

Características produtivas e qualitativas do feno de *Calotropis Procera* (Aiton) W.T.

Aiton em diferentes espaçamentos e alturas de corte no Semiárido Brasileiro

Productive and qualitative characteristics of *Calotropis Procera* (Aiton) W.T. Aiton hay under different spacings and cutting heights in the Brazilian Semi-arid Region

Características productivas y cualitativas del heno de *Calotropis Procera* (Aiton) W.T. Aiton en diferentes espaciamientos y alturas de corte en la región Semiárida Brasileña

Recebido: 24/10/2025 | Revisado: 07/11/2025 | Aceitado: 08/11/2025 | Publicado: 09/11/2025

Maíra Gabriela Oliveira Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2120-163X>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: costamaira09@gmail.com

Ariane Costa Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0672-0671>
Argofruta Comercial Exportadora Ltda., Brasil
E-mail: arianecardoso@hotmail.com

Ana Rita Leandro dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0084-3943>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Brasil
E-mail: ana.leandro@ifsertao-pe.edu.br

João Bandeira de Moura Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4031-6002>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Brasil
E-mail: joao.bandeira@ifsertao-pe.edu.br

Resumo

A *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton, conhecida como flor-de-seda, é uma espécie forrageira resistente e de alto potencial para produção de biomassa no semiárido. O presente trabalho teve como propósito avaliar as características produtivas e qualitativas do feno de *Calotropis procera* cultivada em diferentes espaçamentos e alturas de corte. O experimento, conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro espaçamentos, analisou altura, massa fresca e seca e rendimento de matéria seca (RMS). O espaçamento de 1,0 × 1,0 m apresentou o melhor desempenho (RMS de 39,1% e altura média de 112,4 cm). O feno apresentou boa coloração, 12,6% de proteína bruta e elevada aceitação por ovinos e caprinos, sem efeitos adversos. Conclui-se que a *C. procera* constitui alternativa sustentável e de baixo custo para alimentação animal no semiárido, contribuindo para os ODS 2, 12, 13 e 15.

Palavras-chave: Semiárido; Forragem; Flor-de-seda; Densidade de plantio; Sustentabilidade.

Abstract

Calotropis procera (Aiton) W.T. Aiton, known as silk flower, is a resilient forage species with high potential for biomass production in semi-arid regions. This study aimed to evaluate the productive and qualitative characteristics of *Calotropis procera* hay cultivated under different spacings and cutting heights. The experiment, conducted in a completely randomized design with four spacings, analyzed plant height, fresh and dry mass, and dry matter yield (DMY). The 1.0 × 1.0 m spacing showed the best performance (DMY of 39.1% and an average height of 112.4 cm). The hay exhibited good coloration, 12.6% crude protein, and high acceptance by sheep and goats, without adverse effects. It is concluded that *C. procera* represents a sustainable and low-cost alternative for animal feed in semi-arid regions, contributing to SDGs 2, 12, 13, and 15.

Keywords: Semi-arid; Forage; Silk flower; Planting density; Sustainability.

Resumen

Calotropis procera (Aiton) W.T. Aiton, conocida como flor de seda, es una especie forrajera resistente y de alto potencial para la producción de biomasa en las regiones semiáridas. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar las características productivas y cualitativas del heno de *Calotropis procera* cultivada en diferentes espaciamientos y alturas de corte. El experimento, conducido en un diseño completamente al azar con cuatro espaciamientos, analizó la altura de las plantas, la masa fresca y seca, y el rendimiento de materia seca (RMS). El espaciamiento de 1,0 × 1,0 m presentó el mejor desempeño (RMS de 39,1% y altura promedio de 112,4 cm). El heno mostró buena coloración,

12,6% de proteína bruta y alta aceptación por ovinos y caprinos, sin efectos adversos. Se concluye que *C. procera* constituye una alternativa sostenible y de bajo costo para la alimentación animal en el semiárido, contribuyendo a los ODS 2, 12, 13 y 15.

Palabras clave: Semiárido; Forraje; Flor de seda; Densidad de plantación; Sostenibilidad.

