuando de forma benéfica no *status* antioxidante do sangue dos animais (Shi et al., 2017; Wang et al., 2019; Mousaie, 2021).

5. Conclusão

A suplementação de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* e *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, na dieta de cabras Saanen, aumenta o consumo da matéria seca e dos nutrientes no pré-parto e durante a produção de leite. Ainda, melhora o *status* antioxidante sanguíneo entre 61 a 90 dias de lactação.

Referências

- Alshanbari, A.A., Al-Suwaiegh, S.B., Al-Yousef, Y.M., Al-Shaheen, T.A., 2020. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on productive performance of Ardi Goat. *Asian J. Anim. Sci.* 14, 69-74. <https://doi.org/10.3923/ajas.2020.69.74>.
- Amin, A.B., Mao, S., 2021. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Anim. Nutr.* 7, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.005>.
- AOAC 2000. Official methods of analysis. 17th ed. AOAC Int., Arlington, VA.
- Aremmt, M.K., Mohammed, T.R., Alrawi, S.T.J., 2019. Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supported by selenium and zinc on lipid profile of local sheep males. *Anbar J. Vet. Sci.* 12, 89-96. <https://doi.org/10.37940/AJVS.2019.12.1.10>.
- Bayat, A.R., Kairenius, P., Stefański, T., Leskinen, H., Comtet-Marre, S., Forano, E., Chaucheyras-Durand, F., Shingfield, K.J., 2015. Effect of camelina oil or live yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal methane production, rumen fermentation, and milk fatty acid composition in lactating cows fed grass silage diets. *J. Dairy Sci.* 98, 3166-3181. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7976>.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.L.W.T., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* 28, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- Castagnino, D.D.S., Härter, C.J., Rivera, A.R., Lima, L.D.D., Silva, H.G.D.O., Biagioli, B., Teixeira, I. A.M.D.A., 2015. Changes in maternal body composition and metabolism of dairy goats during pregnancy. *Rev. Bras. Zootec.* 44, 92-102. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000300003>.

- Chaucheyras, F., Fonty, G., Bertin, G., Gouet, P., 1995. Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth, and cellulolytic activity of the rumen anaerobic fungus, *Neocallimastix frontalis*. *Curr. Microb.*, 31, 201-205. <https://doi.org/10.1007/BF00298373>.
- Cochran, R.C., Adams, D.C., Wallace, J.D., Galyean, M.L., 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.* 63, 1476-1483. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351476x>.
- Erel O., 2004. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin. Biochem.* 37, 277-285. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2003.11.015>.
- Feldman, B.F., Zinkl, J.G., Jain, N.C., 2000. Schalm's veterinary hematology. Philadelphia. 1344p.
- Gandra, J.R., Mingoti, R.D., Barletta, R.V., Takiya, C.S., Verdurico, L.C., Freitas, J.E., Paiva, P.G., Jesus, E.F., Calomeni, G.D., Rennó, F.P., 2016. Effects of flaxseed, raw soybeans and calcium salts of fatty acids on apparent total tract digestibility, energy balance and milk fatty acid profile of transition cows. *Animal.* 10, 1303-1310. <https://doi.org/10.1017/s1751731116000264>.
- Ghazanfar, S., Qubtia, M., Hassan, F., Afzal, M., Ahmed, I., 2018. Effect of indigenously isolated *Saccharomyces cerevisiae* probiotics on milk production, nutrient digestibility, blood chemistry and fecal microbiota in lactating dairy cows. *J. Anim. Plant. Sci.* 28, 407-420.
- Jones, M.L., Allison, R.W., 2007. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. *Vet. Clin. Food Anim.* 23, 377-402. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.07.002>.

- Mandour, A.S., Samir, H., El-Beltagy, M.A., Abdel-Daim, M.M., Izumi, W., Ma, D., Matsuura, K., Watanabe, G., 2020. Effect of supra-nutritional selenium-enriched probiotics on hematobiochemical, hormonal, and Doppler hemodynamic changes in male goats. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27, 19447-19460. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08294-2>.
- Mousaie, A., 2021. Dietary supranutritional supplementation of selenium-enriched yeast improves feed efficiency and blood antioxidant status of growing lambs reared under warm environmental condition. *Trop. Anim. Health Prod.* 53, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02588-4>.
- National Research Council – NRC., 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. National Academy Press, Washington, DC.
- Obeidat, B.S., Mahmoud, K.Z., Obeidat, M.D., Ata, M., Kridli, R.T., Haddad, S.G., Titi, H.H., Jawasreh, K.I., Altamimi, H.J., Subih, H.S., Hatamleh, S.M., Affan, R. A., 2018. The effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on intake, nutrient digestibility, and rumen fluid pH in Awassi female lambs. *Vet. World.* 11, 1015-1020. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.1015-1020>.
- Polizopoulou, Z.S., 2010. Haematological tests in sheep health management. *Small Rumin. Res.*, 92, 88-91. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.015>.
- Raabis, S., Li, W., Cersosimo, L., 2019. Effects and immune responses of probiotic treatment in ruminants. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 208, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.12.006>.
- Reuben, R.C., Elghandour, M.M.M., Alqaisi, O., Cone, J.W., Molina, O.M., Salem, A.Z., 2021. Influence of microbial probiotics on ruminant health and nutrition: sources, mode

- of action and implications. *J. Sci. Food Agri.* Online ahead of print. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11643>.
- Shareef, M.A., Mohammed, T.R., Alrawi, H.M., 2019. Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) enhanced with selenium or zinc on the hematological characteristics in Iraqi does. *Anbar J. Vet. Sci.* 12, 75-81. <https://doi.org/10.37940/AJVS.2019.12.2.9>.
- Shi, L., Ren, Y., Zhang, C., Yue, W., Lei, F., 2017. Effects of maternal dietary selenium (Se-enriched yeast) on growth performance, antioxidant status and haemato-biochemical parameters of their male kids in Taihang Black goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 231, 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.07.002>.
- 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. *Anim. Feed Sci. Technol.* 238, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.02.004>.
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>.
- Sousa, D.O., Oliveira, C.A., Velasquez, A.V., Souza, J.M., Chevaux, E., Mari, L.J., Silva, L.F.P., 2018. Live yeast supplementation improves rumen fibre degradation in cattle grazing tropical pastures throughout the year. *Anim. Feed Sci. Technol.* 236, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.12.015>.
- Titi, H.H., Dmour, R.O., Abdullah, A.Y., 2008. Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs and Shami goat kids fed yeast culture in their finishing diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 142, 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.034>.

- Uyeno, Y., Shigemori, S., Shimosato, T., 2015. Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes Environ.* 30, 126-132. <https://dx.doi.org/10.1264%2Fjsme2.ME14176>.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Wang, Z., Tan, Y., Cui, X., Chang, S., Xiao, X., Yan, T., Wang, H., Hou, F., 2019. Effect of different levels of selenium yeast on the antioxidant status, nutrient digestibility, selenium balances and nitrogen metabolism of Tibetan sheep in the Qinghai-Tibetan Plateau. *Small Rumin. Res.* 180, 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.10.001>.
- Zicarelli, F., Addi, L., Tudisco, R., Calabrò, S., Lombardi, P., Cutrignelli, M.I., Moniello, G., Grossi, M. Tozzi, B., Musco., Infascelli, F. 2016. The influence of diet supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* or *Saccharomyces cerevisiae* plus *Aspergillus oryzae* on milk yield of Cilentana grazing dairy goats. *Small Rumin. Res.* 135, 90-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.018>.

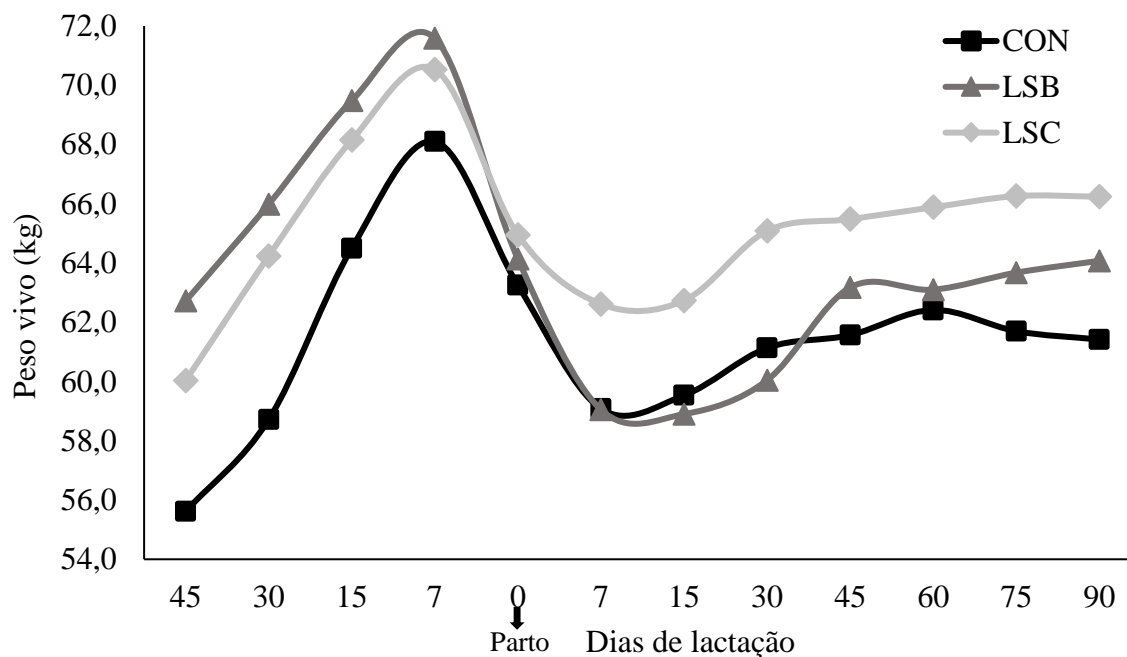


Figura 1. Peso vivo (kg) de cabras Saanen ao longo do ciclo produtivo suplementadas ou não com levedura viva. CON: sem inclusão de levedura viva; LSB: dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; LSC: dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E.

Tabela 1. Composição química dos alimentos (g/kg) de dietas contendo ou não leveduras vivas para cabras Saanen

Nutrientes	Alimentos		
	Silagem de milho	Milho moído	Farelo de soja
Período pré-parto			
Matéria seca	260,1	918,7	906,6
Matéria orgânica	963,9	987,9	934,3
Proteína bruta	73,7	86,5	523,3
Extrato etéreo	24,4	31,9	29,2
Fibra em detergente neutro	541,1	136,2	178
Fibra em detergente neutro indigestível	203,7	24,7	25,8
Carboidratos totais	865,8	848,1	388,4
Carboidratos não fibrosos	324,7	701,9	243,4
Período de lactação			
Matéria seca	288,7	936,6	951,2
Matéria orgânica	963,3	981,2	934,2
Proteína bruta	71,4	99,0	496,2
Extrato etéreo	20,8	31,6	24,0
Fibra em detergente neutro	564,4	193,6	175,8
Fibra em detergente neutro indigestível	203,7	24,7	25,8
Carboidratos totais	871,1	818,9	418,3
Carboidratos não fibrosos	306,7	625,3	242,5

Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica de dietas (g/kg) contendo ou não levedura viva em cabras Saanen no período pré-parto

Alimentos	Dietas		
	CON ¹	LSB ²	LSC ³
Silagem de milho	500,0	500,0	500,0
Milho moído	241,6	241,6	241,6
Farelo de soja	211,9	211,9	211,9
Suplemento mineral-vitamínico ⁴	25,4	25,4	25,4
Gordura protegida	21,2	21,2	21,2
Matéria seca	600,4	600,2	600,7
Matéria orgânica	920,9	927,3	919,1
Proteína bruta	164,8	151,4	171,3
Extrato etéreo	24,2	26,6	29,5
Fibra em detergente neutro	349,2	338,6	342,7
Fibra em detergente neutro indigestível	120,5	120,6	121,6
Carboidratos totais	731,8	749,3	718,2
Carboidratos não fibrosos	382,6	410,7	375,6

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Composição do suplemento mineral-vitamínico: cálcio 190/220 g/kg, fósforo 60 g/kg, enxofre 20 g/kg, magnésio 20 g/kg, potássio 35 g/kg, sódio 70 g/kg, cobalto 15 mg/kg, cobre 700 mg/kg, cromo 10 mg/kg, ferro 700 mg/kg, iodo 40 mg/kg, manganês 1.600 mg/kg, selênio 19 mg/kg, zinco 2.500 mg/kg, vitamina A 400.000 U.I./kg, vitamina D3 100.000 U.I./kg, vitamina E 2.400 U.I./kg, flúor 600 mg/kg.

Tabela 3. Composição percentual e químico-bromatológica de dietas (g/kg) contendo ou não leveduras vivas em cabras Saanen no período de lactação

Item	Dietas		
	CON ¹	LSB ²	LSC ³
Silagem de milho	500,0	500,0	500,0
Milho moído	252,0	252,0	252,0
Farelo de soja	221,5	221,5	221,5
Suplemento mineral-vitamínico ⁴	26,5	26,5	26,50
Matéria seca	612,2	609,4	618,3
Matéria orgânica	929,1	926,5	925,8
Proteína bruta	171,5	173,6	171,6
Extrato etéreo	19,7	20,7	19,3
Fibra em detergente neutro	304,5	297,3	312,9
Fibra em detergente neutro indigestível	121,3	120,0	121,9
Carboidratos totais	734,9	732,2	734,9
Carboidratos não fibrosos	530,9	528,8	523,3

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Composição do suplemento mineral-vitamínico: cálcio 190 g/kg, fósforo 60 g/kg, enxofre 20 g/kg, magnésio 20 g/kg, potássio 35 g/kg, sódio 70 g/kg, cobalto 15 mg/kg, cobre 700 mg/kg, cromo 10 mg/kg, ferro 700 mg/kg, iodo 40 mg/kg, manganês 1.600 mg/kg, selênio 19 mg/kg, zinco 2.500 mg/kg, vitamina A 400.000 U.I./kg, vitamina D3 100.000 U.I./kg, vitamina E 2.400 U.I./kg, flúor 600 mg/kg.

Tabela 4. Ingestão da matéria seca e dos nutrientes de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Parâmetros	Dietas			Probabilidades ⁴	
	CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contraste 1	Contraste 2
Ingestão (kg/d)					
Pré-parto					
Peso vivo (kg)	58,7 ± 2,82	66,0 ± 2,82	64,2 ± 2,82	0,08	0,67
IMS (%PV) ⁵	2,18 ± 0,19	1,98 ± 0,19	2,18 ± 0,19	0,67	0,45
Matéria seca	1,28 ± 0,12	1,29 ± 0,12	1,39 ± 0,12	0,69	0,58
Matéria orgânica	1,17 ± 0,11	1,19 ± 0,11	1,27 ± 0,11	0,64	0,64
Proteína bruta	0,24 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,27 ± 0,02	0,99	0,08
Extrato etéreo	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,10	0,03
Fibra em detergente neutro	0,38 ± 0,05	0,39 ± 0,05	0,43 ± 0,05	0,61	0,53
Carboidratos totais ⁶	0,90 ± 0,09	0,94 ± 0,09	0,96 ± 0,09	0,63	0,91
Carboidratos não fibrosos ⁷	0,52 ± 0,05	0,56 ± 0,05	0,53 ± 0,05	0,67	0,68
Nutrientes digestíveis totais	0,98 ± 0,09	1,00 ± 0,09	1,10 ± 0,09	0,53	0,49
1 a 30 dias de lactação					
Peso vivo (kg)	61,1 ± 2,29	60,0 ± 2,51	65,1 ± 2,29	0,62	0,16
IMS (%PV) ⁵	3,03 ± 0,11	3,09 ± 0,12	3,06 ± 0,11	0,75	0,84
Matéria seca	1,85 ± 0,10	1,86 ± 0,11	1,99 ± 0,10	0,52	0,36
Matéria orgânica	1,71 ± 0,09	1,72 ± 0,10	1,83 ± 0,09	0,55	0,44
Proteína bruta	0,34 ± 0,02	0,36 ± 0,02	0,36 ± 0,02	0,48	0,98
Extrato etéreo	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,01	0,10
Fibra em detergente neutro	0,63 ± 0,04	0,66 ± 0,05	0,75 ± 0,04	0,15	0,14
Carboidratos totais ⁶	1,34 ± 0,07	1,27 ± 0,08	1,44 ± 0,07	0,84	0,14
Carboidratos não fibrosos ⁷	0,71 ± 0,04	0,67 ± 0,04	0,68 ± 0,04	0,50	0,74
Nutrientes digestíveis totais	1,34 ± 0,07	1,35 ± 0,08	1,46 ± 0,07	0,49	0,33
31 a 60 dias de lactação					
Peso vivo (kg)	62,4 ± 2,29	63,1 ± 2,80	65,9 ± 2,51	0,50	0,47
IMS (%PV) ⁵	3,54 ± 0,09	3,59 ± 0,11	3,43 ± 0,10	0,81	0,29
Matéria seca	2,20 ± 0,06	2,26 ± 0,07	2,25 ± 0,06	0,45	0,92

Matéria orgânica	2,04 ± 0,05	2,08 ± 0,06	2,11 ± 0,06	0,46	0,79
Proteína bruta	0,40 ± 0,01	0,42 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,56	0,19
Extrato etéreo	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,28	0,97
Fibra em detergente neutro	0,71 ± 0,02	0,67 ± 0,03	0,71 ± 0,03	0,52	0,32
Carboidratos totais ⁶	1,60 ± 0,05	1,62 ± 0,06	1,66 ± 0,05	0,49	0,63
Carboidratos não fibrosos ⁷	1,14 ± 0,03	1,19 ± 0,04	1,17 ± 0,03	0,25	0,74
Nutrientes digestíveis totais	1,64 ± 0,05	1,65 ± 0,06	1,70 ± 0,05	0,57	0,58

61 a 90 dias de lactação

Peso vivo (kg)	61,4 ± 2,41	64,1 ± 2,95	66,2 ± 2,64	0,25	0,59
IMS (%PV) ⁵	3,02 ± 0,07	3,26 ± 0,09	3,13 ± 0,08	0,08	0,27
Matéria seca	1,85 ± 0,05	2,09 ± 0,06	2,06 ± 0,05	0,10	0,75
Matéria orgânica	1,70 ± 0,05	1,92 ± 0,06	1,89 ± 0,05	0,01	0,74
Proteína bruta	0,34 ± 0,01	0,38 ± 0,12	0,38 ± 0,01	0,01	0,84
Extrato etéreo	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,77	0,67
Fibra em detergente neutro	0,52 ± 0,02	0,62 ± 0,03	0,61 ± 0,02	0,01	0,89
Carboidratos totais ⁶	1,30 ± 0,04	1,48 ± 0,05	1,46 ± 0,04	0,10	0,66
Carboidratos não fibrosos ⁷	0,87 ± 0,02	0,98 ± 0,03	0,91 ± 0,03	0,02	0,08
Nutrientes digestíveis totais	1,39 ± 0,04	1,56 ± 0,04	1,52 ± 0,04	0,01	0,53

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC; ⁶Ingestão de matéria seca (% do peso vivo); ⁶Estimado de acordo com Sniffen et al. (1992). ⁷Estimado de acordo com Van Soest et al. (1991).

