

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
***CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GILBERTO HENRIQUE SIMÕES

UTILIZAÇÃO DE CULTURA DE LEVEDURA *Saccharomyces cerevisiae*
EM VACAS DURANTE PERÍODO PRÉ E PÓS-PARTO

Marechal Cândido Rondon – PR

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
***CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GILBERTO HENRIQUE SIMÕES

UTILIZAÇÃO DE CULTURA DE LEVEDURA *Saccharomyces cerevisiae*
EM VACAS DURANTE PERÍODO PRÉ E PÓS-PARTO

Tese de doutorado apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - na Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.
Orientadora: Profª. Dra. Maximiliane Alavarse Zambom
Coorientador: Dr. Alexandre Henryli de Souza

Marechal Cândido Rondon - PR

2024

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Simões, Gilberto Henrique
UTILIZAÇÃO DE CULTURA DE LEVEDURA *Saccharomyces cerevisiae*
EM VACAS DURANTE PERÍODO PRÉ E PÓS-PARTO. / Gilberto Henrique
Simões; orientador Maximiliane Alavarase Zambom; coorientador
Alexandre Henryli de Souza. -- Marechal Cândido Rondon, 2024.
85 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) --
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2024.

1. cultura de levedura. 2. pré-parto. 3. lactação. I.
Zambom, Maximiliane Alavarase, orient. II. Souza, Alexandre
Henryli de, coorient. III. Título.

GILBERTO HENRIQUE SIMÕES

Utilização de cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae* em vacas durante o período pré e pós-parto


Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura”, APROVADO pela seguinte Banca Examinadora:

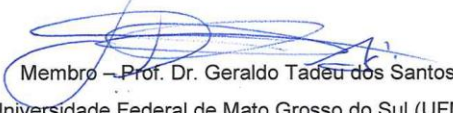

Orientadora / Presidente – Prof.ª Dr.ª Maximiliane Alavarse Zambom

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - Campus de Mal. Cândido Rondon


Membro – Prof. Dr. Ériton Egidio Lisboa Valente

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - Campus de Mal. Cândido Rondon


Membro – Prof.ª Dr.ª Caroline Hoscheid Werle
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)


Membro – Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Membro – Prof.ª Dr.ª Deise Dalazen Castagnara (*participação remota síncrona*)
Universidade Federal do Pampa (Unipampa) – Campus Uruguaiana

Marechal Cândido Rondon, 6 de setembro de 2024.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – MESTRADO E DOUTORADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO ANIMAL
LINHA DE PESQUISA: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE RUMINANTES / FORRAGICULTURA

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA EM BANCA EXAMINADORA
DE TESE DE DOUTORADO NA
UNIOESTE – CAMPUS DE MAL. CÂNDIDO RONDON

Às 8h30min do dia 06/09/2024, participei de forma remota e síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da Banca Examinadora de Tese de **GILBERTO HENRIQUE SIMÕES**, discente de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Mal. Cândido Rondon, referente ao trabalho intitulado “**Utilização de cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae* em vacas durante o período pré e pós-parto**”.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo candidato, formalizo para fins de registro, por meio deste documento, minha decisão de que o candidato pode ser considerado **APROVADO**.

Atenciosamente,

Deise D. Castagnara

Prof.ª Dr.ª Deise Dalazen Castagnara

deisecastagnara@unipampa.edu.br

CPF nº 038.945.969-02

Doutora em Agronomia (2012) pela Unioeste – *Campus* de Mal. Cândido Rondon

Universidade Federal do Pampa (Unipampa) – *Campus* de Uruguaiana

BR 472 - Km 592 - Centro

97501-970 – Uruguaiana / RS.

A Deus,

*A minha família, Carol(esposa e amiga) e Maria Valentina (filha), pelo suporte e
amor incondicional,
E a todos que participaram desta conquista.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar e proteger a vida de todos que creem, em especial a da minha família e amigos.

À minha família, esposa Caroline e a minha princesa Maria Valentina, por todo o carinho, amor incondicional, paciência e apoio durante todos estes anos.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela disponibilidade de realização deste trabalho, ensino público de qualidade, fonte de conhecimento e difusora de pesquisa.

À Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom, pela amizade, respeito, ensinamentos, paciência, e por sempre se fazer presente sem medir qualquer esforço; minha “mãe” de vida acadêmica.

Ao prof. Dr. Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos, pela ajuda, paciência e suporte sempre quando necessário.

A todos os amigos e colegas do QUALHADA, sem exceção, pois esta conquista pertence a todos; onde foi um trabalho duro e complexo, mas realizado com sucesso e mostrando a força e resiliência de todos nesta conquista.

Aos funcionários e colaboradores da fazendinha pela dedicação, contribuição e auxílio nas pesquisas.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram direta e indiretamente nesta conquista.

EPÍGRAFE

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.”

Paulo Freire

UTILIZAÇÃO DE CULTURA DE LEVEDURA *Saccharomyces cerevisiae* EM VACAS DURANTE PERÍODO PRÉ E PÓS-PARTO

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência da inclusão de cultura de levedura na dieta das vacas no pré-parto e durante a lactação para melhorar o desempenho produtivo e a qualidade do leite. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com 40 vacas da Raça Holandesa divididas em dois tratamentos (controle e cultura de levedura) e alimentadas com dietas contendo ração volumoso:concentrado de acordo com o estágio fisiológico. No período pré-parto e lactação avaliou-se a ingestão de matéria seca (IMS), síntese microbiana, pH ruminal e parâmetros sanguíneos; na lactação avaliou-se a produção de leite, composição do leite (gordura, proteína, lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos), nitrogênio ureico do leite (NUL) e contagem de células somáticas (CCS). As vacas suplementadas com levedura apresentaram maior produção de leite, com melhorias significativas na lactose e redução na CCS, e sem diferenças significativas para os teores de gordura, proteína e sólidos totais no leite. Os animais com suplementação de cultura de levedura apresentaram 2,03 kg/dia na produção de leite, e a ordem de parto obtiveram um total de 4,78 e 4,98 kg/dia de leite das múltiparas diante das primíparas respectivamente. Na composição de leite os animais com cultura de levedura obtiveram efeito ($p < 0,05$) com maior nível de lactose (0,113 g/100g) e menor CCS. Quando avaliado a interação ordem de parto x tratamento, as primíparas ($p < 0,05$) obtiveram maior lactose (0,15 g/100g) e menos 160.037 de CCS, frente as múltiparas. Os animais que consumiram cultura de levedura apresentaram efeito tratamento ($p < 0,05$) para ingestão de matéria seca (IMS) com 1,07 kg mais elevada e menores níveis de β -hidrobutirato (β hB) 0,21 mmol/L e pH ruminal 0,11 unidades. A inclusão de cultura de levedura aumentou alanina aminotransferase (ALT) 1,78 mg/dL e diminuiu os níveis de gama glutamil transpeptidase (GGT) para 3,87 mg/dL. Em relação a interação tratamento x fase houve efeito ($p < 0,05$) para β hB para as vacas em fase de lactação alimentadas com cultura de levedura, apresentando média de 0,45 mmol/L menor frente aos animais do tratamento controle. Não foram evidenciados efeitos do tratamento e interação tratamento x fase ($p > 0,05$) perante a síntese microbiana. A análise da curva de lactação demonstrou maior persistência produtiva e melhor saúde da glândula mamária nas vacas com adição da cultura de levedura.

Conclui-se que a suplementação com cultura de levedura é uma estratégia eficaz para otimizar a IMS, parâmetros sanguíneos, produção de leite e a saúde das vacas em lactação.

Palavras-chave: ingestão de matéria seca, produção de leite, qualidade do leite, *Saccharomyces cerevisiae*,

.

USE OF YEAST CULTURE *Saccharomyces cerevisiae* IN COWS DURING THE PRE AND POST PARTUM PERIOD

ABSTRACT

The objective was to evaluate the efficiency of including yeast culture in the diet of cows pre-partum and during lactation to improve productive performance and milk quality. A randomized block design was used, with 40 Holstein cows divided into two treatments (control and yeast culture) and fed with diets containing a forage:concentrate ratio according to their physiological stage. In the pre-partum and lactation period, dry matter intake (DMI), microbial synthesis, rumen pH and blood parameters were evaluated; during lactation, milk production, milk composition (fat, protein, lactose, total solids and non-fat solids), milk urea nitrogen (NUL) and somatic cell count (SCC) were evaluated. Cows supplemented with yeast showed greater milk production, with significant improvements in lactose and reduction in SCC, and without significant differences in fat, protein and total solids content in milk. The animals with yeast culture supplementation showed 2.03 kg/day in milk production, and the birth order obtained a total of 4.78 and 4.98 kg/day of milk from the multiparous compared to the primiparous, respectively. In the milk composition, animals with yeast culture had an effect ($P < 0.05$) with a higher level of lactose (0.113 g/100g) and lower SCC. When evaluating the order of delivery x treatment interaction, primiparous women ($P < 0.05$) obtained higher lactose (0.15 g/100g) and 160,037 less CCS, compared to multiparous women. Animals that consumed yeast culture showed a treatment effect ($P < 0.05$) for dry matter intake (DMI) with 1.07 kg higher and lower levels of β -hydrobutyrate (β hB) 0.21 mmol/L and pH rumen 0.11 units. Inclusion of yeast culture increased alanine aminotransferase (ALT) to 1.78 mg/dL and decreased gamma glutamyl transpeptidase (GGT) levels to 3.87 mg/dL. Regarding the treatment x phase interaction, there was an effect ($P < 0.05$) for β hB for lactating cows fed with yeast culture, showing an average of 0.45 mmol/L lower compared to animals in the control treatment. There were no effects of treatment or treatment x phase interaction ($P > 0.05$) regarding microbial synthesis. Lactation curve analysis demonstrated greater productive persistence and better mammary gland health in cows with the addition of yeast culture. It is concluded that supplementation with yeast culture is an effective strategy to optimize DMI, blood parameters, milk production and the health of lactating cows.

Key-words: dry matter intake, milk production, milk quality, *Saccharomyces cerevisiae*.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. Revisão de literatura	14
2.1 Período de transição	14
2.2 Manejo Nutricional	15
2.2.1 Ingestão de matéria seca	15
2.2.2 Escore de condição corporal.....	17
2.2.3 Digestibilidade, síntese microbiana e parâmetros ruminais.....	18
2.3 Perfil metabólico e sanguíneo	20
2.4 Curva de lactação	22
2.5 Composição do leite.....	24
2.6 Aditivos.....	25
2.6.1 Leveduras	26
2.7 Referências.....	30
 3. IMPACTO DA CULTURA DE LEVEDURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO, COMPOSIÇÃO DO LEITE E CURVA DE LACTAÇÃO.....	 41
3.1 Introdução	43
3.2 Material e Métodos.....	44
3.2.1 Análise estatística.....	47
3.3 Resultados e Discussão	49
3.4 Conclusão	58
3.5 Referências	59
 4. EFEITO DA CULTURA DE LEVEDURA NA SÍNTESE MICROABIANA, PARAMETROS SANGUINEOS E PH RUMINAL DURANTE PRÉ-PARTO E LACTAÇÃO	 63
4.1 Introdução	65
4.2 Material e Métodos.....	66
4.2.1 Análise estatística.....	70
4.3 Resultados e Discussão	72
4.5 Conclusão	81
4.6 Referências	82

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da cadeia produtiva leiteira vem passando inúmeras transformações nos últimos anos, evidenciando as habilidades com progressão tecnológica e produtiva de maneira sólida e eficiente; contribuindo significativamente para a economia brasileira (GONÇALVES et al., 2023).

A produção brasileira de leite atingiu um volume expressivo com mais de 34 bilhões de litros no ano de 2023, se colocando como o terceiro maior produtor mundial; atuando em 98% dos municípios e empregando cerca de 4 milhões de pessoas com um pouco mais de 1 milhão de propriedades produtoras (MAPA, 2023). De acordo com IBGE (2022), o Brasil possui uma quantidade de 15.740.153 animais ordenhados, com Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul os Estados com maior representatividade produtiva respectivamente. Na última década, alguns desafios veem sendo enfrentados pela pecuária leiteira nacional, dentre alguns deles o aumento de custos produtivos, mercado consumidor preocupado com a segurança alimentar, bem-estar animal e os impactos agropecuários no meio ambiente (PEREIRA & MALAGOLLI, 2017).

Entre as várias alternativas para beneficiar as estratégias produtivas, os aditivos à base de *Saccharomyces cerevisiae* destacaram-se nos últimos anos, os quais possuem como objetivo intensificar a produção e beneficiar a saúde animal (SHURSON, 2018).

As leveduras *S. cerevisiae* são utilizadas para modulação do ambiente ruminal, e influenciam consideravelmente benefícios como: estabilizar o pH ruminal, melhorar a digestão de fibras, aumentar o fluxo de nutrientes pós ruminal, eficiência produtiva e estimulação da atividade imunológica (ERASMOS et al 1992; POPPY et al., 2012).

A intensificação da atividade e o aumento produtivo trouxeram impactos e desafios, e com isso o período de transição se demonstra crucial para o desempenho produtivo. Período no qual envolve alterações metabólicas e fisiológicas, durante o período de transição (três semanas que antecedem o parto e até a terceira semana de lactação). As três semanas que antecedem ao parto são marcadas pela redução gradativa da ingestão de matéria seca (IMS) até o parto e durante o período de transição pós-parto os animais enfrentam um balanço energético negativo (BEN) marcado pela diferença entre as exigências nutricionais crescente, devido ao início da lactação e a capacidade de IMS (WANKHADE et al., 2017; LIM et al., 2023). De acordo com Freitas (2015) um dos

princípios para minimizar os efeitos deletérios do período de transição é utilizar estratégias e práticas nutricionais.

Portanto, o presente estudo tem como hipótese que a inclusão de cultura de leveduras durante período pré e pós-parto melhore os índices produtivos, síntese microbiana e perfil metabólico. Objetivou-se, deste modo, avaliar a eficácia da utilização de cultura de levedura no desempenho produtivo, IMS, qualidade do leite, parâmetros sanguíneos e síntese microbiana nas dietas de vacas durante o período pré-parto até 122 dias em lactação.

2. Revisão de literatura

2.1 Período de transição

A compreensão do metabolismo de vacas leiteiras de alta produção tem sido de grande relevância, principalmente durante o período de transição (LAGO et al., 2004). O período de transição é formado por duas fases, a primeira compreende as três semanas que antecedem ao parto e a segunda pelas três primeiras semanas pós-parto, sendo extremamente importante para a saúde, produção e lucratividade das vacas leiteiras (GRUMMER, 1995; DRACLE, 1999).

Alterações fisiológicas e imunológicas significativas ocorrem durante este período, e atender os requisitos nutricionais dos animais é essencial, a fim de diminuir distúrbios metabólicos; os quais se apresenta em um momento de impacto agravado, com a diminuição do IMS e consequentemente, redução dos nutrientes ingeridos (HAVEKES et al., 2020)

A IMS é fundamental no período de transição, e reflete positivamente na produção, evitando a ocorrência de doenças metabólicas no pós-parto e a performance da lactação (PENNER & OBA 2009). Mudanças consideráveis são constatadas durante este período, impactando na IMS, alterações endócrinas, exigências e suplementações nutricionais deficitárias (NASEM, 2021).

Conforme Girma et al (2019) demandas nutricionais crescentes são praticamente impossíveis ou com alta dificuldade de atingimento, devido a restrita IMS, resultando em mobilização lipídica e de tecido muscular para compensar o déficit nutricional das vacas. Neste cenário, problemas no parto são exacerbados, ocorrendo problemas metabólicos, mastites, metrite, retenção de placenta e deslocamento de abomaso. Maximizar a IMS, é crucial para o sucesso deste período, atrelado a técnicas para melhorar o manejo de alimentação, qualidade dos alimentos e água, controle do ambiente, entre outros, garantindo assim bem-estar animal e acesso adequado ao alimento (MOTA et al., 2006).

Desse modo, o período de transição é o momento mais apropriado para a prevenção de doenças metabólicas, além de promover melhoria na produtividade do animal na lactação subsequente (MA et al., 2020; CAIXETA & OMONTESE, 2021). Já Havekes et al. (2020) relataram que dietas formuladas de forma adequada e equilibrada

nos teores de energia, IMS, balanço catiônico-aniônico negativo no pré-parto podem diminuir os riscos de doenças metabólicas no pós-parto.

Todas essas alterações fazem parte de uma cascata de eventos orquestrados ou coordenados no metabolismo dos tecidos corporais para sustentar um estado fisiológico, também conhecido por homeorrese da vaca periparturiente (BAUMAN & CURRIE, 1980). Estas alterações endócrinas fazem parte da biologia natural de vacas periparturientes, necessárias para o parto e lactação, as quais podem ter efeitos deletérios se forem amplificadas pelo manejo inadequado ou minimizados com boas práticas de produção.

2.2 Manejo Nutricional

2.2.1 Ingestão de matéria seca

O manejo nutricional é fundamental para assegurar uma produção de leite e saúde aos animais, independente da categoria animal, possibilitando otimizar resultados de maneira eficiente as exigências nutricionais. A variação do manejo é dependente do tipo de sistema de produção, mas a alimentação balanceada permite que haja máxima ingestão da dieta total com objetivo de otimizar produção, saúde e reprodução (SANTOS, 2011).

Dentre os inúmeros fatores, a IMS é considerado um dos mais determinantes na produção de leite, e componente chave na formulação de dietas. A regulação da ingestão envolve múltiplos mecanismos, a variação e performance dos animais está intimamente ligado com a digestibilidade da dieta ou a eficiência na conversão para energia metabolizável ou líquida (MERTENS, 1997), sendo influenciados pelas características do animal, do alimento e condições de alimentação/arraçoamento.

Alguns conceitos físicos e metabólicos estão ligados na capacidade de alimentação, atividade oxidativa do fígado e a distensão ruminal contribuindo para saciedade e fome por integração de sinais periféricos nos centros cerebrais de alimentação (ALLEN et al., 2009). A variação do ingestão dependerá do nível produtivo e estado fisiológico do animal, impactando com diferentes efeitos e em fases distintas da lactação.

A compreensão do comportamento animal, características fisiológicas / bioquímicas e sobre partições dos nutrientes são cruciais no conhecimento de como a regulação do ingestão pode ocorrer. Determinadas relações têm implicação na IMS, como

produção leite, número de lactações, fase da lactação e reprodução, condição corporal, sistema de produção, níveis nutricionais da dieta, qualidade e digestibilidade dos alimentos, além de fatores fisiológicos e físicos que regulam a ingestão (HRISTOV et al.; 2004) e fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa do ar (MAZUMDER & KUMAGAI, 2006).

O ambiente pode modular com consequências na IMS, dentre os fatores estressantes, manejo inadequado e agrupamento dos animais, espaço de cocho reduzido e dimensionamento de camas no free-stall, com medidas errôneas são fatores que induzem competição. A interferência térmica também é fator crucial na IMS, gerando decréscimos de aproximadamente 1,5 kg na IMS no pré-parto (TAO et al., 2011).

A mensuração do estresse térmico é determinada pelos efeitos combinados de alta temperatura e umidade relativa, agregado em boa parte das vezes com a alta incidência de radiação solar e baixa velocidade do vento, aumentando a quantidade de energia que os animais gastam para dissipar o calor corporal (SOUZA & BATISTA, 2012).

Períodos prolongados a exposição com altas temperaturas comprometem a capacidade dos animais leiteiros de dissipar o excesso de calor corporal, afetando assim a IMS, a produção de leite e a eficiência reprodutiva (CALDERÓN et al., 2022). De acordo com Porcionato et al., (2009), quando o valor de índice de temperatura e umidade (ITU) elevou de 68 para 78, a produção de leite decresceu em 21% e a IMS em 9,6%.

A utilização de total mixed ration (TMR) é uma estratégia de uso comum para melhorar ingestão e desempenho animal, regulando assim a composição da dieta, fornecimento adequado da mesma e propiciando IMS (SILVA et al., 2005). Os bovinos possuem três mecanismos na regulação e ingestão dos alimentos, sendo estes: psicogênico, fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento e ao ambiente; fisiológico, balanço nutricional da dieta, relacionado à manutenção do equilíbrio energético; e físico, associado à capacidade de distensão do rúmen e ao teor de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta (SNIFFEN et al., 1993).

Dentre os numerosos fatores que possuem relação ao estimar a ingestão, têm-se a demanda energética, limitações físicas de enchimento ruminal, taxa de passagem, mastigação e digestibilidade; a digestibilidade permite estimar o valor nutritivo do alimento e a capacidade do animal em utilizar nutrientes, e possuem relação entre a qualidade das forragens e digestibilidade do FDN, pois influencia a performance animal (MERTENS, 1997; OBA & ALEN, 1998; LEO et al, 2005).

A razão volumoso:concentrado influencia indiretamente na digestibilidade dos alimentos, em virtude das atividades de ingestão e ruminação; e impactados pelo teor de FDN da dieta (QUEIROZ et al., 2001).

2.2.2 Escore de condição corporal

A avaliação de Escore de Condição corporal (ECC) criada por Edmonson et al. (1989) é um método subjetivo para avaliar as reservas corporais (escala de 1 a 5, com variação de 0,25 pontos), sendo usado para verificação das condições adequadas em cada fase da lactação (LI et al., 2024). Além da avaliação do ECC ser uma prática nutricional adotada por muitos, a gestão desta aferição possui implicações na produção de leite, saúde do rebanho, bem-estar animal e rentabilidade da atividade explorada. O interesse no ECC tem grande repercussão devido as inúmeras dificuldades reprodutivas, distúrbios durante o período de transição e bem-estar animal; além de particularidades durante o parto e mudanças no início da lactação que influenciam a saúde e reprodução animal (BEWLEY et al., 2008).

