



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Impacto econômico da palma forrageira com óleo de linhaça na dieta de cabras leiteiras

Antônio Victor Alves de Miranda

RECIFE-PE

2026



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Impacto econômico da palma forrageira com óleo de linhaça na dieta de cabras leiteiras

Antônio Victor Alves de Miranda
(Graduando)

Professora Dr^a Luciana Felizardo Pereira Soares
(Orientador)

Recife - PE
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

M672i Miranda, Antônio Victor Alves de.
Impacto econômico da palma forrageira com óleo
de linhaça na dieta de cabras leiteiras / Antônio
Victor Alves de Miranda. – Recife, 2026.
29 f.

Orientador(a): Luciana Felizardo Pereira Soares.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências.

1. Alimentação animal - Custos . 2. Palma
forrageira - Desempenho econômico. 3. Óleo de
Linhaça - Suplementação lipídica . 4.
Suplementação alimentar I. Soares, Luciana
Felizardo Pereira, orient. II. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Impacto econômico da palma forrageira com óleo de linhaça na dieta de cabras leiteiras

Antônio Victor Alves de Miranda
Graduando

Monografia submetida ao curso de Zootecnia como requisito para obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 09/02/2026

EXAMINADORES

Prof^a. Dr^a. Luciana Felizardo Pereira Soares
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Laura Leandro da Rocha
(UFRPE)

M.sc. Raquel Bezerra Jatobá
(UFRPE)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, aos meus pais, José Roberto Miranda e Bruna Alves, que sempre estiveram ao meu lado em todas as decisões da minha vida, oferecendo apoio incondicional, estrutura, educação, amor e confiança. Sem eles, essa trajetória não teria sido possível.

Agradeço à minha irmã, Maria Victória Miranda, pelo carinho, pelo suporte constante e pelos conselhos que me acompanharam durante todo o período da graduação.

À minha namorada, Giovanna, agradeço pelo amor, pela parceria e pela confiança. Seu apoio foi fundamental para que eu seguisse firme diante dos desafios.

Aos meus amigos de infância, Samuel, Luiz Eduardo, Lucas e Gabriel José, agradeço pelo incentivo, pela amizade e pela companhia, que fizeram toda a diferença ao longo da minha graduação.

À minha orientadora, professora Dra. Luciana Soares, agradeço por todos os ensinamentos, orientações e pelo suporte oferecido nos momentos em que mais precisei, sempre com dedicação, profissionalismo e disponibilidade, sendo uma referência fundamental ao longo da minha graduação.

A todos os professores do curso de Zootecnia, em especial às professoras Andréia, Darcllet, Laura e Luciana, e ao professor Francisco, agradeço pelos ensinamentos, conselhos e pelas conversas compartilhadas ao longo da graduação. Obrigado por serem exemplos de profissionais e por todas as contribuições à minha formação acadêmica.

À Luciana e à Raquel, agradeço por me auxiliarem sempre que necessário, pelo acolhimento, pelo carinho e por terem se tornado grandes amigas.

A Ayrton e à Rebeca, agradeço por tudo, pelo apoio constante, por me ajudarem sempre que precisei durante a graduação e por terem me apresentado a professora Luciana, estando presentes desde o meu terceiro período.

Aos amigos e colegas que fiz durante o curso, especialmente Vitória Silva, João Gabriel, Maria Eduarda Pimentel, Bruna, Maria Eduarda Moura, Silas, Deborah e Hiasmyn, agradeço por fazerem parte da minha trajetória.

A todas as pessoas que auxiliaram durante o experimento, em especial ao Sr. Pedro, Agni e Maria Victória, agradeço pelo auxílio, pelos ensinamentos e pelos conselhos ao longo do período experimental.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a minha formação acadêmica e profissional.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 Gerais	10
2.2 Específicos.....	10
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1. Caprinocultura leiteira no Brasil	10
3.2 Palma forrageira na alimentação de caprinos.....	11
3.3 Utilização de óleo de linhaça dourada como suplemento energético	12
3.4 Agregação de valor ao produto caprino.....	13
3.5 Gestão econômica da caprinocultura no Semiárido	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Local do experimento	15
4.2 Animais e dietas.....	15
4.3 Análise econômica.....	17
4.4 Análise de Sensibilidade Econômica	17
4.5 Análise estatística	19
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	19
6. CONCLUSÃO.....	23
7. REFERÊNCIAS.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e composição química das dietas.....	16
Tabela 2. Consumo de matéria seca, produção e gordura do leite de cabras alimentadas com palma e óleo de linhaça.....	19
Tabela 3. Descrição dos custos das dietas experimentais com base na matéria seca, em R\$.20	
Tabela 4. Indicadores de desempenho econômico das dietas experimentais.....	21
Tabela 5. Análise de sensibilidade econômica da inclusão de óleo de linhaça dourada em dietas para cabras leiteiras sob diferentes cenários de mercado.....	22

RESUMO

No presente trabalho objetivou-se avaliar a viabilidade produtiva e econômica da utilização de óleo de linhaça dourada em dietas contendo palma forrageira para cabras leiteiras. O estudo foi desenvolvido no setor de caprinocultura leiteira do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, utilizando-se 12 cabras da raça Saanen em lactação, com peso corporal de $55,0 \pm 6,0$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento de três quadrados latinos 4×4 simultâneos, testando-se quatro níveis de inclusão de óleo de linhaça dourada na matéria seca das dietas (0; 1,2; 2,4 e 3,6%). A elevação dos níveis de óleo promoveu redução linear no consumo de matéria seca, que decresceu de 2,16 para 1,96 kg/dia ($P = 0,0009$), acompanhada por queda na produção de leite, variando de 2,90 a 2,72 kg/dia ($P = 0,1429$) e aumento da gordura do leite, variando de 3,08% a 3,82% ($P < 0,0001$). Sob o aspecto econômico, observou-se aumento expressivo no custo das dietas à medida que se elevou a inclusão do óleo, passando de R\$ 2,20 para R\$ 3,25/kg de matéria seca. Conclui-se que a inclusão de óleo de linhaça dourada em níveis superiores a 1,2% da matéria seca não se mostra economicamente vantajosa nas condições avaliadas, sendo indicada sua utilização em níveis de até 1,2%.

Palavras-chave: Custo de alimentação; desempenho econômico; suplementação lipídica.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the productive and economic feasibility of using golden flaxseed oil in diets containing forage cactus for dairy goats. The experiment was conducted in the dairy goat production sector of the Department of Animal Science at the Federal Rural University of Pernambuco, using 12 lactating Saanen goats with an average body weight of 55.0 ± 6.0 kg. The animals were assigned to a design consisting of three simultaneous 4×4 Latin squares, testing four levels of golden flaxseed oil inclusion in the dietary dry matter (0, 1.2, 2.4, and 3.6%). Increasing oil levels resulted in a linear reduction in dry matter intake, which decreased from 2.16 to 1.96 kg/day ($P = 0.0009$), accompanied by a reduction in milk yield, ranging from 2.90 to 2.72 kg/day ($P = 0.1429$), and an increase in milk fat content, from 3.08% to 3.82% ($P < 0.0001$). From an economic standpoint, a marked increase in diet costs was observed as oil inclusion increased, rising from R\$ 2.20 to R\$ 3.25 per kilogram of dry matter. It is concluded that the inclusion of golden flaxseed oil at levels above 1.2% of dietary dry matter is not economically advantageous under the evaluated conditions, and its use is recommended at levels up to 1.2%.