Tabela 5. Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Digestibilidade (g/kg)	Dietas			Probabilidades ⁴	
	CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contraste 1	Contraste 2
Pré-parto					
Matéria seca	70,37 ± 1,03	71,37 ± 1,03	72,07 ± 1,03	0,30	0,64
Matéria orgânica	71,18 ± 0,94	72,56 ± 0,94	73,26 ± 0,94	0,15	0,61
Proteína bruta	75,09 ± 0,90	74,64 ± 0,90	75,81 ± 0,90	0,90	0,37
Extrato etéreo	81,78 ± 1,12	80,55 ± 1,12	81,29 ± 1,12	0,54	0,65
Fibra em detergente neutro	51,87 ± 3,20	50,70 ± 3,20	49,99 ± 3,20	0,70	0,88
Carboidratos totais	71,55 ± 1,12	72,41 ± 1,12	70,71 ± 1,12	0,99	0,30
Carboidratos não fibrosos	88,78 ± 0,69	88,60 ± 0,69	88,22 ± 0,69	0,66	0,70
Nutrientes digestíveis totais	77,10 ± 1,05	77,82 ± 1,05	78,67 ± 1,00	0,39	0,58
1 a 30 dias de lactação					
Matéria seca	69,70 ± 0,65	69,40 ± 0,71	69,87 ± 0,65	0,93	0,64
Matéria orgânica	71,19 ± 0,62	70,83 ± 0,68	71,38 ± 0,62	0,92	0,57
Proteína bruta	73,15 ± 0,64	72,89 ± 0,70	73,80 ± 0,64	0,81	0,35
Extrato etéreo	77,97 ± 1,01	77,27 ± 1,11	77,88 ± 1,01	0,77	0,69
Fibra em detergente neutro	53,78 ± 1,81	53,86 ± 1,98	56,06 ± 1,81	0,61	0,43
Carboidratos totais	70,56 ± 0,64	68,89 ± 0,70	70,59 ± 0,64	0,32	0,10
Carboidratos não fibrosos	86,01 ± 0,77	85,10 ± 0,84	87,05 ± 0,77	0,95	0,11
Nutrientes digestíveis totais	72,38 ± 0,79	72,44 ± 0,87	72,96 ± 0,79	0,75	0,66
31 a 60 dias de lactação					
Matéria seca	71,59 ± 0,34	70,81 ± 0,42	71,54 ± 0,38	0,36	0,22
Matéria orgânica	72,81 ± 0,36	72,04 ± 0,44	73,90 ± 0,39	0,74	0,01
Proteína bruta	73,11 ± 0,44	74,17 ± 0,54	73,06 ± 0,49	0,40	0,16
Extrato etéreo	76,07 ± 1,92	77,46 ± 2,35	75,79 ± 2,10	0,83	0,61
Fibra em detergente neutro	54,45 ± 1,40	53,74 ± 1,71	51,75 ± 1,53	0,37	0,41
Carboidratos totais	71,68 ± 0,40	70,87 ± 0,57	73,56 ± 0,51	0,40	0,01
Carboidratos não fibrosos	89,32 ± 0,77	86,81 ± 0,94	91,76 ± 0,85	0,98	0,01
Nutrientes digestíveis totais	74,55 ± 0,65	73,14 ± 0,79	74,69 ± 0,71	0,46	0,17

61 a 90 dias de lactação					
Matéria seca	72,19 ± 0,55	73,15 ± 0,67	71,64 ± 0,60	0,78	0,12
Matéria orgânica	74,52 ± 0,54	74,48 ± 0,66	73,71 ± 0,59	0,55	0,40
Proteína bruta	72,27 ± 0,43	73,30 ± 0,52	73,79 ± 0,47	0,04	0,50
Extrato etéreo	77,21 ± 1,24	77,05 ± 1,52	76,71 ± 1,36	0,84	0,87
Fibra em detergente neutro	51,51 ± 1,54	55,58 ± 1,89	52,88 ± 1,69	0,20	0,31
Carboidratos totais	74,53 ± 0,70	74,36 ± 0,85	73,28 ± 0,76	0,45	0,37
Carboidratos não fibrosos	90,89 ± 0,83	89,24 ± 1,01	88,96 ± 0,91	0,12	0,84
Nutrientes digestíveis totais	75,52 ± 0,53	74,76 ± 0,65	73,98 ± 0,58	0,12	0,39

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC.

Tabela 6. Parâmetros sanguíneos de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Variáveis	Dietas			Probabilidades ⁴	
	CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contraste 1	Contraste 2
Pré-parto					
Hemácias	14,42 ± 0,97	14,49 ± 1,06	14,05 ± 0,97	0,90	0,76
Hemoglobina	10,35 ± 0,39	10,46 ± 0,43	9,98 ± 0,39	0,80	0,43
Hematócrito	28,83 ± 1,12	28,40 ± 1,23	26,50 ± 1,12	0,34	0,27
VCM ⁵	20,12 ± 0,69	19,68 ± 0,75	19,32 ± 0,69	0,48	0,73
CMHC ⁶	35,90 ± 0,50	36,82 ± 0,54	37,75 ± 0,50	0,04	0,23
Leucócitos	9.250 ± 1.355	9.340 ± 1.484	10.133 ± 1.355	0,77	0,70
Neutrófilos	4.716 ± 0.920	4.465 ± 1.129	6.321 ± 0.922	0,57	0,23
Linfócitos	4.351 ± 0.752	3.440 ± 0.824	3.617 ± 0.752	0,39	0,88
Monócitos	101,00 ± 33,33	50,60 ± 36,51	93,50 ± 33,33	0,50	0,40
Eosinófilos	82,67 ± 52,08	109,20 ± 57,05	102,5 ± 52,08	0,73	0,93
Plaquetas	527,17 ± 81,51	515,80 ± 89,29	649 ± 81,51	0,59	0,29
Proteína total	6,33 ± 0,20	5,96 ± 0,22	6,05 ± 0,25	0,24	0,79
Glicose	52,33 ± 2,46	53,20 ± 2,69	56,17 ± 2,46	0,46	0,43
1 a 30 dias de lactação					
Hemácias	15,82 ± 0,94	15,87 ± 1,03	15,71 ± 0,94	0,98	0,91
Hemoglobina	11,82 ± 0,40	11,00 ± 0,49	11,15 ± 0,40	0,17	0,82
Hematócrito	32,17 ± 1,24	31,20 ± 1,36	30,33 ± 1,24	0,35	0,64
VCM ⁵	20,35 ± 0,60	19,70 ± 0,66	19,63 ± 0,60	0,38	0,94
CMHC ⁶	36,75 ± 0,42	37,22 ± 0,46	36,75 ± 0,42	0,66	0,46
Leucócitos	7.216 ± 1.5683	9.755 ± 1.921	10.017 ± 1.568	0,22	0,86
Neutrófilos	3.828 ± 0.872	6.529 ± 1.068	4.136 ± 1.068	0,22	0,14
Linfócitos	3.124 ± 0.528	2.837 ± 0.579	3.019 ± 0.528	0,77	0,82
Monócitos	28,17 ± 21,41	126,20 ± 23,45	38,50 ± 21,41	0,06	0,02
Eosinófilos	236,33 ± 83,20	138,40 ± 91,15	164,00 ± 83,20	0,42	0,84
Plaquetas	617,17 ± 102,18	516,00 ± 111,94	546,40 ± 111,94	0,52	0,85
Proteína total	7,50 ± 0,19	7,12 ± 0,20	7,10 ± 0,19	0,11	0,94
Glicose	56,17 ± 1,72	56,80 ± 1,89	57,00 ± 1,72	0,74	0,94

31 a 60 dias de lactação					
Hemácias	16,00 ± 0,64	15,51 ± 0,70	15,50 ± 0,64	0,55	0,99
Hemoglobina	11,08 ± 0,29	10,70 ± 0,32	10,53 ± 0,29	0,22	0,71
Hematócrito	29,83 ± 0,78	29,60 ± 0,86	28,67 ± 0,78	0,48	0,43
VCM ⁵	18,75 ± 0,60	19,12 ± 0,66	18,63 ± 0,60	0,87	0,59
CMHC ⁶	37,15 ± 0,42	36,22 ± 0,47	36,73 ± 0,42	0,22	0,43
Leucócitos	7.267 ± 1.351	9.400 ± 1.479	9.150 ± 1.351	0,25	0,90
Neutrófilos	4.355 ± 0.967	5.667 ± 1.059	5.541 ± 0.967	0,32	0,93
Linfócitos	2.831 ± 0.584	3.513 ± 0.639	3.503 ± 0.584	0,37	0,99
Monócitos	33,17 ± 18,27	42,40 ± 20,01	16,67 ± 18,27	0,88	0,36
Eosinófilos	47,83 ± 64,05	177,20 ± 70,17	89,67 ± 64,05	0,30	0,37
Plaquetas	621,17 ± 95,36	536,60 ± 104,46	530,60 ± 104,46	0,48	0,97
Proteína total	7,23 ± 0,21	7,08 ± 0,23	7,20 ± 0,21	0,73	0,71
Glicose	50,17 ± 1,99	53,50 ± 2,18	54,25 ± 1,99	0,16	0,80
61 a 90 dias de lactação					
Hemácias	15,61 ± 0,82	15,55 ± 1,01	15,68 ± 0,90	1,00	0,92
Hemoglobina	10,70 ± 0,36	10,63 ± 0,45	10,50 ± 0,40	0,78	0,84
Hematócrito	29,00 ± 1,14	29,00 ± 1,39	28,60 ± 1,25	0,89	0,83
VCM ⁵	18,58 ± 0,53	18,68 ± 0,64	18,30 ± 0,58	0,89	0,67
CMHC ⁶	37,18 ± 0,39	36,75 ± 0,47	36,84 ± 0,42	0,45	0,89
Leucócitos	7.767 ± 1.627	11.375 ± 1.992	10.940 ± 1.782	0,13	0,87
Neutrófilos	4.122 ± 0.822	5.967 ± 1.162	5.566 ± 0.901	0,17	0,80
Linfócitos	3.426 ± 0.719	2.923 ± 0.882	5.079 ± 0.789	0,55	0,09
Monócitos	41,50 ± 33,73	43,50 ± 41,31	106,60 ± 36,95	0,46	0,28
Eosinófilos	177,17 ± 114,79	77,50 ± 140,59	187,60 ± 125,75	0,77	0,57
Plaquetas	625,33 ± 125,25	577,75 ± 153,39	578,00 ± 137,20	0,77	1,00
Proteína total	7,47 ± 0,15	7,05 ± 0,19	7,04 ± 0,17	0,05	0,97
Glicose	51,00 ± 2,25	54,00 ± 2,76	51,40 ± 2,47	0,57	0,50

Valores de referência: Eritrócitos ou Hemáceas: 8,00 a 18,00 x 10⁶ µL; Hemoglobina: 8,0 a 12,0 g/dL; Hematócrito: 22 a 38%; VCM (volume corpuscular médio): 16,0 a 25,0 fL; CMHC (concentração média de hemoglobina corpuscular): 30,0 a 36,0 g/dL; 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 ; Eosinófilos: 50 a 650 μL ; Contagem de plaquetas: 300.000 a 600.000 μL ; Proteína total: 6,00 a 7,50 g/dL; Fonte dos valores de referência de acordo com Feldman et al. (2000). ¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC; ⁵Volume corpuscular média; ⁶Concentração média de hemoglobina corpuscular.

Tabela 7. Perfil antioxidante no plasma sanguíneo de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Parâmetros	Dietas			Probabilidades ⁴	
	CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contraste 1	Contraste 2
1 a 30 dias de lactação					
ABTS ⁵	13,54 ± 1,35	15,97 ± 1,48	14,73 ± 1,35	0,30	0,55
DPPH ⁶	58,28 ± 0,64	28,15 ± 0,70	59,56 ± 0,64	0,49	0,16
31 a 60 dias de lactação					
ABTS ⁵	14,24 ± 1,01	14,27 ± 1,23	11,13 ± 1,10	0,26	0,08
DPPH ⁶	52,26 ± 1,46	47,67 ± 1,78	51,35 ± 1,59	0,17	0,15
61 a 90 dias de lactação					
ABTS ⁵	11,10 ± 0,97	11,00 ± 1,19	17,34 ± 1,06	0,03	0,01
DPPH ⁶	48,23 ± 0,70	51,70 ± 0,85	51,39 ± 0,76	0,01	0,79

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC; ⁵ radical 2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]; ⁶ radical 2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil.

V. Levedura viva na dieta de cabras Saanen sobre a produção e composição do colostro e do leite, e a resposta na curva de lactação

¹Elaborado segundo as normas da revista Small Ruminant Research

RESUMO

Objetivou-se avaliar a suplementação de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* e *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, sobre a produção e composição do colostro e do leite, e a resposta na curva de lactação de cabras Saanen. Foram utilizadas 18 cabras Saanen distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com três dietas: 1) controle sem inclusão de levedura viva (CON); 2) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* (LSB); 3) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (LSC). A produção das secreções lácteas e a composição do colostro não apresentaram diferenças entre as dietas. Entretanto, a produção de colostro foi superior para LSB na primeira ordenha. A produção de leite e a produção de leite corrigida para o teor de gordura foram maiores para LSB do que LSC aos 60, 90 e 120 dias em lactação (DEL). Houve diferença entre as suplementações de levedura viva LSB e LSC aos 60, 90 e 120 DEL para os componentes gordura, proteína e lactose em g/dia. Ademais, não houve efeito de dietas sobre a composição do leite. Aos 90 e 120 DEL, o poder redutor foi superior para LSC em relação à LSB. Não houve diferença entre as dietas controle e suplementações com leveduras para os parâmetros de produção inicial de leite, taxa de acréscimo da produção até o pico, taxa de declínio de produção após o pico de lactação, dia do pico de lactação e persistência de lactação. A produção de leite no pico de lactação e a produção total de leite foram superiores para os animais tratados com LSB em relação aos animais tratados com LSC. A suplementação de levedura viva LSB aumenta a produção de colostro, mas não difere na composição. Ainda, LSB melhora a produção e os

componentes do leite e altera os parâmetros da curva de lactação, podendo ser indicada a utilização para cabras leiteiras. A suplementação de LSC na dieta de cabras em lactação não foi vantajosa, pois não influencia a produção e a composição do leite, e não interfere na curva de lactação.

