

Produtividade e qualidade nutricional de *Tithonia diversifolia* em diferentes idades de cortes em área de agrofloresta

Productivity and nutritional quality of *Tithonia diversifolia* at different cutting ages in an agroforestry area

Productividad y calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* a diferentes edades de corte en un área agroforestal

DOI: 10.34188/bjaerv8n1-077

Submetido: 02/12/2024

Aprovado: 15/01/2025

Ezaquiel Alves de Oliveira

Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal Catarinense - IFC Campus Santa Rosa do Sul
Instituto Federal Catarinense - IFC Campus Santa Rosa do Sul
Santa Rosa do Sul, SC. Brasil
E-mail: ezaquielvida10@gmail.com

Miguelangelo Ziegler Arboitte

Doutor em Produção Animal pela Universidade Federal de Santa Maria
Instituto Federal Catarinense - IFC Campus Santa Rosa do Sul
Santa Rosa do Sul, SC. Brasil
E-mail: miguelangelo.arboitte@ifc.edu.br

Juliana Muliterno Thurow

Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto Federal Catarinense - IFC Campus Santa Rosa do Sul
Santa Rosa do Sul, SC. Brasil
E-mail: juliana.thurow@ifc.edu.br

Airton Luiz Bortoluzzi

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa
Instituto Federal Catarinense – Campus Santa Rosa do Sul
Santa Rosa do Sul, SC. Brasil
E-mail: airton.bortoluzzi@ifc.edu.br

RESUMO

A *Tithonia diversifolia* tem potencial para utilização como planta forrageira alternativa na alimentação animal, na forma de capineira ou pastejo direto para fonte proteica, devido à sua alta produção de biomassa e valor nutricional. O presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de biomassa e o valor de proteína bruta de *Tithonia diversifolia* em diferentes estágios de corte. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos correspondendo às idades de corte de 28, 56, 84 e 112 dias, após a padronização das plantas na altura de 0,40 metros. Os resultados mostraram aumento pela equação de regressão $Y=0,5525+0,01091x+0,0001881x^2$ ($R^2=0,99256$; $P<0,0001$) significativo com o avanço da idade de corte. A produção de biomassa verde com o avanço da idade de corte apresentou aumento conforme a equação de regressão $Y=-0,945+0,06671x+0,0008163x^2$ ($R^2=0,99687$; $P=0,0008$). Entretanto, houve redução progressiva $Y=-0,055357+22,685X$ ($R^2=0,8156$; $P=0,09851$) nos teores de proteína bruta, caindo de 21% no corte aos 28 dias para 16,5% no corte aos 112 dias. A idade de corte afeta tanto a produtividade quanto a qualidade nutricional de *T. diversifolia*. A relação observada entre altura e peso sugere que o manejo

da planta para maximizar a biomassa deve ser equilibrado com a necessidade de manter uma boa qualidade nutricional, sendo recomendado o corte precoce para sistemas que priorizam proteína bruta.

Palavras-chave: alimentação alternativa, forrageiras, margaridão, pastejo

ABSTRACT

Tithonia diversifolia has the potential for use as an alternative forage plant in animal feed, in the form of weeding or direct grazing for a protein source, due to its high biomass production and nutritional value. The present study aimed to evaluate the biomass production and crude protein value of *Tithonia diversifolia* at different cutting stages. The experiment was conducted in a completely randomized design, with four treatments corresponding to cutting ages of 28, 56, 84 and 112 days, after standardizing the plants at a height of 0.40 meters. The results showed a significant increase by the regression equation $Y=0.5525+0.01091x+0.0001881x^2$ ($R^2 = 0.99256$; $P<0.0001$) with advancing cutting age. The production of green biomass with increasing cutting age showed an increase according to the regression equation $Y=-0.945+0.06671x+0.0008163x^2$ ($R^2=0.99687$; $P=0.0008$). However, there was a progressive reduction $Y=-0.055357+22.685X$ ($R^2 = 0.8156$; $P=0.09851$) in crude protein content, falling from 21% in the cut at 28 days to 16.5% in the cut at 112 days. Cutting age affects both the productivity and nutritional quality of *T. diversifolia*. The observed relationship between height and weight suggests that plant management to maximize biomass must be balanced with the need to maintain good nutritional quality, with early cutting being recommended for systems that prioritize crude protein.

Keywords: alternative feeding, forage, daisy, grazing

RESUMEN

Tithonia diversifolia tiene potencial para ser utilizada como planta forrajera alternativa en la alimentación animal, en forma de deshierbe o pastoreo directo para fuente de proteína, debido a su alta producción de biomasa y valor nutricional. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la producción de biomasa y el valor de proteína cruda de *Tithonia diversifolia* en diferentes etapas de corte. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos correspondientes a edades de corte de 28, 56, 84 y 112 días, luego de estandarizar las plantas a una altura de 0.40 metros. Los resultados mostraron un aumento significativo según la ecuación de regresión $Y=0,5525+0,01091x+0,0001881x^2$ ($R^2 = 0,99256$; $P<0,0001$) a medida que avanzaba la edad de corte. La producción de biomasa verde al aumentar la edad de corte mostró un aumento según la ecuación de regresión $Y=-0.945+0.06671x+0.0008163x^2$ ($R^2=0.99687$; $P=0.0008$). Sin embargo, hubo una reducción progresiva $Y=-0.055357+22.685X$ ($R^2 = 0.8156$; $P=0.09851$) en el contenido de proteína cruda, pasando de 21% en el corte a los 28 días a 16.5% en el corte a los 112 días. La edad de corte afecta tanto la productividad como la calidad nutricional de *T. diversifolia*. La relación observada entre altura y peso sugiere que el manejo de la planta para maximizar la biomasa debe equilibrarse con la necesidad de mantener una buena calidad nutricional, recomendándose el corte temprano para sistemas que priorizan la proteína cruda.

