

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Produtividade e Composição Química da *Tithonia diversifolia* sob Diferentes Alturas de Resíduo

Guilherme Alves do Val

2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Produtividade e composição química da *Tithonia diversifolia* sob diferentes alturas de resíduo

GUILHERME ALVES DO VAL

Sob a Orientação do Professor
João Carlos de Carvalho Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Julho de 2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

d743p do Val, Guilherme Alves, 1993-
Produtividade e composição química da Tithonia
diversifolia sob diferentes alturas de resíduo /
Guilherme Alves do Val. - Seropédica, 2019.
45 f.: il.

Orientador: João Carlos de Carvalho Almeida.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, 2019.

1. Composição química. 2. Fracionamento. 3. Valor
Energético. I. Almeida, João Carlos de Carvalho, 1956
, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia III.
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GUILHERME ALVES DO VAL

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25/07/2019



João Carlos de Carvalho Almeida Dr. UFRRJ
(Presidente)



Fábio Teixeira de Pádua, Dr. IFRJ



Domingos Sávio Campos Paciullo, Dr. EMBRAPA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que acompanharam a minha trajetória.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus por ter concedido esta oportunidade e possibilitado chegar até aqui.

A meus pais, Guilhermino e Sandra (*in memoriam*), que com muito amor e paciência investiram na minha trajetória.

A minha namorada e companheira, Jessica, com muito carinho e paciência sempre esteve comigo, me apoiando e fazendo com que este trabalho fosse concluído.

A meu irmão Gustavo, pela amizade e auxílio na implantação do projeto.

A grande amiga Laís (Lala), que foi a pessoa que deu o “start” para que iniciasse esta trajetória.

A meu orientador e grande amigo, João Carlos, pela oportunidade, companheirismo, ensinamento e conselhos.

A dona Eliane, pela grande amizade e conselhos.

Ao amigo Delci de Deus (*in memoriam*), pela amizade, conselhos e ensinamento.

Ao amigo Felipe (Jiló), pela amizade e auxílio nas etapas do projeto.

Aos amigos Carlos, Amanda e Ana Luíza, pelos bate papos acadêmicos, conselhos e auxílio no projeto.

Ao Sr. Pedro Timóteo, pela parceria, que possibilitou a execução e continuidade do projeto.

Aos professores, Carlos Augusto (Guto), Carlos Augusto (Carlinhos), João Batista (JB) e Rondineli, pela amizade e ensinamentos.

Aos técnicos do Laboratório de Bromatologia, Felipe, Marquinhos e Evandro, que sempre possibilitaram e auxiliaram as análises.

A Marcelo do PPGZ, que sempre esteve à disposição para ajudar no que fosse preciso.

Aos amigos Kayo, Conrado, Bianca, Thaís (Tata), Mônica, Maiara, Fabrício (Teló) e Rafael (Guzerá) pela grande amizade.

Aos amigos da República C Q Sabe, Robson, Julia e Lucas, pela amizade e companheirismo.

Aos amigos e incentivadores, Fábio Teixeira (Forró), Shaiene Gouvêa, Daniela Chaves, André Vargas e Claudia Pozzi, pela amizade, ensinamentos e conselhos.

Ao professor Mirton Morenz, pelas críticas e conselhos quanto as análises bromatológicas e estatísticas.

Ao grupo de estudos NEFOP, pela oportunidade de aprendizado.

Aos amigos, Deygiane, Jaciara, Conrado e Lorhaine, pelos bate papos acadêmicos e auxílio.

Aos alunos Mateus, Luís Felipe, Larissa e Isabela, por ter auxiliado na implantação e condução deste trabalho.

A UFRRJ, que possibilitou a minha formação profissional e permitiu conhecer grandes amigos.

Ao PPGZ, pela oportunidade e auxílio durante esta caminhada.

A CAPES, por ter concedido a bolsa e possibilitado a minha permanência no programa.

E a todos que possibilitaram esta empreitada, o meu muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)-Código de Financiamento 001.

BIOGRAFIA

Guilherme Alves do Val, filho de Guilhermino Pereira do Val e Sandra Maria Alves da Silva, nasceu em 19 de abril de 1993, na cidade de Barra do Piraí-RJ.

Concluiu o ensino médio e o Técnico em Agropecuária no IFRJ-Campus Pinheiral, no ano de 2011.

No ano de 2012 ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ, concluindo-o em 2017.

Em 2017, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, submentendo-se à defesa de dissertação em julho de 2019.

RESUMO

VAL, Guilherme Alves do. **Produtividade e composição química da *Tithonia diversifolia* sob diferentes alturas de resíduo**. 2019. 45 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento produtivo e a composição bromatológica da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo. O experimento foi conduzido no Instituto de Zootecnia da UFRRJ, em Seropédica-RJ. Foi realizado preparo prévio da área experimental 60 dias antes do plantio. O plantio foi realizado com estacas de 30 cm de comprimento em áreas experimentais dispostas em seis blocos completamente casualizados. Os blocos foram divididos em quatro parcelas de 4,0 x 3,5 m, totalizando 56 m² por bloco, onde foram alocados quatro tratamentos (alturas de resíduo): 20, 40, 60 e 80 cm. As avaliações foram realizadas a cada 57 dias, onde realizou-se a mensuração das alturas das plantas (H), estimativas de produção de massa de forragem verde (PMV) e seca (PMS) por corte, bem como o acúmulo de massa de forragem verde (AMV) e seca (AMS). Foram calculadas taxa de crescimento (TC) e relação folha:haste (RFH). Determinou-se matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG), fracionamento de proteína. Calculou-se as frações de carboidratos, nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável de produção (EMP) e energia líquida de lactação (ELL). O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados em esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram avaliados através de regressão. Os dados foram submetidos a análise de homogeneidade, normalidade e ANOVA, à 5% de significância, através do software estatístico R. A PMV teve efeito quadrático em novembro, com valores de 10,91 Mg/ha a 18,33 cm de altura de resíduo. O tempo de rebrota foi a causa para este comportamento quadrático, bem como as condições climáticas e de manejo. O teor de MS, em setembro, foi quadrático, com valores de 23,26% de MS a 46,25 cm. O teor de MS foi influenciado pelo período, com condições climáticas de baixa pluviosidade e temperatura, resultando em menor turgor das células vegetais. O teor de PB foi quadrático para o mês de setembro, com 21,83% PB para a altura de 65 cm de resíduo. Em setembro as plantas estavam com menor altura, hastes finas e menos lignificadas na porção acima de 20 cm de altura. A FDN, em novembro, foi significativa para a equação quadrática, com altura de 17,74 cm e teor de 61,15%. Neste mês as plantas foram colhidas aos 61 dias de rebrota em um período de transição águas-secas. A LIG foi quadrática para os meses de novembro, dezembro e abril, com valores de 7,20% a 35 cm; 3,48% a 45 cm e 2,45% a 55,71 cm, respectivamente. Estas avaliações foram marcadas por condições climáticas, além do tempo de rebrota, sendo 61, 46 e 63 dias, respectivamente para novembro, dezembro e fevereiro. Observou-se que alturas de resíduo de 40 a 50 cm é o intervalo mais adequada à *Tithonia diversifolia*. Estes valores proporcionaram as melhores associações entre produtividade, teores de MS, PB, FDN, LIG, frações A+B1, B2 e C, dos carboidratos, e as frações proteicas A e B1+B2.

Palavras-chave: Composição química, Fracionamento, Valor energético

ABSTRACT

VAL, Guilherme Alves do. **Productivity and chemical composition of *Tithonia diversifolia* under different residue heights**. 2019. 45 f. Dissertation (Master in Animal Science). Animal Science Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2019.

The aims of study were to evaluate the product behavior and bromatological composition of *Tithonia diversifolia* managed at different residue heights. The experiment was conducted at the Animal Science Institute of UFRRJ, in Seropédica-RJ. Prior preparation of the experimental area was carried out 60 days before planting. The planting was carried out with 30 cm long cuttings in experimental areas arranged in three completely randomized blocks. The blocks were divided into eight 4.0 x 3.5 m plots, totaling 56 m² per block, where four blocks (residue heights): 20, 40, 60 and 80 cm were allocated. Evaluations were performed every 57 days, where heights (H), green (GMP) and dry (DMP) forage mass production per cut were measured, as well as forage mass accumulation green (GMA) and dry (DMA). Growth rate (GR) and leaf-stem ratio (LAR) were calculated. Determine dry matter (DM), crude protein (CP), mineral matter (MM), ethereal extract (EE), gross energy (GE), neutral detergent fiber (NDF) and acid (NDA), lignin (LIG), protein fraction. Calculate as carbohydrate fractions, total digestible nutrients (TDN), digestible energy (DE), metabolizable production energy (MEP) and net energy of lactation (NEL). The experimental design was completely randomized blocks in a split plot scheme. Treatments were evaluated by regression. Data were analyzed with homogeneity, normality and ANOVA, with 5% significance, using the R statistical software. The GMP had quadratic effect in November, with values of 10.91 Mg / ha at 18.33 cm. of residue height. Regrowth time was the cause of quadratic behavior, as well as climatic and management conditions. The DM content in September was quadratic, with values of 23.26% DM at 46.25 cm. The DM content was influenced by the period, with low rainfall and temperature climatic conditions, resulting in lower turgor of plant cells. The CP content was quadratic for September, with 21.83% CP for a height of 65 cm of residue. In September, when the plants were less tall, the thin and less lignified above 20 cm. An NDF in November was significant for the quadratic equation, with a height of 17.74 cm and a content of 61.15%. This month the plants were harvested at 61 days of regrowth in a dry-water transition period. The LIG was quadratic for the months of November, December and April, with values of 7.20% at 35 cm; 3.48% at 45 cm and 2.45% at 55.71 cm, respectively. These standards were marked by weather conditions, in addition to the regrowth time, being 61, 46 and 63 days, respectively for November, December and February. Note that residue heights of 40 to 50 cm are the most suitable range for *Tithonia diversifolia*.

Key words: Chemical composition, Fraction, Energy value.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Dados climatológicos do município de Seropédica no período de 09/07/2018 a 18/04/2019	21
Gráfico 2. Balanço hídrico do município de Seropédica no período de 09/07/2018 a 18/04/2019	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da análise química de terra antes da implantação do experimento	22
Tabela 2. Altura das plantas no momento do corte (H) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	26
Tabela 3. Taxa de crescimento (TC) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano.....	26
Tabela 4. Relação folha-haste (RFH) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano.....	27
Tabela 5. Produção de massa de forragem verde por corte (PMV) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	28
Tabela 6. Produção de massa de forragem seca por corte (PMS) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e em coletadas em diferentes meses do ano	28
Tabela 7. Acúmulo de massa de forragem verde (AMV) e massa de forragem seca (AMS) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	29
Tabela 8. Teor de matéria seca (MS) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano.....	29
Tabela 9. Teor de proteína bruta (PB) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano.....	30
Tabela 10. Teor de matéria mineral (MM) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	30
Tabela 11. Teor de extrato etéreo (EE) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano.....	31
Tabela 12. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	32
Tabela 13. Teor de fibra em detergente ácido (FDA) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	32
Tabela 14. Teor de lignina (LIG) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano.....	33
Tabela 15. Teor de carboidratos totais (CT) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	33
Tabela 16. Teor da fração A+B1 de Carboidratos Totais da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	34
Tabela 17. Teor da fração B2 de Carboidratos Totais da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	34
Tabela 18. Teor da fração C de Carboidratos Totais da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	35
Tabela 19. Teor da fração A da proteína bruta da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	35
Tabela 20. Teor da fração B1+B2 da proteína bruta da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	36
Tabela 21. Teor da fração B3 da proteína bruta da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	36
Tabela 22. Teor da fração C da proteína bruta da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	37
Tabela 23. Teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	37

