



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
SERTÃO PERNAMBUCANO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE SILAGENS EM DIETAS PARA  
CAPRINOS**

**ARTHUR COELHO VIANA**

PETROLINA – PE  
2026

**ARTHUR COELHO VIANA**

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE SILAGENS EM DIETAS PARA  
CAPRINOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*  
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção  
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Teixeira Leal de Oliveira

PETROLINA – PE  
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

V614 Viana, Arthur Coelho.

Consumo e digestibilidade de silagens em dietas para caprinos / Arthur Coelho Viana. - Petrolina, 2026.  
43 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2026.

Orientação: Prof. Dr. Pablo Teixeira Leal de Oliveira.  
Coorientação: Dr. Elíio Celestino de Oliveira Chagas.

1. Ciências Agrárias. 2. Alimentos alternativos. 3. Caprinos. 4. Silagem de uva. 5. Semiárido. I. Título.


CDD 630

**ARTHUR COELHO VIANA**

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE SILAGENS EM DIETAS PARA  
CAPRINOS**


Trabalho de Conclusão do Curso  
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*  
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção  
de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 03 de Abril de 2026.

Documento assinado digitalmente  
 **PABLO TEIXEIRA LEAL DE OLIVEIRA**  
Data: 30/04/2026 19:47:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

**Prof. Dr. Pablo Teixeira Leal de Oliveira**  
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural

Documento assinado digitalmente  
 **TATIANA NERES DE OLIVEIRA**  
Data: 30/04/2026 19:57:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Tatiana Neres de Oliveira**  
IFSertãoPE Campus Petrolina Zona Rural

Documento assinado digitalmente  
 **DANIEL RIBEIRO MENEZES**  
Data: 04/05/2026 10:29:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dr. Daniel Ribeiro Menezes**  
Univasf – Universidade Federal do Vale do São Francisco

## EPÍGRAFE

“O otimista é um tolo. O pessimista, um chato. Bom mesmo é ser um realista esperançoso.”

(Ariano Suassuna)

## AGRADECIMENTOS

Ao senhor Santo Deus, criador de todas as coisas, sem o senhor nada é possível;

A minha noiva e companheira inseparável Maria Tainara Resende da Silva por todo apoio, sem você não seria possível;

A minha mãe e irmão que sempre me deram um suporte excepcional;

Ao NEForR grupo de estudos que tenho muito orgulho de ter feito parte;

A minha amiga e companheira de projetos Ana Julia Rodrigues de Souza, meu muito obrigado;

A meu amigo e companheiro de graduação Johnathan Vinicius Barbosa Vieira, foram muitos bons momentos compartilhados juntos, obrigado pelo apoio;

Ao Professores e orientadores Ellio Celestino de Oliveira Chagas e Pablo Teixeira Leal de Oliveira, vocês foram quem me guiaram na minha jornada acadêmica e vou ser eternamente grato;

As empresas NIAGRO e vinícola Terra Nova pelo fornecimento das matérias primas das silagens;

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano por todo apoio;

A todos integrantes e bolsistas do laboratório de Solos do IFSertãoPE – Campus Petrolina Zona Rural, pela parceria;

A todos os alunos estagiários, amigos dedicados, companheiros de projeto, que me auxiliaram durante o desenvolvimento desta pesquisa, vão meus mais sincero obrigado! Tenho certeza de que todos vocês têm um futuro brilhante pela frente.

## RESUMO

A escassez de forragem nas regiões semiáridas durante os períodos secos causa a necessidade de buscar alternativas viáveis para a alimentação de ruminantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes de silagens alternativas em dietas para caprinos em confinamento. O experimento utilizou 18 caprinos sem raça definida, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em dietas compostas pela proporção de 50% de concentrado e 50% de volumoso, variando apenas a fonte da silagem ofertada: silagem da parte aérea da mandioca, silagem de resíduo de acerola e silagem de resíduo de uva. Os resultados demonstraram que a silagem de uva promoveu o maior consumo de matéria seca (3,93% do peso vivo ou  $85,66 \text{ g/kg}^{0.75}$ ), além de obter os maiores consumos absolutos de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Não houve diferença significativa para a digestibilidade da matéria seca entre as dietas experimentais. A dieta contendo silagem de mandioca apresentou maior digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) (42,45%), enquanto as silagens de resíduos de frutas (uva e acerola) apresentaram os maiores coeficientes de digestibilidade do EE e de NDT. Conclui-se que a silagem de resíduo de uva apresentou o melhor potencial de uso na alimentação dos caprinos, proporcionando os maiores consumos e bom aporte energético em virtude da boa palatabilidade e da digestão eficiente.

Palavras-chave – Alimentos alternativos; Caprinos; Resíduos agroindustriais; Semiárido; Silagem de uva.

## ABSTRACT

Forage scarcity in semiarid regions during dry periods creates the need to seek viable alternatives for ruminant feeding. The objective of this study was to evaluate the intake and nutrient digestibility of alternative silages in diets for confined goats. The experiment used 18 mixed-breed goats, distributed in a completely randomized design, with three treatments and six replicates. The treatments consisted of diets composed of a 50% concentrate and 50% roughage ratio, varying only the source of the offered silage: cassava aerial part silage, acerola residue silage, and grape residue silage. The results demonstrated that the grape silage promoted the highest dry matter intake (3.93% of body weight or  $85.66 \text{ g/kg}^{0.75}$ ), in addition to obtaining the highest absolute intakes of crude protein (CP), ether extract (EE), and total digestible nutrients (TDN). There was no significant difference in dry matter digestibility among the experimental diets. The diet containing cassava silage showed higher neutral detergent fiber (NDF) digestibility (42.45%), while the fruit residue silages (grape and acerola) presented the highest digestibility coefficients for EE and TDN. It is concluded that the grape residue silage presented the best potential for use in goat feeding, providing the highest intakes and a good energy supply due to its good palatability and efficient digestion.

Key words – Alternative feeds; Goats; Agroindustrial residues; Semiarid; Grape silage.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Composição estimada percentual, química-bromatológica das dietas.....	19
Tabela 2	–	Composição bromatológica dos ingredientes utilizados no preparo das dietas. ....	23
Tabela 3	–	Consumos médios diários em função dos tratamentos.....	24
Tabela 4	–	Consumos médios diários de CHOT, CNF, FDN e FDA em função dos tratamentos.....	27
Tabela 5	–	Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes em função dos tratamentos. ....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AOAC – Association of Official Analytical Chemists  
CCHOT – Consumo de Carboidratos Totais  
CCNF – Consumo de Carboidratos Não Fibrosos  
CDA – Coeficiente de Digestibilidade Aparente  
CFDA – Consumo de Fibra em Detergente Ácido  
CFDN – Consumo de Fibra em Detergente Neutro  
CMS – Consumo de Matéria Seca  
CNDT – Consumo de Nutrientes Digestíveis Totais  
CNF – Carboidratos Não-Fibrosos  
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento  
CPB – Consumo de Proteína Bruta  
CPZR – Campus Petrolina Zona Rural  
CT / CHOT – Carboidratos Totais  
DACHOT / DCHOT – Digestibilidade dos Carboidratos Totais  
DAFDN / DFDN – Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro  
DAPB / DPB – Digestibilidade da Proteína Bruta  
DCNF – Digestibilidade dos Carboidratos Não Fibrosos  
DEE – Digestibilidade do Extrato Etéreo  
DIGMS / DMS – Digestibilidade da Matéria Seca  
DMO – Digestibilidade da Matéria Orgânica  
DNNT – Digestibilidade dos Nutrientes Digestíveis Totais  
EE – Extrato Etéreo  
FDA – Fibra em Detergente Ácido  
FDN – Fibra em Detergente Neutro  
GPD / GDP – Ganho de Peso Diário  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IFSertãoPE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão  
Pernambucano  
LIG – Lignina  
MM – Matéria Mineral  
MO – Matéria Orgânica

MS – Matéria Seca

MSF – Matéria Seca Fecal

MST – Matéria Seca Total

NDT – Nutrientes Digestíveis Totais

NRC – National Research Council

PB – Proteína Bruta

PCFi – Peso Corporal Final

PCI – Peso Corporal Inicial

PPM – Pesquisa da Pecuária Municipal

PV – Peso Vivo.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Silagem</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Acerola</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Uva</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>Mandioca</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Delineamento Experimental</b> .....	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Dietas experimentais</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Consumo e Digestibilidade</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>Consumo</b> .....	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Digestibilidade</b> .....	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas enfrentam frequentes períodos de seca, que podem decorrer tanto da ausência ou escassez de chuvas, como da sua distribuição irregular ao longo da estação chuvosa. Essas condições adversas impõem sérias restrições à produção agropecuária, sobretudo na pecuária, devido à oferta limitada e de baixa qualidade de forragem para a alimentação dos animais (SILVA et al. 2014).

