

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM BIOINSUMOS
COORDENAÇÃO DE CAPACITAÇÃO EM BIOINSUMOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *latu sensu* EM BIOINSUMOS
IF GOIANO CAMPUS CERES - GOIÁS**

MÁRCIA SOARES REIS

**O USO DE PROBIÓTICOS NA PECUÁRIA LEITEIRA: EFEITOS NA SAÚDE
ANIMAL E PRODUTIVIDADE**

MÁRCIA SOARES REIS

**O USO DE PROBIÓTICOS NA PECUÁRIA LEITEIRA: EFEITOS NA SAÚDE
ANIMAL E PRODUTIVIDADE**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação em Bioinsumos, Instituto Federal Goiano como exigência parcial para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof.^a Dra. Flavia Oliveira
Abrão Pessoa

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

R375 Reis, Márcia Soares
 O USO DE PROBIÓTICOS NA PECUÁRIA LEITEIRA: EFEITOS
 NA SAÚDE ANIMAL E PRODUTIVIDADE / Márcia Soares Reis.
 Ceres 2025.

 33f. il.

 Orientadora: Profª. Dra. Flavia Oliveira Abrão Pessoa.
 Monografia (Especialista) - Instituto Federal Goiano, curso de
 0330426 - Especialização em Bioinsumos - Ceres (Campus
 Ceres).
 1. Probióticos. 2. Pecuária leiteira. 3. Saúde animal. 4.
 Microbiota ruminal. 5. Produtividade. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 1/2025 - GPGPI-CE/CMPCE/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 26 dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às 15 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Profa. Flávia Oliveira Abrão Pessoa (orientadora), Prof. Ronaldo Fabino Neto (membro interno) e Profa. Patrícia Faquinello (membro interno), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado O USO DE PROBIÓTICOS NA PECUÁRIA LEITEIRA : EFEITOS NA SAÚDE ANIMAL E PRODUTIVIDADE de MÁRCIA SOARES REIS, estudante do curso de Especialização em BIOINSUMOS do IF Goiano – Campus Ceres. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Campus, [26] de [setembro] de 2025.

(Assinado eletronicamente)

Flávia Oliveira Abrão Pessoa

(Assinado eletronicamente)

Ronaldo Fabino Neto

(Assinado eletronicamente)

Patrícia Faquinello

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- ☐ Tese (doutorado)
☐ Dissertação (mestrado)
☒ Monografia (especialização)
☐ TCC (graduação)

- ☐ Artigo científico
☐ Capítulo de livro
☐ Livro
☐ Trabalho apresentado em evento

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Márcia Soares Reis

Matrícula:

2024103304260013

Título do trabalho:

"O USO DE PROBIÓTICOS NA PECUÁRIA LEITEIRA : EFEITOS NA SAÚDE ANIMAL E PRODUTIVIDADE"

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

gov.br
Documento assinado digitalmente
MARCIA SOARES REIS
Data: 29/10/2025 19:53:18-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Ceres - Goiás

Local

29/10/2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

gov.br

Documento assinado digitalmente
FLAVIA OLIVEIRA ABRÃO PESSOA
Data: 30/10/2025 19:13:30-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dedico este trabalho a todos que, de maneira direta ou indireta, estiveram ao meu lado, oferecendo apoio, incentivo e colaboração ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus passos, iluminar meu caminho e me conceder forças nos momentos de dificuldade. Sem a Sua presença, nada disso teria sido possível.

Deixo registrada minha mais sincera gratidão à minha mãe Vanilda, ao meu pai José Francisco e à minha madrastra Maria Aparecida, pelo apoio e incentivo que foram fundamentais ao longo desta jornada.

Ao Instituto Federal Goiano e ao CEBIO – Centro de Excelência em Bioinsumos e Unidade de Transferência de Tecnologia, expresso minha profunda gratidão pela valiosa oportunidade de aprendizado, pelas experiências enriquecedoras e pelo ambiente que proporcionou meu crescimento acadêmico e pessoal.

De modo especial, agradeço à minha orientadora, Prof.^a Dra. Flavia Abrão, por sua paciência, incentivo e dedicação ao me orientar nesta caminhada. Sua contribuição foi essencial não apenas para este trabalho, mas também para meu amadurecimento acadêmico e profissional.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória, oferecendo palavras de apoio, gestos de amizade ou simplesmente acreditando em mim. Cada contribuição foi fundamental para que este sonho se tornasse realidade.

"Não é o crítico que conta; o crédito pertence ao homem que está realmente na arena, cuja face está marcada pelo pó, suor e sangue, que se esforça valentemente, que erra e falha, mas que luta pelo que é digno."

Theodore Roosevelt, *O Homem na Arena*.

Resumo

A pecuária leiteira constitui uma atividade de grande relevância econômica e social, especialmente em países como o Brasil, onde predomina a agricultura familiar. Contudo, os desafios relacionados à saúde e à produtividade do rebanho demandam estratégias nutricionais inovadoras e sustentáveis. Nesse contexto, os probióticos têm se destacado como alternativas promissoras por atuarem na modulação da microbiota ruminal, no fortalecimento da barreira intestinal e na otimização dos processos digestivos. O objetivo deste trabalho foi compreender os efeitos da suplementação com probióticos na pecuária leiteira, por meio da análise de publicações científicas que abordam seus impactos sobre a microbiota ruminal, a saúde animal, a produção e a qualidade do leite. Trata-se de uma revisão de literatura que investigou publicações entre 2000 e 2025, em bases científicas nacionais e internacionais, selecionadas com base na relevância e atualidade dos estudos. Os resultados evidenciam que microrganismos como *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Bacillus* spp., *Megasphaera elsdenii*, *Enterococcus* spp. e *Saccharomyces cerevisiae* contribuem para o equilíbrio da microbiota ruminal, favorecem a digestibilidade da fibra, reduzem a ocorrência de distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal, e promovem incrementos significativos na produção e na qualidade do leite. Além disso, estudos apontam efeitos imunomoduladores e de prevenção de enfermidades, como mastite e distúrbios reprodutivos. Dessa forma, a suplementação com probióticos representa uma ferramenta estratégica para melhorar a eficiência produtiva, o bem-estar animal e a sustentabilidade da atividade leiteira.

Palavras-chave: Pecuária leiteira; Probióticos; Microbiota ruminal; Saúde animal; Produtividade.

Abstract

Dairy farming is an activity of great economic and social importance, especially in countries such as Brazil, where family farming predominates. However, challenges related to herd health and productivity demand innovative and sustainable nutritional strategies. In this context, probiotics have emerged as promising alternatives due to their ability to modulate the ruminal microbiota, strengthen the intestinal barrier, and optimize digestive processes. The objective of this study was to understand the effects of probiotic supplementation in dairy farming through the analysis of scientific publications addressing their impact on ruminal microbiota, animal health, milk production, and milk quality. This is a literature review that investigated publications from 2000 to 2025 in national and international scientific databases, selected based on their relevance and timeliness. The results show that microorganisms such as *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Bacillus* spp., *Megasphaera elsdenii*, *Enterococcus* spp., and *Saccharomyces cerevisiae* contribute to the balance of the ruminal microbiota, improve fiber digestibility, reduce the occurrence of metabolic disorders such as ruminal acidosis, and promote significant increases in milk production and quality. Furthermore, studies indicate immunomodulatory effects and the prevention of diseases such as mastitis and reproductive disorders. Therefore, probiotic supplementation represents a strategic tool to improve production efficiency, animal welfare, and the sustainability of dairy farming.

Keywords: Dairy farming; Probiotics; Ruminal microbiota; Animal health; Productivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. METODOLOGIA	12
3. SISTEMA DIGESTIVO DOS RUMINANTES.....	12
3.1. Anatomia do Rúmen	12
3.2. Fisiologia do Rúmen	13
4. PROBIÓTICOS	15
4.1. Mecanismo de Ação	15
4.2. Probióticos na Pecuária Leiteira: Um Panorama dos Resultados Científicos	20
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

O setor de laticínios exerce um papel estratégico não apenas na produção de alimentos, mas também na geração de emprego e na distribuição de renda em nível global. Essa atividade contribui significativamente para a sustentabilidade econômica de milhões de famílias, particularmente em regiões rurais, onde representa uma importante fonte de subsistência. Calcula-se que aproximadamente 1 bilhão de pessoas ao redor do mundo tenham sua renda diretamente ligada à atividade leiteira, das quais cerca de 600 milhões vivem nas fazendas e participam ativamente da produção de leite (GLOBAL DAIRY PLATFORM, 2016).

No Brasil, a relevância da bovinocultura leiteira é evidenciada por sua presença em 98% dos municípios e por uma produção anual superior a 34 bilhões de litros de leite. Mais de um milhão de estabelecimentos estão envolvidos na atividade, a maioria de pequeno e médio porte, gerando cerca de 4 milhões de empregos diretos no campo (MAPA, 2025). Além do impacto direto, a cadeia leiteira dinamiza setores como nutrição animal, equipamentos agropecuários e transporte.