1. Introdução

A pecuária no semiárido brasileiro enfrenta desafios relacionados à escassez hídrica, à irregularidade pluviométrica e à baixa fertilidade dos solos, fatores que comprometem a oferta de forragem durante longos períodos do ano (Machado et al., 2016). A busca por espécies adaptadas a condições de seca e capazes de produzir biomassa de qualidade tornou-se essencial para a sustentabilidade da produção animal no Nordeste (Santos et al., 2019).

Entre as espécies promissoras destaca-se a *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton, conhecida como flor-de-seda, uma planta perene e rústica da família Apocynaceae, que se mantém verde durante a estiagem, apresenta tolerância a solos salinos e capacidade de rebrota vigorosa após o corte (Almeida et al., 2017). Além de sua rusticidade, a espécie tem se mostrado uma alternativa eficiente para produção de feno e silagem, sendo uma importante fonte de alimento para caprinos e ovinos (Freire et al., 2021).

O cultivo de *C. procera* contribui para o equilíbrio ecológico e a resiliência agropecuária do semiárido, favorecendo a conservação dos solos, a redução da desertificação e o uso racional dos recursos naturais (Freitas et al., 2023). No entanto, ainda há carência de estudos sobre as práticas de manejo que maximizem sua produtividade, especialmente no que se refere ao espaçamento e à altura de corte (Belém et al., 2016).

Dessa forma, o presente trabalho teve como propósito avaliar as características produtivas e qualitativas do feno de *Calotropis procera* cultivada em diferentes espaçamentos e alturas de corte. Com isso, busca-se definir o espaçamento mais eficiente em termos de rendimento e vigor das plantas, avaliar a produção de biomassa fresca e seca, identificar materiais com potencial forrageiro para alimentação de pequenos ruminantes e contribuir para a geração de tecnologias sustentáveis aplicadas à pecuária de base familiar no semiárido brasileiro.

2. Revisão Teórica

A *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton, popularmente conhecida como flor-de-seda, algodão-de-seda ou “sodom apple”, é uma planta perene pertencente à família Apocynaceae, amplamente distribuída em regiões áridas e semiáridas da África, Ásia e América do Sul. No Brasil, ocorre espontaneamente na Caatinga, onde tem despertado crescente interesse como espécie forrageira alternativa e de múltiplos usos econômicos (Almeida et al., 2017; Heuzé et al., 2016). Sua rusticidade confere elevada capacidade de adaptação a ambientes de baixa precipitação, solos de reduzida fertilidade e alta salinidade, o que a torna um recurso estratégico para a pecuária de base familiar e sistemas agroecológicos do semiárido nordestino (Ogundola et al., 2021; Aremu et al., 2023).

Do ponto de vista agrônomo, a *C. procera* destaca-se pela alta produção de biomassa, crescimento vigoroso e rebrota rápida após o corte, características que a qualificam como importante alternativa para suplementação animal durante períodos de estiagem (Freire et al., 2021; Freitas et al., 2023). No entanto, o uso direto da planta fresca é limitado pela presença de látex, rico em compostos bioativos e substâncias potencialmente tóxicas, como cardenólídeos e alcaloides (De Lima et al., 2011; Dogara, 2023). Para viabilizar seu aproveitamento na alimentação animal, recomenda-se a trituração e secagem das folhas e caules, processos que reduzem a toxicidade e tornam o material palatável e seguro (Belém et al., 2016).

Estudos zootécnicos demonstram resultados promissores quanto ao valor nutricional da *C. procera*. Segundo Silva et al. (2010), o feno da flor-de-seda apresenta teores satisfatórios de proteína bruta e fibra em detergente neutro, comparáveis aos

de leguminosas forrageiras tradicionais. Resultados semelhantes foram observados por Costa et al. (2011) e Madruga et al. (2008), que verificaram que o fornecimento de feno de *C. procera* a cordeiros da raça Santa Inês não comprometeu o ganho de peso, a composição da carcaça nem a qualidade físico-química da carne, evidenciando seu potencial como volumoso alternativo. Em estudos conduzidos por Adama et al. (2017) em Burkina Faso, a suplementação com folhas secas da espécie melhorou o desempenho produtivo de ovinos durante a estação seca, corroborando seu potencial de adaptação e eficiência alimentar em condições áridas.