Tabela 24. Teor de energia bruta (EB) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano.....	38
Tabela 25. Teor de energia digestível (ED) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	38
Tabela 26. Teor de energia metabolizável de produção (EMP) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	39
Tabela 27. Teor de energia líquida de lactação (ELL) da <i>Tithonia diversifolia</i> manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano	39

LISTA DE ABREVIACÕES

°C = graus Celsius
AGd = ácidos graxos digestíveis
Al = alumínio
Ca = cálcio
cm = centímetros
CNF = carboidratos não fibrosos
CNFd = carboidratos não fibrosos digestíveis
Corg = carbono orgânico
CT = carboidratos totais
CTC = capacidade de troca catiônica
d = dia
EB = energia bruta
EE = extrato etéreo
EL = energia líquida
EML = energia metabolizável de lactação
EMP = energia metabolizável de produção
FDA = fibra em detergente ácido ou fibra insolúvel em detergente ácido
FDN = fibra em detergente neutro ou fibra insolúvel em detergente neutro
FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
FDNn = fibra em detergente neutro corrigida para proteína insolúvel em detergente neutro
FDNnd = fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio digestível
H = altura no momento do corte
H+Al = hidrogênio mais alumínio (acidez potencial)
ha = hectare
K = potássio
Kg = quilo
LIG – lignina
m = metros
m = saturação por alumínio
m² = metros ao quadrado
Mcal = mega calorias
Mg = magnésio
Mg = mega grama
Mg/ha = mega grama por hectare
mg = miligramas
MM = matéria mineral
mm = milímetros
MS = matéria seca
Na = sódio
NDT = nutrientes digestíveis totais
NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NNP = nitrogênio não-proteico
P = fósforo
PB = proteína bruta
PBd = proteína bruta digestível

pH = potencial hidrogeniônico
PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido
PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro
RFH = relação folha:haste
S = soma de bases
t = CTC efetiva
T = CTC potencial a pH 70
T = dias em rebrota
TA = taxa de acúmulo
TC = taxa de crescimento
TCA = ácido tricloro acético
V = saturação por bases

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Caracterização da <i>Tithonia diversifolia</i>	17
2.2	Propagação.....	17
2.3	Produtividade.....	18
2.4	Composição Química	19
2.5	Alimentação Animal.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Local do Estudo	21
3.2	Preparo da Área	22
3.3	Amostragem	23
3.4	Análises Bromatológicas	23
3.4.1	Fracionamento de carboidratos.....	23
3.4.2	Fracionamento de proteína	24
3.4.3	Valor Energético.....	24
3.5	Delineamento e Análises Estatísticas	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Avaliações Agronômicas	26
4.2	Avaliações Bromatológicas	29
4.3	Fracionamento de Carboidratos.....	33
4.4	Fracionamento de Proteína	35
4.5	Valor Energético.....	37
5	CONCLUSÃO.....	40
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

As principais espécies forrageiras convencionais utilizadas no Brasil possuem capacidade para a produção de volumoso em solos caracterizados como ácidos e de baixa fertilidade, mas não resultando em uma produção forrageira em quantidade e de qualidade satisfatórias (COSTA et al., 2008; DIAS-FILHO, 2011). Essas espécies atendem as necessidades dos atuais sistemas, desde que não sejam utilizadas em sistemas extrativistas, com pouco ou nenhum manejo adequado por um longo período, assim diminuindo a sua qualidade, produtividade e longevidade (COSTA et al., 2008).

Em áreas tropicais existem espécies de múltiplo uso que são utilizadas para diversos fins como: planta medicinal, cerca viva, barreira ecológica e para ornamentação. Muitas dessas espécies podem ser utilizadas com a finalidade de produção de alimento volumoso em quantidade e qualidade, além de estarem adaptadas a diversos tipos de manejos e condições edafoclimáticas. Dentre essas espécies, existem a amoreira (*Morus spp.*), hibisco (*Hibiscus spp.*) e o girassol mexicano (*Tithonia diversifolia*).

A *T. diversifolia* é uma espécie amplamente encontrada nas regiões tropicais e que há muitos anos é alvo de estudo em países como: Colômbia, Quênia, Cuba e México, como opção de volumoso para ruminantes, além de suas características melhoradoras do solo (CASTILLO, 2014). Os estudos realizados nesses países têm demonstrado excelente capacidade de produção e de valores nutricionais (KATO e SALAZAR, 1995; GUALBERTO et al., 2011; REIS et al., 2016).

Os valores de produção e nutricionais reportados são amplos, visto as condições locais e de manejo. Quanto ao manejo, a literatura relata que aos 60 dias de rebrota são encontrados os melhores valores nutricionais e de produção (PARTEY, 2011; REIS et al., 2015; GARCIA, 2017). Entretanto, a recomendação de altura de resíduo ainda não é consenso entre os autores, e valores de 10, 15, 20 e 50 cm de altura são encontrados (PARTEY, 2011; REIS et al., 2015).

Esta espécie tem potencial para a alimentação animal, porém há necessidade de maiores elucidações quanto ao manejo de altura de resíduo.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da altura de resíduo nas características produtivas e nutricionais da *T. diversifolia* em diferentes meses do ano. Os objetivos específicos foram:

- Avaliar a produção de massa verde (PMV) e massa seca (PMS), o acúmulo de massa verde (AMV) e massa seca (AMS), a relação folha:haste (RFH), a altura no momento do corte (H) e os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG) e energia bruta (EB);
- Determinar os valores de carboidratos totais (CT) e suas frações (A+B1, B2 e C), e fracionamento de proteína (A, B1+B2, B3 e C);
- Estimar os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável de produção (EMP) e energia líquida de lactação (ELL).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da *Tithonia diversifolia*

A *T. diversifolia* é originária da América Central (PÉREZ, et al., 2009). A alta adaptabilidade permite seu cultivo em locais de climas tropicais, como a América do Sul, Cuba, Filipinas, Quênia, Índia, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá e Venezuela (MÁRTINEZ et al., 1979; RIOS, 1993; WANJAU et al., 1998; PÉREZ et al., 2009)

De acordo com a região, a *T. diversifolia* pode ser identificada por diversos nomes: girassol mexicano, falso girassol, margaridão, titônia, arnica, árbol maravilla, wild sunflower, quil amargo e crisântemo de Nitobe (ROIG, 1974; ARRENSE, 2012).

É uma planta herbácea-arbustiva pertencente a uma das dez espécies do gênero *Tithonia*. Sua classificação botânica é: Reino: *Plantae*, Sub-reino: *Traqueobionta*, Divisão: *Spermatophia*, Classe: *Dicotyledoneae*, Subclasse: *Metaclamídeas*, Ordem: *Campanulada*, Família: *Asteraceae*, Gênero: *Tithonia* e Espécie: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (CASTILLO et al., 2014; REIS et al., 2015).

Esta espécie pode atingir de 1,5 a 4,0 metros de altura, com caule ereto, com ramos que em sua fase jovem possuem pequenos pelos e que são perdidos com o avanço do seu desenvolvimento (REIS, et al., 2015).

As folhas são alternadas, pecioladas, com comprimento e largura de 20 cm, divididas em três a cinco lóbulos e com margens arredondadas, podendo ser pilosa em sua parte adaxial e com pontos granulares na porção abaxial (NASH, 1976; REIS et al., 2015).

A *T. diversifolia* possui inflorescência em capítulo, composta de pequenas flores sésses sobre um receptáculo convexo com superfície de brácteas rígidas de até 11 mm de largura, com pelos ou não. O conjunto de flores é rodeado por involúcro amplamente alargado de até 4 cm de largura. As flores são em números de 12 a 14, liguladas na periferia do capítulo, com corola de 6 cm de comprimento, assemelhando-se a uma pétala de flores simples, brilhante e de cores amarelo ou laranja (PÉREZ et al., 2009).

A *T. diversifolia* possui grande volume de raiz, possibilitando alta capacidade de absorver nutrientes em solos de baixa fertilidade e alta adaptabilidade a diversos locais, variando em áreas com altitudes superiores a 2.400 metros e com precipitação entre 800 e 5.000 mm/ano (RUIZ et al., 2014).

2.2 Propagação

A *T. diversifolia* é uma planta resistente, adaptada aos solos das regiões tropicais e que possui plasticidade de resposta positiva a diversos manejos, e a sua propagação é através de estacas ou sementes (RUIZ et al., 2014; LAZZO et al., 2015). As sementes possuem baixa taxa de germinação devido à dormência fisiológica, imaturidade dos embriões e a baixas temperaturas do solo (AGBOOLA et al., 2006). O poder de germinação é entre 25 a 30%, mas com o avanço do período pós-colheita o poder de germinação aumenta, alcançando 97,5% aos quatro meses (MUOGHALU, 2005; CUNHA, 2005; REIS et al., 2015). O aumento da germinação é obtido com tratamentos para a quebra de dormência, utilizando-se água quente, armazenamento por 8 a 12 meses e semeadura em locais abertos com pouco sombreamento (AGBOOLA et al., 2006)

A propagação vegetativa é comumente utilizada devido ao fácil acesso as estacas ao longo do ano, rápido enraizamento e índice de sobrevivência de 90% (LOURENÇO et al., 2016). Recomenda-se a utilização de estacas de 20 a 40 cm de comprimento, plantadas em solo com boa umidade e de forma vertical ou horizontal ao solo, sendo a última a de menor eficácia

(KATTO et al., 2002; RUIZ et al., 2009; REIS, 2016). É recomendado a utilização de estacas semi-lenhosa, pois estas apresentam índice de sobrevivência de 90%, as estacas lenhosas e herbáceas apresentam menor índice, 73 e 85%, respectivamente (LOURENÇO et al., 2016).

A *T. diversifolia*, em sistemas para corte, desenvolve-se bem em arranjos entre 0,5 x 0,5 m até 1,0 x 1,0 m (GUALBERTO et al., 2011; CASTILLO-MESTRE et al., 2016). Para sistemas de pastejo, o plantio é realizado com arranjo de 0,75 x 1,50 m e recomendam-se distâncias entre linhas duplas de 3 a 4 metros, e início de pastejo quando as plantas atingem 1,0 a 1,5m de altura (GARCIA, 2017).

2.3 Produtividade

A *T. diversifolia* apresenta grande capacidade de rebrota, mesmo em manejos com cortes rentes ao solo e o seu crescimento é lento até os 60 dias de rebrota, com taxa de crescimento de 1,0 cm/dia, 2,5 cm/dia de 60 até 100 dias e 3,5 cm/dia acima de 100 dias (SILVA et al, 2018). A capacidade produtiva da espécie é de 30 a 70 Mg/ha de massa verde e 3,9 a 9,0 Mg/ha de massa seca, e estas variações são influenciadas por diversos fatores (REIS et al., 2015).

A densidade de plantio e o seu arranjo no espaço influenciam na competição entre as plantas por luz, água e nutrientes (DE RESENDE et al., 2010). Castillo-Mestre et al. (2016) avaliaram três arranjos, 0,5 x 1,0; 0,75 x 1,0 m e 1,0 x 1,0 m, e relataram produções de 10,3; 10,3 e 13,5 Mg/ha de massa seca de forragem por corte. Os autores observaram maiores produções em menores densidades de plantio. Gualberto et al. (2011) avaliaram três arranjos de plantio, 0,50 x 0,75; 0,75 x 0,75 e 0,75 x 1,00 m, e observaram valores de 10,7; 8,9 e 7,5 Mg/ha de massa seca de forragem por corte, respectivamente. Os autores concluíram que o arranjo de 0,5 x 0,5 m proporcionou as maiores produções e estes dados corroboraram os resultados de Rios e Salazar (1995) e Ramirez et al. (2005), que observaram produções semelhantes utilizando-se os mesmos arranjos.

