

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**Romário Celso Oliveira Moura Júnior**

**EFICIÊNCIA ALIMENTAR EM VACAS EM LACTAÇÃO PRIMÍPARAS E  
MULTÍPARAS**

**Uberlândia -MG**

**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**Romário Celso Oliveira Moura Júnior**

Monografia apresentada a  
coordenação do curso graduação em  
Zootecnia da Universidade Federal  
de Uberlândia, como requisito parcial  
a obtenção do título de Zootecnista.

Orientador(a): Profa. Dra. Simone  
Pedro Silva

**Uberlândia – MG**

**2024**

## RESUMO

A eficiência alimentar é compreendida como a capacidade que o animal tem de converter o alimento ingerido em produto e pode ser afetada por diferentes fatores relacionados ao animal, a dieta e ao ambiente. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a eficiência alimentar de vacas em lactação primíparas e múltiparas em confinamento. O experimento foi conduzido na Fazenda experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no Setor de Bovinos de Leite (SEBOL), pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ). Foram utilizadas 54 vacas em lactação, distribuídas em dois lotes, alojadas em confinamento de chão batido, localizado à 500 m da sala de ordenha. A dieta dos animais foi constituída de silagem de milho, feno de capim-Tifton 85, milho moído, resíduo úmido de cervejaria e concentrado proteico com núcleo mineral e aditivos. A dieta foi fornecida duas vezes ao dia após a ordenha da manhã e da tarde. Foram feitas mensurações do consumo de matéria seca, através da pesagem da dieta total ofertada e das sobras, sendo mensurado o teor de matéria seca no micro-ondas. No mesmo dia da mensuração do consumo, também foi realizado a pesagem do leite individual na sala de ordenha, em dois momentos, na ordenha da manhã (7:00) e tarde (15:30). Para determinação da eficiência alimentar bruta (EAB) e eficiência alimentar corrigida para 3,5% gordura foram utilizadas as equações:  $EAB = PL/CMS$  e  $EA_{3,5\%G} = PLCG_{3,5\%}/CMS$ . A produção de leite corrigida para 3,5% gordura ( $PLCG_{3,5\%}$ ) foi calculada usando a equação:  $PLCG_{3,5\%} = Kg \text{ Leite} * 0,432 + Kg \text{ gordura} * 16,216$ . Para as vacas primíparas foi determinado a eficiência alimentar considerando o gasto de energia para o crescimento ( $E_{Acresc}$ ),  $E_{Acresc} = PLCG_{3,5\%}$  considerando o crescimento/ $CMS$ , sendo a  $PLCG_{3,5\%}$  considerando o crescimento =  $PLCG_{3,5\%} + 1,44$ . Também foi calculada a eficiência alimentar padronizada para 150 dias em lactação ( $EA_{150del}$ ) =  $((\text{desvio} * 0,001 + 1)$ . Para avaliação do teor de gordura do leite foram coletadas amostras do leite dos animais individualmente e enviadas para Clínica do Leite (Piracicaba-SP). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. As variáveis mensuradas também foram correlacionadas utilizando a correlação de Pearson. Vacas múltiparas tiveram maior consumo de matéria seca, maior produção de leite, produção de leite corrigido para 3,5% gordura e eficiência alimentar bruta (EAB) quando comparado com as vacas primíparas ( $P < 0,05$ ). Vacas primíparas, mesmo utilizando a equação que corrige a energia gasta para o crescimento, tiveram menor  $EA_{3,5\% \text{ cresc}}$  em comparação às múltiparas ( $P < 0,05$ ). Houve correlação positiva e significativa ( $P < 0,05$ ) entre  $CMS$  e  $PL$  ( $r = 0,69$ ), entre  $CMS$  e  $PL$  corrigida para 3,5% gordura ( $r = 0,69$ ), entre  $EA$  e  $PL$  ( $r = 0,71$ ) e entre  $PL$  corrigida para 3,5% gordura ( $r = 0,71$ ). Porém, não houve correlação significativa entre o  $CMS$  e a  $EA$  bruta e corrigida para o crescimento e para os 150 DEL ( $P < 0,05$ ), mostrando que o maior efeito sobre a eficiência alimentar é oriunda da produção de leite. Vacas múltiparas em lactação apresentam maior eficiência alimentar em comparação com as vacas primíparas, devido a maior necessidade energética para crescimento.

**Palavras-chave:** alimentação, bovinocultura leiteira, desempenho, produção de leite

## ABSTRACT

Food efficiency is understood as the animal's ability to convert ingested food into products and can be affected by different factors related to the animal, diet, and environment. In this context, the objective was to evaluate the feed efficiency of primiparous and multiparous lactating cows in confinement. The experiment was conducted at the experimental farm of Glória of the Federal University of Uberlândia (UFU) in the Dairy Cattle Sector (SEBOL), belonging to the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science (FMVZ).. Fifty-four lactating cows were used, distributed in two batches, housed in confinement on a dirt floor, located 500 meters from the milking parlor. The diet of the animals consisted of corn silage, Tifton 85 grass hay, ground corn, wet brewery residue, and protein concentrate with mineral core and additives. The diet was provided twice a day after the morning and afternoon milking. Dry matter intake was measured by weighing the total diet offered and leftovers, with dry matter content measured in a microwave. On the same day as the intake measurement, individual milk yield was also weighed in the milking parlor at two times, in the morning (7:00 AM) and afternoon (3:30 PM). To determine the gross feed efficiency (GFE) and the feed efficiency corrected for 3.5% fat (FE<sub>3.5%F</sub>), the following equations were used:  $GFE = MY/DMI$  and  $FE_{3.5\%F} = 3.5\%F MY/DMI$ . The 3.5% fat-corrected milk yield (3.5%F MY) was calculated using the equation:  $3.5\%F MY = Milk\ Kg0.432 + Fat\ Kg16.216$ . For primiparous cows, feed efficiency considering the energy expenditure for growth (FE<sub>growth</sub>) was determined.  $FE_{growth} = 3.5\%F MY$  considering growth/DMI, with  $3.5\%F MY$  considering growth =  $3.5\%F MY + 1.44$ . The feed efficiency standardized for 150 days in milk (FE<sub>150DIM</sub>) was also calculated =  $((deviation*0.001 + 1)$ . For evaluating milk fat content, milk samples from individual animals were collected and sent to the Milk Clinic (Piracicaba-SP). A completely randomized design with repeated measures over time was used. Treatment means were compared using Tukey's test at a 5% probability level for type I error. The measured variables were also correlated using Pearson's correlation. Multiparous cows had higher dry matter intake, higher milk production, 3.5% fat-corrected milk production, and gross feed efficiency (GFE) compared to primiparous cows ( $P<0.05$ ). Primiparous cows, even using the equation that corrects for growth energy expenditure, had lower FE<sub>3.5% growth</sub> compared to multiparous cows ( $P<0.05$ ). There was a positive and significant correlation ( $P<0.05$ ) between DMI and MY ( $r=0.69$ ), between DMI and 3.5% fat-corrected MY ( $r=0.69$ ), between FE and MY ( $r=0.71$ ), and between 3.5% fat-corrected MY ( $r=0.71$ ). However, there was no significant correlation between DMI and gross or growth-corrected FE and 150 DIM ( $P<0.05$ ), showing that the greatest effect on feed efficiency is from milk production. Multiparous lactating cows have greater feed efficiency compared to primiparous cows due to higher energy requirements for growth.