Pesquisas recentes reforçam a influência do manejo agrônomico sobre a produtividade e a qualidade bromatológica da biomassa. Freitas et al. (2023) e Carvalho e Silva (2020) destacam que o espaçamento e a adubação orgânica são fatores determinantes na produção de matéria seca e nos teores de proteína, alterando significativamente o valor nutritivo do feno. A variação genética entre acessos da *C. procera*, relatada por Freire et al. (2021), demonstra a importância da seleção de genótipos adaptados às condições edafoclimáticas locais, podendo resultar em materiais mais produtivos e menos suscetíveis à presença de metabólitos tóxicos.

No campo da nutrição animal, Ogundola et al. (2021) e Aremu et al. (2023) ressaltam que as folhas e sementes da *C. procera* contêm aminoácidos essenciais, minerais como cálcio e potássio e compostos fenólicos com propriedades antioxidantes, o que amplia seu valor funcional. Embora estudos toxicológicos como o de De Lima et al. (2011) alertem para possíveis efeitos clínicos adversos quando consumida in natura, a correta desidratação do material elimina grande parte dos princípios ativos responsáveis por irritação gastrointestinal e cardiotoxicidade.

A utilização da espécie também tem impacto positivo sobre a qualidade dos produtos de origem animal. Em pesquisas realizadas por Madruga et al. (2008) e Costa et al. (2011), a inclusão de feno de *C. procera* na dieta de ovinos não alterou parâmetros sensoriais e de coloração da carne, sugerindo que o volumoso pode ser incorporado a dietas balanceadas sem prejuízo à qualidade comercial. Estudos complementares realizados por Nuhriawangsa et al. (2017) apontaram que o látex de espécies do gênero *Calotropis* pode influenciar características físico-químicas de carnes e derivados, abrindo perspectivas para investigações sobre o uso controlado de extratos vegetais na conservação de alimentos de origem animal.

Além do valor zootécnico, a *C. procera* desempenha funções ecológicas relevantes, como a recuperação de áreas degradadas e o controle da erosão, devido ao seu sistema radicular profundo e à elevada produção de biomassa foliar (Oliveira & NuneS, 2022). Em ecossistemas de Caatinga, a espécie contribui para a ciclagem de nutrientes e a manutenção da cobertura vegetal, favorecendo o microclima e a biodiversidade local. Dessa forma, seu cultivo integra-se às estratégias de convivência com o semiárido, oferecendo uma alternativa sustentável para a pecuária regional e alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2, 12, 13 e 15), que enfatizam a segurança alimentar, a produção responsável, a ação climática e a preservação da vida terrestre.

Em síntese, a *Calotropis procera* se consolida como uma espécie multifuncional forrageira, ecológica e biotecnológica de grande importância para o desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas. O avanço das pesquisas sobre seu manejo agrônomico, valor nutricional e segurança alimentar é essencial para consolidar seu uso racional, contribuindo para sistemas produtivos resilientes e de baixo impacto ambiental.

3. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa experimental, de campo, de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018) e com uso de estatística descritiva simples com gráficos de barras, classes de dados, valores de média e desvio padrão (ShitsukA et al., 2014) e análise estatística (Vieira, 2012).

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Instituto Federal do Sertão Pernambucano – *Campus Zona Rural*, localizada no município de Petrolina, estado de Pernambuco (09°23'S; 40°30'W; altitude média de 376 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente, com temperatura média anual de 27 °C e precipitação inferior a 500 mm. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média e fertilidade natural baixa a moderada, típico das condições edafoclimáticas do Sertão do São Francisco.

Antes da instalação do experimento, realizou-se amostragem de solo nas profundidades de 0–20 e 20–40 cm, para análise de pH, matéria orgânica e teores de macro e micronutrientes. A partir dos resultados, foi feita correção de acidez com calcário dolomítico e adubação orgânica de base utilizando esterco bovino curtido na proporção de 10 t ha⁻¹, incorporado durante o preparo da área. O preparo consistiu em uma aração e duas gradagens, com nivelamento final para uniformização do terreno.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos referentes aos espaçamentos de plantio (0,5 × 0,5 m; 1,0 × 0,5 m; 1,0 × 1,0 m; e 1,5 × 1,0 m) e três repetições, totalizando 12 parcelas. Cada parcela possuía área total de 25 m² (5 × 5 m), sendo consideradas úteis as plantas centrais, totalizando 30 indivíduos por tratamento.