Palabras clave: alimentación alternativa, forraje, margarita, pastoreo

1 INTRODUÇÃO

As projeções globais apontam a necessidade de reavaliar o futuro da utilização dos recursos produtivos, considerando fatores como o crescimento populacional, aumento da renda, urbanização, crescente demanda por alimentos e expansão da produção de biocombustíveis em áreas tradicionalmente ocupadas pela pecuária (Herrero *et al.*, 2010). Outro fator relevante a ser considerado é a demanda por redução do desmatamento e da emissão de gases de efeito estufa

(GEE), o que gera maior pressão sobre os sistemas pecuários na busca por tecnologias mais sustentáveis (Boggess *et al.*, 2013).

No Brasil, as gramíneas mais cultivadas com fins forrageiros são, predominantemente, espécies do gênero *Urochloa*, de origem africana (Boddey *et al.*, 2004), e outros gêneros incluem *Cynodon* e *Megathyrsus*, representando de 80% a 90% das áreas de cultivadas com gramíneas perenes (Boddey *et al.*, 2004). Entretanto, cerca de 70% dessas áreas apresentavam algum nível de degradação (Silva *et al.*, 2013), configurando um grande desafio para a sustentabilidade da pecuária no país.

Como alternativa para diminuir as áreas degradadas de pastagem e suprir as demandas por volumoso, são recomendadas culturas como cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L.) (Fernandes *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2011) e no Sul do país há ainda culturas como o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), e a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). Contudo, espécies forrageiras não pertencentes às famílias *Poaceae* e *Fabaceae* são pouco exploradas na alimentação animal, apesar de serem adaptadas às condições edafoclimáticas tropicais e subtropicais. Entre essas espécies, destaca-se a *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, da família *Asteraceae*, herbácea-arbustiva nativa da América Central, difundida em regiões tropicais, resistente a solos ácidos e com baixa demanda hídrica (Nziguheba *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2009), sendo utilizada na composição de dietas em sistemas de produção de ruminantes, seja em pastejo direto ou como suplemento alimentar, para suprir demandas proteicas (Tendonkeng, 2014).

A região litorânea sul catarinense é caracterizada pela predominância de propriedades rurais de pequeno porte, onde em função das condições edafoclimáticas a *Tithonia diversifolia* apresenta potencial produtivo e valor nutricional, podendo, futuramente, se tornar alternativa forrageira viável como banco de proteína. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de biomassa e o valor nutricional de *Tithonia diversifolia* em diferentes estágios de corte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A *Tithonia diversifolia* é encontrada em diferentes altitudes, que variam desde o nível do mar até 2.500 m, em locais com precipitações anuais entre 800 e 4.000 mm e variados tipos de solos. Ocorre em áreas cultivadas, de preservação ambiental e em terrenos não agricultáveis. É conhecida popularmente como titônia, girassol-mexicano, botão-de-ouro, mão-de-Deus, margaridão, flor-do-mel (Pérez *et al.*, 2009).

A capacidade desta planta de adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade é atribuída ao seu grande volume de raízes que permite a absorção de nutrientes mesmo que em pequenas

proporções ou em áreas distantes do local do plantio (Ruíz *et al.*, 2014). A sua propagação ocorre por meio de sementes ou partes vegetativas, no entanto as sementes apresentam baixo vigor de germinação logo após a colheita, porém há aumento constante da taxa de germinação após o quarto mês da colheita, podendo chegar até 97,5% de germinação (Muoghalu; Chuba, 2005).

Estudos sobre a utilização da *Tithonia diversifolia* na alimentação animal no Brasil e principalmente nos estados do Sul, são incipientes, porém sua rusticidade, o valor nutricional e o rendimento de biomassa possibilita a alguns pesquisadores apontá-la como alternativa alimentar promissora (Pérez *et al.*, 2009; Tendonkeng, 2014), principalmente como fonte de proteína à animais ruminantes.

Considerando a deficiência na produção de gramíneas tropicais, a recomendação do uso de cana-de-açúcar e de silagem de milho e sorgo como volumoso são primordiais para a manutenção do desempenho animal (Fernandes *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2011). Dentre as espécies com potencial para suprir o déficit alimentar destaca-se a *Tithonia diversifolia* (Nziguheba *et al.* 2002; Pérez *et al.* 2009) apesar de depender de resultados que confirmem seu potencial forrageiro em determinadas condições edafoclimáticas e de manejo.

Na composição bromatológica Odedire; Oloidi, (2014), observaram que a planta apresenta relativa vantagem quanto a concentração de proteína bruta nas suas folhas em relação às gramíneas, como também excelente produtividade de biomassa, tornando essa espécie vegetal fundamental para suplementação alimentar visando também redução de custos com uso insumos externos, principalmente de alimentos concentrados. Autores como Ruiz *et al.* (2014) e Reis *et al.* (2015) relatam que a composição bromatológica da planta pode ser alterada por fatores como época da colheita, altura do corte e estado fenológico.

Já sua utilização na alimentação animal como fonte protéica para ruminantes (Elsi *et al.* 2022) e como substituta de fenos são relatadas por Mahecha *et al.* (2007) em vacas leiteiras, ovelhas, búfalos e cabras, mantendo a qualidade do leite produzido nos animais em lactação. No desempenho de ruminantes, Ruiz *et al.* (2014) testaram a *Tithonia diversifolia* em substituição ao feno de gramíneas, e observaram melhor desempenho dos bezerros que receberam a farinha de Tithonia. Assim como Odedire; Oloidi (2014) quando substituíram o feno por até 30% de farinha das folhas de Tithonia na dieta de caprinos em crescimento. Quanto ao custo de produção da Tithonia diversifolia, tem se demonstrado muito promissora frente a cana de açúcar e a silagem de milho (Scartezini *et al.*, 2017) na alimentação animal, promovendo economia significativa nos gastos com insumos e serviços normalmente empregados na produção do alimento.