Os vegetais acumulam massa seca e verde com o avanço dos estádios fenológicos, devido à multiplicação e expansão celular (SILVA et al., 2018). Gualberto et al. (2011) relataram produções de 3,5; 7,6 e 16,0 Mg/ha de massa seca no estágio de pré-floração, floração e pós-floração, respectivamente. Neste estudo, os estádios corresponderam a 103, 137 e 544 dias de rebrota. Calsavara et al. (2015) observaram 8,1 e 5,6 Mg/ha de massa seca nos estádios de emborrachamento e pré-floração, respectivamente. Silva et al. (2018) observaram produções entre 14 e 28 Mg/ha de massa seca para 100 e 145 dias de rebrota, respectivamente.

A reposição de nutrientes durante o desenvolvimento do vegetal favorece a expressão do máximo potencial de produção e evita que o mesmo entre em estado de degradação. Reis (2016) avaliou o uso de biofertilização com esterco bovino, nas doses de 0, 20, 40, 60 e 80 m³/ha. O autor não observou diferença significativa entre os tratamentos, e relatou que a alta fertilidade natural do solo pode estar associada à resposta não significativa. No mesmo trabalho, o autor avaliou também o uso da irrigação, e relatou que houve incremento de produtividade, e o uso de biofertilizantes associado ao esterco bovino possibilitou maior incremento, devido ao fornecimento de matéria orgânica ao solo.

A frequência de corte ou pastejo e a altura de resíduo são fatores que irão interferir na produtividade e na longevidade da cultura, pois os vegetais necessitam de carboidratos de reserva para emitirem novas brotações (TAIZ e ZEIGER, 2013). Partey (2011) avaliou a resposta produtiva da *T. diversifolia* em três alturas de resíduo (25, 50 e 100 cm) e em três frequências de corte (15, 30 e 60 dias). O autor observou acúmulo de 4,7 Mg/ha de massa seca para 50 cm de resíduo e de 7,2 Mg/ha de massa seca para a frequência de 60 dias. O autor concluiu que a melhor combinação de manejo foi a altura de resíduo de 50 cm com frequência de 60 dias. Lazo et al (2015) avaliaram quatro frequências de pastejo, 30, 60, 90 e 120 dias

durante a época chuvosa, e quatro durante a época seca, 60, 90, 120 e 150 dias. Os autores observaram que 60 e 90 dias, respectivamente para as épocas chuvosa e de seca, permitem acúmulo de massa seca de 2,3 a 2,9 Mg/ha. A literatura recomenda diversas alturas de resíduo, 10, 15, 20 e 50 cm e frequência de 60 a 90 dias (PARTEY et al., 2011; RUIZ et al., 2012; REIS et al., 2015; GARCIA, 2017).

2.4 Composição Química

A *T. diversifolia* é conhecida por sua capacidade de acumular grande quantidade de nitrogênio e de minerais em suas folhas (RUIZ et al., 2009; GARCIA, 2017). A *T. diversifolia* possui, em média, 15% MS, 21% PB e 63% FDN (ODEDIRE e OLOIDI, 2014). Em comparação ao teor de PB de outras opções de forrageiras consideradas tradicionais como a silagem de milho (6,5% PB) e capim elefante (11,3% PB), a *T. diversifolia* possui maior teor de PB (ODEDIRE e OLOIDI, 2014).

Em experimentos realizados na Colômbia, Rivera et al. (2015) observaram que a *T. diversifolia* (25,4% PB, 25,2% FDN, 23,5% FDA), apresentou melhores valores que a *Urochloa decumbens* (6,0% PB, 67,3% FDN, 29,5% FDA), *Urochloa humidicola* (6,13% PB, 69,5% FDN, 42,4% FDA) e *Urochloa brizantha* (7,6% PB, 80,8% FDN, 55,8% FDA).

A composição química é influenciada pela proporção dos componentes morfológicos estruturais e maturidade fisiológica, além de fatores climáticos e de manejo (GUALBERTO et al., 2011; CALSAVARA et al., 2016; SILVA et al., 2018). Em avaliações de componentes morfológicos estruturais, Calsavara et al. (2016) observaram que a composição das hastes e folhas diferenciam. Observaram que as hastes possuem 22,4% MS, 5,7% MM, 6,9% PB, 63,0% FDN e 48,9% FDA, e as folhas possuem 20,0% MS, 13,3% MM, 22,4% PB, 42,9% FDN e 28,4% FDA.

Silva et al. (2018) avaliaram a composição da *T. diversifolia* entre 100 e 140 dias após o plantio e observaram que no processo de envelhecimento da planta ocorre incremento de 6,5 pontos percentuais em MS e decréscimo de 2,4 pontos percentuais em PB. Estas variações são resultados da deposição de componentes da parede celular e redução do conteúdo celular.

O processo de envelhecimento vegetal altera os níveis de proteína ligadas a fibra (PIDA), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF), lignina (LIG) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Calsavara et al. (2016) avaliaram estas alterações nos estádios de emborrachamento e pré-floração. Os autores relataram valores de 4,0% PIDA, 70,6% CT, 32,3% CNF, 13,4% LIG e 63,9% NDT no estágio de emborrachamento, e no estágio de pré-floração, 6,8% PIDA, 74,3% CT, 33,0% CNF, 17,7% LIG e 61,3% NDT.

Além destas, a altura de corte e ou pastejo são importantes na determinação do equilíbrio entre altura e qualidade. REIS et al. (2015) observaram que a *T. diversifolia* quando colhida a 20 cm de altura e aos 60 dias de idade alcança o equilíbrio entre produção e valor nutricional.

A *T. diversifolia* apresenta excelente composição química, com valores de FDN e PB adequados a nutrição animal e degradabilidade da matéria seca de 49,0% (GUALBERTO et al., 2011; CALSAVARA et al., 2016). La et al. (2012) avaliaram a degradabilidade de diferentes ecotipos de *T. diversifolia* sob simulação de pastejo e observaram valores de 72,3 a 79,8% de degradabilidade aparente da MS e 26,0 a 30,2% para FDN. A desvantagem nutricional da espécie, segundo Maurício et al. (2017), é a quantidade de proteína ligada à fibra (9,2%).

2.5 Alimentação Animal

O uso de alimentos multiusos para a produção de animais pode favorecer a redução de custos com insumos externos (ODEDIRE e OLOIDI, 2014). Com isso, a *T. diversifolia* possui alto potencial produtivo para a produção de alimento e níveis ótimos de MS, PB e FDN. A *T.*

diversifolia é utilizada como alimento para diversas espécies de herbívoros, principalmente ruminantes (SILVA, 2004). Seu uso efetivo na alimentação animal ainda é pouco explorado. Em pesquisas realizadas no Brasil, Ribeiro et al. (2016) observaram que a inclusão de até 15,4% da *T. diversifolia* na alimentação, com cana-de-açúcar fresca e concentrado, de vacas leiteiras mestiças não alteram a ingestão total de matéria seca (18,7 kg MS/dia) e produção de leite (22,9 kg/dia). Machecha et al. (2007) avaliaram a inclusão da *T. diversifolia* na alimentação de vacas F1 (Holandesas x Zebu) e observaram que a inclusão de até 35% na dieta total não influencia a produção e a composição do leite.

Na Colômbia, Rivera et al. (2015) avaliaram o desempenho de vacas leiteiras mestiças em dois tipos de sistema: convencional, com *Urochloa decumbens*, *Urochloa humidicola*, *Urochloa brizantha* e silvipastoril intensivo com *T. diversifolia*. Os autores observaram que no sistema silvipastoril intensivo (4,92 kg de leite/vaca/dia), os animais obtiveram melhor desempenho comparado ao sistema convencional (4,59 kg de leite/vaca/dia).

Molina et al. (2015) realizou um experimento no Caribe com ganho de peso de bezerros machos de duplo propósito, onde avaliou-se um sistema de pastagem com *U. decumbens*, minerais comerciais e água, e um sistema de pastagem com os mesmos itens mais o uso da *T. diversifolia ad libitum*. Observaram que no primeiro caso, os bezerros obtiveram ganho de peso de 130 g/dia, e no segundo, com *T. diversifolia ad libitum*, de 512 g/dia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

O estudo foi realizado no Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, RJ-Brasil. A área experimental está localizada entre as coordenadas 22°46'21.2" S e 43°41'16.8" O, a 35 metros de altitude.

A região possui precipitação média anual de 1.225 mm, com maior volume entre os meses de novembro a abril, evapotranspiração média anual de 1.352 mm e temperatura média de 24°C (DE ALCÂNTARA e DE SCHUELER, 2015). Segundo Köppen (1938), o clima local é classificado como Aw. Os dados climatológicos da fase experimental foram coletados na plataforma virtual do Instituto Nacional de Meteorologia, referente a estação meteorológica Agroecologia, em Seropédica. A precipitação foi de 1.172,60 mm e temperatura média de 24,7°C, sendo a máxima média de 25,29°C e a mínima média de 24,11°C (Gráfico 1) (INMET, 2019).

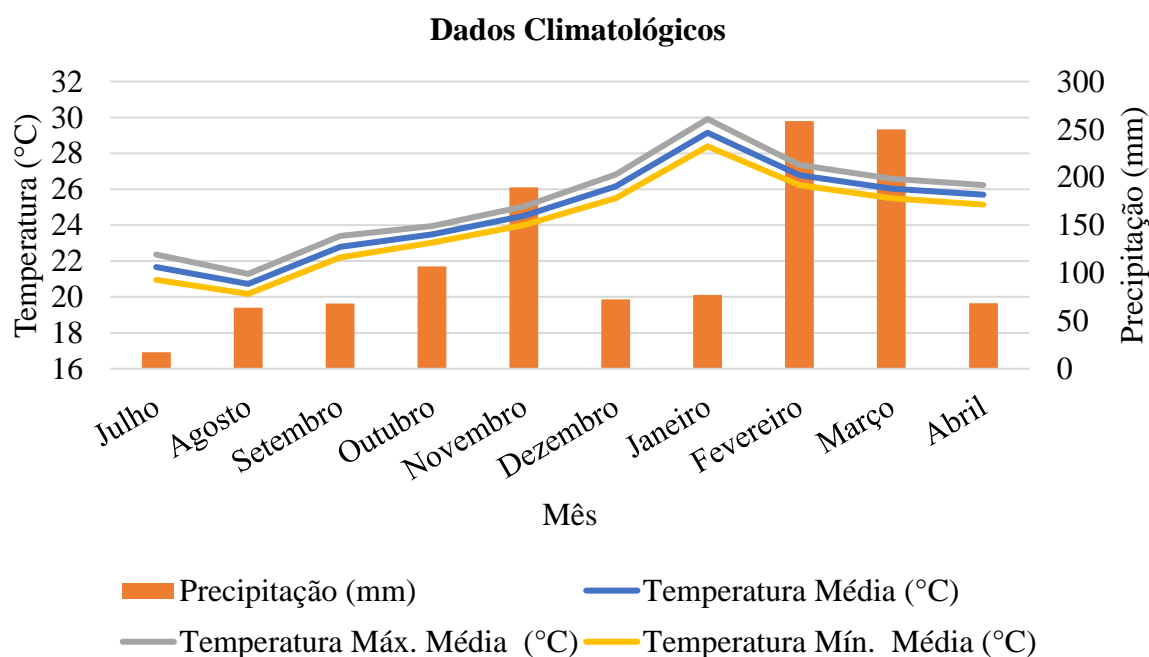


Gráfico 1. Dados climatológicos do município de Seropédica no período de 09/07/2018 a 18/04/2019

O balanço hídrico foi calculado de acordo com a metodologia de Thornthwaite (1948) (Gráfico 2).