Devido à influência da irregularidade de distribuição das chuvas sobre a alimentação de ruminantes nas regiões semiáridas é necessário buscar alternativas para a alimentação do rebanho. Em 2024, Pernambuco, que possui o segundo maior rebanho caprino (3.417.381 cabeças) entre as cinco regiões do Brasil, atrás somente da Bahia com 4.202.085 cabeças, registrou seu recorde em números de animais no estado, recorde esse, que antes pertencia ao ano de 2023 com 3.995.039 cabeças. Esses números mostram que mesmo com as dificuldades de produzir em um clima irregular a atividade ainda continua em crescimento (IBGE, 2025).

A maioria dessa população tem como base alimentar a utilização de pastagens nativas ou cultivadas, no entanto, com a estacionalidade de produção das forrageiras é necessária a busca de alimentos alternativos. Na época das chuvas a disponibilidade de forragens é quantitativamente e qualitativamente satisfatória, todavia, nas épocas críticas do ano, além da escassez de forragens o valor nutritivo se apresenta em níveis bastante baixos o que acarreta queda de produtividade e compromete a produção de leite e carne (LIMA et al., 2004).

Nesse cenário, o fortalecimento do manejo alimentar dos sistemas de produção de ruminantes consiste na mais importante ferramenta para reverter o panorama de baixa eficiência produtiva. A busca por alimentos alternativos, para substituição dos grãos e outras forragens, vem como uma opção a mais para redução dos custos com alimentação na seca. Esses alimentos alternativos são definidos como: Ingredientes encontrados localmente, que apresentem um perfil nutricional adequado, sejam bem aceitos pelos animais, tenham um custo inferior em relação aos alimentos convencionais e, acima de tudo, não comprometam a saúde, o bem-estar nem o desempenho produtivo dos animais (SANTOS, 2017).

Baseado na descrição anterior, os resíduos agroindustriais, vem exercendo o papel de substituição dos alimentos convencionais. Segundo Oliveira (2003), esses componentes não aproveitados, representam um recurso alimentar passível de aproveitamento na alimentação dos ruminantes. O mesmo autor alerta também que a exploração desses resíduos na alimentação animal ainda é pequena e empírica.

A utilização dos resíduos agroindustriais pode ser uma saída para reduzir os custos de produção, entretanto, esses materiais ainda necessitam de estudos sobre o seu real valor, avaliando a sua disponibilidade, os níveis adequados para utilização, e somete, a partir daí, incorporá-los na produção animal. Outro obstáculo a ser superado é a não constância nos valores nutricionais dessas substâncias residuais, pois, alterações nos processos de beneficiamento das indústrias, qualidade dos frutos, diferenças na constituição dos resíduos e principalmente, a inclusão (maior ou menor) de cascas em relação às sementes, podem resultar em diferentes qualidades dos resíduos (GARCIA et al., 2014).

Outra fonte alternativa e com expressivo potencial de utilização na pecuária é a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), principalmente, devido à sua rusticidade, capacidade de adaptação a solos pobres e a défices hídricos, bem como ao elevado potencial nutricional da sua parte aérea (TININI et al., 2021; MIRANDA, 2021).

Contudo, para que a planta possa ser fornecida aos animais ela precisa antes ser processada, com isso, ela irá perder seus fatores antinutricionais. Nesse sentido, a conservação em silagem é uma das maneiras mais adequadas para seu armazenamento, pois, ela consegue manter o alto teor de nitrogênio e o baixo teor de hidratos de carbono solúveis em água (ONI et al., 2014).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

- Avaliar o consumo e digestibilidade dos nutrientes das silagens em dietas para caprinos em confinamento.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a influência das silagens nos consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro pelos caprinos;

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), no ano de 2024, a caprinocultura brasileira se destacou com um rebanho recorde estimado em 13,3 milhões de cabeças. A região Nordeste, conhecida por sua adaptação favorável aos caprinos, abrigava uma quantidade de 12,8 milhões de cabeças, o que representava 95,6% do rebanho nacional. Apesar das taxas de crescimento negativas em algumas regiões, o rebanho caprino em nível nacional manteve um crescimento positivo, impulsionado principalmente pela região Nordeste (IBGE, 2025).

Segundo Pereira e Ramos (2024), esse crescimento se deve ao fato que a caprinovinocultura pode ser considerada uma das principais atividades geradoras de renda na região, além de ser principal fonte de proteína animal para as famílias da região semiárida. Além disso, a atividade produtiva da caprinovinocultura vem ganhando novos mercados em consequência da busca pelo consumo de alimentos saudáveis, sem resíduos e produzidos com respeito à natureza.

Por outro lado, animais mais produtivos também são mais exigentes quanto a nutrição e ao ambiente térmico, sendo assim, amenizar os efeitos climáticos típicos das regiões tropicais que causam estresse térmico sobre os animais, além da necessidade de suplementação alimentar com concentrado para aumentar a concentração energética da dieta e atingir seu requerimento nutricional têm sido algumas das preocupações dos produtores (LIMA et al., 2022).

#### 3.1 Silagem

A escassez de alimentos volumosos é um problema que se repete anualmente nas regiões semiáridas, este ciclo de fartura alimentar durante um estreito período do ano e de restrição do alimento no restante, é algo que ocorre regularmente nas regiões semiáridas. Esse período de escassez e a baixa qualidade da forragem que não atende o requerimento energético e proteico desses animais, refletem a realidade de baixa produtividade dos rebanhos da região, apesar de ostentarem o maior rebanho efetivo do país (SILVA et al. 2014).

Além disso, a suplementação dos animais nos períodos de escassez com o fornecimento de forragens conservadas e/ou alimentos concentrados, visando corrigir as deficiências nutricionais, são ações efetivas para o andamento da atividade

produtiva, mas que, geralmente, oneram os custos produtivos e reduz a lucratividade do produtor.

A utilização de fontes alimentares alternativas com melhor relação custo/benefício podem ser estratégias de grande impacto na viabilidade da pecuária praticada. Nesse cenário, os resíduos agroindustriais despontam como um recurso nutricional altamente viável na dieta de ruminantes. Segundo Voltoni et al., 2021 esses coprodutos representam um recurso alimentar de grande aproveitamento. A literatura enfatiza a importância atual da utilização desses resíduos na alimentação animal, pois além de reduzirem os custos de produção, atuam diretamente na diminuição da poluição ambiental gerada pelo descarte inadequado de grandes volumes de resíduos.