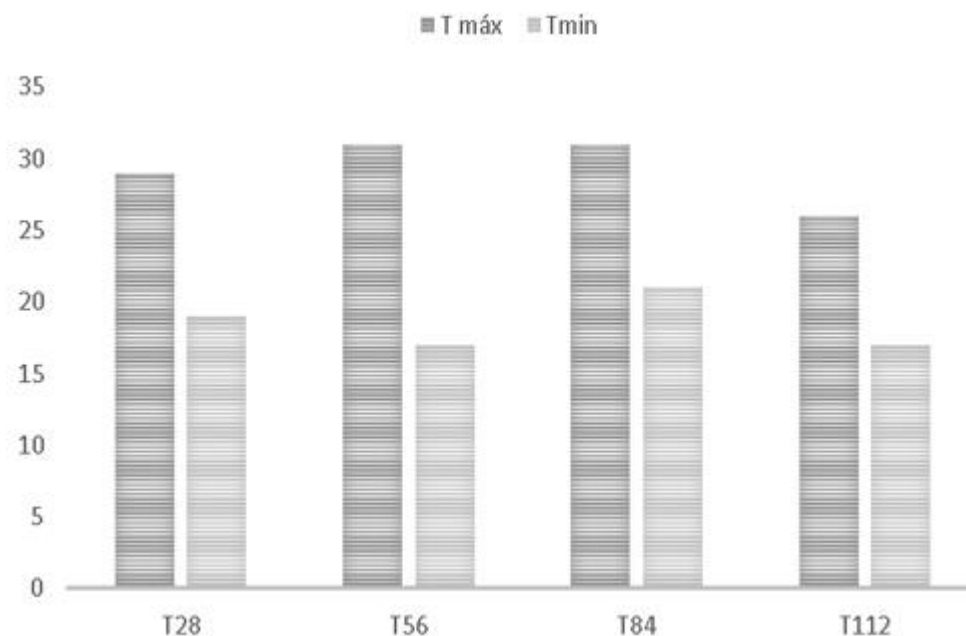
Como substituta de concentrados na alimentação de monogástricos, essa planta conforme Ribeiro (2016), aumenta a lucratividade em sistemas de produção, assim como a sua utilização na

alimentação de abelhas (Gabriel, 2019). O uso da *Tithonia diversifolia* vai bem além da alimentação animal, ela é utilizada como adubo verde (Sangakkara *et al.*, 2004), como cobertura vegetal de solo por apresentar efeitos alelopáticos (Sampaio *et al.*, 2012), matéria-prima na indústria farmacêutica (Miura *et al.*, 2005) e pela boa estatura e grande quantidade de folhagem, serve de cerca viva e quebra vento (Gualberto *et al.*, 2011). Estudos apontam a utilização da *Tithonia diversifolia* também como ação nematicida, como relatado por Ferreira *et al.* (2013).

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido entre novembro de 2023 e fevereiro de 2024, em uma propriedade localizada no município de Balneário Rincão, SC (latitude: 28°46'38" sul; longitude: 49°13'30" oeste). O solo conforme Potter *et al.* (1998) é uma associação Podzólico Vermelho-Amarelo Álico Tb A moderado, textura argilosa, relevo ondulado + Cambissolo Álico Tb A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado, ambos fase floresta tropical/subtropical perenifólia. O clima da região foi classificado como subtropical úmido (Cfa), conforme Köppen e Gaiger. Os dados climáticos foram obtidos da estação meteorológica de Araranguá, SC, registrando-se as temperaturas médias diárias e o regime pluviométrico durante o período experimental (Figura 1), sendo registrada uma pluviosidade de 520 mm e temperatura média de 24°C.

Figura 1. Dados Climáticos da temperatura durante o período de experimento



Fonte: INMET, 2024

A análise química do solo foi realizada na camada de 0-20 cm de profundidade e os atributos químicos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do solo da área experimental

pH SMP	pH H ₂ O	M.O. (%)	P mg.dm ⁻³	K mg.dm ⁻³	Al ---Cmolc.dm ³ ---	Ca ---Cmolc.dm ³ ---	Mg	CTC	%SAT V	CTC m
7,4	6,1	1,4	16,5	43,0	0,1	1,8	0,6	3,6	51,4	1,9

Fonte: Elaborado pelos autores

A área da agrofloresta (Figura 2), previamente instalada, ocupava 780 m², com linhas de 30 m espaçadas por 3 m.

Figura 2 – Vista aérea da área experimental de agrofloresta



Fonte: Elaborado pelos autores

O sistema incluía espécies nativas da Mata Atlântica: Palmeira Juçara (*Euterpe edulis*), Ipê Amarelo (*Handroanthus spp.*), Nó-de-cachorro (*Heteropterys tomentosa*) Ingá macaco (*Inga sessilis*), Ingá (*Inga sessilis*), Guapuruvu (*Schizolobium Parahyba*), Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* var. *Peltophoroides*), Grumixama (*Eugenia brasiliensis*), Uvaia (*Eugenia pyriformis*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Canela preta (*Ocotea catharinensis*), Araçá vermelho (*Psidium cattleianum*), Butiá (*Butia odorata*), Aroeira (*Schinus terebinthifolia*), Cedro rosa (*Cedrela fissilis*), Fruto-do-sabiá (*Acnistus arborescens*), Guabiju (*Myrcianthes pungens*), Araticum-do-brejo (*Annona glabra*). Plantas introduzidas: Pata de vaca (*Bauhinia forficata*), Flamboyant (*Delonix regia*), Castanha do Maranhão (*Bombacopsis glabra*), Moringa (*Moringa oleífera*), Feijão Guandu (*Cajanus cajan*), Frutíferas introduzidas: Amora-preta (*Morus nigra*), Abacateiro (*Persea americana*), Bananeira (*Musa spp.*), Caqui Fuyu (*Diospyros kaki 'Fuyu'*), Ameixa (*Prunus subg.*

Prunus), Pera d'água (*Pyrus communis*), Laranjeira (*Citrus sinensis*), Limão Tahiti (*Citrus latifolia*), Limão Cravo (*Citrus bigaradia*), Bergamota Montenegrina (*Citrus deliciosa* Tenore), Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco), Lichia (*Litchi chinensis*), Goiaba Vermelha (*Psidium guajava*), Mamão Papaia (*Carica papaya*) e cultivada anual: Mandioca (*Manihot esculenta*).