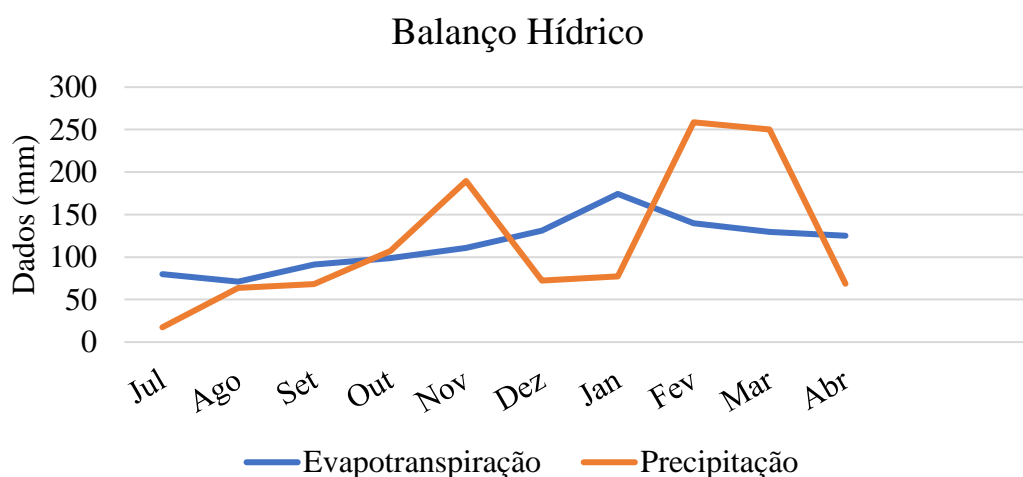


Gráfico 2. Balanço hídrico do município de Seropédica no período de 09/07/2018 a 18/04/2019

O balanço hídrico foi negativo para os meses de julho, agosto, setembro, dezembro e janeiro, e positivo para outubro, novembro, fevereiro e março.

3.2 Preparo da Área

Foi realizada a análise química de terra para fins de correção e de adubação da área experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise química de terra antes da implantação do experimento

Prof (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	pH _{água}	C _{org}	P	K
	Cmol _c / dm ³									%	1:2,5	%	mg/L
0-20	0,20	2,0	1,0	0,16	4,1	0,0	3,36	7,49	45	5,6	1,46	19	63
20-40	0,20	1,0	0,6	0,09	3,0	0,0	1,89	4,89	39	5,7	1,01	13	34

O preparo da área consistiu da distribuição do calcário dolomítico, equivalente a 1 Mg/ha, 60 dias antes da implantação do experimento, e em seguida realizou-se uma aração e duas gradagens.

A *T. diversifolia* foi implantada no dia 04/11/2017, com estacas herbáceas, semi-lenhosas e lenhosas colhidas de plantas dispersas pelo *campus* da UFRRJ, com 30 cm de comprimento. As estacas continham três a quatro gemas e foram plantadas dois terços na terra e um terço para fora com espaçamento de 0,5 x 1,0 m, em seis blocos casualizados de 4 x 14 m.

As adubações foram realizadas em duas etapas. A adubação fosfatada foi em dose única, em covas e no momento do plantio, equivalente a 80 kg de P₂O₅/ha. As adubações de cobertura, nitrogenada e potássica, foram realizadas em dose única, superficial e entre linhas, 60 dias após o plantio, e suas doses foram equivalentes a 40 kg de N/ha e 40 kg de K₂O/ha.

Os blocos foram divididos em quatro parcelas de 4,0 x 3,5 m, com área útil de 3 x 2 m. Os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória nos blocos. Até 09/07/2018 a área foi manejada com cortes e replantios das falhas. Em 09/07/2018 todas as plantas foram cortadas com 20 cm de resíduo, com intuito de uniformizar o desenvolvimento e iniciar o período de

avaliação. Foram estabelecidos os seguintes tratamentos: 20, 40, 60 e 80 cm de altura de resíduo com seis repetições, totalizando 24 unidades amostrais.

3.3 Amostragem

Os cortes foram realizados, em média, a cada 57 dias, nas seguintes datas: 03/09/2018 (56 dias), 03/11/2018 (61 dias), 19/12/2018 (46 dias), 20/02/2019 (63 dias) e 18/04/2019 (57 dias). A amostragem foi realizada na área útil, de 6 m², de cada parcela. Antes da amostragem, realizou-se a mensuração da altura de quatro plantas em cada parcela, e após, com auxílio de uma tesoura de poda, a coleta da massa de forragem.

A massa de forragem colhida foi pesada no campo, para a determinação da produtividade, e em seguida direcionada para o Laboratório de Ciências Forrageiras (LACIF) e para o Laboratório de Bromatologia, ambos no Instituto de Zootecnia.

Com a mensuração da altura no momento do corte realizou-se a estimativa da taxa de crescimento (TC) das plantas tratamentos, de acordo com a seguinte fórmula:

$$TC = \frac{H-R}{T}$$

Em que: TC = Taxa de crescimento, em cm/dia; H = altura da planta no momento do corte, em cm; R = altura de resíduo, em cm; T = Intervalo entre os cortes para avaliação (dias em rebrota).

3.4 Análises Bromatológicas

As amostras direcionadas ao LACIF foram divididas em duas partes. Uma parte foi separada nos componentes morfológicos (folhas e hastes) para a determinação da relação folha:haste e a segunda parte foi direcionada para as análises bromatológicas. Ambas as amostras foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar (55°C por 72 horas).

O material para análises bromatológicas foi processado em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm. Foram realizadas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), segundo AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA), e lignina, de acordo com Van Soest et al. (1991).

3.4.1 Fracionamento de carboidratos

A determinação do fracionamento de carboidratos foi realizada de acordo com a metodologia de Sniffen et al. (1992). Foram determinados os carboidratos totais (CT) e as suas frações, A + B1 representadas pelos carboidratos não fibrosos (CNF) e a fração C pela porcentagem de lignina multiplicada por 2,4. A fração B2 foi determinada pela diferença entre FDNcp – Fração C. Determinou-se as frações de acordo com as seguintes equações:

$$CNF (A+B1) = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDNcp + \%MM)$$

Em que: FDNcp equivale à fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

A FDNcp (fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína) foi de acordo com Van Soest et al. (1991), onde por meio da fervura das amostras em solução detergente neutra e ácido, foi obtido o resíduo da FDN, e sendo este, em seguida levado à mufla a 600°C, por 1 hora, para determinação do teor de matéria mineral insolúvel no detergente neutro. A correção para a proteína foi realizada ao determinar-se o valor da proteína insolúvel no detergente neutro (PIDN).

3.4.2 Fracionamento de proteína

A determinação do fracionamento de proteína foi feito de acordo com Licitra et al. (1996), onde a fração A (nitrogênio não-proteico - NNP) foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético (TCA), o qual foi obtido através do tratamento de aproximadamente 0,5 g da amostra com 50 mL de água destilada, permanecendo por 30 minutos, e posteriormente, adicionados 10 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10% por 30 minutos. O resíduo remanescente foi filtrado em papel de filtro (Whatman, N° 54), lavado com água e determinado o nitrogênio residual. Pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em TCA, foi obtido o nitrogênio solúvel total (NNP + proteína solúvel), para a determinação da fração A. A fração B3 foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), os quais foram determinados por meio da fervura de 1,0 g da amostra com solução detergente neutra e ácida durante uma hora, respectivamente, onde os resíduos foram também analisados para nitrogênio. A fração C foi considerada como sendo o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e a fração B1+B2 foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e a soma das frações A, B3 e C. Todos os valores de determinação do N foram multiplicados por 6,25 para a correção em proteína.

3.4.3 Valor energético

A estimativa do valor energético da *T. diversifolia* foi feita com o uso das equações de predição do NRC (2001), em que se determinou os nutrientes digestíveis totais (%NDT), a energia digestível (ED), a energia metabolizável de produção (EMP) e a energia líquida de lactação (ELL). Utilizou-se para o NDT a seguinte fórmula:

$$\%NDT = \%CNFd + \%PBd + (\%AGd * 2,25) + \%FDNnd - 7$$

Em que: CNFd = carboidratos não fibrosos digestíveis; PBd = proteína bruta digestível; AGd = ácidos graxos digestíveis; FDNnd = fibra em detergente neutro corrigida para o nitrogênio digestível; 7 = correção utilizada para o NDT fecal metabólico, visto que as frações digestíveis consideradas se referem à digestibilidade verdadeira e não aparente.

Os componentes da fórmula do NDT são realizados de acordo com seguintes equações:

$$\%CNFd = 0,98 * [100 - (\%PB + \%EE + \%FDNn + \%MM)] * PAF$$

Em que: PAF = fator de ajuste igual a 1 para todos os alimentos

$$\%PBd = \%PB * \exp\left[-1,2 * \left(\frac{\%PIDA}{\%PB}\right)\right]$$

$$\%AGd = \%EE - 1$$

Em que: %EE>1, sendo que para alimentos com %EE<1, AGd=0

$$\%FDN_{nd} = 0,75 * (\%FDN_n - \%LIG) * \left[1 - \left(\frac{\%LIG}{\%FDN_n} \right)^{0,667} \right]$$

Em que: FDN_n=%FDN-%PIDN

$$ED \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} \right) = \left(\frac{\text{CNFd}}{100} \right) * 4,2 + \left(\frac{\text{FDN}}{100} \right) * 4,2 + \left(\frac{\text{PBd}}{100} \right) * 5,6 + \left(\frac{\text{Agd}}{100} \right) * 9,4 - 0,3$$

$$EMP \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} \right) = (1,01 * ED - 0,45) + (0,0046 * (EE - 3))$$

$$ELL \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}} \right) = [0,703 * EMP] - 0,19$$

3.5 Delineamento e Análises Estatísticas

O experimento foi conduzido e avaliado através do delineamento em blocos completamente casualizados em esquema de parcelas subdivididas. Os resultados foram analisados para normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, homogeneidade, pelo teste de Bartlett e pela Análise de Variância (ANOVA) com significância de 5%. Utilizou-se regressão para comparação entre os tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote ExpDes.pt do software estatístico RStudio®, versão 3.5.3 (R CORE TEAM, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações Agronômicas

Todas as variáveis estruturais e agronômicas foram significativas para a interação entre tratamento e mês de avaliação ($P < 0,05$). Os dados de altura das plantas no momento do corte (H) estão na Tabela 2.

Tabela 2. Altura das plantas no momento do corte (H) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	H (m)						
Set	1,08	1,15	1,15	1,08	-	-	-
Nov	2,11	2,22	2,17	2,33	-	-	-
Dez	1,42	1,47	1,50	1,68	$Y=1,3117+0,0041x$	0,00745	0,86
Fev	1,55	1,68	1,74	1,90	$Y=1,4342+0,0056x$	0,00029	0,98
Abr	1,45	1,70	1,92	2,12	$Y=1,2417+0,0111x$	<0,00001	0,99
Média	1,52	1,64	1,70	1,82	-	-	-

Os tratamentos nos meses de setembro ($P > 0,05$) e novembro ($P > 0,05$) não diferiram para a variável H. Em setembro as plantas estavam com a mesma altura e isto deve ao fato da determinação dos tratamentos no mês de setembro. Em novembro foi o primeiro período de avaliação com os tratamentos estabelecidos e as plantas foram colhidas aos 61 dias de rebrota, possivelmente, sendo o tempo necessário para crescimento “compensatório” e não desigual entre os tratamentos. Além disto, este período foi marcado pela transição de águas-secas onde a temperatura e o índice pluviométrico estavam aumentando. Houve efeito linear positivo entre os tratamentos, com aumento de 0,0041; 0,0056 e 0,0111 cm para cada acréscimo de um centímetro na altura de resíduo, respectivamente para os meses de dezembro ($P=0,00745$), fevereiro ($P=0,00029$) e abril ($P < 0,00001$). Este efeito era esperado devido à altura de resíduo, onde os tratamentos de maiores alturas de resíduo proporcionassem plantas mais altas.

Os dados da taxa de crescimento (TC) estão na Tabela 3.