Apesar do crescimento histórico da produção, especialmente desde a década de 1990, quando houve redução do número de vacas ordenhadas e aumento da produtividade por animal (IBGE, 2007), ainda existem gargalos estruturais e nutricionais que limitam a eficiência produtiva em diversas regiões. No estado de Goiás, por exemplo, embora detenha o segundo maior rebanho leiteiro do país, sua produtividade média permanece aquém de estados do Sul, cujos sistemas são mais tecnificados e sustentáveis (CILEITE, 2025).

De acordo com dados do Sistema FAEG/SENAR/IFAG (2021), o estado de Goiás abriga aproximadamente 72 mil produtores de leite, consolidando-se como um dos principais polos da pecuária leiteira no Brasil. As bacias leiteiras de maior relevância estão situadas nos municípios de Orizona, Piracanjuba, Jataí, Bela Vista de Goiás, Rio Verde, Pontalina, Silvânia, Pirenópolis, Itapuranga, Vianópolis e Morrinhos, configurando áreas estratégicas para a cadeia produtiva. Ademais, em 2023, a produção total de leite do estado alcançou 2,98 bilhões de litros (IBGE, 2023).

A intensificação da pecuária leiteira, ao buscar maior rendimento por animal, exige dietas energeticamente densas, frequentemente baseadas em grãos. No entanto, esse modelo impõe riscos à saúde ruminal, como a acidose subclínica, e pode comprometer o bem-estar das vacas, sobretudo no período de transição (GROSS, 2022; EL JENI et al., 2024). Paralelamente, dietas exclusivamente

forrageiras, embora benéficas do ponto de vista da saúde digestiva, não sustentam elevados níveis produtivos (GROSS, 2023), exigindo, assim, soluções nutricionais equilibradas.

Nesse contexto, diversas estratégias têm sido exploradas com vistas à modulação da microbiota ruminal, entre elas a utilização de compostos bioativos, subprodutos agroindustriais e probióticos. Esses microrganismos vivos, quando administrados em quantidades adequadas, exercem efeitos benéficos sobre o hospedeiro, principalmente por meio da estabilização da fermentação ruminal, estímulo ao crescimento de bactérias benéficas, reforço da imunidade e aumento da digestibilidade (RODRIGUES et al., 2024; PALMONARI; FEDERICONI; FORMIGONI, 2024).

A utilização de probióticos por populações humanas remonta a práticas alimentares ancestrais, nas quais diversas civilizações já utilizavam alimentos fermentados com finalidades terapêuticas e nutricionais, mesmo sem conhecimento microbiológico formal. Registros históricos indicam que povos da Mesopotâmia, Egito, Grécia e Roma produziam queijos e leites fermentados, cujos efeitos benéficos à saúde eram reconhecidos empiricamente. A consolidação científica do conceito, no entanto, ocorreu somente no século XX, com a definição proposta por Fuller (1989), que descreveu os probióticos como “suplementos alimentares microbianos vivos que afetam benéficamente o hospedeiro animal, melhorando o equilíbrio microbiano intestinal” (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002; MCCORMICK, 2012; PACHECO et al., 2020).

Na pecuária leiteira, espécies como *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. e *Saccharomyces cerevisiae* demonstraram capacidade de modular positivamente o ecossistema microbiano do rúmen, com reflexos diretos na saúde intestinal, prevenção de distúrbios metabólicos e na melhoria da qualidade e da quantidade de leite produzido (El Jeni et al., 2024; Wang et al., 2024). De acordo com Desnoyers et al. (2009), a suplementação com *S. cerevisiae* elevou o pH ruminal, aumentou a produção de ácidos graxos voláteis, melhorou a digestibilidade da matéria orgânica e resultou em maiores ingestão de matéria seca e produção de leite. Tais efeitos, no entanto, variam conforme a composição da dieta.

Nesse cenário, destaca-se a crescente adoção de estratégias nutricionais voltadas à promoção da saúde ruminal sem comprometer a eficiência produtiva, entre as quais sobressai o uso de probióticos. Estudo realizado por Anee et al. (2021)

demonstrou que sua suplementação pode contribuir significativamente para a estabilidade do pH, a modulação da resposta imunológica e a redução da contagem de células somáticas, além de representar uma alternativa sustentável ao uso intensivo de aditivos químicos.

Os probióticos são reconhecidos como bioinsumos, pois fazem parte do conjunto de insumos de base biológica aplicados para promover saúde, produtividade e sustentabilidade nos sistemas agropecuários. O Programa Nacional de Bioinsumos, criado pelo MAPA em 2020, busca estimular pesquisa, desenvolvimento e uso desses insumos, reduzindo a dependência de produtos químicos e fortalecendo práticas agroecológicas. No âmbito regional, o Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO), em Goiás, destaca-se pela capacitação e difusão de tecnologias, consolidando o estado como polo estratégico de agricultura sustentável.

Além dos probióticos, outros compostos de base biológica têm recebido destaque por seus efeitos benéficos sobre a microbiota e o desempenho animal, como os prebióticos, simbióticos e pós-bióticos. Os prebióticos são ingredientes não digeríveis, geralmente carboidratos e inulina, que servem de substrato seletivo para o crescimento e atividade de microrganismos benéficos no trato gastrointestinal, promovendo equilíbrio microbiano e saúde intestinal (GIBSON et al., 2017).

Já os simbióticos consistem na combinação de probióticos e prebióticos em um mesmo produto, resultando em um efeito sinérgico que potencializa a colonização intestinal por microrganismos benéficos e melhora a digestibilidade e o aproveitamento dos nutrientes (MARKOWIAK; ŚLIŻEWSKA, 2017).

Mais recentemente, têm-se estudado os pós-bióticos, definidos como preparações de metabólitos bioativos produzidos por microrganismos probióticos, incluindo ácidos orgânicos, peptídeos antimicrobianos e enzimas, que exercem efeitos positivos mesmo na ausência de células vivas, contribuindo para a modulação imunológica, integridade intestinal e resistência a patógenos (SALMINEN et al., 2021; VINDEROLA et al., 2022).

Diante disso, compreender a interação entre dieta, microbiota e desempenho produtivo é essencial para a sustentabilidade da atividade leiteira. Assim, esta monografia propõe-se a revisar a literatura científica sobre os efeitos da suplementação com probióticos na saúde e produtividade de vacas leiteiras, contribuindo com a divulgação de estratégias nutricionais inovadoras, eficazes e sustentáveis para o setor.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração desta revisão de literatura, foram realizadas buscas nas bases de dados ScienceDirect, Google Scholar e MDPI, abrangendo publicações científicas disponíveis no período de 2000 a 2025. A estratégia de busca adotada foi estruturada com base em palavras-chave pertinentes à temática central do trabalho, sendo elas: *“Rumen microbiota” “AND” “fermentation” “OR” “dairy cows”, “Probiotics” “AND” “dairy cattle” “OR” “rumen fermentation”, “Anatomy” “AND” “physiology of the rumen” “OR” “cows nutrition” e “Microbiome” “AND” “yeasts and ruminants”*. Tais termos deveriam estar presentes no título, resumo ou palavras-chave dos artigos identificados.

Complementarmente, foram utilizados como fontes de informação livros técnicos, dados provenientes de órgãos governamentais e sites especializados em notícias do setor agropecuário, com o intuito de enriquecer a contextualização teórica e incorporar informações atualizadas e de relevância prática para o setor produtivo.

3. SISTEMA DIGESTIVO DOS RUMINANTES

3.1. Anatomia Do Rúmen

O processo digestivo dos ruminantes ocorre de forma sequencial e coordenada ao longo de um trato gastrointestinal especializado na degradação de fibras, cujo estômago é composto por quatro compartimentos: o rúmen, local de fermentação microbiana; o retículo, responsável pela mistura e seleção do alimento; o omaso, que absorve água e minerais; e o abomaso, estômago glandular que secreta enzimas digestivas, todos sujeitos a adaptações estruturais e funcionais de acordo com a dieta (SILVA et al., 2024).

Após a deglutição, o bolo alimentar é conduzido ao rúmen e ao retículo, onde uma comunidade complexa de microrganismos composta por bactérias, arqueias, protozoários e fungos degrada os componentes fibrosos e produz ácidos graxos voláteis (AGV), que fornecem cerca de 70% da energia metabolizável ao animal (YANG et al., 2025). O alimento parcialmente fermentado segue para o omaso, que absorve água e minerais essenciais, como sódio e fósforo. Em seguida, chega ao abomaso, considerado o estômago verdadeiro, responsável pela digestão enzimática de proteínas microbianas e componentes alimentares não fermentados, de maneira semelhante aos animais monogástricos (OLIVEIRA; SANTOS; VALENÇA, 2019).

No intestino delgado, o quimo é submetido à digestão enzimática, auxiliada pelas secreções pancreática e biliar. Nesse segmento ocorre a absorção de nutrientes, como glicose, aminoácidos, ácidos graxos e minerais, facilitada pelas vilosidades intestinais, que aumentam a superfície de contato com o conteúdo intestinal. O material não digerido segue para o intestino grosso e ceco, onde ocorre fermentação microbiana adicional e reabsorção de água, culminando na formação e excreção das fezes (LIU et al., 2022).