Com o passar do tempo e o melhor conhecimento e estabelecimento dos fatores de produção de leite, reprodução e saúde das vacas, as escalas de ECC tornaram-se mais precisas e o método de avaliação também se estendeu para várias regiões do corpo (ROCHE et al., 2013). A metodologia permite uma melhor compreensão dos mecanismos e processos fisiológicos que ocorrem e relações entre os mesmos, proporcionando otimização e associação dos impactos aos fatores com maiores relações produtivas e de desempenho ao ECC.

De acordo com NASEM (2021) os efeitos e fatores que impactam a IMS incluem modelos lineares e quadráticos da dieta quanto a proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf), relação FDA/FDN e digestibilidade da fibra em detergente neutro da forragem fFDND, como também interações lineares e quadráticas sobre peso corporal e produção de leite, e seus fatores.

O objetivo principal de qualquer programa de nutrição é formular dietas que atendam às necessidades nutricionais dos indivíduos, o animal. Em vacas em fase de lactação, a IMS é impulsionada pela produção de leite, mas pode ser limitado por preenchimento físico e efeitos metabólicos (ALLEN, 2000).

2.2.3 Digestibilidade, síntese microbiana e parâmetros ruminais

No entanto, uma compreensão clara dos animais e fatores dietéticos que influenciam a ingestão, digestibilidade, e suas interações ainda são escassos. A equação usada pelo NRC (2001) para estimar a digestibilidade é baseada no conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) da dieta em manutenção e ingestão expressas como um múltiplo da manutenção. Esta equação pode não descrever adequadamente digestibilidade de vacas leiteiras de alta produção porque a equação usada pelo NRC (2001) foi baseada principalmente em dados obtidos em níveis mais baixos de ingestão. O aumento do tempo de retenção da digesta no rúmen aumenta a digestibilidade total e fornece capacidade adicional tamponante (NASEM, 2021). De acordo com Baudracco et al. (2010), a suplementação concentrada aumenta a ingestão de nutrientes digestíveis, a produção de leite e o rendimento de sólidos do leite de vacas manejadas em regime de pastejo.

Uma das formas de mensuração da produção de ruminantes é através da eficiência microbiana, sendo está estimada pela efetividade da síntese microbiana, evidenciando a importância dos mecanismos de síntese proteica e fatores relacionados (SERRANO et al., 2011). A fermentação ruminal da matéria orgânica da dieta e a síntese da biomassa microbiana são descritos como potenciais indicadores por corresponder 70 a 85% das demandas energéticas e 70 a 100% das proteicas dos ruminantes, mesmo em níveis mais elevados de produção (THIRUMALESH & KIRSHNAMOORTHY, 2013). A proteína microbiana tem importância e está relacionada ao fato desta ser uma fonte de alta qualidade de aminoácidos (AAs) disponíveis para a absorção, possuir uma digestibilidade aparente intestinal de aproximadamente 85% e um perfil de AAs essenciais semelhantes ao do leite e dos tecidos (SERRANO & SIERRA, 2011).

A formação do ecossistema do rúmen consiste em bactérias, protozoários e fungos; com demandas e necessidades distintas de nutrientes e metabolismo (BACH et al., 2005). A fermentação pelos microorganismos geram moléculas de ATP para manter a homeostase e crescimento dos mesmos, compreendendo em conjunto a síntese de monômeros (aminoácidos) e polimerização (alongamento das cadeias polipeptídicas) (NOLAN & DOBOS, 2005).

A síntese de proteína microbiana no rúmen pode ser afetada pela disponibilidade de carboidratos, amônia, peptídeos, aminoácidos, enxofre e ácidos graxos de cadeia ramificada, taxa de diluição ruminal, pH, taxa de fermentação e predação dentro do rúmen (VAN SOEST, 1994). De acordo com Kozloski (2016) quando a concentração de amônia no rúmen ultrapassa o nível de utilização pela microbiota ruminal, ela é absorvida pela

parede ruminal e levada para o fígado; sendo transformada em ureia e reutilizada via saliva ou parede ruminal, e o excedente excretado via urina e fezes. O aumento da eficiência da proteína microbiana (PBmic) torna-se um dos fatores de maior importância na nutrição de ruminantes, com objetivo claro no aumento da eficiência produtiva destes, levando em conta em média 50% dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado são de origem microbiana (AFRC, 1992).

Sabe-se também que a fermentação de amido e açúcares altera a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), aumentando os teores de propionato, diminuindo o pH ruminal e, por consequência, a digestão de fibra (VAN SOEST, 1994). Os microorganismos ruminais desempenham um papel crucial na degradação de componentes como celulose vegetal, hemicelulose, amido e outros, concedendo energia e nutrientes essenciais ao hospedeiro para a sobrevivência e melhora de desempenho produtivo (QI et. al., 2024)

Existem inúmeros métodos para estimar a síntese microbiana ruminal e validar os parâmetros ruminais, sendo eles pH e concentrações ruminais de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e de ácidos graxos voláteis (AGVs) (CAMPOS et al., 2007). Vários fatores que estimulam a fermentação ruminal (pH, N-NH₃, AGVs), como o conteúdo de MS, energia, FDN, PB, carboidratos solúveis. O que tem como resultado também na quantidade de hormônios, a saciedade e enchimento ruminal, consequências pós-ingestão causadas pela composição química das forragens, suplementos bem como o estado fisiológico e nutricional da vaca (GREGORINI, 2012).

O perfil e as características da dieta interferem diretamente no pH ruminal, refletindo na taxa de crescimento das bactérias e dos protozoários, podendo ocorrer consequentes variações nos microrganismos predominantes no rúmen. A faixa de pH para que haja atividade microbiana normal no rúmen é de $6,7 \pm 0,5$. A estabilidade do pH é atribuída, em parte, à saliva, que possui poder tamponante, e à capacidade da mucosa ruminal em absorver os ácidos produzidos na fermentação do rúmen (VAN SOEST, 1994).

O funcionamento do rúmen com adequada ruminação, produzindo quantidade suficiente de substâncias tamponantes por meio da salivação mantém o pH ótimo para ação dos microrganismos celulolíticos, os quais promovem aumento na razão acetato:propionato no líquido ruminal (SANTINI et al., 1992).

No entanto, uma dieta com altas quantidades de concentrado podem impactar o ambiente de fermentação ruminal, diminuindo pH ruminal e início da acidose ruminal

após alimentação por um período prolongado. A proporção relativa de AGVs produzidos tem grande amplitude, dependendo dos alimentos e do pH ruminal. Maior proporção de acetato é produzida na degradação da celulose e hemicelulose, enquanto com a degradação dos carboidratos solúveis de plantas (amido e açúcares), sendo elevado em propionato. A proporção molar típica dos AGVs produzidos quando o animal alimenta-se basicamente de forragens, representa proporção de 73:20:7 (acetato:propionato:butirato), comparado com 60:30:10 em misturas de concentrado e forragens, e somente com concentrado obteve relação 50:40:10 (BLACK, 1990).

A disponibilidade de nitrogênio (N) no rúmen, assim como de outros nutrientes, não deve ser limitante para a fermentação microbiana no rúmen. O indicador da eficiência de utilização do N pelo bovino é a concentração de amônia ruminal, visto que cerca de 60 a 80% do N incorporado pelos microrganismos advém dela (SATTER & ROFFLER, 1975). A concentração ruminal de N-NH₃ é consequência do equilíbrio entre a produção e utilização pelos microrganismos, e esta última depende da quantidade de energia disponível (BORGES, 1999).

As excreções de ureia e nitrogênio na urina têm sido determinadas por uma única amostragem, chamada de amostra spot (OLIVEIRA et al., 2001). A amônia é utilizada pelos microrganismos e o excedente absorvido pela parede do rúmen e transportado para o fígado, entrando no ciclo da ureia, que pode ser reciclada ou eliminada (VAN SOEST, 1994). Elevadas concentrações sanguíneas de ureia são positivamente correlacionadas a ingestão de nitrogênio e associadas a maior taxa de excreção urinária de ureia. Portanto, a concentração de nitrogênio ureico no plasma e no leite pode ser usada como forma de avaliar o estado nutricional proteico e a eficiência de utilização do nitrogênio, resultando em indicadores do equilíbrio ruminal entre nitrogênio e energia.

2.3 Perfil metabólico e sanguíneo

O perfil metabólico dos componentes hemato-bioquímicos relata a situação metabólica dos tecidos animais, permitindo deduções a respeito do funcionamento do organismo e adaptação do indivíduo ao ambiente ao qual está inserido (GONZALEZ & SILVA, 2006), além de fornecer informações valiosas em relação ao status nutricional. O objetivo do perfil metabólico desenvolvido por Payne na Inglaterra como método para

compreender os fundamentos da incidência de doenças que usualmente eram chamadas de doenças de produção (PAYNE et al., 1970).

Sendo essa realizada juntamente com o escore de condição corporal, avaliação dietética, produtividade, composição de leite, entre outros. Algumas destas alterações sejam imperceptíveis, enquanto o perfil metabólico permite identificar anormalidades de forma mais rápida e precisa (COZZI et al., 2011)

Os componentes bioquímicos sanguíneos determinados no perfil metabólico representam as vias metabólicas, sendo que o metabolismo energético é representado por glicose, colesterol, ácidos graxos não esterificados (NEFA), beta-hidroxibutirato (β hB), triglicerídeos e lipoproteínas de densidade muito baixa, alta e baixa (VLDL, HDL e LDL); ureia, globulina, albumina, hemoglobulina e proteínas totais representando o metabolismo proteico (DIRKSEN & BREITNER, 1993). Adicionalmente as enzimas hepáticas são indicadores do funcionamento hepático e reações de transaminações, tais como as enzimas ALT (alanina transferase) AST (aspartato aminotransferase), GGT (gamaglutamiltransferase) e FA (fosfatase alcalina), bem como albumina e colesterol (CUERVO & CORREA, 2012; LIU et al., 2012).

A composição bioquímica do plasma sanguíneo relata a situação metabólica dos tecidos animais, permitindo inferências a respeito do funcionamento de seu organismo e da adaptação do indivíduo ao ambiente em que está inserido. Alguns fatores como raça, idade, dieta, produção, manejo, clima e estado fisiológico de lactação, gestação e estado reprodutivo, que impactam na regulação dos níveis plasmáticos de diversos metabólitos, a correta interpretação do perfil bioquímico torna-se complexa (GONZALEZ & SILVA, 2006).

O desafio enfrentado pelas vacas durante o período de transição é marcado por alteração abrupta das necessidades de nutrientes (feto e consequente produção pós-parto) e limitação da IMS, estado fisiológico mais conhecido como BEN (ESPOSITO et al., 2013). Simultaneamente ocorrem mudanças fisiológicas, como o intenso crescimento do feto, redução do volume do rúmen, desenvolvimento da glândula mamária para síntese de leite após o parto, alterações do ambiente e sociais onde a vaca está inserida (INGVARTSEN, 2006).

No decorrer do período de transição, há até 40% de redução na IMS, e as necessidades nutricionais da vaca são aumentadas (até três vezes para glicose e duas vezes para aminoácidos) (MEZETTI et al., 2020). Existe uma deficiência de vitaminas A e E,

(TAMMINGA, 2006). Dificilmente estes animais no período periparturiente conseguem suprir a déficit energético aumentando a IMS (TUFARELLI et al., 2024).

2.4 Curva de lactação

As curvas de lactação e os parâmetros calculados a partir delas, pico e persistência da lactação, vêm sendo utilizados há muito tempo para auxiliar o manejo de fazendas leiteiras. A persistência da lactação foi definida na terceira década do século passado logo , evidenciando a importância da persistência e pico de lactação como as principais características para se descrever a curva de lactação (GAINES, 1927; SANDERS, 1930).

A forma da curva e seus parâmetros possibilitam o estabelecimento de um programa de melhoramento baseado em produção total e parcial dos animais, avaliando sob os aspectos biológicos e econômicos. Permitindo efetuar estimativas das quantidades de alimentos e produção em qualquer momento da lactação (RODRIGUES et al., 2007). A curva de lactação é composta por duas fases características, sendo uma delas de produção inicial ascendente até o pico de lactação, e posteriormente uma fase descendente após o pico. (GLORIA et al., 2010). Alguns dos principais modelos matemáticos para curva de lactação estão evidenciados na Tabela 2.4.1.

Tabela 2.4.1 Principais modelos utilizados em estudos de curvas de lactação.

Modelos	Autor
$Y = a \exp(-ct) + \varepsilon$	Brody et al.(1923)
$Y = a \exp(-bt) - a \exp(-ct) + \varepsilon$	Brody et al. (1924)
$Y = t/(a+bt+ct^2) + \varepsilon$	Nelder (1966)
$Y = atb \exp(-ct) + \varepsilon$	Wood (1967)
$Y = a+bt+ct-1 + \varepsilon$	Bianchini Sobrinho (1984)
$Y = a+bt+c \exp(-dt) + \varepsilon$	Wilmink (1987)
$Y = a \exp([b(1-\exp(-ct))c-dt]) + \varepsilon$	Dijkstra et al. (1997)
$Y = a-ct + \ln(t) + \varepsilon$	Cobuci et al. (2000)

Wood (1967) propôs a função gama incompleta, modelo linear, comumente utilizado em estudos de lactação. A função linear, apesar de representar curva de lactação de alguns animais, possui a limitação de não acompanhar as oscilações existentes na

produção de leite ao longo da lactação, subestimando e superestimando a produção em vários estágios da lactação (CRUZ et al., 2009).

Ali & Schaeffer (1987) estudaram um modelo de regressão múltipla, o qual leva em consideração parâmetros relacionados à produção em 305 dias, ao pico de produção e ao formato da curva.

Entretanto, alguns pesquisadores (KELLOG, 1977; SHANKS, 1981) afirmam que o modelo matemático mais adequado será diferente para cada região geográfica e para situação climática. Não se sabe qual o modelo matemático mais adequado para as curvas de lactação do rebanho leiteiro, devido as dificuldades para se estimar as curvas de lactação,

Segundo Cobuci (2004), a curva de lactação pode ser definida como a representação gráfica da produção de leite no decorrer da mesma. O estudo sobre as curvas de lactação pode contribuir para melhor entendimento do sistema de produção, permitindo fazer considerações sobre aspectos práticos, como o pico de lactação e a persistência da lactação. O pico de produção pode ser definido como sendo a produção máxima na lactação, e a persistência como a taxa de declínio após o pico de produção.

Lactação com persistências maiores são interessantes por inúmeras razões, principalmente no que se refere aos aspectos econômicos (TEKERLI et al., 2000). A importância da persistência na lactação, do ponto de vista econômico, está fundamentada em quatro diferentes componentes: 1) custos relativos à saúde dos animais; 2) desempenho reprodutivo; 3) custos com alimentação; e 4) retorno econômico obtido pelo diferencial na produção total de leite em 305 dias de lactação (DEKKERS et al., 1998). Vários estudos com vacas leiteiras apontam que a mudança na curva de lactação com intuito de melhorar a persistência é passível de seleção genética. A exemplo disto, alguns países da Europa e o Canadá já incluem a persistência nos programas de melhoramento, além das características usuais de produção de leite, gordura, proteína e contagem de células somáticas (VARONA et al., 1997).

Animais com menores declínios após o pico (mais persistentes) requerem menores quantidades de alimento (concentrado) do que aqueles com altas produções no pico, porém menos persistentes, e estão sujeitos, também, a menores estresses devido a ausência de um elevado pico de produção, o que reduz a incidência de problemas reprodutivos e de doenças metabólicas. A persistência da produção de leite durante a lactação pode se tornar uma importante característica para seleção, pois constitui um

elemento fundamental para a produção total de leite na lactação (GROSSAMAN et al., 1999).

2.5 Composição do leite

A composição do leite pode ser influenciada por diversos fatores como raça, estágio de lactação, ordem de lactação, manejo nutricional, saúde da glândula mamária e estações do ano (DOBRANIĆ et al., 2008)

O leite frequentemente é composto 87% de água e 12-13% de sólidos totais, dentre os principais elementos sólidos do leite, suspensão coloidal de proteínas (3,4%) ligadas a Ca e P; emulsão de glóbulos de gordura (3,8%), lactose (4,8%), minerais (0,8%) e vitaminas (WALSTRA et al., 1999). Alimento com alta capacidade perecível, tendo suas características físicas, químicas e biológicas originais facilmente alteradas por inúmeros fatores, que podem ocorrer desde a fase de produção primária até a manipulação no processamento industrial (DUUR, 2004).

O componente do leite que apresenta a maior variação é a gordura, devido a fatores que possuem medição como nutricionais, fisiológicos e genéticos. A gordura é composta principalmente por triglicerídeos, 95% da gordura total e outros lípideos como fosfolípideos, colesterol e diacilgliceróis (SANTOS & FONSECA, 2019) A gordura sofre grande influência devido a fase de lactação, nutrição, raça, estação do ano e saúde do animal (FONSECA & SANTOS, 2000).

A biossíntese da gordura é composta por dois mecanismos, a síntese do novo nas células epiteliais da glândula mamária (ácidos graxos de cadeia curta e média, e 50% do ácido palmítico) e ácidos graxos circulantes absorvidos da corrente sanguínea (outros 50% do ácido palmítico e ácidos graxos de cadeia longa > 18 carbonos) (HARVATINE et al., 2009; TIAN et al., 2022). Na célula epitelial, os triglicerídeos são sintetizados na superfície externa do retículo endoplasmático liso, assim ocorrendo a formação de gotículas de gordura. Em seguida a fusão das gotículas menores formam gotículas maiores, que migram para região apical da célula epitelial e, posteriormente, são cobertas pela membrana plasmática e secretadas no lúmen dos alvéolos. A gordura do leite encontra-se na forma de emulsão de glóbulos de gordura recobertos pela membrana plasmática das células epiteliais (SANTOS & FONSECA, 2019)

A proteína total do leite é formada por proteínas sintetizadas nas células epiteliais da glândula mamária e por aminoácidos provenientes do sangue. Aproximadamente 90% da proteína total do leite são compostos por caseína e proteínas do soro lácteo, α lactoalbumina e β lactoglobulina, que são sintetizadas nas células alveolares, a partir de aminoácidos essenciais do sangue e aminoácidos não essenciais produzidos pela própria célula secretora. Os outros 10% de proteína total, albumina e globulinas não são sintetizados na glândula mamária e são transportados para o leite via sangue até entrarem no lúmen alveolar (FONSECA & SANTOS, 2000).

A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite, tendo concentração variável do componente entre 4,6 a 5,2% no leite de bovinos. É um dissacarídeo formado por glicose e galactose e apresenta-se em três formas no estado sólido: α e β (anidras) e α - lactose mono-hidratada (NELSON & COX, 2014). A concentração de lactose é um dos componentes que menos sofre alterações devido a fatores nutricionais, diferentemente em comparação com teores de proteína e gordura do leite, sendo assim indicando que os níveis estão ligados com a pressão osmótica e a produção do leite; e tendem a aumentar conforme os animais se aproximam do pico de lactação e consequentemente diminuem ao final da lactação (VENDRAMIN et al., 2006; SANTOS & FONSECA, 2006).

As vitaminas estão presentes na composição do leite, mesmo que em pequenas quantidades, lipossolúveis (A, D, E e K) e hidrossolúveis (B e C), as quais são susceptíveis a destruição por diversos fatores como: tratamentos térmicos, radiação solar, oxidação. Vitaminas do complexo B são sintetizadas pela microbiota do rúmen, entre elas tiamina (B1), riboflavina (B2) e piridoxina (B6). Os principais minerais encontrados são: cálcio, fósforo, magnésio, sódio, potássio e cloretos; os primeiros são encontrados maiores proporções e de forma “livre” ou ligados às micelas de caseínas, e os demais assumem papel importante na regulação da produção de leite devido a pressão osmótica exercida. Os minerais são advindos do sangue, e o leite pode vir a compreender uma quantidade dez vezes maior que o sangue (SANTOS & FONSECA, 2006) Os níveis de minerais sofrem poucas oscilações, quando observadas estão ligadas a raça, estágio da lactação e mastite (GAUCHERON, 2005).

2.6 Aditivos

De acordo com a Instrução Normativa (IN) 13 de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), defini que aditivo para produtos destinados à alimentação animal: “substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais”, alterado(a) pela Instrução Normativa 44/2015/MAPA (MAPA, 2015)

A denominação e classificação dos aditivos segue o efeito principal, por categoria e grupo funcional, dentre os funcionais; aditivos tecnológicos, sensoriais, nutricionais e zootécnicos (MAPA, 2018). No que diz respeito aos aditivos zootécnicos, existem três grupos funcionais: digestivo, equilibradores da flora e melhoradores de desempenho; aditivos os quais promovem modulação na fermentação ruminal melhorando a digestibilidade dos alimentos e com melhor desempenho animal (MAPA, 2018).

2.6.1 Leveduras

Leveduras são fungos unicelulares eucariontes, ou seja, organismos com núcleo organizado, pertencentes ao Reino Protista (Tortora et al., 2000). Por serem organismos aclorofilados, são heterótrofos, podendo viver tanto na presença como na ausência de oxigênio, reproduzindo-se rapidamente em meio rico com oxigênio, e crescimento ótimo na temperatura de 25°C (TORTORA et al., 2000; GRAHAN et al., 2009).

As leveduras utilizadas em nutrição humana e animal são derivadas/oriundas da biomassa de diferentes tipos de fermentação, como a de pães, cervejas, cana-de-açúcar e milho, podendo ainda passar por diferentes processamentos. Sendo classificadas em levedura viva (microorganismo liofilizado), levedura inativada (microorganismo com baixa disponibilidade), levedura autolisada (microorganismo integro com fissuras na parede), extrato de levedura (conteúdo celular) , parede celular (concentrado de betaglucanos e manaoligossacarídeos) e cultura de levedura (microorganismo pré cultura com metabólitos e meio de cultura). Independentemente das formas, todas podem ser utilizadas para a nutrição animal, cada uma delas com suas particularidades (MELO et al., 2023).