**Keywords:** Dairy cattle, Feed, Milk production, Performance.

**LISTA FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Localização do SEBOL da UFU .....	19
<b>Figura 2.</b> Confinamento de chão batido.....	20
<b>Figura 3.</b> Medidor utilizado para mensuração da produção de leite individual....	22
<b>Figura 4.</b> Copo acoplado coletor de leite.....	24
<b>Figura 5.</b> Recipiente plástico utilizado para coleta e envio de amostra de leite para o laboratório.....	24
<b>Figura 6.</b> Coeficientes de Correlação de Pearson entre os componentes da eficiência alimentar bruta, eficiência alimentar corrigida para crescimento e padronizada para 150 DEL.....	28

## LISTA TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores de eficiência alimentar para categorias distintas no sistema de produção de bovinos leiteiros.....	10
<b>Tabela 2.</b> Composição da dieta ofertada para vacas primíparas (Lote 01) e multíparas (Lote 02).....	21
<b>Tabela 3.</b> Consumo de matéria seca (CMS), produção de leite (PL) e eficiência alimentar bruta (EAB) em vacas primíparas e multíparas.....	25
<b>Tabela 4.</b> Eficiência alimentar corrigida para produção de leite com 3,5% gordura (EA 3,5%G) e crescimento (EA 3,5%G cresc), eficiência alimentar corrigida para 150 dias em lactação (DEL) e eficiência alimentar corrigida para 150 dias de lactação e crescimento (EA 150 DEL cresc) em vacas primíparas e multíparas...	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
3.1. Importância da eficiência alimentar em sistema de produção de vacas de leite. ....	10
3.2. Mensuração do Consumo de Matéria Seca (CMS) em lotes comerciais. ...	11
3.3 Mensuração da produção de leite (PL) corrigida para teor de gordura 3,5%. ....	13
3.4. Impacto econômico do aumento da eficiência alimentar (EA) nos sistemas de produção de leite (PL).....	14
3.5. Fatores que afetam a eficiência alimentar em bovinos leiteiros. ....	15
3.6. Eficiência alimentar em vacas primíparas e múltiparas .....	18
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira tem grande importância econômica para o país, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2021 a produção chegou a 35,30 bilhões de litros, sendo que a região sudeste representa cerca de 34% dessa produção, e Minas Gerais se destaca, com aproximadamente 27% da produção total do país (EMBRAPA, 2023).

Nos sistemas de produção de leite, a alimentação do rebanho pode representar até 70% do custo total da alimentação das vacas em lactação. Sendo necessário conhecer os alimentos e planejar estratégias nutricionais para potencializar a produção do rebanho (Carvalho *et al.*, 2012).

Nesse contexto a eficiência alimentar (EA) é uma medida que envolve a relação entre a produção e o consumo de alimentos, sendo compreendida como a capacidade que o animal tem de converter o alimento ingerido em produto de origem animal, seja ele carne, leite e/ou bezerros. Desse modo, torna-se parâmetro fundamental a ser monitorado dentro do sistema de produção, pois está relacionado diretamente com a lucratividade da atividade (Lobo, 2018).

Através da eficiência alimentar é possível verificar até que ponto a dieta das vacas está atendendo suas exigências nutricionais, para suas demandas produtivas. Também, esse índice aponta fatores da dieta, manejo e ambiente que afetam a digestibilidade dos nutrientes e requerimento de manutenção do animal. De acordo com Hutjens (2006), a recomendação geral é que o índice de eficiência alimentar média do rebanho leiteiro esteja em torno de 1,1 a 2,0 Kg de leite para cada Kg de matéria seca (MS) consumida, sendo que animais com maior produção e menor consumo de matéria seca apresentam maior eficiência alimentar (Pedroso, 2020).

Vacas primíparas e múltiparas apresentam valores de eficiência alimentar diferentes, sendo as primíparas menos eficientes, pois são animais que ainda estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento da glândula mamária e, portanto, teriam menor capacidade produtiva. Por outro lado, vacas mais velhas, de segunda ou mais crias (múltiparas) tem produtividade mais elevada e melhor eficiência alimentar (Santos e Fonseca, 2006).

Além disso, animais de primeira cria, costumam ter consumo menor de alimentos e de maneira diferente que vacas multíparas. Geralmente são mais tímidas e se encontram em posição social inferior no rebanho, sendo então recomendado sempre que possível a separação de lotes entre primíparas e multíparas (NASEM, 2021) para diminuir a competição do rebanho na propriedade leiteira. Fazendo necessário, saber se esses fatores afetam as vacas primíparas e multíparas ao ponto de terem níveis de eficiência alimentar diferentes.

## **2. OBJETIVO**

Avaliar a eficiência alimentar de vacas em lactação primíparas e multíparas em confinamento.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Importância da eficiência alimentar em sistema de produção de vacas de leite.

A eficiência alimentar (EA) envolve a relação entre produção e consumo de alimentos, sendo compreendida como a capacidade do animal de converter o alimento ingerido em produto de origem animal (Machado, 2022). A eficiência alimentar (EA) serve para mensurar se a dieta atende ou não as exigências específicas de cada categoria animal e para comparar suas demandas relativas para manutenção como para produção. No geral, além do alimento consumido, a eficiência engloba fatores ambientais e de manejo que podem afetar o processo de produção (Pedroso, 2005).

Em bovinos de leite, a eficiência da produção de leite leva em conta o efeito do volume da produção na eficiência alimentar. Sabe-se que existem variações na utilização dos nutrientes pelos animais como raça, idade e categoria sexual (Tabela 1), com isso é fundamental a seleção de animais que consomem menos, para pesos semelhantes e maior produção de leite, o que resulta em crias diferentes para essa característica, promovendo variação genética na eficiência de utilização dos nutrientes dos alimentos (Campos et al., 2012).

Tabela 1. Valores de eficiência alimentar para categorias distintas no sistema de produção de bovinos leiteiros.

DEL: dias em lactação

Fonte: Traduzido de Hutjens (2006)

<b>GRUPOS</b>	<b>DEL</b>	<b>EA (Kg leite/kg MS)</b>
Grupo lactação (todas as vacas)	150 a 225	1,4 a 1,6
Vacas de 1º Lactação	< 90	1,5 a 1,6
Vacas de 1º Lactação	>200	1,2 a 1,4
Vacas de 2º lactação + grupo lactação	< 90	1,6 a 1,8
Vacas de 2º lactação + grupo lactação	>200	1,3 a 1,5
Vacas pós-parto	< 21	1,2 a 1,4
Vacas com problemas	150 a 200	<1,3

Existem diferentes medidas para mensuração da eficiência alimentar, utilizando a conversão alimentar (CA), conversão alimentar bruta (CAB) e o consumo alimentar residual (CAR) (Crozara, 2018). O CAR é definido como a diferença entre a ingestão real de matéria seca do animal e a ingestão de matéria seca esperada, o que requer uma estimativa da ingestão de MS esperada.

Animais eficientes tem baixos valores de CAR. Na produção de leite, vacas com baixo CAR tem capacidade de usar menos energia da dieta para manutenção do corpo, aumentando o nível de equivalência na produção de leite. Para isso, é fundamental que esses animais mais eficientes não apresentem características indesejáveis relacionadas à fertilidade, o que pode comprometer a produção (Paula et al., 2013).

Desse modo, ao melhorar a eficiência alimentar dos animais o produtor poderá reduzir os custos de produção, visto que os animais que consomem menos matéria seca para produzir a mesma quantidade de produto são considerados mais eficientes. Isso resulta em redução dos custos de produção e aumento da rentabilidade, possibilitando melhorias na infraestrutura da propriedade, implementação de recursos sustentáveis e maior retorno sobre o capital investido (Nichele et al., 2015).

### **3.2. Mensuração do Consumo de Matéria Seca (CMS) em lotes comerciais.**

A mensuração do consumo de matéria seca (CMS) dos animais é fundamental para obtenção da eficiência alimentar, para isso é importante conhecer as formas de mensuração do consumo. Através do controle do CMS é possível formular dietas adequadas e consistentes para os animais. Sendo assim, a determinação da quantidade exata dos nutrientes e alimentos que o animal está ingerindo no dia é de suma importância para os animais atingirem a produção de leite estimada (Baldassini *et al.*, 2016).