As mudas de *Calotropis procera* foram produzidas em viveiro telado, a partir de sementes coletadas de plantas matrizes localizadas no próprio *Campus*. As sementes foram semeadas em bandejas contendo substrato composto por areia lavada, terra vegetal e esterco bovino (2:1:1, v/v/v). A germinação ocorreu entre seis e oito dias após a semeadura. As plântulas foram mantidas sob irrigação diária e aclimatadas antes do transplântio, que ocorreu aos 20 dias, quando atingiram cerca de 15 cm de altura.

O cultivo foi realizado em faixas alternadas com algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*), visando avaliar o comportamento da flor-de-seda em sistema consorciado e seu potencial de uso em sistemas agropecuários sustentáveis. O controle de plantas espontâneas foi feito manualmente e a irrigação por microaspersão, com lâmina média de 4 mm dia⁻¹ durante o estabelecimento das plantas.

As variáveis analisadas foram:

- (a) altura das plantas (cm), medida do colo ao ápice principal;
- (b) diâmetro do caule (mm), medido a 5 cm do solo com paquímetro digital;
- (c) massa verde (kg planta⁻¹), obtida por pesagem imediata após o corte;
- (d) massa seca (kg planta⁻¹), obtida após desidratação; e
- (e) rendimento de matéria seca (RMS, %) calculado pela expressão:

$$\text{RMS} = \frac{\text{PMS} - \text{PMV}}{\text{PMS}} \times 100$$

Em que PMS representa a massa seca total e PMV a massa verde total.

As plantas foram cortadas aos cinco meses após o transplântio, período correspondente ao início do florescimento e máximo acúmulo de biomassa foliar. O material colhido (folhas e ramos tenros) foi triturado em forrageira estacionária e submetido à secagem em secadores. A secagem foi conduzida por um período médio de 72 a 96 horas, até que o material atingisse umidade inferior a 12%, garantindo estabilidade e conservação do feno. O produto final foi acondicionado em sacos de rafia e armazenado em local seco e ventilado até as análises laboratoriais.

Para avaliação da palatabilidade e consumo voluntário, foram realizados ensaios zootécnicos complementares com ovinos e caprinos adultos, mantidos em baias individuais e alimentados com dietas contendo 20% de feno de *C. procera* em

substituição parcial ao capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*). O período experimental totalizou 28 dias, sendo sete de adaptação e 21 de coleta de dados. Foram registradas diariamente as quantidades oferecidas e recusadas, permitindo calcular o consumo médio diário e o coeficiente de aceitação (%).

As amostras do feno foram moídas em peneira de 1 mm e submetidas a análises bromatológicas no Laboratório de Análises Físico-Químicas do IF Sertão-PE. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas e extrato etéreo (EE), conforme metodologia preconizada pela AOAC (2005).

Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA), utilizando o software SISVAR v.5.6 (FERREIRA, 2019). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), após verificação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett. Os resultados foram apresentados em tabelas e gráficos de barras, com médias \pm erro padrão e letras indicativas de diferença significativa, conforme os padrões editoriais adotados por periódicos científicos de alto impacto.

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos demonstraram diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os espaçamentos de plantio quanto à altura média, massa verde, massa seca e rendimento de matéria seca (RMS) de *Calotropis procera*, evidenciando o impacto direto da densidade de cultivo sobre o desempenho produtivo da espécie.

O espaçamento $1,0 \times 1,0$ m destacou-se em todas as variáveis analisadas, apresentando maior vigor vegetativo e produtividade por planta, resultado de um equilíbrio ótimo entre interceptação de luz, ventilação e exploração radicular. A menor competição intraespecífica por água e nutrientes favoreceu o crescimento e o acúmulo de biomassa, refletindo a plasticidade adaptativa da flor-de-seda às condições do semiárido (Freitas et al., 2023; Freire et al., 2021).