A planta foco d estudo a *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (*Asteraceae*), foi introduzida nas mesmas linhas das espécies mencionadas no mês de julho de 2022, com o objetivo inicial de gerar biomassa para o sistema e servir como cobertura vegetal, e observado o potencial forrageiro foi utilizada como fonte alimentar de bovinos e caprinos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 28 plantas randomizadas em quatro tratamentos, sendo cada um com sete repetições. Os tratamentos consistiram em cortes realizados aos 28, 56, 84 e 112 dias após a padronização das plantas a 0,40 m de altura (Val, 2019). As variáveis analisadas incluíram: Altura de plantas; Produção de biomassa verde (BMS) e biomassa seca (BMS) por planta, em kg e percentuais de proteína bruta (%PB).

As alturas das plantas ao corte foram determinadas aos 28, 56, 84 e 112 dias antecedendo cada corte, com o auxílio de uma trena graduada em metros, medindo da base da planta até a última folha. A produção de biomassa verde foi determinada em cada planta, que foi cortada a uma altura de 0,40 m nos tempos pré-determinados dos tratamentos. As plantas foram pesadas utilizando-se uma balança modelo MJ-1001, com capacidade de 10.000 g e precisão de 1 g. O peso de cada planta foi anotado em caderno de campo e após em planilha eletrônica.

A biomassa parcialmente seca foi avaliada após as plantas de cada tratamento serem trituras e homogeneizadas. Subamostras foram coletadas e armazenadas em sacos de papel Kraft, devidamente identificadas e pesadas na mesma balança utilizada para a biomassa verde. O peso foi registrado e as amostras foram colocadas em estufa de ar forçado, mantida a uma temperatura de 55 a 65 °C, por um período mínimo de 72 horas, no Instituto Federal Catarinense (IFC) – Campus Santa Rosa do Sul. Após a secagem, foi calculada a participação de água das amostras parcialmente secas utilizando a fórmula descrita por Silva e Queiroz (2002).

$$\%APS = \left(\frac{\text{peso da amostra umida}}{\text{peso da amostra seca}} \right) \times 100$$

A determinação da proteína bruta em percentagem (%PB) seguiu os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002). Foram pesados aproximadamente 100 mg de cada amostra já moída em uma balança de precisão de 0,0001 g. As amostras foram colocadas em tubos de ensaio identificados, aos quais foram adicionados 7 mL de uma mistura digestora (sulfato de potássio e

sulfato de cobre pentahidratado, na proporção de 10:1) e 5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4). As amostras foram submetidas à digestão em bloco digestor, com temperatura gradualmente aumentada até 300 °C, até ocorrer o ponto de viragem, caracterizado por uma coloração verde-clara. Após o resfriamento, 10 mL de água deionizada foram adicionados e as amostras foram agitadas manualmente. Posteriormente, os tubos foram levados ao conjunto de destilação micro- Kjeldahl, onde 20 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 50% e 20 mL de ácido bórico a 4% foram adicionados, juntamente com os indicadores vermelho dimetila e verde de bromocresol. A destilação foi titulada com ácido clorídrico (HCl) 0,106 N até o ponto de viragem. A percentagem de proteína bruta foi calculada com a fórmula:

$$\%PB = \left(\frac{(\text{Vol. } \acute{\text{a}}\text{c} \times 1,4 \times 0,020 \times 6,25)}{\text{Peso da amostra}} \right) \times 100$$

Onde: %PB = percentagem de proteína bruta

Vpl. $\acute{\text{a}}\text{c.}$ = volume do ácido clorídrico utilizado na titulação

Os dados de produção de biomassa verde, biomassa seca e percentagem de proteína na planta, foram analisados quanto à variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 10%. Os resultados foram ajustados por regressão em função dos períodos de corte. Foi realizada a correlação de Pearson a 10% entre a altura e a produção de biomassa seca. As análises foram realizadas com a utilização do pacote estatístico Past. 5.0.2 (Hammer *et al.*, 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A correlação de Pearson e a significância entre a altura e o peso da biomassa verde das plantas avaliadas, estão descritos na Tabela 2, os valores demonstram correlação positiva de 0,76 e 0,73 entre a altura e a produção de biomassa verde quando as plantas formam cortadas aos 28 e 56 dias, respectivamente, porém com o aumento da idade de corte a correlação entre a altura e a produção de biomassa tornou-se negativa, com valores de negativos aos 84 e 112 dias de idade, com valores de -0,86 e -0,57, respectivamente, onde o corte aos 112 dias foi o único que não significativo a 10%.

Tabela 2. Correlação e significância entre a altura (m) e o peso da biomassa verde das plantas (kg) de *Tithonia diversifolia*.

