



Efeito da inclusão de milho probiotado na dieta de vacas Girolando sobre a produção e composição do leite

Effect of including probiotic corn in the diet of Girolando cows on milk production and composition

Lays Aparecida Simplício Vieira Silva^{*1} , Rafael Monteiro Araújo Teixeira¹ , Maria Isabela Moreira Silva² , Lorrany Fernandes Faria¹ , Yane Vitória da Silva¹ , Gabriel Vasconcelos Coelho Rezende¹ 

1 Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba (IF SUDESTE MG), Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil 

2 Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil 

*autor correspondente: laysvieira018@gmail.com

Recebido: 29 de julho de 2024. Aceito: 11 de dezembro de 2024. Publicado: 03 de junho de 2025. Editor: Rondineli P. Barbero

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da utilização do milho probiotado na dieta de vacas leiteiras. Foram utilizadas doze vacas Girolandas, com peso médio de 549 ± 66 kg, produção média de $22,8 \pm 4,8$ kg de leite/dia, as quais foram distribuídas em três quadrados latinos (3×3). O experimento foi composto de três tratamentos, três períodos experimentais, com duração de quinze dias cada. Os animais receberam dieta controle com silagem de milho, concentrado de 22% de proteína bruta, acesso a piquetes de forrageiras tropicais, e, para os demais tratamentos, foi adicionado à dieta controle 0,5 kg e 1,0 kg de milho probiotado com base em matéria seca. Os dados de produção e composição do leite e comportamento ingestivo foram submetidos à análise de variância, adotando-se nível de significância de 10%, avaliados em delineamento em quadrado latino utilizando regressão para avaliação de médias. A adição de milho probiotado à dieta proporcionou crescimento linear na produção de leite. O peso vivo e escore de condição corporal não apresentaram diferença significativa com a inclusão do milho probiotado. Os teores de sólidos totais, proteína e gordura do leite aumentaram linearmente. O milho probiotado diminuiu o tempo em ócio e aumentou o tempo de ruminação quando adicionado à dieta. Não houve crescimento de leveduras no período de incubação do milho probiotado. Em relação à análise econômica, a adição de 0,5 kg de milho probiotado à dieta mostrou um saldo positivo. Conclui-se que a utilização do milho probiotado demonstrou-se viável técnica e economicamente com 0,5 kg animal/dia.

Palavras-chave: aditivos; bovinos de leite; leveduras; nutrição.

Abstract: The objective was to evaluate the influence of the use of probiotic corn in the diet of dairy cows. Twelve Girolanda cows were used, with an average weight of 549 ± 66 kg, average production of 22.8 ± 4.8 kg of milk/day, which were distributed in three Latin squares (3×3). The experiment consisted of three treatments, three experimental periods, lasting 15 days each. The animals received a control diet with corn silage, 22% crude protein concentrate, access to tropical forage paddocks, and for the other treatments, 0.5 kg and 1.0 kg of probiotic corn were added to the control diet on a dry matter basis. Data on milk production and composition, and ingestive behavior were subjected to analysis of variance adopting a significance level of 10%, evaluated in a Latin square design, using regression to evaluate means. The addition of probiotic corn to the diet provided linear growth in milk production. Live weight and body condition score did not



show significant differences with the inclusion of probiotic corn. Total solids, protein and fat contents of milk increased linearly. Probiotic corn decreased idle time and increased rumination time when added to the diet. There was no yeast growth during the incubation period of probiotic corn. Regarding the economic analysis, the addition of 0.5 kg of probiotic corn to the diet showed a positive balance. It is concluded that the use of probiotic corn proved to be technically and economically viable with 0.5 kg animal/day.

Key-words: additives; dairy cattle; nutrition; yeast.

1. Introdução

A obtenção de alto desempenho em vacas leiteiras requer uma alimentação rica em energia e proteína metabolizável (PM). Para atender a essas demandas, são frequentemente utilizadas dietas compostas por quantidades significativas de grãos e leguminosas⁽¹⁾. Desse modo, o processamento dos alimentos, somado ao uso de aditivos, tem sido avaliado pela ciência e pelo campo em busca de eficiências produtivas e econômicas⁽²⁾.

No Brasil, cerca de 96,5% do milho destinado à alimentação de bovinos é do tipo Flint (duro), que exige processamento para aumentar a disponibilidade do amido no rúmen. Os principais objetivos dos processamentos são aumentar a digestibilidade por meio da ampliação da superfície de contato, do rompimento da matriz proteica e da ação dos ácidos gerados durante a fermentação^(3,1). Entre as técnicas de processamento, destacam-se a ensilagem, a moagem e a reidratação dos grãos.

O uso de aditivos alimentares é outra estratégia para minimizar substâncias indesejáveis, pois, além de potencializar efeitos benéficos para o animal, esses aditivos melhoram a eficiência nutricional e reduzem perdas produtivas^(4,5). Nesse contexto, a suplementação com cepas da levedura *Saccharomyces cerevisiae* tem ganhado destaque devido à sua capacidade de melhorar o ambiente ruminal, bem como a saúde e o desempenho dos animais⁽⁶⁾.