Para monitoramento do consumo de matéria seca em lotes comerciais, alguns métodos podem ser aplicados a fim de obter tal informação. De acordo com Lobo (2018), a mensuração do CMS deve ser rotineira na propriedade e auxilia no entendimento de mudanças no comportamento ingestivo e desempenho do animal. Variações drásticas no CMS podem estar relacionada com variação na concentração dos nutrientes da dieta que está sendo disponibilizada no cocho, densidade, fermentação no rúmen, oxidação e até deterioração do alimento no cocho.

Apesar de ser uma tarefa que demanda mão de obra para sua mensuração, a coleta de dados do CMS aumentou nos últimos anos, devido a utilização de tecnologias e equipamentos usados nesse processo. Desse modo,

é de fundamental importância, o investimento em tecnologias que possibilitam a automatização dessa avaliação, afim de proporcionar melhor precisão da mensuração do alimento ingerido com medidas constantes e acuradas (Matarazzo et al., 2007).

Para mensuração do CMS em animais criados no confinamento em baias coletivas é possível realizar a pesagem da dieta total fornecida no cocho e das sobras, bem como a determinação dos teores de matéria seca (MS) do ofertado e das sobras:

$$\text{CMS lote} = (\text{Kg dieta ofertada na MS} - \text{Kg sobras na MS}) / \text{número de animais no lote}$$

Através desse cálculo é possível conhecer o CMS médio dos lotes e não do animal individualmente, o que nos permite, através da mensuração da produção de leite, calcular a eficiência alimentar dos lotes das vacas em lactação (CROZARA, 2018).

Para medir o CMS individual dos animais criados em confinamento em baias coletivas pode-se utilizar sistemas automatizados como GrowSafe System® (GrowSafe Systems LTD, Airdrie, Alberta, Canadá) ou Intergado®, que apesar do maior custo de aquisição, conseguem aferir o consumo e comportamento alimentar dos animais a cada visita ao cocho, exigindo menor mão-de-obra e permitindo que maior número de animais sejam avaliados por teste (Crozara, 2018).

Determinar o consumo real da dieta é de grande importância para obtenção de valores de Eficiência Alimentar (EA) precisos. Nesse sentido, em sistemas comerciais, as sobras da alimentação devem ser removidas e subtraídas para mensuração do consumo de matéria seca, pois esse alimento (sobras) não foi ingerido pelo animal. Portanto, a avaliação do teor de matéria seca dos volumosos, da dieta e das sobras deve ser realizado com grande frequência na fazenda, para determinação correta do CMS, uma vez que, variações na matéria seca ingerida ocorrem devido à mudanças na umidade dos alimentos, bem como também pela precipitação (Hutjens, 2006).

### 3.3 Mensuração da produção de leite (PL) corrigida para o teor de gordura.

Equações para determinar a produção de leite corrigida para o teor de gordura foram desenvolvidas com objetivo de trazer a produção de leite para uma base padronizada de comparação, expressando o peso e a composição do leite corrigidos para o conteúdo energético do leite com uma composição específica. Esta abordagem integra as contribuições da energia dos diferentes componentes para tornar as unidades de massa mais comparáveis (Hall et al., 2023).

Segue abaixo algumas equações utilizadas para estimar a produção de leite corrigida para energia e para gordura:

- Leite corrigido para Energia (LCE):

$$\begin{aligned} Kg \text{ de LCE} = & (kg \text{ de leite} \times 0,323) + (kg \text{ de gordura} \times 12,82) \\ & + kg \text{ de proteína verdadeira} \times 7,13) \end{aligned}$$

Leite Corrigido para Energia (LCE) é utilizada para ajustar a produção de leite de uma vaca, considerando as variações na composição do leite, como gordura, proteína e lactose. Isso permite uma comparação justa entre a produtividade de diferentes animais ou sistemas de produção, independentemente da variabilidade na composição do leite.

- Leite corrigido para 3,5% de gordura (LCG 3,5%):

$$Kg \text{ de LCG 3,5\%} = (kg \text{ de leite} \times 0,432) + (kg \text{ de gordura} \times 16,216)$$

A equação LCG 3,5% é utilizada para ajustar a produção de leite de uma vaca para um valor padrão de 3,5% de gordura. Isso permite a comparação direta da produção de leite entre diferentes vacas ou grupos de vacas, independentemente das variações na composição do leite.

- Leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%):

$$Kg \text{ de LCG 4\%} = (kg \text{ de leite} \times 0,4) + (kg \text{ de gordura} \times 15)$$

A equação de Leite Corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) é utilizada para ajustar a produção de leite para um valor padrão de 4% de gordura.

Comumente utilizada para a raça Jersey que tem um leite com maior teor de gordura

A produção e composição do leite são diretamente influenciadas pela alimentação, podendo ser alterada de acordo com padrões de comportamento alimentar dos animais. Nesses casos, o consumo de MS por animal deve atender suas exigências de manutenção, produção de leite e composição do leite. Outro fator de extrema importância é o teor de sólidos totais, ou seja, a quantidade de gordura, proteína e lactose. Atualmente, muitas indústrias pagam ao produtor pela maior concentração em sólidos do leite, sendo necessário realizar o correto balanceamento da dieta dos animais, afim de atender suas exigências e suprir as demandas do mercado (Martins et al., 2015).

De acordo com Alberton *et al.* (2013) cerca de 98% da gordura do leite é composta por triglicerídeos, que são formados por ácidos graxos ligados ao glicerol. Os ácidos graxos que compõem a gordura do leite são provenientes do sangue (50%), oriundo da alimentação rica em gordura, como os óleos e sementes oleaginosas e, também, da mobilização de gordura corporal. Sendo o restante dos ácidos graxos (50%) produzidos na glândula mamária, a qual utiliza como precursores os ácidos graxos de cadeia curta produzidos no rúmen pelo processo de fermentação (ácido acético e butírico).

### **3.4. Impacto econômico do aumento da eficiência alimentar (EA) nos sistemas de produção de leite (PL).**

O aumento da eficiência dos sistemas de produção leiteira permite maior incremento na produtividade e redução nos custos com alimentação e menor impacto ambiental. No entanto, a viabilidade dos sistemas de produção depende principalmente do manejo nutricional, já que a alimentação do rebanho é um dos itens mais representativos nos custos de produção (Vilela *et al.*, 2017).

Sistemas de produção tradicionais tem se mostrado economicamente pouco eficientes quando comparado a sistemas mais tecnificados, fazendo com que cada vez mais os produtores busquem alternativas para aumentar a lucratividade da propriedade (Junior et al., 2019). Apesar dos custos mais elevados da dieta em rebanhos de alta produtividade, a produção também eleva, compensando o investimento, desse modo, ao analisar os custos finais, vacas

mais produtivas se mostram mais rentáveis, visto que o custo por litro de leite produzido é menor.

Ao melhorar a EA é possível manter a lucratividade, sem sacrificar a produção de leite ou saúde do rebanho. Em estudo conduzido com dois rebanhos distintos (A e B), foi observado que o rebanho A produziu aproximadamente 36 kg de leite/dia ao consumir 25,65 Kg de MS/dia. O rebanho B produziu a mesma quantidade de leite com consumo 22,5 Kg de MS/dia. Ao assumir os custos de alimentação de R\$ 0,42 por quilo de MS, o rebanho B teve menor custo por vaca dia sendo R\$ 9,45 e maior eficiência alimentar em comparação ao rebanho A que teve um custo de R\$ 11,20 (Hutjens, 2006).

Desse modo, Peres et al. (2009) relataram que a análise técnica e econômica dos sistemas de produção que utilizam indicadores econômicos de rentabilidade pode proporcionar aos pecuaristas informações que indiquem o aumento da produção dos animais e da produtividade por área, com redução dos custos de produção e aumento da rentabilidade.

### **3.5. Fatores que afetam a eficiência alimentar em bovinos leiteiros.**

O desempenho animal é afetado por diferentes fatores, desde a genética, meio ambiente e a interação entre eles, nesses casos, a dieta é o principal fator que determina o desempenho dos animais, além de corresponder a maior parte dos custos de produção. Os bovinos respondem diferentemente a vários tipos de alimentos e dietas, alterando os níveis de produção, fertilidade e comportamento alimentar. Desse modo, a ingestão dos alimentos e a forma como ele é processado pelo organismo são vitais aos seres vivos. Diante disso, conhecer os alimentos e as particularidades de cada espécie é crucial e deve ser usado para incrementar a produtividade (Ferreira et al., 2013).