Tabela 3. Taxa de crescimento (TC) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	TC (cm/dia)						
Set	1,61	1,31	1,02	0,51	$Y=2,012-0,0180x$	<0,00001	0,98
Nov	3,12	2,98	2,57	2,51	$Y=3,35-0,0111x$	0,00005	0,92
Dez	3,00	2,33	1,95	1,91	$Y=3,995-0,058x+0,0004x^2$	0,0084	0,99
Fev	2,13	2,03	1,81	1,74	-	-	-
Abr	2,19	2,28	2,30	2,32	-	-	-
Média	2,41	2,19	1,93	1,80	-	-	-

Os tratamentos nos meses de setembro ($P < 0,00001$) e novembro ($P=0,00005$) apresentaram efeito linear negativo, com decréscimo de 0,0180 e 0,0111 cm para cada um centímetro acrescido a altura de resíduo, respectivamente. Na variável TC ocorreu efeito

inverso ao da H, onde observou-se que em setembro e novembro a TC diminuiu com o aumento da altura de resíduo, mesmo não diferindo a altura no momento do corte. Os dados mostram que houve maior alongamento de haste nos menores tratamentos durante setembro e novembro, forma de compensação para captação de luz. Na avaliação de dezembro ($P=0,0084$) os tratamentos apresentaram efeito quadrático, com ponto mínimo de 6,10 cm/dia para a altura de resíduo de 72,50 cm. Este fato deve-se ao fator climático, visto que houve maior incidência pluviométrica e temperatura. Em contrapartida, as médias entre os tratamentos foram decrescente, mesmo não sendo significativo para a regressão. Nos meses de fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$) não houve diferença entre os tratamentos. A avaliação de fevereiro foi resposta aos meses de dezembro e janeiro, que foram períodos com baixa incidência pluviométrica (veranico), provocando estresse hídrico e reduzindo a TC. No período de abril houve maior incidência pluviométrica, porém, redução do fotoperíodo e redução da temperatura do ar, assim, reduzindo a TC.

Os dados da relação folha-haste (RFH) estão na Tabela 4.

Tabela 4. Relação folha-haste (RFH) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	RFH						
Set	1,19	1,07	1,42	1,24	$Y=1,11+0,0024x$	0,0099	0,18
Nov	0,43	0,41	0,52	0,54	-	-	-
Dez	0,84	0,78	0,78	0,89	-	-	-
Fev	0,69	0,69	0,70	0,81	-	-	-
Abr	0,79	0,78	0,75	0,80	-	-	-
Média	0,79	0,75	0,83	0,86		-	-

Os tratamentos diferiram para o mês de setembro ($P=0,0099$) com efeito linear positivo, com aumento de 0,0024 unidades para acréscimo de cada um centímetro na altura de resíduo. Este efeito está atrelado a plantas no início da avaliação, onde todas foram cortadas a 20 cm de altura, 56 dias antes da avaliação de setembro, além da não adaptação ao manejo de altura de resíduo. Os tratamentos não diferiram para os meses de novembro ($P>0,05$), dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P<0,05$). Nos meses não significativos observou que houve adaptação ao manejo de altura de resíduo, não ocorrendo diferença entre a quantidade de folhas e de hastes entre os tratamentos.

Os resultados de produção de massa de forragem verde por corte (PMV) estão na Tabela 5.

Não houve diferença entre os tratamentos para os meses de setembro, dezembro, fevereiro e abril ($P>0,05$). Este fato não era esperado, porém esta observação demonstra a plasticidade da planta a adaptar-se a diferentes manejos de altura de resíduo. A PMV para o mês de novembro diferenciou entre os tratamentos e apresentou comportamento quadrático ($P=0,004$), com valor máximo de 10,91 Mg/ha por corte de massa verde para a altura de resíduo de 18,33 cm. Este ocorrido deve-se a idade de rebrota da planta, provocando este efeito na produtividade de massa de forragem verde. O efeito quadrático possibilita afirmar que em períodos de maior incidência de luz, temperatura e pluviosidade, a *T. diversifolia* pode ser manejada em menores alturas de resíduo.

Tabela 5. Produção de massa de forragem verde por corte (PMV) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	PMV (Mg/ha)						
Set	10,89	12,72	11,15	7,33	-	-	-
Nov	20,66	23,46	30,14	36,52	Y=18,59+0,048x-0,0022x ²	0,004	0,99
Dez	14,99	16,11	19,33	20,45	-	-	-
Fev	24,39	20,06	24,23	28,54	-	-	-
Abr	18,19	21,93	24,95	25,98	-	-	-
Média	17,82	18,86	21,96	23,76	-	-	-

Os dados referentes a produção de massa de forragem seca por corte (PMS) estão na Tabela 6.

Tabela 6. Produção de massa de forragem seca por corte (PMS) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e em coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	PMS (Mg/ha)						
Set	1,62	1,85	1,57	1,07	-	-	-
Nov	4,94	3,47	4,50	3,63	Y = 4,86 – 0,0145x	0,0361	0,29
Dez	1,73	1,99	2,32	2,48	-	-	-
Fev	2,35	2,70	2,43	2,69	-	-	-
Abr	2,04	2,65	3,10	3,60	Y=1,56+0,0257x	0,0004	0,99
Média	2,54	2,53	2,78	2,69	-	-	-

Os tratamentos não diferiram para os meses de setembro ($P>0,05$), dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$). O mês de novembro ($P=0,0361$) diferiu e apresentou comportamento linear negativo, sendo que para cada centímetro adicionado à altura de resíduo reduziu 0,0145 Mg/ha. O efeito no período de novembro era esperado devido ao fato de as alturas de maior resíduo possuir menores componentes de parede celular, porção esta que representa a maior parte da matéria seca dos vegetais. Os tratamentos apresentaram comportamento linear positivo para o mês de abril ($P=0,0004$), onde aumentou 0,0257 Mg/ha para cada um centímetro acrescentado à altura de resíduo. Este efeito não era esperado, mas possivelmente tenha ocorrido devido a maior taxa de crescimento nos tratamentos de maior altura de resíduo durante este período, mesmo a variável TC não tenha sido significativa entre os tratamentos durante este período.

Os dados de acúmulo de massa de forragem verde (AMV) e acúmulo de massa seca (AMS) estão na Tabela 7.

O AMV ($P=0,0014$) e AMS ($P=0,0197$) apresentaram efeito linear positivo, onde houve aumento de 0,346 e 0,0163 Mg/ha ao acréscimo de cada um centímetro de altura de resíduo, respectivamente. Possivelmente a estrutura de reserva das hastes de resíduo permitiram maior produtividade aos tratamentos de maior altura, visto que o vegetal tem maior reserva de carboidratos para a emissão das novas brotações, bem como influenciar no crescimento destas estruturas.

Tabela 7. Acúmulo de massa de forragem verde (AMV) e massa de forragem seca (AMS) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
AMV	94,88	98,63	108,64	114,62	Y=86,881+0,346x	0,0014	0,97
AMS	11,70	10,66	12,62	12,13	Y=10,96+0,0163x	0,0197	0,25

As condições locais, climáticas e manejo modulam as respostas da população de plantas, e nisso Katto e Salazar (1995) observaram valores de alturas de 1,90; 1,80 e 1,76 m nas densidades de plantio de 0,50 x 75; 0,75 x 0,75 e 0,75 x 1,00 m, respectivamente, com plantas de 110 dias de rebrota. Os autores observaram também taxas de crescimento entre 1,97 a 2,1 cm/dia e RFH de 0,6.

A produtividade de uma cultura é influenciada por vários fatores e entre eles cita-se a idade de rebrota. Neste contexto, Silva et al. (2018) avaliaram a produção de massa verde e seca em diferentes idades de rebrota, e os autores observaram que com o avançar da idade a *T. diversifolia* acumula maior quantidade de massa verde e seca. No estudo, os autores observaram que aos 110 dias a produtividade estimada foi de 144,19 Mg/ha de massa verde e 14,68 Mg/ha de massa seca, e aos 140 dias, 159,82 Mg/ha de massa verde e 26,44 Mg/ha de massa seca.

4.2 Avaliações Bromatológicas

Os dados do teor de matéria seca (MS) estão na Tabela 8.

Tabela 8. Teor de matéria seca (MS) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	MS (%)						
Set	15,94	14,39	13,99	15,19	Y=18,98-0,185x+0,002x ²	0,0004	0,99
Nov	14,16	14,54	14,40	13,39	-	-	-
Dez	11,81	11,73	12,85	12,15	-	-	-
Fev	9,65	10,00	9,90	9,54	-	-	-
Abr	11,18	12,25	12,42	12,86	Y=10,88+0,026x	0,003	0,89
Média	12,55	12,58	12,71	12,63	-	-	-

Em setembro ($P=0,0004$), os tratamentos obtiveram comportamento quadrático com ponto mínimo para a altura de 46,25 cm de resíduo e teor de 23,26%MS. Os maiores teores de MS neste período devem-se ao menor turgor das células vegetais, visto que a avaliação em setembro tem efeitos climáticos dos meses de junho e julho, época de pouco índice pluviométrico. Não houve diferença entre os tratamentos nas avaliações dos meses de novembro ($P>0,05$), dezembro ($P>0,05$) e fevereiro ($P>0,05$). Durante o mês de abril ($P=0,003$), os tratamentos comportaram-se de forma linear, sendo que houve aumento de 0,026 pontos percentuais no teor de MS para cada um centímetro de acréscimo na altura de resíduo. Os valores de aumento de MS ocorreram devido a época do ano, visto que foi observado a campo que com a diminuição do fotoperíodo esta espécie inicia seu processo reprodutivo, com maior alongamento de hastes.

Silva et al. (2018) observaram diferentes valores de teor de MS para a *T. diversifolia* em diferentes idades, variando de 10,6 a 17,1%, em idades de 100 a 140 dias, respectivamente.

Os dados de proteína bruta (PB) estão na Tabela 9.

Tabela 9. Teor de proteína bruta (PB) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	PB (%MS)						
Set	16,02	19,96	23,13	22,67	Y=9,15+0,39x-0,003x ²	0,009	0,99
Nov	12,58	12,61	14,66	19,68	Y=15,29-0,195x+0,003x ²	0,003	0,99
Dez	15,12	15,98	17,18	16,99	-	-	-
Fev	17,95	15,96	16,09	18,56	-	-	-
Abr	15,36	13,17	13,44	14,10	-	-	-
Média	15,41	15,54	16,90	18,40	-	-	-

Houve efeito quadrático para os tratamentos na avaliação de setembro ($P=0,009$), com ponto máximo de 65 cm e 21,83% de PB. Nesta avaliação as plantas foram submetidas ao primeiro corte com os tratamento de altura de resíduo, com plantas de menor altura, devido aos efeitos climáticos; hastes mais finas e menos lignificadas na porção acima de 20 cm, além da diferença entre os tratamentos para RFH, ou seja, com maior participação de folha a medida que aumenta a altura de resíduo. Em novembro ($P=0,003$), os tratamentos diferiram e houve efeito quadrático, com ponto mínimo de 25 cm e 18,46% de PB, para os respectivos meses. Efeito não esperado, mas a diferença deve-se aos efeitos climáticos (período de transição seca-úguas), além do efeito idade, onde as plantas foram cortadas com 61 dias de idade de rebrota. Os tratamentos para os meses de dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril não diferiram ($P>0,05$). Este efeito de não diferenciação também ocorreu na variável RFH.

A *T. diversifolia* é considerada forrageira com alto teor de PB quando comparado a outras espécies forrageiras comumente utilizada, este fato deve-se a sua produção de folhas e RFH (NAVARRO e RODRIGUEZ, 1990; RIOS e SALAZAR, 1995; CALSAVARA et al., 2015).

Os dados de matéria mineral (MM) estão expostos na Tabela 10.