As leveduras atuam na modificação da fermentação ruminal com o intuito de aprimorar a digestão de nutrientes e estabilizar o pH ruminal, reduzindo o risco de distúrbios metabólicos^(7,8). Além disso, elas promovem o crescimento de bactérias ruminais, especialmente as celulolíticas como *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes*, resultando em uma degradação mais eficiente dos compostos da parede celular dos vegetais, com destaque para celulose e hemicelulose^(9,10).

Com o intuito de otimizar o aproveitamento do milho⁽¹¹⁾, um estudo em laboratório investigou o efeito da inoculação do milho com levedura, chamado de milho probiotado pela EMATER MG, e do tempo de fermentação aeróbica sobre a viabilidade de leveduras em relação ao controle (sem inoculação de leveduras). O tempo de fermentação que permitiu maior população de leveduras foi compreendido entre 240 horas e 360 horas, e esse tempo proporcionou um incremento na digestibilidade in situ do amido de até 40%, sendo uma tecnologia promissora na nutrição de ruminantes.

Na produção do milho probiotado, utiliza-se a quebra do grão em partículas menores, a reidratação e a fermentação aeróbica do fubá de milho com leveduras vivas de *Saccharomyces cerevisiae* almejando uma fonte de probióticos e melhoria na digestibilidade do milho. No entanto, ainda não há embasamento científico que comprove a eficácia do produto, sendo necessárias pesquisas que fomentem melhores informações.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar o impacto da inclusão do milho probiotado em dietas de vacas leiteiras, avaliando aspectos como produção e composição do leite, condição corporal, peso vivo, comportamento ingestivo, saldo financeiro e viabilidade das leveduras.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura de leite do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais-IF Sudeste MG durante os meses de outubro a dezembro de 2022. O município está localizado na região da Zona da Mata Mineira, sob as coordenadas geográficas 21°16'29"S de latitude, 43°10'45"W de longitude, com média pluviométrica de 132,31 mm de chuva e temperatura média mínima de 19°C e máxima 26°C. Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo Comitê de ética e Uso de Animais (CEUA) do IF Sudeste MG, Campus-Rio Pomba, com protocolo n.º 10/2022.

Foram utilizadas doze vacas da raça Girolando em lactação, com peso médio de 549 ± 66 kg, produção de leite média de $22,8 \pm 4,8$ kg por dia e DEL médio de 112 dias no início do experimento. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (3x3), balanceados conforme o período de lactação e a produção de leite. Foram avaliados três tratamentos compostos pela dieta controle (sem adição do milho probiotado), adição de 0,5 kg ou 1,0 kg de milho probiotado na dieta com base em matéria seca (MS). Cada período experimental teve duração de quinze dias, sendo os primeiros treze dias para adaptação dos animais aos tratamentos e dois dias para coleta de dados.

Os animais receberam uma dieta contendo silagem de milho produzida no setor de bovinocultura do Departamento de zootecnia, concentrado comercial com 22% de proteína bruta, mantendo a relação de 3 litros de leite/kg de concentrado, conforme as recomendações do fabricante. O concentrado era composto por milho integral moído, farelo de soja, sorgo integral moído, farelo de trigo, ureia pecuária, sais cárnicos de ácidos graxos, calcário calcítico, bicarbonato de sódio, cloreto de sódio, cromo levedura, fosfato bicálcico, enxofre ventilado, iodato de cálcio, sulfato de cobre, óxido de magnésio, selenito de sódio, sulfato de cobalto, sulfato de manganês, sulfato de zinco, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, aditivo aromatizante, aditivo antioxidante, aditivo promotor de crescimento (Monensina sódica).

Os animais também tinham acesso a pastagens tropicais com as espécies forrageiras dos gêneros *Urochloa decumbens* (*brachiaria decumbens*), *Panicum maximum* (cv. mombaça) e *Cynodon* spp. (cv. Tifiton 85), sendo considerado o tratamento controle. Nos demais tratamentos foi fornecida a dieta controle mais 0,5 kg ou 1,0 kg de milho probiotado com base em matéria seca (MS), respectivamente. A dieta foi estimada em uma relação volumoso concentrado de 67:33. Para avaliação da qualidade da pastagem foi utilizado o método de pastejo simulado, conforme a metodologia de Johnson⁽¹²⁾.

A composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas está descrita na Tabela 1. As análises bromatológicas seguiram as especificações de análise de acordo com a AOAC International⁽¹³⁾; as análises de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com os métodos de Van Soest et al.⁽¹⁴⁾. Foram realizadas as análises de matéria seca (INCT-CA G-003/1) e matéria mineral (INCT-CA M-001/2) pelo método de Detmann et al.⁽¹⁵⁾, e proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (AOAC)⁽¹⁶⁾. A análise de extrato etéreo foi realizada com o equipamento EXTRACTUR da ANKON®. Os carboidratos totais foram calculados utilizando a equação proposta por Snifen et al.⁽¹⁷⁾:

$$CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinhas)$$

em que CHO = carboidratos totais; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo.