Nesse sentido, as agroindústrias frutícolas que processam produtos originados da agricultura, para a extração de sucos e polpas e que estão instaladas por toda a região nordeste, e que, impreterivelmente, tem gerado um incremento na produção de resíduos não utilizáveis na alimentação humana. Resíduos esses, que podem ser aproveitados na formulação de dietas alimentares e conservados na forma de silagem, e se tornando um importante fator de barateamento nos custos de produção, além de contribuir para minimizar o impacto ambiental causado pelo acúmulo desses resíduos na natureza (VALENTE, 2011).

A utilização de silagens tem se tornado bastante eficiente para o desenvolvimento da produção animal, principalmente para as regiões com baixa disponibilidade de forragem. A silagem proporciona um alimento volumoso de boa qualidade para a nutrição dos ruminantes, diminui os custos com mão-de-obra, proporciona maior aproveitamento dos recursos disponíveis, e colabora com o desenvolvimento da produção agropecuária (NEUMANN et al., 2017).

A técnica de ensilagem consiste na conservação de forragens úmidas e tem como princípio a preservação das características nutricionais da forragem a partir da acidificação da massa ensilada. Esta acidificação ocorre através das atividades de bactérias lácticas, que fermentam carboidratos solúveis a ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, em meio anaeróbico (PEDROSO, 2016).

### **3.2 Acerola**

O Brasil, com seu imenso potencial na área agroindustrial, particularmente na fruticultura, se destaca como um dos principais produtores de frutas tropicais do

planeta, no último censo agropecuário, realizado em 2017, foi calculada uma produção de 60.966 toneladas da fruta, onde 58%, advinham da agricultura família, outro dado importante é que a região Nordeste é a maior produtora, responsável por aproximadamente 78% da produção nacional (IBGE, 2017).

Segundo último Censo Agropecuário de 2017 mostram que cerca de 5.753 hectares de acerola foram colhidos, gerando aproximadamente 61 mil toneladas da fruta. Pernambuco se destaca entre os estados produtores, com Pernambuco sendo o maior produtor do estado, contribuindo com 21.351 toneladas. O Ceará e Sergipe seguem na lista, com 7.578 e 5.427 toneladas respectivamente (IBGE, 2017).

Dentro desse cenário, é previsto que aproximadamente 47% da produção anual de frutas seja consumida in natura, enquanto os restantes 53% são empregados na fabricação de alimentos processados, tais como geleias, licores e sucos, entre outros. Esta variedade no uso das frutas favorece tanto o abastecimento do mercado interno quanto a exportação, além de valorizar os produtos e criar oportunidades para o setor agroindustrial brasileiro (ASSIS et al., 2008; DE BRITTO, 2020).

Oliveira et al. (2024) ressaltam que “os resíduos agroindustriais são fontes de altos níveis de vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes”. Assim, cada vez mais a indústria e pesquisadores buscam viabilizar propostas que visam maximizar o rendimento do processamento de frutas. Com isso, busca-se adicionar valor ao resíduo que era, até então, subutilizado ou descartado, redirecionando-o para métodos alternativos de processamento de alimentos (ABUDA; NARAIN, 2018; DE BRITTO, 2020).

Prakash e Baskaran (2018) apontam que, devido à grande procura por essa fruta na forma de alimentos processados, estima-se que cerca de 40% da produção, o que corresponde a aproximadamente 60 mil toneladas segundo o Censo Agropecuário de 2017 do IBGE, seja transformada em resíduos agroindustriais, incluindo sementes e cascas.

### **3.3 Uva**

A vitivinicultura tem uma divisão conceitual entre dois grandes eixos de produção: o "Velho Mundo", composto pelas nações de tradição consolidada na vinificação como França, Itália e Espanha; e o "Novo Mundo", que abrange os países onde a atividade se desenvolveu a partir dos processos de colonização, como Chile, Argentina, Estados Unidos e Brasil (DOROW et al, 2016). Inserida neste último

contexto, a vitivinicultura brasileira emerge como uma atividade de notável importância social e econômica, desempenhando um papel relevante na geração de emprego e renda tanto no segmento de uvas de mesa, que corresponde a mais da metade da área cultivada no país, quanto na produção de uvas destinadas ao processamento para a elaboração de vinhos finos, consolidando-se como um campo estratégico para o desenvolvimento regional (ZANUS, 2015).

A produção de uvas no Brasil representa 1,5 milhão de toneladas/ano, sendo que 50% destinam-se a uvas de mesa, 24,5% para produção de vinhos, 24,5% para produção de sucos e 2% para confecção de produtos industrializados (FILHO et al. 2024). Em 2018, apenas nas exportações, foram arrecadados US\$ 8,42 milhões correspondendo ao aumento de 182% do rendimento nos períodos calculados de 2005 a 2018. Em 2019, o Brasil exportou 3,7 milhões de litros de vinhos e espumantes (CONAB, 2020).

Por outro lado, o bagaço de uva é um problema ambiental devido à seu grande volume, representando aproximadamente 20% do total processado e sendo gerado em um curto intervalo de tempo, apresentando características poluentes. O bagaço contém compostos fenólicos com ação fitotóxica e antibacteriana em teores relativamente elevados, dificultando seu descarte (FILHO et al. 2024).

Quando nos referimos aos resíduos do processamento da uva, já temos uma maior gama de finalidades onde podemos inserir esse resíduo, havendo vários estudos onde direcionam esse material para produção de corantes, saborizantes, aromatizadores, farinhas para pães e biscoitos, e em indústrias de biocombustível para produção de biodiesel e bioetanol de 2ª geração (COSTA et al. 2017).

Contudo, a produção de vinhos gera um grande volume de resíduos, e com o constante crescimento do mercado se vê uma maior necessidade de explorar novas possibilidades sendo uma delas a destinação para a alimentação animal.

### **3.4 Mandioca**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é considerada a quarta commodity mais importante depois do arroz, trigo e milho tornando-se de grande importância para a segurança alimentar; sendo um componente básico na dieta de mais de um bilhão de pessoas (RIVAS et al.,2021). O Brasil, em 2020 produziu cerca de 19 milhões de toneladas, cultivadas numa área de 1,36 milhões de hectares, conforme fontes do CONAB (BRASIL, 2020).

A planta é sinônimo de eficiência e riqueza, pois é uma planta bastante rústica e expressa uma versatilidade incrível, desde sua adaptabilidade a climas intensos e decorrentes intemperes, quanto a seu aproveitamento. Sendo as raízes sua fonte primária de aproveitamento, e devido, muitas vezes, a falta de conhecimento, outra parte da planta é negligenciada no processo da colheita. O terço superior da planta possui um excelente perfil bromatológico, e com isso se tornando um importante volume na nutrição animal (MIRANDA, 2021; EMBRAPA, 2023).

As folhas da mandioca, dependendo da cultivar e idade de colheita podem variar seu teor proteico em 23,2 a 35,9% (WOBETO et al., 2006). Com a parte aérea em geral (folhas e caule) apresentando em torno de 9 a 12% de teor proteico dependendo da cultivar (SOUZA et al., 2011).

A silagem mandioca apresenta um bom potencial de utilização na alimentação animal, segundo Cação et al, (2022) a utilização da silagem de mandioca em ovinos não teve diferença estatística no desempenho dos animais quando feita a substituição do feno de tifton pela silagem.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - Campus Petrolina Zona Rural (CPZR), situado na região semiárida do Nordeste do Brasil.

Foram utilizadas dezoito caprinos, sem raça defina, com peso médio inicial de 22 Kg, os quais, foram alojados em baias individuais (1,0 x 2,0 m), com piso de chão batido e sombreadas artificialmente com telha cerâmica em regime de confinamento durante 21 dias, constituindo de 14 dias para adaptação e 7 dias de período experimental.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, registrada com o nº 082/2024, garantindo que todos os protocolos de manejo e coleta de dados respeitassem os padrões éticos exigidos para a experimentação com ruminantes.