A Food and Drug Administration (FDA) norte-americana no ano de 1989 definiu o termo “direct-fed microbial” (DFM), o qual fosse aplicado aos aditivos microbianos. De acordo com Martin & Nisbet (1992) a FDA definiu o DFM como uma fonte viva (viável) de microorganismos de ocorrência natural, e incluem fungos e bactérias na utilização para ruminantes. Vale a ressalva que as leveduras comerciais nem sempre são fonte viva de microorganismos, justamente devido ao tipo de processamento realizado. Os DFM possuem alguns mecanismos de ação ruminal, os quais estão relacionados com mudanças no padrão de fermentação ruminal, estabilidade do pH ruminal aumentada, maior digestão de fibras, aumento na IMS e consequente aumento na produção de leite (Nocek et al., 2002; Nocek et al., 2003; Nocek & Kautz, 2006).

As *S. cerevisiae* são fontes de vitaminas, aminoácidos e proteínas, e auxiliam na digestão e são fonte básica de nutrientes. Algumas características desejáveis ao animal como incremento na população bacteriana ruminal, modulação do ambiente ruminal, modificação da atividade metabólica específica do rúmen, aumento da proteína microbiana, estabilização do pH, melhora na digestão da celulose e a maior utilização do ácido láctico (NEWBOLD et al., 1996).

A resposta de bovinos à suplementação com leveduras é influenciada por uma série de fatores, como tipo de forragem, estágio de lactação, proporção de volumoso e concentrado na dieta, manejo alimentar e nível de suplementação (DANN et al., 2000; EMBRAPA, 2006; SALVATI, et al., 2015). A utilização de DFM na alimentação de animais de produção foi inicialmente baseada na possibilidade de efeito benéfico sobre o trato digestivo inferior, por favorecer o estabelecimento de microflora intestinal mais desejável, capaz de prevenir a sua colonização por microrganismos patogênicos (KREHBIEL, 2003).

Para produção de cultura de levedura, células de leveduras são inoculadas em um meio de cultura e deixado fermentar sob condições específicas e controladas, como posterior formação de biomassa de levedura e metabólitos de fermentação; onde posteriormente todo o meio fermentado é seco (SHURSON, 2018; MELO et al., 2023).

As culturas de levedura são constituídas por metabólitos de fermentação são altamente dependentes do meio utilizado de crescimento e possuem variação conforme a comercialização e condições de fermentação, na grande maioria incluem parede de leveduras (beta-glucanos e manaoligossacarídeos), peptídeos, aminoácidos, vitaminas, nucleotídeos, álcoois, ésteres, ácidos orgânicos e oligossacarídeos (JENSEN et al. 2008; SHURSON, 2018).

Os produtos à base de *S. cerevisiae* possuem alto impacto no ambiente ruminal, a regulação do pH em desequilíbrios microbianos pode ser essencial em determinadas situações, especialmente dietas com altos níveis de carboidratos (ABDELA, 2016; PACHECO & CRUZ, 2015), atenuando a redução de lactato ruminal (ALZAHAL et al., 2014) e estimulando o crescimento de bactérias que utilizam lactato (HALFEN et al., 2006).

Desnoyers et al. (2009) relataram na meta-análise que a utilização de levedura viva na dieta de vacas leiteiras aumenta significativamente o pH ruminal, havendo sinergia com Dias et al. (2018) onde observaram efeitos positivos na prevenção de acidose ruminal subaguda (pH ruminal entre 5,2 e 6,0) devido ao efeito da cultura de levedura sobre o pH ruminal, em diferentes níveis de amido.

A melhora da estabilidade na fermentação ruminal proporciona um aumento das bactérias degradadoras de fibra (*Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes*) e aumento na produção e concentração total de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), os quais estão atrelados a digestibilidade aumentada do FDN e matéria orgânica (OEZTUERK, 2009; ZHU et al., 2017) O propionato é um dos principais produtos finais, quando o crescimento bacteriano está associado ao metabolismo de lactato, em virtude de bactérias como *Megasphaera elsdenii*, *Anaerovibrio lipolytica* e *Selenomonas ruminantium* (ZHOU et al., 2015).

Os componentes da parede celular tem capacidade de promover a resposta imunomoduladora, o β -glucano pode ativar macrófagos, , neutrófilos, linfócitos B e T , células natural killer, células dendríticas, e aumentar a fagocitose e a produção de citocinas (KIM et al., 2011). Os mananoligossacarídeos têm ligação na regulação da resposta inflamatória, modulando o nível de moléculas liberadas na circulação durante a inflamação (KOROLENKO et al., 2019). A presença de alguns receptores (pode explicar um dos mecanismos que atua sobre resposta imunológica, e induzir a expressão de genes que regulam a inflamação e imunidade inata; dentre elas β -defensina 1 e SBD1 em ovinos, e TLR-4 em vacas (BACH et al., 2018; JIN et al., 2019).

Alguns dos benefícios sobre o desempenho citados acima foram evidenciados em diferentes trabalhos já realizados. Aumento de produção e maior IMS em fase de início da lactação e melhora da eficiência alimentar em terço médio e final da lactação (POPPY et al., 2012); melhor eficiência alimentar no final da lactação (DIAS et al., 2018); maior produção de gordura do leite (OLAGARAY et al., 2019); maior produção de leite no

início de lactação (ZONTINI et al., 2021); e diminuição no nível de contagem de célula somáticas (CARPINELLI et al., 2021).

2.7 Referências

- ABDELA, N. Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in Dairy cattle: a review of past recent research at global prospective. **Achievements in the life sciences**, v. 10, n. 2, p. 187-196, 2016.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Nutritive requirements of ruminants animals protein. **Nutrition Abstracts and Reviews** (Series B), v.62, n.12, p.787-835, 1992.
- ALI, T.E.; SCHAEFFER, L.R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.67, p.637-644, 1987.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of animal Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3317-3334, 2009.
- ALZAHAL, O.; MCGILL, H.; KLEINBERG, A.; HOLLIDAY, J. I.; HINDRICHSEN, I. K.; DUFFIELD, T. F.; McBRIDE, B. W. Use of a direct-fed microbial product as a supplement during the transition period in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 11, p. 7102-7114, 2014.
- BACH, A.; CALSAMAGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 88, suppl., p. e9-e21, 2005.
- BACH, A.; GUASCH, I.; ELCOSO, G.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CASTEX, N.; FÀBREGAS, F.; GARCIA-FRUITOS, E.; ARIS, A. Changes in gene expression in the rumen and colon epithelia during the dry period through lactation of dairy cows and effects of live yeast supplementation. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 2631-2640, 2018.
- BAUDRACCO, J.; LOPES-VILLALOBOS, N.; HOLMES, C. W. Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, v.53, n. 2, p.109-133, 2010.
- BAUMAN, D.E.; CURRIE, B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v.63, n. 9, p.1514-1529, 1980.
- BEWLEY, J. M.; SCHUTZ, M. M. Review: an interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. **The Professional Animal Scientist**, v. 24, n. 6, p. 507-529, 2008.
- BLACK, J.L. Nutrition of the grazing ruminant. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 50, n., p. 07-27, 1990.

- BORGES, A.L.C.C. Controle da ingestão de alimentos. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v. 21, p. 67-69, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, p.10, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015. Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, p.9, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, p.9, 2018.
- BRODY, S.; RAGSDALE, A. C.; TURNER, C. W. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period of lactation. **The Journal of general physiology**, v. 5, n. 4, p. 441-444, 1923.
- BRODY, S.; TURNER, C. W.; RAGSDALE, A. C. The relation between the initial rise and the subsequent decline of milk secretion following parturition. **The Journal of General physiology**, v. 6, n. 5, p. 541-545, 1924.
- CAIXETA, L. S.; OMONTESE, B. O.; Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 1-17, 2021.
- CALDERON, A. C.; REYES, L. A.; BACA, M. A. L., CRUZ U. M. Estrés por calor en ganado lechero con énfasis en la producción de leche y los hábitos de consumo de alimento y agua. Revisión. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 13, n. 2, p. 488-509, 2022.
- CAMPOS, W. E., BENEDETTI, E.; RODRÍGUES, N. M.; SALIBA, E. S., BORGES, A. L. C. C., LACHICA LOPES, M. Cinética ruminal de vacas leiteiras a pasto consumindo diferentes gramíneas tropicais **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 216, p. 829-837, 2007.
- CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; COLDEBELLA, A.; LACERDA, L. Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 241-249, 2007.
- CARPINELLI, N. A.; HALFEN, J.; TREVISI, E.; CHAPMAN, J. D.; SHARMAN, E. D.; ANDERSON, J. L. Effects of periparturient yeast culture supplementation on lactation performance, blood biomarkers, rumen fermentation, and rumen bacteria species in dairy cows, **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 10, p. 10727-10743, 2021.
- CATON, J.S., DHUYVETTER, D.V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 2, p. 533-542, 1997.
- COBUCI, J. A. ; EUCLYDES, R. F.; VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R. L.; LOPES, P. S.; ALMEIDA E SILVA, M. Curva de lactação na raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1332-1339, 2000.

- COBUCCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; COSTA, C. N. et al. Análises da persistência na lactação de vacas da raça holandesa, usando produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.546-554, 2004.
- COZZI G., RAVAROTTO L., GOTTARDO F., STEFANI A.L., CONTIERO B., MORO L., BRSCIC M. & DALVIT P. Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 8, p. 3895-3901, 2011.
- CRUZ, G. R. B.; RIBEIRO, M. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; Estimativas de parâmetros de curvas de lactação de bovinos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 695-704, 2009.
- CUERVO, W. A.; CORREA, H. J. comportamiento de la actividad enzimática de gamma glutamil transferasa en líquido ruminal bovino sometido a métodos térmicos, físicos y químicos. **Revista Spei Domus**, v. 8, n. 17, p. 14-21, 2012.
- DANN, H.M.; DRACKLEY, J.K.; MCCOY, G.C.; HUTJENS, M. F.; GARRETT, J. E. Effects of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Prepartum Intake and Postpartum Intake and Milk Production of Jersey Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 123-127, 2000.
- DEKKERS, J.C.M., GIBSON J. P. Applying breeding objectives to dairy cattle improvement. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 1, p.19–35, 1998.
- DEKKERS, J.C.M., TEM HAG, J.H., AND WEERSINK, A. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. **Livestock Production Science**, v. 53, n. 3, p. 237-252, 1998.
- DESNOYERS, M.; GIGER-REVERDIN, S.; BERTIN, G.; DUVAUX-PONTER, C. ; SAUVANT, D. Metaanalysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 4, p. 1620-1632, 2009.
- DIAS, A. L. G.; FREITAS, J. A.; MICAI, B.; AZEVEDO, R. A.; GRECO, L. F. SANTAOS, J. E. P. Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 201-221, 2018.
- DIJKSTRA, J. et al. A model to describe growth patterns of the mammary gland during pregnancy and lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 10, p. 2340-2354, 1997.
- DIRKSEN, G.; BREITNER, W. A new quick-test for semiquantitative determination of beta-hydroxybutyric acid in bovine milk. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 40, n. 1-10, p. 779-784, 1993.
- DOBRANIĆ, V.; NJARI, B.; SAMARDŽIJA, M.; MIOKOVIĆ, B.; RESANOVIĆ, R. The influence of the season on the chemical composition and the somatic cell count of bulk tank cow's milk. **Veterinary Archive**, v. 78, n. 3, p. 235-242, 2008.

- DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.
- DÜRR, J. W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: Uma oportunidade única. In: O Compromisso com a qualidade do leite no Brasil, Passo Fundo: UPF, 2004, 331p.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.
- EMBRAPA -Projeto balde cheio: transferência de tecnologia na produção leiteira- Disponível:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/47059/4/comutechnico71.pdf>> Acesso em 24 março 2024
- ERASMUS, L. J.; BOTHA, P. M.; KISTNER, A. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3056-3065, 1992.
- ESPOSITO, G.; IRONS, P. C.; WEBB, E. C.; CHAPWANYA, A. **Animal Reproduction Science**, v. 144, n. 3-4, p. 60-71, 2014.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos editorial, 2000, 175p.
- GAINES, W.L. Persistency of lactation in dairy cows. **Ill Agric Exp Stn. Bull**, v.288, p.15-20, 1927.
- GAUCHERON, F. The minerals of milk. **Reproduction Nutrition Development**, v. 45, n. 4, p. 473-483, 2005.
- GIRMA, D. D.; MA, L.; WANG, F.; JIANG, Q. R.; CALLAWAY, T. R.; DRACKLEY, J. K.; BU, D. P. Effects of close-up dietary energy level and supplementing rumen-protected lysine on energy metabolites and milk production in transition cows. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 8, p. 7059-7072, 2019.
- GLORIA, J. R.; BERGMANN, J. A. G.; QUIRINA, C. R.; RUAS, J. R. M.; MATOS, C. R. A.; PEREIRA, J. C. C. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p. 2160-2165, 2010.
- GONÇALVES, L. M.; MONTEBELLO, A. E. S.; SANTOS, J. A. Cadeia produtiva de leite no Brasil: competitividade, sustentabilidade e políticas públicas. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 5, p. 7765-7786, 2023
- GONZÁLEZ, F. H. D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivos Faculdade de Veterinária UFRGS**, v. 25, n. 2, p. 13-33, 1997.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2 edição. Porto alegre, Brasil:UFRGS, 2006, 358 p.

- GRAHAM, H.; SANTOS, T.T.; WADT, G. Modo de ação de produtos à base de leveduras na nutrição animal. **Revista Avisite**. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/cet/img/20091105_leveduras.pdf>. Acesso em: 28 de maio 2024.
- GREGORINI, P.; DELARUE, B.; McLEAD, K.; CLARK, C. E. F.; GLASSEY, C. B.; JAGO, J. Rumination behavior of grazing dairy cows in response to restricted time at pasture. **Livestock Science**, v. 146, n. 1, p. 95-98, 2012.
- GROSSMAN, M., HARTZ, S.M., AND KOOPS, W.P. Persistency of lactation yield: A novel approach. **Journal Dairy Science**, v. 82, n. 10, p. 2192-2197, 1999.
- GRUMMER, R. R. Impact of changes organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2820-2833, 1995.
- HALFEN, J, CARPINELLI, N. DEL PINO, F. A. B.; CHAPMAN, J. D.; SHARMAN, E. D.; ANDERSON, J. L.; OSORIO, J. S. Effects of yeast culture supplementation on lactation performance and rumen fermentation profile and microbial abundance in mid-lactation Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 11, p. 11580-11592, 2021.
- HARVATINE, K. J.; BOISCLAIR, Y. R.; BAUMAN, D. E. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. **Animal**, v. 3, n. 1, p. 40-54, 2009.
- HAVEKES, C. D.; DUFFIELD, T. F.; CARPENTER, A. J.; DeVRIES, T. J. Effects of molasses-based liquid feed supplementation to a high-straw dry cow diet on feed intake, health, and performance of dairy cows across the transition period. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 6, p. 5070-5089, 2020.
- HAVEKES, C. D.; DUFFIELD, T. F.; CARPENTER, A. J.; DeVRIES, T. J. Moisture content of high-straw dry cow diets affects intake, health and performance of dairy cows across the transition period. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 2, p. 1500-1515, 2020.
- HRISTOV, A. N.; ETTER, R. P.; ROPP, J. K.; GRANDEEN, K. L. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3219-3329, 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**, v. 50, p.1-12, 2022.
- INGVARTSEN, K. L. Feeding- and management-related diseases in the transition cow: physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. **Animal Feed Science Technology**, v. 126, n. 3-4, p. 175-213, 2006.
- JENSEN, G. S., PATTERSON, K. M.; YOON, I. Yeast culture has anti-inflammatory effects and specifically activates NK cells. **Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Disease**, v. 31, n.6, p. 487-500, 2008.

- JIN, X., M. ZHANG, G. F. CAO, AND Y. F. YANG. *Saccharomyces cerevisiae* mannan induces sheep beta-defensin-1 expression via Dectin-2-Syk-p38 pathways in ovine ruminal epithelial cells. **Veterinary Research**, v. 50, n. 8, p. 1-16, 2019.
- KELLOG, D.W.; URQUHART, N.S.; ORTEGA, A.J. Estimating Holstein lactation curves with a gamma curve. **Journal Dairy Science**, v. 60, n. 8, p. 1303-1315, 1977.
- KREHBIEL, C. R.; RUST, S. R.; ZHANG, G.; GILLILAND, S. E. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. **Journal of Dairy Science**. v. 81, n. 2, p. 120-132, 2003.
- KIM, M. H.; YANG, J. Y.; UPADHAYA, S. D.; LEE, H. J.; YUN, C. H.; HA, J. K. The stress of weaning influences serum levels of acute-phase proteins, iron-binding proteins, inflammatory cytokines, cortisol, and leukocyte subsets in Holstein calves. **Journal of Veterinary Science**, v. 12, n. 2, p. 151-157, 2010.
- KOROLENKO, T. A., BGATOVA, N. P.; VETVICKA, V. Glucan and Mannan-Two Peas in a Pod. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 13, p. 3189-3208, 2010.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. ed. 3, Santa Maria: Editora UFSM, 2016, 212 p.
- LAGO, E. P.; COSTA, A. P.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; FARIAS, V. P.; LAGO, L. A. Parâmetros metabólicos em vacas leiteiras durante o período de transição pós-parto. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 11, n.1/2, p. 98-103, 2004.
- LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; RENNÓ, L. N., CECON, P. R., AZEVEDO, J. A.; GONÇALVES, L. C.; VALADARES, R. F. D. Consumos e digestibilidades totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n. 2, p. 670-678, 2005
- LI, K.; TENG, G.; ZHANG, Y.; GAO, L.; FENG, H. Body condition scoring of dairy cows based on feature point location. **IEEE**, v. 12, 2024 Disponível em< <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=10379607>> Acesso em: 24/04/2024
- LIU, P.; HE, B. H.; YANG, X. L. HOU, X. L.; HAN, J. B.; HAN, Y. H.; NIE, P.; DENG, H. F.; DU, X. H. Bioactivity evaluation of certain hepatic enzymes in blood plasma and milk of Holstein cows. **Pakist Veterinary Journal**. v. 32, n. 4, p.601-604, 2012
- MA, J.; van HOEIJ, R. J.; BRUCKMAIER, R. M.; KOK, A.; LAM, T. J. G.; KEMP, B. van KNEGSEL, A. T. M. Consequences of transition treatments on fertility and associated metabolic status of dairy cows in early lactation. **Animals**, v.10, n. 6,p. 1-17, 2020.
- MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. **Journal Dairy Science**, v. 75, n. 2, p. 1736-1744, 1992.

- MAZUMDER, A. R.; KUMAGAI, H. Analyses of factors affecting dry matter intake of lactating dairy cows. **Animal Science Journal**, v. 77, n. 1, p. 53-62, 2006.
- MELO L. de; OLIVEIRA, P.E.P. de; PLODOVISKI, D.C.; COSTA, L.; ROSA, C. B.; PEREIRA, E. L. C.; SOUZA, A. M.; NEUMANN, M. Suplementação de cultura de leveduras em associação com complexo enzimático na dieta de novilhos confinados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, e. 74470, 2023.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 7, p.1467-1481, 1997.
- MEZETTI, M.; BIONAZ, M.; TREVISI, E. Interaction between inflammation and metabolism in periparturient dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. s1, p. s155-s174, 2020.
- MINSTERIO DA AGRICULTURA E PECUARIA, Mapa do leite: políticas públicas e privadas para o leite. Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>> Acesso em: 10 de maio 2024.
- MOTA, M. F.; NETO, A. P.; SANTOS, G. T.; FONSECA, J. F.; CIFFONI, E. M. G. Período de transição na vaca leiteira. **Arquivos Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**. v. 9, n. 1, p. 77-81, 2006.
- NACIONAL ACADEMIES OF SCIENCES-ENGINEERING-MEDICINE. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 8. rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2021. 480p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of dairy cattle**. 7. rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 333p.
- NELDER, J. A. Inverse polynomials, a useful group of multi-factor response functions. **Biometrics**, v. 22, n. 1, p. 128-141, 1966.
- NELSON D. L.; COX, M. **Princípios de bioquímica de lehniger**. 6 ed., Porto Alegre: Artmed, 2014, 425 p.
- NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J.; MCINTOSH, F.M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. **British Journal of Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 249-261, 1996,
- NOCEK, J. E.; KAUTZ W. P.; LEEDLE, J. A. Z.; ALLMAN, J. G. Ruminant supplementation of direct-fed microbial on diurnal pH variation and in situ digestion in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 85, n. 1, p.429-433, 2002.
- NOCEK, J. E.; KAUTZ, W.; P. LEEDLE, J. A. Z.; BLOCK, E. Direct-fed microbial supplementation of dairy cattle during the transition period. **Journal Dairy Science**, v. 86, n. 1, p.331-335, 2003.