#### **Digestibilidade**

Alimentos pouco digestíveis afetam a produção de leite, de modo que são menos digeridos e absorvidos pelo organismo do animal. Nesse sentido, o processamento de grãos é fundamental para obtenção de boa eficiência alimentar. A redução das partículas dos grãos de milho e sorgo são fundamentais para torná-los mais digestíveis, no entanto a moagem excessiva pode causar

rápida fermentação dos grãos no rúmen, aumentando a taxa de passagem dos nutrientes e a eficiência alimentar (Arrigoni *et al.*, 2013).

### **Aditivos**

De acordo com o MAPA a INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 13, de 30 de novembro de 2004, aditivos são substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal. Na produção leiteira, são utilizados como moduladores da fermentação ruminal, afim de melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos ruminais (MAPA, 2004). Na produção leiteira, a adição de aditivos moduladores de fermentação ruminal é uma estratégia amplamente empregada para melhorar a eficiência alimentar (Vendramini, 2015)

Vacas de alta produção, demandam dietas com alta inclusão de grãos que se torna um desafio para microflora ruminal. Nesse sentido, o modo de ação dos aditivos de inclusão direta proveniente de fungos e bactérias promovem mudanças no padrão de fermentação ruminal, maior estabilidade do pH ruminal, maior extensão de digestão das fibras, aumento no consumo de matéria seca (CMS) e consequente aumento na produção de leite (Bello *et al.*, 2019).

Como a adição de monensina que é um aditivo ionóforo que melhora a eficiência alimentar dos ruminantes ao alterar a flora microbiana do rúmen, reduzindo a produção de ácidos graxos voláteis e aumentando a absorção de nutrientes. Leveduras são utilizadas como probióticos para melhorar a saúde intestinal dos animais. Elas ajudam a manter um ambiente ruminal saudável, aumentando a digestibilidade dos alimentos (Silva *et al.*, 2018).

### **Genética e idade dos animais**

A genética também exerce grande influência na capacidade que o animal tem de aproveitar os alimentos. Animais grandes apresentam maior exigência de manutenção, sendo em bovinos leiteiros um fator que impacta diretamente a produção (Campos *et al.*, 2012). A idade dos animais também influencia a EA, geralmente animais mais jovens, tem menor EA, pois desviam mais nutrientes para finalizar o crescimento. Normalmente, menores valores de EA são

observados em vacas primíparas, com redução entre 0,1 e 0,2 unidades quando comparadas com vacas adultas (Hutjens, 2006).

### **Dias em lactação (DEL)**

Os dias em lactação (DEL) das vacas influenciam a EA, vacas com dias menores de lactação apresentam maior EA, tendendo a perder escore de condição corporal (ECC). Nesses casos, ao mobilizar gordura corporal conseguem desviar mais nutrientes para produção de leite. Outro fator importante, é a gestação dos animais, nesse período, as vacas desviam mais nutrientes para o feto e menos para produção de leite, principalmente no terço final da gestação.

Vacas com cerca de 21 dias pós parto até atingir o pico de consumo de matéria seca, podem apresentar EA abaixo de 1,2, o que é desejável. Não sendo interessante, nesses animais ter eficiência alimentar igual a 1,4, pois mostra que os animais estão mobilizando muita gordura corporal para produção de leite, o que pode ocasionar problemas metabólicos (Hutjens, 2006).

### **Estresse térmico**

O estresse térmico é um dos fatores que mais influência no consumo e conseqüentemente na EA, para isso torna-se fundamental manter o ambiente com clima e condições favoráveis para produção, afim de garantir maior produtividade e qualidade do leite (Viana,2021).

Estudo realizado por Calegari, Calamari e Frazzi (2003) verificou que o resfriamento evaporativo na linha de alimentação de vacas em lactação, propiciou melhorias na dissipação de calor dos animais, minimizando efeitos do estresse térmico. Nesse mesmo estudo foi observado que animais submetidos ao resfriamento evaporativo produziram 3 Kg de leite por dia a mais do que os animais do grupo de controle. Em situações de estresse térmico ocorrem diversas mudanças no comportamento das vacas em lactação, como redução no consumo de alimentos para diminuir a produção de calor devido ao incremento calórico e também aumento do gasto de energia para dissipar o calor, todos esses fatores levam à redução na produção de leite (Das et al., 2016).

### **3.6. Eficiência alimentar em vacas primíparas e múltíparas**

Estudos realizados por Ben Meir et al. (2018) verificaram que vacas leiteiras apresentam menor EA na primeira e segunda lactação em função da demanda energética de crescimento, assim como no terço final da lactação, pois geralmente coincide com o final da gestação, aumentando a demanda de energia para o feto. Contudo, espera-se que sejam mais eficientes no início da lactação, devido ao menor consumo de matéria seca (CMS) e aproximação do pico de produção.

Vacas primíparas necessitam destinar parte dos nutrientes ingeridos para seu crescimento e ganho de peso, ao passo que múltíparas podem utilizar essa partição de energia para a produção. Segundo Berchielli et al. (2006), vacas da raça Holandês a partir da terceira lactação, atingem seu máximo potencial genético de produção, exatamente por já terem concluído seu crescimento e desenvolvimento mamário, o que demonstra que animais de mais lactações estão propensos a apresentar maior EA.

Outro ponto que influencia na avaliação da EA dentro de um rebanho é a fase da lactação em que a vaca se encontra. Animais no início da lactação são mais eficientes, devido a um menor CMS, principalmente, no período de transição (Marinho et al., 2020). O período de transição compreende as três semanas anteriores ao parto até as três semanas posteriores, quando uma série de mudanças fisiológicas, metabólicas e comportamentais ocorrem e o animal apresenta um menor consumo (Berchielli et al., 2006).

#### 4. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido nos meses de junho a agosto de 2023, na Fazenda Experimental do Glória, localizada em Uberlândia, Minas Gerais às margens da BR-050, Km 78 (coordenadas 18°57'30" S e 48°12'0" W), no Setor de Bovinos de Leite (SEBOL), pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) (Figura 1).

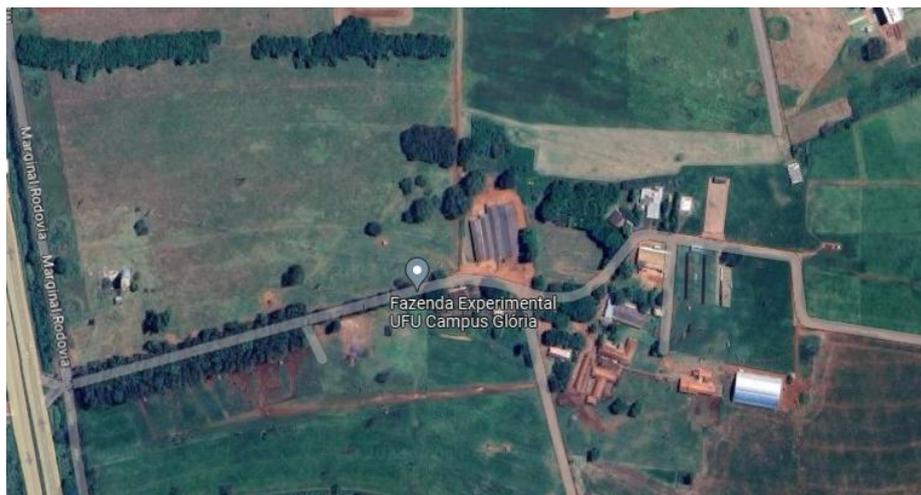


Figura 1. Localização do SEBOL da UFU

Fonte: Google Maps (2023)

A instalação dos animais constitui-se de confinamento de chão batido, localizado à 500 m da sala de ordenha. O confinamento é sombreado por uma linha de eucalipto sobre a área de cocho e os bebedouros são de cimento (Figura 02).