Tabela 10. Teor de matéria mineral (MM) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	MM (%MS)						
Set	11,84	11,56	12,84	12,62	-	-	-
Nov	8,96	8,42	9,83	10,53	Y=7,91+0,031x	<0,00001	0,71
Dez	13,13	13,42	12,86	12,72	-	-	-
Fev	12,26	12,61	12,37	11,99	-	-	-
Abr	11,13	10,53	10,14	10,41	-	-	-
Média	11,46	11,31	11,61	11,65	-	-	-

Os tratamentos não diferiram durante os meses de setembro ($P>0,05$), dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$). Para o mês de novembro ($P<0,00001$), os tratamentos foram lineares positivo, com aumento de 0,031 pontos percentuais de MM para

cada um centímetro acrescido à altura de resíduo. O aumento de MM em novembro é devido a plantas de 61 dias, que são “mais velhas” que nos demais períodos, visto que com a idade os vegetais acumulam maior quantidade de MM.

Segundo Navarro e Rodriguez (1990); Gualberto et al. (2011) e Lezcano et al. (2012) a Família *Asteraceae* possui alta concentração de MM, possivelmente devido ao armazenamento de sais inorgânicos nas folhas. Navarro e Rodriguez (1990) observaram que de acordo com a idade de rebrota, o teor de matéria mineral pode diferenciar. Avaliando a massa de forragem colhida aos 60 dias de rebrota, os autores relataram teor de 12,72% de MM, valores estes semelhantes ao presente estudo.

Os dados de extrato etéreo estão dispostos na Tabela 11.

Tabela 11. Teor de extrato etéreo (EE) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	EE (%MS)						
Set	3,06	3,27	3,71	4,41	Y=2,49+0,0224x	<0,00001	0,94
Nov	2,10	1,97	2,43	2,88	Y=2,36-0,022x+0,0004x ²	0,00641	0,97
Dez	2,99	3,29	3,36	3,46	-	-	-
Fev	2,86	2,65	2,76	2,70	-	-	-
Abr	2,68	2,52	2,46	2,63	-	-	-
Média	2,74	2,74	2,94	3,22	-	-	-

Houve efeito linear positivo durante o mês de setembro ($P < 0,00001$), com aumento de 0,0224 pontos percentuais de EE para cada acréscimo de um centímetro à altura de resíduo. Este foi resposta das plantas de primeiro corte de avaliação, onde os tratamentos estavam sendo implementos. Outro fato é que com o aumento da altura de resíduo, há maior participação de folhas e menos de haste, e as folhas possuem maior conteúdo celular quando comparado as hastes. Para o mês de novembro ($P = 0,00641$), os tratamentos tiveram comportamento quadrático, com ponto mínimo de 2,66% EE para a altura de resíduo de 27,50 cm. A possível explicação para este comportamento é a idade de rebrota e a condição climática. Não houve diferença entre os tratamentos durante os meses de dezembro ($P > 0,05$), fevereiro ($P > 0,05$) e abril ($P > 0,05$).

A composição lipídica (EE) da *T. diversifolia* pode ser considerada constante ou homogênea em diversos manejos realizados à cultura, fato este observado nos trabalhos de Gualberto et al. (2011) e Machecha e Rosales (2005). Os valores observados por estes autores foram bem próximos ao do presente estudo, entre 2 e 3,5% EE. A variação entre os meses pode ser devido às diferentes intempéries ambientais e a *T. diversifolia* responde com maior produção de lipídios e possíveis metabólitos secundários (MACHECHA e ROSALES, 2005).

Os dados de fibra em detergente neutro (FDN) estão na Tabela 12.

Os tratamentos não diferiram nas avaliações de setembro ($P > 0,05$), dezembro ($P > 0,05$) e abril ($P > 0,05$). Alguns fatores podem ser listados a este resultado, como: em setembro as plantas estavam pouco lignificadas e não adaptadas aos tratamentos; dezembro, as plantas foram cortadas aos 47 dias de rebrota; e abril foi observado início do período reprodutivo das plantas. Estes fatos “isolados” podem ter sido os motivos pela não diferenciação entre os tratamentos, com maior ou menor alongamento de haste. Em novembro ($P = 0,00535$), os tratamentos comportaram-se de forma quadrática, sendo o ponto mínimo de 61,15% de FDN para a altura de resíduo de 17,74 cm. Nesta avaliação as plantas foram colhidas aos 61 dias de rebrota em um período de transição seca-águas, com aumento de pluviosidade e fotoperíodo.

No mês de fevereiro ($P<0,00001$), o comportamento dos tratamentos também foi quadrático e o ponto máximo foi de 17,52% de FDN para a altura de resíduo de 49,19 cm. Resultado não esperado, visto que este valor de FDN é muito baixo para o estudo em questão, biologicamente não explicado pela equação, mesmo sendo significativa para o mês.

Tabela 12. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	FDN (%MS)						
Set	45,57	48,80	45,02	45,89	-	-	-
Nov	60,41	61,88	53,8	50,63	$Y=60,24-0,1029x+0,0029x^2$	0,00535	0,88
Dez	42,70	43,53	43,99	44,48	-	-	-
Fev	45,07	51,88	49,55	45,18	$Y=34,45+0,6886x-0,007x^2$	<0,00001	0,93
Abr	54,58	54,89	55,78	52,78	-	-	-
Média	49,67	52,20	49,63	47,79	-	-	-

Os dados de fibra em detergente ácido (FDA) estão na Tabela 13.

Tabela 13. Teor de fibra em detergente ácido (FDA) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	FDA (%MS)						
Set	26,35	25,81	22,84	21,85	$Y=28,33-0,0823x$	<0,00001	0,93
Nov	40,29	39,39	33,73	30,21	$Y=44,88-0,1794x$	<0,00001	0,94
Dez	25,61	27,26	26,92	25,25	-	-	-
Fev	30,18	32,96	31,29	29,39	-	-	-
Abr	34,66	35,51	35,72	34,02	-	-	-
Média	31,42	32,19	30,10	27,54	-	-	-

Observou-se efeito linear negativo para os tratamentos durante as avaliações de setembro ($P<0,00001$) e novembro ($P<0,00001$), onde houve decréscimo de 0,0823 e 0,1794 pontos percentuais no teor de FDA a cada um centímetro adicionado à altura de resíduo, respectivamente. Estes resultados eram esperados, visto que com o aumento da altura de resíduo há maior participação de folhas, estrutura de maior conteúdo celular e de menor conteúdo de parede celular vegetal de sustentação, resultando em menor quantidade de FDA. Os tratamentos não diferiram durante as demais avaliações, dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$).

Os dados de lignina (LIG) estão na Tabela 14.

Houve efeito quadrático para os tratamentos durante os meses de novembro ($P=0,0024$), dezembro ($P=0,0036$) e fevereiro ($P=0,0032$). No mês de novembro, o ponto máximo foi de 7,20% de LIG a altura de 35 cm. O efeito quadrático é resposta do tempo de rebrota e das condições climáticas. Em dezembro, o ponto máximo foi de 45 cm de altura de resíduo e teor de 3,48% de LIG. Nesta avaliação, as plantas estavam com 46 dias de rebrota, isto resultou em menor valor de LIG. Em fevereiro, os valores foram de 2,45% de LIG a altura de 55,71cm. Este efeito ocorreu devido a idade de rebrota da planta, 63 dias, onde a equação ajustou para menor teor de LIG e maior altura de resíduo. Isto demonstra que em maiores alturas

de resíduo a redução do teor de LIG, até um ponto de limite. Os tratamentos nos meses de setembro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$) não diferiram.

Tabela 14. Teor de lignina (LIG) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	LIG (%MS)						
Set	7,20	8,08	7,17	6,86	-	-	-
Nov	10,59	10,85	10,13	8,04	$Y=9,04+0,105x-0,0015x^2$	0,0024	0,99
Dez	8,08	9,61	8,25	7,53	$Y=6,31+0,126x-0,0014x^2$	0,0036	0,73
Fev	9,21	11,20	10,58	10,29	$Y=6,80+0,156x-0,0014x^2$	0,0032	0,79
Abr	11,38	11,67	11,57	11,19	-	-	-
Média	9,29	10,28	9,54	8,78	-	-	-

4.3 Fracionamento de Carboidratos

Os dados de carboidratos totais estão na Tabela 15.

Tabela 15. Teor de carboidratos totais (CT) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	CT (%MS)						
Set	67,45	69,22	59,61	64,81	$Y=73,94-0,302x+0,0021x^2$	0,00016	0,35
Nov	79,32	77,20	71,56	66,80	$Y=84,52-0,216x$	<0,00001	0,97
Dez	68,51	69,70	65,91	64,83	$Y=70,95-0,074x$	0,00013	0,72
Fev	65,41	68,79	68,77	67,12	-	-	-
Abr	70,66	73,78	73,96	71,23	$Y=65,625+0,375x-0,0037x^2$	0,0043	0,99
Média	70,27	71,74	67,96	66,96	-	-	-

Não houve diferença entre os tratamentos no mês de fevereiro ($P>0,05$). Os efeitos sobre os tratamentos nos meses de setembro ($P=0,00016$) e abril ($P=0,0043$) foram quadráticos e em novembro ($P<0,00001$) e dezembro ($P=0,00013$), lineares negativos. Em setembro, o ponto mínimo descrito pela derivada foi de 71,90 cm de altura de resíduo e 84,4% de CT. Em abril, os valores foram de 56,12% de CT à uma altura de 50,68 cm. Em novembro e dezembro, respectivamente, os efeitos foram de redução de 0,216 e 0,074 pontos percentuais de CT para cada um centímetro adicionado à altura de resíduo. Este resultado era esperado, visto que plantas colhidas em menor altura contém maior quantidade de conteúdo estrutural (FDN) quando comprado a plantas colhidas em maior altura de resíduo, devido a maior participação de hastes em relação a folhas.

Os vegetais possuem 50 a 80% do teor de MS constituído por carboidratos (VAN SOEST, 1994). Calsavara et al. (2015) avaliaram o teor de CT em *T. diversifolia* em dois estádios fenológicos (emborrachamento e pré-floração) e observaram valores de CT entre 70,6 a 74,2. Mesmo o presente estudo avaliando estádios fenológicos diferentes, houve valores similares.

Os dados da fração A+B1 estão na Tabela 16.

Tabela 16. Teor da fração A+B1 de Carboidratos Totais da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	A+B1 (%CT)						
Set	67,04	57,34	66,77	67,42	Y=74,93-0,594x+0,0065x ²	0,0039	0,45
Nov	35,19	33,06	46,88	49,26	Y=27,09+0,2802x	<0,00001	0,79
Dez	56,50	60,66	64,32	63,13	Y=55,26+0,1179x	0,0033	0,77
Fev	53,13	51,72	51,94	60,04	Y=60,86-0,49x+0,0059x ²	0,0077	0,96
Abr	48,57	45,24	45,62	50,42	-	-	-
Média	58,42	49,60	55,11	58,05	-	-	-

Os tratamentos não diferiram no mês de abril ($P>0,05$). Em setembro ($P=0,0039$) o efeito foi quadrático entre os tratamentos e observou-se valores de 45,69 cm de altura de resíduo e 88,50% dos CT compostos pela fração A+B1. Nos meses de novembro ($P<0,00001$) e dezembro ($P=0,0033$), o efeito foi linear positivo, com aumento de 0,2802 e 0,1179 pontos percentuais desta fração, respectivamente, para cada um centímetro acrescidos a altura de resíduo. Em fevereiro ($P=0,0077$), os tratamentos tiveram efeito quadrático, com valores de 71,03% da fração A+B1 para a altura de resíduo de 41,53 cm.