- NOCEK, J. E.; KAUTZ, W. P. Direct-fed microbial supplementation on ruminal digestion, health, and performance of pre- and postpartum dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 89, n. 1, p.260-266, 2006.
- NOLAN, J.V. & DOBOS, R.C. Nitrogen Transactions in Ruminants. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. 2nd Edition. **CAB International**. Wallingford, UK. 2005, 137 p.
- OBA, M., ALLEN, M.S. 1998. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 3, p. 589-596, 1999.
- OEZTUERK, H. Effects of live and autoclaved yeast cultures on ruminal fermentation in vitro. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, n. 1, p. 142-150
- OLAGARAY, K. E.; SIVINSKI, S. E.; SAYLOR, B. A.; MAMEDOVA, L. K.; SAULS-HIESTERMAN, J. A.; YOON, I. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on feed intake parameters, lactation performance, and metabolism of transition dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 9, p. 8092-8107, 2019.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P. R.; RENNÓ, L. N.; QUEIROZ, A. C.; CHIZZOTTI, M. L. Produção de proteína microbiana e estimativa das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.
- PACHECO, R. D. L.; CRUZ, a. G. D. Intestinal Disorders and Rumen Microbes. In: PUNIYA, A. K.; SINGH, M.; KAMRA, D. N. Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution: Springer India, 2015. 379 p.
- PAYNE, J. M.; DEW, S. M. ; MANSTON, R.; FAULKS, M. The use of a metabolic profile test in dairy herds. **Veterinary Record**, v. 87, n. 6, p. 150-158, 1970.
- PENNER, G. B. ; OBA, M. Increasing dietary sugar concentration may improve dry matter intake, ruminal fermentation, and productivity of dairy cows in the postpartum phase of the transition period. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 7, p. 6027-6041, 2009.
- PEREIRA, F. S.; MALAGOLLI, G. A.; Inovações Tecnológicas na produção de leite. **Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**. 2017. 11p.
- POPPY, G. D. et al. A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 10, p. 6027-6041, 2012.
- PORCIONATTO, M.A.F.; FERNANDES, A.M.; NETTO, A.S.; SANTOS, M.V. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.7, n. 4, p.483-490, 2009.

- QI, W.; XUE, M. Y.; JIA, M. H.; ZHANG, S.; YAN, Q.; SUN, H. Z. Invited review – understanding the functionality of the tumen microbiota: searching for better opportunities for rumen microbial manipulation. **Animal Bioscience**, v. 37, n. 2, p. 370-384, 2024.
- QUEIROZ, A. C.; NEVES, J. S.; MIRANDA, L. F.; PEREIRA, E. S.; DUTRA, A. R. Efeito do nível de fibra e da fonte de proteína sobre o comportamento alimentar de novilhas mestiças Holandês-Zebu. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n. 1, p. 84-88, 2001.
- REHBIEL, C. R.; RUST, S. R.; ZHANG, G.; GILLILAND, S. E. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. **Journal Dairy Science**, v. 81, n. 14, p. 120-132, 2003.
- ROCHE, J. R.; KAY, J. K.; FRIGGENS, N. C.; LOOR, J. J.; BERRY, D. P. Assessing and managing body condition score for the prevention of metabolic disease in dairy cows. **Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice**, v. 29, n. 2p. 323-336, 2013.
- RODRIGUES, L.; SPINA, J. R.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; DIAS, A. C.; SANCHES, A.; RESENDE, K. T. Produção, composição do leite e exigências nutricionais de cabras Saanen em diferentes ordens de lactação. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 28, n. 4, p. 447-452, 2006.
- 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. Response of lactating cows to live yeast supplementation during summer. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 6, p. 4062-4073, 2015,
- SANDERS, H.G. The analysis of the lactation curve into maximum yield and persistency. **Journal Agriculture Science Cambridge**, v.20, n. 2, p.145-185, 1930.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J.; FERNANDEZ, J. M. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfafa hay. **Journal of Dairy Science**, v.75, n. 1, p. 209-219, 1992
- SANTOS, J. E. P. P. Nutritional Management of lactating dairy cows. **Dairy Production Medicine**, In: RISCO, C. A.; MELENDEZ, P. Dairy production medicine. First edition, 2011, 380 p.
- SANTOS, M. V. S.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri, SP: Manole. 2007, 314 p.
- SANTOS, M. V. S.; FONSECA, L. F. L. Síntese e composição do leite. In: **Controle da mastite e qualidade do leite: desafios e soluções**, p. 20-33, 2019.
- SATTER, L. D. AND ROFFLER, R. E. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 8, p. 1219-1237, 1975.

- SERRANO, R. D. C.; SIERRA, L. M. P. Técnicas de quantificação da síntese microbiana no rúmen: uma revisão. **Revista CES de Medicina Veterinária y Zootecnia**, v. 6, n. 1, p. 46-53, 2011.
- SHANKS, R. D.; BERGER, P. J.; FREEMAN, A. E.; DICKINSON, F. N. Genetic aspects of lactation curves. **Journal Dairy Science**, v. 64, n. 9, p. 1852-1860, 1981.
- SHURSON, G. C. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, n. 1, p. 60-76, 2018.
- SILVA, A. E. V. N.; GUIM, A.; FERREIRA, M. A.; LIMA, L. E.; PESSOA, R. A. S.; SOSA, M. Y. Estratégia alimentar para dieta baseada em palma forrageira sobre o desempenho e digestibilidade em vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 269-276, 2005.
- SNIFFEN, C. J.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B.; SKIDMORE, A. L. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: Strategies to account for variability. **Journal Dairy Science**, v.76, n. 10, p. 3160-3178, 1993.
- SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n. 3, p. 6-10, 2012.
- TAMMINGA, S. The Effect of the Supply of Rumen Degradable Protein and metabolisable Protein on Negative Energy Balance and Fertility in Dairy Cows. **Animal Reproduction Science**, v. 96, n. 3-4, p.227-239, 2006.
- TAO, S.; BUBOLZ, J.W.; AMARAL, B.C.; THOMPSON, I. M.; HAYEN, M. J.; JOHNSON, S. E.; DAHI, G. E. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 12, p. 5976-5986, 2011.
- TEKERLI, M.; AKINCI, Z.; DOGAN, I.; AKCAN, A. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir province of Turkey. **Journal Dairy Science**, v. 83, n. 6, p. 1381-1386, 2000.
- THIRUMALESH, T.; KRISHNAMOORTHY, U. Rumen microbial biomass synthesis and its importance in ruminant production. **International Journal of Livestock Research**, v. 2, n. 2, p.5-26 , 2013.
- TIAN, Z.; ZHANG, Y.; ZHANG, H.; SUN, Y.; MAO, Y. ; YANG, Z. ; LI, M. Transcriptional regulation of milk fat synthesis in dairy cattle. **Journal of Functional Foods**, v. 96, n. 3, p. , 2022.
- TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000, 6ª ed., 827p.
- TUFARELLI, V.; PUVACA, N.; GLAMOCIC, D.; PUGLIESE, G.; COLONNA, N. A. The most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period. **Animals**, v. 14, n. 5, p. 816-833, 2024.

- TYRRELL, H. F.; MOE, P. W. Effect of intake on digestive efficiency. **Journal Dairy Science**, v.58, n. 8, p. 1151-1163, 1975.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VARONA, L.; MORENO, C.; GARCIA CORTÉS, L. A; ALTARRIBA, J. Multiple trait genetic analysis of underlying biological variables of production functions. **Livestock Production Science**, v.47, n. 1, p. 201-209, 1997.
- VENDRAMIN, L.; ROOS, T. B.; LIMA VERDE, P. M.; SCHWEGLER, E.; GOULART, M. A.; QUEVEDO, P. S.; SILVA, V. M.; DEL PINO, F. A. B.; TIMM, C. D.; GISTURNES, C.; CORRÊA, M. N. Condição metabólica e composição do leite de rebanhos de vacas jersey no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. In: **Congresso de Iniciação Científica**, 15., 2006, Pelotas. Anais... Pelotas: Universidade Federal de Pelotas.
- WALSTRA, P. Casein sub-micelles: do they exist? **International Dairy Journal**, v. 9,n. 3-6 p. 189-192, 1999.
- WANKHADE, P. R. ; MANIMARAN, A.; KUMARESAN, A.; JEYAKUMAR, S.; PAMESHA, K. SEIJAN, V. RAJENDRAN, D. ; VARGHESE, M. R. Metabolic and imunologic chnges in transition dairy cows : a review. **Veterinary World**, v. 10, n. 11, p. 1367-1377, 2017.
- WILMINK, J. B. M. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. **Livestock Production Science**, v. 16, n. 4, p. 335-348, 1987.
- WOOD, P. D. P. Algebraic of the lactation curve in cattle. **Nature**, v. 216, p. 164-165, 1967.
- ZHOU, M.; CHEN, Y.; GUAN, L. L. Rumen Bacteria. In: PUNIYA, A. K.;SINGH, M. **Rumen Microbiology From Evolution to Revolution**, fist ed., 2015. cap. Rumen Microbial Diversity.
- ZHU, W.; WEI, Z.; XU, N.; YANG, F.; YOON, I.; CHUNG, Y.; LIU, J. AND WANG, J. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on performance and rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2017.
- ZONTINI, A. M.; ZERBINI, E.; MINUTI, A.; TREVISI, E. Effects of supplementing *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products to dairy cows from the day of dry-off through early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.104, n. 11, p. 11673-11685, 2021.

3. IMPACTO DA CULTURA DE LEVEDURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO, COMPOSIÇÃO DO LEITE E CURVA DE LACTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se avaliar o impacto da suplementação com levedura *Saccharomyces cerevisiae* na curva de lactação, produção e qualidade do leite em vacas no período de lactação até os 122 dias. Foram utilizadas 40 vacas animais da raça Holandesa, confinadas em sistema tipo Tiestall, divididas em dois grupos, tratamento com suplementação de 19g/dia de cultura de levedura, e grupo controle. As vacas que consumiram levedura apresentaram aumento na produção de leite, lactose e CCS (ln) ($P < 0.05$) de 2,03 kg/dia, 0,11 g/100g e 63.578 mil células somáticas, respectivamente, em relação ao efeito do tratamento. A suplementação de cultura de levedura também teve impacto ($p < 0,05$) no volume em kg/dia produzido de gordura (0,08 kg/dia), proteína (0,08 kg/dia), lactose (0,13 kg/dia) e sólidos totais (0,28 kg/dia) sobre a composição. Em relação a interação tratamento x ordem de parto houve efeito ($p < 0,05$) para lactose, CCS e sólidos não gordurosos, com as primíparas apresentando os melhores resultados frente as múltiparas, com 4,65 e 4,61 frente 4,58 e 4,39 g/100g de lactose; 92,758 e 123,965 frente 79,838 e 368,706 mil células somáticas; 8,49 e 8,43 frente 8,64 e 8,23 de sólidos não gordurosos da cultura de levedura e controle, respectivamente. Os animais alimentados com a inclusão de cultura de levedura também apresentaram maior persistência na curva de lactação, pico de lactação potencial (31,70 kg/dia) e taxa de acréscimo na produção antes do pico (0,22 kg/dia). Conclui-se que a suplementação com cultura de levedura no período de lactação tem resposta positiva sobre a produção e a qualidade do leite em vacas.

Palavras-chave: período de lactação, produção de leite, qualidade do leite, *Saccharomyces cerevisiae*.

USE OF YEAST CULTURE AND ITS IMPACT ON PRODUCTION PERFORMANCE, MILK COMPOSITION AND LACTATION CURVE

Abstract: The objective was to evaluate the impact of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* yeast on the lactation curve, milk production and quality in cows in the lactation period up to 122 days. Forty Holstein cows were used, confined in a Tie-stall system, divided into two groups, treatment with supplementation of 19g/day of yeast culture, and a control group. The cows that consumed it resulted in an increase in the production of milk, lactose and CCS (ln) ($P < 0.05$) of 2.03 kg/day, 0.11 g/100g and 63.578 thousand somatic cells, respectively, in relation to treatment effect. Yeast culture supplementation also had an impact ($P < 0.05$) on the volume in kg/day produced of fat (0.08 kg/day), protein (0.08 kg/day), lactose (0.13 kg /day), lactose (0.13 kg/day). /day) and total solids (0.28 kg/day) on the composition. Regarding the treatment x delivery order interaction, there was an effect ($p < 0.05$) for lactose, CCS and non-fat solids, with primiparous women presenting the best results compared to multiparous women, with 4.65 and 4.61 compared to 4.58. and 4.39 g/100g of lactose; 92,758 and 123,965 compared to 79,838 and 368,706 thousand somatic cells; 8.49 and 8.43 compared to 8.64 and 8.23 of non-fat solids from the yeast culture and control, respectively. Animals fed with fermented yeast inclusion also showed greater persistence in the lactation curve, peak lactation potential (31.70 kg/day) and rates of increase in production before the peak (0.22 kg/day). It is concluded that supplementation with yeast culture during the lactation period has a positive response on the production and quality of milk in cows.

Key-words: lactation period, milk production, milk quality, *Saccharomyces cerevisiae*.

3.1 Introdução

A atividade da bovinocultura leiteira vem se transformando em uma velocidade vertiginosa com grande aprimoramento na parte genética e tecnológica. Para suportar tais produções, cada vez mais elevadas e desafiadoras, alterações das composições das dietas com níveis energéticos elevados e menores teores de forragens ocorrem na aplicação das dietas atualmente. Inúmeras estratégias são utilizadas para beneficiar e melhorar o desempenho dos animais a fim de garantir a máxima produtividade dos rebanhos, dentre eles, a suplementação a base de *S. cerevisiae*, que promove modulações no ambiente ruminal, com melhores desempenhos produtivos e saúde animal (POPPY et al, 2012; ELGHANDOUR et al. 2020; TUN et al., 2020).

A suplementação de produtos à base de cultura de levedura *S. cerevisiae*, obtiveram aumento expressivos na sua utilização nos últimos anos em virtude dos seus resultados com foco na produtividade, eficiência, saúde animal e econômica. Inúmeros efeitos positivos foram relatados em estudos com vacas leiteiras, a utilização de culturas de leveduras, evidenciou alterações no aumento da ingestão de matéria seca (IMS) (DANN et al.,2000), melhora na fermentação ruminal (ZHU et al., 2017), aumento de produção de leite (ZAWORSKI et al., 2014; LEICESTER et al., 2016; ACHARYA et al., 2017; DIAS et al., 2018; SHI et al., 2019), alteração na composição do leite em gordura, proteína e lactose (OLAGARAY et al., 2019; ZAWORSKI et al., 2014) e melhora no sistema imune e diminuição na contagem de células somáticas (BROADWAY et al., 2015; CARPINELLI et al., 2021)

Apesar dos vários trabalhos existentes referentes a suplementação com culturas de leveduras em vacas leiteiras, poucos apresentam mensuração durante um período prolongado da lactação. Perante o exposto a hipótese deste estudo é que a inclusão de cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae* melhore o desempenho produtivo e saúde dos animais durante o período de lactação. Objetivou-se com o presente estudo avaliar a utilização de cultura de levedura nos parâmetros da curva de lactação, produção e composição do leite.

3.2 Material e Métodos

O experimento e coleta de dados foram realizados no setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental Professor Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), situada no município de Marechal Cândido Rondon (PR) a 24°31'55.3" latitude Sul, 54°01'08.0" longitude Oeste e 392 metros de altitude. O município está localizado na região oeste do Estado do Paraná, com clima predominante do tipo subtropical úmido (Cfa), segundo Koppen (IAPAR, 1994). O protocolo de experimentação animal (número 02- 22) foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA.

Foram utilizadas 40 vacas da raça Holandesa (20 animais por tratamento), do período do parto até os 122 dias em lactação, homogêneas para fase, peso corporal, e escore de condição corporal (Tabela 1). A duração total do experimento foi de 152 dias, 30 deles pré-parto e 122 dias lactação, sendo analisados apenas 122 dias da lactação. Os animais foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizados em função da média de produção de leite da lactação anterior, data provável de parto, ordem de parto, peso vivo e escore de condição corporal.

Tabela 1. Caracterização dos animais de acordo com a ordem de parto e a média de peso corporal (kg) com desvio padrão

	Controle	Cultura de levedura
Múltíparas	11	11
Primíparas	9	9
Peso corporal	685 ±74,1	687 ± 68,8

A dieta nesse período foi composta por uma razão volumoso:concentrado de 50:50. Como fonte de volumoso, foi utilizada a silagem de milho e feno de grama Tifton 85 (*Cynodon dactylon*), representando 40% e 10% da dieta total, respectivamente; na composição do concentrado, foram utilizados milho grão moído fino, farelo de soja, casca de soja e suplemento mineral-vitamínico (Tabela 2). O concentrado mineralizado era composto por Farelo de soja com baixa degradação ruminal-bypass (Soypass®), adsorvente de micotoxinas, tamponante (Equalizer®), palatabilizantes, macrominerais, micromnerais, vitaminas e a cultura de levedura (ofertado de maneira “topdress”;

Nutritek®, 19 g/vaca/dia, o qual foi incluído apenas no grupo cultura de levedura) (Tabela 3).

O fornecimento da cultura da levedura iniciou-se juntamente com a dieta pré-parto, 30 dias antes da data provável do parto.

Tabela 2. Composição nutricional (g/kg de MS) média dos ingredientes das dietas.

Ingredientes	Silagem de milho	Feno de Tifton	Milho moído fino	Casca de Soja	Farelo de soja
MS (g/kg)	281,51	793,42	822,50	854,85	831,30
MO	942,37	923,23	952,00	953,50	934,80
PB	88,38	150,38	85,00	94,00	536,30
FDN	513,68	620,72	110,00	550,00	216,92

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro;

As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2001) para atender às exigências nutricionais de vacas da raça Holandesa conforme as produções individuais e pesos corporais, respeitando as devidas proporções de volumoso:concentrado, realizadas com a utilização do software de nutrição de bovinos de leite, Dairymax®.

Os animais permaneceram alojados em estábulo do tipo *tie-stall* (3,6 m²), com água *ad libitum* e alimentação individual durante o período da manhã e tarde fornecidas logo após as ordenhas (com acesso aproximado por um período de 3 horas). Nos períodos das 11:00h às 15:30h; e das 18:30h às 05:30h, os animais permaneciam em um piquete sem acesso a pastagem com sombreamento natural, para descanso, conforto térmico e água *ad libitum*. O arraçãoamento foi realizado duas vezes ao dia, após a saída dos animais da ordenha, iniciando às 06:00 e às 16:00 h, com proporções de fornecimento da dieta total de 60% e 40%, respectivamente, do total da matéria seca. Os alimentos ofertados e as sobras da dieta, eram pesadas individualmente a fim de proporcionar ajustes diários e sobras entre 5-10%, para garantir ingestão voluntária.

Os dados de produção de leite foram coletados durante os 122 dias de lactação do experimento, sendo que as coletas para análise da composição do leite e peso corporal (fita barimétrica), foram realizadas em seis períodos experimentais, sendo estes: 3 a 5 dias, 21 a 23 dias, 42 a 44 dias, 63 a 65 dias, 90 a 92 dias, 120 a 122 dias.

Os animais foram ordenhados duas vezes ao dia, às 5h45min e 15h45min, sendo esses conduzidos à sala de espera com 15 min. de antecedência. A produção de leite (PL) das vacas foi registrada diariamente durante todo o período experimental, com auxílio de

medidores de fluxo de leite acoplados ao equipamento de ordenha (milkmeter®, Implemis, Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil).

As coletas foram realizadas ao final da ordenha de cada animal, diretamente dos medidores de fluxo de leite, onde se realizou a homogeneização da amostra, na proporção de 60-40 conforme as ordenhas da manhã e tarde.

Tabela 3. Ingredientes e composição das dietas experimentais (g/kg MS).

Ingredientes	Dieta
Silagem de milho	400,00
Feno de Tifton	100,00
Milho grão moído fino	181,00
Casca de soja	139,00
Farelo de Soja	105,00
Suplemento mineral-vitamínico ¹	75,00
Composição nutricional	
Matéria Seca (MS) (g/kg de matéria natural)	513,10
Matéria Orgânica (MO)	922,00
Proteína Bruta (PB)	162,20
Proteína degradável no rúmen ² (PDR)	105,70
Proteína não degradável no rúmen ² (PNDR)	56,50
Extrato etéreo (EE)	23,20
Fibra em detergente neutro (FDN)	396,60
Fibra em detergente ácido (FDA)	224,20
Carboidratos não fibrosos (CNF) ³	340,00
Energia Líquida de Lactação Calculada (ELL) ⁴ (Mcal/kg MS)	1,58

¹Composição nutricional e química (quantidades/kg produto comercial): proteína: 380 (g); extrato etéreo: 7 (g); fibra bruta: (42 (g); sódio: 25 (g); nnp equiv. em PB: 120 (g); cálcio: 55 (g); fosforo: 12 (g); magnésio: 12 (g); potássio: 12 (g); enxofre: 6 (g); cobre: 145,8 (mg); zinco: 665,8 (mg); manganês: 607,5 (mg); selênio: 4,1 (mg); cobalto: 11,3 (mg); iodo: 8,4 (mg); vitamina A: 78.000 unidades internacionais (UI); vitamina D3: 23.400 (KUI); vitamina E: 374,4 (mg).

²Estimado pelo NRC (2001)

³CNF = 100 – (PB + EE + MM + FDN).

⁴ELL(Mcal/kg) = 0,703 x EM – 0,19 + [(0,097 x EM + 0,19) / 97] x [EE - 3].

O leite coletado foi acondicionado em frascos de polietileno estéreis contendo Bronopol® (2-bromo-2-nitropopano-1,3-diol) para a análise de contagem de células somáticas (CCS), gordura, proteína, lactose, sólidos totais e nitrogênio ureico do leite (NUL). Após a coleta, as amostras foram enviadas para o Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná (PARLPR) para realização das análises.