A seguir, a Tabela 1 apresenta dados de *Calotropis procera* cultivada em diferentes espaçamentos, com variação estatística (erro padrão)

Tabela 1 – Altura média, massa verde, massa seca e rendimento de matéria seca (RMS) de *Calotropis procera* cultivada em diferentes espaçamentos, com variação estatística (erro padrão).

| Espaçamento (m) | Altura (cm) \pm EP | Massa verde (kg/planta) \pm EP | Massa seca (kg/planta) \pm EP | RMS (%) \pm EP |
|------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 0,5 \times 0,5 | 85,2 \pm 3,4 b | 2,35 \pm 0,18 b | 0,83 \pm 0,09 b | 35,3 \pm 1,2 b |
| 1,0 \times 0,5 | 98,6 \pm 4,1 ab | 3,14 \pm 0,22 ab | 1,12 \pm 0,10 ab | 35,7 \pm 1,4 ab |
| 1,0 \times 1,0 | 112,4 \pm 4,8 a | 3,78 \pm 0,24 a | 1,48 \pm 0,11 a | 39,1 \pm 1,6 a |
| 1,5 \times 1,0 | 107,2 \pm 4,3 ab | 3,26 \pm 0,20 ab | 1,22 \pm 0,09 ab | 37,4 \pm 1,5 ab |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). EP = erro padrão da média.
Fonte: Dados experimentais (2025).

O incremento de biomassa observado no espaçamento intermediário confirma resultados obtidos por Freitas et al. (2023) e Carvalho e Silva (2020), que relataram maior acúmulo de matéria seca em densidades moderadas, em virtude da otimização do microclima e da maior eficiência fotossintética. Por outro lado, o espaçamento mais adensado ($0,5 \times 0,5$ m) reduziu significativamente a altura e a produção de feno, possivelmente em decorrência do sombreamento excessivo e da competição radicular, o que também foi descrito por Adama et al. (2017) em experimentos conduzidos na África Ocidental.

O gráfico correspondente evidencia a tendência de crescimento exponencial da altura e da massa seca até o ponto ótimo ($1,0 \times 1,0$ m), seguido de leve decréscimo em espaçamentos mais amplos ($1,5 \times 1,0$ m), demonstrando o limite de compensação fisiológica da planta.

Nas linhas seguintes, o Gráfico 1 apresenta a variação da altura média de *Calotropis procera* em diferentes espaçamentos.

Gráfico 1 – Variação da altura média de *Calotropis procera* em diferentes espaçamentos de plantio.

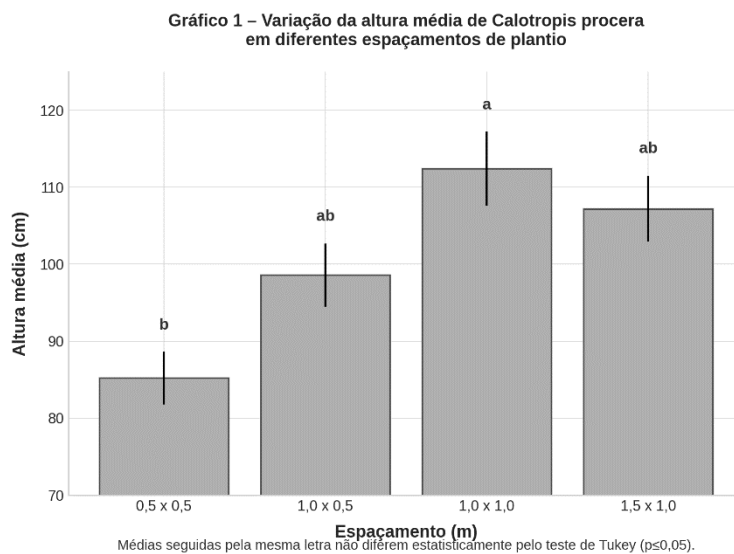


Gráfico de barras representando as médias \pm erro padrão, com letras acima das colunas indicando diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Dados experimentais (2025).