O rúmen abriga uma microbiota diversificada que atua de forma complementar na fermentação dos alimentos. Bactérias produzem AGV, proteínas microbianas e vitaminas do complexo B; arqueias metanogênicas convertem subprodutos da fermentação em metano; protozoários ciliados auxiliam na digestão e contribuem para a produção de metano (PALMONARI; FEDERICONI; FORMIGONI, 2024). Além disso, fungos anaeróbicos degradam fibras vegetais por meio de enzimas específicas e penetração mecânica, ampliando a superfície para outros microrganismos e otimizando a fermentação ruminal (HESS et al., 2020).

3.2. Fisiologia Do Rúmen

O rúmen desempenha papel central na digestão de fibras em bovinos, sendo o principal sítio de fermentação microbiana. Durante esse processo, os microrganismos presentes degradam os componentes fibrosos da dieta e produzem ácidos graxos voláteis, como acetato, associado à síntese de ácidos graxos, especialmente na glândula mamária; propionato, convertido em glicose no fígado e contribui para a síntese de lactose, influenciando diretamente o volume do leite; e butirato, que atua como fonte de energia para as células do epitélio ruminal, favorecendo a integridade da mucosa e estimulando a regeneração celular (PALMONARI; FEDERICONI; FORMIGONI, 2024; YANG et al., 2025;).

A composição lipídica do leite reflete tanto a produção endógena de ácidos graxos na glândula mamária, a partir de precursores como acetato e butirato, quanto a incorporação direta de ácidos graxos provenientes da dieta e do sangue (BIONAZ; VARGAS-BELLO-PÉREZ; BUSATO, 2020). A dieta exerce papel determinante nesse processo, modulando a fermentação ruminal, a bio-hidrogenação microbiana e o perfil lipídico do leite (SEARS et al., 2024). A suplementação lipídica pode aumentar a densidade energética da dieta e auxiliar no balanço energético negativo do início da lactação, mas níveis excessivos, principalmente de AG insaturados, reduzem a

ingestão de matéria seca e comprometem a digestibilidade da fibra, sendo recomendada a inclusão de até 5% da matéria seca (BIONAZ; VARGAS-BELLO-PÉREZ; BUSATO, 2020).

O perfil de ácidos graxos influencia a qualidade do leite: o ácido palmítico aumenta o teor de gordura e favorece a digestibilidade da fibra; AG insaturados, como oleico, linoleico e α -linolênico, conferem fluidez e originam compostos bioativos que afetam processos reprodutivos; o ácido esteárico apresenta efeitos variáveis (SEARS et al., 2024). A gordura do leite é composta majoritariamente por AG saturados (70–75%), seguidos de monoinsaturados (20–26%) e poli-insaturados (4–5%), sendo influenciada por genética, estágio de lactação, dieta e sazonalidade (MARTÍNEZ et al., 2025).

Os AGs também modulam a microbiota ruminal. O ácido palmítico estimula bactérias fibrolíticas, como *Fibrobacter* e *Prevotella*, enquanto o ácido oleico, por efeito antimicrobiano, pode reduzir a atividade dessas populações, comprometendo a fermentação. Produtos de gordura protegida têm sido desenvolvidos para resistir à bio-hidrogenação ruminal, aumentando a disponibilidade intestinal de AG e a eficiência energética (ÁLVAREZ-TORRES et al., 2024).

Distúrbios lipídicos, como a depressão da gordura do leite (DMF), ocorrem quando há redução do teor de gordura abaixo de 3,2% sem queda proporcional da produção. Esse fenômeno resulta da falha na bio-hidrogenação de dietas ricas em concentrados, acumulando intermediários inibitórios como o trans-10, cis-12. A prevenção envolve manutenção de níveis mínimos de fibra, controle da inclusão de lipídios e aditivos específicos, enquanto o uso de monensina não é recomendado (MARTÍNEZ et al., 2025).

A composição e dinâmica da microbiota ruminal são influenciadas pela dieta, estágio fisiológico e condições ambientais, apresentando capacidade de reorganização diante de perturbações como alterações alimentares, doenças ou estresse térmico. A colonização do rúmen inicia-se nas primeiras 24 horas após o nascimento e estabiliza-se gradualmente até a maturidade (PITTA et al., 2016; PALMONARI; FEDERICONI; FORMIGONI, 2024).

A diversidade microbiana está associada à estabilidade do ecossistema ruminal e à eficiência alimentar. Dietas ricas em forragem aumentam a diversidade e a complexidade das redes microbianas, enquanto dietas concentradas tendem a reduzi-la. Curiosamente, vacas com maior eficiência alimentar apresentam menor

diversidade microbiana, mas maior proporção de bactérias degradadoras de fibras; vacas menos eficientes possuem microbiotas mais diversas, porém com maior abundância de microrganismos produtores de gases, reduzindo o aproveitamento de nutrientes (COSTA-ROURA et al., 2022; LIU et al., 2022).

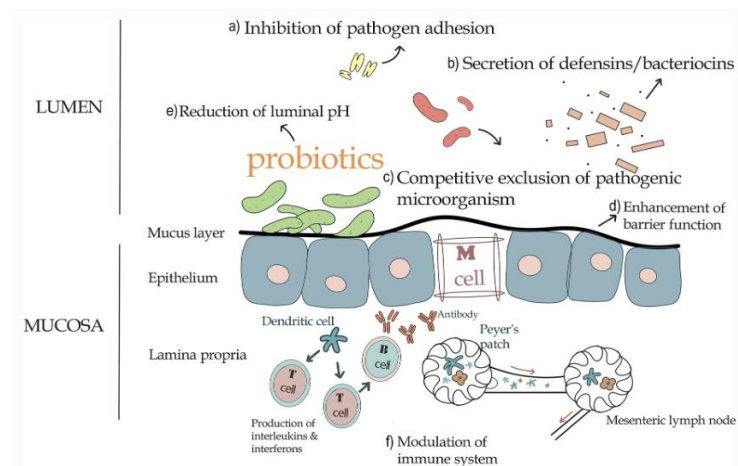
4. PROBIOTICOS

4.1. Mecanismo De Ação

Embora haja uma ampla gama de estudos voltados à aplicação de probióticos na produção animal, os mecanismos exatos pelos quais esses microrganismos exercem seus efeitos benéficos ainda não estão totalmente elucidados. Apesar dessa lacuna, evidências científicas sugerem que os probióticos atuam predominantemente sobre a microbiota do rúmen, promovendo alterações nos padrões de fermentação. Essas modificações favorecem uma digestão mais eficiente dos nutrientes, otimizando o aproveitamento alimentar e exercendo efeitos positivos sobre a modulação do sistema imunológico (MAGNABOSCO et al., 2010).

Conforme ilustrado na figura 1, os probióticos atuam no lúmen e na mucosa intestinal por múltiplos mecanismos. No lúmen, inibem a adesão de patógenos, secretam substâncias antimicrobianas, competem por sítios de ligação epiteliais, estimulam a produção de mucina, reforçam a barreira intestinal e reduzem o pH, dificultando o crescimento de microrganismos nocivos. Na mucosa, modulam o sistema imunológico por meio da ativação de células imunocompetentes, favorecendo a produção de anticorpos e citocinas e promovendo o equilíbrio da microbiota intestinal (ANEE et al., 2021).

Figura 1: Modo de ação dos probióticos.



Fonte: Anee et al., (2021).

A capacidade de adesão ao epitélio intestinal constitui um fator determinante para a permanência dos microrganismos probióticos no trato digestivo. Microrganismos que não se fixam adequadamente tendem a ser eliminados pelo peristaltismo, enquanto aqueles dotados de estruturas especializadas de adesão conseguem se imobilizar na mucosa, garantindo sua sobrevivência e ação benéfica (RETTA, 2016).

Esses microrganismos são também reconhecidos pela produção de compostos bioativos com atividade antimicrobiana, como bacteriocinas, ácidos orgânicos e peróxido de hidrogênio, os quais contribuem significativamente para o equilíbrio microbiano ao inibir patógenos (RETTA, 2016). Dentre esses compostos, as bacteriocinas destacam-se por seu potencial como alternativas aos antibióticos convencionais, em virtude de sua ação semelhante à dos ionóforos e de características vantajosas, como tamanho nanomolecular, estabilidade térmica e eficácia contra ampla gama de patógenos (PRIBUL, 2011).

Adicionalmente, em animais ruminantes os probióticos têm sido utilizados na prevenção da acidose ruminal subaguda (SARA), distúrbio metabólico comum em sistemas intensivos de produção. Essa condição decorre da queda persistente do pH ruminal, frequentemente associada a dietas ricas em carboidratos não estruturais e pobres em fibra, resultando em disfunções da microbiota, queda na digestibilidade da fibra, redução da produção leiteira e maior risco de inflamações sistêmicas (PLAIZIER et al., 2008).

A administração de probióticos tem se mostrado eficaz na modulação da microbiota e na estabilização da fermentação ruminal. Microrganismos como bactérias ácido-láticas, lactato-utilizadoras e leveduras atuam sinergicamente no equilíbrio do ambiente ruminal (UYENO et al., 2015; EL JENI et al., 2024). Bactérias produtoras de ácido láctico, por exemplo, promovem a produção controlada de lactato, permitindo adaptações da microbiota e favorecendo o tamponamento do pH. Por sua vez, outras espécies convertem o lactato em ácidos graxos voláteis como propionato e butirato, menos agressivos à mucosa e altamente energéticos (UYENO et al., 2015; RETTA, 2016).