Observou-se que as frações A+B1 ou também denominadas de carboidratos não fibrosos (CNF) possui maior participação da composição dos CT, com valores, médios, acima de 49%. Estas frações representam os açúcares solúveis, amido e pectina, categorizando a porção prontamente fermentescível no rúmen (SNIFFEN et al., 1992). Calsavara et al. (2015) observaram valores entre 44,45 e 45,80% para os estádios fenológicos pré-florescimento e emborrachamento, respectivamente. Foram observados valores próximos a estes durante as avaliações de novembro e abril, no presente estudo.

Os dados da fração B2 estão na Tabela 17.

Tabela 17. Teor da fração B2 de Carboidratos Totais da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	B2 (%CT)						
Set	5,10	13,40	5,70	4,39	Y=-2,41+0,55x-0,006x ²	0,0009	0,53
Nov	27,57	27,19	21,10	23,59	Y=29,38-0,0902x	0,0049	0,57
Dez	11,05	7,21	6,17	7,25	-	-	-
Fev	10,29	10,31	9,15	6,06	-	-	-
Abr	15,19	15,07	16,82	12,49	-	-	-
Média	13,84	14,64	11,79	10,76	-	-	-

Não houve efeito de tratamentos durante os meses de dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$). Em setembro ($P=0,0009$), o efeito foi quadrático e resultou em valores de 10,19% desta fração a uma altura de resíduo de 45,83 cm. Já em novembro ($P=0,0049$), o efeito foi linear negativo, diminuindo 0,0902 pontos percentuais a cada um centímetro adicionado à altura de resíduo.

A celulose e hemicelulose são constituintes da parede celular vegetal e possuem potencial ou lenta taxa de degradação ruminal, e estas são representadas pela fração B2

(SNIFFEN et al., 1992). Visto isto, os tratamentos de menor resíduo apresentaram-se com maiores valores desta fração, possivelmente devido a maior participação de componentes da parede celular nas hastes, e consecutiva maior participação das hastes na composição morfológica da espécie. De acordo com inferências realizadas no trabalho de Calsavara et al. (2015), observou-se valores de 33,35 a 40,47% desta fração.

Os dados da fração C estão na Tabela 20.

Tabela 18. Teor da fração C de Carboidratos Totais da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	C (%CT)						
Set	28,39	29,26	27,53	28,19	-	-	-
Nov	28,73	34,48	33,43	27,91	$Y=17,94+0,687x-0,0070x^2$	<0,00001	0,99
Dez	31,95	31,47	30,71	28,22	$Y=33,57-0,0597x$	0,00005	0,87
Fev	31,14	39,41	34,85	33,85	$Y=22,33+0,597x-0,0058x^2$	<0,00001	0,62
Abr	38,64	36,43	38,19	34,66	$Y=39,52-0,0509x$	0,0005	0,52
Média	31,77	34,21	32,94	30,57	-	-	-

Não houve efeito entre os tratamentos durante as avaliações de setembro ($P>0,05$). Houve efeito quadrático entre os tratamentos em novembro ($P<0,00001$), com valores de 1,08% da fração C à uma altura de resíduo de 49,83 cm. Em fevereiro ($P<0,00001$), houve efeito quadrático entre os tratamentos, com valores da regressão de 51,47 cm e 6,97% desta fração. Nos meses de dezembro ($P=0,00005$) e abril ($P=0,0005$), os efeitos foram lineares negativos, reduzindo, respectivamente, 0,0597 e 0,0509 pontos percentuais da fração C a cada um centímetro adicionado à altura de resíduo.

A fração com pouquíssima ou nenhuma taxa de degradação ruminal é a C, constituída pela lignina e outros compostos (SNIFFEN et al., 1992). Esta fração representou, em média, um terço da composição dos CT. Valores de 13,73 a 22% foram inferidos do trabalho de Calsavara et al. (2015), e estes foram abaixo dos encontrados no presente estudo.

4.4 Fracionamento de Proteína

Os dados da fração proteica A estão na Tabela 19.

Tabela 19. Teor da fração A da proteína bruta da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	A (%PB)						
Set	23,90	28,33	28,89	26,71	-	-	-
Nov	25,59	28,61	25,09	27,46	-	-	-
Dez	31,00	22,74	24,64	23,90	$Y=39,82-0,567x+0,0047x^2$	0,0126	0,80
Fev	34,38	28,24	29,21	35,94	$Y=46,62-0,777x+0,0080x^2$	0,0003	0,99
Abr	22,05	17,48	21,63	14,48	$Y=23,55-0,0928x$	0,00004	0,44
Média	27,38	25,08	25,89	25,70	-	-	-

Não houve diferença entre os tratamentos nos meses de setembro ($P>0,05$) e novembro ($P>0,05$). Em dezembro ($P=0,0126$) e fevereiro ($P=0,003$), os tratamentos comportaram-se de forma quadrática, sendo os valores 56,02% a uma altura de 40,32 cm e 65,49% a 48,56 cm, para os respectivos meses. No mês de abril ($P=0,00004$), os tratamentos tiveram efeito linear negativo, reduzindo 0,0928 pontos percentuais da fração A à cada um centímetro adicionado à altura de resíduo.

Segundo Licitra et al. (1996), a fração A é de rápida degradação e representa o nitrogênio não protéico, peptídeos e aminoácidos.

Os dados das frações B1+B2 estão na Tabela 20.

Tabela 20. Teor da fração B1+B2 da proteína bruta da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	B1+B2 (%PB)						
Set	25,94	22,29	20,15	21,43	-	-	-
Nov	33,06	28,27	22,63	27,25	$Y=45,34-0,704x+0,0059x^2$	0,0309	0,89
Dez	28,45	29,33	33,41	45,86	$Y=34,65-0,442x+0,0072x^2$	0,0083	0,99
Fev	24,93	27,23	25,66	19,02	$Y=17,86+0,462x-0,0056x^2$	0,04	0,99
Abr	25,38	28,64	27,86	31,89	-	-	-
Média	27,55	27,15	25,94	29,09	-	-	-

Os tratamentos não diferenciaram durante as avaliações nos meses de setembro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$). Em novembro ($P=0,0309$), o efeito sobre os tratamentos foi quadrático e os valores de derivadas foram de 41,43% das frações B1+B2 na altura de 59,66 cm. No mês de dezembro ($P=0,0083$) o efeito sobre os tratamentos foi quadrático, com valores de 41,43% desta fração na altura de 30,69 cm. Para o mês de fevereiro ($P=0,04$), o efeito também foi quadrático e tem como valor máximo de 8,33% da fração em questão a altura de 41,25 cm.

Os dados da fração B3 estão na Tabela 21.

Tabela 21. Teor da fração B3 da proteína bruta da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	B3 (%PB)						
Set	44,33	47,04	45,53	45,86	-	-	-
Nov	29,30	30,07	37,55	37,14	$Y=25,46+0,1661x$	0,0023	0,84
Dez	39,12	38,44	31,53	30,76	$Y=42,97-0,1601x$	0,0029	0,87
Fev	34,18	37,53	35,99	34,83	-	-	-
Abr	40,31	37,95	43,59	41,14	-	-	-
Média	37,41	38,21	38,84	37,95	-	-	-

Os tratamentos não foram significativos nos meses de setembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$). Nos meses de novembro ($P=0,0023$) e dezembro ($P=0,0029$), os efeitos foram lineares, positivo e negativo, respectivamente. Em novembro, o aumento foi de 0,1661 pontos percentuais da fração B3, e em dezembro foi de redução de 0,1601 pontos percentuais para cada acréscimo de um centímetro a altura de resíduo.

A fração B representa a proteína verdadeira dos alimentos e é dividida em três grupos: B1, B2 e B3 (LICITRA et al., 1996). As frações B1+B2 formam os grupos proteicos de rápida e lenta degradação ruminal, com algum escape de proteína. A fração B3 é composta pela proteína expansina, esta que é responsável pela flexibilidade de movimentação das hastes e folhas, e é de lenta degradação ruminal, parte dela escapa ao rúmen. Os maiores valores foram observados para os meses de setembro e abril.

Os dados da fração C proteica estão na Tabela 22.

Tabela 22. Teor da fração C da proteína bruta da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	C (%PB)						
Set	6,75	6,94	5,42	6,01	-	-	-
Nov	9,93	9,02	9,15	5,6	Y=8,37+0,099x-0,0016x ²	0,00656	0,89
Dez	7,24	8,31	7,90	6,25 ^b	-	-	-
Fev	8,28	8,10	9,14	7,70	-	-	-
Abr	11,99	12,60	14,12	12,34	-	-	-
Média	8,84	8,99	9,15	7,59	-	-	-

O efeito sobre os tratamentos em novembro foi quadrático ($P=0,00656$), com valor derivado de 6,84% da fração C na altura de 30,94 cm. Não houve efeito significativo da fração C nos tratamentos nos meses de setembro ($P>0,05$), dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$).

A fração C, esta que representa a proteína ligada a lignina e que possui pouquíssima ou nenhuma degradação no rúmen apresentou valores observados próximos aos relatados por Maurício et al (2017), cerca de 9% do teor de PB. Calsavara et al. (2015) avaliaram o teor desta fração em *T. diversifolia* em duas idades fisiológica (emborrachamento e pré-floração) e inferiram que 24,5 a 45,7% da PB são indigestíveis.

Os modelos mecanicistas para o fracionamento de carboidratos e proteínas auxilia a formulação de dietas para ruminantes com o objetivo de otimizar o uso dos carboidratos e proteínas pelos microrganismos ruminais (PEREIRA et al., 2010).

4.5 Valor Energético

Os dados dos nutrientes digestíveis totais (NDT) estão na Tabela 23.

Tabela 23. Teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	NDT (%MS)						
Set	67,80	69,29	74,90	75,14	Y=64,88+0,1381x	0,00002	0,89
Nov	54,56	54,98	59,41	64,80	Y=49,65+0,1771x	<0,00001	0,91
Dez	59,19	63,39	64,41	66,55	Y=57,61+0,1156x	0,0017	0,93
Fev	60,73	57,37	58,95	60,29	-	-	-
Abr	55,02	53,15	54,56	55,17	-	-	-
Média	59,46	59,64	62,45	64,39	-	-	-

Houve efeito linear positivo entre os tratamentos para os meses de setembro ($P=0,00002$), novembro ($P=0,00001$) e dezembro ($P=0,0017$), com aumento de 0,1381; 0,1771 e 0,1156 pontos percentuais no NDT a cada um centímetro acrescido a altura de resíduo. Nos meses de fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$) não houve diferença entre os tratamentos.

Os dados de energia bruta (EB) estão na Tabela 24.

Tabela 24. Teor de energia bruta (EB) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	EB (Mcal/kg MS)						
Set	4,46	4,60	4,69	4,55	$Y=4,13+0,019x-0,002x^2$	0,0002	0,94
Nov	4,58	4,56	4,54	4,57	-	-	-
Dez	4,47	4,49	4,52	4,54	-	-	-
Fev	4,21	4,21	4,34	4,27	$Y=4,18+0,0016x$	0,00552	0,44
Abr	4,20	4,12	4,16	4,22	-	-	-
Média	4,38	4,40	4,45	4,43	-	-	-

Observou que os tratamentos nos meses de novembro ($P>0,05$), dezembro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$) não diferiram. O comportamento dos tratamentos foi quadrático durante o mês de setembro ($P=0,0002$), com valores de 4,75 Mcal/kg de MS a uma altura de resíduo de 4,75 cm. No mês de fevereiro ($P=0,00552$) o efeito dos tratamentos foi linear, com aumento de 0,0016 Mcal/kg de MS para cada um centímetro de acréscimo a altura de resíduo.

Os dados de energia digestível estão na Tabela 25.