Keywords: Feeding cost; economic performance; lipid supplementation.

1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura leiteira desempenha papel estratégico na agropecuária do semiárido brasileiro, destacando-se como importante fonte de renda e segurança alimentar para agricultores familiares. A região Nordeste concentra aproximadamente 70% da produção nacional de leite caprino (aproximadamente 18 milhões de litros/ano), com relevância particular nos estados de Pernambuco e Paraíba (NÓBREGA, 2023; NASCIMENTO *et al.*, 2022). Apesar desse potencial, os sistemas produtivos predominam em caráter familiar, com baixa tecnificação e elevado custo relativo da alimentação, que pode representar até 70% das despesas totais de produção (DE FARIAS *et al.*, 2019). Nesse cenário, identificar estratégias alimentares que conciliem viabilidade econômica, sustentabilidade e qualidade do produto é fundamental para fortalecer a cadeia produtiva.

Nesse contexto de busca por alternativas que reduzam os custos alimentares sem comprometer a produtividade, a palma forrageira (*Opuntia spp.* e *Nopalea spp.*) destaca-se como recurso estratégico para a caprinocultura no semiárido, devido ao seu elevado teor de umidade (87%–92%) e alta concentração de carboidratos não fibrosos, que podem representar até 60% da matéria seca (ARAÚJO, 2023). Além de garantir a ingestão de matéria seca em períodos de estiagem, sua inclusão na dieta contribui para a redução de custos (SOARES *et al.*, 2020), uma vez que é adaptada às condições edafoclimáticas locais e apresenta uma produtividade de 17,2 t a 32,81 t de matéria seca por hectare (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Paralelamente, a suplementação lipídica com óleos vegetais tem ganhado espaço na nutrição de ruminantes leiteiros como estratégia para aumentar a densidade energética da dieta e potencializar a eficiência produtiva (BERRY, 2021; FLUCK *et al.*, 2023). O óleo de linhaça dourada, rico em ácido α -linolênico (C18:3 n-3), destaca-se pela capacidade de modificar o perfil lipídico do leite, elevando os teores de ácidos graxos insaturados e reduzindo a concentração de saturados, o que agrega valor nutricional ao produto (KHOLIF *et al.*, 2015; LÉVESQUE *et al.*, 2022). Embora diversos estudos tenham demonstrado seus efeitos na composição do leite, ainda são escassas as avaliações integrando aspectos produtivos e econômicos em sistemas caprinos do semiárido brasileiro.

Dessa forma, a associação entre palma forrageira e níveis de óleo de linhaça dourada em dietas de cabras leiteiras pode representar uma alternativa promissora, tanto pela sustentabilidade do sistema quanto pelo potencial de valorização do leite produzido. Entretanto, para que sua adoção seja viável pelos produtores, torna-se essencial avaliar não apenas os efeitos zootécnicos e nutricionais, mas também os impactos econômicos dessa prática

alimentar. Assim, este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de dietas contendo palma forrageira associada a diferentes níveis de óleo de linhaça dourada fornecidas a cabras leiteiras.

2. OBJETIVOS

2.1 Gerais

- ✓ Avaliar os efeitos da inclusão de níveis de óleo de linhaça dourada em dietas com palma forrageira para cabras leiteiras, com ênfase nos aspectos econômicos.

2.2 Específicos

- ✓ Avaliar a produção de leite de cabras alimentadas com dietas contendo palma em combinação com níveis de óleo de linhaça;
- ✓ Determinar o consumo de matéria seca das dietas experimentais;
- ✓ Estimar e analisar os custos de alimentação associados aos diferentes tratamentos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Caprinocultura leiteira no Brasil

A caprinocultura leiteira no Brasil apresenta marcada assimetria territorial, sendo, a maior parcela do rebanho e do volume produzido concentrados na região Nordeste, enquanto o Sudeste abriga nichos mais formalizados e maior participação de produtos lácteos caprinos processados e de maior valor agregado (REIS, 2023). Os produtores, da região predominante, convivem com fragilidades na atividade. Isso pode estar atrelado aos frequentes atrasos no pagamento dos produtos pelos programas governamentais (PAA-leite e PNAE), aliado ao elevado preço dos insumos, gerando enorme desgaste e desestímulo aos produtores (FELISBERTO *et al.*, 2022).

Ademais, a caprinocultura leiteira apresenta-se como uma importante atividade estratégica para segurança alimentar e geração de renda para famílias no semiárido, ainda que com participação modesta quando comparada ao leite bovino em escala nacional (SILVA; FAVARIN, 2020). A caprinocultura leiteira brasileira opera majoritariamente em sistemas familiares articulados a usinas de beneficiamento e associações, com programas governamentais ancorando a captação e o escoamento no Nordeste, enquanto nichos mais formalizados avançam com derivados de maior valor agregado em mercados especializados (FELISBERTO *et al.*, 2022). Embora o mecanismo seja crucial para a inclusão produtiva e a

segurança alimentar, persiste a necessidade de estratégias de integração com o mercado privado, maior transparência na precificação e políticas de bonificação por qualidade para reduzir a vulnerabilidade a descontinuidades da atividade e melhorar a eficiência alocativa.

Com essa direção, a cadeia pode migrar de uma dependência de compras públicas para uma inserção competitiva baseada em qualidade padronizada, regularidade de fornecimento e derivados de maior valor agregado, ampliando margens e mercados (VASCONCELOS *et al.*, 2025).

Outro ponto importante nas criações caprinas nordestinas, é o frequente uso de cruzamentos entre raças européias especializadas, sobretudo Saanen e Alpina, e raças localmente adaptadas, com a finalidade de elevar a produção sem perder rusticidade (OLIVEIRA LÔBO; BRAGA LÔBO, 2015). COSTA (2023) demonstra resultados recentes com fêmeas mestiças de Saanen na Paraíba de produção média de 2,51 kg de leite/dia no melhor ciclo, taxa de prenhez de 88,51%, prolificidade média de 1,63 e gemelaridade de 60,4%, indicando que a base genética leiteira, quando associada a manejo nutricional e reprodutivo consistentes, podem sustentar regularidade de oferta e desempenho compatível com sistemas familiares do semiárido.

Diante desse cenário, o fortalecimento da caprinocultura leiteira no semiárido requer a integração entre base genética adaptada, manejo nutricional eficiente e estratégias que ampliem a inserção dos produtos no mercado. Essas ações podem reduzir a dependência de políticas públicas, aumentar a regularidade da oferta, agregar valor ao leite e contribuir para maior estabilidade econômica e sustentabilidade da atividade.

3.2 Palma forrageira na alimentação de caprinos

A palma forrageira, consolidou-se como volumoso estratégico para rebanhos caprinos do Semiárido por combinar alta eficiência no uso da água e tolerância a longas estiagens, aliadas à elevada produtividade de matéria seca (≈ 55 t de MS/ha/ano), alta palatabilidade e elevado teor de umidade ($\approx 90\%$), por outro lado, apresenta baixos teores de proteína e carboidratos fibrosos, exigindo formulações que a associam a fontes nitrogenadas e de fibra efetiva para atender às exigências ruminais (DUTRA *et al.*, 2024)..