As leveduras, especialmente *Saccharomyces cerevisiae*, exercem funções relevantes ao remover o oxigênio introduzido com o alimento, criando um ambiente anaeróbico propício ao crescimento de microrganismos celulolíticos e lactato-

utilizadores (UYENO et al., 2015). Além disso, estimulam a atividade de protozoários que fagocitam amido, retardando sua fermentação e prevenindo a acidificação rápida do rúmen (EL JENI et al., 2024).

Outro aspecto importante é a liberação de metabólitos essenciais, como vitaminas do complexo B, aminoácidos e cofatores, que estimulam a multiplicação de bactérias benéficas envolvidas na digestão da fibra e na fermentação controlada de substratos energéticos. Tais interações favorecem a estabilidade fermentativa e reduzem os riscos de oscilações extremas do pH (UYENO et al., 2015; RETTA, 2016).

Nesse contexto, os probióticos contribuem para a produção eficiente de nutrientes essenciais em ruminantes, promovendo a fermentação da matéria fibrosa e a síntese microbiana de aminoácidos, vitaminas hidrossolúveis e ácidos graxos voláteis (UYENO et al., 2015). Um ambiente ruminal estável favorece a população de bactérias celulolíticas e proteolíticas, aumentando a produção de proteína microbiana – principal fonte de aminoácidos para os ruminantes – e a síntese de compostos energéticos como acetato, propionato e butirato, fundamentais à produção de leite e à integridade epitelial do trato digestivo (PLAIZIER et al., 2008).

Durante o período de transição, entre a gestação e lactação, a ativação do sistema imunológico demanda elevada quantidade de energia. Esse processo é mediado por citocinas pró-inflamatórias e está relacionado à síntese de proteínas de fase aguda no fígado, redução da ingestão de matéria seca, aumento da frequência cardíaca e hipertermia. Tal ativação impõe uma competição por glicose entre o sistema imune e a glândula mamária, agravando o balanço energético negativo e elevando o risco de doenças metabólicas e infecciosas (GROSS, 2023).

Os probióticos surgem como uma alternativa promissora nesse cenário. Microrganismos como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Saccharomyces cerevisiae* têm demonstrado efeitos imunomoduladores, tanto por fortalecerem a integridade da mucosa gastrointestinal quanto por interagirem diretamente com células do sistema imune (UYENO et al., 2015). Além disso, sua ação na redução da exposição a estímulos antigênicos e na melhora da resistência a toxinas contribui para a homeostase do trato gastrointestinal (ADJEI-FREMAH, 2018; ALMADA et al., 2021).

A utilização de simbióticos também tem sido associada à modulação do microbioma e à redução da incidência de mastites subclínicas. Embora os efeitos diretos sobre a contagem de *Staphylococcus* spp. nem sempre se mostrem significativos, há evidências de que os simbióticos modulam a microbiota e podem

influenciar a resistência antimicrobiana, refletindo indiretamente na saúde da glândula mamária (ALMADA et al., 2021).

Quanto à digestão, os probióticos estimulam a atividade enzimática ao promover o crescimento de microrganismos produtores de enzimas que atuam sobre fibras vegetais, amido e proteínas, melhorando a digestibilidade dos nutrientes (UYENO et al., 2015). *Saccharomyces cerevisiae* é especialmente eficaz nesse sentido, ao estabilizar o pH, aumentar a produção de ácidos graxos voláteis e estimular bactérias benéficas, como as lactato-utilizadoras, o que ajuda a prevenir distúrbios metabólicos como cetose e acidose (DESNOYERS et al., 2009; UYENO et al., 2015; ZHAO et al., 2024).

Espécies como *Lactobacillus acidophilus* e *Enterococcus faecium* estão associadas a maior atividade de enzimas intestinais e melhor digestão pós-ruminal, especialmente em fases de alta exigência nutricional, como o pico de lactação (ALMADA et al., 2021). Contudo, é necessário considerar que a eficiência da fermentação depende também do equilíbrio entre energia e nitrogênio disponíveis. Desajustes nesse fornecimento podem comprometer a eficiência da fermentação e acarretar impactos ambientais negativos (BELANCHE et al., 2012).

No rúmen, predominamos filos *Bacteroidetes*, *Firmicutes* e *Proteobacteria*, cuja proporção varia conforme a dieta e o estágio fisiológico. Em vacas no pós-parto, dietas ricas em concentrado aumentam a abundância da família *Prevotellaceae*, associada à degradação de polissacarídeos e à produção de propionato, indicando maior eficiência alimentar e melhor desempenho produtivo (ZHAO et al., 2024).

Os probióticos também apresentam potencial na biotransformação e desintoxicação de compostos indesejáveis presentes na dieta, como micotoxinas, metais pesados e resíduos de pesticidas. Tal capacidade se dá pela adsorção de toxinas por estruturas da parede celular dos microrganismos e pela secreção de enzimas capazes de degradar esses compostos em metabólitos menos prejudiciais (LOH et al., 2020; SIONEK et al., 2025). Além disso, a modulação da microbiota induzida pelos probióticos pode favorecer a atividade de microrganismos nativos com propriedades detoxificantes, contribuindo para a segurança alimentar e maior estabilidade da fermentação (REUBEN et al., 2022).

Quanto ao controle parasitário, estudos indicam que podem modular a microbiota intestinal e atenuar os efeitos inflamatórios associados à helmintíase. Evidências demonstram que *Saccharomyces cerevisiae* reduziu o número de larvas

de *Haemonchus contortus* em ovelhas infectadas, indicando potencial efeito no controle parasitário (HASSAN; GHAZY, 2022). Além disso, cepas como *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb12 e *Lactiseibacillus rhamnosus* LGG apresentaram efeitos positivos na modulação da imunidade da mucosa e na manutenção da função de barreira intestinal em suínos infectados por *Ascaris suum* (MYHILL et al., 2022).

Apesar dos resultados promissores, estudos apontam que o uso de probióticos não exerce efeito consistente na redução das cargas parasitárias, embora contribua para a homeostase intestinal e para a melhora da resposta imune do hospedeiro (WILLIAMS et al., 2021). Adicionalmente, há indícios de que os próprios helmintos podem interferir nos benefícios conferidos pelos probióticos, modulando a interação hospedeiro-microrganismo. Dessa forma, os probióticos não devem ser considerados agentes anti-helmínticos diretos, mas sim coadjuvantes com potencial relevante na redução de processos inflamatórios, no suporte à integridade intestinal e na promoção da saúde em animais acometidos por infecções helmínticas (WILLIAMS et al., 2021; MYHILL et al., 2022; HASSAN; GHAZY, 2022;).

A suplementação com microrganismos benéficos pode ser realizada em diferentes fases do desenvolvimento dos bovinos, desde o período neonatal até a fase adulta de máxima produtividade. A administração dos probióticos ocorre por distintas vias, de acordo com o objetivo zootécnico ou terapêutico. As formas mais comuns incluem a incorporação direta à dieta total, ao leite ou ao substituto do leite, bem como a inclusão em suplementos minerais de uso contínuo ou em bolus ruminais, visando à colonização e estabilização da microbiota digestiva (UYENO et al., 2015). Além da via oral, também são descritas aplicações intramamárias, intrauterinas, intravaginais e tópicas, utilizadas principalmente em estratégias voltadas à prevenção e ao tratamento de enfermidades do trato reprodutivo e da glândula mamária, como mastites e metrites (ADNANE et al., 2024).

4.2. Probióticos Na Pecuária Leiteira: Um Panorama Dos Resultados Científicos

A utilização de aditivos na dieta animal, como probióticos, prebióticos e simbióticos, é considerada uma alternativa promissora e sustentável para a produção pecuária, devido à sua capacidade de promover a saúde animal, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. Além disso, contribui para a

redução do uso de aditivos químicos, cuja restrição vem sendo adotada em diversos países. Embora ainda não se compreenda completamente como esses microrganismos atuam, há consenso sobre a relevância dessa suplementação (MAGNABOSCO et al., 2010; VOVK et al., 2022; RODRIGUES et al., 2024).

Nesse contexto, compreender como diferentes estratégias alimentares impactam a microbiota ruminal torna-se essencial. Os efeitos das dietas com alto teor de grãos, por exemplo, ainda geram controvérsias: enquanto alguns estudos apontam para a redução da diversidade microbiana e perda de fungos anaeróbios (NETO et al., 2020), outros relatam maior diversidade com níveis intermediários de grãos (KOTZ et al., 2020) ou mesmo ausência de impacto significativo sobre a riqueza e uniformidade microbiana (WANG et al., 2024). Tais discrepâncias possivelmente decorrem de diferenças metodológicas entre os estudos, reforçando a complexidade das interações entre dieta, microbiota e saúde ruminal.

Nesse sentido, além da composição da dieta, a inclusão de aditivos como probióticos pode desempenhar um papel relevante na modulação da microbiota. Complementando essa abordagem, Jiang et al. (2023) observaram que a inclusão de fermentado de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas com restrição alimentar modulou positivamente a microbiota intestinal, aumentando a abundância de bactérias potencialmente benéficas e promovendo alterações em vias metabólicas bacterianas. As análises de correlação também revelaram associações entre microrganismos e genes relacionados à integridade tecidual e à resposta imune.