Palavras-chave: antioxidante, probiótico, *Saccharomyces cerevisiae*, secreções lácteas

Live yeast in the diet of Saanen goats on colostrum and milk production and composition, and the response in the lactation curve

ABSTRACT

The objective was to evaluate the supplementation of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and *S. cerevisiae* enriched with zinc, selenium and vitamin E, on colostrum and milk production and composition, and the response in the lactation curve of Saanen goats. Eighteen lactating Saanen goats were, distributed in a completely randomized design, with three diets: 1) control without inclusion of live yeast (CON); 2) control with inclusion of live yeast *S. cerevisiae* var. *boulardii* (LSB); 3) control with inclusion of live yeast *S. cerevisiae* enriched with zinc, selenium and vitamin E (LSC). Milk secretions yield and colostrum composition did not differ among the diets. However, colostrum production was higher for LSB in the first milking. Milk yield and fat-corrected milk production were higher for LSB than LSC at 60, 90 and 120 days in lactation (DEL). There was a difference between LSB and LSC live yeast supplements at 60, 90 and 120 DEL for fat, protein and lactose components in g/day. Furthermore, there was no effect of diets on milk composition. At 90 and 120 DEL, the reducing power was higher for LSC in relation to LSB. There was no difference between control diets and yeast supplementation for parameters of initial milk production, rate of increase in production to peak, rate of decline in production after peak lactation, day of peak lactation and lactation persistence. Peak lactation milk production and total milk production were higher for LSB treated animals compared to LSC treated animals. LSB live yeast supplementation increases colostrum production but does not differ in composition. Furthermore, LSB improves milk production and components and alters the parameters of the lactation curve, and its use may be indicated for dairy goats. LSC

supplementation for lactating goats was not advantageous, as it does not influence milk production and composition, and does not interfere with the lactation curve.

Keywords: antioxidant, probiotic, *Saccharomyces cerevisiae*, milk secretions

1. Introdução

Os probióticos são microrganismos vivos amplamente utilizados na indústria pecuária para beneficiar o imunológico e o aproveitamento dos nutrientes (Sousa et al., 2018). A suplementação de probióticos é uma alternativa que pode contribuir de forma sustentável na produção de ruminantes (Pulina et al., 2017). Dentre os probióticos mais estudados em ruminantes estão as espécies de *Bacillus*, *Enterococcus* e *Saccharomyces* (Uyeno et al., 2015; Raabis et al., 2019).

As cepas de leveduras vivas como a *Saccharomyce cerevisiae*, são microrganismos aeróbios que consomem o oxigênio presente no rúmen proveniente das partículas de alimento, tornando o ambiente ruminal favorável para a multiplicação de bactérias anaeróbias (Vohra et al., 2016). A levedura viva *S. cerevisiae* tem sido pesquisada na alimentação de ruminantes visando melhorar a fermentação ruminal e a produção de leite (Zicarelli et al., 2016).

Estudos relataram que cabras suplementadas com *S. cerevisiae* apresentaram maior produção de leite (Abd El-Ghani, 2004; Stella et al., 2007), maior teor de gordura e, portanto, maior produção de leite corrigida para o teor de gordura (Abd El-Ghani, 2004). Em contrapartida, a suplementação de *S. cerevisiae* na dieta de cabras leiteiras mantidas em pastejo não apresentou diferença na produção, e ainda, houve redução do teor de gordura no leite (Zicarelli et al., 2016). Da mesma forma, a suplementação com levedura viva não influenciou na composição do colostro e do leite de ovelhas (Macedo et al., 2012).

A *S. cerevisiae* var. *boulardii* vem sendo estudada na alimentação de ruminantes visando atuar na saúde do animal e no aumento da produtividade (Theurer et al., 2019), podendo incrementar na produção de leite. Além disso, a utilização de levedura *S. cerevisiae*

enriquecida com antioxidantes é uma alternativa para melhorar a estabilidade oxidativa e a produção de leite. O selênio, o zinco e a vitamina E são antioxidantes que atuam em sinergismo, inibindo a oxidação causada pelos radicais livres produzidos no metabolismo aeróbio (Sethy et al., 2014). São escassas as pesquisas sobre a associação da *S. cerevisiae* com zinco, selênio e vitamina E, visto que estes podem atuar na defesa antioxidante do organismo, melhorando a qualidade do leite (Moeini et al., 2009).

Desta forma, a hipótese é de que a inclusão de *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de cabras Saanen pode melhorar os índices de produção e os componentes do colostro e do leite. Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de levedura viva *S. cerevisiae* var. *bouardii* e *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, sobre a produção e a composição do colostro e do leite, e a resposta na curva de lactação de cabras Saanen.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi e as análises realizadas no Centro Mesorregional de Excelência em Tecnologia do Leite – Região Noroeste, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Os procedimentos envolvendo animais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Maringá (Protocolo 2217210519).

2.1 Animais, dietas e delineamento experimental

Foram utilizadas 18 cabras da raça Saanen, com peso médio de $67,38 \pm 6,07$ kg e idade entre 1 e 5 anos, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com três dietas e seis repetições. O período experimental foi do primeiro dia após o parto (precedido por 14 dias de adaptação às dietas) até 120 dias de lactação, separados em quatro fases (1 a 30 dias; 31 a 60 dias; 61 a 90 dias e 91 a 120 dias em lactação). Os critérios para alocação dos animais nas dietas foram: ordem de parto, peso vivo e produção de leite da lactação anterior.

As dietas experimentais foram: 1) controle sem inclusão de levedura viva (CON); 2) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* (LSB); 3) controle com inclusão de levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (LSC).

A dieta controle foi constituída por milho moído, farelo de soja, suplemento mineral-vitamínico e silagem de milho na proporção volumoso:concentrado de 50:50 (Tabelas 1 e 2). As rações foram formuladas para atender às exigências nutricionais de cabras Saanen de 60 kg de peso vivo com produção de 3,0 kg de leite por dia, de acordo com o NRC (2007).

A levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-1079 (ProTernative[®], Lallemand Animal Nutrition, Aparecida de Goiânia, GO), composta por 1×10^9 UFC/g, foi adicionada na ração na quantidade de 0,5 g/animal/dia. A levedura viva *S. cerevisiae* CNCM I-1077 enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (Levucell SC OUT-TOX, Lallemand Animal Nutrition, Aparecida de Goiânia, GO), foi adicionada na ração na quantidade de 15 g/animal/dia. Este produto é composto por: $3,34 \times 10^8$ UFC/g de *S. cerevisiae* CNCM I-1077, 5832,00 mg de zinco/kg, 66,70 mg de selênio/kg, 2500 UI de vitamina E/kg, 16% de parede celular de levedura.

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia (7h30min e 15h00min), assim como o fornecimento da alimentação (9h30min e 16h30min). O fornecimento de água foi *ad libitum*. As cabras foram alojadas individualmente em baias com piso ripado contendo comedouros e bebedouros, e permaneceram confinadas, com acesso ao solário após a ordenha da manhã. O peso vivo foi obtido a cada 15 dias durante o período experimental, pesando os animais após a ordenha matinal e antes do fornecimento da ração. O fornecimento das dietas foi ajustado semanalmente de maneira que proporcionasse aproximadamente 10% de sobras.

2.2 *Coletas de amostras*

As amostras de colostro foram coletadas da ordenha completa das cabras logo após o nascimento dos cabritos às 0, 12 e 24 horas após o parto, para serem determinados os teores de gordura, proteína, extrato seco total, densidade e acidez.

Amostras de leite foram coletadas mensalmente, de maneira proporcional durante as duas ordenhas diárias, acondicionadas em frasco plástico e analisadas em relação à composição química e contagem de células somáticas. Para análise de antioxidantes no leite, as amostras foram coletadas e armazenadas em freezer -80 °C para posterior análise.

2.3 *Análises de composição do colostro e do leite*

A produção total das secreções lácteas até as 24 horas pós-parto foi determinada pelo somatório das três primeiras ordenhas: às 0, 12 e 24 horas após o parto. As análises da composição do colostro foram determinadas de acordo com AOAC (1998). As análises para determinação dos teores de proteína foram realizadas utilizando o método Micro-Kjedhl, com

o fator 6,38 multiplicado pela porcentagem de nitrogênio. O teor de extrato seco total foi obtido pela secagem até peso constante e o teor de gordura foi determinado através de Lactobutirômetro de Gerber. A densidade foi avaliada por meio da leitura em termolactodensímetro a 15 °C e a acidez por meio de titulação e determinada em graus Dornic (°D).

A produção de leite diária foi determinada pelo somatório da ordenha da manhã e da tarde. 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).

2.4 Análises de antioxidantes no leite

O radical 2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico] (ABTS) e o poder redutor ao ferro do leite foram analisados a partir dos extratos, obtidos 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 g × 10 minutos.

O radical ABTS dos extratos foi determinado de acordo com Rufino et al. (2007), com a adição de 40 µL do extrato e 1,96 mL radical ABTS. A absorvância 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: % ABTS = 1 - (absorvância da amostra / absorvância do branco) x 100.

Para determinar o poder redutor ao ferro dos extratos, utilizou-se metodologia descrita por Zhu et al. (2002) com modificações. Primeiramente, 1 mL do extrato foi misturado com

2,5 mL de solução tampão (50 mmol/L, pH 7,0) e 2,5 mL de ferricianeto de potássio [$K_3Fe(CN)_6$] (1%). As amostras foram incubadas a 50 °C por 20 minutos. Em seguida, foram adicionados 2,5 mL de ácido tricloroacético (10%) à mistura e centrifugados a $3000 g \times 10$ minutos. O sobrenadante (2,5 mL) foi misturado com 0,25 mL de $FeCl_3$ (0,1%). A absorbância foi lida em espectrofotômetro (Evolution 300 – Thermo Scientific, EUA) a 700 nm. Os resultados foram expressos como teor de redutores equivalentes ao ácido gálico (μg EAG/mL).

A capacidade redutora de radicais livres do 2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil (DPPH) foi adaptada de Brand-Williams et al. (1995). Uma alíquota de 100 μL de leite foi transferida para tubos de ensaio contendo 1,9 mL da solução de DPPH (0,06mM/L) e homogeneizados em vórtex por 10 segundos. Após 30 minutos, a absorbância foi mensurada em 515 nm em espectrofotômetro (Evolution 300 – Thermo Scientific, EUA). O radical DPPH foi expresso em porcentagem e calculado como: % DPPH = $1 - (\text{absorbância da amostra} / \text{absorbância do branco}) \times 100$.

A produção de dienos conjugados no leite foi avaliado pela metodologia descrita por Kiokias et al. (2006), com o intuito de medir a oxidação lipídica do leite. Foram adicionados 50 μL de leite à 2,5 mL de uma solução isooctano/2-propanol (2:1, v/v) e homogeneizados em vortex durante 1 min. A mistura foi filtrada em filtro de membrana PTFE 0,22 μm , e a absorbância foi lida a 232 nm em espectrofotômetro (Evolution 300 – Thermo Scientific, EUA). Os resultados foram expressos em mmol/kg de gordura.

A análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) no leite foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Vyncke (1970). Uma amostra de 500 μL do leite foi transferida para tubos contendo 2,0 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA 1%, 562,5 μM , HCl, 15% TCA) e aquecidas em banho-maria (100 °C) durante 15 minutos,

esfriadas e centrifugadas a $3000\text{ g} \times 10$ minutos. O sobrenadante foi utilizado para realizar a leitura a 532 nm em espectrofotômetro (Evolution 300 – Thermo Scientific, EUA). Os resultados foram expressos em concentração de mmol/kg de gordura do leite.

2.5 Curva de lactação e análises estatísticas

A produção de leite foi padronizada para 3,5% de gordura/kg de leite segundo a equação do NRC (2001): $LCG\ 3,5\% = (0,4255 \times \text{kg de leite}) + [16,425 \times (\% \text{gordura}/100) \times \text{kg de leite}]$. A curva de lactação foi analisada utilizando o PROC NLIN do SAS (Versão 9,4, SAS Institute Inc., Cary, NC) de acordo com o modelo não linear de Wood (1967):

$$PL = A \times (DEL^B) \times e^{(-C \times DEL)}$$

Em que: PL = produção de leite (kg); A = produção de leite inicial (kg); DEL = dias em lactação; B = taxa de acréscimo de produção até o pico; C = taxa de declínio de produção após o pico; e = exponencial.

A partir dos parâmetros do modelo, foram estimados o dia do pico de lactação (DP), produção de leite no pico (PP) e persistência de manutenção do pico de lactação (PERS), de acordo com as equações a seguir:

$$DP = \frac{B}{C}$$

$$PP = A \times \left(\frac{B}{C}\right)^B \times e^{-B}$$

$$PERS = -(b + 1) \times \log_N -C$$

Foi avaliada a produção de leite total em 120 dias de lactação. O peso obtido após o parto e a variação do peso vivo ao longo da lactação foram verificados.

Os dados foram analisados no programa estatística SAS (Versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). Os dados de CCS não apresentaram distribuição normal, então, foram transformados em Log na base 10. Os dados foram analisados por PROC MIXED de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + P_j + a_k + e_{ij}$$

Em que: Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; D_i = efeito fixo das dietas ($i = 1$ a 3); P_j = efeito fixo do período ($i = 1$ a 3 para produção e composição do colostro; 1 a 4 para produção e composição do leite); a_k = efeito aleatório do animal; e_{ijk} = residual. As matrizes (CS, CSH, AR, ARH, TOEP, TOEPH, FA, UN, ANTE) foram avaliadas. As diferenças entre as dietas experimentais foram estudadas por meio de contrastes ortogonais, sendo o contraste 1: controle *vs.* levedura; e o contraste 2: levedura SB *vs.* levedura SC. A significância foi definida em $p < 0,05$.

3. Resultados

As dietas não afetaram ($P \geq 0,051$) a produção total das secreções lácteas e a composição química do colostro (Tabela 3). No entanto, a produção de colostro foi maior ($P = 0,023$) nos animais tratados com LSB do que nos animais tratados com LSC. A produção de leite e a produção de leite corrigida para o teor de gordura foram maiores ($P \leq 0,04$) para LSB do que LSC aos 60, 90 e 120 DEL (Tabela 4). No entanto, ao avaliar os componentes gordura, proteína e lactose em g/dia houve diferença ($P = 0,018$; $P = 0,008$; $P = 0,050$; respectivamente) entre as suplementações de levedura viva LSB e LSC aos 60, 90 e 120

DEL. Ademais, não houve efeito de dietas ($P \geq 0,084$) sobre a composição do leite (Tabela 5).

As dietas não afetaram ($P \geq 0,089$) as variáveis ABTS, DPPH, dienos conjugados e TBARS (Tabela 6). No entanto, a suplementação com leveduras aumentou ($P \leq 0,036$) o poder redutor ao ferro, nas avaliações realizadas aos 90 e 120 DEL, enquanto LSC aumentou ($P \leq 0,032$) o mesmo poder redutor, em relação à LSB, em todas as avaliações realizadas. O peso vivo (kg) das cabras ao longo do ciclo produtivo não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas dietas.

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as dietas controle e suplementação com leveduras para a produção inicial de leite (parâmetro a), taxa de acréscimo da produção até o pico (parâmetro b), taxa de declínio de produção após o pico de lactação (parâmetro c), dia do pico de lactação (DP) e para a persistência de lactação (PERS). Entretanto, ao contrastar CON em relação a suplementação, houve diferença para a produção total de leite ($P = 0,037$). A produção de leite no pico de lactação ($P = 0,022$) e a produção total de leite ($P = 0,001$) foram superiores para os animais tratados com LSB em relação aos animais tratados com LSC (Tabela 7; Figura 2).

4. Discussão

A inclusão de levedura na dieta não afetou o total de secreções lácteas, nas três primeiras ordenhas pós-parto. Entretanto, a produção de colostro na primeira hora após o parto foi superior para LSB do que LSC, relatando a eficiência produtiva em poucos dias de

suplementação. No entanto, a composição do colostro não foi alterada pela inclusão de leveduras na dieta das cabras.

A produção média diária de leite foi maior após 60 dias de lactação, em cabras suplementadas com LSB do que em cabras com LSC. A suplementação de levedura viva para ruminantes foi associada ao aumento no teor de gordura do leite (Stella et al., 2007; Jiang et al., 2017; Nasiri et al., 2019). Este aumento pode ser atribuído pela capacidade da levedura em estimular a proliferação de bactérias benéficas no rúmen, como as celulolíticas (Mao et al., 2013) e as bactérias que estimulam a produção de acetato no rúmen (Malekhhahi et al., 2016). O acetato é considerado o precursor da gordura do leite, logo, pode-se dizer que a suplementação de levedura viva se torna viável para prevenir a depressão da gordura do leite (Amin e Mao, 2021). Neste estudo, houve aumento na secreção diária de gordura (g/dia), proteína (g/dia) e lactose (g/dia) no leite com a suplementação de LSB.

A secreção do leite de cabra ocorre de forma apócrina, havendo descamação de células epiteliais e regeneração fisiológica dos alvéolos (Jimenez-Granado et al., 2014), ocasionando em maior quantidade de CCS, em comparação ao leite de vaca e ovelha (Paape et al., 1997; Podhorecká et al., 2021). Nenhuma alteração foi observada nesta pesquisa para a variável CCS com a suplementação de levedura viva.

A suplementação de LSC aumentou o poder redutor do leite, demonstrando que os antioxidantes dietéticos foram transferidos para o leite, auxiliando no combate aos radicais livres e inibindo a peroxidação lipídica no leite. O aumento deste parâmetro antioxidante com a suplementação do probiótico indica que o leite se tornou enriquecido (Agustinho et al., 2020). No entanto, os demais antioxidantes avaliados não influenciaram a qualidade oxidativa do leite de cabras.