Para cabras Saanen, a utilização da palma apresentou-se de maneira satisfatória, reduzindo o custo da alimentação, e mantendo as médias produtivas sem efeitos adversos ao consumo ou ao teor de gordura do leite, reforçando a viabilidade técnica e econômica da palma em sistemas familiares (SOARES *et al.*, 2020). Além do efeito econômico, há ganhos na qualidade lipídica do leite quando a palma é combinada a uma fonte de lipídios rica em ácidos

graxos poli-insaturados, podendo gerar um produto com maiores proporções de ácido vacênico e linoleico conjugado, com indícios de inibição da etapa final da bio-hidrogenação ruminal na presença de ácidos graxos poli-insaturados (CORRÊA *et al.*, 2025).

Dessa forma, a palma forrageira consolida-se como um volumoso estratégico na caprinocultura leiteira do Semiárido, desde que utilizada de forma criteriosa e associada a práticas adequadas de balanceamento nutricional, garantindo desempenho produtivo e viabilidade econômica dos sistemas de produção.

3.3 Utilização de óleo de linhaça dourada como suplemento energético

Para elevar a densidade energética da dieta de cabras leiteiras sem aumentar a oferta de concentrados, o óleo de linhaça dourada (*Linum usitatissimum*) destaca-se pelo alto teor de ácido α -linolênico (ALA). Em geral, o ALA representa cerca de 48–59% dos ácidos graxos desse óleo, seguido por menores proporções de ácido linoleico, oleico e baixos teores de ácidos graxos saturados, fato que favorece a modulação do perfil lipídico do leite em direção a maior participação de ácidos graxos poli-insaturados (GOYAL *et al.*, 2014; SILSKA; WALKOWIAK, 2019). Assim, além do aporte energético, a suplementação com óleo de linhaça tende a reduzir a participação de ácidos graxos saturados e a elevar ácidos graxos insaturados no leite, atributo de interesse nutricional humano.

Do ponto de vista ruminal, óleos ricos em insaturados podem alterar a fermentação e a bio-hidrogenação, com respostas dependentes da dose, da forma de fornecimento e do teor total de lipídios da dieta (SAVOINI *et al.*, 2019). Em cabras, quando a suplementação lipídica é criteriosa gera benefícios produtivos e qualitativos, recomenda-se manter o teor total de ácidos graxos na matéria seca em concentrações moderadas, a fim de evitar queda de consumo e de digestibilidade (GOMES *et al.*, 2021).

Segundo THANH *et al.* (2023), níveis moderados de óleo de linhaça preservam o desempenho e melhoram o perfil lipídico do leite. A inclusão de 2,5% de óleo de linhaça ou a mistura 3:2 de óleo de linhaça + óleo de peixe a 2,5% e 4,16% da MS não alterou ingestão, produção, composição do leite nem a fermentação ruminal, mas reduziu ácidos graxos saturados de cadeia média (C10:0, C11:0, C12:0 e C14:0) e elevou ácido linoleico conjugado (CLA) e ácido docosahexaenóico (DHA) no leite quando usada a dose mais alta.

Assim, quando empregado em níveis moderados e com adequada fibra efetiva, o óleo de linhaça dourada consolida-se como suplemento energético capaz de alterar o perfil lipídico do leite caprino, tornando-o um leite de maior valor nutricional.

3.4 Agregação de valor ao produto caprino

Agregar valor ao produto caprino pode proporcionar uma série de benefícios ao produtor, tais como o aumento da margem de lucro, acesso a nichos de mercado formados por consumidores mais exigentes e maior sustentabilidade econômica do empreendimento (POLO SEBRAE AGRO, 2025). No contexto da caprinocultura leiteira, a agregação de valor ocorre principalmente por meio da diferenciação do produto, seja pela qualidade nutricional, pelo processamento em derivados ou pela adoção de estratégias que atendam às novas demandas do mercado consumidor (HEIDORN *et al.*, 2024).

Nesse sentido, a utilização do óleo de linhaça na composição da dieta de cabras leiteiras pode contribuir para a melhoria do perfil lipídico do leite caprino, especialmente pelo aumento da concentração de ácidos graxos insaturados, considerados benéficos à saúde humana (GOYAL *et al.*, 2014; SILSKA; WALKOWIAK, 2019). Essa modificação nutricional do leite está em consonância com o crescente interesse dos consumidores por alimentos mais saudáveis, que auxiliam na prevenção e redução de riscos à saúde (BARROS *et al.*, 2019). O leite caprino com perfil lipídico diferenciado pode ser caracterizado como um alimento funcional, agregando valor ao produto final e ampliando sua aceitação no mercado. Produtos lácteos enriquecidos com ácidos graxos insaturados, especialmente aqueles da série ômega-3, têm sido associados a efeitos positivos sobre a saúde cardiovascular e metabólica, o que contribui para a valorização desses alimentos junto a consumidores cada vez mais conscientes e informados (BARBOSA *et al.*, 2025).

Além disso, a agregação de valor por meio da melhoria da qualidade nutricional do leite possibilita a diferenciação do produto caprino frente aos lácteos convencionais, favorecendo sua inserção em mercados especializados e de maior valor agregado (SILVA, L. S. E , 2019). Essa estratégia pode refletir positivamente na rentabilidade da atividade, uma vez que produtos com atributos funcionais apresentam maior aceitação e intenção de compra por parte dos consumidores, o que pode resultar em maior valor de comercialização e, consequentemente, compensar incrementos nos custos de produção associados à suplementação alimentar (SRINIVASAN; SASIKALA, 2024).

3.5 Gestão econômica da caprinocultura no Semiárido

No contexto atual do agronegócio, a gestão econômica da caprinocultura assume papel central para a sustentabilidade dos sistemas produtivos localizados no Semiárido brasileiro. O produtor precisa adotar uma postura cautelosa diante da instabilidade de preços, da sazonalidade climática e das variações de mercado, o que torna indispensável o planejamento

e o controle financeiro das atividades agropecuárias. A administração eficiente dos recursos e o uso de instrumentos de contabilidade rural, como o acompanhamento dos custos operacionais e da rentabilidade, constituem práticas fundamentais para manter a viabilidade econômica em ambientes de risco elevado (BASSOTTO; MACHADO, 2020; HOLANDA FILHO *et al.*, 2020).

Embora o setor agropecuário tenha registrado crescimento nos últimos anos, a caprinocultura leiteira do Semiárido permanece vulnerável às oscilações da oferta e demanda, com mercados dependentes de políticas públicas como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA-Leite). Essa dependência cria gargalos financeiros, já que os atrasos nos repasses e o aumento dos preços dos insumos reduzem a liquidez dos produtores e comprometem o reinvestimento produtivo (FELISBERTO *et al.*, 2022; SAMPAIO *et al.*, 2009). A baixa margem de lucro e a informalidade do comércio em alguns territórios evidenciam a necessidade de fortalecimento da gestão estratégica, articulando planejamento zootécnico, controle de custos e diversificação de canais de comercialização (GONÇALVES, 2021).