### 4.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições. Os tratamentos experimentais, formados por dietas completas com diferentes fontes de silagem (resíduos da acerola, bagaço da uva e parte aérea da mandioca) nas proporções 50:50 volumoso : concentrado e seis repetições, totalizando 18 animais.

Os resíduos agroindustriais utilizados para a confecção das silagens foram obtidos na região do Vale do São Francisco. A mandioca utilizada pertencia ao campo produtivo do Instituto Federal do Sertão Federal – Campus Petrolina Zona Rural com idade de 1 ano. O bagaço da uva foi cedido pela vinícola Terra Nova, localizada no município de Casa Nova – BA. Já o resíduo de acerola foi proveniente da agroindústria Niagro, situada em Petrolina – PE. Após a coleta, os materiais foram transportados para o local do experimento, como os resíduos têm por características um alto teor de umidade advindo do seu processamento, se fez necessário o ajuste de matéria seca para 35% dos resíduos de acerola e o de uva.

O consumo dos nutrientes e digestibilidade foram analisados considerando-se um animal como unidade experimental, sendo apresentado um consumo médio diário

de matéria seca e de nutrientes por animal escalonado para a massa corporal (g/d/kg), e o peso médio por animal (kg). Assim, o modelo estatístico foi o seguinte:

$$y_{ij} = \mu + \beta_j + e_{ij}$$

Efeitos fixos são representados por letras gregas e efeitos aleatórios ou variáveis aleatórias são representados por letras do alfabeto latino. Assim  $y_{ij}$  representa a medida tomada no  $i$ -ésimo animal segundo ao  $j$ -ésimo tratamento utilizado no experimento. Na equação,  $\mu$  corresponde à média geral;  $\beta_j$  o efeito do nível de lipídio; e  $e_{ij}$  suposto normal e independentemente distribuído, com média 0 e variância  $\sigma^2$  (Searle, 1971).

Para o ajuste deste modelo foram testadas as seguintes estruturas de variâncias e covariâncias: componentes de variância, simetria composta com correlação constante entre as medidas repetidas no tempo; correlações autorregressivas entre as medidas repetidas no tempo; e a estrutura irrestrita de variâncias e covariâncias.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) por meio do programa estatístico SISVAR. Para as variáveis que apresentaram diferenças significativas, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas de forma a proporcionar fontes diferentes de silagem as dietas dos animais, onde usaremos fontes não convencionais. Essas fontes foram a silagem da parte aérea da mandioca, silagem do resíduo da acerola e do resíduo da uva. A dietas foram formuladas para que os animais tenham todo o aporte nutricional adequado. As silagens foram ofertadas na proporção de 50% da dieta, além de concentrado contendo grão de milho moído, e minerais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição estimada percentual, química-bromatológica das dietas.

Alimentos (%)	Níveis de Silagem		
	Silagem de Mandioca	Silagem de Acerola	Silagem de Uva

Farelo de milho	45,70	45,40	45,40
Ureia	1,30	1,60	1,60
Núcleo mineral	2,50	2,50	2,50
Calcário Calcítico	0,50	0,50	0,50
Silagem de Mandioca	50,00	0,00	0,00
Silagem Acerola	0,00	50,00	0,00
Silagem de Uva	0,00	0,00	50,00
<b>Composição Bromatológica Estimada</b>			
MS	53,06	41,37	40,80
EM	2.971,54	3.041,88	2.961,88
PB	150,63	151,46	150,56
EE	14,99	54,99	14,89
FDN	324,97	278,63	318,83
FDA	257,05	201,63	234,93
Ca	5,22	5,22	5,22
P	2,86	2,85	2,85
<b>Custo (kg)</b>	<b>0,86</b>	<b>0,87</b>	<b>0,87</b>

Todas as dietas foram balanceadas com base no NRC (2007). As dietas foram ofertadas na forma de mistura completa em duas refeições diárias (9 e 15h). A quantidade ofertada foi ajustada diariamente, e as sobras mantidas em 15% em função do consumo do dia anterior.

As determinações dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizados conforme os procedimentos padrões descritos em AOAC (1990); e as de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme proposto por Van Soest et al. (1991). Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado pela fórmula  $\%NDT = 87,84 - (0,70 \times FDA)$  desenvolvida por Undersander et al. (1993). Os teores de carboidratos totais (CT), de carboidratos não-fibrosos, assim como os consumos de NDT, foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992).

A quantidade de alimento ofertada e as sobras foram anotadas diariamente para o cálculo do consumo e conversão alimentar e consumo de água foi registrado durante o período de coleta de dados.

Amostras dos alimentos e sobras foram coletadas diariamente durante o período de coletas de dados e levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72h; em seguida foram armazenadas em sacos de papel, devidamente identificados. Finalizado o período experimental as amostras das sobras foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de crivo de 2,0 mm, acondicionadas em saquinhos de polietileno identificados e armazenados para posteriores análise

O peso corporal inicial (PCI) dos animais foi registrado antes da oferta das dietas e sem jejum de sólidos e água. As pesagens seguintes ocorreram a cada sete dias até o final do período experimental (21 dias), quanto aos animais foram pesados, obtendo-se o peso corporal final (PCFi). O ganho em peso diário (GPD) foi obtido pela equação:  $GDP (kg) = (PCFi - PCI) / 30$ .

### **4.3 Consumo e Digestibilidade**

A análises de digestibilidade ocorreu no intervalo entre o 15° e 21° dias experimentais mantidos em suas respectivas baias, para avaliação de digestibilidade aparente das dietas experimentais. O ensaio teve duração de sete dias utilizando para registro da quantidade de alimento ofertada, água ingerida, assim como das sobras e fezes. A quantidade ofertada foi ajustada diariamente e as sobras mantidas em 15%, em função consumo do dia anterior.

A coleta de fezes foi total, efetuada por meio de sacolas de lona e esvaziadas ao longo do dia ou quando se fizer necessário. A produção fecal foi determinada pela soma dos pesos das fezes recolhidas retirando uma alíquota e a mesma reservada para posterior análise.

Durante o período de coleta de dados, amostras dos alimentos, além das sobras e fezes, foram identificadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72hs e processadas.

Para o cálculo de matéria seca fecal (MSF) utilizou-se a fórmula:

$$\text{MSF (kg)} = \frac{\text{Indicador consumido (kg)} \times 100}{\% \text{ do indicador nas fezes}}$$

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) será calculado como descrito por Silva & Leão (1979), onde:

$$\text{CDA} = \frac{[(\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (kg)})] \times 100}{\text{consumo de nutrientes (kg)}}$$

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que a silagem da parte aérea da mandioca apresentou composição bromatológica abaixo do esperado, principalmente pelo baixo teor de proteína bruta (3,7%) e pelo alto valor de FDN (73,80%), conforme mostrado na Tabela 2. Esses resultados ficam bem distantes do que é normalmente encontrado na literatura. Takaya (2023), por exemplo, analisou diferentes níveis de incremento com farelo de milho na silagem da mandioca e encontrou valores variando entre 12 a 13% de PB na matéria seca. A literatura recente corrobora que a proporção de folhas na massa ensilada influencia diretamente o valor nutricional da Silagem.

Segundo Severo (2025) com o aumento da maturidade fisiológica, ocorre uma variação na caracterização morfológica da planta, apresentando menor proporção de folhas e maior proporção de hastes (material mais fibroso e lignificado), característica das plantas mais velhas. Sudarman et al. (2016), reforça que as folhas da mandioca apresentam entre 21% e 35% de PB em sua composição. Mostrando que a proporção de folhas na massa ensilada influencia diretamente esse componente. Assim, o valor encontrado neste trabalho se aproxima mais do que se esperaria de uma silagem composta basicamente por hastes mais maduras e lignificadas.