No início da produção, as cabras apresentaram perda de peso devido ao balanço energético negativo. Nesta fase inicial, o animal adquire energia através da gliconeogênese, e passado este período, as cabras recuperam o peso vivo através do aumento do consumo de matéria seca e, conseqüentemente, aumentará a produção de leite (Gomes et al., 2014).

Ao avaliar as curvas de lactação de cabras Saanen, observou-se ausência de efeito das dietas sobre a produção de leite inicial, corroborando com outros estudos (Souza et al., 2014; Zambom et al., 2017; Araújo et al., 2020). Este efeito pode ser explicado porque após o parto, as cabras limitam a produção de leite para mobilizar suas reservas energéticas (Barbosa et al., 2016).

A taxa de acréscimo da produção até o pico de lactação foi superior a outros estudos com cabras leiteiras (Gomes et al., 2014; Souza et al., 2014; Zambom et al., 2017; Araújo et al., 2020). Fatores relacionados a genética, ingestão de nutrientes ou a composição da dieta podem ter interferido na diferença da taxa de acréscimo (Zambom et al., 2017).

A suplementação de LSB proporcionou maior produção de leite no dia do pico e retardou o dia do pico de lactação, acarretando maior persistência de lactação e produção total de leite em 120 dias. O atraso no pico de lactação está correlacionado positivamente com os níveis de produção do dia do pico, refletindo na manutenção prolongada da lactação (Souza et al., 2014). Ademais, o aumento da produção de leite e a alta persistência de lactação podem gerar benefícios ao produtor de leite, pois os animais tornam-se mais produtivos e reduzem os custos de produção (Siqueira et al., 2017).

5. Conclusão

A suplementação de levedura viva *S. cerevisiae* var. *boulardii* aumenta a produção de colostro, mas não difere na composição. Ainda, melhora a produção e os componentes do leite e altera os parâmetros da curva de lactação, podendo ser indicada a utilização para cabras leiteiras.

A suplementação de *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta de cabras em lactação não foi vantajosa, pois não influencia a produção e a composição do leite, e não interfere na curva de lactação.

Referências

- Abd El-Ghani, A.A., 2004. Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. *Small Rumin. Res.* 52, 223-229. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.06.002>.
- Agustinho, B.C., Zeoula, L.M., Santos, N.W., Machado, E., Yoshimura, E. H., Ribas, J. C., Bragatto, J.M., Stemposki, M.R., Santos, V.J., Faciola, A.P., 2020. Effects of flaxseed oil and vitamin e supplementation on digestibility and milk fatty composition and antioxidant capacity in water buffaloes. *Anim.* 10, 1294. <https://doi.org/10.3390/ani10081294>.
- Amin, A.B., Mao, S., 2021. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Anim. Nutr.* 7, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.005>.
- AOAC International, 1998. *Official Methods of Analyzis*, 16th ed. Official methods of analysis, Washington, DC.

- Araújo, R.A.D., Pompeu, R.C.F.F., Cândido, M.J.D., Rogério, M.C.P., Lucas, R.C., Maranhão, S.R., Neto, C.F.S., Neiva, J.N.M., 2020. Detoxified castor in the diets of dairy goats: II. Lactation curves, composition, and fatty acid profile of milk. *Rev. Bras. Zootec.* 49, e20190140, <https://doi.org/10.37496/rbz4920190140>.
- 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>.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.L.W.T., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* 28, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- Gomes, L.C., Alcalde, C.R., Souza, R.D., Molina, B.S.D.L., Lourenço, D.A.D.L., Martins, E.N., 2014. The impact of dietary dry yeast on lactation curves of primiparous and multiparous Saanen goats. *Acta Sci. Anim. Sci.* 36, 405-411. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i4.24446>.
- Jiang, Y., Ogunade, I.M., Arriola, K. G., Qi, M., Vyas, D., Staples, C. R., Adesogan, A. T., 2017. Effects of the dose and viability of *Saccharomyces cerevisiae*. 2. Ruminal fermentation, performance of lactating dairy cows, and correlations between ruminal bacteria abundance and performance measures. *J. Dairy Sci.* 100, 8102-8118. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12371>.
- Jimenez-Granado, R.J., Rodríguez, M.S., Arce, C., Rodriguez-Estevez, V., 2014. Factors affecting somatic cell count in dairy goats: a review. *Span. J. Agric. Res.* 12, 133-150. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2014121-3803>.

- Kiokias, S.N., Dimakou, C.P., Tsaprouni, I.V., Oreopoulou, V., 2006. Effect of compositional factors against the thermal oxidative deterioration of novel food emulsions. *Food Biophys.* 115, 155-123. <https://doi.org/10.1007/s11483-006-9015-2>.
- Macedo, R.J., Arredondo, V., García, F., Aguilar, M., Prado, O., Rodríguez, R., 2012. Effect of supplemental yeast culture and physiological factors on colostrum and milk composition of Pelibuey ewes. *Trop. Anim. Health Prod.* 44, 349-354. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0028-6>.
- Malekkhahi, M., Tahmasbi, A.M., Naserian, A.A., Danesh-Mesgaran, M., Kleen, J.L., AlZahal, O., Ghaffari, M.H., 2016. Effects of supplementation of active dried yeast and malate during sub-acute ruminal acidosis on rumen fermentation, microbial population, selected blood metabolites, and milk production in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 213, 29-43. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.12.018>.
- Mao, H.L., Mao, H.L., Wang, J.K., Liu, J.X., Yoon, I., 2013. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on *in vitro* fermentation and microbial communities of low-quality forages and mixed diets. *J. Anim. Sci.* 91, 3291-3298. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5851>.
- Moeini, M.M., Karami, H., Mikaeili, E., 2009. Effect os selenium and vitamin E supplementation during the late pregnancy on reproductive indices and milk production in heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, 114, 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.09.012>
- Nasiri, A.H., Towhidi, A., Shakeri, M., Zhandi, M., Dehghan-Banadaky, M., Pooyan, H. R., Sehati, F., Rostami, R., Karamzadeg, A., Khani, M., Ahmadi, F., 2019. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on milk production, insulin sensitivity and

immune response in transition dairy cows during hot season. *Anim. Feed Sci. Technol.* 251, 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.03.007>.

National Research Council – NRC 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academy Press, Washington-DC.

National Research Council – NRC 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. National Academy Press, Washington-DC.

Paape, M.J., Capuco, A.V., 1997. Cellular defense mechanisms in the udder and lactation of goats. *J. Anim. Sci.* 75, 556-565. <https://doi.org/10.2527/1997.752556x>.

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>.

Pulina, G., Francesconi, A.H.D., Stefanon, B., Sevi, A., Calamari, L., Lacetera, N., Dell'Orto, V., Pilla, F., Marsan, P.A., Mele, M., Rossi, F., Bertoni, G., Crovetto, G.M., Ronchi, B., 2017. Sustainable ruminant production to help feed the planet. *Ital. J. Anim. Sci.* 16, 140-171. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1260500>.

Raabis, S., Li, W., Cersosimo, L., 2019. Effects and immune responses of probiotic treatment in ruminants. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 208, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.12.006>.

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.

- Sethy, K., Dass, R.S., Perme, B., Mishra, A., Swain, P.S., 2014. Effect of selenium yeast and vitamin e supplementation on serum minerals and vitamin profile in male goats (*Capra hircus*). Indian J. Anim. Nutr. 31, 143-147.
- Siqueira, O.H.G.B.D., Mota, R., Oliveira, H., Duarte, D., Glória, L., Rodrigues, M., Silva, F., 2017. Genetic evaluation of lactation persistency and total milk yield in dairy goats. Livest. Res. Rural. Dev. 29, 142-147.
- Sousa, D.O., Oliveira, C.A., Velasquez, A.V., Souza, J.M., Chevaux, E., Mari, L.J., Silva, L.F.P., 2018. Live yeast supplementation improves rumen fibre degradation in cattle grazing tropical pastures throughout the year. Anim. Feed Sci. Technol. 236, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.12.015>.
- Souza, R.D., Alcalde, C.R., Oliveira, C.A.L.D., Molina, B.S.D.L., Macedo, F.D.A.F.D., Gomes, L.C., Hygino, B., Possamai, A.P.S., 2014. Lactation curves and economic results of Saanen goats fed increasing dietary energy levels obtained by the addition of calcium salts of fatty acids. Rev. Bras. Zootec. 43, 73-79. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000200004>.
- Stella, A.V., Paratte, R., Valnegri, L., Cigalino, G., Soncini, G., Chevaux, E., Dell'Orto, V., Savoini, G., 2007. Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, milk composition, blood metabolites, and faecal flora in early lactating dairy goats. Small Rumin. Res. 67, 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.024>.
- Theurer, M.E., Fox, J.T., Aguilar, A., Nielsen, H., Simpson, J., Lawrence, T.E., 2019. Effect of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae boulardii* CNCM I-1079) feed additive on health and growth parameters of high-risk heifers in a commercial feedlot. The Bovine Practitioner. 53, 117-127. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol53no2p117-127>

- Uyeno, Y., Shigemori, S., Shimosato, T., 2015. Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes Environ.* 30, 126-132. <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME14176>.
- Vohra, A., Syal, P., Madan, A., 2016. Probiotic yeasts in livestock sector. *Anim. Feed Sci. Technol.* 219, 31-47. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.019>.
- Vyncke, W., 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fett. Seifen. Anstrichm.* 72, 1084–1087. <https://doi.org/10.1002/lipi.19700721218>.
- Wood, P.D.P., 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, 216, 164-165. <https://doi.org/10.1038/216164a0>.
- Zambom, M.A., Alcalde, C.R., Gomes, L.C., Ramos, C.E.C.O., Rossi, R.M., Kazama, D.C.S., 2017. Effect of soybean hulls on lactation curves and the composition of goat milk. *Rev. Bras. Zootec.* 46, 167-173. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000200012>.
- Zhu, Q.Y., Hackman, R.M., Ensunsa, J.L., Holt, R.R., Keen, C.L., 2002. Antioxidative activities of oolong tea. *J. Agric. Food Chem.* 50, 6929–6934. <https://doi.org/10.1021/jf0206163>.
- Zicarelli, F., Addi, L., Tudisco, R., Calabrò, S., Lombardi, P., Cutrignelli, M.I., Moniello, G., Grossi, M., Tozzi, B., Musco, N., Infascelli, F., 2016. The influence of diet supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* or *Saccharomyces cerevisiae* plus *Aspergillus oryzae* on milk yield of Cilentana grazing dairy goats. *Small Rumin. Res.* 135, 90-94. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.018>.

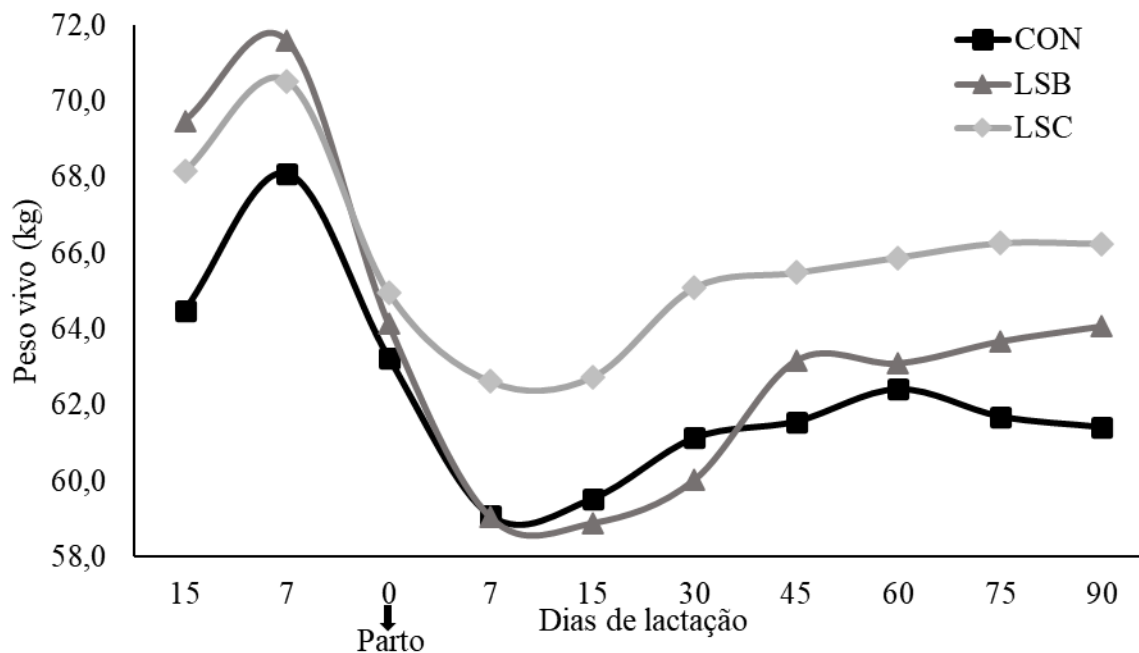


Figura. 1. Peso vivo (kg) de cabras Saanen ao longo do ciclo produtivo suplementadas ou não com levedura viva nas dietas. CON: sem inclusão de levedura viva; LSB: dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; LSC: dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E.

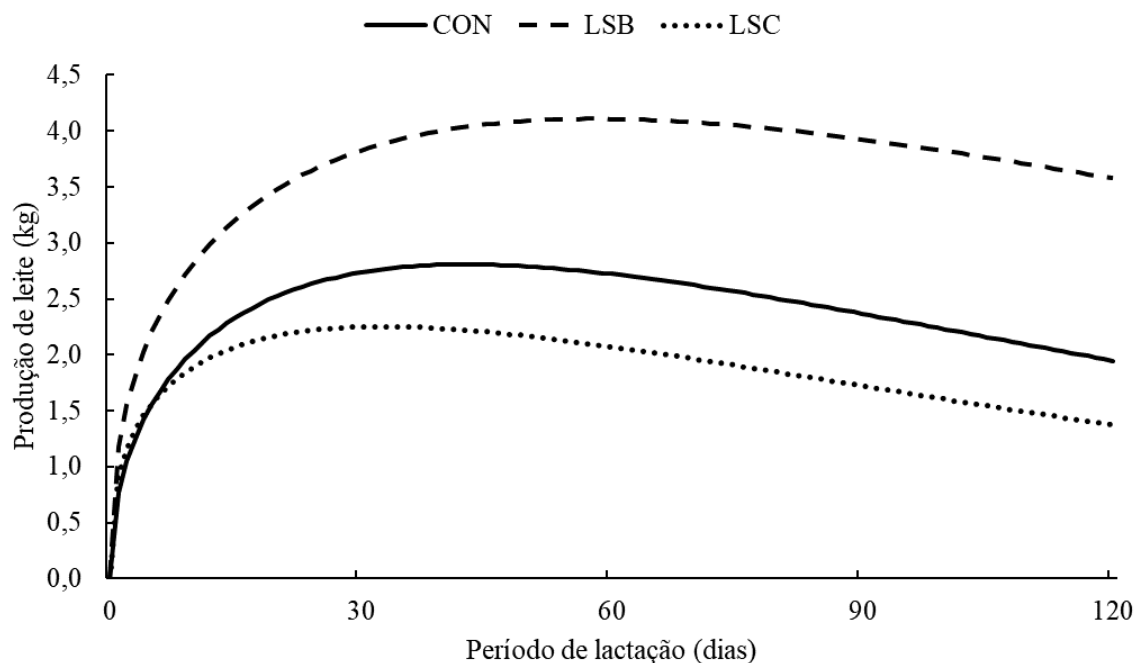


Figura 2. Curvas de lactação de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva nas dietas. CON: sem inclusão de levedura viva; LSB: dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; LSC: dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E.

Tabela 1. Composição química dos alimentos (g/kg) de dietas contendo ou não levedura viva para cabras Saanen

Nutrientes	Alimentos		
	Silagem de milho	Milho moído	Farelo de soja
Matéria seca	288,7	936,6	951,2
Matéria orgânica	963,3	981,2	934,2
Proteína bruta	71,4	99	496,2
Extrato etéreo	20,8	31,6	24
Fibra em detergente neutro	564,4	193,6	175,8
Fibra em detergente neutro indigestível	203,7	24,7	25,8
Carboidratos totais	871,1	818,9	418,3
Carboidratos não fibrosos	306,7	625,3	242,5

Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica de dietas (g/kg) contendo ou não levedura viva em cabras Saanen em lactação

Item	Dietas		
	CON ¹	LSB ²	LSC ³
Silagem de milho	500,00	500,00	500,00
Milho moído	252,00	252,00	252,00
Farelo de soja	221,50	221,50	221,50
Suplemento mineral-vitamínico ⁴	26,50	26,50	26,50
Matéria seca	612,20	609,40	618,30
Matéria orgânica	929,10	926,50	925,80
Proteína bruta	171,50	173,60	171,60
Extrato etéreo	19,70	20,70	19,30
Fibra em detergente neutro	304,50	297,30	312,90
Carboidratos totais	734,90	732,20	734,90
Carboidratos não fibrosos	530,90	528,80	523,30

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Composição do suplemento mineral-vitamínico: cálcio 190 g/kg, fósforo 60 g/kg, enxofre 20 g/kg, magnésio 20 g/kg, potássio 35 g/kg, sódio 70 g/kg, cobalto 15 mg/kg, cobre 700 mg/kg, cromo 10 mg/kg, ferro 700 mg/kg, iodo 40 mg/kg, manganês 1.600 mg/kg, selênio 19 mg/kg, zinco 2.500 mg/kg, vitamina A 400.000 U.I./kg, vitamina D3 100.000 U.I./kg, vitamina E 2.400 U.I./kg, flúor 600 mg/kg.