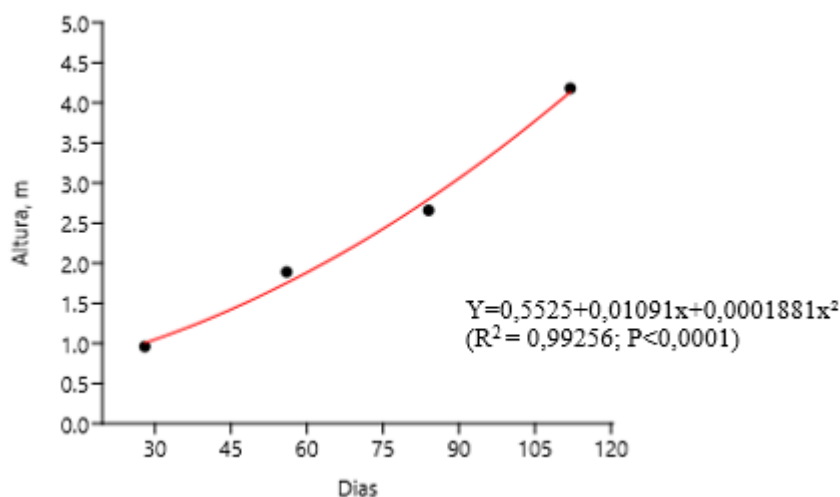
Tratamentos	T28	T56	T84	T112
r ²	0,76	0,74	-0,86	-0,57
P	0,0450	0,0589	0,0124	0,1845

Fonte: Elaborado pelos autores

As correlações positivas e significativas nos cortes aos 28 e 56 dias, da *Tithonia diversifolia*, demonstram que neste estágio da planta, ocorreu a priorização do crescimento em altura, com acúmulo proporcional de biomassa verde, após esse período a planta iniciou o alocamento de recursos energéticos para outras funções fisiológicas, como o início de processos de lignificação, queda de folhas e início do estágio reprodutivo com a emissão de botões florais.

A regressão para a altura (Figura 3) mostra a relação entre os dias após a padronização das plantas e o crescimento em altura.

Figura 3 – Equação de regressão para altura (m) de *Tithonia diversifolia* em diferentes dias ao corte



Fonte: Elaborado pelos autores

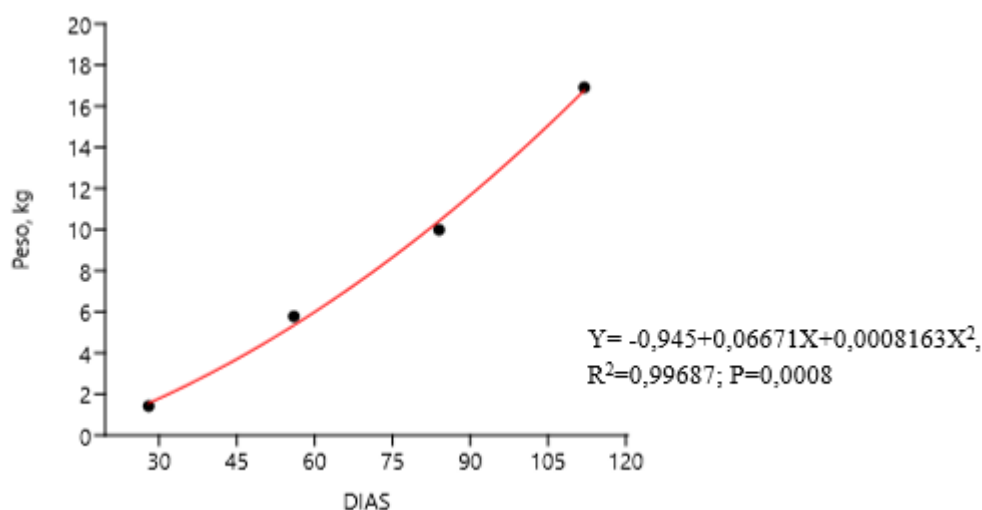
O crescimento estimado pela equação de regressão $Y=0,5525+0,01091x+0,0001881x^2$ ($R^2= 0,99256$; $P<0,0001$), reflete o rápido crescimento vegetativo inicial das plantas de *Tithonia diversifolia*. Esse padrão é típico de plantas forrageiras de climas tropicais, onde as condições edafoclimáticas favorecem o desenvolvimento inicial (Verdecia *et al.*, 2018; Ortiz; Vega, 2020;). Nos cortes aos 84 e 112 dias a altura apresentou menor incremento, durante esses períodos, a planta priorizou a alocação de recursos para manutenção de tecidos e produção de sementes (Muoghalu; Chuba, 2005; Verdecia *et al.*, 2018).

Segundo Sangakkara *et al.* (2004), em plantas forrageiras, o crescimento inicial é crucial para o estabelecimento, permitindo maior captação de luz e maior eficiência fotossintética. Essa

fase inicial também é caracterizada pela rápida expansão do sistema radicular, promovendo maior absorção de nutrientes.

A produção de biomassa aumentou progressivamente até os 84 dias, com estabilização após esse período (figura 4).

Figura 4 - Equação de regressão para a produção em peso (kg) de biomassa verde de *Tithonia diversifolia* em diferentes dias ao corte.



Fonte: Elaborado pelos autores

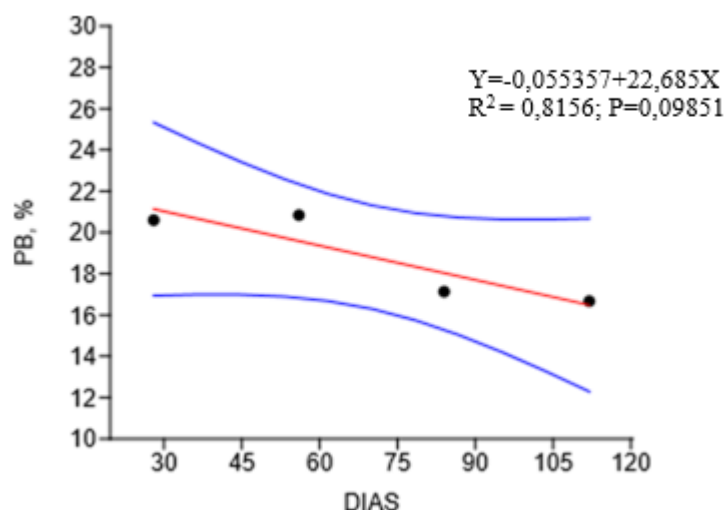
O aumento progressivo da biomassa sugere equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a maturação da planta. Ruiz *et al.* (2012) observaram que maiores intervalos de corte, como 60 a 80 dias, favorecem a produção total de biomassa, enquanto Ovani *et al.* (2024) destacam que frequências menores de corte, entre 21 e 42 dias, são mais eficazes para preservar qualidade nutricional.