Figura 2 Confinamento de chão batido

Fonte: Arquivo pessoal (2023)

A raça predominante no rebanho é Girolando, sendo sua constituição com diferentes graus de sangue: 34% 7/8 Holandês:Zebu; 30% 3/4 Holandês:Zebu; 22% 1/2 Holandês:Zebu; 5% 15/16 Holandês:Zebu; 4% 1/2 Pardo suíço; 3% 5/8 Holandês:Zebu; 1% Guzolando e 1% Cruzados.

As vacas em lactação foram separadas em dois lotes de acordo com a produção de leite, sendo lote 1 (vacas primíparas) e o lote 2 (vacas múltiparas).

O primeiro lote era constituído somente por primíparas (22 animais), com produção média de 29 litros por dia. O segundo lote era formado por vacas múltiparas (32 animais) com produção média de 32 litros por dia.

A dieta dos animais utilizada era composta por silagem de milho, feno de capim Tifton 85, milho moído, resíduo úmido de cervejaria e concentrado proteico com núcleo mineral e aditivos. A relação volumoso: concentrado utilizada era de 49:51 para o lote 1; e 50:50 para o lote 2, respectivamente (Tabela 02).

Para mistura da dieta total todos os ingredientes eram colocados dentro do vagão misturador do tipo vertical marca Casale® (modelo Vertimix Picola35), sendo realizada a mistura de todos os ingredientes durante cinco a seis minutos. O feno de capim tifton 85 era picado antes de adicionar ao vagão. A dieta era fornecida duas vezes ao dia, de manhã (8 horas) e tarde (15 horas), sempre após as vacas saírem da ordenha.

Tabela 2 Composição da dieta total ofertada aos animais dos lotes 1 (primíparas) e lote 2 (multíparas).

Alimento	%MS	Kg MS/dia	
		Lote 1	Lote 2
Silagem de milho	32,0%	9,67	10,67
Feno	89,0%	0,87	0,97
Milho moído fino	85,0%	1,53	1,57
Sorgo moído fino	88,9%	1,53	1,57
Concentrado proteico	87,7%	3,91	4,05
Ureia pecuária	99,0%	0,00	0,00
Resido úmido de cervejaria	23%	3,91	4,05
CMS total	-----	21,42	22,88

CMS: Consumo de matéria seca

Para mensuração do consumo de matéria seca dos animais foi anotada a quantidade dos ingredientes ofertados na dieta total, utilizando a balança do misturador, no período da manhã e tarde. Após ofertada, a dieta total na linha de cocho, foram coletadas seis amostras para mensuração do teor de matéria seca. As sobras obtidas no período da tarde e da manhã do dia seguinte, foram pesadas e coletadas para pesagem e mensuração do teor de matéria seca.

O teor de matéria seca da dieta total fornecida e das sobras foi obtido utilizando micro-ondas. Cerca de 100g da dieta total foi levada ao micro-ondas na potência máxima e adotado o ciclo de secagem de 3 minutos, 2 minutos, 1 minuto e 30 segundos repetido até alcançar peso constante da amostra (Silva et al., 2023). Para obtenção do consumo de matéria seca (CMS) foi utilizado a equação:

$$CMS = \frac{\text{Total MS dieta fornecida} \left( \frac{kg}{dia} \right) - (\text{total MS das sobras} (kg/dia))}{n^\circ \text{ de animais na baia}}$$

No mesmo dia da mensuração do consumo, também foi realizado a pesagem do leite individual na sala de ordenha, no período da manhã (7:00) e tarde (15:30). A mensuração da produção de leite individual foi realizada utilizando medidores modelo F17 marca D´Laval (Figura 3).



Figura 3 Medidor utilizado para mensuração da produção de leite individual.

Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Para determinação da eficiência alimentar bruta (EAB) e eficiência alimentar corrigida para 3,5% gordura foram utilizadas as equações descritas abaixo:

$$EAB = PL \text{ (Kg/dia)} / CMS \text{ (kg/animal)}$$

$$EA_{3,5\%G} = PL_{CG \text{ 3,5\%}} \text{ (Kg/dia)} / CMS \text{ (kg/animal)}$$

Para determinação da produção de leite corrigida para 3,5% gordura foi utilizada a equação descrita abaixo:

$$Kg \text{ de LCG 3,5\%} = (\text{kg de leite} \times 0,432) + (\text{kg de gordura} \times 16,216)$$

Para as vacas primíparas foi determinado a eficiência alimentar considerando o gasto de energia para o crescimento (EAcresc). Considerando o ganho médio diário de 0,2 Kg/dia, e necessário para esse ganho 1,09 Mcal/dia de Energia líquida de lactação (ELL), ao admitir que o gasto de ELL para ganho de 1 Kg Peso Corporal é de 5,4 Mcal (Nasem, 2021). Posteriormente, assumindo

que 1 Kg de leite com 3,5% gordura contêm cerca de 0,75 Mcal de Energia, obteve-se o valor de 1,44 Kg de leite/dia que as primíparas deveriam estar produzindo, senão estivessem em crescimento. Esse valor foi somado à produção de leite das primíparas para determinação da eficiência alimentar corrigida para crescimento (EA 3,5%G cresc).

$$EA_{cresc} = PLCG_{3,5} \text{ considerando crescimento} / CMS$$

$$PLCG_{3,5\%} \text{ considerando crescimento} = PL_{3,5\%G} + 1,44$$

Em que:  $PL_{3,5\%G}$ : produção de leite corrigido para gordura

De acordo com Erdman (2011) a eficiência alimentar deve ser padronizada para 150 dias em lactação (DEL), isso porque as reservas corporais durante a lactação se modificam. Para isso, deve ser calculado o desvio do DEL do rebanho em estudo com o DEL de 150. Em seguida, deve-se multiplicar esse desvio por 0,0001 e adicionar 1. Esse valor gerado, denominado de ajuste, deverá ser multiplicado pela EAB para se obter a eficiência alimentar padronizada para os 150 DEL (EA150del):

$$EA_{150del} = ((DESVIO * 0,001) + 1) * EAB$$

$$\text{sendo, } DESVIO = 150 - DEL \text{ lote} \quad \text{e } Ajuste = (Desvio * 0,001) + 1$$

Considerando que os valores de DEL médio dos lotes 1 e 2, foram 216 e 161 dias, respectivamente, foram gerados valores de ajuste de 0,93 para o lote 1 e 0,99 para o lote 2, que foram multiplicados pela EAB.

Para avaliação do teor de gordura do leite foram coletadas amostras do leite dos animais individualmente e enviadas para a Clínica do Leite em Piracicaba-SP. A coleta individual foi feita duas vezes ao dia, durante a ordenha da manhã e tarde, sendo utilizado um tubo coletor acoplado a ordenha. Em seguida as amostras de leite foram homogeneizadas e colocadas em recipientes plásticos devidamente identificados, sendo adicionado cerca de 60% de leite no recipiente no período da manhã e o restante no período da tarde, seguindo a porcentagem produzida pelos animais, sendo, 62% da produção total no período da manhã e 38% da produção sendo no período da tarde, e enviados para o laboratório. (Figura 4 e 5).



Figura 4 Copo acoplado ao coletor de leite.

Fonte: Arquivo pessoal (2024)



Figura 5 Recipiente plástico utilizado para coleta e envio de amostra de leite para o laboratório.