Tabela 1. Composição bromatológica da dieta controle e do milho probiotado fornecido para os animais.

Variáveis (%)	Concentrado Comercial 22%	Silagem de milho	Forragem (<i>B. decumbens</i> , Mombaça e Tifton 85)	Milho Probiotado
Matéria Seca	87,0	30	22,54	36,00
Proteína Bruta	22,0	4,25	18,18	8,58
Extrato Etéreo	2,0	5,02	7,85	3,27
Fibra em Detergente Neutro	-	48,40	47,09	9,44
Fibra em Detergente Ácido	11,0	28,80	23,48	2,11
Matéria Mineral	9,0	3,25	10,20	0,94
Carboidratos totais	67,0	87,48	63,77	87,21

O milho probiotado foi produzido de acordo com a metodologia de Louzada⁽¹¹⁾, utilizando cepa da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (UFLA CA-11), água sem cloro e açúcar mascavo. O produto passou por um período de incubação de cinco dias para início do fornecimento, sendo utilizadas iscas desse milho probiotado nas demais confecções do produto durante o experimento.

Os animais foram mantidos em piquetes com forrageiras do gênero *Urochloa*, *Panicum* e *Cynodon*, providos de bebedouro em lote coletivo com água permanente durante 24 horas. Além disso, receberam parte da dieta no cocho, metade após a ordenha da manhã, por volta de 8h, e a outra metade após a ordenha da tarde, às 14h. As vacas eram presas individualmente e o milho probiotado fornecido por cima do concentrado e volumoso antes da ordenha da tarde.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, registrando-se a produção de leite semanalmente para monitoramento do efeito do milho probiotado na produção. Foram coletadas amostras de leite no 14º dia de cada período experimental, sendo acondicionadas em frascos plásticos com conservantes (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6 °C. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório da Clínica do Leite, no município de Piracicaba-SP, para análises dos teores de proteína bruta, gordura, lactose, extrato seco total, nitrogênio ureico e contagem de células somáticas. No 14º dia do período experimental também eram feitas a pesagem individual dos animais para avaliar a variação de peso e a avaliação da condição corporal dos animais; a avaliação do escore de condição corporal (ECC) foi realizada segundo a metodologia descrita por Edmonson et al.⁽¹⁸⁾. Este método se baseia em avaliações visuais e táteis das reservas corporais em algumas partes do corpo do animal, como processos transversos, ligamento sacral, articulação coxo-lateral, íleos e ísquios. Dessa forma, as vacas foram classificadas em escala, variando de 1 (magra) a 5 (extremamente gorda), com incrementos de um quarto de ponto (0,25).

No 15º dia do período experimental as vacas foram submetidas à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo. A avaliação foi realizada pela metodologia retratada por Silva et al.⁽¹⁹⁾ no modelo Scan sampling, na qual os animais foram observados individualmente a cada 10 minutos

em um período de 12 horas, de 6:00 a.m. até 6:00 p.m. Os aspectos observados foram tempo em ócio, ruminação, pastejo, consumo no cocho, ingestão de água, sal mineral e movimentação (na sala de ordenha e pastagem).

Para avaliar o saldo financeiro do milho probiotado, considerou-se o preço do kg do fubá de milho, do concentrado comercial farelado 22% de proteína bruta, da mão de obra, do custo da levedura, do custo com volumoso e o preço do leite. Os preços foram obtidos por meio de pesquisas nas agropecuárias e fábricas de rações na região de Rio Pomba – Minas Gerais durante os meses de outubro a dezembro de 2022.

Para o cálculo do custo com mão de obra, utilizou-se como base o salário mínimo de R\$ 1.320,00 e tempo gasto de 20 minutos por dia para manejo do milho probiotado, gastando R\$ 1,50/dia de mão de obra. O custo com volumoso foi estimado de acordo com o aluguel do pasto de R\$ 40,00/cabeça/mês e considerando que metade do volumoso da dieta era proveniente de pasto e a outra metade de silagem de milho com preço médio de R\$ 0,42/kg.

O valor médio do concentrado comercial foi R\$ 96,00 por saco com 40 kg, enquanto o fubá de milho foi de R\$ 60,00 por saco com 50 kg (custo de R\$ 1,36/kg de MS). A levedura *Saccharomyces cerevisiae* custou R\$ 39,90 o pacote contendo 50 gramas (custo de R\$ 0,13/dia/animal). O preço do litro de leite pago aos produtores pelos laticínios na região de Rio Pomba foi de R\$ 2,50. Todos os preços foram estimados em julho de 2023.