3.2.1 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados, realizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados. Para análise dos dados de produção de leite, peso corporal e composição do leite para seus componentes: gordura, proteína, lactose, sólidos totais, sólidos não gordurosos, contagem de células somáticas e nitrogênio ureico do leite; utilizando-se de modelos lineares generalizados (GLM), para uma distribuição normal dos dados, com função de ligação identidade. O teste de médias usado foi de *Bonferroni* ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas pelo Software R 4.1.3, com a interface do pacote *Rcdmr* (FOX et al., 2024). O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ij} = \mu + trat_i + per_j + trat_i:per_j + \beta(X_{ij} - X') + e_{ij}$$

Onde:

y_{ij} = valor da variável em estudo referente ao tratamento i no bloco j

μ = média de todas as unidades experimentais (média geral)

$trat_i$ = efeito do tratamento i ($t_i = \bar{y}_i - \bar{y}$)

per_j = efeito do bloco j ($b_j = \bar{y}_j - \bar{y}$)

$trat_i:per_j$ = interação entre tratamento e bloco

X = covariável (neste caso dia da lactação do animal);

β = coeficiente de regressão linear entre a covariável (fase de lactação) e as variáveis resposta com a função de corrigir o efeito dos fatores sobre a resposta

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ij} ($\epsilon_{ij} = Y_{ij} - \bar{y}_i - \bar{y}_j + \bar{y}$)

Para análise dos dados de produção de leite ao longo do tempo da lactação foi utilizado o modelo exponencial e não linear de Wilmink, adaptado por Strucken, et al. (2019), com a utilização do software R versão 4.1.3 e aplicação do pacote “all curves”. No total foram avaliados 44 modelos diferentes que descrevem a urva de lactação para que se obtivesse os melhores parâmetros de curva e estatísticas internas dos modelos referentes ao score de informação (AICc), critério de informações de Akaike (AIC) e critério da informação bayesiano (BIC) garantindo; o melhor ajuste (SITWOSKA, KOLENDA & PIWCZYNSKI, 2020). O modelo não linear utilizado é melhor descrito pela expressão (STRUCKEN et al., 2019):

$$y = a + (b-a) * (1 - \exp^{-k * DIM}) - c * DIM$$

Onde:

y = produção de leite em (kg) ao tempo t (dias de lactação);

a = produção de leite inicial;

b = pico de lactação potencial

c = taxa de queda depois do pico

\exp = exponencial

k = taxa de acréscimo de produção até o pico

DIM (days in milk) = dias em leite

3.3 Resultados e Discussão

A partir do modelo não linear de Wilmink adaptado por Strucken, et al. (2019), foram calculados os parâmetros da curva de lactação (a: produção inicial; b: pico de lactação potencial; c: taxa de queda depois do pico; k; taxa de acréscimo na produção antes do pico) de vacas recebendo ou não, cultura de levedura na dieta (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros estimados para curva de lactação do modelo matemático adaptado de Wilmink (STRUCKEN et al., 2019) para vacas da raça Holandesa até os 122 dias de lactação para produção geral, controle e cultura de levedura.

Parâmetros	Controle	Cultura de levedura	Média
a	15,39	9,59	12,39
b	29,10	31,70	30,33
c	0,02	0,03	0,02
k	0,15	0,22	0,20

a: produção inicial; b: pico de lactação potencial; c: taxa de queda depois do pico; k; taxa de acréscimo na produção antes do pico.

A descrição destes parâmetros já traduz de maneira simples os resultados obtidos neste trabalho ao avaliar o modelo de Wilmink adaptado por Strucken et al. (2019). Dentre eles o parâmetro (b) referente ao pico de lactação potencial evidenciou-se 2,60 kg de leite a mais para o grupo de animais que recebiam suplementação com cultura de levedura. Para os demais parâmetros, taxa de queda depois do pico (c) e taxa de acréscimo na produção antes do pico (k), os animais com a inclusão cultura de levedura apresentaram ambos os parâmetros mais elevados que o grupo controle, com 46% e 50 % respectivamente.

A produção média de leite ajustada (Tabela 5) tanto para primíparas quanto para multíparas, foi, respectivamente de 2,30 e 2,23 kg/dia superior para os animais com a inclusão da cultura de levedura na dieta ($p < 0,05$). A ordem de parto tem impacto significativo sobre a glândula mamária e potencial produtivo, vacas multíparas (dois partos ou mais) têm produtividade mais elevada quando comparadas as primíparas (primeiro parto e lactação), onde ainda estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento do sistema mamário (SANTOS & FONSECA 2006).

Tabela 5. Produção média de leite ajustada conforme o modelo matemático adaptado de Wilmink (STRUCKEN et al., 2019) para curva de lactação em vacas da raça Holandesa até 122 dias de lactação.

Ordem de Parto	Produção ajustada (kg/dia)		EPM		p-valor
	Múltipara	Primípara	Múltipara	Primípara	
Controle	26,43 _{bA}	26,43 _{bA}	0,18	0,20	0,86
Cultura de Levedura	28,73 _{aA}	28,66 _{aA}	0,19	0,19	

EPM: erro padrão da média.

“a” e “b” médias na linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

“A” e “B” médias entre colunas diferem em relação a ordem de parto ($p < 0,05$).

Na Figura 1, é possível certificar os resultados para as produções de leite kg/dia estimadas pela curva de lactação pelo modelo matemático adaptado de Wilmink (STRUCKEN et al., 2019). Foi observada maior ($p < 0,05$) produção de leite ao longo da curva de lactação (até os 122 dias) para os animais que receberam cultura de levedura na dieta. Esse resultado corrobora com os encontrados por Dann et al. (2000) com vacas da raça Jersey, do pré-parto até os 140 dias de lactação, com adição de cultura de levedura, e os de Maciotta et al. (2005), que avaliaram diferentes modelos matemáticos para parâmetros de curvas de lactação, com dados de um arquivo de 229.518 avaliações de leite de 27.837 lactações de 16.732 vacas do ano de 1989 até 2002.

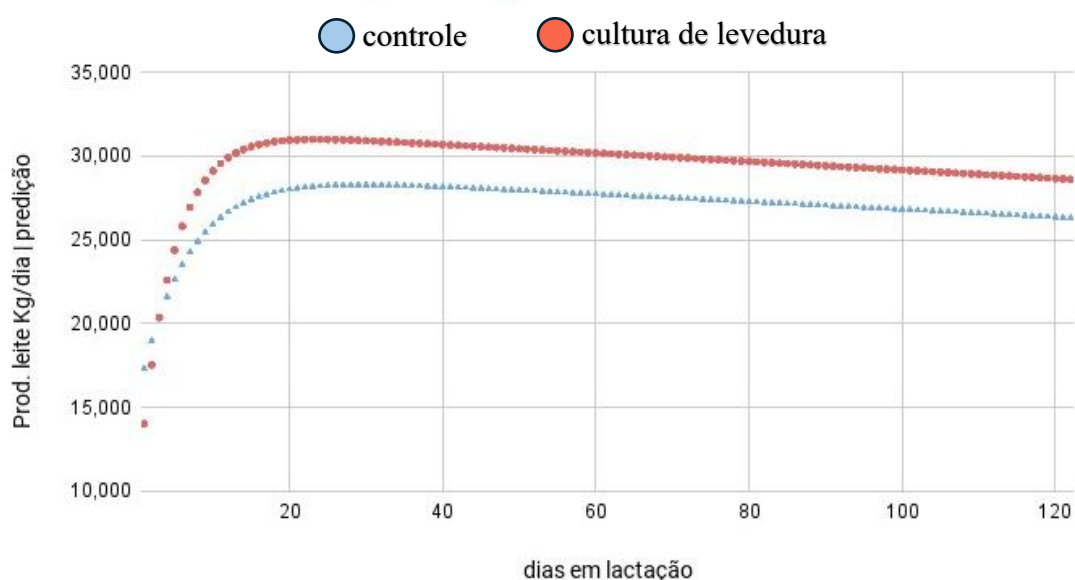


Figura 1. Estimativa da curva de lactação para produção estimada de leite kg/dia do modelo matemático adaptado de Wilmink (STRUCKEN et al., 2019) para vacas da raça Holandesas em lactação até 122 dias de lactação, sem e com adição de cultura de levedura.

A Figura 1 evidencia o impacto positivo da cultura de levedura, refletindo em produção de leite durante todo o período avaliado de 122 dias, melhorando a produção média e alcançando uma curva de lactação com maior pico de produção e melhor persistência produtiva ao longo do período. Alguns fatores podem impactar o comportamento das curvas de lactação, como: genética, ordem de parição, época de parição, composição das dietas (em particular, animais em sistema a pasto) e diferenças biológicas dos animais (REKIK & GARA, 2004).

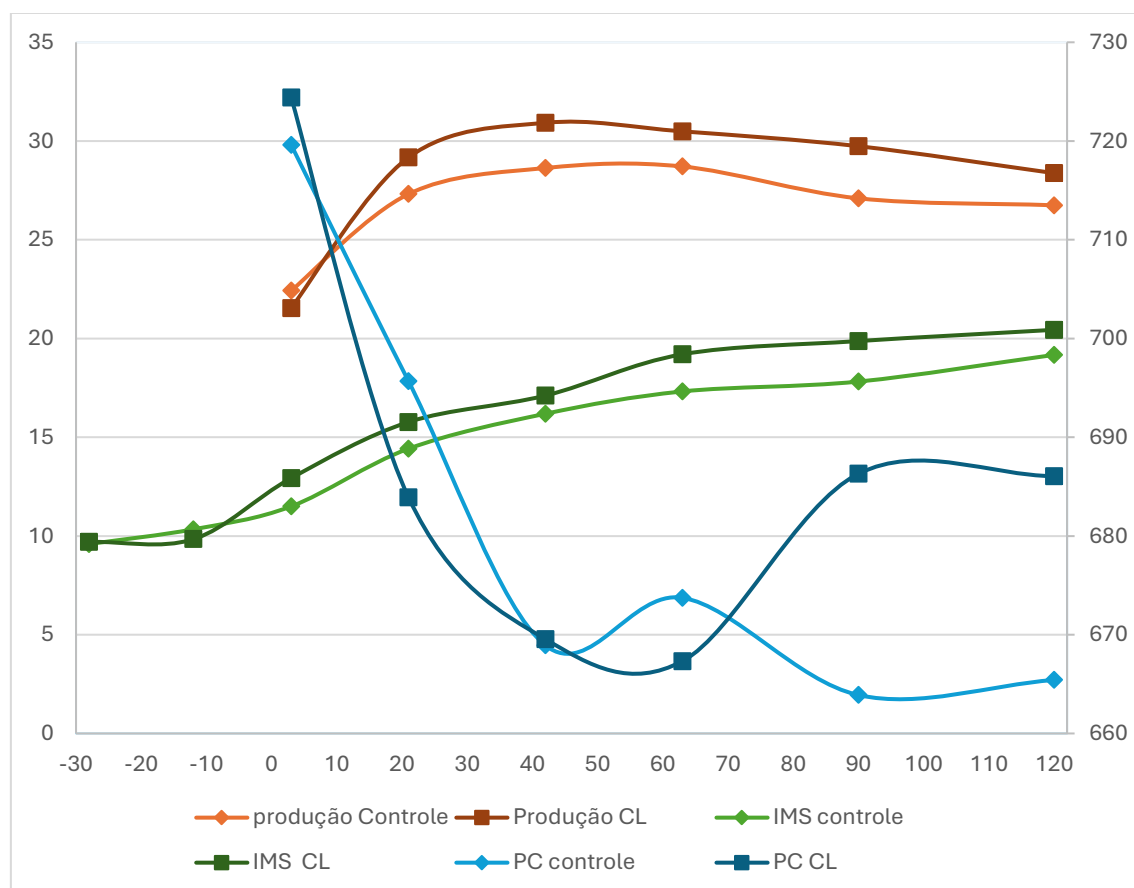


Figura 2. Valores médios de produção de leite (kg), ingestão de matéria seca (IMS e peso corporal(PC-kg), para vacas controle e com adição de cultura de levedura (CL), do período pré-parto -30 até 122 dias em lactação.

Os resultados médios apresentados (Figura 2) ilustram o comportamento dos animais frente as variáveis de produção de leite (Kg), peso corporal (kg) e IMS (kg); sendo possível evidenciar a cultura de levedura com maior produção de leite e IMS, e perda de peso até os 60 dias da curva de lactação. Notório o impacto neste período inicial

da produtividade de leite, onde a vaca está em BEN agudo e a perda de peso corporal fica ainda mais evidente.

Comportamentos apresentados que corroboram com Dan et al. (2000) ao avaliarem a ingestão e produção de vacas Jersey com a inclusão de cultura de levedura no pré-parto até 140 dias em lactação, onde verificaram comportamentos IMS e produção de leite muito similares aos resultados deste trabalho; corroborando com um dos benefícios que é o aumento da IMS e aumento da produção de leite.

Vale destacar a melhor recuperação dos animais com a inclusão de cultura de levedura (Figura 2) após os 70 dias de lactação, consequência da diminuição do BEN, crescente da IMS e excedente da disponibilidade de nutrientes; e decorrente ganho de peso corporal.

Os animais que receberam inclusão de cultura de levedura na dieta obtiveram maior ($p < 0,05$) produção de leite (kg/dia), teor de lactose e CCS (ln) durante o período de lactação avaliado (Tabela 6). Em relação aos teores de gordura, de proteína, de sólidos totais, nitrogênio ureico no leite (NUL), sólidos não gordurosos (SNG) e peso corporal (PC), não se verificou efeito para o tratamento ($p > 0,05$).

Os animais que receberam a suplementação com cultura de levedura apresentaram uma produção média de leite de 2,03 kg/dia (Tabela 6), maior em comparação ao grupo controle ($p < 0,05$). Este resultado corrobora com produções de leite observados em outros trabalhos, como na meta-análise de Poppy et al. (2012) entre um comparativo com 12 estudos randomizados e revisados por pares, com produções de 1,34 kg/dia e 1,37 kg/dia em 14 estudos revisados por pares (1/3 destes trabalhos de fase inicial da lactação).

Acharya et al. (2017) observaram um aumento de 3,5 kg/dia nos animais suplementados com 19 g de cultura de levedura em comparação ao grupo controle. Zaworski et al. (2014) obtiveram 4,6 kg/dia e 5,7 kg/dia de leite com 56 e 112 g de inclusão de culturas, respectivamente. Em dietas com baixo e alto amido suplementadas com cultura de levedura apresentaram 3,6 kg/dia de leite (DIAS et al., 2018). A cultura de levedura pode modificar a fermentação ruminal, promover o crescimento microbiano e alterar a IMS e a digestibilidade ruminal (DESNOYERS et al., 2009; HRISTOV et al., 2010), explicando os resultados favoráveis à produção e composição do leite observados neste estudo. Outro ponto relevante é a capacidade das leveduras de melhorar a eficiência digestiva e o metabolismo de vacas no período de transição (ROBINSON, 2006).

O efeito que a cultura de levedura pode realizar sobre a modificação da fermentação ruminal melhorando o crescimento microbiano e digestibilidade ruminal,

deixa evidente neste trabalho os resultados favoráveis encontrados, com produção e composição do leite melhores.

Tabela 6. Valores médios para produção de leite (kg/dia) e parâmetros de composição do leite em animais lactantes, recebendo dietas sem adição ou com cultura de levedura, até os 122 dias de lactação.

Variáveis	Controle	Cultura de levedura	EPM	p-valor
Produção (kg)	26,88b	28,91a	0,31	<0,01
Peso Corporal (kg)	676,98a	686,99a	5,14	0,17
Gordura (g/100g)	4,29a	4,29a	0,06	0,94
Proteína (g/100g)	2,87a	2,92a	0,02	0,18
Lactose (g/100g)	4,50b	4,61a	0,02	<0,01
Sólidos totais (g/100g)	12,59a	12,75a	0,07	0,10
Gordura (kg/dia)	1,14b	1,22 ^a	0,02	0,01
Proteína (kg/dia)	0,77b	0,83a	0,01	<0,01
Lactose (kg/dia)	1,21b	1,34a	0,01	<0,01
Sólidos totais (kg/dia)	3,37b	3,65a	0,04	<0,01
CCS (ln)	5,15 b	4,69 a	0,09	<0,01
NUL (mg/dl)	13,62a	13,98a	0,37	0,48
SNG (g/100g)	8,43a	8,46a	0,04	0,70

EPM: Erro padrão da média; CCS ln: logaritmo neperiano de contagem de células somáticas; NUL: nitrogênio ureico do leite; SNG; sólidos não gordurosos.

“a” e “b” médias na linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

Quanto às quantidades apresentadas em montantes diários de kg/dia, as variáveis gordura, proteína, lactose e sólidos totais (Tabela 6), mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$), entre os tratamentos avaliados. Observou-se uma produção maior de gordura (0,08 kg/dia), proteína (0,06 kg/dia), lactose (0,13 kg/dia) e sólidos totais (0,28 kg/dia) para os animais que receberam suplementação com cultura de levedura na dieta. Resultados semelhantes foram encontrados por Nocek et al. (2011) e Shaver & Garret (1997), onde vacas suplementadas com cultura de levedura apresentaram produção maior de gordura (0,07 kg/dia) e de proteína (0,03 kg/dia), respectivamente. Lehloneya et al. (2008) também relataram um aumento de 0,07 kg/dia de lactose durante a suplementação em primíparas da raça Holandesa no meio da lactação (sétima até trigésima semana).

A melhoria na lactose do leite (4,61% com cultura de levedura versus 4,50% no grupo controle) e a redução na contagem de células somáticas (CCS) indicam um impacto positivo na saúde da glândula mamária e na qualidade do leite produzido (Piva et al., 1993). A melhora nos níveis de lactose comprova as produções mais elevadas de leite observadas no trabalhado, em virtude da relação da secreção de lactose para o alvéolo mamário determinando a quantidade de água no leite por osmose, lembrando que a

disponibilidade de glicose e a capacidade de realizar gliconeogênese podem ser fatores limitantes (GONÇALVES & SILVA, 2017). Os resultados encontrados evidenciam o impacto da inclusão da cultura de levedura na melhora, indiretamente, dos níveis de glicose sanguíneos disponíveis, e consequentemente nos maiores níveis de lactose e produção de leite.

Outros pesquisadores como de Zhu et al. (2017), obtiveram ($p < 0,05$) referente ao efeito da semana de lactação e Halfen et al. (2021) evidenciaram ($p < 0,05$) sob a interação tratamento e tempo (semana); os quais podem fundamentar o resultado encontrado perante a lactose neste trabalho, já que ocorreram vários períodos de coletas distribuídas ao longo dos 122 dias de lactação.

Quanto à CCS observou-se uma redução do grupo controle de 172.431 para 108.853 células somáticas no grupo que recebeu o produto da fermentação de leveduras. A CCS é um método indireto indicador de inflamação da glândula mamária que tem alta relação com infecções (RAINARD et al., 2018).

A redução significativa de CCS ($p < 0,05$) está em linha com outros estudos (ZAWORSKI ET AL., 2014; CARPINELLI ET AL., 2021), destacando os benefícios que as culturas de leveduras na respostas imunológica e saúde de glândula mamária, devido à presença de beta-glucanos e manaoligossacarídeos que ativam células natural killers e linfócitos B (NOCEK et al., 2011; JENSEN et al., 2008). A redução na CCS sugere uma menor presença de patógenos causadores de mastite e melhores respostas imunológicas (RAINARD & RIOLLET, 2006).

A interação tratamento x ordem de parto mostrou efeito significativo ($p < 0,05$) em três indicadores: lactose, CCS (ln) e SND (Tabela 7). Na lactose, os resultados foram superiores em primíparas (0,07 g/100g) e múltiparas (0,22 g/100g). Em múltiparas, a suplementação com levedura resultou em um aumento de 0,19 g/100 g de lactose em relação ao grupo controle. A síntese de lactose, dependente da disponibilidade de glicose, indica melhor eficiência energética e imunológica com a suplementação de levedura.

Na produção de leite, houve efeito significativo ($p < 0,05$) entre as ordens de parto. Múltiparas do grupo controle produziram 4,94 kg/dia e com levedura 3,58 kg/dia, mais que as primíparas. Estes resultados estão alinhados com estudos anteriores que não observaram efeito na produção média de leite kg/dia na interação tratamento x ordem de parto (HALFEN et al., 2021; OLAGARAY et al., 2019).

Tabela 7. Valores médios para interação tratamento x ordem de parto perante produção de leite (kg/dia) e parâmetros de qualidade do leite em animais lactantes, com dietas controle e inclusão de cultura de levedura.

		Médias		EPM		p-valor
Variáveis		Múltip	Primíp	Múltip	Primíp	Trat x Op
Produção (kg)	controle	29,37aA	24,41aB	0,41	0,45	0,84
	cultura	30,94aA	26,16aB	0,43	0,44	
Peso Corporal (kg)	controle	726,82aA	627,15bB	7,14	7,75	0,11
	cultura	725,05aA	648,94bB	7,08	7,08	
Gordura (g/100g)	controle	4,25aA	4,33aA	0,09	0,10	0,59
	cultura	4,21aA	4,38aA	0,09	0,10	
Proteína (g/100g)	controle	2,91aA	2,84aA	0,03	0,03	0,33
	cultura	2,92aA	2,92aA	0,03	0,04	
Lactose (g/100g)	controle	4,39bB	4,61aA	0,02	0,03	<0,01
	cultura	4,58aA	4,65aA	0,02	0,03	
Sólidos totais (g/100g)	controle	12,48aA	12,70aA	0,09	0,10	0,92
	cultura	12,64aA	12,88aA	0,09	0,10	
CCS (ln)	controle	5,91aA	4,38aB	0,12	0,13	<0,01
	cultura	4,82bA	4,53aA	0,12	0,14	
NUL (mg/dL)	controle	13,13aA	14,10aA	0,49	0,54	0,86
	cultura	13,47aA	14,61aA	0,49	0,55	
SNG (g/100g)	controle	8,23bB	8,64aA	0,06	0,07	<0,01
	cultura	8,43aA	8,49aA	0,06	0,07	

EPM: Erro padrão da média; Múltip.: múltiparas; Primíp.: primíparas; lnCCS: logaritmo neperiano de contagem de células somáticas; NUL: nitrogênio ureico do leite; SNG: sólidos não gordurosos.

“a” e “b” médias nas linhas diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

“A” e “B” médias entre colunas diferem em relação a ordem de parto ($p < 0,05$).