O comportamento observado confirma a alta plasticidade morfológica da espécie, que responde de forma eficiente ao espaçamento, sem perda drástica de rendimento. A média geral de altura de 112,4 cm e RMS de 39,1% reflete o bom aproveitamento fisiológico de água e nutrientes sob cultivo consorciado, reforçando o potencial da *C. procera* como alternativa forrageira viável em sistemas de baixa disponibilidade hídrica (Heuzé et al., 2016; Almeida et al., 2017).

Aspectos nutricionais e zootécnicos do feno obtido

O feno apresentou boa aparência, coloração esverdeada e textura fibrosa, com odor característico e ausência de bolores, indicando secagem solar eficiente e conservação adequada. Os testes de palatabilidade demonstraram aceitação elevada por caprinos e ovinos, sem ocorrência de recusa alimentar ou sintomas clínicos adversos, corroborando os relatos de Belém et al. (2016) e Silva et al. (2010).

Os animais apresentaram consumo médio diário semelhante ao de volumosos convencionais, com estabilidade fisiológica durante o período experimental. Resultados equivalentes foram relatados por Madruga et al. (2008) e Costa et al. (2011), que verificaram que o feno de *C. procera* pode ser incluído em dietas de ovinos Santa Inês sem afetar o desempenho zootécnico nem a qualidade da carne. A composição bromatológica média do feno é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição bromatológica média do feno de *Calotropis procera* cultivada em espaçamento de 1,0 × 1,0 m e desidratada em secadores solares.

| Parâmetro | Unidade | Valor médio ± EP | Referência comparativa* |
|----------------------------------|---------|------------------|--|
| Matéria seca (MS) | % | 89,4 ± 0,6 | ALMEIDA et al. (2017) |
| Proteína bruta (PB) | % | 12,6 ± 0,4 | SILVA et al. (2010); COSTA et al. (2011) |
| Fibra em detergente neutro (FDN) | % | 55,2 ± 1,1 | OGUNDOLA et al. (2021) |
| Fibra em detergente ácido (FDA) | % | 41,0 ± 0,9 | AREMU et al. (2023) |
| Extrato etéreo (EE) | % | 2,7 ± 0,3 | HEUZÉ et al. (2016) |
| Matéria mineral (MM) | % | 9,8 ± 0,5 | BELÉM et al. (2016) |
| Lignina (LIG) | % | 8,4 ± 0,5 | SILVA et al. (2010) |

Médias obtidas de três repetições analíticas. EP = erro padrão da média. Fonte: Dados experimentais (2025).

A composição observada enquadra o feno de *C. procera* como volumoso de média qualidade nutricional, adequado para suplementação de ruminantes em sistemas semiáridos de base familiar. O teor de proteína bruta (12,6%) é compatível com o nível mínimo recomendado para manutenção e ganho de peso de caprinos e ovinos, enquanto os valores de FDN e FDA indicam boa digestibilidade e adequado aporte energético.

A baixa umidade residual (MS = 89,4%) garante estabilidade do material durante o armazenamento, minimizando riscos de fermentação e perdas qualitativas. O conteúdo de lignina, inferior a 9%, revela estrutura fibrosa moderada, característica que favorece o consumo voluntário e a mastigação eficiente pelos ruminantes.

Esses resultados estão em consonância com os achados de Ogundola et al. (2021), que evidenciaram elevado conteúdo proteico e mineral em folhas e sementes da espécie, e com os de Aremu et al. (2023), que destacaram a presença de aminoácidos essenciais e compostos bioativos antioxidantes. Tais propriedades tornam a *C. procera* uma planta multifuncional, de interesse tanto zootécnico quanto nutracêutico.

Adicionalmente, Adama et al. (2017) demonstraram que a suplementação com folhas secas de *C. procera* melhorou o ganho de peso de ovinos durante a estação seca em Burkina Faso, reforçando a relevância da espécie para mitigação da escassez forrageira em zonas áridas. Em contrapartida, De Lima et al. (2011) alertam para os riscos de intoxicação quando fornecida in natura, evidenciando a necessidade do processo de secagem e trituração para neutralização do látex.