**Tabela 2:** Composição bromatológica dos ingredientes utilizados no preparo das dietas.

Ingredientes	%MST	%MO	%MM	%EE	%PB	%NDT	%FDN	%FDA	%LIG
<b>Silagem de Mandioca</b>	24,13	92,43	7,57	2,88	3,70	50,20	73,80	53,77	18,87
<b>Silagem de Uva</b>	29,74	93,96	6,04	8,31	7,54	45,98	67,48	59,80	24,35

<b>Silagem de</b>	28,01	96,29	3,71	3,42	5,22	48,22	74,49	56,60	47,77
<b>Acerola</b>									
<b>Milho</b>	81,20	92,77	1,23	2,82	5,87	84,31	55,39	5,05	1,59
<b>Soja</b>	81,73	92,20	7,80	1,52	29,79	73,77	60,53	20,10	3,84

Além disso, falhas na vedação do silo (perfurações observadas na lona) contribuiu para essa redução no teor de proteína. A entrada de oxigênio quebra a anaerobiose necessária e favorece a deterioração aeróbia. Segundo Borreani et al. (2018) e Kung Jr. et al. (2018), esse processo estimula microrganismos que consomem carboidratos solúveis e compostos nitrogenados, o que reduz a qualidade final da silagem e aumenta as perdas.

Quanto à FDN, o valor encontrado (73,80%) ficou muito superior aos relatados por Takaya (2023) que variaram de 51,36 a 36,18%. Por outro lado, aproxima-se dos resultados encontrados por Fernandes et al. (2023), onde a média obtida ao avaliar diferentes genótipos de mandioca se manteve em 60,41%.

Essa variação expressiva entre os estudos reforça o quanto fatores como o estágio de desenvolvimento da planta, a relação folha/haste e as condições de armazenamento podem alterar o perfil fibroso da silagem. A proximidade com os valores mais altos da literatura sugere que o material utilizado apresentava maior proporção de hastes e possivelmente menor participação de folhas no momento da ensilagem.

A caracterização bromatológica da silagem de resíduo de uva demonstrou teores de 7,54% de Proteína Bruta (PB) e 8,31% de Extrato Etéreo (EE). Esses valores corroboram com os encontrados para os resíduos advindo do processamento de uva, onde Simões (2020) encontrou 9,1% e 8,45% e Massaro Junior (2014), 13,9% e 8,34%, respectivamente, avaliando silagens de bagaço de uva. Além das frações proteica e lipídica, os constituintes da parede celular da silagem de uva avaliada corroboram a natureza fibrosa deste coproduto. Os teores de FDN (67,48%) e FDA (59,80%) observados aproximam-se dos valores relatados por Massaro Junior (2015), que caracterizou a silagem de bagaço de uva com 64,07% e 53,31% para as respectivas frações.

Para a silagem de acerola, o elevado teor de FDN (74,49%) e FDA (56,60%) estão em conformidade com a caracterização de Manera et al. (2014), 81,57% e

59,90% e Pereira et al. (2009), 67,7% e 52,9%, respectivamente. Esse documento destaca que os resíduos da agroindústria de acerola possuem perfil majoritariamente fibroso, o que explica os baixos níveis de proteína e a alta concentração de lignina.

### 5.1 Consumo

Como podemos observar na Tabela 3, logo abaixo, foi constatado que a mudança da fonte de volumoso resultou em uma diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para o consumo de matéria seca (CMS), tanto em %PV quanto em  $g/kg^{0,75}$ . Em ambas as variáveis, os maiores valores foram registrados nos animais alimentados com a silagem de uva.

**Tabela 3:** Consumos médios diários em função dos tratamentos.

Item	Tratamentos			CV%
	Silagem de Uva	Silagem de Acerola	Silagem de Mandioca	
<b>CMS (Kg/dia)</b>	0,894a	0,757a	0,722a	20.01
<b>CMSPV (Kg/dia)</b>	3,93a	3,45b	3,11b	11.85
<b>CMS (<math>g/Kg^{0,75}</math>)</b>	85,66a	74,37b	68,30b	12.23
<b>CPB (Kg/dia)</b>	0,08a	0,07b	0,05b	19.95
<b>CPBPV (Kg/dia)</b>	0,39a	0,33b	0,24c	12.55
<b>CPB (<math>g/Kg^{0,75}</math>)</b>	8,57a	7,11b	5,44c	12.34
<b>CNDT (Kg/dia)</b>	0,62a	0,56a	0,52a	17.62

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) entre si, pelo teste Scott-Knott.

Esse maior consumo pode ser explicado principalmente pela composição bromatológica dos volumosos. A silagem de resíduo de uva apresentou o menor teor de FDN (67,48%) em comparação às silagens de acerola (74,49%) e da parte aérea de mandioca (73,80%), e de acordo com Mertens (1987) e Van Soest (1994), e revalidado por vários autores como Pereira et al., (2024) e Schmith (2023), a fração FDN é o principal componente responsável pelo “enchimento ruminal”, por apresentar lenta degradação e maior efeito físico no rúmen. Assim, o menor teor de fibra da

silagem de uva reduziu essa limitação física, permitindo que os animais consumissem mais alimento antes de atingirem a saciedade.

Além disso, a palatabilidade da silagem de uva também contribuiu para esse resultado. Suas características sensoriais, aliadas ao maior teor de extrato etéreo (8,31%), tornam a dieta mais atrativa e energeticamente mais densa. Lipídeos, quando presentes em níveis moderados, tendem a melhorar o sabor e a textura do alimento (Van Soest, 1994), estimulando a ingestão.

Outro ponto relevante é a tolerância natural dos caprinos aos compostos secundários presentes no resíduo de uva, como os taninos. Embora esses compostos possam causar adstringência, Gomes (2025), relata que os ruminantes apresentam maior tolerância aos taninos devido à ação dos microrganismos presentes no rúmen, que ajudam a minimizar os efeitos negativos desses compostos. Além disso, conforme Araújo et al. (2016), caprinos possuem saliva rica em proteínas ligantes (como a prolina), que neutralizam os efeitos sensoriais dos taninos, evitando rejeição do alimento.

Em relação ao consumo de Proteína Bruta (PB) e Extrato Etéreo (EE), também houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ), com os melhores resultados novamente para a silagem de uva, alcançando 8,57 e 4,17 g/kg<sup>0.75</sup>, respectivamente. Isso ocorre porque a ingestão de nutrientes está diretamente ligada ao consumo de matéria seca (NRC, 2007). Assim, como os animais consumiram mais da dieta com uva e demonstraram maior aceitação, o aporte proteico e energético foi naturalmente superior, enquanto nas dietas de acerola e mandioca o consumo menor acabou limitando a ingestão total desses nutrientes.

Outro ponto relevante é o teor de PB dos volumosos. Como mostrado na Tabela 3, a silagem de resíduo de uva apresentou 7,54% de PB, enquanto a silagem de acerola atingiu 5,22% e a de parte aérea de mandioca, 3,7%. Mesmo assim, quando esses valores são comparados com a literatura, percebe-se que todos estão abaixo do padrão esperado. Para o resíduo de uva, por exemplo, os 7,54% observados situam-se bem abaixo dos 11,55% relatados por Santos (2021) para o subproduto desidratado. O mesmo ocorre com a acerola, que teor de PB (5,22%) ficou inferior aos 9,01% registrados por Santos (2021).

Essas diferenças são comuns quando se trabalha com resíduos agroindustriais, pois sua composição depende do processo de beneficiamento, rendimento de extração e proporção entre cascas, sementes e polpa. No caso da acerola, o baixo

teor proteico sugere que a fração utilizada possuía maior participação de sementes lignificadas.