Ao analisar o parâmetro CCS verificou-se efeito ($p < 0,05$) entre a interação tratamento e ordem parto ($p < 0,05$), as primíparas apresentaram as menores quantidades de CCS 92,758 e 79,838 células/mL, enquanto as múltiparas exibiram 123,965 e 368,706 células/mL, para os animais com cultura de levedura e controle, respectivamente. Resultados similares foram evidenciados por Carpinelli et al. (2021) com redução de 0,29 \log_{10} de células somáticas, com efeito ($p < 0,05$) para o tratamento e ordem de parto. As maiores quantidades de células somáticas nas múltiparas pode estar atrelado a alguma exposição ou fator que possa resultar em uma maior resposta inflamatória a este grupo de

animais durante o período avaliado, sendo dentro destes animais com cultura de levedura obtiveram uma quantidade menor de 244.741 mil células somáticas frente ao controle; possivelmente devido ao efeito e resposta imunomoduladores da levedura (NEWBOLD et al., 1996; JENSEN et al.; 2008).

Com relação aos teores de SNG, foi observado maior teor na ordem de parto em vacas primíparas obtiveram um incremental ($p < 0,05$) de 0,41 por kg/dia nos animais que recebiam a dieta do tratamento controle, possivelmente em virtude da interação entre lactose e CCS (ln), e o impacto que a lactose possui sobre este parâmetro quantitativo da composição do leite. Este menor teor quantidade de SNG para os animais da categoria da ordem múltiparas pode ter ocorrido em virtude do maior número de células somáticas observado nestes animais, indicando uma maior resposta imune sistêmica e intramamário (BROADWAY et al., 2015; AL QUAISI et al., 2020), consequentemente ocasiona alterações da composição do leite, diminuindo o teor de lactose e SNG. Esses resultados são consistentes com outros trabalhos, que destacam a importância da saúde da glândula mamária e da composição do leite na avaliação do impacto de intervenções nutricionais (BALDI et al., 2007).

A estratificação da curva de lactação até os 122 dias feita por fases de produção (Figura 3), sendo estas: pré-pico (dia 0 até 18º dias de lactação), pico (dia 19º até 40º dia de lactação) e pós-pico (dia 41º até 122º dia de lactação). Não foi observado diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos durante a fase de pré-pico, resultados que corroboram com Lehloemya et al. (2008) os quais não observaram efeito ($p < 0,05$) ao avaliar a inclusão da cultura de levedura para vacas primíparas e múltiparas separando em duas fases de lactação, cedo (até 8 semanas) e meio (de 8 até 30 semanas). Vale salientar a extrema importância da qualidade de resposta durante este período inicial, o qual é de fundamental relevância para a sequência da lactação onde irá determinar todo o comportamento produtivo na curva de lactação.

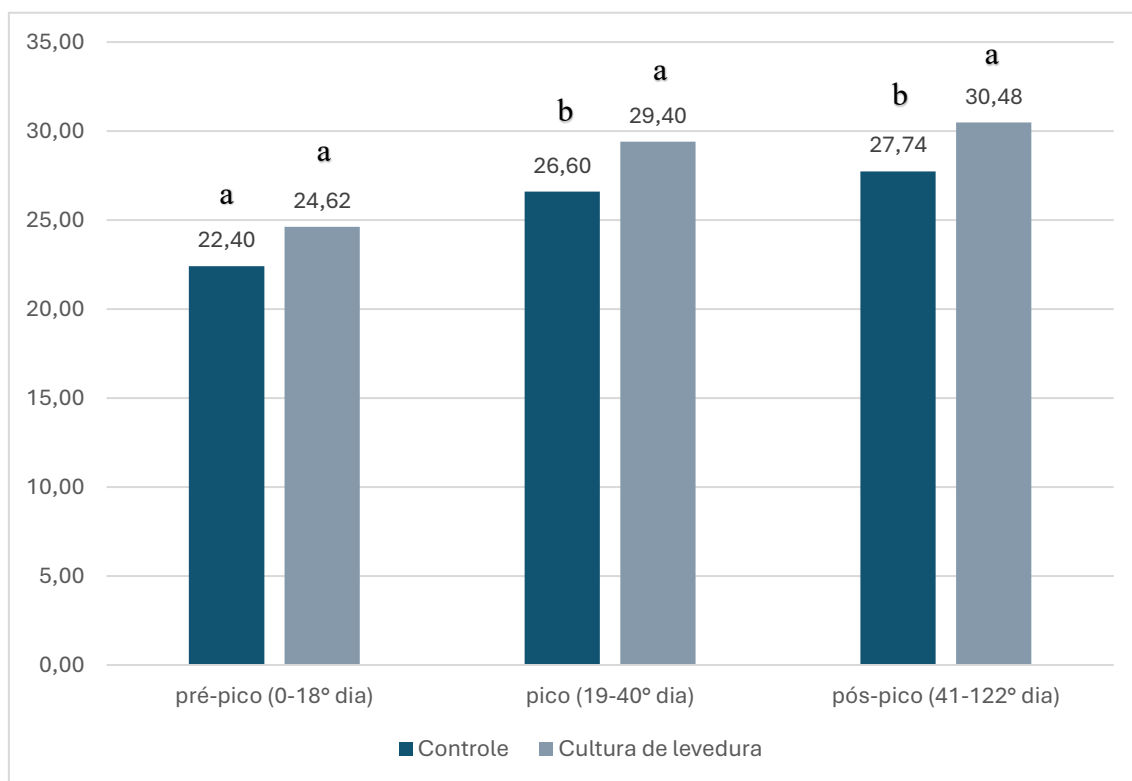


Figura 3. Produção de leite média (kg/dia) por fase de lactação, pré-pico, pico e pós-pico, referente aos grupos controle e suplementadas com cultura de levedura até os 122 dias em lactação para vacas holandesas.

Para a fase de pico de lactação, houve diferenciação significativa ($p < 0,05$), com uma produção média de 2,8 kg/dia de leite com a inclusão da cultura de levedura, resultando em uma produção total de 61,6 kg de leite durante os 22 dias desta fase. Na fase de pós-pico, que corresponde ao maior período de avaliação da curva de lactação, também houve efeito significativo entre os tratamentos ($p < 0,05$), com uma produção média de 2,74 kg/dia de leite ao longo dos 82 dias, totalizando 221,94 kg de leite.

3.4 Conclusão

Os resultados apresentados indicam que a suplementação com cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae* no período pré parto e lactação, promove melhorias significativas na produção de leite e a composição do leite em vacas (lactose e células somáticas). Contribui de forma positiva na eficiência produtiva, mostrando-se uma intervenção nutricional eficaz e benéfica, com melhores resultados produtivos e qualitativos.

3.5 Referências

- ACHARYA, S.; PRETZ, J. P.; YOON, I.; SCOTT, M. F.; CASPER, D. P. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on the lactational performance of mid-lactation dairy cows. **Translational Animal Science**, v. 1, n. 2, p. 221-228, 2017.
- AL-QAISI, M.; HORST, E. A.; MAYORGA, E. J.; GOETZ, B. M.; ABEYTA, M. A.; YOON, I. TIMMS, L. L. APPUHAMY, J. A.; BAUMGARD, L. H. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on heat-stressed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 10, p. 9634-9645, 2020.
- BALDI, A.; CHELI, F.; PINOTTI, L.; PECORINI, C. Nutrition in mammary gland health and lactation: advances over eight biology of lactation in farm animals meeting. **Journal Animal Science**, v. 86, n. 13, p. 3-9, 2008.
- BROADWAY, P. R.; CARROL, J. A.; SANCHEZ, N. C. B. Live Yeast and Yeast Cell Wall Supplements Enhance Immune Function and Performance in Food-Producing Livestock: A Review. **Microorganisms**, v. 3, n. 3, p. 417-427, 2015.
- CARPINELLI, N. A.; HALFEN, J.; TREVISI, E.; CHAPMAN, J. D.; SHARMAN, E. D.; ANDERSON, J. L. Effects of peripartal yeast culture supplementation on lactation performance, blood biomarkers, rumen fermentation, and rumen bacteria species in dairy cows, **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 10, p. 10727-10743, 2021.
- DANN, H.M.; DRACKLEY, J.K.; MCCOY, G.C.; HUTJENS, M. F.; GARRETT, J. E. Effects of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Prepartum Intake and Postpartum Intake and Milk Production of Jersey Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 123-127, 2000.
- DESNOYERS, M.; GIGER-REVERDIN, S.; BERTIN, G.; DUVAUX-PONTER, C. ; SAUVANT, D. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 4, p. 1620-1632, 2009.
- DIAS, A. L. G.; FREITAS, J. A.; MICAI, B.; AZEVEDO, R. A.; GRECO, L. F. SANTAOS, J. E. P. Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 201-221, 2018.
- ELGHANDOUR, N. M. Y.; TAN, Z. L.; ABU HAFSA, S. H.; ADEGBEYE, M. J.; GREINER, R.; UGBOGU, E. A.; CEDILLO MONROY, J. SALEM, A. Z. M. *Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: a review. **Journal of Applied Microbiology**, v. 128, n. 3, p. 658-674, 2020.
- FOX, J.; MARQUEZ, M. M.; BOUCHET-VALAT, M. Rcmdr. R commander. **R package version**, p. 2.9-2, 2024.

- GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 3 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2017. 541 p.
- HALFEN, J.; CARPINELLI, N.; DEL PINTO, F. A. B.; CHAPMAN, J. D.; SHARMAN, E. D.; ANDERSON, J. L.; OSORIO, J. S. Effects of yeast culture supplementation on lactation performance and rumen fermentation profile and microbial abundance in mid-lactation Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 11, p. 11580-11592, 2021.
- HRISTOV, A. N.; VARGA, G.; CASSIDY, T.; LONG, M.; HEYLER, K.; KARNATI, S. K. R.; CORL, B.; HOVDE, C. J.; YOON, I. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 682-692, 2010.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná** 1994. Londrina, IAPAR, 1994. 49 p.
- JENSEN, G. S.; PATTERSON, K. M.; YOON, I. Yeast culture has anti-inflammatory effects and specifically activates NK cells. **Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases**, v. 31, n. 6, p. 487-500, 2008.
- LEICESTER, H. C. W.; ROBINSON, P. H.; ERASMUS, L. J. Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, n. 1, p. 58-72, 2016.
- LEHLOENYA, K. V.; STEIN, D. R.; ALLEN, D. T.; SELK, G. G. E.; JONES, D. A.; ALEMAN, M. M.; REHBERGER, T. G.; MERTZ, K. J.; SPICER, L. J. Effects of feeding yeast and propionibacteria to dairy cows on milk yield and components, and reproduction. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 92, n. 2, p. 190-202, 2008.
- MACIOTTA, N. P. P.; VICARIO, D.; CAPPIO-BORLINO, A. Detection of Different Shapes of Lactation Curve for Milk Yield in Dairy Cattle by Empirical Mathematical Models. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 3, p. 1178-1191, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of dairy cattle**. 7. rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 333p.
- NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; McINTOSH, F. M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. **British Journal of Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 249-261, 1996.
- NOCEK, J. E.; HOLT, M. G.; OPPY, J. Effects of supplementation with yeast culture and enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 8, p. 4046-4056, 2011.
- OLAGARAY, K. E.; SIVINSKI, S. E.; SAYLOR, B. A.; MAMEDOVA, L. K.; SAULS-HIESTERMAN, J. A.; YOON, I. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation

- product on feed intake parameters, lactation performance, and metabolism of transition dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 9, p. 8092-8107, 2019.
- POPPY, G. D.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. SANCHEZ, W. K.; DORTON, K. L.; MORLEY, P. S. A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 10, p. 6027-6041, Oct. 2012.
- RAINARD, P.; FOUCRAS, G.; BOICHARD, D.; RUPP, R. Invited review: low milk somatic cell count and susceptibility to mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 8, p. 6703-6714, 2018.
- RAINARD, P.; RIOLLET, C. Innate immunity of the bovine mammary gland. **Veterinary Research**, v. 37, n. 3, p.369-400, 2006.
- REKIK, B.; GARA, A. B. Factors affecting the occurrence of atypical lactations for Holstein-Friesian cows. **Livestock Production Science**, v. 87, n. 3, p. 245-250, 2004.
- ROBINSON, P. H.; DEPETERS, E. J.; SHINZATO, I.; ATO, H. Rumen lysine escape, rumen fermentation, and productivity of early lactation dairy cows fed free lysine. **Animal Feed Science and Technology**, v. 128, n. 1-2, p. 31-41, 2006.
- SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Estratégias para Controle de Mastite e Melhoria da Qualidade do Leite**. 1.ed. Barueri: Editora Manole, 2006. 314p.
- SHAVER, R. D.; GARRET, J. E. Effect of dietary yeast culture on milk yield, composition, and component yields at commercial dairies. **The Professional Animal Scientist**, v. 13, n. 4, p. 204-207, 1997.
- SHI, W.; KNOBLOCK, C. E.; MURPHY, K. V.; BRUINJE, T. C.; YOON, I.; AMBROSE, D. J.; OBA, M. Effects of supplementing a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product during the periparturient period on performance of dairy cows fed fresh diets differing in starch content. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 4, p. 3082-3096, 2018.
- STRUCKEN, E. M.; BROCKMANN, G. A.; LAURENSEN, Y. C. S. M. Effects of selection for fertility on milk production traits. **Association, for the Advancement of Animal Breeding and Genetic**, v. 23, p. 132-142, 2019.
- TUN, H. M.; LI, S.; YOON, I.; MEALE, S. J.; AZEVEDO, P. A.; KHAFPOUR, E.; PLAIZIER, J. C. *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products (SCFP) stabilize the ruminal microbiota of lactating dairy cows during periods of a depressed rumen pH. **BMC Veterinary Research**, v. 16, n. 237, p1-17, 2020.
- ZAWORSKI, E. M.; SHRIVER-MUNSH, C. M.; FADDEN, N. A.; SANCHEZ, W. K.; YOON, I.; BOBE, G. Effects of feeding various dosages of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 5 3081-3098, 2014.

ZHU, W.; WEI, Z.; XU, N.; YANG, F.; YOON, I.; CHUNG, Y.; LIU, J. AND WANG. J. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on performance and rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2017.

4. EFEITO DA CULTURA DE LEVEDURA NA SÍNTESE MICROBIANA, PARÂMETROS SANGÜINEOS E pH RUMINAL DURANTE PRÉ-PARTO E LACTAÇÃO

Resumo: A finalidade do trabalho foi avaliar a suplementação com levedura *Saccharomyces cerevisiae* durante as fases de pré-parto e lactação, e os impactos na síntese microbiana, parâmetros sanguíneos e pH ruminal. Foram utilizadas 40 vacas animais da raça Holandesa, confinadas em sistema tipo Tie-stall, divididas em dois grupos, tratamento controle e suplementação de 19 g/dia de cultura de levedura. Suplementação iniciada aos 30 dias antes da data prevista do parto até 122 dias de lactação. Os animais que consumiram cultura de levedura apresentaram efeito tratamento ($p < 0,05$) para ingestão de matéria seca (IMS) com 1,07 kg mais elevada e menores níveis de beta-hidroxibutirato (β hB) 0,21 mmol/L e pH ruminal 0,11 unidades. Foram observados efeitos do tratamento ($P < 0,05$) para os parâmetros sanguíneos, a inclusão de cultura de levedura aumentou alanina transferase (ALT) 1,78 mg/dL e diminuiu os níveis de gama transferase (GGT) para 3,87 mg/dL. Em relação a interação tratamento x fase houve efeito ($p < 0,05$) para β hB para as vacas em fase de lactação alimentadas com cultura de levedura, apresentando média de 0,45 mmol/L menor frente aos animais do tratamento controle. Não foram evidenciados efeitos do tratamento e interação tratamento x fase ($p > 0,05$) perante a síntese microbiana. Conclui-se que a suplementação com cultura de levedura durante as fases de pré-parto e lactação tem impacto positivo sobre os parâmetros sanguíneos e IMS.

Palavras-chave: β -hidroxibutirato, ingestão de matéria seca, pré-parto

EFFECT OF YEAST CULTURE ON MICROABIAL SYNTHESIS, BLOOD PARAMETERS AND RUMINAL PH DURING PRE-PARTY AND LACTATION

Summary: The purpose of the work was to evaluate supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* yeast during the pre-partum and lactation phases, and the impacts on microbial synthesis, blood parameters and rumen pH. Forty Holstein cows were used, confined in a Tie-stall system, divided into two groups, control treatment and supplementation of 19 g/day of yeast culture. Supplementation started 30 days before the expected date of birth until 122 days of lactation. Animals that consumed yeast culture showed a treatment effect ($P < 0.05$) for dry matter intake (DMI) with 1.07 kg higher and lower levels of beta-hydroxybutyrate (β hB) 0.21 mmol/L and pH rumen 0.11 units. Treatment effects ($P < 0.05$) were observed for blood parameters, the inclusion of yeast culture increased alanine transferase (ALT) 1.78 mg/dL and decreased gamma transferase (GGT) levels to 3.87 mg /dL. Regarding the treatment x phase interaction, there was an effect ($P < 0.05$) for β hB for lactating cows fed with yeast culture, showing an average of 0.45 mmol/L lower compared to animals in the control treatment. There were no effects of treatment or treatment x phase interaction ($P > 0.05$) regarding microbial synthesis. It is concluded that supplementation with yeast culture during the pre-partum and lactation phases has a positive impact on blood parameters and DMI.

Key-words: β -hydroxybutyrate, dry matter intake, rumen pH

4.1 Introdução

As fases do período de pré-parto e início de lactação são cruciais para determinar a resposta na lactação, imunológica e reprodução subsequentes. Os inúmeros desafios fisiológicos durante estes períodos impõem adversidades que suprimem IMS, restrições nutricionais e função imunológica (ZAWORSKI et al., 2014; DANN et al., 2000).

Este período crítico para os animais, o qual caracteriza-se por, 3 semanas antes e 3 semanas depois do parto (DRACLE, 1999), passa por vários desafios ocorrendo alterações metabólicas, endócrinas, lactogênese, involução uterina e balanço energético negativo (BEN) (BRAFOR et al., 2015). Algumas das implicações deste intervalo correspondem com a mobilização de gordura de reserva corporal e produção de compostos oxidados NEFA e β hB em efeito a hepatoxidação dos ácidos graxos (ALLEN et al., 2009).

Inúmeras estratégias são realizadas para diminuir os impactos destes períodos, dentre eles a utilização de aditivos é uma das alternativas que possibilitam maximizar o desempenho produtivo e a saúde animal na bovinocultura de leite. Dentre os principais aditivos está a cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, o qual é composta por aminoácidos, peptídeos, vitaminas, ácidos orgânicos, ésteres, álcoois e oligossacarídeos (JENSEN et al., 2008; SHURSON, 2018 XIAO et al., 2016). O uso de cultura de leveduras promove a IMS (DANN et al., 2000); aumento da produção de leite (LEICESTER et al., 2016; ACHARYA et al., 2017; SHI et al., 2019), melhora na concentração de ácidos graxos voláteis (ERASMUS et al., 1992), influência positiva no pH ruminal (DIAS et al., 2018), melhora da composição do leite (SHI et al., 2019; OLAGARAY et al., 2019) e modulação da flora ruminal de bactérias, protozoários e fungos (TUN et al., 2020).

Sendo assim a hipótese deste estudo é que a inclusão de cultura de levedura *S. cerevisiae* melhore o desempenho alimentar, produtivo e metabólico durante período pré-parto e lactação. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da inclusão de cultura de levedura na ingestão de matéria seca, parâmetros metabólicos e síntese microbiana nas fases de pré-parto e lactação.

4.2 Material e Métodos

A realização da manipulação dos animais e cuidados ocorreram sob aprovação do protocolo de experimentação animal (número 02-22) pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA.

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental Professor Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), situada no município de Marechal Cândido Rondon (PR) a 24°31'55.3" latitude Sul, 54°01'08.0" longitude Oeste e altitude de 392 metros. Município localizado na região oeste do Estado do Paraná, com clima predominante do tipo subtropical úmido (Cfa), de acordo com a tipologia Koppen (IAPAR, 1994).

Foram utilizadas 40 vacas da raça Holandesa (20 animais por tratamento), do período pré-parto até os 122 dias em lactação, homogêneas para peso corporal, e escore de condição corporal (Tabela 1). A duração total foi de 152 dias de experimento, sendo os 30 primeiros destinados ao pré-parto e os 122 dias subsequentes destinados à avaliação da lactação; distribuídos em um delineamento de blocos casualizados.

Tabela 1. Caracterização dos animais de acordo com a ordem de parto e a média de peso corporal (kg) com desvio padrão.

	Controle	Cultura de levedura
Múltíparas	11	11
Primíparas	9	9
Peso corporal	685 ±74,1	687 ± 68,8

A proporção de volumoso:concentrado das dietas nos períodos de pré-parto e lactação foram compostas de 70:30 e 50:50, respectivamente. A fonte de volumoso, foi utilizada a silagem de milho e feno de grama Tifton (*Cynodon dactylon*), distribuídos na dieta total do pré parto com inclusão de 58% e 12% e 40% e 10% na lactação, respectivamente. O concentrado foi composto por milho grão moído fino, farelo de soja, casca de soja e suplemento mineral-vitamínico (Tabela 2). Havia dois tipos diferentes de suplementos mineral-vitamínico, sendo o pré-parto composto por Farelo de soja 46%, adsorvente de micotoxinas, sais aniônicos, palatabilizantes, macrominerais, microminerais, vitaminas e a cultura de levedura (Nutritek®, 19 g/vaca/dia); e o suplemento mineral vitamínico da lactação constituído por Farelo de soja com baixa

degradação ruminal-bypass (Soypass®), adsorvente de micotoxinas, tamponante (Equalizer®), palatabilizantes, macrominerais, microminerais, vitaminas e a cultura de levedura (ofertado de maneira “top dress”; Nutritek®, 19 g/vaca/dia).