Tabela 3. Produção e composição química do colostro de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Variáveis	Horas	Dietas			EPM ⁴	Probabilidades ⁵	
		CON ¹	LSB ²	LSC ³		Contraste 1	Contraste 2
PTSL (kg) ⁶	-	1,383	2,981	1,796	0,446	0,113	0,097
	0	0,675	1,969	0,558	0,382	0,233	0,023
Produção (kg)	12	0,428	0,694	0,352	0,153	0,62	0,133
	24	0,287	0,311	0,237	0,071	0,884	0,475
	0	6,63	6,72	6,85	0,16	0,485	0,555
Gordura (%)	12	5,57	6,34	6,1	0,23	0,051	0,485
	24	5,12	5,7	6,05	0,35	0,137	0,54
	0	10,12	10,52	11,14	1,39	0,87	0,757
Proteína (%)	12	6,87	5,97	6,11	0,57	0,255	0,866
	24	6,24	5,31	4,94	0,61	0,155	0,672
	0	19,92	20,23	21,16	1,92	0,746	0,738
EST (%) ⁷	12	17,53	18,85	20,59	1,81	0,192	0,976
	24	18,4	16,28	17,53	0,93	0,21	0,359
	0	1,0358	1,0373	1,038	0,0023	0,54	0,834
Densidade (g/cm ³)	12	1,0346	1,031	1,0341	0,0027	0,55	0,436
	24	1,0336	1,0289	1,0335	0,0027	0,479	0,241
	0	26,42	31,55	24,75	4,31	0,747	0,282
Acidez (°D)	12	20,92	28,8	21,83	4,16	0,402	0,255
	24	19,92	22,63	21,92	1,38	0,184	0,719

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴EPM: erro padrão da média; ⁵Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC; ⁶PTSL: produção total das secreções lácteas; ⁷EST: extrato seco total.

Tabela 4. Produção, composição química e contagem de células somáticas do leite de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Variáveis	Dias	Diets			Probabilidades ⁴	
		CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contr. 1	Contr. 2
PL (kg) ⁵	30	2,513 ± 0,452	2,926 ± 0,495	1,813 ± 0,452	0,803	0,119
	60	2,511 ± 0,338	3,866 ± 0,414	2,034 ± 0,370	0,335	0,006
	90	2,034 ± 0,322	3,493 ± 0,395	1,750 ± 0,353	0,185	0,006
	120	1,981 ± 0,247	3,478 ± 0,302	2,268 ± 0,349	0,025	0,026
PLCG (kg) ⁶	30	2,758 ± 0,535	3,399 ± 0,586	2,006 ± 0,535	0,935	0,101
	60	2,394 ± 0,353	3,806 ± 0,432	1,951 ± 0,387	0,310	0,008
	90	2,086 ± 0,338	3,632 ± 0,414	1,793 ± 0,370	0,177	0,006
	120	1,963 ± 0,268	3,343 ± 0,328	2,186 ± 0,379	0,054	0,044
Gordura (%)	30	4,11 ± 0,35	4,34 ± 0,39	4,27 ± 0,39	0,666	0,903
	60	3,16 ± 0,28	3,44 ± 0,34	3,27 ± 0,31	0,602	0,710
	90	3,61 ± 0,28	3,81 ± 0,35	3,69 ± 0,31	0,732	0,805
	120	3,38 ± 0,26	3,32 ± 0,32	3,20 ± 0,37	0,739	0,804
Proteína (%)	30	3,18 ± 0,06	3,15 ± 0,07	3,21 ± 0,06	0,921	0,535
	60	3,11 ± 0,06	3,04 ± 0,08	3,18 ± 0,07	0,988	0,220
	90	3,07 ± 0,06	3,09 ± 0,07	3,16 ± 0,07	0,492	0,497
	120	3,05 ± 0,08	3,13 ± 0,07	3,20 ± 0,11	0,169	0,540
Lactose (%)	30	3,18 ± 0,06	3,15 ± 0,07	3,21 ± 0,06	0,921	0,535
	60	3,11 ± 0,06	3,04 ± 0,08	3,18 ± 0,07	0,988	0,220
	90	3,07 ± 0,06	3,09 ± 0,07	3,16 ± 0,07	0,492	0,497
	120	3,05 ± 0,06	3,13 ± 0,07	3,20 ± 0,08	0,169	0,540
ESD (%) ⁷	30	8,41 ± 0,17	8,31 ± 0,19	8,42 ± 0,17	0,840	0,659
	60	8,24 ± 0,17	8,06 ± 0,21	8,44 ± 0,19	0,976	0,204
	90	8,11 ± 0,17	8,21 ± 0,21	8,35 ± 0,18	0,440	0,611
	120	8,09 ± 0,23	8,15 ± 0,28	8,53 ± 0,32	0,449	0,393
Densidade (g/cm ³)	30	1,0308 ± 0,0006	1,0301 ± 0,0006	1,0311 ± 0,0006	0,816	0,279
	60	1,0309 ± 0,0005	1,0299 ± 0,0006	1,0316 ± 0,0006	0,860	0,084
	90	1,0300 ± 0,0005	1,0299 ± 0,0007	1,0309 ± 0,0006	0,598	0,258

	120	1,0297 ± 0,0007	1,0300 ± 0,0008	1,0316 ± 0,0010	0,289	0,235
	30	2,50 ± 0,15	2,52 ± 0,16	2,65 ± 0,15	0,636	0,560
CCS ⁸	60	2,47 ± 0,16	2,42 ± 0,20	2,71 ± 0,18	0,662	0,310
(log ₁₀ /mL)	90	2,48 ± 0,17	2,47 ± 0,21	2,75 ± 0,19	0,568	0,346
	120	2,50 ± 0,21	2,49 ± 0,25	2,60 ± 0,29	0,879	0,791

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC; ⁵PL: produção de leite; ⁶PLCG: produção de leite corrigida para gordura; ⁷ESD: extrato seco desengordurado; ⁸CCS: contagem de células somáticas.

Tabela 5. Composição química do leite (g/dia) de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Variáveis	Dias	Dietas			Probabilidades ⁴	
		CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contraste 1	Contraste 2
Gordura (g/dia)	30	102,61 ± 21,28	133,36 ± 23,31	68,38 ± 21,28	0,949	0,059
	60	78,68 ± 14,21	132,77 ± 17,41	68,47 ± 15,57	0,256	0,018
	90	73,69 ± 12,40	129,00 ± 15,19	64,85 ± 13,58	0,169	0,008
	120	67,58 ± 10,13	113,99 ± 12,40	71,81 ± 14,32	0,098	0,050
Proteína (g/dia)	30	80,02 ± 14,07	91,22 ± 15,42	57,98 ± 14,07	0,762	0,134
	60	78,05 ± 10,82	117,01 ± 13,25	65,33 ± 11,85	0,367	0,013
	90	62,39 ± 10,33	107,49 ± 12,66	55,68 ± 11,32	0,177	0,010
	120	60,32 ± 8,31	106,34 ± 10,18	73,28 ± 11,76	0,027	0,060
Lactose (g/dia)	30	115,81 ± 20,33	131,51 ± 22,27	84,11 ± 20,33	0,756	0,138
	60	113,54 ± 15,63	169,76 ± 19,15	94,77 ± 17,13	0,373	0,013
	90	90,44 ± 15,31	156,83 ± 18,75	80,95 ± 16,77	0,177	0,011
	120	87,89 ± 12,50	155,30 ± 15,30	107,28 ± 17,67	0,030	0,067

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC.

Tabela 6. Antioxidantes no leite de cabras Saanen suplementadas ou não com levedura viva

Variáveis	Dias	Dietas			Probabilidades ⁴	
		CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contraste 1	Contraste 2
ABTS ⁵	30	62,19 ± 2,82	63,69 ± 3,09	71,33 ± 2,82	0,152	0,089
	60	62,89 ± 2,62	62,18 ± 3,20	69,08 ± 2,87	0,433	0,135
	90	61,12 ± 1,87	62,07 ± 2,29	64,62 ± 2,05	0,377	0,422
	120	66,51 ± 2,54	64,00 ± 3,10	65,83 ± 3,59	0,657	0,709
DPPH ⁶	30	29,69 ± 2,30	30,21 ± 2,52	32,03 ± 2,30	0,625	0,602
	60	29,56 ± 1,24	31,03 ± 1,52	32,093 ± 1,36	0,157	0,368
	90	29,12 ± 3,14	32,86 ± 3,85	34,89 ± 3,44	0,266	0,701
	120	29,16 ± 4,24	29,31 ± 5,19	32,11 ± 5,99	0,796	0,731
Dienos conjugados	30	37,72 ± 2,69	39,86 ± 2,95	38,81 ± 2,69	0,676	0,796
	60	43,13 ± 2,99	37,09 ± 3,66	42,07 ± 3,27	0,377	0,33
	90	41,63 ± 2,70	37,08 ± 3,31	37,30 ± 2,96	0,228	0,961
	120	39,91 ± 3,25	39,03 ± 3,98	38,49 ± 4,59	0,801	0,932
TBARS ⁷	30	6,96 ± 1,27	6,31 ± 1,39	7,60 ± 1,27	0,997	0,507
	60	7,99 ± 1,09	7,47 ± 1,34	8,77 ± 1,20	0,925	0,48
	90	9,48 ± 1,08	6,53 ± 1,32	7,17 ± 1,18	0,084	0,722
	120	8,33 ± 1,04	7,49 ± 1,27	8,10 ± 1,47	0,717	0,757
Poder redutor ao ferro	30	113,60 ± 7,08	112,82 ± 7,75	138,91 ± 7,08	0,186	0,026
	60	127,14 ± 5,77	111,78 ± 7,06	134,81 ± 6,32	0,616	0,032
	90	113,19 ± 5,74	115,22 ± 7,03	154,30 ± 6,28	0,013	0,001
	120	114,85 ± 5,67	119,28 ± 6,95	147,97 ± 8,02	0,036	0,022

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC; ⁵ABTS: 2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]; ⁶DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil; ⁷TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico.

Tabela 7. Parâmetros do modelo Wood não linear e variáveis derivadas da curva de lactação de cabras Saanen em lactação suplementadas ou não com levedura viva

Parâmetros ¹	Dietas			Probabilidades ⁵	
	CON ²	LSB ³	LSC ⁴	Contraste 1	Contraste 2
a	0,772 ± 0,157	1,186 ± 0,193	0,926 ± 0,193	0,199	0,361
b	0,469 ± 0,059	0,406 ± 0,072	0,358 ± 0,072	0,289	0,644
c	0,011 ± 0,002	0,007 ± 0,002	0,011 ± 0,002	0,471	0,248
PL	2,634 ± 0,314	3,906 ± 0,384	2,452 ± 0,384	0,215	0,022
DP	45,805 ± 6,784	65,032 ± 8,309	40,237 ± 8,309	0,463	0,059
PERS	6,739 ± 0,224	7,095 ± 0,275	6,314 ± 0,275	0,910	0,070
PT 120 dias	268,27 ± 26,27	459,11 ± 32,17	242,31 ± 32,17	0,037	0,001

¹Parâmetros do modelo de Wood: a = produção inicial de leite; b = taxa de acréscimo da produção até o pico de lactação; c = taxa de declínio de produção após o pico de lactação; PL = produção de leite no pico de lactação; DP = dia do pico de lactação; PERS: persistência da lactação; PT 120 dias = produção total de leite em 120 dias de lactação; ²Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ⁴Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁵Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC.

Dados suplementares

Tabela S1. Peso vivo (kg) de cabras Saanen ao longo do ciclo produtivo suplementadas ou não com levedura viva

Variável	Dias	Dietas			Probabilidades ⁴	
		CON ¹	LSB ²	LSC ³	Contraste 1	Contraste 2
Peso vivo (kg)	-15	64,500 ± 2,467	70,940 ± 2,703	67,580 ± 2,703	0,151	0,395
	-7	68,100 ± 2,545	73,400 ± 2,788	69,740 ± 2,788	0,301	0,370
	0	63,250 ± 2,989	66,620 ± 3,274	64,300 ± 3,274	0,569	0,625
	7	59,089 ± 2,729	61,960 ± 2,959	62,720 ± 2,959	0,363	0,860
	15	59,533 ± 2,210	61,825 ± 2,707	62,580 ± 2,421	0,369	0,839
	30	61,133 ± 2,191	62,225 ± 2,684	65,000 ± 2,400	0,399	0,456
	45	61,567 ± 2,172	63,175 ± 2,660	65,480 ± 2,380	0,346	0,531
	60	62,417 ± 2,288	63,100 ± 2,802	65,880 ± 2,506	0,497	0,474
	75	61,700 ± 2,276	63,675 ± 2,788	66,260 ± 2,493	0,289	0,503
	90	61,417 ± 2,408	64,075 ± 2,950	66,240 ± 2,638	0,253	0,594
	105	61,617 ± 2,026	64,200 ± 2,482	68,667 ± 2,866	0,113	0,266
120	60,833 ± 1,813	62,775 ± 2,220	68,533 ± 2,564	0,081	0,120	

¹Dieta controle sem inclusão de levedura viva; ²Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*; ³Dieta controle com inclusão de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E; ⁴Probabilidades: contraste 1: controle vs. levedura; contraste 2: levedura SB vs. levedura SC.

VI. Levedura viva enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta de cabritos mestiços Boer x Saanen e os impactos no desempenho, digestibilidade e qualidade da carcaça

¹Elaborado segundo as normas da revista Livestock Science

RESUMO

Objetivou-se avaliar os impactos da levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (LSC) na dieta de cabritos, sobre o desempenho, ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, assim como os parâmetros sanguíneos e características quantitativas e qualitativas da carcaça. Foram utilizados quatorze cabritos mestiços Boer x Saanen, distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com duas dietas (controle x LSC). A suplementação de LSC não afetou o consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, e o desempenho produtivo. A adição de levedura reduziu a concentração de hemoglobina corpuscular média. As dietas não afetaram o leucograma, concentração de proteína total e os níveis de glicose sanguínea, assim como a capacidade antioxidante plasmática. As características quantitativas da carcaça não foram influenciadas pela suplementação, assim como os valores de pH inicial e pH 24 h após o abate. Houve efeito apenas para a variável costilhar expressa em kg e porcentagem da meia carcaça, apresentando valor inferior quando os animais foram suplementados. A adição de levedura não afetou a composição química das paletas. A LSC aumentou o percentual de lipídeos no lombo. A suplementação de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio, e vitamina E na dieta de cabritos mestiços Boer x Saanen, não apresenta efeitos relevantes sobre o desempenho, ingestão, digestibilidade e características quantitativas e qualitativas da carcaça.

Palavras-chave: antioxidantes, *Saccharomyces cerevisiae*, oxidação lipídica, probiótico

Live yeast enriched with zinc, selenium, and vitamin E in the diet of crossbred Boer x Saanen goat kids and the impacts on performance, digestibility, and carcass quality

ABSTRACT

The objective was evaluated the impacts of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* enriched with zinc, selenium, and vitamin E (LSC) in goat kid diets on performance, intake, dry matter and nutrient digestibility, as well as blood parameters, and quantitative and qualitative carcass characteristics. Fourteen crossbred Boer x Saanen goat kids were used, distributed in a completely randomized design, with two diets (control x LSC). LSC supplementation did not affect dry matter and nutrient intake and digestibility, and productive performance. The yeast addition reduced the mean corpuscular hemoglobin concentration. The diets did not affect leucogram, total protein concentration and blood glucose levels, as well as plasma antioxidant capacity. The quantitative characteristics carcass were not influenced by supplementation, as well as the values of initial pH and pH 24 h after slaughter. There was an effect only for the rib variable expressed in kg and percentage of half carcass, showing a lower value when the animals were supplemented. The yeast addition did not affect the chemical composition of the shoulder. LSC increased the percentage of lipids in the loin. The supplementation of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* enriched with zinc, selenium, and vitamin E in the diet of crossbred goats Boer x Saanen, has no relevant effects on performance, intake, digestibility and quantitative and qualitative carcass characteristics.

Keywords: antioxidants, body weight, goat meat, *Saccharomyces cerevisiae*, lipid oxidation, probiotic

1. Introdução

Raças caprinas com aptidão para carne são cruzadas com raças leiteiras em busca de obter melhorias no desempenho e nas características quantitativas e qualitativas de carcaça, através de proles com carcaças de qualidade superior, decorrente da aceleração do ganho de peso, precocidade e melhora da conversão alimentar (Cartaxo et al., 2013). Os cruzamentos entre as raças Saanen e Boer são utilizados visando elevar o potencial produtivo e a qualidade da carne (Teixeira et al., 2015). Os parâmetros qualitativos da carne e a avaliação quantitativa da carcaça são importantes para analisar o desempenho animal, em função do consumo, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça (Souza et al., 2015).