De maneira geral, a inclusão de probióticos na dieta de ruminantes promove benefícios significativos à saúde digestiva e ao desempenho produtivo, sendo seus efeitos dependentes da cepa, idade e raça do animal. *Lactobacillus* spp. melhoram a eficiência alimentar e o ganho de peso, enquanto *Saccharomyces cerevisiae* estabiliza o ambiente ruminal e favorece a digestibilidade das fibras (PALMONARI; FEDERICONI; FORMIGONI, 2024).

No cenário nacional, Magnabosco et al. (2010) investigaram os efeitos de um suplemento probiótico em vacas Girolando mantidas a pasto. O grupo suplementado apresentou aumento significativo na produção de leite e redução na contagem de células somáticas (CCS), sugerindo que o uso de probióticos pode representar uma estratégia viável para melhorar a lucratividade na pecuária leiteira. Ainda assim, os autores destacam a necessidade de estudos adicionais para elucidar os mecanismos envolvidos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Marlida et al. (2023), que demonstraram que a inclusão de *Lactobacillus plantarum* e *S. cerevisiae* em dietas com palha de arroz fermentada melhorou a digestibilidade de nutrientes e manteve o pH ruminal estável, favorecendo a fermentação e indicando condições ruminais adequadas. Além disso, Zhao et al. (2024) relataram que a suplementação com levedura viva (5 a 14 g/dia) estimula bactérias fibrolíticas e lactato-utilizadoras, como *Fibrobacter succinogenes* e *Megasphaera elsdenii*, promovendo uma microbiota ruminal mais eficiente, com aumento de grupos como *Bacteroidales*, *Lachnospiraceae*, *Flexilinea* (pré-parto) e *Streptococcus* (pós-parto).

Em abordagem inovadora, Olchow, Soust e Alawneh (2019) propuseram a aplicação do probiótico Great Land (GL) diretamente nas pastagens. Os resultados indicaram aumento expressivo no volume de leite e na concentração de proteína, ainda que os mecanismos envolvidos não tenham sido completamente elucidados.

Estudos demonstram que a suplementação com aditivos, como blends, simbióticos e probióticos, pode melhorar significativamente a produção e a qualidade do leite, especialmente pela redução da contagem de células somáticas e pelo aumento dos teores de gordura e proteína (RODRIGUES et al., 2024). Esses efeitos estão associados à modulação digestiva, à maior atividade microbiana no rúmen e à expressão de genes relacionados ao transporte e crescimento celular (NALLA et al., 2022). Cepas como *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Bacillus subtilis* promovem maior digestibilidade e síntese de proteína microbiana (NALLA et al., 2022), enquanto fungos ruminais anaeróbios contribuem para a degradação da fibra e favorecem a ação sinérgica de outros microrganismos no ambiente ruminal (NETO et al., 2020).

Resultados adicionais reforçam esses achados. Mozart et al. (2024) avaliaram a suplementação com *S. cerevisiae* combinada ao selenito de sódio e observaram melhora na qualidade do leite, com aumento do teor de gordura, redução da CCS e enriquecimento com formas biodisponíveis de selênio, ainda que a produção em si não tenha sido alterada.

Diversos estudos em períodos críticos, como a transição, confirmam tais achados. Maan et al. (2025) observaram que a suplementação com *Lactobacillus* spp. e *Bifidobacterium* spp. resultou em aumento expressivo na produção de leite, com destaque para o grupo tratado com *Bifidobacterium* spp. De forma complementar, Vicente et al. (2024) relataram que a suplementação com pós-bióticos elevou a

ingestão de matéria seca, a digestibilidade de nutrientes e a qualidade imunológica do colostro, evidenciada pelo aumento na concentração de imunoglobulina G. Além disso, as vacas suplementadas produziram maiores volumes diários de leite, com teores superiores de gordura e proteína, e apresentaram maior persistência na curva de lactação.

De forma consistente, Ayyat et al. (2024) relataram que a administração de um probiótico multicepa no final da gestação e início da lactação aumentou a produção de leite, o consumo de matéria seca e a eficiência alimentar. Ainda, observou-se ampliação da população de bactérias benéficas (*Lactobacillus*, *Bacillus*) e redução de patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella* e *Clostridium*. Resultados semelhantes foram obtidos por Goetz et al. (2023), que demonstraram que a suplementação com *Bacillus subtilis* PB6 durante o período de transição aumentou a produção de leite e a eficiência alimentar, mesmo sem efeitos diretos sobre a barreira intestinal, sugerindo influência positiva na saúde intestinal e no metabolismo energético.

Cattaneo et al. (2023) identificaram que a suplementação com levedura viva (*S. cerevisiae*) promoveu melhorias nos perfis de fermentação ruminal e do intestino grosso, resultando em maior ingestão de matéria seca e tempo de ruminação. Também foi observada uma resposta inflamatória mais branda e melhora na função hepática, fatores que, em conjunto, contribuíram para maior produção de leite e menor risco de doenças metabólicas no período pós-parto.

Na prevenção da mastite, Gao et al. (2020) investigaram o uso de leveduras e bactérias ácido-láticas (BAL), isoladas ou combinadas, e constataram que todos os tratamentos reduziram a CCS e a atividade de enzimas inflamatórias no leite. A suplementação com BAL também alterou positivamente a microbiota do leite, reduzindo gêneros associados à mastite e favorecendo vias bacterianas funcionais.

Ainda no período de transição, Bach et al. (2019) relataram que a suplementação com *S. cerevisiae* promoveu alterações positivas na microbiota do rúmen, com aumento de *Bacteroidales*, *Lachnospiraceae* e *Streptococcus*, associados à maior ingestão de matéria seca e produção de leite nos primeiros 21 dias de lactação. No cólon, as alterações foram mais discretas, como o aumento de *Eggerthellaceae*, grupo relacionado à eficiência alimentar. Embora a diversidade microbiana tenha diminuído após o parto, ela se recuperou no rúmen posteriormente, sugerindo que a microbiota pré-parto pode impactar o desempenho produtivo pós-parto.

No tocante à saúde reprodutiva, Liu et al. (2022) testaram *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 no tratamento da endometrite bovina causada por *Bacillus cereus* multirresistente. Os resultados mostraram que o probiótico protegeu a integridade das células endometriais, inibiu a apoptose e reduziu a inflamação, sugerindo seu potencial como alternativa aos antibióticos. De modo semelhante, Adnane et al. (2024) observaram que a administração de *Lactobacillus buchneri* promoveu a melhora da saúde uterina, com redução de inflamações e aumento da taxa de concepção.

A suplementação com esses aditivos em vacas leiteiras pode promover efeitos positivos tanto sobre a saúde quanto sobre o desempenho produtivo dos animais. A Tabela 1 evidencia esses resultados, demonstrando que diferentes microrganismos, administrados em distintas doses, estágios fisiológicos e períodos de suplementação, podem gerar respostas semelhantes em termos de desempenho e bem-estar.

Tabela 1 – Efeitos de probióticos e prebióticos na função imunológica, saúde e desempenho de vacas leiteiras

Tipo	Dose	Duração	Status	Resultado
Probiótico	50 g/d Lactobacillus casei e L. plantarum (1,3 × 10 ⁸ UFC/g)	30 dias	Lactantes	Diminuição da CCS; sem alteração nos componentes do leite; aumento da produção de leite em 15 e 30 dias.
Probiótico	10, 15 ou 20 g/d Saccharomyces cerevisiae e LAB (sem UFC listado)	60 dias	Início a meio da lactação	Aumento da produção de leite, sólidos e lucro.
Probiótico	10 g/hd/d de probióticos (sem UFC listado)	21 dias	Lactação precoce	Aumento da produção total de leite e gordura.
Probiótico + Levedura	10, 15 ou 20 g/hd/d Lactobacillus, S. cerevisiae, Propionibacterium (sem UFC listado)	6 semanas	Lactantes	Aumento da produção de leite com 20 g/d (mais econômico); tendência a aumentar gordura e proteína do leite.
Levedura	9 mL/hd/d de produto comercial de levedura na água (sem UFC listado)	10 semanas	30 dias em lactação	Aumento do pH ruminal; aumento da produção de leite; diminuição da proteína do leite.
Levedura	3 g/hd/d de 6,0 × 10 ⁹ UFC de levedura viva	5 períodos de 45 dias	Lactantes	Aumento da utilização de nutrientes no rúmen; aumento da produção de leite, proteína e gordura.
Levedura	2,5 g/d de 2,5 × 10 ¹⁰ UFC S. cerevisiae	105 dias	Lactantes	Aumento da produção de leite.
Levedura	40 g/d de 5,0 × 10 ¹¹ UFC S. cerevisiae	90 dias	3ª lactação, início da lactação	Aumento da produção de leite e gordura; diminuição da CCS.
Simbiótico	1,0 × 10 ⁷ UFC/kg dieta L. casei + 10 g/hd/d de dextrana	1 ano	Lactantes	Diminuição da CCS; diminuição da mastite; redução dos impactos do estresse térmico; aumento da produção e dos componentes do leite.
Simbiótico	10 g/d de 5,0 × 10 ⁹ UFC/g S. cerevisiae + mistura (10 ⁷ UFC de L. casei, S. faecium, L. acidophilus)	75 dias	Lactantes	Aumento da gordura do leite; diminuição da CCS.