Todo 1º e 5º dia de incubação eram retiradas amostras do milho probiotado dos tambores para realizar análises das leveduras. Para as análises, utilizou-se 10 ml do milho probiotado diluídos em 40 ml de água deionizada. As amostras foram analisadas em microscópio óptico, utilizando a Câmara de Neubauer, e a contagem das leveduras foi feita manualmente utilizando a lente de aumento de 40x, conforme ASBC⁽²⁰⁾.

Os dados de produção e composição do leite, peso vivo, escore de condição corporal e comportamento ingestivo foram submetidos à análise de variância utilizando um nível de significância de 10%. As avaliações foram realizadas em delineamento em quadrado latino e as médias foram comparadas por meio de regressão pelo programa estatístico Sisvar⁽²¹⁾.

3. Resultados e discussão

Conforme a exigência de energia metabólica das vacas, estimada em 64,42 Mcal/dia, as dietas dos três tratamentos atenderam às necessidades dos animais (Tabela 2). No entanto, a adição de 0,5 e 1,0 kg de milho probiotado à dieta resultou em um aumento estimado de 13,3% no teor de amido e de 6,87% no de nutrientes digestíveis totais (NDT).

As vacas responderam positivamente ao consumo de milho probiotado nas quantidades de 0,5 kg e 1,0 kg, com exceção de apenas duas vacas que rejeitaram. Apesar das tentativas de estimular o consumo por meio da mistura ao trato não terem alcançado sucesso, é possível considerar que o milho probiotado apresenta alta palatabilidade, visto que as diferentes quantidades utilizadas nos tratamentos não afetaram significativamente seu consumo.

A adição de 0,5 kg e 1,0 kg de milho probiotado à dieta das vacas proporcionou maior produção de leite ($P < 0,10$) (Tabela 3).

Tabela 2. Estimativa da composição e fração energética da dieta fornecida aos animais com as exigências calculadas de acordo com planilha abastecida com dados do NRC⁽²²⁾.

Variáveis (MS)	Controle	Milho probiotado (MS)	
		0,5 kg	1,0 kg
Consumo de concentrado 22% PB (kg)	6,0	6,0	6,0
Consumo de silagem de milho (kg)	6,0	6,0	6,0
Consumo estimado de pastagem (kg)	6,0	6,0	6,0
Amido da dieta (%)	18,92	20,22	21,45
NDT da dieta (%)	67,85	68,33	68,78

Tabela 3. Produção de leite, peso vivo e escore de condição corporal de vacas leiteiras recebendo ou não milho probiotado

Variáveis	Controle	Milho probiotado (MS)		CV	P-valor
		0,5 kg	1,0 kg		
Produção de leite(litros/dia)	21,15	22,36	22,5	6,3	0,0826 ¹
Peso vivo (kg)	569,5	572,92	572,92	1,1	0,3557 ²
Variação de peso vivo (kg)	0,45	1,06	0,75	125,87	0,3360 ³
Escore de condição corporal (1-5)	2,92	2,9	2,92	3,51	0,8493 ⁴
Variação de escore de condição corporal (%)	-0,0096	-0,0041	-0,0098	-121,09	0,3084 ⁵

CV - Coeficiente de Variação; P- Probabilidade; Equações= / ¹Y=20,65 + 0,6792 X ($R^2 = 83,17\%$); ²Y= 571,78; ³Y=0,75; ⁴Y= 2,91; ⁵Y= -0,008.

Foi verificado um acréscimo de 0,679 kg de leite por kg de milho probiotado adicionado à dieta. Este aumento na produção leiteira pode ser atribuído ao incremento de energia fornecida pela inclusão de carboidratos na dieta, assim como à utilização de milho reidratado, que aumenta a disponibilidade de nutrientes e a digestibilidade do amido. Desse modo, para a produção do milho probiotado, há necessidade de deixar o milho em água em condição de fermentação aeróbica⁽²³⁾.

O incremento linear na produção de leite também pode ser atribuído à presença de levedura. De acordo com uma revisão realizada por Sniffen *et al.*⁽²⁴⁾ sobre suplementação de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de silagem de milho e polpa cítrica utilizando *Saccharomyces cerevisiae*, os autores observaram um aumento de 1,45 L na produção de leite.

Jiang *et al.*⁽²⁵⁾ observaram um aumento na concentração de bactérias amilolíticas e celulolíticas no rúmen com o uso de leveduras ativas, como *Saccharomyces cerevisiae*. Este efeito resultou em melhorias na digestibilidade aparente de fibras, como fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), além da matéria seca, contribuindo para a estabilização do pH ruminal e estimulando o desenvolvimento de bactérias gram-negativas. Esses benefícios promoveram uma maior eficiência alimentar e, consequentemente, um aumento na produção de leite.

A inclusão do milho probiotado à dieta das vacas Girolando aumentou linearmente, até os níveis testados ($P < 0,10$), os teores de gordura, proteína e sólidos totais (Tabela 4).

Tabela 4. Composição do leite de vacas leiteiras com inclusão de milho probiotado.