Estudos observaram que ocorre o aumento na biomassa verde da *Tithonia diversifolia* com o avanço da idade de corte até cerca de 90-120 dias. No entanto, a composição bromatológica, como a PB e a energia digestível podem decair conforme os tecidos envelhecem (Velázquez *et al.*, 2022; Uu-Espens *et al.*, 2023). Além disso, estudos mostram que a biomassa total da *Tithonia diversifolia* é significativamente afetada pela frequência de corte, ou seja, cortes mais precoces geralmente produzem menor quantidade de biomassa total em comparação a cortes mais espaçados devido ao menor tempo para acúmulo de matéria seca e recuperação das plantas após o corte (Soto *et al.*, 2012).

Esses resultados reforçam que o manejo da frequência de corte deve ser ajustado aos objetivos do sistema agrícola. Para maximizar a biomassa em sistemas tropicais, intervalos mais longos entre os cortes são indicados, conforme observado por Verdecia *et al.* (2018), enquanto para sistemas que exigem maior digestibilidade, cortes precoces podem ser mais apropriados. O

efeito comentado pelos autores pode ser observado na Figura 5 que apresenta o teor de proteína bruta (PB) segundo o transcorrer do período, sendo possível observar diminuição linear no conteúdo de proteína bruta, conforme demonstrado na regressão $Y = -0,055357 + 22,685X$ ($R^2 = 0,8156$; $P = 0,09851$) conforme ocorre o avanço nos dias.

Figura 5 - Equação de regressão da proteína bruta (PB) em percentagem, linha em azul representa a zona de confiança predita a 95% de *Tithonia diversifolia* em diferentes dias ao corte.



Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo a literatura, plantas mais novas tendem a conter maior teor de PB em relação às plantas com estádios de maturação mais avançados, em função da sua maior quantidade de fibras, reduzindo também a digestibilidade dos animais (Léon *et al.*, 2008; Soto *et al.*, 2012). Em estudo, os autores analisaram idades de corte entre 30 e 120 dias, observando que a PB é mais alta nos cortes mais jovens (30-45 dias), enquanto cortes mais tardios apresentaram maiores teores de fibra, o que reduz a digestibilidade da planta para ruminantes. Isso está alinhado ao comportamento típico de gramíneas e leguminosas forrageiras em que a qualidade nutricional diminui com a maturação (Uu-espen *et al.*, 2023; Velasquez *et al.*, 2024)

Em estudo Verdecia *et al.* (2018) destacam que as mudanças nos metabólitos primários e secundários, incluindo proteínas, estão correlacionadas com as variações morfofisiológicas que ocorrem com o avanço da maturidade da planta, especialmente sob diferentes condições climáticas e de manejo. Além disso, o impacto da fertilização no conteúdo de PB foi destacado por Herrera, Verdecia e Ramírez (2020), que observaram aumento significativo nos teores de proteína em plantas submetidas a níveis moderados de fertilização nitrogenada. Este fator pode ser explorado em sistemas de manejo sustentável para melhorar a qualidade do material forrageiro.

Importante salientar que a *Tithonia diversifolia* é uma alternativa forrageira para suplementação proteica de ruminantes em pequenas propriedades rurais inseridas no sistema

agrosilvopastoril, mas o seu uso deve ser limitado devido a presença de metabolitos secundários presentes nas folhas e talos tenros (Ruiz *et al.*, 2014) e de alcalóides (Medina *et al.*, 2014), que podem causar intoxicação quando consumidos em excesso e sem a adaptação da fauna existente no rumem, mais estudos sobre limite de *Tithonia diversifolia* a ser consumido por ruminantes, devem ser realizados, para que ocorra segurança no fornecimento dessa forragem.

5 CONCLUSÃO

A *Tithonia diversifolia* apresentou padrão entre quantidade e qualidade conforme a idade de corte, cortes com 28 e 56 dias apresentaram níveis proteicos superiores aos cortes aos 84 e 112 dias, que são mais adequados para maximizar a produção de biomassa verde aspectos fundamentais para decisão estratégica de manejo sustentável em sistemas agrosilvopastoris, permitindo ajustar a produção de biomassa e os requisitos nutricionais dos animais. Assim como outros estudos também são necessários, como palatabilidade e se existe um limite de utilização.