Fonte: Arquivo pessoal (2024)

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. As médias dos tratamentos foram analisadas quanto aos pressupostos de normalidade e homogeneidades das variâncias, como todas atenderem aos pressupostos procedeu-se a análise de variância, seguida do teste de médias (Teste de Tukey) ao nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. As variáveis mensuradas também foram correlacionadas utilizando a correlação de Pearson.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vacas multíparas tiveram maior consumo de matéria seca, maior produção de leite, produção de leite corrigido para 3,5% gordura e eficiência alimentar bruta (EAB) quando comparado com as vacas primíparas ( $P < 0,05$ ; Tabela 3). Vacas multíparas são animais maiores, com maior exigência para produção de leite. Vacas multíparas apresentam maior consumo em comparação com novilhas devido ao seu sistema digestivo mais desenvolvido e à maior demanda energética necessária para sustentar uma produção leiteira elevada. Conforme discutido por van Allen et al. (2000), vacas adultas possuem adaptações fisiológicas que permitem uma maior ingestão de matéria seca, essencial para atender às exigências energéticas superiores de manutenção e lactação. De acordo com o modelo nutricional do NRC (2001), vacas primíparas consomem menos ração em um padrão diferente do que vacas multíparas. Nesse sentido, se recomenda agrupar as primíparas separadamente das multíparas (Grant E AlbrightL, 1995), devido a diferença no consumo e na EAv .

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS), produção de leite (PL) e eficiência alimentar bruta (EAB) em vacas primíparas e multíparas.

	CMS (Kg.dia <sup>-1</sup> )	PL	PL 3,5G%	EAB
Primíparas	19,26 b	27,81 b	28,07 b	1,45 b
Multíparas	20,98 a	34,13 a	34,44 a	1,63 a

CMS: consumo de matéria seca; PL: produção de leite; PL 3,5%G: produção de leite corrigido para 3,5% de gordura; EAB: eficiência alimentar bruta.

Para corrigir a eficiência alimentar nas vacas primíparas considerando o gasto energético para crescimento, recomenda-se determinar o gasto de energia utilizado para crescimento e contabilizar isso na determinação da produção de leite e da EA. Nesse sentido, foi considerado o ganho médio diário de 0,2 Kg/dia, sendo necessário para esse ganho 1,09 Mcal/dia de Energia líquida de lactação (ELL), ao admitir que o gasto de ELL para ganho de 1 Kg Peso Corporal é de 5,4 Mcal (Nasem, 2021). Posteriormente, considerando que cada 1 Kg de leite com 3,5% gordura contém cerca de 0,75 Mcal de Energia, obteve-se o valor de 1,44 Kg de leite/dia que as primíparas deveriam estar produzindo, senão estivessem em crescimento. Esse valor foi somado à produção de leite das primíparas para

determinação da eficiência alimentar corrigida para crescimento (EA 3,5%G cresc). Porém, mesmo realizando essa correção, a EA3,5% cresc foi menor para primíparas em comparação às multíparas ( $P < 0,05$ ; Tabela 4).

Os dias em lactação interfere na EA (Nasem, 2021). Vacas recém-paridas, com menos de 21 dias em leite (DEL) estão em estado de balanço energético negativo, isso irá refletir na EA, e pode ter valores de EA abaixo de 1,2, quando atingirem CMS mais alto, o que é desejável, em relação à produção de leite. Porém, valores de EA maiores que 1,4, indica que as vacas podem estar mobilizando gordura corporal excessivamente, o que é indesejável. Porém, após as vacas atingirem o pico de CMS e de PL, passam a ganhar peso corporal e a ter valores de EA mais baixos, pois os nutrientes são armazenados como gordura para recuperação da condição corporal.

Para corrigir essa variação na EA ao longo da lactação, Erdman (2011) propôs calcular a eficiência alimentar padronizada para 150 dias em lactação (DEL), isso porque as reservas corporais durante a lactação se modificam. Para isso, deve ser calculado o desvio do DEL do rebanho em estudo com o DEL de 150. Em seguida, deve-se multiplicar esse desvio por 0,0001 e adicionar 1. Esse valor gerado, denominado de ajuste, deverá ser multiplicado pela EAB para se obter a eficiência alimentar padronizada para os 150 DEL (EA150del). No presente estudo, a EA150del foi maior para as vacas multíparas quando comparado com as vacas primíparas ( $P < 0,05$ ; Tabela 4).

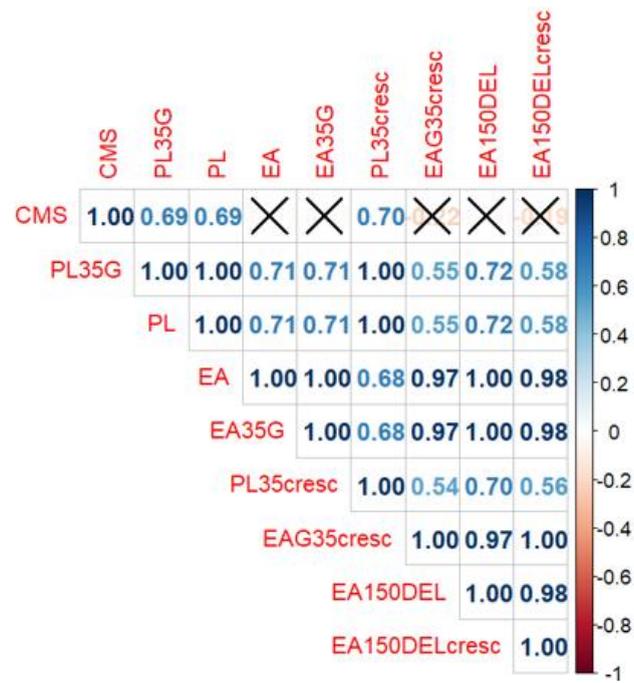
Tabela 4. Eficiência alimentar corrigida para produção de leite com 3,5% gordura (EA 3,5%G) e crescimento (EA 3,5%G cresc), eficiência alimentar corrigida para 150 dias em lactação (DEL) e eficiência alimentar corrigida para 150 dias de lactação e crescimento (EA 150 DEL cresc) em vacas primíparas e multíparas

	EA 3,5%G	EA 3,5%G cresc	EA 150 DEL	EA 150 DEL cresc
Primíparas	1,46 b	1,53 b	1,45 b	1,43 b
Multíparas	1,65 a	1,65 a	1,65 a	1,63 a

EA 3,5%G: eficiência alimentar corrigido para 3,5% de gordura; EA 3,5%Gcres: eficiência alimentar corrigido para 3,5% gordura e crescimento; EA 150 DEL: eficiência alimentar corrigido para 150 dias em lactação; EA 150 DELcresc: eficiência alimentar corrigido para 150 dias em lactação e crescimento.

Houve correlação positiva e significativa ( $P < 0,05$ ) entre o CMS e PL ( $r = 0,69$ ), essa correlação indica que um aumento no consumo de matéria seca está associado a um aumento na produção de leite. Vacas que consomem mais ração têm acesso a maiores quantidades de nutrientes, essenciais para a produção de leite. Segundo National Research Council (NRC, 2001). Entre CMS e PL corrigida para 3,5% gordura ( $r = 0,69$ ), entre EA e PL ( $r = 0,71$ ) essa correlação indica que o aumento no consumo de matéria seca está associado a um incremento na produção de leite, mesmo após a correção para 3,5% de gordura. A padronização para 3,5% é relevante, pois a gordura é um dos principais indicadores da qualidade do leite e sua produção requer um maior gasto energético. Quando as vacas consomem mais, elas têm acesso a maiores quantidades de nutrientes, essenciais para a produção de leite. De acordo com o National Research Council (NRC, 2001). Entre EA e PL corrigida para 3,5% gordura ( $r = 0,71$ ) esta correlação indica que a eficiência alimentar também está associada à produção de leite corrigida para 3,5% de gordura. Vacas que convertem sua ração em leite de maneira mais eficiente tendem a produzir um leite de qualidade superior. Isso ocorre porque a conversão eficaz de ração em leite não apenas aumenta a quantidade, mas também melhora a composição do leite, refletindo um maior percentual de gordura. Porém, não houve correlação significativa entre CMS e a EA bruta e corrigida para o crescimento e para os 150 DEL ( $P < 0,05$ ; Figura 6), mostrando que o maior efeito sobre a eficiência alimentar é oriunda da produção de leite. De fato, as vacas tiveram CMS de parecidos, sendo 19,26 Kg para as primíparas e 20,98 Kg para as multíparas, com apenas 8% a mais de CMS para as multíparas. Por outro lado, a diferença na produções de leite foi 18,5% maior para as multíparas em comparação às primíparas.