Variáveis	Controle	Milho probiotado (MS)			P- valor
		0,5 kg	1,0 kg	CV	
Gordura (%)	3,3	3,23	3,68	10,14	0,0265 ¹
Proteína (%)	2,99	2,9	3,01	3,2	0,0379 ²
Lactose (%)	4,67	4,69	4,59	2,28	0,1228 ³
Sólidos Totais (%)	11,91	11,72	12,15	3,46	0,0955 ⁴
Extrato Seco Desengordurado (%)	8,6	8,49	8,47	2,04	0,1776 ⁵
Contagem de Células Somáticas (mil céls./mL)	240	280	125,5	123,82	0,3809 ⁶
Nitrogênio Ureico (mg/dL)	11,73	11,94	12,79	18,29	0,4952 ⁷

CV - Coeficiente de Variação; P- Probabilidade; Equações= / ¹ $Y = 3,0275 + 0,1892X$ ($R^2 = 60,91\%$); ² $Y = 2,9550 + 0,0079X$ ($R^2 = 1,64\%$); ³ $Y = 4,65$; ⁴ $Y = 11,69 + 0,11X$ ($R^2 = 31,50\%$); ⁵ $Y = 8,52$; ⁶ $Y = 215,38$; ⁷ $Y = 12,15$.

O tratamento com o nível de 1,0 kg de milho probiotado apresentou um maior teor de gordura no leite. Foi observado que a cada kg de milho probiotado adicionado à dieta dos animais resultou em um aumento no teor de gordura de 0,18%. Esse efeito pode ser atribuído à presença da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no ambiente ruminal. A levedura reduz a concentração de oxigênio no rúmen, promovendo o crescimento de bactérias celulolíticas como *Ruminococcus* e *F. succinogenes*. Essas bactérias são responsáveis pela degradação da fibra, aumentando a produção de acetato, um ácido graxo volátil responsável por aumentar gordura no leite^(25, 26).

Segundo Wallace⁽²⁷⁾ e Vohra et al.⁽²⁸⁾, a inclusão de levedura viva promove o aumento no número total de bactérias no rúmen, principalmente fibrolíticas, sendo o principal mecanismo pelo qual a suplementação melhora a digestão de fibras.

Ainda, Erasmus et al.⁽²⁹⁾, em um estudo sobre o efeito da cultura de leveduras e da monensina na fermentação ruminal e na produção de vacas holandesas multíparas, destacaram que o aumento na digestão de fibras poderia potencializar a produção de gordura no leite. Este efeito foi corroborado em alguns estudos realizados com vacas em lactação^(30, 31).

Em relação ao teor de proteína do leite, observou-se um aumento de 0,0079% para cada kg de milho probiotado adicionado à dieta. Esse aumento pode ser atribuído ao papel do amido do milho probiotado como fonte de energia para a microbiota ruminal, além da presença de levedura viva que mantém condições ideais no rúmen. Isso favorece o crescimento das bactérias ruminais, aumentando o fluxo de proteína microbiana para o intestino e, consequentemente, contribuindo para o incremento na concentração de proteína no leite.

Essa proteína microbiana de alto valor biológico e melhor perfil de aminoácidos para os animais ocasiona aumento da proteína do leite⁽²⁵⁾. O crescimento microbiano pode ser estimulado pela levedura dietética^(32, 33), o que, por sua vez, poderia aumentar o fluxo de proteína para o intestino⁽³⁴⁾. No entanto, é importante notar que esses dados precisam ser melhor elucidados, pois o coeficiente de determinação da equação linear para a proteína no leite foi baixo, indicando um ajuste limitado do modelo.

Observou-se um aumento significativo ($P<0,10$) no teor de sólidos totais do leite. Esse aumento deve-se principalmente às mudanças no teor de gordura, a fração com maior variação. Com o fornecimento de milho probiotado às vacas, houve um aumento tanto no teor de gordura quanto nos sólidos totais do leite.

No estudo conduzido por Arcari *et al.*⁽³⁵⁾, a substituição do milho seco pelo milho reidratado e ensilado demonstrou aumento do consumo e da digestibilidade dos nutrientes, o que pode contribuir para o aumento na produção dos componentes do leite. Sobre o comportamento ingestivo dos animais, houve diferença significativa nas variáveis tempo em ruminação e em ócio ($P < 0,10$) (Tabela 5).

Tabela 5. Avaliação do comportamento ingestivo de vacas leiteiras recebendo milho probiotado em avaliação de 12 horas/dia.