REFERÊNCIAS

- BODDEY, RM; MACEDO, R.; TARRÉ, RM; FERREIRA, E.; DE OLIVEIRA, OC; REZENDE, C. DE P.; CANTARUTTI, RB; PEREIRA, JM; ALVES, BJR; URQUIAGA, S.. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.103, n. 2, p. 389–403, 2004. DOI: 10.1016/j.agee.2003.12.010
- BOGGESESS, M. V.; LIPPOLIS, J. D.; HURKMAN, W. J.; FAGERQUIST, C. K.; BRIGGS, S. P.; GOMES, A. V.; RIGHETTI, P. G.; BALA, K.. The need for agriculture phenotyping: “Moving from genotype to phenotype”. *Journal of Proteomics*, v.93, p. 20-39, 2013. DOI: 10.1016/j.jprot.2013.03.021
- ELSI, R.; TRI, A.; ALFIAN, A.; ISZMA, R..The Effect of Length Fermentation Rice Straw and *Tithonia* (*Tithonia Diversifolia*) Used Local Microorganisms on The Content of Dry Matter Organic Matter and Crude Protein as Ruminant Feed. *Journal of animal nutrition and production science*, v.1, n.1, p.1-6, 2022. DOI:10.36665/mjoas.v1i1.221
- FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FONSECA, D. M.; DETMANN, E.; CABRAL, L. S.; PEREIRA, E. S.; VITTORI, A. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de açúcar (*Saccharum spp* L.) com diferentes ciclos de produção (Precoce e intermediário) em três idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 977-985, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000400025>
- FERREIRA, I. C. M.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, F. S. Efeito de extratos aquosos de espécies de *Asteraceae* sobre *Meloidogyne incognita*. *Summa Phytopathol*, v. 39, n. 1, p. 40- 44, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052013000100007>
- GABRIEL, R, I, O, A. **Visitantes florais no Margaridão (*Tithonia diversifolia*) com ênfase em abelhas africanizadas e nativas** – Recife, 2019. 27 f.: il. Orientador(a): Darcler Teresinha Malerbo de Souza. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, BR-PE, 2019. Disponível em: <https://www.repository.ufrpe.br/handle/123456789/1116?mode=full>
- GUALBERTO, R.; SOUZA JÚNIOR, O. F.; COSTA, N. R.; BRACCIALLI, C. D.; GAION, L. A. Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. *Nucleus*, v. 7, n. 2, p. 135- 150, 2011. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/362/611>
- HAMMER, Ø., HARPER, DAT, RYAN, PD. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* n.4, v1. 9 p. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HERRERA, R. S.; VERDECIA, D. M.; RAMÍREZ, J. L.. Chemical composition, secondary and primary metabolites of *Tithonia divesifolia* related to climate. *Cuban Journal of Agricultural Science*, v. 54, n.3, p. 1-9, 2020. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207934802020000300425&script=sci_abstract&tl ng=en
- HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A. M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN, H. A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.; STEEG, V. J.; LYNAM, J.; RAO P P, MACMILLAN S, GERARD B, MCDERMOTT J, SERÉ C, ROSEGRANT, M. Smart investments

in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. *Science*, v. 327, p.822-825, 2010. DOI:10.1126/science.1183725

LEÓN O.; GUTIÉRREZ, D. V.; VÁZQUEZ, T. E. R.; BARRERA, O. R.; CASTILLO, Y. C.; GARCÍA, H. G.; MUELA, C. R.; HERNÁNDEZ, D. A.; GARCÍA, B. C.; ÁLVAREZ, C. A.; SOTOLONGO, J. C. Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa in vitro y la dinámica de degradación ruminal in situ de *Tithonia diversifolia*. *Zootecnia Tropical*, v. 26, n. 3, p. 243-247, 2008. Disponible em: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300018

MAHECHA, L.; ESCOBAR, J.P.; SUÁREZ, J.F.; RESTREPO, L. F. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development*, v. 19, n. 2, 2007. Disponible em: <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd19/2/mahe19016.htm>

MEDINA, P., GUEVARA, F., La O, M., OJEDA, N., REYES, E. Resistencia antihelmíntica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nemátodos gastrointestinales. *Pastos y Forrajes*. n.37, v.3, p.257-263, 2014. Disponible em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942014000300001&lng=es&nrm=iso .

MIURA, T.; NOSAKA, K.; ISHII, H.; ISHIDA, T. Antidiabetic effect of Nitobegiku, the herb *Tithonia diversifolia*, in KK-Ay diabetic mice. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, v. 28, n. 11, p. 2152-2154, 2005. DOI: 10.1248/bpb.28.2152

MUOGHALU, J. I.; CHUBA, D. K. Seed germination and reproductive strategies of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and *Tithonia rotundifolia* (P.M) Blake. *Applied Ecology and Environmental Research*, v. 3, n.1, p. 39-46, 2005. DOI:10.15666/aeer/0301_039046

NZIGUHEBA, G.; MERCKX, R.; PALM, C. A.; MUTUO, P. Combining *Tithonia diversifolia* and fertilizers for maize production in a phosphorus deficient soil in Kenya. *Agroforestry Systems*, v.55, p. 165–174, 2002. DOI:10.1023/A:1020540411245

ODEDIRE, J. A.; OLOIDI, F. F. Feeding Wild Sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl., A. Gray) to West African Dwarf Goats as a Dry Season Forage Supplement. *World Journal of Agricultural Research*, v. 2, n.6, p. 280-284, 2014. DOI:10.12691/wjar- 2-6-6

ORTIZ, C. A. N.; VEGA, M. L. R.. Determination of in vitro digestibility of forage species used in ruminant feeding. *Trop Anim Health Prod*, v. 52, p. 3045–3059, 2020. DOI: 10.1007/s11250-020-02325-3

OVANI, V.; PÉREZ-MÁRQUEZ, S.; MONTEIRO, A.; KRUGUER, A. M.; LIMA, P. M. T.; BIZZUTI, B. E.; TAKAHASHI, L. S.; LOUVANDINI, H.; ABDALLA, A. L.. Understanding the impacts of intensity and harvest frequency on *Tithonia diversifolia* for use in tropical silvopastoral systems, Research Square, [S.I], 2024. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4273074/v1>

PÉREZ, A.; MONTEJO, I.; IGLESIAS, J. M.; LÓPEZ, O.; MARTÍN, G. J.; GARCÍA, D. E.; MILIÁN, I.; HERNANDEZ, A.. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, v. 32, n. 1, p. 1-15, 2009. Disponible em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000100001

POTTER, R.O, CARVALHO, A.P. de, FLORES, C.A., BOGNOLA, I. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina**. EMBRAPA-CNPq. Boletim de pesquisa, n. 6. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1069076>.

REID, R. S.; BEDELIAN, C.; SAID, M.Y.; KRUSKA, R.L.; MAURICIO, R.M.; CASTEL, V.; OLSON, J.; THORNTON, P.K. Global livestock impacts on biodiversity. IN: *Livestock in a Changing Landscape, Volume 1. Drivers, Consequences, and Responses*. Steinfeld, H.; Mooney, H.A.; Schneider, F.; Neville, L.E. Washington DC: Island Press: 111-137, 2009. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/2532>

REIS, M, M., CRUZ, L.R. da, COSTA, G.A. BARROS, R.E., SANTOS, L.D.T.. Potencial forrageiro de *Tithonia diversifolia* na alimentação Animal. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.7 (Suppl), p.233-245, 2015. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2832>.