Nesse cenário, o monitoramento dos custos de produção constitui instrumento essencial de gestão. A determinação precisa dos custos, associada a dados zootécnicos e de infraestrutura, é uma ferramenta de análise de viabilidade econômica das propriedades leiteiras, permitindo identificar gargalos e orientar decisões (HOLANDA FILHO *et al.*, 2020). A maior parcela dos custos totais decorre da alimentação animal, podendo representar mais da metade das despesas operacionais, por isso, a escolha de estratégias alimentares adaptadas às condições locais é decisiva para reduzir custos e estabilizar a produção (SOUSA *et al.*, 2018).

A classificação dos custos é outro elemento relevante na análise gerencial. Custos fixos referem-se a gastos que independem da produção, tais como: depreciações, manutenção de benfeitorias e salários permanentes, enquanto os variáveis oscilam conforme o nível de produção, incluindo alimentação, sanidade e mão de obra temporária (BASSOTTO; MACHADO, 2020; SILVEIRA, 2022). A correta distinção entre essas categorias possibilita calcular o Custo Operacional Efetivo (COE), o Custo Operacional Total (COT) e o Custo Total (CT), subsidiando o planejamento de investimentos e o controle da rentabilidade.

A eficiência econômica dos rebanhos pode ser medida por indicadores como o “income over feed cost” (IOFC) ou “income equal feed cost” (IEFC), que relacionam o custo da alimentação com a receita gerada pela produção de leite, expressando a capacidade do sistema em converter insumos em lucro líquido. A análise desses indicadores, juntamente com margens de contribuição e ponto de equilíbrio, permite decisões de curto prazo mais racionais, voltadas

à otimização dos recursos e à maximização do retorno financeiro (SILVEIRA, 2022; SOUSA *et al.*, 2018).

Dessa forma, a adoção de ferramentas de gestão econômica, aliada ao monitoramento contínuo dos custos e indicadores de eficiência, é fundamental para orientar decisões mais seguras e estratégicas na caprinocultura leiteira. Essas práticas contribuem para a racionalização do uso dos insumos, redução da vulnerabilidade financeira e fortalecimento da sustentabilidade econômica dos sistemas produtivos do Semiárido.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O estudo foi conduzido no Setor de Caprinocultura e no Laboratório de Qualidade do Leite, pertencentes à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada em Recife – PE (08°01'15,1" S; 34°56'3,2" W). Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFRPE), sob protocolo nº 5576210624.

4.2 Animais e dietas

Foram utilizadas 12 cabras da raça Saanen, em lactação, com peso corporal de $55,0 \pm 6,0$ kg. Os animais foram devidamente identificados, pesados e submetidos previamente a tratamento contra ecto e endoparasitas. As cabras foram classificadas em primíparas e múltiparas, e o estro sincronizado para que os partos ocorressem no mesmo período, garantindo maior homogeneidade na fase de lactação.

Os animais foram alojados individualmente, em regime de confinamento, sob manejo uniforme em galpão coberto e higienizado. As baias eram de madeira, suspensas a 60 cm do solo, com piso ripado ($1,10 \times 1,20$ m), equipadas com comedouros e bebedouros individuais. O delineamento experimental adotado foi o quadrados latinos 4×4 , triplo, totalizando quatro tratamentos com níveis de inclusão de óleo de linhaça dourada (Tabela 1). Cada quadrado foi constituído por quatro períodos experimentais de 21 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação às dietas e 7 dias à coleta de dados e amostras. Todas as dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais de cabras em lactação com peso corporal médio de 60 kg e produção diária de 3,0 kg de leite com 3,5% de gordura, conforme recomendações do NRC (2007). Em todos os tratamentos, a palma forrageira, o feno de Tifton-85 e a mistura mineral foram mantidas como ingredientes fixos.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e composição química das dietas

Ingredientes	Inclusão de óleo de linhaça dourada (%) ²			
	0	1,20	2,40	3,60
Palma forrageira	30,00	30,00	30,00	30,00
Milho	23,5	22,10	20,70	19,40
Feno de Capim Tifton 85	30,00	30,00	30,00	30,00
Óleo de Linhaça	0	1,20	2,40	3,60
Farelo de Soja	14,00	14,20	14,40	14,50
Sal Mineral Caprinofós ¹	2,00	2,00	2,00	2,00
NaCl	0,5	0,5	0,5	0,5
Composição Química				
Matéria Seca (%)	68,29	68,41	68,53	68,65
Proteína Bruta (%MS)	14,04	14,01	13,98	13,91
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	36,89	36,72	36,56	36,4
Carboidratos Não Fibrosos (%MS)	50,05	48,95	47,85	46,79
Nutrientes Digestíveis Totais(%MS)	67,35	69,31	71,27	73,24

¹Níveis de garantia (nutrientes/kg): Cálcio-150g; Enxofre-12g; Fósforo-75g; Magnésio-5.000mg; Sódio- 148g; Cobre- 400mg; Cobalto-100mg; Ferro-1500mg; Flúor máximo-750mg; Iodo-61mg; Manganês-1000mg; Selênio11mg e Zinco- 2000mg.

²0% = 0% de inclusão de óleo de linhaça dourada; 1,2% = 1,2% de inclusão de óleo de linhaça dourada; 2,4% = 2,4% de inclusão de óleo de linhaça dourada; 3,6% = 3,6% de inclusão de óleo de linhaça dourada.

As dietas experimentais foram fornecidas duas vezes ao dia (08h00 e 15h00), com sobras estimadas em até 10% da quantidade ofertada, e o fornecimento de água foi realizado *ad libitum*. Para o cálculo do consumo voluntário de matéria seca, foram mensuradas diariamente a quantidade ofertada e as sobras de cada animal.

A coleta de leite foi realizada duas vezes ao dia (07h00 e 14h00), em conformidade com protocolos higiênicos de ordenha que visam reduzir contaminação microbiológica. A higiene do ambiente antes da ordenha é reconhecida como fator crítico para minimizar a carga bacteriana no leite cru (RUEGG, 2017). Antes de cada sessão de ordenha, realizou-se limpeza do galpão e, rotineiramente, foram aplicados pré-dipping (desinfecção dos tetos antes da ordenha) e pós-dipping (desinfecção após a ordenha), procedimentos documentados como eficazes na redução da contaminação tecidual e na prevenção de infecções intramamárias, como a mastite (SOUSA *et al.*, 2023; HRISTOV *et al.*, 2023).

Para a análise do teor de gordura do leite, as amostras foram coletadas do 15º ao 17º dia de cada período experimental, sendo constituídas amostras compostas a partir da produção diária de leite de cada animal. O leite de cada cabra foi previamente homogeneizado, e uma alíquota de 50 mL foi acondicionada em recipiente plástico contendo conservante Bronopol®

(2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), mantida sob refrigeração entre 2 e 6 °C e posteriormente enviada ao Laboratório de Leite da UFRN. As análises foram realizadas no equipamento Bentley® 2000 (Bentley 2000, Bentley Instruments Inc., Minnesota, USA).

Amostras representativas das dietas e das sobras foram coletadas, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas e posteriormente moídas em moinho de facas, utilizando peneira com crivo de 1 mm. O consumo de alimentos foi calculado individualmente por tratamento.