Variáveis	Controle	Milho probiotado (MS)		CV	P- valor
		0,5 kg	1,0 kg		
Ócio (min)	243,75	205	233,75	11,92	0,0203 ¹
Ruminando (min)	181,25	203,75	187,5	7,75	0,0152 ²
Pastejando (min)	93,75	111,25	112,5	24,4	0,2004 ³
Consumo cocho (min)	168,75	168,75	152,5	12,81	0,1361 ⁴
Água (min)	8,75	7,5	8,75	62,45	0,7990 ⁵
Sal mineral (min)	3,75	0	1,25	173,21	0,0350 ⁶
Movimentando (min)	20	23,75	23,75	30,09	0,3429 ⁷

MIN - Minutos; CV - Coeficiente de Variação; P - Probabilidade; Equações = ¹Y= 237,50 - 5,00 X ($R^2=6,18\%$); ²Y= 184,58 + 3,1250 X ($R^2=7,24\%$); ³Y=105,83; ⁴Y=163,33; ⁵Y= 8,33; ⁶Y=1,66; ⁷Y=16,66.

Verificou-se que o tempo de ruminação aumentou ($P<0,10$) linearmente 3,12 minutos por kg de milho probiotado adicionado à dieta das vacas (Tabela 5). Já o tempo em ócio reduziu linearmente ($P<0,10$), em torno de 5 minutos por kg de milho probiotado, adicionado à dieta (Tabela 5).

Apesar dos coeficientes de determinação das equações lineares indicarem um ajuste baixo do modelo linear, sugere-se que as variáveis ócio e ruminação podem ter sido influenciadas pela ingestão de matéria seca dos animais. Isso ocorreu devido à adição de 0,5 kg e 1,0 kg de matéria seca à dieta por meio do milho probiotado. Como resultado, os animais podem ter aumentado sua taxa de ingestão, reduzindo o tempo de ócio e aumentando o tempo gasto em ruminação.

De acordo com Lashkari *et al.*⁽³⁶⁾, o fornecimento de cromo orgânico aos animais por meio de leveduras é um fator que pode influenciar na modulação do consumo de matéria seca e no aumento do tempo de ruminação. Isso pode ser um coadjuvante no aumento do tempo dedicado à ruminação, especialmente com o aumento da concentração de milho probiotado e leveduras na dieta das vacas leiteiras.

Na análise econômica de produção de leite e gastos com alimentação (Tabela 6), verificou-se que o tratamento mais viável economicamente foi com a utilização de 0,5 kg de milho probiotado na dieta dos animais.

Tabela 6. Custos diários da alimentação de vacas suplementadas com milho probiotado.

Variáveis	Controle	Milho probiotado (MS)	
		0,5 kg/dia	1,0 kg/dia
Consumo de concentrado (kg/dia)	6	6	6
Preço concentrado comercial 22% PB (R\$/kg)	2,4	2,4	2,4
Gasto com concentrado (R\$/dia)	14,4	14,4	14,4
Consumo de milho probiotado (kg/dia)	-	0,5	1,0
Preço milho probiotado (fubá + leveduras + mão-de-obra)	-	1,68	3,36
Consumo de silagem de milho (kg/dia)	20	20	20
Preço da silagem de milho (R\$/kg)	0,42	0,42	0,42
Gasto com silagem de milho (R\$/dia)	8,40	8,40	8,40
Gasto com pastagem (R\$/dia)	0,66	0,66	0,66
Gasto total com volumoso (R\$/dia)	9,06	9,06	9,06
Gasto total com dieta (concentrado + milho probiotado + volumoso)	23,46	25,14	26,82
Produção diária de leite (litros/dia)	21,15	22,36	22,5
Preço do leite (R\$/litros)	2,5	2,5	2,5
Receita com leite (R\$/dia)	52,88	55,9	56,25
Saldo financeiro diário (R\$/dia)	29,42	30,76	29,43
Saldo financeiro relativo (%)	100	104,6	100,05

A utilização de 0,5 kg de milho probiotado acrescentou R\$ 1,68 na diária do animal. Com o aumento na produção de 1,21 litros de leite, isso resultou em um aumento de R\$ 3,02 na receita e impactou positivamente em 4,6% no saldo financeiro. Nessa situação, a inclusão de milho probiotado não apenas cobriu o custo de produção, mas também gerou lucro.

O tratamento com 1,0 kg de milho probiotado apresentou um custo total diário superior em comparação ao tratamento controle e ao tratamento com 0,5 kg de milho probiotado. A inclusão de 1,0 kg de milho probiotado aumentou o custo diário em R\$ 3,36 por animal. Para cobrir esse custo adicional, a produção de 1,35 litros de leite a mais em relação ao tratamento controle apenas empatou o investimento nutricional, sendo que não está se levando em conta nos cálculos os itens de qualidade do leite que poderia incrementar a receita. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para a concentração de leveduras passando por um período de 5 dias de incubação (Figura 1).