Em busca de melhorias na produtividade e na qualidade dos produtos, aditivos são utilizados na nutrição animal. Assim, o uso de probióticos para ruminantes explora a capacidade de modificar a população microbiana ruminal e melhorar a absorção de nutrientes, resultando no aumento da digestibilidade dos alimentos e, conseqüentemente, no desempenho dos animais e rendimento de seus produtos (Arowolo e He, 2018; Amin e Mao, 2021).

As leveduras podem ser utilizadas em associação com microminerais, como por exemplo o selênio. Desta forma, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com selênio, também conhecida como selênio orgânico, pode ser utilizada na alimentação animal em função de melhorias no desempenho (Kumar et al., 2009; Alhidary et al., 2015). Além disso, pode proporcionar maior relação de antioxidantes nos tecidos e no sangue (Shi et al., 2011), atuando como fator antioxidante no organismo, aumentando a estabilidade oxidativa e a produção de carne (Suganthi et al., 2019).

Neste sentido, pesquisas são realizadas com o selênio orgânico no intuito de reduzir as concentrações de radicais livres presentes nos tecidos (Suganthi et al., 2019), além de potencializar as respostas imunes nos ruminantes, visando obter melhores resultados no desempenho e no rendimento de carcaça (Kumar et al., 2009; Alhidary et al., 2015).

Assim como o selênio, a vitamina E também desempenha função antioxidante, ou seja, protege os tecidos da degeneração oxidativa (Combs e McClung, 2016). Pode-se dizer que a função metabólica do selênio está intimamente ligada à vitamina E, porque ambos apresentam proteção contra os radicais livres (Goff, 2018). Os dois atuam em sinergismo com outros agentes antioxidantes, como o zinco, visando inibir a concentração de radicais livres no metabolismo (Sethy et al., 2014). O zinco é um micromineral essencial para as fases de produção e reprodução animal, atuando no metabolismo e no sistema imunológico (Aditia et al., 2014).

Estudos vêm demonstrando que a suplementação de levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco e selênio melhora a eficiência de produção e melhorar as características fisiológicas e imunológicas em caprinos (Aremmt et al., 2019; Shareef et al., 2019). Diante do exposto, a hipótese deste trabalho é que a suplementação de levedura viva enriquecida com zinco, selênio e vitamina E melhora o desempenho, a digestibilidade, o status imunológico e a qualidade da carcaça de cabritos mestiços.

O objetivo foi avaliar a levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E, na dieta de cabritos mestiços Boer x Saanen, sobre o desempenho, a ingestão e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, assim como os parâmetros sanguíneos e as características quantitativas e qualitativas da carcaça.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Os procedimentos envolvendo animais foram realizados após aprovação do protocolo experimental pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (Protocolo 2217210519).

2.1 Delineamento e dietas experimentais

Foram utilizados 14 cabritos mestiços Boer x Saanen, com idade média de $109,21 \pm 2,89$ dias e peso vivo inicial de $19,51 \pm 1,90$ kg PV. Antes de iniciar o experimento, os animais foram vacinados contra clostridiose, receberam tratamento contra ectoparasitas (via injetável com vermífugo à base de ivermectina) e receberam dose de complexo vitamínico ADE. Em seguida, os animais foram confinados em aprisco com piso suspenso e ripado, em baias individuais com bebedouro automático e comedouro, até atingirem o peso pré-estabelecido para abate ($30,46 \pm 1,78$ kg PV).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com duas dietas (controle x levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E) e sete repetições. A dieta controle foi composta por 60% de ração concentrada (milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e cloreto de amônia), e 40% da matéria seca de silagem de milho. A dieta foi formulada para obter 72% de NDT e 15% de PB, na matéria seca (NRC, 2007).

A levedura viva *S. cerevisiae* CNCM I-1077 enriquecida com zinco, selênio e vitamina E (Levucell SC OUT-TOX, Lallemand Animal Nutrition, Aparecida de Goiânia, GO), foi adicionada na ração na quantidade de 15 g/animal/dia. Este produto é composto por: $3,34 \times 10^8$ UFC/g de *S. cerevisiae* CNCM I-1077, 5832 mg/kg de zinco, 66,7 mg/kg de selênio, 2500 UI/kg de vitamina E e 16% de parede celular de levedura por kg.

O fornecimento de ração foi realizado duas vezes ao dia, às 8 h e às 14 h. Pela manhã, as sobras de ração foram retiradas, pesadas, anotadas individualmente, e ajustada semanalmente de maneira que proporcionasse aproximadamente 10% de sobras.

Ao início do experimento, os animais foram pesados em balança eletrônica com visor digital, obtendo-se o peso inicial. Em seguida, foram pesados a cada sete dias até o final do período experimental, e foi obtido o peso final, determinados o ganho de peso total e o ganho de peso médio diário.

2.2 Coletas de amostras

Para determinação da digestibilidade da matéria seca (MS) e dos nutrientes, foram realizadas coletas de fezes diretamente na ampola retal dos animais, após 60 dias de alimentação, durante seis dias seguindo a distribuição: 1º dia (8 h), 2º dia (10 h), 3º dia (12 h), 4º dia (14 h), 5º dia (16 h) e 6º dia (18 h), de forma a obter uma amostra composta por animal que foi congelada para posterior análise. As amostras das rações fornecidas e das sobras também foram coletadas.

Após 60 dias do início do experimento, foram coletados 4 mL de sangue, em jejum, através de punção venosa jugular em tubo de vácuo com anticoagulante EDTA, e encaminhadas ao laboratório para a avaliação do hemograma, leucograma e proteínas totais.

Para avaliar a concentração de glicose sanguínea, as coletas foram realizadas em tubos contendo Fluoreto de Sódio. O plasma foi obtido pela centrifugação do sangue a $3500\text{ g} \times 15\text{ min}$, armazenado em “eppendorf” e congelado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posterior análise. Para avaliar o perfil antioxidante sanguíneo, amostras foram coletadas em tubos de vácuo com anticoagulante EDTA, centrifugadas a $3000\text{ g} \times 15\text{ min}$ e congeladas a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posteriores análises dos radicais 2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico] (ABTS) e 2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil (DPPH).

2.3 Análises químicas

Para realização das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada (MA035, Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) por 72 h a $55\text{ }^{\circ}\text{C}$, processadas em moinho de facas (MA340, Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) com peneiras de porosidade de 2 mm para determinação do indicador de digestibilidade e a 1 mm para composição química.

As amostras de fezes, alimentos e sobras foram submetidas às análises de composição química, avaliando os teores de matéria seca (MS; método 950.15), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método de Kjeldahl 984.13) e extrato etéreo (EE; método 920.39) de acordo com AOAC (2000). As concentrações da fibra em detergente neutro (FDN) foram determinadas segundo Van Soest et al. (1991) com sulfito de sódio e α -amilase, utilizando determinador de fibra (TE-149, Tecnal, São Paulo, Brasil). O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado de acordo com a fórmula: $\text{MO (g/kg)} = 1000 - \text{MM}$.

Os carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com as equações descritas por Sniffen et al. (1992): $\text{CT (g/kg)} = 1000 - (\text{PB} + \text{EE} +$

MM); $NDT (g/kg) = PBd + (EEd \times 2,25) + CTd$; sendo: PBd = proteína bruta digestível, EEd = extrato etéreo digestível e CTd = carboidratos totais digestíveis. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação descrita por Van Soest et al. (1991): $CNF (g/kg) = CT - FDN$.

A excreção fecal foi estimada utilizando como indicador a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), nas amostras dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes, conforme metodologia adaptada de Cochran et al. (1986). Estas amostras foram moídas a 2 mm e acondicionadas em sacos de tecido não tecido (TNT), e posteriormente, incubados *in situ* por 144 h, em uma vaca da raça Holandês, não gestante e não lactante, previamente adaptada com ração concentrada à base de farelo de soja, milho moído e suplemento mineral, e silagem de milho. Decorrido o período de incubação, os sacos foram retirados do rúmen, lavados e submetidos a análise de fibra em detergente neutro (Van Soest et al., 1991).

2.4 Análises no plasma sanguíneo

A concentração de glicose sanguínea foi determinada utilizando kits comerciais (Glicose-PP, Gold Analisa Diagnostica®) e a leitura realizada em espectrofotômetro (Bioplus 2000®, São Paulo, Brasil). A atividade de eliminação dos radicais ABTS e DPPH foram avaliados no plasma após as amostras serem descongeladas e em seguida, foram pipetados 200 µL de plasma em 200 µL de ácido tricloroacético (10%) em tubo Eppendorf, homogeneizados em vortex por 10 segundos, e centrifugados a $9.500 g \times 10 \text{ min}$. O sobrenadante foi coletado e analisado para determinar a atividade de eliminação dos radicais livres.

A atividade de eliminação do radical ABTS dos extratos de plasma foi determinado usando o método descrito por Erel (2004) com algumas modificações. Em uma microplaca, foram pipetados 178 μL do primeiro reagente (tampão acetato de sódio 0,4 mol/L com pH 5,8), 18 μL do segundo reagente (tampão acetato de sódio 30 mol/L com pH 3,6) e, 4 μL de amostra. Após cinco min, a leitura da absorbância foi realizada com leitor de microplacas (VersaMax ELISA, Molecular Devices, Sunnyvale, CA), utilizando comprimento de onda de 620 nm. A porcentagem de eliminação do radical foi calculada pela equação: % ABTS = $[1 - (\text{absorbância da amostra}/\text{absorbância do branco})] \times 100$.

A atividade de eliminação do radical livre DPPH foi adaptada de Brand-Williams et al. (1995). O extrato sanguíneo (100 μL) foi misturado com 1,80 mL da solução de DPPH (0,06mM/L), pipetado em microcubeta de vidro e deixado no escuro por 30 min, e a absorbância foi mensurada em 515 nm utilizando espectrofotômetro (Evolution 300 – Thermo Scientific, EUA). A porcentagem de eliminação do radical DPPH foi calculada pela seguinte equação: % DPPH = $[1 - (\text{absorbância da amostra}/\text{absorbância do branco})] \times 100$.

2.5 *Mensurações ao abate*

Ao atingirem o peso médio de $30,46 \pm 1,78$ kg PV, os animais foram submetidos a jejum sólido por 16 h e pesados antes do abate para obtenção do peso vivo ao abate (PCA). Os cabritos foram abatidos em frigorífico pertencente à Fazenda Experimental de Iguatemi – UEM, sob Inspeção Sanitária Municipal, de acordo com regulamento técnico de abate humanitário do Brasil Instrução Normativa N°3 de 2000 (Brasil 2000).

No momento do abate, os animais foram insensibilizados por descarga elétrica (220 volts por 8 segundos), seguido de sangria através da secção das veias jugulares e das artérias

carótidas, e na sequência realizadas a esfolia, evisceração e as amputações da cabeça e das patas. O trato gastrintestinal cheio (TGIC) foi pesado, esvaziado e limpo (TGIV) para a obtenção do peso vivo vazio (PCV), estimado pela diferença entre o PCA e os pesos referentes ao TGIC e TGIV. Após a separação da carcaça e dos não constituintes, as carcaças foram pesadas para se obter o peso da carcaça quente (PCQ) e determinar o rendimento verdadeiro da carcaça ($RVC = (PCQ/PCV) \times 100$). Posteriormente, as carcaças foram penduradas pelo tendão em ganchos apropriados para a manutenção das articulações tarso metatarsianas distanciadas em 17 cm e mensurado o pH (pH 45'). Ao final do abate, as carcaças foram cobertas com sacos plásticos e transportadas para uma câmara frigorífica a 4 °C, e permaneceram por 24 h.

2.6 *Mensurações após o abate*

Ao final do período de resfriamento, o pH foi mensurado (pH 24 h) e as carcaças foram pesadas para a obtenção do peso da carcaça fria (PCF) e, em seguida, foi determinada a perda de peso da carcaça pelo resfriamento ($PPR = [(PCQ - PCF) / PCQ \times 100]$) e o rendimento comercial da carcaça ($RCC = (PCF/PCA) \times 100$), de acordo com a metodologia de Cézár e Sousa (2007).

As medidas da carcaça foram realizadas com fitas métricas (medidas de perímetros) e compasso de madeira (largura) de acordo com Cezar e Souza (2007). Dentre as medidas de perímetro, foram o comprimento de perna - CP (distância entre o períneo e o bordo anterior das superfícies articulares tarso-metatarsianas) e o comprimento interno da carcaça - CIC (distância máxima entre o bordo anterior da sínfise ísquio-púbica e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio). Com o compasso, foi mensurada a largura da garupa

(LG). Por meio destas mensurações, pôde-se determinar o índice de compacidade da carcaça ($ICC = PCF / CIC$) e o índice de compacidade da perna ($ICP = LG / CP$).

Após o peso da carcaça fria, a cauda foi retirada da carcaça e pesada individualmente e, em seguida, as carcaças foram divididas longitudinalmente e a meia carcaça esquerda foi seccionada em cinco regiões anatômicas ou cortes comerciais: perna, lombo, costilhar, paleta e pescoço. Cada corte foi pesado separadamente e em seguida, o rendimento dos cortes foi determinado pela relação entre o peso do corte e o peso da meia carcaça.

A área de olho de lombo (AOL) do músculo *Longissimus lumborum* foi determinada por meio do programa ImageJ[®] (Rasband, W.S., National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, 2004). Sob o corte do lombo, com o auxílio de um paquímetro digital (100.174BL, Digimes, China), foram retiradas quatro medidas: A (comprimento maior do músculo), B (comprimento menor do músculo), C (espessura de gordura sobre o músculo, a continuação do eixo B), J (espessura máxima de gordura subcutânea no perfil do lombo).

O lombo e a paleta esquerdos de cada animal foram coletados para a dissecação, composição centesimal do músculo, avaliação das perdas por cocção, força de cisalhamento e perfil antioxidante. As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas em freezer até o início das análises.

2.7 Análises físico-químicas do lombo e da paleta

Para realizar as dissecações dos lombos e das paletas, as amostras foram descongeladas e dissecadas para determinar as proporções de osso, músculo e gordura (Sañudo e Sierra, 1986). Os músculos dos lombos e das paletas foram triturados em processador, homogeneizados, pesados, secos em estufa de ventilação forçada (MA035, Marconi,

Piracicaba, São Paulo, Brasil) a 55 °C por 72 h, e moídos em moinho de bola (MA350, Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil).

Foram realizadas as análises de umidade (matéria seca pelo método 950.15), matéria mineral (método 942.05), proteína bruta (método de Kjeldahl 984.13) e lipídios (método 920.39) de acordo com AOAC (2000).

Para a avaliação física de perda de água por cocção, as amostras do músculo utilizadas foram cortadas em duas amostras de 2,5 cm de espessura, pesadas e envoltas em papel alumínio para cozimento em “grill” pré-aquecido a 170 °C, e monitoradas ao centro geométrico por termômetros tipo espeto até que atingissem a temperatura interna de 70 °C. Após atingirem esta temperatura, foram retirados do “grill”, secos em papel absorvente e deixados em repouso por 30 min para que resfriasse à temperatura ambiente e, em seguida, pesados novamente. As perdas de água por cocção foram calculadas pela diferença de peso das amostras antes e após a cocção e expressas em porcentagem.

Para determinação da força de cisalhamento, foi utilizado o protocolo de análise Warner-Bratzler Shear Force – WBSF (Wheeler et al., 2007). Após a cocção, as amostras foram cortadas na forma de paralelepípedo de acordo com a orientação das fibras apresentando dimensão de 1,0 × 1,0 × 3,0 cm. As amostras foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina Warner-Bratzler, acoplada ao texturômetro (CT3, Texture Analyzer Brookfield®) operando em 20 cm/s; os resultados foram expressos em quilograma força (kgf).

2.8 *Análises de antioxidantes na carne*

O extrato para análises de ABTS, DPPH e poder redutor ao ferro foram realizados com 5 g de carne em 15 mL de metanol. Para análise das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), utilizou-se 5 g de carne em 15 mL da solução extratora (7,5% ácido tiobarbitúrico, 0,1% EDTA e 0,1% ácido gálico). Ambos os extratos foram homogeneizados no dispersor homogeneizador Ultra Turax (IKA T10) por aproximadamente 40 seg e centrifugados a 4 °C em 6000 g × 15 min. Os extratos foram filtrados em papel filtro qualitativo.

A atividade de eliminação do radical ABTS das amostras de carne foi determinada como descrito por Rufino et al. (2007), com a adição de 40 µL do extrato e 1,96 mL radical ABTS. A absorbância foi realizada em 734 nm (espectrofotômetro Evolution 300, Thermo Scientific, EUA) após 6 min de reação. A porcentagem de eliminação do radical foi calculada pela seguinte equação: % ABTS = 1-(absorbância da amostra / absorbância do branco) x 100.