Fonte: Adaptado de Ballou, Davis e Kasl (2019).

Apesar dos avanços, alguns estudos não confirmam benefícios consistentes da suplementação com aditivos microbianos. Goetz et al. (2021) avaliaram um produto composto por duas cepas nativas do rúmen (*Clostridium beijerinckii* DAIRY20 e *Pichia kudriavzevii* DAIRY21) em vacas leiteiras e não observaram efeitos significativos sobre a produção de leite, o leite corrigido para energia (ECM), o consumo de matéria seca, o peso corporal ou o escore de condição corporal. Contudo, ao estratificar os animais de acordo com a produção basal, verificou-se que vacas com produção inferior a 53 kg/d de ECM apresentaram aumento de 4,4% nesse parâmetro em comparação ao grupo controle. Já em vacas com produção superior a 53 kg/d de ECM, não houve benefícios, sendo observada até uma tendência de redução no rendimento de leite.

De modo semelhante, Oyebade et al. (2023) investigaram a suplementação de probióticos bacterianos em vacas Holandesas lactantes, distribuídas em três grupos: controle, PRO-A (*Lactobacillus animalis* + *Propionibacterium freudenreichii*) e PRO-B (mesma mistura acrescida de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*). A suplementação não alterou o consumo de matéria seca nem a produção total de leite. Contudo, o grupo PRO-B demonstrou maior potencial para melhorar a digestibilidade da gordura e, conseqüentemente, aumentar o rendimento de gordura do leite e a eficiência alimentar, embora não tenham sido verificadas mudanças consistentes na produção total de leite ou nos parâmetros imunológicos avaliados.

Em uma perspectiva mais ampla, a revisão sistemática e meta-análise realizada por Barreto et al. (2021) analisou os efeitos da suplementação com probióticos em vacas leiteiras. Os autores não encontraram evidências consistentes de benefícios em biomarcadores hematológicos, parâmetros reprodutivos ou de produção. A ausência de resultados positivos foi atribuída, em grande parte, à heterogeneidade metodológica dos estudos incluídos, especialmente no que se refere à formulação e às doses utilizadas. Além disso, fatores como dieta, estado fisiológico dos animais e variação entre cepas probióticas podem ter influenciado os resultados. O estudo também alerta para os riscos potenciais associados ao uso de microrganismos portadores de genes de resistência antimicrobiana.

Apesar da ausência de resultados consistentes quando se avalia a suplementação probiótica de forma ampla, alguns microrganismos específicos têm

despertado interesse pela sua ação potencial no rúmen. Entre eles, destaca-se *Megasphaera elsdenii*, estudos indicam efeitos positivos, como aumento do pH ruminal, redução do lactato e alteração no perfil de ácidos graxos voláteis. Entretanto, também foram relatadas reduções na ingestão de matéria seca e associação com a depressão do teor de gordura do leite em vacas de alta produção, embora sem evidência causal (Cabral; Weimer, 2024). A eficácia dessa bactéria depende da cepa, da dose, da disponibilidade de lactato e das condições ruminais, sendo seus efeitos mais evidentes em animais sob maior desafio metabólico, especialmente no início da lactação (Aikman et al., 2011).

5. CONCLUSÃO

Em síntese, os probióticos configuram-se como uma estratégia nutricional promissora e multifuncional na produção de vacas leiteiras, promovendo melhor equilíbrio da microbiota ruminal, maior eficiência digestiva, fortalecimento do sistema imunológico e redução da ocorrência de distúrbios metabólicos. Além de contribuir para o desempenho produtivo e a qualidade do leite, esses aditivos também apresentam potencial ambiental positivo, ao aumentar a eficiência da fermentação e reduzir as emissões de metano entérico, alinhando-se aos princípios da sustentabilidade agropecuária.

Entretanto, as respostas observadas podem variar conforme a cepa utilizada, a dose, o período de suplementação, o manejo alimentar e as condições fisiológicas dos animais. Assim, destaca-se a necessidade de maior padronização e aprofundamento das pesquisas, visando otimizar sua aplicação prática. O estímulo à adoção de probióticos deve ser acompanhado por políticas públicas, assistência técnica e programas de capacitação, que fortaleçam a integração entre ciência, tecnologia e produção rural sustentável.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADJEI-FREMAH, S.; EKWEMALOR, K.; WORKU, M.; IBRAHIM, S. *Probiotics and ruminant health*. **IntechOpen**, London, 2018. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/58507>. Acesso em: 15 maio 2025.
- ADNANE, M.; WHISTON, R.; TASARA, T.; BLEUL, U.; CHAPNYWA, A. *Harnessing vaginal probiotics for enhanced management of uterine disease and reproductive performance in dairy cows: A conceptual review*. **Animals**, Basel, v. 14, n. 7, p. 1073, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14071073>.
- AIKMAN, P. C.; HENNING, P. H.; HUMPHRIES, D. J.; HORN, C. H. *Rumen pH and fermentation characteristics in dairy cows supplemented with *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125 in early lactation*. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 6, p. 2840–2849, 2011. DOI: [10.3168/jds.2010-3783](https://doi.org/10.3168/jds.2010-3783).
- ALMADA, A. F. B.; SANTOS, I. C.; BARBOSA, L. N.; BORGES, J. L.; PIAU JUNIOR, R. *Probióticos e simbiótico no perfil microbiológico e resistência a antibióticos em bactérias do leite*. **Revista Thêma et Scientia**, Cascavel, v. 11, n. 1, p. 157–164, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/1103/1141>. Acesso em: 15 maio 2025.
- ANEE, I. J.; ALAM, S.; BEGUM, R. A.; SHAHJAHAN, R.; KHANDAKER, A. M. *The role of probiotics on animal health and nutrition*. **The Journal of Basic and Applied Zoology**, v. 82, n. 52, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41936-021-00250-x>.
- AYYAT, M. S.; ABDEL MONEM, U. M.; ABDEL-RAHMAN, G.; HUSSEIN, A. I.; EL-NAGAR, H. A.; WAFI, W. M.; MAHGOUB, S.; AL-SAGHEER, A. A. *Supplementation of multistrain probiotics improves milk production, blood metabolites, digestibility, and rectal microbiota during the prepartum and early lactation stages in crossbred cows*. **Veterinary Medicine International**, v. 2024, art. 7646024, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1155/2024/7646024>.
- ÁLVAREZ-TORRES, J. N.; RAMÍREZ-BRIBIESCA, J. E.; BAUTISTA-MARTÍNEZ, Y.; CROSBY-GALVÁN, María Magdalena; GRANADOS-RIVERA, Lorenzo Danilo; RAMÍREZ-MELLA, Mónica; RUIZ-GONZÁLEZ, Alexis. *Stability and Effects of Protected Palmitic Acid on In Vitro Rumen Degradability and Fermentation in Lactating Goats*. **Fermentation**, v. 10, n. 2, art. 110, 2024. DOI: [10.3390/fermentation10020110](https://doi.org/10.3390/fermentation10020110).
- BACH, A.; LÓPEZ-GARCÍA, A.; GONZÁLEZ-RECIO, O.; ELCOSO, G.; FÀBREGAS, F.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CASTEX, M. *Changes in the rumen and colon microbiota and effects of live yeast dietary supplementation during the transition from the dry period to lactation of dairy cows*. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 7, p. 6180–6198, jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16105>.

BALLOU, M. A.; DAVIS, E. M.; KASL, B. A. *Nutraceuticals: an alternative strategy for the use of antimicrobials*. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 35, n. 3, p. 507-534, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.08.004>.

BARRETO, M. O.; SOUST, M.; MOORE, R. J.; OLCHOWY, T. W. J.; ALAWNEH, J. I. *Systematic review and meta-analysis of probiotic use on inflammatory biomarkers and disease prevention in cattle*. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 194, art. 105433, 2021. DOI: [10.1016/j.prevetmed.2021.105433](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105433).

BELANCHE, A.; DOREAU, M.; EDWARDS, J. E.; MOORBY, J. M.; PINLOCHE, E.; NEWBOLD, C. J. *Shifts in the Rumen Microbiota Due to the Type of Carbohydrate and Level of Protein Ingested by Dairy Cattle Are Associated with Changes in Rumen Fermentation*. **The Journal of Nutrition**, v. 142, n. 9, p. 1684–1692, set. 2012. DOI: [10.3945/jn.112.159574](https://doi.org/10.3945/jn.112.159574)

BIONAZ, M.; VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; BUSATO, S. *Advances in fatty acids nutrition in dairy cows: from gut to cells and effects on performance*. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 11, p. 110, 16 nov. 2020. DOI: [10.1186/s40104-020-00512-8](https://doi.org/10.1186/s40104-020-00512-8).