Figura 6 Coeficientes de Correlação de Pearson entre os componentes da eficiência alimentar bruta, eficiência alimentar corrigida para crescimento e padronizada para 150 DEL.



X: correlação não significativa;

Coeficientes de correlação em azul: correlação significativa e positiva;

Coeficiente de correlação em vermelho: correlação significativa e negativa.

## **6. CONCLUSÕES**

Vacas múltiparas em lactação apresentam maior eficiência alimentar em comparação as vacas primíparas.

## 7. REFERÊNCIAS

ALBERTON, L.R; FANIN, M. ORO, M; SAVANHGO, R; MARTINS; W.C Efeitos da suplementação de vacas com propionato de cálcio na dieta sobre a glicemia, produção e composição do leite. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1202-1212, 2013.

ALVES, M.A; BARBOSA FILHO, J.A.D. **Influência do ambiente no conforto de vacas leiteiras**. 2012. MILKPOINT. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/influencia-do-ambiente-no-conforto-de-vacas-leiteiras-78189n.aspx>. Acesso em: 19 set. 2023.

ALLEN, MICHAEL. (2000). Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *Journal of dairy science*. 83. 1598-624. 10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2.

ARRIGONI, M. D. B.; MARTINS, C. L.; SARTI, L. M. N.; BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M. C. S.; JÚNIOR, L. C. V.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO, F. A.; FACTORI, M. A. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 539–551, 2023. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1457>. Acesso em: 21 set. 2023.

BALDASSINI, W.A; SANTOS, A.C; FELTRIN, G.B; COUTINHO, M.A.S; GUIMARÃES, A.L; MERCADANTE, M.E; CHAVEZ, A.S, LANNA, D.P.D. Equipamentos, Instalações e Protocolos de Mensuração de Consumo de Materia Seca em Bovinos. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 5-14, 23 mar. 2016. Revista Scientia Agraria Paranaensis (SAP). <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n1p5-14>.

BARBOSA, B. I. M.; FONSECA, M. A. M.; PEREIRA, M. R.; MENDONÇA, J. F.; MENDONÇA, L. C.; SOUZA, G. N.; GUIMARÃES, A. S.; BRITO, E. C. Qualidade do leite de vacas confinadas em sistema compost barn em Cruzília, Minas Gerais, Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 14, n. 3, p. 72-73, 21 dez. 2016.

BELLO, A.H.C.P.; LAGE, C.F.A.L.; MALACCO, V.M.R.M.; ZACARONI, O.F.; PEREIRA, M.N.; REIS, R.B. Uso de aditivos microbianos de inclusão direta para vacas leiteiras no terço médio da lactação. **Archivos de Zootecnia**, [S.L.], v. 68, n. 262, p. 244-251, 15 abr. 2019. Cordoba University Press (UCOPress). <http://dx.doi.org/10.21071/az.v68i262.4143>.

BEN MEIR, Y.A.; NIKBACHAT, M.; FORTNIK, Y.; JACOBY, S.; LEVIT, H.; ADIN, G.; COHEN ZINDER, M.; SHABTAY, A.; GERSHON, E.; ZACHUT, M.; MABJEESH, S.J.; HALACHMI, I.; MIRON, J. Eating behavior, milk production, rumination, and digestibility characteristics of high- and low-efficiency lactating cows fed a low-roughage diet. *J. Dairy Sci.*, nº101, p.10973–10984, 2018.

BRIGATTI, A. M. **Compost Barn e a produtividade leiteira**. 2016. TERRA VIVA. Disponível em: <http://www.terraviva.com.br/selectus/agosto2015/2508cb.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2023.

CALEGARI, F.; CALAMARI, L.; FRAZZI, E. Effects of ventilation and misting on behaviour of dairy cattle in the hot season in South Italy. In: **Fifth International Dairy Housing Conference for 2003**. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2003. p. 303.

CAMPOS, M.M; MACHADO, F.S; PEREIRA, L.G.R; CARVALHO, B.C. **Eficiência alimentar: Ferramenta para aumento de bioeficiência em gado de leite**. 4. ed. [S.L]: Embrapa Gado de Leite, 2012. 15 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/950235/eficiencia-alimentar-ferramenta-para-aumento-de-bioeficiencia-em-gado-de-leite>. Acesso em: 06 jun. 2023.

CARVALHO, L.A; NOVAES, L.P; MARTINS, C.E; ZOCCAL, R; MOREIRA, P; RIBEIRO, A.C.C.L; LIMA, V.M.B. **Sistema de Produção de Leite (Cerrado)**. 2012. Embrapa Gado de leite. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/introducao.html>. Acesso em: 18 set. 2023.

CROZARA, A S. **Uso da automação para estimação de consumo alimentar, peso vivo e eficiência alimentar em bovinos de corte**. 2018. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1101355>. Acesso em: 25 abr. 2023.

DAMASCENO, F.A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. 2012. 404 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Pós Graduação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/726>. Acesso em: 21 set. 2023.

DAS, R; SAILO, L; VERMA, N; BHARTI, P; SAIKA, J; IMTIWATI; KUMAR, R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: a review. **Veterinary World**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 260-268, mar. 2016. Veterinary World. <http://dx.doi.org/10.14202/vetworld.2016.260-268>.

EMBRAPA (Brasil). **ANUÁRIO Leite 2023: leite baixo carbono**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2023. 118 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1154264/anoario-leite-2023-leite-baixo-carbono>. Acesso em: 18 set. 2023.

ERDMAN, R. (2011) Monitoring Feed Efficiency in Dairy Cows Using Fat-Corrected Milk per Unit of Dry Matter Intake. Proceeding of Mid-Atlantic Nutrition Conference, College Park, 23-24 March 2011, 69-79.

FERREIRA, S. F; FREITAS NETO, M.D; PEREIRA, M.L.R; MELO, A.G, F. OLIVEIRA, L.G; N. NETO, J.T. Fatores que afetam o consumo alimentar de bovinos. **Arquivos de Pesquisa Animal**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 9-19, 2013.

FLAMENBAUM, I. **Estresse térmico em vacas: efeitos e prejuízos econômicos.** efeitos e prejuízos econômicos. 2019. MILKPOINT. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/cowcooling/estresse-termico-em-vacas-consequencia-e-prejuizos-economicos-223335/>. Acesso em: 18 set. 2023.

GRANDO, D, L; WALTER, A; SIQUEIRA, D.C; VARGAS, T. Comparação do sistema de produção de leite com alimentação a base de pasto e confinamento nos sistemas free-stall e compost barn. In: WORKSHOP DE PRÁTICAS TECNOLÓGICAS NO AGRONEGÓCIO, 1., 2016, Itapiranga. **Anais [...]**. Itapiranga: Inovagro, 2016. p. 1-9.

GRANT, R. Taking Advantage of Natural Behavior Improves Dairy Cow Performance. **Western Dairy Management Conference**, [S.L.], v. 9, n. 7, p. 1-13, 2007. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Taking-Advantage-of-Natural-Behavior-Improves-Dairy-Grant-iner/989f79ba1f875168a70434ca05149d98ce1eb858#cited-papers>. Acesso em: 21 set. 2023.

GRANT, R. J., and J. L. ALBRIGHT. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2791–2803

GUIMARÃES, A.S. **Sistema Compost Barn: caracterização dos parâmetros de qualidade do leite e mastite, reprodutivos, bem estar animal, do composto e econômicos em condições tropicais.** 2018. Embrapa Gado de leite. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/209863/sistema-compost-barn-caracterizacao-dos-parametros-de-qualidade-do-leite-e-mastite-reprodutivos-bem-estar-animal-do-composto-e-economicos-em-condicoes-tropicais>. Acesso em: 24 abr. 2023.