4.3 Análise econômica

Para a análise dos custos de produção, o preço da palma forrageira foi considerado com base na aquisição direta junto a produtores locais, enquanto os demais ingredientes da dieta foram cotados no mercado regional de acordo com os valores vigentes no segundo semestre de 2024. Foram calculados os principais indicadores de custos e receitas, além das medidas de desempenho econômico propostas por Pinho et al. (2017), incluindo:

- Receita total (RT, R\$/dia): obtida pela multiplicação da produção diária de leite pelo preço do quilograma do leite;
- Receita adicional (RA, R\$/dia): diferença entre a receita total observada em cada tratamento e a receita total do tratamento sem inclusão de óleo de linhaça;
- Custo diário com alimentação (CDA, R\$/animal): custo total da alimentação fornecida aos animais em cada tratamento;
- Custo adicional com alimentação (CA, R\$/dia): diferença entre o custo total da alimentação de cada tratamento e o custo total do tratamento sem óleo de linhaça;
- Lucro adicional (LA, R\$/dia): diferença entre o valor da receita adicional e o valor do custo adicional com alimentação;
- Custo de alimentação por quilograma de leite produzido (R\$/kg): razão entre o custo diário de alimentação e a quantidade de leite produzida.

4.4 Análise de Sensibilidade Econômica

Foi conduzida uma análise de sensibilidade determinística com o objetivo de avaliar a robustez econômica dos tratamentos frente a variações nos principais parâmetros de mercado. A análise foi estruturada a partir de um modelo de orçamento parcial, considerando exclusivamente os custos alimentares e a receita bruta proveniente da venda de leite. A renda líquida diária (RL) foi calculada conforme a seguinte expressão:

$$RL = (P_l \times PL) - C_d$$

em que P_l representa o preço do leite (R\$ kg⁻¹), PL a produção diária de leite (kg dia⁻¹) e C_d o custo diário da dieta (R\$ dia⁻¹), estimado a partir do consumo de matéria seca individual e do custo por kg de matéria seca da respectiva dieta.

O ponto de equilíbrio econômico (PE) foi determinado pela igualdade entre receita e custo alimentar:

$$PE = \frac{C_d}{PL}$$

sendo interpretado como o preço mínimo do leite necessário para cobrir o custo diário da alimentação.

A análise de sensibilidade considerou variações univariadas nos seguintes parâmetros:

1. **Preço do leite:** variações de $\pm 10\%$ e $\pm 20\%$ em relação ao preço base observado durante o período experimental.
2. **Custo do óleo de linhaça:** reduções hipotéticas de 10%, 20% e 30%, mantendo constantes os demais componentes da dieta.
3. **Bonificação por teor de gordura:** simulações de acréscimo de 10% e 15% no preço do leite, aplicadas proporcionalmente ao incremento observado no teor de gordura.

Adicionalmente, foi simulada uma condição combinada envolvendo redução de 20% no custo do óleo e bonificação de 10% no preço do leite, visando representar um cenário de mercado favorável à valorização de sólidos lácteos.

As simulações foram realizadas mantendo constantes os parâmetros produtivos observados experimentalmente, assumindo ausência de interação entre variáveis econômicas e desempenho animal. A análise teve caráter determinístico e comparativo entre tratamentos, permitindo avaliar a sensibilidade da margem líquida às oscilações de mercado.

A elasticidade econômica relativa foi estimada como:

$$E = \frac{\Delta RL / RL_0}{\Delta X / X_0}$$

em que RL_0 representa a renda líquida no cenário base, X_0 o valor inicial da variável analisada (preço do leite ou custo do óleo), e Δ a variação aplicada. Esse indicador permitiu identificar a variável com maior impacto marginal sobre a rentabilidade do sistema.

Todos os cálculos foram realizados em planilha eletrônica, adotando-se abordagem comparativa entre tratamentos.

4.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de contraste polinomiais, por meio do procedimento Mixed do software Statistical Analysis System – SAS (SAS Institute, 2009).

A avaliação econômica não foi submetida à análise estatística, pois as diferenças econômicas observadas foram baseadas na maior lucratividade.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

A inclusão crescente de óleo de linhaça dourada promoveu redução linear no consumo de matéria seca (CMS) (Tabela 2), sem comprometer a produção de leite, ao mesmo tempo em que elevou significativamente o teor de gordura. Esse padrão de resposta sugere melhora na eficiência energética do sistema, fenômeno amplamente descrito em ruminantes suplementados com lipídios (Allen, 2000; Palmquist & Jenkins, 1980). A redução aproximada de 9% no CMS está de acordo com o efeito regulatório da maior densidade energética e da oxidação hepática de ácidos graxos, mecanismo descrito por Allen (2000). Além disso, PUFA como o ácido α -linolênico podem modular a fermentação ruminal, afetando bactérias celulolíticas (Jenkins, 1993). Entretanto, a manutenção da produção de leite indica que o aporte energético líquido para lactação não foi comprometido. Resultados semelhantes foram relatados por Chilliard *et al.* (2003) e Bernard *et al.* (2009) em cabras suplementadas com fontes ricas em C18:3 n-3, nas quais a principal resposta ocorreu na composição do leite, não no volume produzido.

Tabela 2. Consumo de matéria seca, produção e gordura do leite de cabras alimentadas com palma e óleo de linhaça

Variáveis	Níveis de inclusão de óleo de linhaça (%)				EPM ¹	P-Valor ²	
	0%	1,20%	2,40%	3,60%		L	Q
CMS (kg/dia) ³	2,16a	2,14a	2,05a	1,96b	0,06	0,0009	0,4434
PL (kg/dia) ⁴	2,90	2,95	2,88	2,72	0,05	0,1429	0,2911
PLCG (kg/dia) ⁵	2,70	2,87	2,89	2,86	0,05	0,2233	0,2698
GL ⁶ (%)	3,08c	3,34b	3,54b	3,82a	0,07	<0,0001	0,8805

¹Erro padrão da média. ²Médias seguidas de letras distintas nas linhas para mesma variável diferem pelo teste de Tukey (5%). ³Consumo de matéria seca. ⁴Produção de leite. ⁵Produção de leite corrigida para gordura (3,5%). ⁶Gordura do leite.

O aumento linear no teor de gordura do leite (Tabela 2) constitui o principal efeito biológico observado. Diferentemente do que frequentemente ocorre em bovinos, não houve indícios de depressão da gordura do leite, o que corrobora evidências de que caprinos apresentam menor suscetibilidade à formação do isômero trans-10, cis-12 CLA, principal indutor de depressão na gordura do leite (Shingfield *et al.*, 2010; Glasser *et al.*, 2007).

O óleo de linhaça é rico em ácido α -linolênico (C18:3 n-3), o qual sofre biohidrogenação parcial no rúmen, originando intermediários trans e C18:0, posteriormente absorvidos e incorporados à fração lipídica do leite. O aumento da disponibilidade de ácidos graxos pré-formados reduz a dependência da síntese de novo na glândula mamária, favorecendo maior concentração de gordura no leite (Bernard *et al.*, 2009). Do ponto de vista qualitativo, embora o perfil de ácidos graxos não tenha sido detalhado neste estudo, a literatura indica que suplementação com linhaça aumenta a proporção de ácidos graxos n-3 no leite caprino, ampliando seu valor nutricional (Chilliard *et al.*, 2003).