BRASIL. Centro de Inteligencia do Leite (CILEite) - **Embrapa**. *Leite em Números Produção de leite total nas Regiões do Brasil*. Disponível em: https://www.cileite.com.br/leite_numeros_producao . Acesso em: 03 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **MAPA**. *Mapa do Leite*. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 22 fev. 2025.

CABRAL, L. S.; WEIMER, P. J. *Megasphaera elsdenii: its role in ruminant nutrition and its potential industrial application for organic acid biosynthesis*. **Microorganisms**, v. 12, n. 1, p. 219, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms12010219>.

CATTANEO, L.; LOPREIATO, V.; PICCIOLI-CAPPELLI, F.; TREVISI, E.; MINUTI, A. *Effect of supplementing live *Saccharomyces cerevisiae* yeast on performance, rumen function, and metabolism during the transition period in Holstein dairy cows*. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 6, p. 4353–4365, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-23237>.

COSTA-ROURA, S.; VILLALBA, D.; BALCELLS, J.; DE LA FUENTE, G. *First steps into ruminal microbiota robustness*. **Animals**, Basel, v. 12, n. 18, p. 2366, 2022. DOI: [10.3390/ani12182366](https://doi.org/10.3390/ani12182366).

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, abr. 2009. DOI: [10.3168/jds.2008-1414](https://doi.org/10.3168/jds.2008-1414).

EL JENI, R.; VILLOT, C.; KOYUN, O. Y.; OSORIO-DOBLADO, A.; BALOYI, J. J.; LOURENCO, J. M.; STEELE, M.; CALLAWAY, T. R. “Probiotic” approaches to improving dairy production: reassessing “magic foo-foo dust”. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 4, p. 1832–1856, 2024. DOI: 10.3168/jds.2023-23831.

GAO, J.; LIU, Y.; WANG, Y.; LI, H.; WANG, X.; WU, Y.; ZHANG, D.; GAO, Si; QI, Z. *Impact of yeast and lactic acid bacteria on mastitis and milk microbiota composition of dairy cows*. **AMB Express**, v. 10, n. 1, p. 22, 29 jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-020-0953-8>

GIBSON, G. R., HUTKINS, R., SANDERS, M. E., PRESCOTT, S. L., REIMER, R. A., SALMINEN, S. J., SCOTT, K., STANTON, C., SWANSON, K. S., CANI, P. D., VERBEKE, K., & REID, G. *Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics*. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, p. 491-502, 2017. doi:10.1038/nrgastro.2017.75.

GLOBAL DAIRY PLATFORM. *Annual Review*. **Global Dairy Platform**, 2016. Disponível em: <https://www.globaldairyplatform.com/wp-content/uploads/2018/04/2016-annual-review-final.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2025.

GOETZ, B. M.; LEFLER, J.; ABEYTA, M. A.; HORST, E. A.; MAYORGA, E. J.; AL-QAISI, M.; RODRIGUEZ-JIMENEZ, S.; MARTINO, C.; IZZO, A.; La, R.; GREEN, H. B.; MOORE, C. E.; EMBREE, M.; BAUMGARD, L. H. *Effects of dietary microbial feed supplement on production efficacy in lactating dairy cows*. **JDS Communications**, v. 2, p. 118-122, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jdsc.2020-0002>

GOETZ, B. M.; ABEYTA, M. A.; RODRIGUEZ-JIMENEZ, S.; MAYORGA, E. J.; OPGENORTH, J.; JAKES, G.M.; FREESTONE, A.D.; MOORE, C. E.; DICKSON, D.J.; Hergenreder, J.E.; BAUMGARD, L. H. *Effects of Bacillus subtilis PB6 supplementation on production, metabolism, inflammatory biomarkers, and gastrointestinal tract permeability in transition dairy cows*. **J. Dairy Sci.**, 2023. 106(12), 9793–9806. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23562>.

GROSS, J.J. *Dairy cow physiology and production limits*. **Animal Frontiers**. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10289513/>. Acesso em: 09 abr. 2025.

GROSS, J.J. *Limiting factors for milk production in dairy cows: perspectives from physiology and nutrition*. **Journal Animal Science**. Oxford University press. 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8919814/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

HASSAN, N. M. F.; GHAZY, A. A. *Advances in diagnosis and control of anthelmintic resistant gastrointestinal helminths infecting ruminants*. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 46, n. 3, p. 901–915, set. 2022. DOI: 10.1007/s12639-021-01457-z.

HESS, M.; PAUL, S. S.; PUNIYA, A. K.; VAN DER GIEZEN, M.; SHAW, C.; EDWARDS, J. E. *Anaerobic fungi: past, present, and future*. **Frontiers in**

Microbiology, v. 11, p. 584893, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.584893>.

HOLZAPFEL, W. H.; SCHILLINGER, U. *Introduction to pre- and probiotics*. **Food Research International**, v. 35, n. 2-3, p. 109–116, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996901001715>. Acesso em: 26 mar. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário 1940/2006. Até 1996 dados extraídos de: Estatísticas do Século XX*. IBGE, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=AGRO73&t=p>. Acesso em: 5 nov. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção de leite em Goiás*. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/go>. Acesso em: 5 set. 2025.

JIANG, Q.; SHERLOCK, D. N.; ELOLIMY, A. A.; VAILATI-RIBONI, M.; YOON, I.; LOOR, J. J. *Impact of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product during an intestinal barrier challenge in lactating Holstein cows on ileal microbiota and markers of tissue structure and immunity*. **Journal of Animal Science**, v. 101, p. 1–16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skad309>.

KOTZ, A.; AZEVEDO, P. A.; KHAFIPOUR, E.; PLAIZIER, J. C. *Effects of the dietary grain content on rumen and fecal microbiota of dairy cows*. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 101, p. 274-286, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0122>.

LIU, N.; WANG, X.; SHAN, Q.; XU, L.; LI, Y.; CHU, B.; YANG, L.; WANG, J.; ZHU, Y. *Lactobacillus rhamnosus Ameliorates Multi-Drug-Resistant *Bacillus cereus*-Induced Cell Damage through Inhibition of NLRP3 Inflammasomes and Apoptosis in Bovine Endometritis*. **Microorganisms**, v. 10, n. 1, art. 137, 10 jan. 2022. DOI: [10.3390/microorganisms10010137](https://doi.org/10.3390/microorganisms10010137).

LOH, Z. H.; OUWERKERK, D.; KLIEVE, A. V.; HUNGERFORD, N. L.; FLETCHER, M. T. *Toxin Degradation by Rumen Microorganisms: A Review*. **Toxins**, v. 12, n. 10, art. 664, 20 out. 2020. DOI: [10.3390/toxins12100664](https://doi.org/10.3390/toxins12100664)

MAAN, M. K.; YI, D.; ZHU, C.; ZHOU, X.; SHABBIR, M. A.; LEI, Q.; ABOUELFETOUH, M. M. *Effect of novel probiotics on gut microbiota to alleviate hepatic lipidosis in dairy cattle*. **Microbial Pathogenesis**, v. 206, art. 107730, set. 2025. DOI: [10.1016/j.micpath.2025.107730](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2025.107730).

MAGNABOSCO, C. U. et al. *Efeito da adição de probióticos e prebióticos na quantidade e qualidade do leite de vacas da raça Girolando no Bioma Cerrado*. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, 2010. Comunicado Técnico 165. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/879568>. Acesso em: 26 jan. 2025.

MARLIDA, Y.; HARNENTIS, H.; NUR, Y. S.; ARDANI, L. R. *New probiotics (Lactobacillus plantarum and Saccharomyces cerevisiae) supplemented to fermented rice straw-based rations on digestibility and rumen characteristics in vitro*. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 10, n. 1, p. 96–102, mar. 2023. DOI: 10.5455/javar.2023.j657.

MARKOWIAK, P.; ŚLIŻEWSKA, K. *Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health*. **Nutrients**, 2017. Doi: <https://doi.org/10.3390/nu9091021>.

MARTÍNEZ, Elena Niceas; MUÍÑO, Rodrigo; HERNÁNDEZ BERMÚDEZ, Joaquín; DÍAZ GONZÁLEZ, Lucía; BENEDITO, José Luis; CASTILLO, Cristina. *Milk Fat Depression in Dairy Cattle: Etiology, Prevention, and Recovery Approaches*. **Ruminants**, v. 5, n. 3, art. 38, 2025. DOI: 10.3390/ruminantes5030038 .

MYHILL, L. J.; STOLZENBACH, S.; MEJER, H.; KRYCH, L.; JAKOBSEN, S. R.; KOT, W.; SKOVGAARD, K.; CANIBE, N.; NEJSUM, P.; NIELSEN, D. S.; THAMSBORG, S. M.; WILLIAMS, A. R. *Parasite-Probiotic Interactions in the Gut: Bacillus sp. and Enterococcus faecium Regulate Type-2 Inflammatory Responses and Modify the Gut Microbiota of Pigs During Helminth Infection*. **Frontiers in Immunology**, v. 12, art. 793260, jan. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.793260>

MCCORMICK, F. *Cows, milk and religion: The use of dairy produce in early societies*. **Anthropozoologica**, Paris, v. 47, n. 2, p. 101–113, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273009629>. Acesso em: 20 maio 2025.