A atividade redutora de radicais livres do DPPH foi adaptada de Brand-Williams et al. (1995). O extrato da carne (0,1 mL) foi misturado com 1,9 mL do radical DPPH (0,06 Mm) e deixado em repouso no escuro por 30 min, a absorbância foi realizada a 515 nm em espectrofotômetro. A atividade de eliminação do radical DPPH foi expressa como porcentagem e calculada como: % DPPH = 1-(absorbância da amostra / absorbância do branco) x 100.

A avaliação do poder redutor ao ferro foi determinada como descrito por Zhu et al. (2002) com modificações. Primeiramente, 250 µL do extrato foram misturados com 2,5 mL de solução tampão (50 mmol/L, pH 7,0) e 1,25 mL de ferricianeto de potássio [K₃Fe (CN)₆] (1%). As amostras foram incubadas a 50 °C por 20 min. Após incubação, foram adicionados 1,25 mL de ácido tricloroacético (10%) à mistura, e centrifugados a 3000 g × 10 min. O sobrenadante (2,5 mL) misturado com 500 µL de FeCl₃ (0,1%). A absorbância foi lida a 700

nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos como teor de redutores equivalentes ao ácido gálico (mg EAG/g).

A análise de TBARS foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Vyncke (1970). Uma alíquota de 1,5 mL do extrato foi transferida para tubos falcon contendo 1,5 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA 1%, 562,5 µM, HCl, TCA 15%), aquecidas em banho fervente (100 °C) durante 15 min, esfriadas e lida a 531 nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos como mg equivalentes de malondialdeído (MDA)/kg de carne.

2.9 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, em seguida, ao teste de Tukey utilizando o programa estatístico SAS (versão 9.0). As diferenças foram declaradas significativas quando $p \leq 0,05$. O seguinte modelo estatístico foi aplicado:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito fixo da dieta ($i = 1$: controle (n=7); 2: levedura (n=7)); e_{ij} = erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

3. Resultados

A suplementação LSC na dieta de cabritos mestiços Boer x Saanen não influenciou ($P \geq 0,143$) o desempenho produtivo (Tabela 2), consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes (Tabela 1).

As dietas não afetaram ($P \geq 0,054$) os eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio e plaquetas (Tabela 3). A adição de leveduras reduziu ($P = 0,014$) a

concentração de hemoglobina corpuscular média (CMHC). As dietas não afetaram ($P \geq 0,376$) o leucograma dos animais. A concentração de proteína total e os níveis de glicose sanguínea não foram influenciadas ($P = 0,224$) pelas dietas. Além disso, a utilização de *S. cerevisiae* não afetou ($P \geq 0,209$) na capacidade antioxidante plasmática.

As características quantitativas da carcaça não foram influenciadas ($P \geq 0,533$) pela suplementação, assim como os valores de pH inicial e pH 24 h após o abate (Tabela 4). Houve efeito ($P < 0,05$) apenas para a variável costilhar expressa em kg e porcentagem da meia carcaça, apresentando valor inferior quando os animais foram suplementados.

A adição de leveduras não afetou as variáveis avaliadas pela dissecação e a composição química das paletas (Tabela 6). Nas variáveis referentes a dissecação dos lombos não foram constatadas alterações ($P \geq 0,05$) com a suplementação. Para as variáveis de composição química dos lombos, a inclusão de levedura viva aumentou o percentual de lipídeos ($P < 0,05$), com valores médios de 3,46% e 3,90% para as dietas controle e levedura viva, respectivamente (Tabela 7).

As perdas por cocção e a força de cisalhamento também não foram influenciadas ($P \geq 0,05$) pela suplementação (Tabela 7). Os parâmetros AOL, comprimento maior, comprimento menor, espessura de gordura e espessura de gordura maior não diferiram ($P \geq 0,05$) entre as dietas (Tabela 8). A capacidade antioxidante avaliada no músculo *Longissimus lumborum* não apresentou efeito ($P \geq 0,05$) entre a dieta controle e a suplementação da levedura viva (Tabela 9). O percentual de inibição contra o radical ABTS variou de 44,95% a 47,29%, enquanto a inibição do radical DPPH foi em média 16% para ambas as dietas. A oxidação lipídica pelo método das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) também não apresentou diferença ($P \geq 0,05$) entre as dietas, com média de 0,44 mg MDA/kg de músculo.

4. Discussão

4.1 Consumo, digestibilidade e desempenho produtivo

A suplementação da LSC não refletiu no desempenho produtivo, podendo ser explicada pela ingestão de matéria seca, que foi semelhante entre as dietas, visto que esta determina a quantidade de nutrientes que será utilizada para suprir as exigências para manutenção e produção (Issakowicz et al., 2013). A inclusão destes microrganismos vivos na dieta de ruminantes pode estimular a proliferação de bactérias celulolíticas (Jiang et al., 2017), pela capacidade da levedura fornecer os nutrientes necessários para o crescimento destas bactérias (Amin e Mao, 2021).

Outros trabalhos também relataram não haver efeito com a inclusão de levedura viva para cordeiros em relação ao ganho de peso diário, ganho de peso total, conversão alimentar e eficiência alimentar (Issakowicz et al., 2013; Obeidat, 2017). Entretanto, estudos destacaram que a suplementação de levedura viva promove aumento no ganho de peso diário em cabritos (Shi et al., 2011) e em cordeiros (Cömert et al., 2015).

O fato da suplementação com levedura viva não ter influenciado na ingestão e na digestibilidade, pode estar relacionado com os mecanismos de ação da levedura com os demais microrganismos presentes no rúmen, necessário para melhorar a ingestão, a fermentação ruminal e o aproveitamento dos nutrientes (Obeidat et al., 2017).

Estudos sobre a suplementação de levedura viva para pequenos ruminantes demonstram que os resultados contraditórios obtidos em relação ao desempenho produtivo, a ingestão e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, estão relacionados com as

diferentes cepas de leveduras utilizadas, número de células viáveis, dosagem e a frequência de administração (Cömert et al., 2015; Obedait et al., 2017).

4.2 *Parâmetros sanguíneos*

A redução da CMHC obtida com a suplementação de LSC pode estar relacionada com a quantidade de hemoglobina presente na hemácia (Polizopoulou, 2010). Apesar da utilização de probióticos influenciar benéficamente a imunidade através das células do sistema imunológico (Wang et al., 2017), neste experimento a utilização de levedura viva não alterou o leucograma.

As plaquetas são fragmentos do citoplasma liberados na corrente sanguínea com função de manutenção da hemostasia primária (Polizopoulou, 2010). Para caprinos, a contagem média de plaquetas pode ser superior em cabritos comparado com cabras adultas, por causa da maior produção de trombopoietina (hormônio glicoproteico) em animais jovens (Habibu et al., 2017). Isso pode explicar os valores obtidos no presente trabalho, que foram superiores ao estabelecido para caprinos (Feldman et al., 2000).

A concentração de proteína total e glicose sérica não foram alteradas com a suplementação. Do mesmo modo, a suplementação de levedura viva para cabritos e cordeiros permaneceram inalterados para proteína total (Panwar et al., 2019) e os níveis de glicose no sangue (Issakowicz et al., 2013; Panwar et al., 2019; Mousaie, 2021). Essa baixa variação da glicose plasmática pode ser pelos fatores como os mecanismos homeostáticos que controlam a glicemia, e os tecidos utilizam os ácidos graxos livres como fonte de energia, produzindo alta gliconeogênese (Peixoto e Osório, 2007).

Apesar de Mousaie (2021) suplementando levedura enriquecida com selênio na dieta de cordeiros ter observado aumento considerável na capacidade antioxidante em relação a dieta controle, no presente estudo a utilização de LSC não alterou a capacidade antioxidante plasmática. Da mesma forma, Mandour et al. (2020) ao avaliarem o uso da levedura enriquecida com selênio na dieta em caprinos não verificaram diferença nas concentrações de antioxidantes no sangue.

A discrepância entre os estudos está relacionada com a diferença de raça, sexo, idade, condições fisiológicas e ambientais, e pela dose e fonte selênio (Shi et al., 2017; Mousaie, 2021). Por meio da capacidade antioxidante pode-se determinar se a levedura viva *S. cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E atuou de forma benéfica no *status* antioxidante do sangue dos animais (Shi et al., 2017; Wang et al., 2019; Mousaie, 2021).

4.3 Características quantitativas da carcaça e qualitativas do lombo e da paleta

A suplementação de LSC não alterou as características quantitativas da carcaça, assim como o pH inicial e pH 24 h após o abate. De forma geral, o pH da carne 24 h após o abate ficou entre os valores aceitáveis de 5,4 e 5,8 para caprinos (Puolanne, 2017). O pH da carne é considerado um dos fatores a ser avaliado com maior importância visto que ele está envolvido na transformação do músculo em carne (Oliveira et al., 2015). O pH avaliado 24 h após o abate influencia em outros parâmetros, como as perdas por cocção e a força de cisalhamento, além da cor, sabor, suculência e do cheiro (Silva et al., 2016).

Com exceção da variável costilhar, o rendimento dos cortes comerciais não foi influenciado pelas dietas, visto que não houve diferença no peso ao abate. O mesmo

comportamento foi observado em relação as paletas e lombos, o percentual de músculo, osso e gordura. No entanto, para a composição química dos lombos, o teor de lipídeos aumentou com a suplementação de levedura viva.

As perdas por cocção e a força de cisalhamento são influenciados pelo pH da carne (Silva et al., 2016). Quanto menor as perdas por cocção, maior será o teor de suculência da carne (Liotta et al., 2020). Além disso, a força de cisalhamento pode ser definida como macia quando os valores estiverem abaixo de 5 kgf/cm² (Webb et al., 2005). Diante disso, pode-se considerar os resultados obtidos como carne macia (3,874 e 3,880 kgf/cm², para controle e suplementação, respectivamente).

Os parâmetros de AOL e a capacidade antioxidante do músculo *Longissimus lumborum* foram semelhantes com ou sem a suplementação de LSC. Suganthi et al. (2019) relataram não haver diferença na qualidade oxidativa da carne ao suplementar levedura selenizada para cordeiros, corroborando com o presente estudo. É possível que o selênio orgânico tenha sido incorporado nos tecidos, tornando-se selenoproteínas não funcionais, não sendo utilizado para aumentar a atividade da glutathione peroxidase (Juniper et al., 2008).

5. Conclusão

A suplementação de levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio, e vitamina E na dieta de cabritos mestiços Boer x Saanen, não apresenta efeitos relevantes sobre o desempenho, a ingestão, a digestibilidade e as características quantitativas de carcaça e qualitativas do lombo e da paleta.

Referências

- Aditia, M., Sunarso, S., Sevilla, C.C., Angeles, A.A., 2014. Growth performance and mineral status on goats (*Capra hircus*) supplemented with zinc proteinate and selenium yeast. Int. J. Sci. Eng. 7,124-129. <https://doi.org/10.12777/ijse.7.2.124-129>.
- Alhidary, I.A., Shini, S., Al Jassim, R.A.M., Abudabos, A.M., Gaughan, J.B., 2015. Effects of selenium and vitamin E on performance, physiological response, and selenium balance in heat-stressed sheep. J. Anim. Sci. 93, 576–588. <https://doi.org/10.2527/jas2014-8419>.
- Amin, A.B., Mao, S., 2021. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. Anim. Nutr. 7, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.005>.
- AOAC., 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA.
- Aremmt, M.K., Mohammed, T.R., Alrawi, S.T.J., 2019. Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supported by selenium and zinc on lipid profile of local sheep males. Anbar J. Vet. Sci. 12, 89-96. <https://doi.org/10.37940/AJVS.2019.12.1.10>.
- Arowolo, M.A., He, J., 2018. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. Anim. Nutr. 4, 241-249. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.010>.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.L.W.T., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. Wiss. Technol., 28, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

- Brasil., 2000. Instrução Normativa Nº 03, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue.
- Cartaxo, F.Q., Leite, M.L.D.M.V., Sousa, W.H., Viana, J.A., Rocha, L.P., 2013. Desempenho bioeconômico de cabritos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 14, 224-232. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000100021>.
- Cezar, M.F., Sousa, W.H., 2007. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: Agropecuária Tropical, 147 p.
- Cochran, R.C., Adams, D.C., Wallace, J.D., Galyean, M.L., 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. J. Anim. Sci. 63, 1476-1483. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351476x>.
- Combs, G.F., McClung, J.P., 2016. The vitamins: Fundamental aspects in nutrition and health. 5ed. Elsevier: Academic Press, Ithaca. 630p.
- Cömert, M., Şayan, Y., Özelçam, H., Baykal, G.Y., 2015. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and anhydrous ammonia treatment of wheat straw on in-situ degradability and, rumen fermentation and growth performance of yearling lambs. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 28, 639-646. <https://dx.doi.org/10.5713%2Fajas.14.0757>.
- Erel O., 2004. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. Clin. Biochem. 37, 277-285. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2003.11.015>.
- Feldman, B.F., Zinkl, J.G., Jain, N.C., 2000. Schalm's veterinary hematology. Philadelphia. 1344p.

- Goff, J.P., 2018. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid–base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. *J. Dairy Sci.* 101, 2763-2813. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13112>.
- Habibu, B., Abdullahi, A., Yaqub, L.S., Makun, H.J., Kawu, M.U., 2017. Variations in platelet count and Total protein in relation to differences in sex, age, breed and reproductive status of goats during the cold-dry season (Harmattan). *J. Dairy Vet. Anim. Res.* 5, 89-94. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2017.05.00141>.
- Issakowicz, J., Bueno, M.S., Sampaio, A.C.K., Duarte, K.M.R., 2013. Effect of concentrate level and live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on Texel lamb performance and carcass characteristics. *Livest. Sci.* 155, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.04.001>.
- Jiang, Y., Ogunade, I.M., Qi, S., Hackmann, T.J., Staples, C.R., Adesogan, A.T., 2017. Effects of the dose and viability of *Saccharomyces cerevisiae*. 1. Diversity of ruminal microbes as analyzed by Illumina MiSeq sequencing and quantitative PCR. *J. Dairy Sci.* 100, 325-342. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11263>.
- Juniper, D.T., Phipps, R.H., Ramos-Morales, E., Bertin, G., 2008. Effect of dietary supplementation with selenium-enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86, 3100-3109. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0595>.
- Kumar, N., Garg, A.K., Dass, R.S., Chaturvedi, V.K., Mudgal, V., Varshney, V.P., 2009. Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 153, 77-87. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.06.007>.

- Liotta, L., Chiofalo, V., Lo Presti, V., Chiofalo, B., 2020. Effect of production system on growth performances and meat traits of suckling Messinese goat kids. *Ital. J. Anim. Sci.* 19, 245-252. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1726832>.
- Mandour, A.S., Samir, H., El-Beltagy, M.A., Abdel-Daim, M.M., Izumi, W., Ma, D., Matsuura, K., Watanabe, G., 2020. Effect of supra-nutritional selenium-enriched probiotics on hematobiochemical, hormonal, and Doppler hemodynamic changes in male goats. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27, 19447-19460. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08294-2>.
- Mousaie, A., 2021. Dietary supranutritional supplementation of selenium-enriched yeast improves feed efficiency and blood antioxidant status of growing lambs reared under warm environmental condition. *Trop. Anim. Health Prod.* 53, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02588-4>.
- National Research Council – NRC 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. National Academy Press, Washington-DC.
- Obeidat, B.S., 2017. The effects of feeding olive cake and *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on performance, nutrient digestibility and blood metabolites of Awassi lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 231, 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.07.006>.
- Oliveira, C.H.A., Silva, A.M., Silva, L.M., Van Tilburg, M.F., Fernandes, C.C.L., Moura, A.A., Moreno, F.B.M.B., Monteiro-Moreira, A.C.O., Moreira R.A., Bezerra, F.J., Rondina, D., 2015. Meat quality assessment from young goats fed for long periods with castor de-oiled cake. *Meat Sci.* 106, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.03.008>.

- Panwar, R.S., Patil, A.K., Jain, R.K., Baghel, R.P.S., Mehta, M.K., Keshri, A., 2019. Effect of dietary incorporation of *Saccharomyces cerevisiae* (CNCMI-1077) on feed intake, nutrient utilization and blood biochemical profile in indigenous goat kids. *Int. J. Livest. Res.* 9, 198-205. <http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20191018094800>.
- Peixoto, L.A.O., Osório, M.T.M., 2007. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. *Rev. Bras. Agroc.* 13, 299-304. <https://doi.org/10.18539/cast.v13i3.1376>.
- Polizopoulou, Z.S., 2010. Haematological tests in sheep health management. *Small Rumin. Res.* 92, 88-91. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.015>.
- Puolanne, E., 2017. Development in our understanding of water-holding capacity in meat. In: P.P. Purslow (Ed.), *New aspects of meat quality: from genes to thics*, Woodhead Publishing, Cambridge, 167-187.
- Rasband, W.S., 2004. ImageJ. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA.
- 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, 1-4.
- Sañudo, C., Sierra, I., 1986. Calidad de la canal em la especie ovina. *Ovino.* 11, 127- 157.
- Sethy, K., Dass, R.S., Perme, B., Mishra, A., Swain, P.S., 2014. Effect of selenium yeast and vitamin e supplementation on serum minerals and vitamin profile in male goats (*Capra hircus*). *Indian J. Anim. Nutr.* 31, 143-147.
- Shareef, M.A., Mohammed, T.R., Alrawi, H.M., 2019. Effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) enhanced with selenium or zinc on the hematological characteristics in Iraqi does. *Anbar J. Vet. Sci.* 12, 75-81. <https://doi.org/10.37940/AJVS.2019.12.2.9>.