Tabela 2. Composição nutricional (g/kg de MS) média dos ingredientes das dietas.

Ingredientes	Silagem de milho	Feno de tifton	Milho moído fino	Casca de Soja	Farelo de soja
MS (g/kg)	281,51	793,42	822,50	854,85	831,30
MO	942,37	923,23	952,00	953,50	934,80
PB	88,38	150,38	85,00	94,00	536,30
FDN	513,68	620,72	110,00	550,00	216,92

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro;

A proporção de inclusão dos ingredientes e composição das dietas, no período pré-parto e de lactação estão apresentados nas Tabelas (3 e 4), respectivamente.

Tabela 3. Ingredientes e composição das dietas experimentais de pré-parto (g/kg MS).

Ingredientes	Dieta
Silagem de milho	576,65
Feno de Tifton	123,35
Milho grão moído fino	67,40
Casca de soja	56,85
Farelo de Soja	67,65
Suplemento mineral vitamínico ¹	108,10
Composição nutricional (Pré-parto)	
Matéria Seca (MS) (g/kg de matéria natural)	403,05
Matéria Orgânica (MO)	911,50
Proteína Bruta (PB)	153,70
Proteína degradável no rúmen ² (PDR)	102,00
Proteína não degradável no rúmen ² (PNDR)	51,70
Extrato etéreo (EE)	20,50
Fibra em detergente neutro (FDN)	476,40
Fibra em detergente ácido (FDA)	268,00
Carboidratos não fibrosos (CNF) ³	260,90
Energia Líquida de Lactação Calculada (ELL) ⁴ (Mcal/kg MS)	1,53

¹Composição nutricional e química (quantidades/kg produto comercial): proteína: 400 (g); extrato etéreo: 10 (g); fibra bruta: 47 (g); sódio: 40 (g); nnp equiv. em PB: 90 (g); cálcio: 30 (g); fósforo: 4 (g); magnésio: 16 (g); potássio: 14 (g); enxofre: 13 (g); cobre: 120 (mg); zinco: 480 (mg); manganês: 480 (mg); selênio: 2,9 (mg); cobalto: 8 (mg); iodo: 5,4 (mg); Cromo orgânico: 4,7 (mg); vitamina A: 134.000 unidades internacionais (UI); vitamina D3: 33.300 (UI); vitamina E: 1.325,2 (mg); Biotina: 13.345 (mcg).

²Estimado pelo NRC (2001)

³CNF = 100 – (PB + EE + MM + FDN).

⁴ELL(Mcal/kg) = 0,703 x EM – 0,19 + [(0,097 x EM + 0,19) / 97] x [EE – 3].

As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2001) para atender às exigências nutricionais pela raça (holandesa), peso corporal e produções individuais,

respeitando as proporções de volumoso:concentrado, e realizadas com a utilização do software de nutrição de bovinos de leite, Dairymax®.

Os animais permaneceram alojados em estábulo com sistema de produção do tipo tie-stall (3,6 m²), com água *ad libitum* e alimentação individual, sendo que os animais tinham acesso à direita por três horas. O arraçãoamento foi realizado duas vezes ao dia, após a saída dos animais da ordenha (independente da fase), iniciando às 06:00 e às 16:00 h, com o fornecimento da dieta total de 60% e 40%, respectivamente, do total da matéria seca. Nos intervalos das 11:00 h às 15:30 h; e das 19:30h às 05:30, os animais permaneciam em um piquete sem acesso a pastagem com sombreamento natural e água *ad libitum* para descanso e conforto térmico. Os alimentos ofertados e as sobras da dieta, eram pesadas individualmente a fim de proporcionar ajustes diários, com sobras entre 5% e 10 %, para garantir a ingestão voluntária.

Tabela 4. Ingredientes e composição das dietas experimentais na lactação (g/kg MS).

Ingredientes	Dieta
Silagem de milho	400,00
Feno de Tifton	100,00
Milho grão moído fino	181,00
Casca de soja	139,00
Farelo de Soja	105,00
Suplemento mineral vitamínico ¹	75,00
Composição nutricional (Lactação)	
Matéria Seca (MS) (g/kg de matéria natural)	513,10
Matéria Orgânica (MO)	922,00
Proteína Bruta (PB)	162,20
Proteína degradável no rúmen ² (PDR)	105,70
Proteína não degradável no rúmen ² (PNDR)	56,50
Extrato etéreo (EE)	23,20
Fibra em detergente neutro (FDN)	396,60
Fibra em detergente ácido (FDA)	224,20
Carboidratos não fibrosos (CNF) ³	340,00
Energia Líquida de Lactação Calculada (ELL) ⁴ (Mcal/kg MS)	1,58

¹Composição nutricional e química (quantidades/kg produto comercial): proteína: 380 (g); extrato etéreo: 7 (g); fibra bruta: (42 (g); sódio: 25 (g); nnp equiv. em PB: 120 (g); cálcio: 55 (g); fosforo: 12 (g); magnésio: 12 (g); potássio: 12 (g); enxofre: 6 (g); cobre: 145,8 (mg); zinco: 665,8 (mg); manganês: 607,5 (mg); selênio: 4,1 (mg); cobalto: 11,3 (mg); iodo: 8,4 (mg); vitamina A: 78.000 unidades internacionais (UI); vitamina D3: 23.400 (KUI); vitamina E: 374,4 (mg).

²Estimado pelo NRC (2001)

³CNF = 100 – (PB + EE + MM + FDN).

⁴ELL(Mcal/kg) = 0,703 x EM – 0,19 + [(0,097 x EM + 0,19) / 97] x [EE - 3].

A IMS foi mensurada durante todos os dias do período experimental, pesagem e amostragem dos alimentos, foram realizados 5 dias de coleta por semana durante 8 os períodos de coletas (2 períodos de pré-parto e 6 períodos de lactação). As amostras para

silagem de milho, feno e concentrado e sobras, congeladas a -20°C , sendo que posteriormente foi feito um pool das amostras de cada alimento e sobras, resultando em uma única amostra por animal por semana.

As amostras de líquido ruminal, sangue e urina foram coletados ao longo do experimento, sendo realizadas em oito períodos experimentais entre pré-parto e lactação, sendo estes: -28 a -26 dias, -12 a -10 dias, 3 a 5 dias, 21 a 23 dias, 42 a 44 dias, 63 a 65 dias, 90 a 92 dias, 120 a 122 dias (referência das coletas em consideração a data do parto). As coletas de βhB foram realizadas durante os períodos nos dias específicos -28, -12, 0, 3, 7, 21 e 42.

Para o procedimento de coleta de líquido ruminal utilizou-se sonda esofágica, durante os horários 0, 2, 4 e 8 horas após a alimentação da manhã, em cada período de coleta. Após iniciado a coleta de líquido ruminal, os primeiros 300 mL foram descartados com o intuito de não haver contaminação por saliva no líquido ruminal coletado, imediatamente após a coleta realizava-se a filtração com quatro camadas de gaze e mensuração o pH (HANNA HI2002-02, medidor edge® de pH, Hanna® Instruments, São Paulo, Brasil).

Para as análises dos parâmetros sanguíneos foram realizadas coletas de sangue conforme os períodos definidos nos horários de 0 hora e 4 horas após alimentação, utilizando-se tubos Vacutainer de 4mL (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, New Jersey, USA), por punção da veia coccígea. Na sequência as amostras foram centrifugadas a 3.500 rpm por quinze minutos para a retirada do soro, as quais foram transferidas para tubos eppendorf, as quais foram armazenadas em freezer a -18°C . Foram realizadas análise das concentrações de triglicerídeos, aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), alanina aminotransferase (ALT), gama-glutamil transferase (GGT), glicose e ureia, os quais foram determinadas utilizando-se espectrofotômetro de calibração automática com leitura de alta performance Elitech EL 200 (FLEXOR EL200, LITech Group, Paris, France).

As coletas de urina *spot*, quatro horas após a alimentação do período matutino, em cada período experimental. Imediatamente após a coleta, foi realizada a aferição do pH urinário, posteriormente foi coletada uma alíquota de 10 mL de urina, filtrada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico ($\text{H}_2\text{SO}_4 - 0,036 \text{ N}$) para determinação das concentrações urinárias de alantoína, ácido úrico e creatinina (CHEN & GOMES, 1992). O volume urinário diário foi calculado multiplicando-se o peso vivo pela quantidade de creatina diária excretada dividindo-se pela concentração de creatina (mg/L). A média adotada foi

de 24,04 mg/kgPC para mensuração da excreção diária de creatinina (CHIZOTTI et al., 2017)

As purinas totais (PT) (mmoL/dia) foram determinadas baseado na soma das quantidades de alantoína e ácido úrico (mmol/dia) excretadas na urina e alantoína do leite (CHEN & GOMES, 1992). Os teores de creatinina, alatoína e ácido úrico da urina e alantoína do leite, foram mensuradas por meio de cromatografia líquida de alta performance (GEORGE et al., 2006).

O cálculo das purinas microbianas absorvidas (PA.mmoL/dia) foram estimadas a partir da excreção de PT conforme modelo proposto por CHEN & GOMES (1992), sendo a equação: $PT = 0,85PA + (0,385PV^{0,75})$, onde 0,85 é a recuperação de purina absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,385PV^{0,75}$ a excreção endógena de purinas.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) estimado foi determinado por meio da equação $N_{microbiano} = (PA.mmoL/dia) \times 70 / (0,116 \times 0,83 \times 1000)$ (CHEN & GOMES, 1992), a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmoL/dia).

4.2.1 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados referentes aos parâmetros de síntese microbiana (urina – creatinina, alatoína e ácido úrico; leite – alantoína) e sanguíneos (triglicerídeos, AST, FA, ALT, GGT, glicose e ureia); utilizando-se de um delineamento casualizado em arranjo fatorial. O teste de médias usado foi de *Bonferroni* ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas pelo Software R 4.1.3, com a interface do pacote *Rcdmr* (MARQUEZ & BOUCHET-VALAT, 2024). O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ijk} = \mu + trat_i + op_j + fase_k + trat*op_{ij} + trat*fase_{ik} + trat*op_{ij}*fase_{ik} + e_{ijk}$$

Onde:

y_{ijk} = valor da variável em estudo referente ao tratamento i no j;

μ = média de todas as unidades experimentais (média geral);

$trat_i$ = efeito do tratamento i ($t_i = \bar{y}_i - \bar{y}$);

op_j = efeito da ordem de parto j ($o_j = \bar{y}_j - \bar{y}$);

$fase_k$ = efeito da fase produtiva k ($f_k = \bar{y}_k - \bar{y}$);

$trat*op_{ij}$ = o efeito da interação do tratamento i com a ordem de parto j;

$trat*fase_{ik}$ = o efeito da interação do tratamento i com a fase produtiva k;

$trat*op_{ij}*fase_{ik}$ = o efeito da interação do tratamento i com a ordem de parto j e a fase produtiva k;

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} ($\epsilon_{ijk} = Y_{ijk} - \bar{y}_i - \bar{y}_j + \bar{y}$).

Para análise dos dados de β hB, pH ruminal e IMS; utilizou-se de um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial considerando dias em lactação como covariável para corrigir os valores das respostas. O teste de média usado foi o de *Bonferroni* ($p < 0,05$). Análises realizadas pelo Software R 4.1.3. O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ijk} = \mu + trat_i + op_j + h_k + \beta(X_{ij} - X') + trat*op_{ij} + trat*h_{ik} + e_{ijk}$$

Onde:

y_{ijk} = valor da variável em estudo referente ao tratamento i no bloco j;

μ = média de todas as unidades experimentais (média geral);

$trat_i$ = efeito do tratamento i ($t_i = \bar{y}_i - \bar{y}$);

op_j = efeito da ordem de parto j ($o_j = \bar{y}_j - \bar{y}$);

h_k = efeito da hora k ($h_k = \bar{y}_k - \bar{y}$);

$trat*op_{ij}$ = o efeito da interação do tratamento i com a ordem de parto j;

$trat*h_{ik}$ = o efeito da interação do tratamento i com a hora k;

X = covariável (neste caso dia da lactação do animal);

β = coeficiente de regressão linear entre a covariável (dias em lactação) e as variáveis resposta com a função de corrigir o efeito dos fatores sobre a resposta;

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} ($\epsilon_{ijk} = Y_{ijk} - \bar{y}_i - \bar{y}_j + \bar{y}$).

Para uma melhor compreensão conjuntural dos fatores experimentais em conjunto com às variáveis resposta avaliadas realizou-se a Análise Fatorial Múltipla (AFM): a) grupo coleta – dados referentes à coleta das amostras, que identificam os animais e o tempo; b) produção microbiana – dados relacionados às respostas medidas nas variáveis de produção microbiana; c) parâmetros sanguíneos – dados relacionados às respostas medidas nas variáveis que descrevem os parâmetros sanguíneos; e) tratamento e ordem de parto - fatores fixos delineados experimentalmente. Realizadas pelo Software R 4.1.3, com a interface do pacote *Rcdmr* (FOX et al., 2024) e pacote de análise FactoMiner (LÊ et al. 2008).

4.3 Resultados e Discussão

Ao longo todo o período de pré-parto e lactação não foi observada diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$), para nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios para volume de urina e parâmetros da síntese microbiana, em dietas sem adição ou com cultura de levedura, do período de pré-parto até os 122 dias de lactação.

Variáveis	Controle	Cultura de levedura	EPM		p-valor
			Controle	Cultura de levedura	
Urina (L)	24,80a	18,12a	4,38	3,63	0,28
Creatinina (mg/dL)	108,66a	141,17a	17,39	14,40	0,15
Alantoína urina (mmoL/dia)	246,61a	264,11a	37,29	30,89	0,71
Ácido úrico (mmoL/dia)	43,44a	38,20a	11,48	9,51	0,88
Purinas totais (mmoL/dia)	317,22a	332,48a	43,27	35,84	0,76
Purinas absorvidas (mmoL/dia)	255,22a	268,36a	43,30	35,87	0,78
N microbiano (g/dia)	185,55a	195,11a	31,48	26,08	0,78
PB microbiana (g/dia)	1159,71a	1219,42a	196,78	163,01	0,78

EPM: Erro padrão da média; N microbiano: Nitrogênio microbiano; PB microbiano: Proteína bruta microbiana.

a,b médias dentro da linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

Os animais que receberam a suplementação com cultura de levedura obtiveram maior ($p < 0,05$) IMS ao longo de todo experimento (Tabela 6). Resultado que indica alguns benefícios que a cultura de levedura pode realizar, como modulação ruminal e aumento da digestibilidade dos nutrientes; com consequente aumento da IMS. Dann et al. (2000) observaram efeito ($p < 0,05$) da inclusão de cultura de levedura sobre a IMS nas fases de pré-parto (-7 a -1 dias) e lactação até os 42 dias em animais da raça Jersey, com 2,1 kg e 1,8 kg de IMS, respectivamente. Resultados observados em virtude do aumento da digestão de fibras podendo assim aumentar a taxa de passagem, e consequentemente melhorar IMS.

A inclusão de cultura de levedura na dieta dos animais deste experimento, diminuiu ($p < 0,05$) os níveis de β hB nos animais, confirmando a IMS. Assim, foi verificado uma sinergia entre os níveis de β hB e a IMS, demonstrando o impacto sobre a diminuição da mobilização de reserva lipídica (lipólise) e oxidação no fígado, minimizando a liberação de corpos cetônicos β hB (RICO & BARRIENTOS-BLANCO, 2024).

Tabela 6. Ingestão de matéria seca (IMS), Beta Hidroxibutirato (β hB) e pH ruminal em de vacas do período pré-parto até os 122 dias de lactação, recebendo dietas sem adição ou com cultura de levedura.

Variáveis	Médias		EPM		p-valor
	Controle	Cultura de levedura	Controle	Cultura de levedura	
IMS	14,54b	15,61a	0,22	0,22	$< 0,01$
β hB (mmol/L)	1,42a	1,21b	0,08	0,08	0,03
pH	6,72a	6,61b	0,01	0,02	$< 0,01$

EPM: Erro padrão da média; IMS: ingestão de matéria seca; β hB: beta-hidroxibutirato; PP: pré-parto; Lact: lactação.

“a” e “b” médias nas linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

O pH ruminal também foi evidenciado efeito ($p < 0,05$), as vacas alimentadas com a cultura de levedura apresentaram valor médio menor de 0,11 unidades no pH, efeito que possivelmente tenha ocorrido devido ao aumento na IMS e consequentemente maior ingestão de carboidratos não fibrosos. As culturas de leveduras podem promover alterações nas atividades metabólicas das bactérias ruminais, dentre elas amilolíticas, celulolíticas e de lactato; assim modificando as produções de iso-ácidos (isovalerato e valerato), os quais tem impacto no pH ruminal, e são necessários para bactérias celulolíticas na degradação de fibra (CARPINELLI et al., 2021).

A suplementação das vacas com a cultura de levedura proporcionou uma queda no pH ruminal de 0,11 unidades ($p < 0,05$) efeito que possivelmente possa ter ocorrido devido ao aumento na IMS e consequentemente maior ingestão de carboidratos não fibrosos. As culturas de leveduras podem promover alterações nas atividades metabólicas das bactérias ruminais, dentre elas amilolíticas, celulolíticas e lácticas; assim modificando as produções de iso-ácidos (isovalerato e valerato), os quais tem impacto no pH ruminal, e são necessários para bactérias celulolíticas na degradação de fibra (CARPINELLI et al., 2021).

Com relação aos parâmetros sanguíneos (triglicerídeos, AST, FA, ALT, GGT, glicose e ureia) foi verificado diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos, para as concentrações de ALT e GAMMA (Tabela 7).

A ALT apresentou-se mais elevada ($p < 0,05$) para o tratamento com cultura de levedura, a qual tem alta intimidade com metabolismo de aminoácidos ativo (SANTOS et al., 2008), verificando uma intensificação dos processos metabólicos com objetivo de suplementar o aumento da produção de leite. Andjelic et al. (2022) ressaltam a importância e a variabilidade destas aminotransferases ao longo da lactação, tendo aumentos ($P < 0,05$) no início da lactação devido mobilização lipídica e alta demanda produtiva do animal.

Tabela 7. Valores médios para parâmetros sanguíneos em dietas sem adição ou com cultura de levedura, do período de pré-parto até os 122 dias de lactação.

Variáveis	Controle	Cultura de levedura	EPM		p-valor
			Controle	Cultura de levedura	
Triglicerídeos (mg/dL)	13,02a	12,52a	0,94	0,91	0,70
AST (mg/dL)	66,24a	66,18a	3,50	3,39	0,99
FA (mg/dL)	95,26a	98,69a	5,13	4,97	0,63
ALT (mg/dL)	14,51b	16,29a	0,47	0,45	<0,01
GGT (mg/dL)	20,90a	17,03b	1,34	1,30	<0,01
Glicose (mg/dL)	101,80a	100,14a	2,30	2,22	0,60
Ureia (mg/dL)	92,48a	91,77a	2,04	1,97	0,80

EPM: Erro padrão da média; AST: aspartato aminotransferase; FA: fosfatase alcalina; ALT alanina aminotransferase; GGT gama glutamiltransferase.

a,b médias dentro da linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

Quanto ao GGT observou-se uma menor concentração, 3,87 mg/dL, nas vacas que receberam a suplementação de cultura de levedura. Esta enzima tem relação com o seu aumento de concentrações em períodos com excesso de lipídeos no fígado, e assim indicando possíveis danos a função hepática (DU et al., 2018). A menor concentração pode ser justificada pela maior IMS e menor concentração β hB dos animais que receberam cultura de levedura, o que consequentemente diminuiu a mobilização lipídica e a concentração de GGT.

Considerando os valores de β hB e pH ruminal encontrados para interação tratamento x fase (Tabela 8), ocorrendo efeito ($p < 0,05$) apenas para β hB. Durante a fase de lactação com inclusão de cultura de levedura a quantidade de 0,45 mmol/L menor. O nível de β hB menor durante o período de lactação pode justificar a influência na

diminuição da concentração, em virtude da menor lipólise e concomitantemente a melhora na IMS.

Shi et al. (2019) avaliaram a cultura de levedura em dietas com alto nível de amido (28%) até os 42 dias de lactação, evidenciaram queda ($p < 0,05$) 0,25 mmol/L de β hB, apontando um maior fornecimento de energia advindo da dieta. O melhor aporte energético, pela maior IMS, pode explicar os menores resultados observados para vacas que receberam a inclusão de cultura de levedura no período de lactação, o que por sua vez pode encurtar o período de BEN (ZAWORSKI et al., 2014).

Tabela 8. Valores médios dos parâmetros de beta hidroxibutirato (β hB) e pH ruminal para interação tratamento x fase em dietas sem adição ou com cultura de levedura, do período de pré-parto até os 122 dias de lactação.

Variáveis				EPM		p-valor
		Pré-parto	Lactação	PP	Lact.	Trat x fase
β hB (mmol/L)	controle	0,86aB	1,97aA	0,13	0,09	0,03
	cultura	0,90aB	1,52bA			
pH	controle	6,77aA	6,67aB	0,03	0,01	0,30
	cultura	6,69aA	6,54bB			

EPM: Erro padrão da média; β hB: beta-hidroxibutirato; PP: pré-parto; Lact: lactação.

“a” e “b” médias nas linhas diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

“A” e “B” médias entre colunas diferem em relação a ordem de parto ($p < 0,05$).