HALL, M.B. Invited review: Corrected milk: reconsideration of common equations and milk energy estimates. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 106, n. 4, p. 2230-2246, 2023.

HUTJENS, M.F. **Feed Efficiency and Its Impact on Feed Intake.** 2006. USDA NRCS CIG. Disponível em: <http://lpe.unl.edu/>. Acesso em: 01 set. 2023.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 30 DE NOVEMBRO DE 2004. **IN13:** Regulamento Técnico sobre Aditivos para Produtos Destinados à Alimentação Animal. 13 ed. [S.L]: Mapa, 2004. 10 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/IN13atualizada.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

KADZERE, C.T; MURPHY, M.R; SILANIKOVE, N; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, [S.L.], v. 77, n.

1, p. 59-91, out. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0301-6226\(01\)00330-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0301-6226(01)00330-x).

LOBO, U.G.M. **Análise da granulometria, matéria seca e consumo de bovinos da raça senepol submetidos a prova de eficiência alimentar**. 2018. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21492>. Acesso em: 24 abr. 2023.

MACHADO, A.S; CAFÉ, M.B GODOY, M.M; RIOS, A.D.F; FRANÇA, A.F.S; ALMEIDA, E.M; DIJKTRA, D; OLIVEIRA JUNIOR, A.R; SILVA, L.O; RIBEIRO, F.M. Comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com diferentes teores de lipídeos na dieta. **Medicina Veterinária (Ufrpe)**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 429, 23 abr. 2019. *Medicina Veterinaria (UFRPE)*. <http://dx.doi.org/10.26605/medvet-v13n3-3305>.

MACHADO, L.M.S. **Eficiência alimentar**: o que é e qual sua importância? 2022. EDUCAPPOINT. Disponível em: [https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-corte/Eficiencia-alimentar-qual-a-sua-importancia/#:~:text=A%20efici%C3%Aancia%20alimentar%20\(EA\)%20envolve,com%20a%20lucratividade%20da%20atividade..](https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-corte/Eficiencia-alimentar-qual-a-sua-importancia/#:~:text=A%20efici%C3%Aancia%20alimentar%20(EA)%20envolve,com%20a%20lucratividade%20da%20atividade..) Acesso em: 19 set. 2023.

MARTINS, S.C.S. G; CARVALHO, G.G. P; PIRES, A.J.V. SILVA, R.R. NICORY, I.MC. Correlação entre produção e composição do leite e comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 36, n. 31, p. 2155, 2 jul. 2015. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3supl1p2155>.

MATARAZZO, S.V; SILVA, I.O; PERISSINOTTO, M; MOURA, D.J FERNANDES, S.A.A; JUNIOR, I.A; ARCARO, J. Eficiência de sistemas de climatização na área de descanso em instalações do tipo Freestall e sua influência nas respostas produtivas e fisiológicas de vacas em lactação. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, n. 3, p. 221-232, 2007.

MOTA, V.C; CAMPOS, A.T; DAMASCENO, F.A; RESENDE, E.A.M; REZENDE, C.P.A; ABREU, L.R; VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: Histórico e características. **Pubvet**, Londrina, v. 11, n.5, p. 433-442, 2017. <http://dx.doi.org/10.22256/PUBVET.V11N5.433-442>.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washinton, D.C.: National Academic Press. 2001. 381 p.

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

OLIVEIRA JÚNIOR, O.L; MONTEIRO, R.A.C; REIS, J.C; PERES, A.A. Viabilidade econômica e financeira da implantação de sistemas integrados de produção de leite. In: SILVA, A.J.R. *et al.* **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa Agrossilvipastoril, 2019. Cap. 23. p. 360-364. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103909/viabilidade-economica-e-financeira-da-implantacao-de-sistemas-integrados-de-producao-de-leite>. Acesso em: 15 maio 2023.

OLIVEIRA, G.R. **Bovinocultura de leite: sistema compost barn: histórico, características e planejamento**. Sistema Compost Barn: histórico, características e planejamento. 2022. SENAR. Disponível em: <https://www.movimentoagro.com.br/noticia/261/voce-conhece-a-origem-do-compost-barn>. Acesso em: 19 set. 2023.

ONETTI, S. G.; GRUMMER, R. R. Response of lactating cows to three supplemental fat sources as affected by forage in the diet and stage of lactation: a meta-analysis of literature. **Animal Feed Science and Technology**, v. 115, n. 1-2, p. 65-82, 2004.

PAULA, E.F.E.; MONTEIRO, A.L.G.; SOUZA, D.F.; PRADO, O.R.; NOMURA, T.M.; STIVARI, T.s.s.; SILVA, C.J.A.; SANTANA, M.H.A. Consumo alimentar residual e sua relação com medidas de desempenho e eficiência e características in vivo da carcaça de cordeiros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 65, n. 2, p. 566-572, abr. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352013000200037>.

PEDROSO, A. M. **Limites da eficiência alimentar em bovinos leiteiros**. 2005. MILKPOINT. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/limites-da-eficiencia-alimentar-em-bovinos-leiteiros-22730n.aspx>. Acesso em: 22 abr. 2023.

PEDROSO, A. M. **Eficiência alimentar para avaliar o desempenho do rebanho leiteiro**. 2020. MILKPOINT. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/eficiencia-alimentar-uma-otima-ferramenta-de-avaliacao-de-desempenho-do-rebanho-leiteiro-18089n.aspx>. Acesso em: 24 abr. 2023.

PERES, A.A.C. VASQUES, H.M; SOUZA, P.M; SILVA, J.F.C; VILLELA, O.V; SANTOS, F.C. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2072-2078, 2009.

RADAVELLI, W.M. **Caracterização do sistema compost barn em regiões subtropicais brasileiras**. 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Zootecnia, Centro Educacional do Oeste -, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2018.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri: Manole, 2006. 314p.

SCARIOT, J; SOUZA, B.F; ZANELLA, E.L; ZANELLA, R Teste de eficiência de um novo dispositivo eletrônico de identificação de cio em fêmeas bovinas leiteiras mantidas em regime de compost barn. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 64-70, 2020.

SILVA, C.F.S **Influência do sistema compost barn sobre a produtividade, qualidade do leite e índices reprodutivos**. 2018. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de São João del Rei, São Joao del Rei, 2018.

SILVA, S.P; MORGADO, E.S; SILVA, J.G; SILVA, Y.C.S; CUNHA, I.R.; MOURA JUNIOR, R.C.O; RODRIGUES, B.N.; OLIVEIRA, L.A. **Amostragem e secagem de alimentos utilizados na nutrição animal**. Uberlândia: ISBN: 978-65-86084-63-4. E-Book, 2023. 79 p.

VENDRAMINI, T.H.A. **Avaliação de aditivos na alimentação de vacas leiteiras**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal., Nutrição e Produção Animal, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-04082015-110153/en.php>. Acesso em: 10 out. 2023.

VIANA, E. **Fatores que afetam o consumo de alimento das vacas**. 2021. Esteio Gestão Agropecuária. Disponível em: <https://esteiogestao.com.br/fatores-que-afetam-o-consumo-de-alimento-das-vacas/#:~:text=O%20estresse%20t%C3%A9mico%20%C3%A9%20um,qualidade%20do%20leite%20s%C3%A3o%20prejudicadas..> Acesso em: 15 maio 2023.

VIEIRA, J.F. **Qualidade do leite e do queijo frescal de vacas a pasto suplementadas com níveis de torta de licuri**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Zootecnia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

VILELA, D; RESENDE, J.C; LEITE, J.B; ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 5-24, 2017. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1243/1037>. Acesso em: 15 maio 2023.

VINICIO, M.; FARIA, A. C. F.; CADIMA, G. P.; MORAES, G. F. de.; SANTOS, R. M. dos. Avaliação do desempenho produtivo/reprodutivo de vacas leiteiras mestiças antes e depois do manejo no sistema “Compost barn”. **Ciência Animal**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 47–55, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9274>. Acesso em: 9 jun. 2023.