- Shi, L., Ren, Y., Zhang, C., Yue, W., Lei, F., 2017. Effects of maternal dietary selenium (Se-enriched yeast) on growth performance, antioxidant status and haemato-biochemical parameters of their male kids in Taihang Black goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 231, 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.07.002>.
- Shi, L., Xun, W., Yue, W., Zhang, C., Ren, Y., Shi, L., Wang, Q., Yang, R., Lei, F., 2011. Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats. *Small Rumin. Res.* 96, 49-52. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.11.005>.
- Silva, T.M., Medeiros, A.N., Oliveira, R.L., Gonzaga Neto, S., Queiroga, R.D.C.D.E., Ribeiro, R.D.X., Leão, A.G., Bezerra, L. R., 2016. Carcass traits and meat quality of crossbred Boer goats fed peanut cake as a substitute for soybean meal. *J. Anim. Sci.* 94, 2992-3002. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0344>.
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>.
- Souza, C.M.S.D., Medeiros, A.N.D., Costa, R.G., Pereira, E.S., Azevedo, P.S.D., Lima Júnior, V.D., Souza, A.P., 2015. Características da carcaça e componentes não integrantes da carcaça de caprinos Canindé suplementados na Caatinga. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 16, 723-735. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000300022>.
- Suganthi, R.U., Ghosh, J., Malik, P.K., Awachat, V.B., Krishnamoorthy, P., Pal, D.T., Nongkhlaw, S.S., 2019. Effect of dietary organic selenium (Se) on immune response, hepatic antioxidant status, selenoprotein gene expression and meat oxidative stability in lambs. *J. Anim. Feed Sci.* 28, 138-148. <https://doi.org/10.22358/jafs/109283/2019>.

- Teixeira, I.A.M.A., Härter, C.J., Pereira Filho, J.M., Silva Sobrinho, A.G., Resende, K.T., 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>.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Vyncke, W., 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fett. Seifen. Anstrichm.* 72, 1084–1087. <https://doi.org/10.1002/lipi.19700721218>.
- Wang, Y., Wu, Y., Wang, Y., Xu, H., Mei, X., Yu, D., Wang, Y., Li, W., 2017. Antioxidant properties of probiotic bacteria. *Nutr.* 9, 521. <https://doi.org/10.3390/nu9050521>.
- Wang, Z., Tan, Y., Cui, X., Chang, S., Xiao, X., Yan, T., Wang, H., Hou, F., 2019. Effect of different levels of selenium yeast on the antioxidant status, nutrient digestibility, selenium balances and nitrogen metabolism of Tibetan sheep in the Qinghai-Tibetan Plateau. *Small Rumin. Res.* 180, 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.10.001>.
- Webb, E.C., Casey, N.H., Simela, L., 2005. Goat meat quality. *Small Rumin. Res.* 60, 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.009>.
- Wheeler, T.L., Schackelford, S.D., Koohmarie, M., 2007. Beef *longissimus* slice shear force measurement among steak locations and institutions. *J. Anim. Sci.* 85, 2283-2289. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-736>.
- Zhu, Q.Y., Hackman, R.M., Ensunsa, J.L., Holt, R.R., Keen, C.L., 2002. Antioxidative activities of oolong tea. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6929–6934.

Tabela 1. Ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e nutrientes digestíveis totais em cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
PV (kg)	27,071 ± 1,287	26,071 ± 0,551	26,571	0,687	0,489
IMS (%PV)	3,10 ± 0,08	3,05 ± 0,07	3,07	0,052	0,644
Ingestão (kg/d)					
Matéria seca	0,835 ± 0,033	0,794 ± 0,024	0,814	0,020	0,335
Matéria orgânica	0,783 ± 0,031	0,742 ± 0,023	0,762	0,019	0,299
Proteína bruta	0,121 ± 0,004	0,116 ± 0,004	0,119	0,003	0,381
Extrato etéreo	0,032 ± 0,001	0,031 ± 0,001	0,031	0,001	0,515
Fibra em detergente neutro	0,212 ± 0,010	0,196 ± 0,006	0,204	0,006	0,177
Carboidratos totais ¹	0,631 ± 0,025	0,595 ± 0,018	0,613	0,016	0,272
Carboidratos não fibrosos ²	0,419 ± 0,016	0,399 ± 0,013	0,409	0,010	0,347
Nutrientes digestíveis totais	0,599 ± 0,025	0,577 ± 0,017	0,588	0,015	0,474
Digestibilidade (g/kg)					
Matéria seca	704,87 ± 7,39	713,74 ± 6,30	709,31	0,483	0,378
Matéria orgânica	719,38 ± 7,23	731,46 ± 7,15	725,42	0,516	0,258
Proteína bruta	620,56 ± 11,53	640,33 ± 7,49	630,45	0,715	0,177
Extrato etéreo	879,48 ± 4,00	885,40 ± 6,66	882,44	0,382	0,460
Fibra em detergente neutro	482,99 ± 18,15	505,82 ± 20,89	494,41	1,367	0,426
Carboidratos totais ¹	730,65 ± 7,76	741,54 ± 9,12	736,10	0,595	0,380
Carboidratos não fibrosos ²	855,60 ± 5,25	856,91 ± 7,47	856,26	0,439	0,887
Nutrientes digestíveis totais	717,82 ± 7,02	726,73 ± 7,12	722,28	0,496	0,389

IMS%PV: ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo; ¹Estimado de acordo com Sniffen et al. (1992). ²Estimado de acordo com Van Soest et al. (1991). EPM: erro padrão da média; médias acompanhadas de letras na mesma linha diferem ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Desempenho produtivo de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
Peso vivo inicial (kg)	19,343 ± 0,829	19,686 ± 0,649	19,510	0,508	0,750
Peso vivo final (kg)	30,800 ± 0,687	30,129 ± 0,688	30,460	0,476	0,503
Ingestão de matéria seca (kg/dia)	0,941 ± 0,049	0,971 ± 0,036	0,956	0,030	0,633
Idade ao abate (dias)	198,29 ± 11,32	193,00 ± 9,46	195,64	7,125	0,726
Dias de confinamento	88,43 ± 10,62	84,43 ± 9,09	86,43	6,747	0,780
Ganho de peso total (kg)	11,457 ± 0,874	10,443 ± 0,607	10,950	0,531	0,360
Ganho de peso diário (kg)	0,136 ± 0,011	0,129 ± 0,008	0,132	0,006	0,610
Conversão alimentar (kg)	7,030 ± 0,250	7,670 ± 0,340	7,350	0,220	0,160
Eficiência alimentar (kg)	0,143 ± 0,005	0,132 ± 0,005	0,138	0,004	0,143

EPM: erro padrão da média; médias acompanhadas de letras na mesma linha diferem ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Parâmetros sanguíneos de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
Eritrograma					
Eritrócitos (milh μL^{-1})	21,53 \pm 0,55	21,87 \pm 0,46	21,70	0,35	0,641
Hemoglobina (g dL^{-1})	12,56 \pm 0,32	13,87 \pm 0,73	13,21	0,42	0,126
Hematócrito (%)	33,00 \pm 1,21	38,57 \pm 2,08	36,00	1,36	0,054
VCM (fL)	15,50 \pm 0,45	17,67 \pm 1,01	16,61	0,61	0,079
CMHC (%)	37,70 \pm 0,55 a	35,99 \pm 0,21 b	36,83	0,37	0,014
Leucograma					
Leucócitos (μL^{-1})	9.229 \pm 0,769	10.014 \pm 0,642	9.621	0,49	0,448
Segmentados (μL^{-1})	4.521 \pm 0,496	4.514 \pm 0,448	4.517	0,32	0,992
Linfócitos (μL^{-1})	4.587 \pm 0,690	5.409 \pm 0,628	4.998	0,46	0,396
Monócitos (μL^{-1})	60 \pm 21,63	48,29 \pm 22,97	54,14	15,24	0,717
Eosinófilos (μL^{-1})	49 \pm 28,27	43,14 \pm 21,17	46,07	16,99	0,871
Plaquetas (μL^{-1})	1020 \pm 120,2	1170 \pm 109,9	1095	81,0	0,376
Proteína Total (g dL^{-1})	6,74 \pm 0,28	6,31 \pm 0,18	6,53	0,17	0,224
Glicose (mg/dL)	66,57 \pm 1,45	68,36 \pm 1,90	67,46	1,17	0,469
Antioxidantes					
ABTS (%) ¹	12,99 \pm 1,02	11,01 \pm 1,09	12,00	0,77	0,209
DPPH (%) ²	57,35 \pm 0,89	58,76 \pm 0,61	58,05	0,55	0,214

Valores de referência: Eritrócitos ou Hemáceas: 8,00 a 18,00 x 10⁶ μL ; Hemoglobina: 8,0 a 12,0 g/dL; Hematócrito: 22 a 38%; VCM (volume corpuscular médio): 16,0 a 25,0 fL; CMHC (concentração média de hemoglobina corpuscular): 30,0 a 36,0 g/dL; 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 ; Eosinófilos: 50 a 650 μL ; Basófilos: 0 a 120 μL ; Contagem de plaquetas: 300.000 a 600.000 μL ; Proteína total: 6,00 a 7,50 g/dL; Fonte dos valores de referência de acordo com Feldman et al. (2000). ABTS¹: 2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]; DPPH²: 1,2-difenilpicrilhidrazil. EPM: erro padrão da média.

Tabela 4. Características quantitativas da carcaça de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
Peso vivo ao abate (kg)	30,80 ± 0,69	30,13 ± 0,69	30,464	0,476	0,503
Peso vivo vazio (kg)	26,832 ± 0,572	26,551 ± 0,607	26,691	0,403	0,742
Peso carcaça quente (kg)	14,164 ± 0,282	13,921 ± 0,464	14,043	0,263	0,663
Peso carcaça fria (kg)	13,771 ± 0,285	13,450 ± 0,412	13,611	0,245	0,533
Rendimento comercial carcaça (%)	44,75 ± 0,64	44,64 ± 0,91	44,70	0,54	0,924
Rendimento verdadeiro carcaça (%)	52,83 ± 0,68	52,37 ± 0,78	52,60	0,50	0,670
Perda por resfriamento (%)	2,78 ± 0,47	3,32 ± 0,80	3,05	0,45	0,572
pH 45'	6,50 ± 0,06	6,52 ± 0,10	6,51	0,06	0,835
pH 24	5,78 ± 0,14	5,85 ± 0,15	5,81	0,10	0,729
Índice compacidade carcaça (kg/cm)	0,27 ± 0,004	0,26 ± 0,009	0,27	0,004	0,779
Índice compacidade perna (cm)	0,63 ± 0,062	0,62 ± 0,017	0,62	0,011	0,903

EPM: erro padrão da média.

Tabela 5. Proporções e rendimentos dos cortes comerciais de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
Peso em kg dos cortes da meia-carcaça					
Paleta	1,454 ± 0,042	1,431 ± 0,034	1,443	0,026	0,692
Pescoço	0,561 ± 0,048	0,626 ± 0,052	0,594	0,035	0,380
Perna	1,890 ± 0,126	2,116 ± 0,091	2,003	0,081	0,172
Costilhar	1,889 ± 0,081 a	1,626 ± 0,044 b	1,758	0,057	0,015
Lombo	0,925 ± 0,026	0,866 ± 0,045	0,895	0,026	0,276
Porcentagem dos cortes em relação à meia-carcaça					
Paleta	21,04 ± 0,56	21,19 ± 0,56	21,12	0,38	0,856
Pescoço	8,12 ± 0,67	9,19 ± 0,61	8,66	0,46	0,258
Perna	27,47 ± 2,00	31,18 ± 0,62	29,32	1,13	0,102
Costilhar	27,30 ± 0,92 a	24,06 ± 0,62 b	25,68	0,70	0,013
Lombo	13,39 ± 0,35	12,79 ± 0,57	13,09	0,33	0,392

EPM: erro padrão da média; médias acompanhadas de letras na mesma linha diferem ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Porcentagem de osso, músculo e gordura, e a composição centesimal da paleta de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
Paleta (kg)	1,446 ± 0,041	1,421 ± 0,029	1,434	0,020	0,639
Músculo (%)	63,55 ± 0,77	64,54 ± 0,75	64,05	0,53	0,373
Osso (%)	20,23 ± 0,50	19,12 ± 0,78	19,67	0,47	0,252
Gordura (%)	12,40 ± 1,29	13,00 ± 1,46	12,70	0,94	0,763
Resíduo (%)	1,69 ± 0,31	0,95 ± 0,14	1,32	0,19	0,051
Perdas (%)	2,12 ± 0,54	2,39 ± 0,37	2,26	0,32	0,694
Músculo: Osso	3,156 ± 0,099	3,407 ± 0,131	3,281	0,090	0,152
Músculo: Gordura	5,607 ± 0,787	5,316 ± 0,555	5,461	0,460	0,767
Composição química (g/kg)					
Umidade	789,12 ± 2,17	786,84 ± 5,00	787,99	2,63	0,683
Proteína	193,01 ± 3,87	193,36 ± 1,43	193,19	1,98	0,935
Lipídeos	32,14 ± 1,48	34,90 ± 2,26	33,52	1,35	0,328
Matéria mineral	10,70 ± 0,17	10,50 ± 0,13	10,60	0,11	0,366

EPM: erro padrão da média; médias acompanhadas de letras na mesma linha diferem ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 7. Porcentagem de osso, músculo e gordura, e a composição centesimal do lombo de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
Lombo (kg)	0,579 ± 0,032	0,536 ± 0,039	0,558	0,030	0,416
Músculo (%)	60,11 ± 1,28	61,24 ± 2,96	60,68	1,55	0,730
Osso (%)	23,09 ± 1,40	21,64 ± 2,65	22,37	1,45	0,635
Gordura (%)	13,32 ± 2,10	12,58 ± 2,05	12,95	1,42	0,805
Resíduo (%)	2,13 ± 0,39	3,24 ± 0,33	2,69	0,29	0,051
Perdas (%)	1,35 ± 0,24	1,29 ± 0,58	1,32	0,30	0,931
Músculo: Osso	2,661 ± 0,169	3,359 ± 0,788	3,010	0,40	0,404
Músculo: Gordura	5,811 ± 1,524	5,710 ± 0,957	5,761	0,86	0,956
Perdas por cocção (%)	25,04 ± 1,24	25,91 ± 0,82	25,47	0,72	0,571
Força de cisalhamento (kgf)	3,874 ± 0,182	3,880 ± 0,161	3,88	0,12	0,982
Composição química (g/kg)					
Umidade	777,94 ± 4,39	779,66 ± 5,62	778,80	3,44	0,814
Proteína	200,77 ± 2,88	204,27 ± 2,19	202,52	1,81	0,353
Lipídeos	34,57 ± 1,41 b	39,01 ± 1,19 a	36,79	1,08	0,033
Matéria mineral	11,54 ± 0,32	10,93 ± 0,13	11,24	0,19	0,102

EPM: erro padrão da média; médias acompanhadas de letras na mesma linha diferem ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 8. Medidas do músculo *Longissimus lumborum* de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
Área olho de lombo (cm ²)	13,758 ± 0,61	13,214 ± 0,89	13,486	0,52	0,624
Comprimento maior (mm)	49,72 ± 1,93	50,39 ± 2,02	50,05	1,34	0,817
Comprimento menor (mm)	27,77 ± 0,67	24,57 ± 1,72	26,17	0,99	0,108
Espessura de gordura (mm)	0,85 ± 0,09	0,93 ± 0,06	0,89	0,05	0,491
Espessura de gordura maior (mm)	1,35 ± 0,12	1,39 ± 0,08	1,37	0,07	0,813

EPM: erro padrão da média; médias acompanhadas de letras na mesma linha ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 9. Antioxidantes no músculo *Longissimus lumborum* de cabritos mestiços Boer x Saanen suplementados ou não com levedura viva *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com zinco, selênio e vitamina E na dieta

Variáveis	Dietas		Média	EPM	p valor
	Controle	Levedura			
ABTS (%)	47,29 ± 2,57	44,95 ± 1,46	46,12	1,45	0,445
DPPH (%)	16,73 ± 0,90	16,17 ± 0,91	16,45	0,62	0,668
TBARS (mg MDA/kg)	0,46 ± 0,06	0,42 ± 0,02	0,44	0,03	0,555
Poder redutor (mg EAG/g)	0,21 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,22	0,01	0,240

ABTS: 2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]; DPPH: 1,2-difenilpicrilhidrazil; TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico expresso em malondialdeído. Poder redutor: equivalente ao ácido gálico por grama. EPM: erro padrão da média; médias acompanhadas de letras na mesma linha diferem ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.