Na fase de pré-parto os animais apresentaram diminuição ($p < 0,05$) de BhB em ambos os tratamentos, apresentando valores de 1,11 mmol/L para controle e 0,62 mmol/L para cultura de levedura, respectivamente. Sabe-se que na fase de pré-parto iniciam-se desafios metabólicos e o BEN, mas em virtude de ainda não apresentarem a demanda nutricional perante a produção de leite, pode explicar estes resultados mais baixos e menores desafios do que na fase de lactação. Yuan et al. (2015) ao avaliaram diferentes inclusões de cultura de leveduras (30, 60 e 90 g) na dieta de vacas, e verificaram aumento ($p < 0,05$) do BhB na fase de lactação para os animais com suplementação de cultura de levedura, resultado que pode estar ligado ao aumento de butirato produzido e consequente conversão para β hB.

O pH ruminal de vacas recebendo cultura de levedura na dieta foi menor ($p < 0,05$) tanto no pré-parto, quanto na lactação, sendo que houve uma queda de 0,10 e 0,15 unidades de pH, respectivamente. O efeito observado na fase de lactação é devido a IMS

ser maior o que indiretamente pode impactar como maiores produções de ácidos e alterações nos perfis de microbiota ruminal.

Com relação a IMS não foi observada interação entre tratamento x período, desde o pré-parto (-28 e -12 dias) até os 122 dias de lactação (3, 21, 42, 63, 90 e 120 dias) (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de ingestão de matéria seca (IMS) para interação tratamento x período em dietas sem adição ou com cultura de levedura, do período de pré-parto até os 122 dias de lactação.

Período	Controle	Cultura de Levedura	EPM		p-valor
			Controle	Cultura de Levedura	Trat. x período
-28	9,59a	9,70a	0,63	0,63	0,46
-12	10,34a	9,84a	0,63	0,63	
3	11,50a	12,93a	0,63	0,61	
21	14,42a	15,77a	0,63	0,63	
42	16,19a	17,11a	0,61	0,61	
63	17,32a	19,20a	0,63	0,63	
90	17,82a	19,87a	0,61	0,63	
120	19,17a	20,44a	0,61	0,61	

EPM: Erro padrão da média;

‘a’ e ‘b’ médias na linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

Quanto a interação tratamento x fase não foram observadas diferenças ($p > 0,05$), para os parâmetros de síntese microbiana (Tabela 10). Evidenciando efeito ($p < 0,05$) apenas na fase de lactação frente ao pré-parto, para os animais que recebiam a dieta controle sobre os parâmetros de Purinas totais, purinas absorvidas, N microbiano e PB microbiana, apresentando valores de 294,07 (mmol/dia), 302,22 (mmol/dia), 219,73 (g/dia) e 1.373,30 (g/dia) menores, respectivamente.

A síntese microbiana na fase pré-parto é prejudicada devido a limitação física do rúmen e menor IMS, que consequentemente impacta na síntese microbiana, diminuindo assim a eficiência de nitrogênio. Zhu et al. (2015) avaliaram diferentes inclusões de cultura de levedura (60, 120 e 180 g), em vacas lactantes por um período de 8 semanas, observaram diferença ($p < 0,05$) na proteína microbiana, aumento em decorrência da manipulação da população microbiana, o que possa ser um dos fatores que melhora a

síntese microbiana, e gerando maiores aportes de proteína microbiana que cheguem ao intestino delgado.

Tabela 10. Valores médios de parâmetros da síntese microbiana, para interação tratamento x fase em dietas controle e inclusão de cultura de levedura, do período de pré-parto até os 122 dias de lactação.

Variáveis		EPM				p-valor
		Pré-parto	Lactação	PP	Lact	
Creatinina (mg/dL)	controle	138,96aA	93,51aA	50,39	6,73	0,52
	cultura	185,32aA	119,10aA	41,14	6,60	
Alantoí. urina (mmol/dia)	controle	112,32aA	313,75aA	108,09	14,43	0,64
	cultura	176,67aA	307,83aA	88,25	14,15	
Ácido úrico (mmol/dia)	controle	9,55aA	60,39aA	33,27	4,44	0,70
	cultura	8,81aA	52,89aA	27,17	4,35	
Purinas totais (mmol/dia)	controle	121,87aB	415,94aA	125,41	16,74	0,63
	cultura	185,48aA	405,98aA	102,40	16,41	
Purinas absorvidas (mmol/dia)	controle	53,74aB	355,96aA	125,52	16,75	0,65
	cultura	114,10aA	345,48aA	102,49	16,43	
N microbiano (g/dia)	controle	39,07aB	258,80aA	91,26	12,18	0,65
	cultura	82,96aA	251,18aA	74,51	11,94	
PB microbiana (g/dia)	controle	244,18aB	1617,48aA	570,36	76,12	0,65
	cultura	518,47aA	1569,89aA	465,70	74,64	

EPM: Erro padrão da média; PP: pré-parto; Lact: lactação.

“a” e “b” médias na linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

“A” e “B” médias entre colunas diferem em relação a ordem de parto ($p < 0,05$).

Para os parâmetros sanguíneos (Tabela 11) não foi observada ($p > 0,05$) diferença para a interação tratamento x fase para nenhum dos parâmetros analisados. No entanto, foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre as fases para triglicerídeos, AST, FAL e GGT; e efeito de tratamento ($p < 0,05$) para ALT e FA.

Os triglicerídeos apresentaram efeito ($p < 0,05$) na fase, maiores quantidades no pré-parto, com 8,26 e 6,72 mg/dL nos animais controle e cultura de levedura, respectivamente. Tais respostas se devem aos processos metabólicos e aumento dos níveis séricos circulantes de triglicerídeos na fase de pré-parto (SILVEIRA et al., 2012).

Olagaray et al. (2019) ao avaliarem a inclusão de cultura de levedura na dieta de vacas, observaram aumento dos níveis de triglicerídeos na segunda semana pós-parto e efeito ($P < 0,05$) das multíparas perante as primíparas.

Os animais na fase lactação ($p < 0,05$) apresentaram maiores valores para os parâmetros AST e GGT, no grupo controle. Apresentando 27,08 mg/dL de AST e 7,19 mg/dL de GGT maiores na lactação.

Para FA e GGT foram observados efeito ($p < 0,05$), na fase de pré-parto das vacas com cultura de levedura apresentando 31,18 mg/dL de FA maior e 10,19 mg/dL de GGT maior na fase de lactação das vacas controle.

Tabela 11. Valores médios de parâmetros sanguíneos para interação tratamento x fase em dietas sem adição ou com cultura de levedura, do período de pré-parto até os 122 dias de lactação.

				EPM		p-valor
Variáveis		Pré-parto	Lactação	PP	Lact	Trat x fase
triglicerídeos (mg/dL)	Controle	17,15aA	8,89aB	1,57	1,03	0,56
	Cultura	15,88aA	9,16aB	1,51	1,01	
AST (mg/dL)	Controle	52,70aB	79,78aA	5,85	3,84	0,28
	Cultura	57,96aA	74,39aA	5,63	3,78	
FA (mg/dL)	Controle	109,12aA	81,40aA	8,58	5,63	0,81
	Cultura	114,28aA	83,10aB	8,26	5,53	
ALT (mg/dL)	Controle	14,83aA	14,20bA	0,78	0,51	0,64
	Cultura	16,31aA	16,28aA	0,75	0,50	
GGT (mg/dL)	Controle	15,81aB	26,00aA	2,24	1,47	0,07
	Cultura	15,35aA	18,71bA	2,16	1,45	
Glicose (mg/dL)	Controle	116,05aA	87,55aB	3,84	2,52	0,50
	Cultura	112,23aA	88,04aB	3,69	2,48	
Ureia (mg/dL)	Controle	92,54aA	92,42aA	3,40	2,24	0,68
	Cultura	90,68aA	92,87aA	3,28	2,19	

EPM: Erro padrão da média; PP: pré-parto; Lact: lactação.

“a” e “b” médias na linha diferem em relação ao tratamento ($p < 0,05$).

“A” e “B” médias entre colunas diferem em relação a ordem de parto ($p < 0,05$).

Para os parâmetros ALT e GGT observou-se efeito ($p < 0,05$) no tratamento das vacas em lactação, sendo as menores concentrações apresentadas na dieta controle para ALT (2,08 mg/dL) e na dieta com cultura de levedura para GGT (7,19 mg/dL). Dai et al. (2023), ressaltam o benefício da cultura de levedura na melhora da função hepática em vacas em transição, obtiveram efeito ($p < 0,05$) perante a interação tratamento x tempo de coleta no período de transição, diminuindo o GGT em 11% com a inclusão de cultura.

Resultados apresentados exaltam a atividade hepática e os desafios nas fases de pré-parto e lactação, sabe-se que o terço inicial da lactação é onde os animais apresentam maiores desafios metabólicos em conjunto com BEN e alta mobilização lipídica. Os efeitos observados não demonstram grandes condições inflamatórias ou problemas significativos (CARPINELLI et al., 2023), mas é importante mencionar o efeito benéfico que a suplementação com cultura de levedura pode apresentar, favorecendo a diminuição da atividade enzimática como apresentado na FA e GGT.

Para os valores de Glicose houve efeito ($p < 0,05$) quanto a fase em ambos os tratamentos, onde apresentaram 28,55 mg/dL e 24,19 mg/dL níveis menores na lactação no controle e cultura de levedura, respectivamente. Ramsing et al. (2009) observaram níveis de glicose em período de transição avaliando cultura de levedura que variaram entre 60-100 mg/dL ($p > 0,05$), com as maiores observações no período pré parto. Lembrando que os níveis de glicose sanguínea são dependentes principalmente da gliconeogênese e parcialmente da glicogenólise, sendo que alguns percussores participam com grande importância do metabólito como ácidos graxos voláteis (AGV's), lactato, glicerol e aminoácidos (KOSTER & OPSMER, 2013)

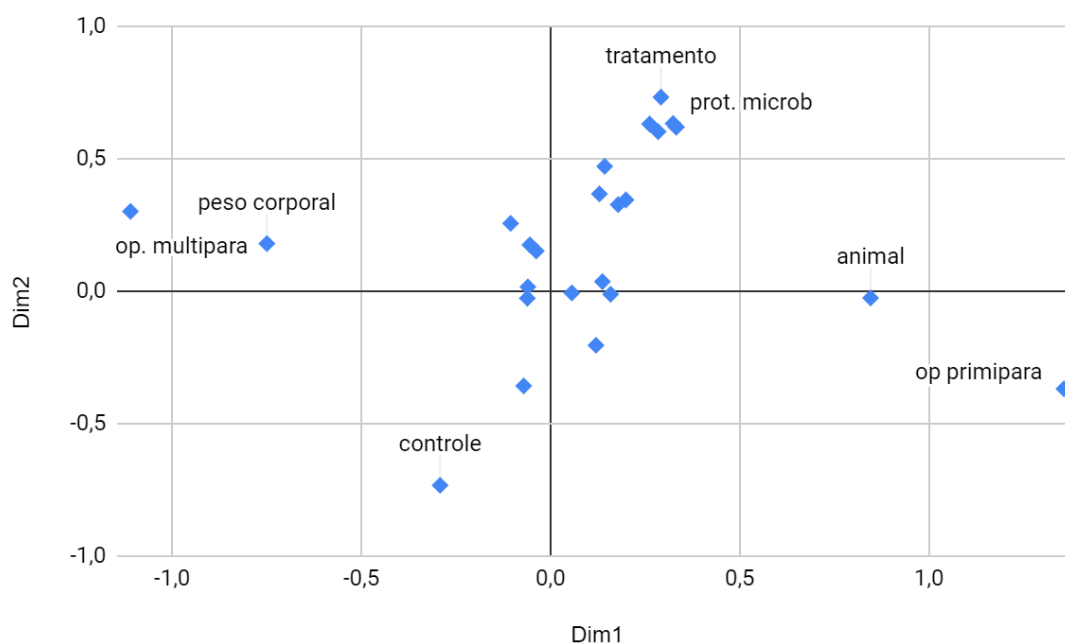


Figura 1. Mapa fatorial com as principais variáveis de impacto nas dimensões, desde o período pré-parto até os 122 dias em lactação.

Com relação aos dados do mapa fatorial (Figura 1), na dimensão 1 fica claro os impactos referentes ao animal, peso corporal e ordem de parto (múltiparas e primíparas); variáveis as quais participam com 88,28% da explicação para esta dimensão. A dimensão 2 demonstra os tratamentos (36%) e respostas associadas a dias em lactação (5,58%), alantoína da urina (5,08%), purinas totais (5,58%) e absorvidas (5,61%), N e proteína microbiana (10,76%), e ALT (10,16%).

Tais resultados da análise fatorial múltipla (AFM), corroboram com os dados observados neste trabalho, evidenciado o impacto da adição de cultura de levedura associados ao tratamento e as repostas encontradas. Os fatores de características do animal, peso corporal e ordem de parto têm grande impacto sobre a produção de leite. Renno et al (2006) avaliaram a o efeito da condição corporal sobre a produção e composição de leite, curva de lactação e mobilização de reservas corporais, e os autores ressaltam a importância do peso corporal e a variação durante a curva de lactação em virtude da produção, estágio da lactação e idade dos animais. A importância de conhecer bem as características referentes ao animal e a influência dos mesmos na produção de leite são de suma importância para entender a compreensão destas variáveis da dimensão 1 e o impacto delas ao longo da vida produtiva dos animais.

4.5 Conclusão

A suplementação com cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae* durante as fases de pré-parto e lactação apresentou impacto significativo no incremento de ingestão de matéria seca e melhora de parâmetros metabólicos. A inclusão da cultura de levedura minimizou os efeitos de mobilização lipídica apresentando menores valores de beta-hidroxibutirato, e contribuiu para melhora da atividade hepática ao longo de ambos os períodos reduzindo os níveis de ALT e GGT.

4.6 Referências

- ACHARYA, S.; PRETZ, J. P.; YOON, I.; SCOTT, M. F.; CASPER, D. P. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on the lactational performance of mid-lactation dairy cows. **Translational Animal Science**, v. 1, n. 2, p. 221-228, 2017.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of dairy science* **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, 3317-3334, 2009.
- ANDJELIC, B.; DJOKOVIC, R.; CINCOVIC, M.; BOGOSAVJEVIC-BOSKOVIC, S.; PETROVIC, M.; MLADENOVIC, J.; CUKIC, A. Relationships between milk and blood biochemical parameters and metabolic status in dairy cows during lactation. **Metabolites**, v. 12, n. 733, p. 1-14, 2022.
- BRADFORD, B. J.; YUAN, K.; FARMEY, J. K.; MANEDOVA, L. K.; CARPENTER, A. J. Invited review: inflammation during the transition to lactation: new adventures with an old flame. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 10, p. 6631-6650, 2015.
- CARPINELLI, N. A.; HALFEN, J.; TREVISI, E.; CHAPMAN, J. D.; SHARMAN, E. D.; ANDERSON, J. L. Effects of periparturient yeast culture supplementation on lactation performance, blood biomarkers, rumen fermentation, and rumen bacteria species in dairy cows, **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 10, p. 10727-10743, 2021.
- CARPINELLI, N. A.; HALFEN, J.; MICHELOTTI, T. C.; ROSA, F.; TREVISI, E.; CHAPMAN, J. D.; SHARMAN, E. S.; OSORIO, J. S. Yeast culture supplementation effects on systemic and polymorphonuclear leukocytes mRNA biomarkers of inflammation and liver function in periparturient dairy cows. **Animals**, v. 13, n. 2, p. 1-14, 2023.
- CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. **International Feed Resources Unit**, Aberdeen: Rowett Research Institute, 1992, 21 p.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.138-146, 2007.
- DAI, D.; KONG, F.; HAN, H.; SHI, W.; SONG, H.; YOON, I.; WANG, S.; LIU, X.; LU, N.; WANG, W.; LI, S. Effects of postbiotic products from *saccharomyces cerevisiae* fermentation on lactation performance, antioxidant capacities, and blood immunity in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. tbc, n. tbc, p. tbc, 2023.
- DANN, H.M.; DRACKLEY, J.K.; MCCOY, G.C.; HUTJENS, M. F.; GARRETT, J. E. Effects of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Prepartum Intake and

- Postpartum Intake and Milk Production of Jersey Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 123-127, 2000.
- DIAS, A. L. G.; FREITAS, J. A.; MICAI, B.; AZEVEDO, R. A.; GRECO, L. F. SANTAOS, J. E. P. Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 201-221, 2018.
- DRACLE, J. K. ADSA Foundation Scholar Award. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.
- DU, X.; LIU, G.; LOOR, J. J. ; FANG, Z. ; BUCKTROUT, R.; YANG, Y. ; YE, Q. ; SHI, Z. ; SHEN, T.; WANG, X.; PENG, Z.; ZHAO, C.; LA, B.; XING, D.; ZHU, Y.; LI, X.; LI, X. Impaired hepatic autophagic activity in dairy cows with severe fatty liver is associated with inflammation and reduced liver function. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 12, p. 11175-11185, 2018.
- ERASMUS, L. J.; BOTHA, P. M.; KISTNER, A. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3056-3065, 1992.
- FOX, J.; MARQUEZ, M. M.; BOUCHET-VALAT, M. Rcmdr. R commander. **R package version**, p. 2.9-2, 2024.
- GEORGE, S. K.; DIPU, M. T.; MEHRA, U. R.; SINGH, P.; VERMA, A. K.; RAMGAOKAR, J. S. Improved HPLC method for the simultaneous determination of allantoin, uric acid and creatinine in cattle urine. **Journal of Chromatography B**. v. 832, n. 1, p. 134-137, 2006
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná** 1994. Londrina, IAPAR, 1994. 49 p.
- JENSEN, G. S.; PATTERSON, K. M.; YOON, I. Yeast culture has anti-inflammatory effects and specifically activates NK cells. **Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases**, v. 31, n. 6, p. 487-500, 2008.
- KOSTER, J. D.; OPSOMER, G. Insulin resistance in dairy cows. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice Food Animal**, v. 29, n. 2, p. 299-322, 2013.
- LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactorMiner: an R package for multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, n. 1, p. 1-18, 2008.
- LEICESTER, H. C. W.; ROBINSON, P. H.; ERASMUS, L. J. Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, n. 1, p. 58-72, 2016.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of dairy cattle**. 7. rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 333p.

- OLAGARAY, K. E.; SIVINSKI, S. E.; SAYLOR, B. A.; MAMEDOVA, L. K.; SAULS-HIESTERMAN, J. A.; YOON, I. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on feed intake parameters, lactation performance, and metabolism of transition dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 9, p. 8092-8107, 2019.
- RAMSING, E. M.; DAVIDSON, L. A.; FRENCH, P. D.; YOON, I.; KELLER, M. Effects of yeast culture on peripartum intake and milk production of primiparous and multiparous Holstein cows. **The Professional Animal Scientist**, v. 25, n. 4, p. 487-495, 2009.
- RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, AA. D. F.; ALVEZ, N. G.; TORRES, C. A. A.; RENNO, L. N.; BALBINOT, P. Z. Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção e composição do leite, a curva de lactação e a mobilização de reservas corporais em vacas da raça holandesa. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. n. 2, p. 20=20-233, 2006.
- RICO, J. E.; BARRIENTOS-BLANCO, M. A. Invited review: ketone biology 0 the shifting paradigm of ketones and ketosis in the dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 10, p. 3367-3388, 2024.
- SANTOS, J. C.; RIET-CORREA, F.; SIMÕES, S. V. D.; BARROS, C. S. L. Patogênese, sinais clínicos e patologia das doenças causadas por plantas hepatotóxicas em ruminantes e eqüinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V. 28, n. 1, p. 1-14, 2008.
- SHI, W.; KNOBLOCK, C. E.; MURPHY, K. V.; BRUINJE, T. C.; YOON, I.; AMBROSE, D. J.; OBA, M. Effects of supplementing a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product during the periparturient period on performance of dairy cows fed fresh diets differing in starch content. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 4, p. 3082-3096, 2018.
- SHURSON, G. C. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, n. 1, p. 60-76, 2018.
- SILVEIRA, M. F.; RESTLE, J.; MENEZES, L. F. G.; BRONDANI, I. L. NÖRNBERG, J. L.; CALLEGARO, A. M. Metabólitos sanguíneos de vacas de corte suplementadas ou não com sais de cálcio de ácidos graxos durante o período de pré e/ou pós-parto. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 6, p. 1418-1426, 2012.
- TUN, H. M.; LI, S.; YOON, I.; MEALE, S. J.; AZEVEDO, P. A.; KHAFPOUR, E.; PLAIZIER, J. C. *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products (SCFP) stabilize the ruminal microbiota of lactating dairy cows during periods of a depressed rumen pH. **BMC Veterinary Research**, v. 16, n. 237, p1-17, 2020.
- XIAO, J. X.; ALUGONGO, G. M. CHUNG, R.; DONG, S. Z.; LI, S. L.; YOON, I.; WU, Z. H.; CAO, Z. J. Effects of *saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy

calves: ruminal fermentation gastrointestinal morphology, and microbial community. *Journal of Dairy Science*, v. 99, n. 7, p. 5401-5412, 2015.

YUAN, K.; LIANG, T.; MUCKEY, M. B.; MENDONÇA, L. G. D.; HULBERT, L. E.; ELROD, C. C.; BRADFORD, B. J. Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism in transition dairy cows. ***Journal of Dairy Science***, v. 98, n. 1, p. 532-540, 2015.

ZAWORSKI, E. M.; SHRIVER-MUNSH, C. M.; FADDEN, N. A.; SANCHEZ, W. K.; YOON, I.; BOBE, G. Effects of feeding various dosages of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product in transition dairy cows. ***Journal of Dairy Science***, v. 97, n. 5 3081-3098, 2014.

ZHU, W.; WEI, Z.; XU, N.; YANG, F.; YOON, I.; CHUNG, Y.; LIU, J.; WANG, J. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on performance and rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage. ***Journal of Animal Science and Biotechnology***. v. 8, n. 1, p 1-9, 2017.