MOZART, G. G.; KÖPTCKE, F. B. N.; PINTO, L. A.; MOEBUS, V. F.; TAMY, W. P.; ARONOVICH, M.; KELLER, L. A. M. *Enhancement of Dairy Cow Milk Quality with Probiotic and Inorganic Selenium Supplementation*. **Dairy**, Basel, v. 5, n. 2, p. 336–345, 20 jun. 2024. DOI: 10.3390/dairy5020027.

NALLA, K.; MANDA, N. K.; DHILLON, H. S.; KANADE, S.R.; ROKANA, N.; HESS, M.; PUNIYA, A. K. *Impact of probiotics on dairy production efficiency*. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 13, p. 1–15, 2022. DOI: 10.3389/fmicb.2022.805963.

NETO, R. F.; SANTOS, R. D. A.; COSTA, G. S.; PEREIRA, R. A. N.; NASCIMENTO, T. V. C.; SOUSA, D. P.; SOARES, C. R.; ALMEIDA, A. P. *Probióticos fúngicos na dieta de alto grão para ruminantes*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 53562–53584, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-851>.

OLIVEIRA, V. S.; SANTOS, A. C. P.; VALENÇA, R. de L. *“Desenvolvimento e fisiologia do trato digestivo de ruminantes.”* **Ciência Animal**, v. 29, n. 3, p. 114-132, 2019. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/3762/3772>. Acesso em: 06 out. 2025.

OYEBADÉ, A. O.; LEE, S.; SULTANA, H.; ARRIOLA, K.; DUVALSAINT, E.; NINO DE GUZMAN, C.; MARENCHINO, I. F.; MARROQUIN PACHECO, L.; AMARO, F.;

GHIZZI, L. G.; MU, L.; GUAN, H.; ALMEIDA, K. V.; RAJO ANDRADE, B.; ZHAO, J.; TIAN, P.; CHENG, C.; JIANG, Y.; DRIVER, J.; QUEIROZ, O.; FERRARETTO, L. F.; OGUNADE, I. M.; ADESOGAN, A. T.; VYAS, D. *Effects of direct-fed microbial supplementation on performance and immune parameters of lactating dairy cows*. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 12, p. 8611–8626, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22898>

OLCHOWY, T. W. J.; SOUST, M.; ALAWNEH, J. *The effect of a commercial probiotic product on the milk quality of dairy cows*. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 3, p. 2188-2195, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15411>.

PALMONARI, A.; FEDERICONI, A.; FORMIGONI, A. *Animal board invited review: The effect of diet on rumen microbial composition in dairy cows*. **Animal**, v. 18, p. 101319, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101319>.

PITTA, D. W.; INDUGU, N.; KUMAR, S.; VECCHIARELLI, B.; SINHA, R.; BAKER, L. D.; BHUKYA, B.; FERGUSON, J. D. *Metagenomic assessment of the functional potential of the rumen microbiome in Holstein dairy cows*. **Anaerobe**, v. 38, p. 50–60, abr. 2016. DOI: [10.1016/j.anaerobe.2015.12.003](https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2015.12.003).

PRIBUL, B. R.; FESTIVO, M. L.; SOUZA, M. M. S.; PINTO, P. S. A.; COSTA, R. G. *Resistência bacteriana e ação das bacteriocinas de bactérias ácido-láticas: uma alternativa promissora à terapia antimicrobiana*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 923-928, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000300029>.

PLAIZIER, J. C., Krause, D. O., Gozho, G. N., & McBride, B. W. (2008). *Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences*. **The Veterinary Journal**, 176(1), 21–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>.

RETTA, K. S. *Role of probiotics in rumen fermentation and animal performance: A review*. **International Journal of Livestock Production**, Vol.7(5), p. 24-32, May 2016. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/IJLP/how-to-cite-article/B2FAF4458661>. Acesso em: 09 abr. 2025.

REUBEN, R. C.; ELGHANDOUR, M. M. M. Y.; ALQAISI, O.; CONE, J. W.; MÁRQUEZ, O.; SALEM, A. Z. M. *Influence of microbial probiotics on ruminant health and nutrition: sources, mode of action and implications*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 102, n. 4, p. 1319–1340, mar. 2022. DOI: [10.1002/jsfa.11643](https://doi.org/10.1002/jsfa.11643).

RODRIGUES, F. Z.; FRAGA, D. R.; FAVARETTO, M.; DIONIZIO, B. G.; BONALDO, J. A. O.; COLET, C. F.; VIÉGAS, J.; PEREIRA, S. N.; ULSENHEIMER, B. C.; LIBARDONI, F. *Influence of the use of blend natural additives from probiotics, prebiotics and dry sugarcane yeast in the diet of cows on the production and quality of beef milk*. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 18, n. 8, p. 1–14, 2024. DOI: [10.24857/rgsa.v18n8-084](https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n8-084).

- SALMINEN, S.; COLLADO, M. C.; ENDO, A.; HILL, C.; LEBEER, S.; QUIGLEY, E. M. M.; SANDERS, M. E.; SHAMIR, R.; SWANN, J. R.; SZAJEWSKA, H.; VINDEROLA, G. *The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics*. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, 2021. doi: 10.1038/s41575-021-00440-6.
- SEARS, A.; HENTZ, F.; SOUZA, J.; WENNER, B.; WARD, R. obert E.; BATISTEL, F. *Supply of palmitic, stearic, and oleic acid changes rumen fiber digestibility and microbial composition*. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 2, p. 902-916, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23568>.
- SILVA, É. B. R. da; SILVA, J. A. R. da; SILVA, W. C. da; SILVA, E. P.; MARTINS, L. C. S.; OLIVEIRA, C. A.; OLIVEIRA, W. F. de; ALMEIDA, P. F.; ALMEIDA, R. S. de; FREITAS, A. M. de; COSTA, E. F. da. *A review of the rumen microbiota and the different molecular techniques used to identify microorganisms found in the rumen fluid of ruminants*. **Animals**, v. 14, n. 10, p. 1448, 2024. DOI: 10.3390/ani14101448.
- SISTEMA FAEG/SENAR/IFAG. *O futuro do leite – Sucesso no campo*. **Sistema Faeg/Senar/IFAG**, Goiânia, 29 jun. 2021. Disponível em: <https://sucessonocampo.com.br/senar-go-o-futuro-do-leite/>. Acesso em: 22 ago. 2025.
- SIONEK, B.; SZYDŁOWSKA, A.; JAWORSKA, D.; KOŁOŻYN-KRAJEWSKA, D. *Benefits of Probiotics—Biodetoxification*. **Applied Sciences**, [S. l.], v. 15, n. 10, art. 5297, maio 2025. DOI: 10.3390/app15105297.
- UYENO, Y.; SHIGEMORI, S.; SHIMOSATO, T. *Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity*. **Microbes and Environments**, v. 30, n. 2, p. 126-132, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME14176>.
- VICENTE, F.; CAMPO-CELADA, M.; MENÉNDEZ-MIRANDA, M.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A. *Effect of postbiotic supplementation on nutrient digestibility and milk yield during the transition period in dairy cows*. **Animals**, Basel, v. 14, n. 16, p. 2359, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14162359>.
- VINDEROLA, G.; SANDERS, M. E.; SALMINEN, S. The concept of postbiotics. **Foods**, v. 11, n. 8, p. 1077, 2022. DOI: 10.3390/foods11081077
- VOVK, S.; POLOVYI, I.; PETRYSHYN, M.; SABLİK, P.; VANTUKH, A.; JANUŠ, E. *Scientific and practical aspects of the use of pro-, pre- and synbiotics in the feeding of ruminants against the background of research conducted in Ukraine*. **Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica**, v. 21, n. 4, p. 5-16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21005/asp.2022.21.4.01>.
- WANG, K.; SONG, D.; ZHANG, X.; DATSOMOR, O.; JIANG, M.; ZHAO, G. *Effects of High-Grain Diet on Performance, Ruminal Fermentation, and Rumen Microbial Flora of Lactating Holstein Dairy Cows*. **Animals**, Basel, v. 14, n. 17, p. 2522, 2024. DOI: 10.3390/ani14172522.

WILLIAMS, A. R.; MYHILL, L. J.; STOLZENBACH, S.; NEJSUM, P.; MEJER, H.; NIELSEN, D. S.; THAMSBORG, S. M. *Emerging interactions between diet, gastrointestinal helminth infection, and the gut microbiota in livestock*. **BMC Veterinary Research**, v. 17, n. 1, art. 62, 2021. DOI: 10.1186/s12917-021-02752-w.

YANG, J.; LI, Y.; SUN, M.; GUO, S.; LIN, P.; WANG, A.; JIN, Y. *Understanding the differences in rumen bacteria and their impact on dairy cows' production performance: a review*. **Animal Nutrition**. 2025. DOI: 10.1016/j.aninu.2025.04.006.

ZHAO, X.; ZHANG, Y.; RAHMAN, A.; CHEN, M.; LI, N.; WU, T.; QI, Y.; ZHENG, N.; ZHAO, S.; WANG, J. *Rumen microbiota succession throughout the perinatal period and its association with postpartum production traits in dairy cows: a review*. **Animal Nutrition**, v. 18, p. 17–26, 2024. DOI: 10.1016/j.aninu.2024.04.013.