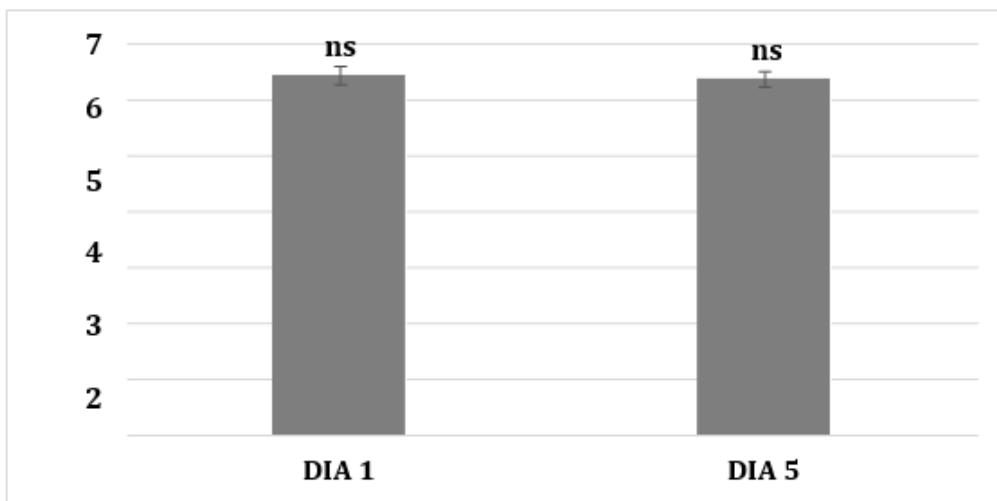


Figura 1. Viabilidade de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* no 1º e 5º dia de incubação do milho probiotado.
NS = não significativo

No 1º dia de incubação, a concentração de leveduras no milho probiotado foi de 6,42 Log Cél. mL-1 e, no 5º dia, a concentração foi de 6,35 Log Cél. mL-1 (Figura 1). O milho probiotado atua tanto como fonte de alimento quanto como veículo para fornecer leveduras vivas aos bovinos. No entanto, não foram observadas diferenças na concentração de leveduras ao comparar o 1º dia com o 5º dia de incubação, o que sugere que não é necessário aguardar os cinco dias completos de incubação para o milho probiotado aos bovinos. De qualquer forma, a tecnologia ainda demanda mais estudos, principalmente com mais tempo de incubação diante da possibilidade de aumentar o número de leveduras vivas.

4. Conclusão

Conclui-se que a utilização do milho probiotado demonstrou ser uma técnica promissora devido ao aumento significativo na produção e composição do leite. Dessa forma, recomenda-se o uso de 0,5 kg/MS do produto por ser mais viável economicamente.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Declaração de disponibilidade de dados

Os dados serão fornecidos mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições do autor

Conceitualização: Teixeira, R. M. A. Análise formal: Teixeira, R. M. A. Investigação: Silva, L. A. S. V. Visualização: Silva, L. A. S. V. Rascunho Original: Silva, L. A. S. V., Silva, M. I. M. Revisão e Edição: Silva, L. A. S. V., Silva, M. I. M.

Referências

1. Comino L, Pasinato S, Revollo-Chion A, Chiavazza E, Ferrero F, Tabacco E, Borreani G. Substitution of human edible feeds with integrated use of reduced fat wheat distillers and high-quality forages in a diet for high production lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* [Internet]. 2024, v. 312, p. 115973. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2024.115973>
2. Caprarulo V, Ventura V, Amatucci A, Ferronato G, Gilioli G. Innovations for Reducing Methane Emissions in Livestock toward a Sustainable System: Analysis of Feed Additive Patents in Ruminants. *Animals*. 2022;12:2760. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani12202760>