Implicações ecológicas e produtivas

Além da relevância zootécnica, o cultivo da *Calotropis procera* apresenta importância ecológica e socioambiental significativa. O sistema radicular profundo contribui para aumentar a infiltração hídrica e reduzir a erosão, enquanto a cobertura vegetal densa atua na proteção do solo e sequestro de carbono (Oliveira & Nunes, 2022; Silva et al., 2020).

O cultivo consorciado com algodão herbáceo demonstrou compatibilidade fisiológica e agrônômica, sem competição prejudicial, o que aponta para o potencial de integração lavoura-pecuária em áreas de agricultura familiar. Esse modelo de produção contribui para a autossuficiência alimentar animal, redução de custos com ração comercial e fortalecimento da resiliência socioeconômica das comunidades rurais.

Tais resultados alinham-se aos princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2, 12, 13 e 15), reforçando o papel da *C. procera* como componente-chave em estratégias de adaptação climática e sustentabilidade produtiva no semiárido brasileiro.

Síntese interpretativa

De forma geral, o espaçamento de 1,0 × 1,0 m mostrou-se o mais eficiente para o cultivo da *Calotropis procera* no semiárido, proporcionando maior produtividade, melhor qualidade bromatológica e excelente aceitação animal. O feno obtido por secagem solar destacou-se como produto de baixo custo, boa conservação e elevado valor nutricional, demonstrando viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Os achados deste estudo corroboram as evidências apresentadas por Freitas et al. (2023), Madruga et al. (2008) e Costa et al. (2011), consolidando a *C. procera* como espécie estratégica para segurança forrageira e sustentabilidade agroecológica. Sua rusticidade, alto rendimento de biomassa e multifuncionalidade ecológica fazem dela uma alternativa promissora para convivência com a seca e mitigação da desertificação, contribuindo para um modelo agropecuário mais resiliente, integrado e sustentável.

5. Considerações Finais

A *Calotropis procera* apresentou expressivo potencial produtivo, forrageiro e ecológico quando cultivada em condições semiáridas, sobretudo em espaçamentos intermediários (1,0 × 1,0 m), que favoreceram o crescimento vegetativo, o acúmulo de biomassa e o rendimento de matéria seca. O feno obtido por secagem solar manteve coloração e textura adequadas, apresentou valores satisfatórios de proteína bruta e fibra digestível e foi plenamente aceito por caprinos e ovinos, demonstrando sua viabilidade nutricional e zootécnica como alternativa alimentar de baixo custo para sistemas familiares de produção animal.

Os resultados evidenciam que o manejo racional da *C. procera* associado ao uso de tecnologias apropriadas de desidratação e armazenamento constitui uma estratégia sustentável de convivência com a seca, capaz de reduzir a dependência de insumos externos e fortalecer a segurança alimentar animal no semiárido. Além dos benefícios produtivos, a espécie contribui para a conservação do solo, o sequestro de carbono e a recuperação de áreas degradadas, reforçando sua relevância para a agroecologia e o desenvolvimento territorial sustentável.

Assim, a *C. procera* se consolida como recurso multifuncional que integra dimensões econômicas, ambientais e sociais, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável; ODS 12 – Produção e consumo responsáveis; ODS 13 – Ação contra a mudança do clima; e ODS 15 – Vida terrestre).

Recomenda-se o aprofundamento de estudos futuros sobre a influência da adubação orgânica, regimes de corte e composição bromatológica detalhada, bem como a avaliação da eficiência energética e ambiental do sistema de produção, de modo a ampliar o conhecimento técnico e consolidar o uso seguro e sustentável da *Calotropis procera* em sistemas agropecuários resilientes do semiárido brasileiro.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano – Campus Zona Rural, pelo apoio técnico e infraestrutura disponibilizados para a condução deste trabalho.

Referências

- Adama, K., Traoré, D., Zongo, M., & Kabore, D. (2017). Supplementation effects of *Calotropis procera* dried leaves on the growth performance of sheep in dry season in Burkina Faso. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 6(1), 1–5.
- Almeida, I. V. B. de, Silva, J. A., Souza, R. C., & Santos, F. R. (2017). Characterization and early selection of silk blossom (*Calotropis procera*) genotypes with forage potential. *Revista Caatinga*, 30(3), 794–801.