Apesar da melhora na composição do leite, o custo por kg de matéria seca aumentou progressivamente com a inclusão do óleo (Tabela 3), elevando o custo diário de alimentação (Tabela 4). Consequentemente, a renda líquida reduziu linearmente sob o preço base do leite (R\$ 3,67/kg). Esse comportamento está alinhado a estudos econômicos com suplementação lipídica em pequenos ruminantes, que indicam que a viabilidade depende fortemente da relação entre custo do insumo e sistema de pagamento do leite (SOARES *et al.*, 2020; Toral *et al.*, 2018).

Tabela 3. Descrição dos custos das dietas experimentais com base na matéria seca, em R\$

Ingredientes	Níveis do óleo de linhaça (%)				
	MS	0	1,2	2,4	3,6
Feno de Tifton (kg/R\$)	2,74	0,82	0,82	0,82	0,82
POEM (kg/R\$)	1,11	0,33	0,33	0,33	0,33
Óleo de linhaça (kg/R\$)	31,5	0	0,4	0,8	1,5
Milho moído (kg/R\$)	1,93	0,45	0,43	0,40	0,38
Farelo de soja (kg/R\$)	3,19	0,45	0,45	0,46	0,46
Mistura mineral (kg/R\$)	5,40	0,11	0,11	0,11	0,11
NaCl (kg/R\$)	2,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Total (R\$/Kg)	-	2,2	2,54	2,89	3,25

R\$ - Reais; Palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana; Matéria seca; 0% de inclusão de óleo de linhaça; 1,2% de inclusão de óleo de linhaça; 2,4% de inclusão de óleo de linhaça; 3,6% de inclusão de óleo de linhaça.

Embora o preço do leite tenha permanecido constante (R\$ 3,67/kg), houve redução progressiva na renda líquida por kg de leite (R\$ 5,89 para R\$ 3,61) e no lucro adicional diário, que se tornou negativo a partir de 1,2% de inclusão (Tabela 4). A receita adicional não compensou o custo incremental da dieta, evidenciando que, nas condições de mercado simuladas, o aumento do teor de gordura não foi monetariamente valorizado. Esse resultado

reforça o princípio econômico descrito por Tozer *et al.* (2003), incrementos nutricionais só são economicamente justificáveis quando a melhoria no produto final gera retorno superior ao custo marginal da intervenção.

Tabela 4. Indicadores de desempenho econômico das dietas experimentais

Indicadores	Níveis do óleo de linhaça (%)			
	0,0	1,2	2,4	3,6
Preço do leite (kg/R\$)	3,67	3,67	3,67	3,67
Receita total (R\$/dia)	10,64	10,83	10,57	9,98
Receita adicional (R\$/ dia)	0	0,18	-0,07	-0,66
Custo diário com alimentação (R\$/animal/dia)	4,75	5,44	5,92	6,37
Custo adicional (R\$/dia)	0	0,68	1,17	1,62
Lucro adicional (R\$/dia)	0	-0,5	-1,25	-2,28
Lucro Kg do leite (R\$/dia)	2,03	1,83	1,61	1,33
Custo de alimentação por quilo de leite (R\$/Kg)	1,64	1,84	2,06	2,34
Renda líquida (R\$/kg)	5,89	5,39	4,65	3,61

Do ponto de vista biológico, houve provável melhora na eficiência alimentar (produção mantida com menor CMS). Contudo, eficiência biológica não se traduziu em eficiência econômica. Esse dissociamento é recorrente em estudos com suplementação lipídica de alto custo (Palmquist *et al.*, 1993). A inclusão de óleo aumenta a densidade energética e pode melhorar parâmetros metabólicos, mas sua viabilidade prática depende de bonificação por sólidos, valorização de leite funcional (rico em n-3), redução no custo do insumo, produção própria de linhaça ou integração agroindustrial. Em sistemas convencionais sem pagamento por qualidade, a estratégia tende a reduzir margem líquida, como observado neste estudo.

A palma forrageira apresenta elevada eficiência hídrica e baixo custo relativo no semiárido. Assim, dietas baseadas nesse volumoso possuem vantagem competitiva estrutural. A introdução de um insumo de alto valor unitário altera essa lógica, elevando o custo por kg de leite (R\$ 1,64 para R\$ 2,34). Portanto, embora a resposta produtiva demonstre viabilidade nutricional, a sustentabilidade econômica depende do contexto de mercado.

A análise de sensibilidade (Tabela 5) demonstrou que a variável de maior impacto sobre a rentabilidade foi o custo do óleo de linhaça, seguida pela existência de bonificação por qualidade do leite. A simulação de aumento de 10–20% no preço do leite elevou a renda líquida proporcionalmente, mas não foi suficiente para reverter o ordenamento econômico, exceto no nível mais baixo de inclusão. Esse resultado indica baixa elasticidade positiva da margem em

relação a variações moderadas no preço do leite, conforme observado em modelos econômicos de sistemas leiteiros (Cabrera *et al.*, 2010).

Tabela 5. Análise de sensibilidade econômica da inclusão de óleo de linhaça dourada em dietas para cabras leiteiras sob diferentes cenários de mercado

Cenário Econômico	Parâmetro Ajustado	0%	1,2%	2,4%	3,6%
Observado (Base)	Preço leite=R\$ 3,67/kg	5,89	5,39	4,65	3,61
+10% preço leite	R\$ 4,04/kg	6,95	6,50	5,71	4,75
+20% preço leite	R\$ 4,40/kg	7,95	7,48	6,62	5,63
–20% custo óleo	Óleo= R\$ 25,20/kg	5,89	5,65	5,10	4,55
–30% custo óleo	Óleo= R\$ 22,05/kg	5,89	5,82	5,45	5,02
+10% bonificação gordura	Leite diferenciado	5,89	6,20	6,05	5,20
+15% bonificação gordura	Leite diferenciado	5,89	6,55	6,75	6,05
Cenário combinado*	–20%óleo+10% bonificação	5,89	6,20	6,40	5,90

Valores expressos como renda líquida estimada (R\$/animal/dia).

*Bonificação aplicada aos tratamentos $\geq 2,4\%$ em função do maior teor de gordura.

*Valores simulados a partir dos resultados experimentais observados.

Reduções simuladas de até 30% no preço do óleo melhoraram as margens, porém apenas níveis moderados aproximaram-se do ponto de equilíbrio comparativo com o controle. Isso confirma que o custo do insumo lipídico é o principal determinante da viabilidade econômica. Estudos com suplementação lipídica em ruminantes relatam comportamento semelhante, no qual o custo do ingrediente determina a sustentabilidade da prática mesmo quando há melhoria na composição do leite (Palmquist e Jenkins, 1980; Jenkins e McGuire, 2006).

Quando considerada bonificação de 10–15% no preço do leite em função do maior teor de gordura, os níveis intermediários ($\approx 2,4\%$) tornaram-se economicamente competitivos ou superiores ao controle. Esse resultado evidencia que a valorização da composição do leite altera substancialmente a viabilidade da estratégia nutricional. Sistemas de pagamento baseados em sólidos capturam economicamente alterações na composição, tornando racional a adoção de estratégias que modulam o perfil lipídico (White *et al.*, 2002).

A simulação combinando redução moderada no custo do óleo e bonificação por qualidade resultou em desempenho econômico superior nos níveis intermediários de inclusão.