RIBEIRO, R.S.; TERRY, S. A.; SACRAMENTO, J. P.; SILVEIRA, S. R.; BENTO, C. B., SILVA, E. F., MANTOVANI, H. C.; GAMA, M. A.; PEREIRA L. G.; TOMICH, T. R.; MAURÍCIO, R. M.; CHAVES, A. V.. *Tithonia diversifolia* as a Supplementary Feed for Dairy Cows. PLoS One, v.11, n12, e0165751, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165751>

RUIZ, T. E.; FEBLES, G. J.; DÍAZ, H.. Plantation distance, frequency and cutting height on the biomass production of *Tithonia diversifolia* collection 10 during the year. **Cuban J Agr Sci**, v. 46, n.4, p.423-426, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/289860410_Plantation_distance_frequency_and_cutting_height_on_the_biomass_production_of_Tithonia_diversifolia_collection_10_during_the_year

RUIZ, T. E.; FEBLES, G. J.; GALINDO, J. L.; SAVÓN, L. L.; CHONGO, B. B.; TORRES, V.; CRESPO, G. J.; MORA, L.; SCULL, IDANIA; LA O, O.; GONZÁLEZ, J.;LOK, SANDRA; GONZÁLEZ, NIURKA; ZAMORA, A.. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. *Rev Cub Ciencia Agrícola*, v.48, n.1, p. 79- 82, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122017.pdf>

SANGAKKARA, U. R.; LIEGGENS, M.; SOLDATI, A.; STAMP, P. Root and shoot growth of maize (*Zea mays*) as affected by incorporation of *Crotalaria juncea* and *Tithonia diversifolia* as green manures. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 190, p. 339–346, 2004. DOI:10.1111/j.1439-037X.2004.00111.x

SANTOS, S.; FILHO, S. C. V.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; RUAS, J. R.; AMARAL, P. M. Different forage sources for F1 Holstein x Gir dairy cows. *Livestock Science*, v. 142, p.48-58, 2011. DOI: 10.1016/j.livsci.2011.06.017

SAMPAIO, T. F.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C.; HELIODORO, J. C. A.; RONCHI, H. S.; TANGANELLI, K. M; CARVALHO, N. C.; OLIVEIRA, F. C.. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.5, p.1637–1645, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000500028>

SCARTEZINI, E. S.; ALVES, M. A. P.; COSTA, W. A utilização da *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray para alimentação na pecuária leiteira da região do cerrado brasileiro. **Revista agro em questão**, v.1 n.1. p.05-31, 2017. <https://cnabrazil.org.br/assets/arquivos/RevistaCNA.1.arquivo3.pdf>.

SILVA, F. D.; AMADO, T. J. C.; FERREIRA, A. O.; ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop–livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.190, p. 60-69, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.005>

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 239p.

SOTO, M. L.; MOLINA, F.; GONZÁLEZ, I.; GONZÁLEZ, J.; SÁNCHEZ, E.. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. **Zootecnia Tropical**, v. 30, n. 4, p. 317-325, 2012. Disponível em: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692012000400008

TENDONKENG, F.; FOGANG, Z. B.; SAWA, C.; BOUKILA, B.; PAMO, E. Inclusion of *Tithonia diversifolia* in multinutrient blocks for WestAfrican dwarf goats fed *Brachiaria* straw. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 6, p. 981, 2014. DOI: 10.1007/s11250-014-0597-2

UU-ESPENS, A.; POZO-LEYVA, D.; ARYAL, D. R.; DZIB-CASTILLO, B.; VILLANUEVA-LÓPEZ, G.; CASANOVA-LUGO, F.; CAHY-CANUL, A. J.; CAÚL- SOLÍÍS, J. R.. Biomass production and chemical composition of *Tithonia diversifolia* by the date of harvesting at different cutting heights. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v. 26, p. 1-9, 2023. DOI:10.56369/tsaes.4888

VAL, G. A.. **Produtividade e Composição Química da *Tithonia diversifolia* sob Diferentes Alturas de Resíduo** – Seropédica-RJ, 2019. 46 f.: il. Orientador(a): João Carlos de Carvalho Almeida. Dissertação (Mestrado) – Universidade Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia, Seropédica, RJ 2019. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/5768/2/2019%20-%20Guilherme%20Alves%20do%20Val.pdf>

VELÁZQUEZ, V. T. V.; HERNÁNDEZ, P. P.; ORTIZ, S. L.; GALLEGOS, E. C.; LAZO, C. C.; RODRÍGUEZ, J. J.. Production and nutritional quality of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in three seasons of the year and its effect on the preference by Pelibuey sheep. *Rev Mex Cienc Pecu.*, v. 13, n. 1, p. 240-257, 2022. DOI:10.22319/rmcp.v13i1.5906

VELÁZQUEZ, M.; ORTIZ, S. L.; GALLEGOS, E. C.; HERNÁNDEZ, P. P.; LAZO, C. C.; JARILLO-RODÍGUEZ, J.; LUCAS-LEYVA, C.. Degradability in situ of the dry matter of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in three seasons of the year. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v. 26, p. 1-9, 2023. DOI:10.56369/tsaes.4963

VERDECIA, D. M.; HERRERA, R. S.; RAMÍREZ, J. L.; BODAS, R.; LEONARD, I.; GIRALDÉZ, F. J.; ANDRÉS S.; SANTANA, A.; MÉNDEZ-MARTÍNEZ, Y.; LÓPEZ, S.. Yield components, chemical characterization and polyphenolic profile of *Tithonia diversifolia* in Valle del Cauto, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, v. 52, n.4., p. 457-471, 2018. Disponível em: <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/838>