- Aremu, M. O., Yusuf, A. A., Lawal, O. M., & Adeyemi, S. M. (2023). Proximate, phytochemical and amino acid compositions of sodom apple (*Calotropis procera*) leaves and fruits. *Lafia Journal of Scientific and Industrial Research*, 28–37.
- Belém, C. S., Silva, R. F., Santos, R. R., & Azevedo, A. R. (2016). Digestibility, fermentation and microbiological characteristics of *Calotropis procera* silage with different quantities of grape pomace. *Ciência e Agrotecnologia*, 40(6), 698–705.
- Carvalho, R. M., & Silva, T. J. (2020). Manejo sustentável da flor-de-seda na alimentação animal. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 15(1), 30–42.
- Costa, R. G., Medeiros, G. R., Madruga, M. S., & Queiroga, R. C. R. E. (2011). Meat quality of lambs fed silk flower hay (*Calotropis procera* SW) in the diet. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1266–1271.
- De Lima, J. M., Silva, D. M., Medeiros, R. M. T., & Dantas, A. F. M. (2011). Clinical and pathological effects of *Calotropis procera* exposure in sheep and rats. *Toxicon*, 57(1), 183–185.
- Dogara, A. M. (2023). A systematic review on the biological evaluation of *Calotropis procera* (Aiton) Dryand. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9(1), 16.
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 43, e002220.
- Freire, W. A., Santos, L. J., Silva, R. A., & Carvalho, P. M. (2021). Seleção precoce de acessos de flor-de-seda (*Calotropis procera*) coletados no sertão alagoano visando uso forrageiro e adubação verde. *Brazilian Journal of Development*, 7(7), 67244–67260.
- Freitas, L. M. de, Lima, M. V., & Oliveira, J. S. (2023). Produção de flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait.) no semiárido nordestino com adubação orgânica e diferentes espaçamentos. *Revista Brasileira de Agroecologia*.
- Heuzé, V., Tran, G., & Lebas, F. (2016). *Calotropis* (*Calotropis procera*). *Feedipedia – Animal Feed Resources Information System*. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/163>
- Machado, F. A., Ribeiro, J. L., & Santos, A. C. (2016). Produtividade e qualidade do feno da flor-de-seda no semiárido piauiense. *Anais do Congresso de Zootecnia do Nordeste*.
- Madruga, M. S., Araújo, W. O., Sousa, W. H., & Costa, R. G. (2008). Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inez lambs. *Meat Science*, 78(4), 469–474.
- Nuhriawangsa, A. M. P., Suprayogi, T. W., & Yuniwati, E. Y. W. (2017). The effect of Biduri (*Calotropis gigantea*) latex on meat quality of post laying hen. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012030. IOP Publishing.
- Ogundola, A. F., Abiola, S. S., & Afolabi, K. D. (2021). Evaluation of nutrients in leaves and seeds of *Calotropis procera* (Linn): A multipurpose plant. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 11, 33–39.
- Oliveira, A. R. de, & Nunes, J. P. (2022). Uso sustentável da Caatinga e recursos forrageiros alternativos no semiárido. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 17(1), 89–104.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Santos, F. R., Almeida, R. S., & Souza, T. L. (2019). Ecofisiologia e adaptação de espécies forrageiras à seca no Nordeste brasileiro. *Revista Ciência Agrícola*, 23(3), 55–68.
- Shitsuka, R. et al. (2014). Matemática fundamental para a tecnologia. (2ed). Editora Érica.
- Silva, A. M. A. de, Madruga, M. S., & Costa, R. G. (2010). Nutritional value of silk flower hay for lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2739–2743.
- Silva, L. P. da, Souza, R. C., & Lima, A. C. (2020). Potencial forrageiro de espécies nativas da Caatinga para mitigação da seca. *Revista Agroecossistemas*, 15(2), 120–134.
- Vieira, S. (2021). Introdução à bioestatística. Editora GEN/Guanabara Koogan.