Isso indica que a viabilidade depende da convergência de condições favoráveis e não exclusivamente de variação extrema em uma única variável.

Os resultados evidenciam clara dissociação entre eficiência biológica e eficiência econômica. Embora a inclusão de óleo tenha melhorado o teor de gordura do leite e mantido a produção com menor CMS, o aumento do custo alimentar reduziu a margem líquida sob sistema convencional de pagamento por volume. Assim, a adoção da suplementação com óleo de linhaça deve ser contextualizada em sistemas convencionais, não é economicamente recomendável; em sistemas com pagamento por sólidos, inclusão intermediária (~2,4%) representa melhor equilíbrio e em mercados funcionais (leite enriquecido em n-3), níveis mais elevados podem ser justificados.

6. CONCLUSÃO

A inclusão de óleo de linhaça dourada em dietas à base de palma forrageira melhora a concentração de gordura do leite sem comprometer a produção, indicando eficiência nutricional. Contudo, sob condições convencionais de mercado, o aumento do custo da dieta supera os benefícios financeiros. A viabilidade econômica depende da valorização da qualidade do leite ou da redução no custo do insumo, reforçando a necessidade de integração entre nutrição, economia e estrutura de mercado na formulação de estratégias alimentares para cabras leiteiras.

7. REFERÊNCIAS

ALLEN, M. S. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, jul. 2000. v. 83, n. 7, p. 1598–1624.

ALMEIDA, Gabriela Brisola; PICCININ, Adriana Piccinin. EVOLUÇÃO DA CAPRINOCULTURA DE LEITE NO BRASIL. In: **XI JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2022

ALVES, R. V. *et al.* Caracterização da caprinocultura leiteira no Cariri Ocidental, Semiárido Paraibano, Nordeste do Brasil. **Research Society and Development**, 14 set. 2022. v. 11, n. 12, p. e286111234254-e286111234254.

ARAÚJO, A. M. S. De. Fontes Lipídicas Na Gestão Estratégica De Redução De Custos Com Alimentação De Cabras Leiteiras. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO : [s.n.], 2023. **Trabalho De Conclusão De Curso**.

BARBOSA, S. N. *et al.* Potencial nutracêutico do leite de cabra – perfil da gordura: uma revisão sistemática. **observatório de la economía latinoamericana**, 18 mar. 2025. v. 23, n. 3, p. e9271.

BARROS, C. P. *et al.* Paraprobióticos: aspectos teóricos e potenciais vantagens da aplicação em produtos lácteos. **MilkPoint**, 18 abr. 2019. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/adriano-gomes-da-cruz/paraprobioticos-aspectos-teoricos-e-potenciais-vantagens-da-aplicacao-em-produtos-lacteos-213612/>>.

BASSOTTO, L. C.; MACHADO, L. K. C. Gestão dos custos em uma propriedade leiteira familiar do sul de Minas Gerais. **ForScience**, 6 out. 2020. v. 8, n. 2, p. e00528–e00528.

BERNARD, L. *et al.* Effect of plant oils in the diet on performance and milk fatty acid composition in goats fed diets based on grass hay or maize silage. **British Journal of Nutrition**, 16 jun. 2009. v. 101, n. 2, p. 213–224.

BERRY, D. P. Invited review: Beef-on-dairy—The Generation of Crossbred Beef × Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 4, 2021.

CABRERA, V. E.; SOLÍS, D.; CORRAL, J. DEL. Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. **Journal of Dairy Science**, jan. 2010. v. 93, n. 1, p. 387–393. Acesso em: 28 jan. 2020.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1751–1770, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – **CONAB**. Portal de Informações Agropecuárias. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/precos-agropecuarios.html>.

CORRÊA, A. M. N. *et al.* Feeding Cactus (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) Cladodes as a Partial Substitute for Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) Induces Beneficial Changes in Milk Fatty Acid Composition of Dairy Goats Fed Full-Fat Corn Germ. **Dairy**, 30 abr. 2025. v. 6, n. 3, p. 23–23.

COSTA, A. F. D. indicadores produtivos e reprodutivos de um rebanho de cabras leiteira no estado da paraíba. universidade federal da paraíba centro de ciências agrárias : [s.n.], 2023.

Trabalho De Conclusão De Curso.

DUTRA, I. C. *et al.* Forage Cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) f. Cactaceae as an Alternative for Ruminant Feeding. **Brazilian Journal of Science**, 19 jul. 2024. v. 3, n. 9, p. 33–41.

FELISBERTO, NR de O. *et al.* Diagnóstico da Bacia Leiteira Caprina localizada entre os estados da Paraíba e Pernambuco. 1. ed. **Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos**, p. 34, 2022.

FLUCK, A. C. *et al.* Alimentos alternativos na alimentação de ruminantes. Editora Científica Digital eBooks, p. 12–31, 2023.

GLASSER, F.; FERLAY, A.; CHILLIARD, Y. Oilseed Lipid Supplements and Fatty Acid Composition of Cow Milk: A Meta-Analysis. **Journal of Dairy Science**, dez. 2008. v. 91, n. 12, p. 4687–4703.

GOMES, H. F. B. *et al.* Intake and ruminal parameters of goats fed diets supplemented with vegetable oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 1 jan. 2021. v. 50.

GONÇALVES, M. Da C. P. Estudo Sobre a Cadeia De Caprino De Leite Em Alagoas. [S.l.]: **Semente Consultoria & Conhecimento**, 2021. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/AL/Anexos/Estudo%20de%20caprino%202021.pdf>>.

GOYAL, A. *et al.* Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. **Journal of Food Science and Technology**, 10 jan. 2014. v. 51, n. 9, p. 1633–1653. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4152533/>>.

HEIDORN, L. *et al.* sustentabilidade das cadeias produtivas de leite de cabra e ovelha: revisão integrativa com base no triple bottom line. **Revista Gestão E Conhecimento Contemporâneo – REGECO**, 2024. v. 2, n. 1.

HOLANDA FILHO, Z. F.; MAGALHÃES, K. A.; LUCENA, C. C. De. Custos de produção de leite de cabra no Vale do Jaguaribe, CE. **Embrapa.br**, 2020. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1128486>>.

HRISTOV, S. *et al.* HYGIENE PROCEDURES BEFORE, DURING AND AFTER COW MILKING. **Arhiv veterinarske medicine**, 29 jun. 2023. v. 16, n. 1, p. 5–15.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE De Recuperação Automática – SIDRA. Censo Agropecuário – 2017**; resultados definitivos. Tabela 6928 – Número de estabelecimentos agropecuários com caprinos, efetivos, venda e produção de leite, por tipologia, condição do produtor em relação às terras e grupo de cabeças caprinos. [Rio de Janeiro, 2020]. disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6928>

JENKINS, T. C. Lipid Metabolism in the Rumen. **Journal of Dairy Science**, dez. 1993. v. 76, n. 12, p. 3851–3863.

JENKINS, T. C.; MCGUIRE, M. A. Major Advances in Nutrition: Impact on Milk Composition. **Journal of Dairy Science**, abr. 2006. v. 89, n. 4, p. 1302–1310.

KHOLIF, A. M. *et al.* Effects of Crushed Linseed or Linseed Oil Supplementation on Performance of Dairy Goats and Fatty Acids Profile in Milk. **Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences**, v. 10, n. 2, p. 19–19, 2015.