Quanto ao Extrato Etéreo, o maior consumo observado nos animais alimentados com silagem de resíduo de uva (4,17 g/kg PV<sup>0.75</sup>) está diretamente ligado ao elevado teor lipídico presente nas sementes (8,31% de EE). Embora Ambrósio (2024) aponte que níveis acima de 7% de lipídeos na dieta podem prejudicar a fermentação ruminal e reduzir o consumo, isso não ocorreu no presente experimento.

A ausência desse efeito negativo sugere que a gordura das sementes de uva pode estar fisicamente protegida pelo tegumento ou apresentar um perfil de ácidos graxos que, quando ensilado, não compromete a fermentação pelas bactérias celulolíticas. Esse comportamento está alinhado com os resultados de Massaro et al. (2021), que também observaram que subprodutos da uva podem aumentar a densidade energética da dieta sem reduzir a ingestão voluntária.

O consumo de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) reforça essa interpretação. Os maiores valores foram registrados para os tratamentos com uva (60,43 g/kg PV<sup>0.75</sup>) e acerola (55,77 g/kg PV<sup>0.75</sup>), que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3), enquanto a mandioca apresentou menor valor (49,66 g/kg PV<sup>0.75</sup>). No caso da uva, o elevado consumo energético decorre da combinação de maior ingestão de matéria seca e do teor de EE da silagem, aumentando a densidade calórica da dieta — resultado que concorda com Massaro et al. (2021).

Para a acerola, mesmo com ingestão de matéria seca numericamente menor, o consumo de NDT foi semelhante ao da uva. Isso está de acordo com Ferreira et al. (2010), ele observou que, apesar do teor de lignina reduzir a digestibilidade da fibra, a fração não fibrosa da acerola (polpa e açúcares solúveis) contribuiu para manter um bom aporte energético.

Esse mesmo padrão aparece no consumo de carboidratos, apresentados na Tabela 4. Para CHOT e CNF (g/kg PV<sup>0.75</sup>), os maiores consumos foram registrados para uva (68,02 e 31,39) e acerola (62,96 e 30,30), com valores inferiores para mandioca (55,94 e 25,14). Assim, mesmo com menor ingestão física, a acerola compensou com maior proporção de carboidratos não fibrosos.

**Tabela 4:** Consumos médios diários de CHOT, CNF, FDN e FDA em função dos tratamentos.

Item	Tratamentos			CV%
	Silagem de Uva	Silagem de Acerola	Silagem de Mandioca	
<b>CCNF (Kg/dia)</b>	0,327a	0,309a	0,266a	21.08
<b>CCNFPV (Kg/dia)</b>	1,44a	1,40a	1,14b	12.75
<b>CCNF (g/Kg<sup>0,75</sup>)</b>	31,39a	30,30a	25,14b	13.37
<b>CCHOT (Kg/dia)</b>	0,70a	0,64a	0,59a	19.77
<b>CCHOTPV (Kg/dia)</b>	3,12a	2,92a	2,54b	11,44
<b>CCHOT (g/Kg<sup>0,75</sup>)</b>	68,02a	62,96a	55,94b	11.83
<b>CFDN (Kg/dia)</b>	0,382a	0,331a	0,325a	19,16
<b>CFDNPV (Kg/dia)</b>	1,68a	1,51a	1,40a	11.51
<b>CFDN (g/Kg<sup>0,75</sup>)</b>	36,63a	32,62b	30,79b	11,55
<b>CFDA (Kg/dia)</b>	0,22a	0,14b	0,15b	32.39
<b>CFDAPV (Kg/dia)</b>	0,96a	0,63b	0,67b	23.94
<b>CFDA (g/Kg<sup>0,75</sup>)</b>	21,17a	13,64b	14,77b	25.32

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente ( $P>0,05$ ) entre si, pelo teste Scott-Knott.

Quanto ao consumo das frações fibrosas ajustado ao peso metabólico, houve diferença significativa para FDA ( $P=0,01$ ) e tendência para FDN ( $P=0,05$ ). Os animais alimentados com silagem de uva apresentaram os maiores consumos de ambas as frações: 36,63 g/kg PV<sup>0.75</sup> para FDN e 21,17 g/kg PV<sup>0.75</sup> para FDA, valores superiores aos observados nos tratamentos com acerola e mandioca, que não diferiram entre si.

Esse comportamento chama atenção porque, apesar da silagem de uva apresentar menor teor percentual de FDN que a mandioca, resultou no maior consumo absoluto de fibra. À primeira vista, esse resultado foge da teoria clássica proposta por Mertens (1994), segundo a qual o consumo é limitado pelo teor de fibra. No entanto, estudos de Tosta et al. (2015) e Guerra et al. (2010) ajudam a explicar esse padrão: a fibra presente no resíduo de uva é formada principalmente por sementes, que possuem alta densidade e partículas menores. Isso permite uma passagem mais rápida pelo orifício retículo-omasal, reduzindo o efeito de enchimento físico e possibilitando maior consumo total de fibra por dia.

Por outro lado, o comportamento observado na dieta com mandioca — especialmente o menor consumo de FDN (30,79 g/kg PV<sup>0.75</sup>) — está de acordo com os limites fisiológicos descritos por Van Soest (1994); Lazzarini et al. (2009); Pereira et al. (2024). Segundo os autores, dietas com teor de Proteína Bruta abaixo de 7–8% não fornecem nitrogênio suficiente para manter níveis adequados de amônia no rúmen. Como a silagem de mandioca apresentou apenas 3,7% de PB, é provável que o fornecimento de nitrogênio para a fermentação da fibra tenha ficado abaixo do mínimo necessário. Nessa condição, a limitação não ocorre por excesso de fibra, mas pela falta de nitrogênio, que reduz a atividade microbiana e deixa a digestão da fibra mais lenta, gerando um “atraso digestivo”.

Resultados semelhantes já haviam sido relatados por Gonzaga Neto et al. (2001); Fernandes (2016) que, ao trabalhar com silagens de euforbiáceas (grupo onde se enquadra a mandioca), verificaram que frações caulinares muito maduras prejudicam o consumo voluntário mais do que o simples teor de FDN indicaria, devido à baixa digestibilidade dessas hastes.

## 5.2 Digestibilidade

Os coeficientes de digestibilidade aparente estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5:** Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes em função dos tratamentos.

Item (%)	Tratamentos			CV%
	Silagem de Uva	Silagem de Acerola	Silagem de Mandioca	
<b>DMS</b>	59,50a	60,99a	61,45a	5,28
<b>DMO</b>	60,80a	63,88a	64,62a	5,21
<b>DPB</b>	49,79b	62,02a	51,27b	6,91
<b>DNDT</b>	75,45a	75,81a	70,48b	3,89
<b>DEE</b>	73,06a	81,37a	64,65b	11,39
<b>DFDN</b>	25,99a	31,31b	42,45a	17,72
<b>DCHOT</b>	60,39a	63,58a	65,92a	5,58
<b>DCNF</b>	102,85a	98,32b	94,62a	3,20

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) entre si, pelo teste Scott-Knott.

A análise de variância não indicou efeito das dietas sobre a digestibilidade da Matéria Seca (DIGMS) e dos Carboidratos Totais (DACHOT), cujas médias foram 60,65% e 63,63%, respectivamente. Contudo, houve diferença significativa para as frações fibrosas e proteicas. A digestibilidade da Proteína Bruta (DAPB) foi maior na dieta com acerola (62,02%), superando estatisticamente os valores encontrados para uva (49,80%) e mandioca (51,27%), que não diferiram entre si.

Para a digestibilidade da FDN (DAFDN), o resultado se inverteu: a dieta com mandioca apresentou o maior valor (42,45%), sendo superior aos tratamentos com acerola (31,31%) e uva (26,00%). Em relação ao Extrato Etéreo, as dietas resíduas de frutas apresentaram digestibilidades mais elevadas, com destaque para a acerola (81,38%), e a uva apresentando (73,07%), ambas superiores à mandioca (64,65%).