3. Nunes FC, Costa TF, Guimarães MAB, Teixeira PC, Santos P, Guimarães KC. Use of processed corn in ruminant diets: review. Research, Society and Development [Internet]. 2020, v. 9, n. 6. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3674>
4. Tedeschi LO, Callaway TR, Muir JP, Anderson RC. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. Rev Bras Zootec. 2011, v.40, p.291-309 (supl. especial). Disponível em: <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/66284.pdf>
5. Fonseca NVB, Cardoso ADS, Bahia ASRS, Messana JD, Vicente EF, Reis RA. Additive tannins in ruminant nutrition: An alternative to achieve sustainability in animal production. Sustainability, 2023, 15(5), 4162; Disponível em: <https://doi.org/10.3390-su15054162>
6. Tavares LA, Araújo MCN, Barbosa AA, Braunes CC, Corrêa MN, Schimitt E, et al. Use of *Saccharomyces cerevisiae*-based products and effects on rumen environment and performance of sheep subjected to dietary changes. Ciência Rural. 2021, v. 51, n. 2. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200407>
7. 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. J Dairy Sci. 2009 Apr;92(4):1620-32. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1414>
8. Perdomo MC, Marsola RS, Favoreto MG, Adesogan A, Staples CR, Santos JEP. Effects of feeding live yeast at 2 dosages on performance and feeding behavior of dairy cows under heat stress. J Dairy Sci [Internet]. 2020 Jan. 103 (1): 325-339. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17303>
9. Diaz TG, Branco AF. Leveduras vivas e mananoligossacarídeos para prevenção de acidose ruminal subaguda. Arch Zootec [Internet]. 2019, 68 (263). Disponível em: <https://doi.org/10.21071/az.v68i263.4208>
10. Kozlozki GV. Bioquímica dos Ruminantes. 3rd ed. Santa Maria: UFSM; 2021. 212 p.
11. Lousada MAD. Milho probiotado com potencial para utilização na alimentação de ruminantes [dissertação]. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais; 2023.
12. Johnson AD. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: Manetje LT, editor. Measurement of grassland vegetation and animal production. [Print] Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux; 1978. p. 96–102.
13. Association of Official Analytical Chemists International (AOAC). Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington; 1995.
14. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci [Internet]. 1991 Oct; 74(10):3583-97. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
15. Detmann E, Silva LC, Rocha GC, Palma MNN, Rodrigues JPP. Métodos para Análise de Alimentos – INCT - Ciência Animal. Viçosa (MG): ed. Independente; 2021.
16. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis. 15th ed. Washington, D.C.; 1990.
17. Sniffen CJ, O'Connor DJ, Van Soest PJ, Fox DG, Russell JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. J Anim Sci [Internet]. 1992 Nov, V70(11), 3562–3577, Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
18. Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. A body condition scoring chart for Holstein Dairy cows. J Dairy Sci. 1989;72:68–78. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
19. Silva RR, Silva FF, Carvalho GGP, Franco IL, Veloso CM, Chaves MA, et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. Arch Zootec. 2005 May, 54(205), 75-85, Universidad de Córdoba. Córdoba, España. ISSN: 0004-0592. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49520508.pdf>
20. American Society of Brewing Chemists. Report of Subcommittee on Improved Microscopic Yeast Cell Counting. J Am Soc Brew Chem. 1988;46:123. Disponível em: <https://www.asbcnet.org/>
21. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciênc Agrotec. 2011;35(6):1039–42. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
22. National Research Council (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, D.C.: National Academic Press; 2001. p. 381.

23. Mombach MA, Pereira DH, Pina DS, Bolson DC, Pedreira BC. Silage of rehydrated corn grain. Arq Bras Med Vet Zootec. 2019 May; 71 (3), p.959-966. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9676>
24. Sniffen CJ, Chaucheyras-Durand F, Ondarza MB, Donaldson G. Predicting the impact of a live yeast strain on rumen kinetics and ration formulation. South West Nutrition and Management Conference, Phoenix, AZ, EUA. 2004 Feb.
25. Jiang Y, Ogunade IM, Arriola KG, Qi M, et al. Effects of the dose and viability of *Saccharomyces cerevisiae* on diversity of ruminal microbes as analyzed by Illumina MiSeq sequencing and quantitative PCR. J Dairy Sci [Internet]. 2017 Jan;100(1):325-342. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11263>
26. Dias ALG, Freitas JA, Micai B, Azevedo RA, et al. Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. J Dairy Sci [Internet]. 2018 Jan; 101(1), 201 - 221 Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13241>
27. Wallace RJ. Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. J Ciênc Anim. 1994 Nov;72(11):2992-3003. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1994.72112992x>.
28. Vohra A, Syal P, Madan A. Probiotic yeasts in livestock sector. Anim Feed Sci Technol. 2016 Sep. p. 31–47. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.019>
29. Erasmus LJ, Robinson PH, Ahmadi A, Hinders R, Garrett JE. Influence of prepartum and postpartum supplementation of a yeast culture and monensin, or both, on ruminal fermentation and performance of multiparous dairy cows. Anim Feed Sci Technol [Internet]. 2005 Sep. 219(3-4), p. 219–239. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.03.004>
30. Leicester HCW, Robinson PH, Erasmus LJ. Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. Anim Feed Sci Technol. 2016 May. 215; 58–72. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.003>
31. Yuan K, Liang T, Muckey MB, Mendonça LGD, Hulbert LE, Elrod CC, Bradford BJ. Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism in transition dairy cows. J Dairy Sci. 2015 Jan; 98(1); p. 532–540. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8468>
32. Harrison GA, Hemken RW, Dawson KA, Harmon RJ, Barker KB. Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. J Dairy Sci. 1988 Nov. 71(11); p. 2967–2975. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79894-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79894-X)
33. Newbold CJ, Wallace RJ, Che XB, McIntosh FM. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. J Anim Sci. 1995 Jun. p. 1811–1818. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1995.7361811x>
34. Erasmus LJ, Botha PM, Kistner A. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow. J Dairy Sci [Internet]. 1992 Nov. 73 (6), 3056–3065. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78069-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78069-2)
35. Arcari MA, Martins CMMR, Tomazi T, Gonçalves JL, Santos MV. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. Anim Feed Sci Technol. 2016 Aug. 221; p. 167–173. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.005>
36. Lashkari S, Habibian M, Jensen SK. A review on the role of chromium supplementation in ruminant nutrition - effects on productive performance, blood metabolites, antioxidant status, and immunocompetence. Biol Trace Elem Res [Internet]. 2018 Mar. 186, 305–321. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1310-5>