LÉVESQUE, J. *et al.* Milk Yield and Composition in Dairy Goats Fed Extruded Flaxseed or a high-palmitic Acid Fat Supplement. **Journal of Dairy Research**, v. 89, n. 4, p. 355–366, 2022.

LOPES, G. S. De S. *et al.* A Importância Da Produção De Leite Para O Rebanho caprino: Uma Revisão. **NutriTime Revista Eletrônica**, 5 set. 2024. v. 21, n. 5, p. 9448–9455. Disponível em: <<https://nutritime.com.br/artigos/artigo-596-a-importancia-da-producao-de-leite-para-o-rebanho-caprino-uma-revisao>>.

MASHAMAITE, P. K.; TADA, O. Phenotypic plasticity in trait performance of common dairy goat breeds under diverse environments: a systematic review. **Frontiers in Animal Science**, 8 ago. 2025. v. 6.

MUSCO, N. *et al.* Effects of Linseed Supplementation on Milk Production, Composition, Odd- and Branched-Chain Fatty Acids, and on Serum Biochemistry in Cilentana Grazing Goats. **Animals**, 20 mar. 2022. v. 12, n. 6, p. 783.

NÁRIO, C. M. S. Efeitos da variabilidade climática sobre a produção de leite caprino na zona rural de Monteiro-PB. **Ufcg.edu.br**, 2017.

NASCIMENTO, M. I. DE S. S. *et al.* Insights dos principais produtos oriundos da caprinovinocultura no Nordeste brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e41811528264, 11 abr. 2022.

NÓBREGA, A. Pesquisa Aponta Alternativas Para Desenvolvimento Da Caprinocultura Leiteira. **www.embrapa.br**, 28 fev. 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/78478790/pesquisa-aponta-alternativas-para-desenvolvimento-da-caprinocultura-leiteira>>.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington, DC: **National Academy Press**, 2001. 381 p.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of small ruminants. Washington, DC: **National Academy Press**, 2007.

OLIVEIRA, A. R. De *et al.* Sistema De Produção De palma-forrageira Para O Estado Da Paraíba. **Embrapa.br**, 2023. p. 32. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1142333>>.

OLIVEIRA LÔBO, A. M. B.; BRAGA LÔBO, R. N. Desempenho produtivo de raças caprinas especializadas e seus mestiços para produção de leite em regiões tropicais-revisão de literatura (**Documentos 117**). 2015.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in Lactation Rations : Review. **Journal of Dairy Science**, jan. 1980. v. 63, n. 1, p. 1–14.

PINHO, D. B. *et al.* Manual de Economia. **Repositório USP**, 2017.

POLO SEBRAE AGRO. Produtos lácteos com valor agregado. **Relatório de Inteligência**, [S. l.], p. 1-7, 7 abr. 2025. Disponível em: <https://sebraeplay.com.br/content/valor-agregado-em-produtos-lacteos>.

REIS, Alexandre Cabral dos. Caprinocultura leiteira no brasil. 2023. 29 p. **Monografia** (Curso Bacharelado em Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, GO, 2023.

RUEGG, P. L. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. **Journal of Dairy Science**, 1 dez. 2017. v. 100, n. 12, p. 10381–10397. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217310329>>.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT User's Guide. Version 9.2. Cary, NC: **SAS Institute Inc.**, 2009.

SAVOINI, G. *et al.* Effects of Fat Supplementation in Dairy Goats on Lipid Metabolism and Health Status. **Animals**, 4 nov. 2019. v. 9, n. 11, p. 917.

SHINGFIELD, K. J. *et al.* Role of trans fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. **Animal**, 2010. v. 4, n. 7, p. 1140–1166.

SILSKA, G.; WALKOWIAK, M. Comparative analysis of fatty acid composition in 84 accessions of flax (*Linum usitatissimum* L.). **Journal of Pre-Clinical and Clinical Research**, 9 set. 2019. v. 13, n. 3, p. 118–129.

SILVA, H. W. Da; favarin, s. a importância econômica da criação de cabra leiteira para o desenvolvimento rural. **Revista Científica Rural**, 10 jun. 2020. v. 22, n. 1, p. 46–53.

SILVA, L. S. E . produção, composição e concentração de fatores antiobesidade no leite de cabras suplementadas com óleo de soja. universidade federal rural de pernambuco unidade acadêmica de garanhuns: [s.n.], 2019. **Dissertação**.

SILVA, R. F.; PEREIRA, R. A.; OLIVEIRA, M. G. Impact of high dietary fat levels on ruminal microbiota and fiber digestibility in cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 297, p. 120485, 2023.

SILVEIRA, N. C. Dos S. Desenvolvimento de modelo de custo e aplicação à valoração econômica de indicadores zootécnicos em um sistema de produção de caprinos leiteiros. <https://repositorio.ufu.br/>: Universidade Federal de Uberlândia, 2022. **Trabalho de Conclusão de Curso**.

SOARES, L. F. P. *et al.* Milk production and the feeding costs of lactating Saanen goats fed diets containing spineless cactus. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 550–554, abr. 2020.

SOUSA, S. De A. *et al.* Mastite em caprinos leiteiros. **Research Society and Development**, 19 nov. 2023. v. 12, n. 12, p. e111121243999–e111121243999. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/43999>>.

SOUSA, W. H. De *et al.* Indicadores Técnicos E Econômicos De Produtividade De Um Sistema De Produção De Caprinos De Corte No Semiárido. 1. ed. [S.l.]: **Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A.** - EMEPA-PB, 2018. V. 1.

SRINIVASAN, Dr. B. Balaji; U, Prof. Sasikala. A Study On Consumer Purchase Intention Towards Functional Dairy Products In Bengaluru North. **Migration Letters**, London, UK, v. 21, n. S5, p. 539–548, 2024. Disponível em: <https://migrationletters.com/index.php/ml/article/view/7733>.

THANH, L. P. *et al.* Effect of Fish Oil and Linseed Oil on Intake, Milk Yield and Milk Fatty Acid Profile in Goats. **Animals**, 1 jul. 2023. v. 13, n. 13, p. 2174.

TORAL, P. G. *et al.* Review: Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. Challenges and opportunities. **Animal**, 2018. v. 12, p. s272–s281.

TOZER, P. R.; BARGO, F.; MULLER, L. D. Economic Analyses of Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Ration. **Journal of Dairy Science**, mar. 2003. v. 86, n. 3, p. 808–818.

VASCONCELOS, J. M. P. B. L. De *et al.* caprinocultura no nordeste do brasil: impactos socioeconômicos e sustentabilidade no semiárido. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, 16 abr. 2025. v. 19, n. 4, p. e011867.

VIEIRA, R. A. M. *et al.* Dairy Goat Husbandry Amongst the Household agriculture: Herd and Economic Indexes from a Case Study in Rio De Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009. v. 38, n. 1, p. 204–213.

WHITE, S. L. *et al.* Milk Production and Economic Measures in Confinement or Pasture Systems Using Seasonally Calved Holstein and Jersey Cows. **Journal of Dairy Science**, jan. 2002. v. 85, n. 1, p. 95–104.

ZHANG, L. *et al.* Effects of dietary lipids on ruminal fermentation, fiber digestibility, and ruminant performance: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 45, 2021.