O coeficiente de digestibilidade dos Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) também favoreceu os volumosos com resíduos de frutas. As dietas com acerola (75,81%) e uva (75,45%) apresentaram valores superiores aos observados para a mandioca (70,49%), indicando melhor aproveitamento energético global.

O melhor desempenho da mandioca quanto à digestibilidade da FDN pode ser explicado pela dinâmica ruminal. Como discutido por Benedeti et al. (2018), a taxa de passagem do alimento está diretamente relacionada ao nível de ingestão. Assim, o menor consumo observado para a mandioca reduziu a velocidade de passagem e aumentou o tempo de retenção ruminal, favorecendo um ataque microbiano mais prolongado e uma degradação mais completa da fibra. Esse mecanismo de “compensação digestiva” também é descrito nas atualizações do modelo de Cornell (Van Amburgh et al., 2015).

Martins et al. (2008) observaram tendência semelhante ao trabalharem com feno da parte aérea da mandioca, registrando digestibilidade da FDN próxima a 47% graças à natureza da fibra, composta principalmente por celulose, que pode ser degradada quando há tempo ruminal suficiente. Nas silagens de uva e acerola, o fenômeno contrário foi observado: a maior velocidade de passagem das sementes — partículas pequenas e pesadas — reduziu o tempo disponível para fermentação, resultando nas menores digestibilidades de FDN e FDA deste estudo.

Os baixos coeficientes de digestibilidade das frações fibrosas da uva (26,00%) e da acerola estão de acordo com o que Vieira et al. (2017) e Guerra et al. (2010) descrevem sobre a estrutura desses resíduos. Segundo os autores, a fibra de

subprodutos de frutas é composta principalmente por sementes ricas em lignina e cutina. Essa barreira física dificulta a adesão das bactérias fibrolíticas e limita a degradação ruminal da parede celular, o que explica os valores obtidos neste trabalho.

Apesar da baixa digestibilidade da fibra, as dietas com uva e acerola apresentaram os maiores valores de digestibilidade do Extrato Etéreo (81,38% e 73,07%) e de NDT. Isso reforça o que Tosta et al. (2015) observou, vendo que a inclusão de resíduos de uva aumenta a digestibilidade lipídica e o aporte energético.

A digestão eficiente do óleo das sementes compensou a baixa degradação da fibra, o que está de acordo com Valadares Filho et al. (2010); Pereira et al. (2024), que destacam que a gordura digestível fornece 2,25 vezes mais energia do que os carboidratos. Assim, o bom aproveitamento da fração lipídica foi determinante para que as silagens de frutas apresentassem melhor desempenho energético que a mandioca.

## **6 CONCLUSÃO**

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as silagens provenientes de resíduos agroindustriais demonstram uma capacidade de uso na alimentação de caprinos, diminuindo os impactos negativos dos resíduos ao meio ambiente e fortalecendo a cadeia produtiva.

## REFERÊNCIAS

ABUDA, A. K. S.; NARAIN, N. **Characterization and alternatives to use acerola residue**. Acta Horticulturae, v. 1198, p. 145–154, 25 abr. 2018.

AGRO, Censo. **IBGE - Censo Agro 2017**. IBGE - Censo Agro 2017. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76215](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76215)>. Acesso em: 6 set. 2025.

AMBRÓSIO, João Victor Camargo. **Efeito dos níveis de suplementação e da gordura protegida no desempenho, morfometria das papilas ruminais e nas lesões de rúmen e ceco de novilhas terminadas em pastagem**. 2024.

ASSIS, S. A.; FERNANDES, P. F.; MARTINS, A. B. G.; OLIVEIRA, O. M. M. **Acerola: Importance, culture conditions, production and biochemical aspects**. Fruits, mar. 2008.

BENEDETI, P. D. B. et al. **An updated database and prediction equations for passage rate of digesta in cattle fed tropical diets**. Journal of Animal Science, v. 96, n. 4, p. 1369-1383, 2018.

BORREANI, GIORGIO et al. **Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages**. Journal of dairy science, v. 101, n. 5, p. 3952-3979, 2018.

BRASIL. (CONAB) Companhia Nacional de Abastecimento. **Mandioca: análise mensal**. Fev. 2020. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 novembro 2024.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Uva – Análise Mensal – dezembro 2019 – janeiro 2020**. Disponível em: Acessado em: janeiro de 2020.

COSTA FILHO, D. V.; SILVA, A. J.; SILVA, P. A. P. SOUSA, F. **Aproveitamento de**

**resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos.** II Congresso Nacional de Ciências Agrárias, 2017. Departamento Acadêmico de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DE BRITTO, D. **Preparo de material nanoencapsulado a partir de vitamina C extraída de resíduo agroindustrial de acerola.** Embrapa, p. 2–7, 2020.

DE FREITAS CAÇÃO, Márcia Marise et al. **Desempenho e características de carcaças de cordeiros alimentados com silagem de rama de mandioca.** Ciência Animal, v. 32, n. 3, p. 46-56, 2022.

DELVA, L.; SCHNEIDER, R. G. **Acerola (*Malpighia emarginata* DC): Production, Postharvest Handling, Nutrition, and Biological Activity.** Food Reviews International, v. 29, n. 2, p. 107–126, mar. 2013.

DOROW R., de Melo, R. B., Mondardo, M., de Almeida Padrão, G., & Revillion, J. P. P. (2016). **Vitivinicultura: uma análise a partir dos países produtores.** Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense, 5(9), 132-147, 2016.

DOS SANTOS, M. G. R. et al. **Composição bromatológica da silagem de rama de mandioca.** Porto Velho, Rondônia. 2012.

EL-SHARKAWY, M. A. **Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semiarid environments.** Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 19, n. 4, p. 257-286, 2007.

**EMBRAPA. A mandioca na alimentação animal.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2023. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1163342/1/Folder-Alimentacao-animal-2023.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2026.

FERREIRA, Ana Cristina Holanda et al. **Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola.** Revista Ciência Agronômica, v. 41, p. 693-701, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERNANDES, Francisco Duarte et al. **Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2016.

FERNANDES, Francisco Duarte et al. **Composição química de silagem e feno da parte aérea e da raspa de raízes de mandioca.** REVISTA DELOS, v. 16, n. 44, p. 1231-1249, 2023.

GARCIA, R. G. et al. **Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brasil.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v. 14, n. 2, p. 71-158, Apr./June 2014.

GONZAGA NETO, S. et al. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas com silagem de maniçoba (Manihot glaziovii Muell. Arg.).** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1109-1115, 2001.

GOMES, Pamela Rocha. **Uso de taninos condensados na dieta para borregas: parâmetros nutricionais e metabólicos.** 2025. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025.

GUEDES, P.L.C.; LEMOS, P.F.B.A.; ALBUQUERQUE, R.P.F.; COSTA, R.F.; CHAGAS, N.G.; CUNHA, A.P.; CAVALCANTI, V.R. **Produção de forragem de mandioca para alimentação de bovinos leiteiros no agreste paraibano.** Tecnologia e Ciência Agropecuária, v.1, n.2, p.53-59, 2007.

GUERRA, D. G. F. et al. **Desempenho nutricional de ovinos alimentados com dietas contendo resíduo de vitivinícola desidratado associado a diferentes fontes energéticas.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2262-2268, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agropecuária: Caprinos - BA.** IBGE Explica. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/caprinos/ba>.

Acesso em: 24 abr. 2026.

JUNIOR, José & Costa, José & Neiva, Jose & Rodriguez, Norberto. **Physical-chemical characterization of tropical fruit by-products for use in animal feed.** Revista Ciencia Agronomica. 37. 2008.

KUNG JR, Limin et al. **Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages.** Journal of dairy Science, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018.

LAZZARINI, I. et al. **Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em bovinos confinados alimentados com dietas contendo diferentes proporções de volumoso e concentrado sob suplementação com nitrogênio.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 2021-2030, 2009.

LIMA, C. D. S.; GOMES, H. de S.; DETONI, C. E. **Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntiaficus indica* L.) cv. miúda.** Magistra, v. 16, p. 1-8, 2004.

LIMA, P. O. et al. Estratégias nutricionais para mitigação do estresse térmico em pequenos ruminantes no semiárido. *In: Avanços na nutrição e alimentação de caprinos e ovinos.* Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2022. p. 45-62.

MARTINS, Lia Raquel Beserra et al. **Digestibilidade e consumo de dietas em ovinos mantidos com misturas múltiplas, elaboradas com feno da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta*).** 2008.

MASSARO, Fernando Luiz et al. **Grape pomace silage on growth performance, carcass, and meat quality attributes of lambs.** Scientia Agricola, v. 79, n. 5, p. e20200343, 2021.

MASSARO JUNIOR, Fernando Luiz. **Silagem de bagaço de uva na alimentação de cordeiros.** 2024.

MANERA, D. B. et al. **Desempenho produtivo de ovinos em pastejo suplementados com concentrados contendo coprodutos do processamento de frutas.** Semina:Ciencias Agrarias, v. 35, n. 2, p. 1013–1022, 2014.

MERTENS, D. R. **Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function.** Journal of animal science, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p. 450-493.

MIRANDA, A. S. **Valor nutritivo de acessos e de silagem do gênero Manihot.** 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids.** 6th ed. Washington: The National Academy Press: 2007, 384p, 2007.

NEUMANN, M.; LEÃO, G.F.M.; COELHO, M.G.; FIGUEIRA, D.N.; SPADA, C.A.; PERUSSOLO, L.F. **Aspectos produtivos, nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem.** Archivos de Zootecnia, v. 66, n. 253, p. 51-58, 2017.

OLIVEIRA, E.R. de. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ovinos.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa, PB. Anais... João Pessoa: Sincorte, 2003. 672p.

OLIVEIRA, V. A. F. et al. Aproveitamento de subprodutos oriundos de uva. *In: Sustentabilidade, Tecnologia e Meio Ambiente: tópicos atuais em pesquisa*. Vol. 3. São Paulo: Editora Científica, 2024. p. 45-58.

ONI, A. O. et al. **Effect of additives on fermentation of cassava leaf silage and ruminal fluid of west african dwarf goats**. *Archivos de Zootecnia*, v. 63, n. 243, p. 449-459, 2014.

PEDROSO, André de Faria. **Princípio da produção e manejo de silagens**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2016.

PEREIRA, E. S.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; AZEVEDO, J. A. G.; SANTOS, S. A. (ed.). **Exigências nutricionais de caprinos e ovinos: BR-Caprinos & Ovinos**. São Carlos: Scienza, 2024. 270 p.

PEREIRA, L. G. R., AZEVEDO, J. A. G., PINA, D. D. S., BRANDÃO, L. G. N., de ARAUJO, G. G. L., & VOLTOLINI, T. V. **Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes**. 2009.

PEREIRA, H. S.; RAMOS, P. R. O perfil de consumo das carnes caprina e ovina em Petrolina-PE e desafios para os produtores locais. **Revista FT**, v. 129, n. 133, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/o-perfil-de-consumo-das-carnes-caprina-e-ovina-em-petrolina-pe-e-desafios-para-os-produtores-locais/>. Acesso em: 24 abr. 2026.

PRAKASH, A.; BASKARAN, R. **Acerola, an untapped functional superfruit: a review on latest frontiers**. *Journal of Food Science and Technology*, 1 set. 2018.

RIVAS, D. V. et al. **Factors related to the starch content during the extraction process of Cassava (Manihot Esculenta, Crantz) Crop**. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, p. 10441-10448, 2021.

SANTOS DE SOUZA, André et al. **Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca**. Rev. bras. saúde prod. anim, 2011.

SANTOS, Girlene Cordeiro de Lima. **Meta-análise e análises de componentes principais do uso de tortas de oleaginosas na dieta de vacas leiteiras**. 2021. 124 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021.

SANTOS, Helinaldo Nunes. **Concentração plasmática de N uréico e glicose e excreção de ureia em vacas leiteiras alimentadas com farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja da dieta**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal, Paraíba, 2017.

SCHMITH, Rabeche. **Avaliação do consumo e taxa de passagem da silagem do resíduo cultural do abacaxi utilizado na alimentação de ovinos**. 2023. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2023.

SEVERO, Alonso dos Santos. **Valor nutricional da silagem da parte aérea da mandioca colhida em diferentes idades e aditivadas com grãos de milho moído**. 2025. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABREU, C. L.; LEÃO, A. G. **Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes**. Com. Sci., Bom Jesus, v.5, n.4, p.370-379, out./dez. 2014.

SIMÕES, Robson Rodrigues. **Terminação de cordeiros confinados com silagem de sorgo, resíduo úmido de cervejaria ou bagaço de uva como volumoso da dieta**. 2020.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets**. 2. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, A. S. et al. **Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca**. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 12, n. 2, 2011.

SUDARMAN, A. et al. **The use of cassava leaf silage as a substitute for concentrate feed in sheep**. *Tropical animal health and production*, v. 48, n. 7, p. 1509-1512, 2016.

TAKAYA, Érica; DA SILVA, Francineide Soares; BOTELHO, Luiz Fernando Rocha. **Qualidade de silagem da parte aérea da mandioca com adição de diferentes concentrações de milho moído**. *Perquirere*, v. 20, n. 2, p. 78-89, 2023.

TININI, R. C. R. et al. Silagem da parte aérea da mandioca como um alimento alternativo na dieta de vacas em lactação – revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 24, n. 1, e2405, 2021.

TOSTA, X. M. et al. **Inclusão do resíduo de uva na dieta de cordeiros terminados em confinamento**. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 36, n. 4, p. 2783-2794, 2015.

UNDERSANDER, D.J.; HOWARD, W.T.; SHAVER, R.D. **Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term**. *Journal of Production Agriculture*, v.6, n.2, p.231-235, 1993.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE**. 2. ed. Viçosa, MG: DZO/UFV, 2010.

VALENTE, Tiago Neves Pereira. **Utilização de resíduos de frutas na alimentação de ruminantes**. *Pubvet*, v. 5, p. Art. 1093-1099, 2011.

VAN AMBURGH, M. E. et al. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model, operational standards, and feed library version 6.5. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6361-6380, 2015.

VAN SOEST, Peter J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell university press, 1994.

VAN SOEST, PJ van; ROBERTSON, James B.; LEWIS, Betty A. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition**. Journal of dairy science, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, Bárbara de Cássia Ribeiro et al. **Utilização de subprodutos e resíduos de frutas na suplementação de ovinos (Ovis aries)**. Archives of Veterinary Science, v. 22, n. 2, p. 08-17, 2017.

VIEIRA FILHO, José Rodolfo; QUEIROZ, Stefania; LIMA, Lucas Mateus. **A utilização de resíduos da uva no desenvolvimento de novos produtos, no contexto da economia circular**. Revista de Iniciação Científica da Libertas, v. 12, n. 1, 2024.

VOLTOLINI, T. V. et al. **Potencial de uso de resíduos e coprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes no Semiárido brasileiro**. In: Avanços na pesquisa com pequenos ruminantes no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2021. p. 85-102.

WOBETO, C. et al. **Nutrients in the cassava (Manihot Esculenta crantz) leaf meal at three ages of the plant**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 4, p. 865-869, 2006.

ZANUS, Mauro Celso. **Panorama da vitivinicultura brasileira**. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Palestras... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2015.