Tabela 25. Teor de energia digestível (ED) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	ED (Mcal/kg MS)						
Set	2,98	3,07	2,37	2,39	$Y=2,82+0,0076xx$	0,00006	0,89
Nov	2,36	2,38	2,61	2,89	$Y=2,10+0,0091x$	<0.00001	0,90
Dez	2,70	2,78	2,85	2,85	-	-	-
Fev	2,69	2,51	2,58	2,67	-	-	-
Abr	2,40	2,28	2,36	2,39	-	-	-
Média	2,63	2,60	2,55	2,64	-	-	-

Os tratamentos tiveram efeito linear durante os meses de setembro ($P=0,00006$) e novembro ($P<0,00001$), com os respectivos aumentos de 0,0076 e 0,0091 Mcal/kg de MS a cada um centímetro de acréscimo a altura de resíduo. Não houve diferença entre os tratamentos durante os meses de dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$).

Os dados de energia metabolizável de produção estão na Tabela 26.

Houve efeito linear para os tratamentos durante os meses de setembro ($P=0,00006$) e novembro ($P<0,00001$), com aumento de 0,0078 e 0,0092 Mcal/kg de MS, respectivamente, para cada um centímetro acrescido a altura de resíduo. Não houve diferença entre os tratamentos durante os meses de dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$).

Tabela 26. Teor de energia metabolizável de produção (EMP) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	EMP (Mcal/kg MS)						
Set	2,56	2,69	2,97	2,97	Y=2,40+0,0078x	0,00006	0,89
Nov	1,93	1,95	2,17	2,47	Y=1,67+0,0092x	<0,00001	0,90
Dez	2,28	2,36	2,43	2,43	-	-	-
Fev	2,26	2,09	2,16	2,24	-	-	-
Abr	1,97	1,85	1,93	1,96	-	-	-
Média	2,20	2,19	2,33	2,41	-	-	-

Os dados de energia líquida de lactação estão na Tabela 27.

Tabela 27. Teor de energia líquida de lactação (ELL) da *Tithonia diversifolia* manejada em diferentes alturas de resíduo e coletadas em diferentes meses do ano

Mês	Alturas de Resíduo (cm)				Equação	P-valor	R ²
	20	40	60	80			
	ELL (Mcal/kg MS)						
Set	1,61	1,68	1,89	1,90	Y=1,50+0,0054x	0,00009	0,89
Nov	1,21	1,18	1,34	1,54	Y=1,03+0,0058x	0,00002	0,84
Dez	1,41	1,47	1,52	1,52	-	-	-
Fev	1,40	1,28	1,33	1,39	-	-	-
Abr	1,19	1,11	1,17	1,19	-	-	-
Média	1,36	1,34	1,45	1,51	-	-	-

Letras iguais na mesma coluna são estatisticamente iguais.

Houve efeito linear para os tratamentos durante os meses de setembro ($P=0,00009$) e novembro ($P=0,00002$), com aumento de 0,0054 e 0,0058 Mcal/kg de MS, respectivamente, para cada um centímetro acrescido a altura de resíduo. Não houve diferença entre os tratamentos durante os meses de dezembro ($P>0,05$), fevereiro ($P>0,05$) e abril ($P>0,05$).

As avaliações mais marcantes foram os meses de setembro e novembro, visto as peculiaridades de efeitos climáticos e de manejo da espécie forrageira. Nisto, setembro destaca-se por ter ocorrido o primeiro corte de manejo utilizando-se as alturas de resíduo, e em novembro, o tempo de rebrota que foi de quatro dias a mais do planejado. O efeito linear nas variáveis ED, EMP e ELL deve-se a maior proporção de folha no material analisado, consecutivamente maior quantidade de conteúdo celular e maiores valores de energia. Estas três variáveis, ED, EMP e ELL tiveram o mesmo comportamento nos mesmos meses devido ao efeito de dependência da fórmula utilizada, ou seja, para se calcular EMP, necessita do valor de ED e para ELL, necessita da EMP.

5 CONCLUSÃO

Dentro das condições estudadas, observou-se que alturas de resíduo de 40 a 50 cm é o intervalo mais adequada à *Tithonia diversifolia*. Estes valores proporcionaram as melhores associações entre produtividade, teores de MS, PB, FDN, LIG, frações A+B1, B2 e C, dos carboidratos, e as frações proteicas A, B1+B2, B3 e C.

O estudo possibilitou observar que esta espécie apresenta excelente composição química, ressaltando que mais de 50% são compostos por frações de rápida e média degradação ruminal, com possível ajuste adequado entre energia e proteína aos microrganismos ruminais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBOOLA, D. A.; IDOWU, W. F.; KADIRI, M. Seed germination and seedling growth of the Mexican sunflower *Tithonia diversifolia* (Compositae) in Nigeria, Africa. **Revista de Biología Tropical**, v. 54, n. 2, p. 395-402, 2006.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15. ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, 1990.

ARRENSE, S. F. **Efecto de Varios Niveles de Harina de Bóton de Oro *Tithonia diversifolia*, Más Sacharina em La Alimentación de Cuyes em lãs Etapas de Crescimento y Engorde**. 2012 97 p. Tese (doutorado em Zootecnia) – Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Equador, 2012.

CALSAVARA, L.H.F., RIBEIRO, R. S., SILVEIRA, S. R., DELAROTA, G., FREITAS, D. S., SACRAMENTO, J. P., PACIULLO, D.S.C., MAURÍCIO, R. M. Potencial forrageiro da *Tithonia diversifolia* para alimentação de ruminantes. **Livestock Research for Rural Development**, v. 28, n. 2, 2016.

CALSAVARA, L.H.F.; RIBEIRO, R.S.; SILVEIRA, S.R.; DELAROTA, G.; FREITAS, D.S.; SACRAMENTO, J.P.; PACIULLO, D.S.C.; MADUREIRA, A.P.; MAURÍCIO, R.M. Produtividade e características químicas da forrageiras *Tithonia diversifolia*, p. 58-62. In: P. L. 3° CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES. VIII CONGRESO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFORESTALES, 734 p., 2015.

CALSAVARA, L.H.F.; RIBEIRO, R.S.; SILVEIRA, S.R.; DELAROTA, G.; FREITAS, D.S.; SACRAMENTO, J.P.; PACIULLO, D.S.C.; MADUREIRA, A.P.; MAURÍCIO, R.M. Cinética de fermentação *in vitro* da forrageira *Tithonia diversifolia*, p. 63-66. In: P. L. 3° CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES. VIII CONGRESO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFORESTALES, 734 p., 2015.

CASTILLO, A. N. L.; DELGADILLO, A. R. S.; VILLALOBOS, W. A. P. **Determinação de espécies vegetales alternativas em El município de Pauna (Boyacá) para El análisis Del potencial forrajero y nutricional dirigidos a ganaderia lechera especializada**. 2014. 176p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente, Colombia, 2014.

CASTILLO-MESTRE, R., BETANCOURT-BAGUÉ, T., TORAL-PÉREZ, O. C.; IGLESIAS-GÓMEZ, J. M. Influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y la producción de *Tithonia diversifolia*. **Pastos y Forrajes**, v. 39, n. 2, p. 89-93, 2016.

COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; SILVA, J. J.; FACTORI, M. A. Evolução das pastagens cultivadas e do efetivo bovino no Brasil. **Revista Brasileira de Veterinária e Zootecnia**, v.15, n.1, p. 8-17, 2008.

CUNHA, T. J. F.; CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RIBEIRO, L. P. Fracionamento da matéria orgânica humificada de solos brasileiros. In: CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. (Eds.). **Humosfera: tratado preliminar sobre a químicas das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: Canellas & Santos, p. 54-80, 2005.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. Predição do valor energético de dietas para bovinos a partir da composição química dos alimentos. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados: BR-Corte**. (Eds SC Valadares, MI Marcondes, ML Chizzotti, PVR Paulino) pp, p. 47-64, 2010.

DE ALCÂNTARA, D.; DE SCHUELER, A. S. Gestão das águas e sustentabilidade: desafios globais e respostas locais a partir do caso de Seropédica, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. **Cadernos Metr pole.**, v. 17, n. 33, p. 109-126, 2015.

DE RESENDE, S. G.; VON PINHO, R. G; DE VASCONCELOS, R. C. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 03, 2010.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produ o animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**. p. 1-10, 2011.

GARCÍA, I. R. Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. **Livestock Research for Rural Development**, v. 29, p. 4, 2017.

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 produ o de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) Gray. **Nucleus**, v. 8, n. 1, abr., 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatísticas econ micas. Consultado em: 06 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/9802-ppm-rebanho-bovino-alcanca-a-marca-recorde-de-215-2-milhoes-de-cabecas-mas-producao-de-leite-cai-0-4.html>>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Acesso em 23 de maio de 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTYwMQ==>

KATTO, C. I. R. Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. In: GÓMEZ, M. E.; RODRÍGUEZ, L.; MURGUEITIO, E.; RÍOS, C. I.; MÉNDEZ, M. R.; MOLINA, C. H.; MOLINA, C. H.; MOLINA, E.; MOLINA, J. P. (Eds.). **Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados em Alimentación Animal como Fuente Proteica**. Cali: CIPAV, p. 116-119, 2002.

KATTO, C. I. R.; SALAZAR, A. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. **Livestock Research for Rural Development**, v. 6, n. 3, 1995.

KOPPEN, W. **Das Geographische System der Klimate. Handbuch de Klimatologie**, Bortraeger. 1938.

LA, O., GONZÁLEZ, H., OROZCO, A., CASTILLO, Y., RUIZ, O., ESTRADA, A., RÍOS, F.; GUTIÉRREZ, E.; BERNAL, H.; VALENCIAGA, D.; CASTRO, B. I.; HERN NEZ, Y. Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de ecotipos de

Tithonia diversifolia de interés para la alimentación de rumiantes. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 46, n. 1, p. 47-53, 2012.

LAZO, J. A., FRAGA, G. A., SANTOS, L. T.; SAMPAIO, R. A. Comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* en pastoreo con reposos diferentes en ambas épocas del año. **Livestock Research for Rural Development**, v. 27, p. 6, 2015.

LEZCANO, Y., SOCA, M., OJEDA, F., ROQUE, E., FONTES, D., MONTEJO, I. L., SANTANA, H., MARTINEZ, J., CUBILLAS, N. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en das etapas de su ciclo fisiológico. **Pastos y Forrajes**, v. 35, n. 3, p. 275-282, 2012.

LOURENCO, J. N. P; MATOS, A. O.; MEIRELLES, A. C.; SILVA, R. L.; LOURENÇO, F.S. Estudos preliminares sobre a propagação vegetativa de *Tithonia diversifolia*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

LICITRA, G; HERNANDEZ; T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Tecnology**, v.57, p.347-358,1996.

MAHECHA, L. E ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. **Livestock Research for Rural Development**, v. 17, n. 9, p. 1, 2005.

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, p. 1-6, 2007.

MARTÍNEZ, M. **Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas**. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1979.

MAURÍCIO, R. M.; CALSAVARA, L. H. F.; RIBEIRO, R. S.; PEREIRA, L. G. R.; FREITAS, D. S.; PACIULLO, D. S.; BARAHOMA, R.; RIVERA; J. E.; CHARÁ, J.; MURGUEITIO, E. Feeding ruminants using *Tithonia diversifolia* as forage. **Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research**. v.5, 4 p., 2017.

MOLINA, I.C.; DONNEYS, G.; MONTOYA, S.; VILLEGAS, G.; RIVERA, J.E. et al. **Emissões in vivo de metano em sistemas de produção e inclusão de *Tithonia diversifolia***. 3 Congresso Nacional de Sistemas Silvopastoriles e VIII Congresso Internacional de Sistemas Agroforestales. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina, p. 678-682, 2015.

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.

NASH, D. L. **Flora de Guatemala**. Fieldiana: Botany. Ed. Field Museum of Natural History, 1236 p., 1976. In: REIS, M. M.; CRUZ, L. R.; COSTA, G. A.; BARROS, R. E.; SANTOS, L. D. T. Potencial forrageiro de *Tithonia diversifolia* na alimentação animal. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n.1, jan./abr., Suplemento 1, p. 233-245, 2015.

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

NAVARRO, F., RODRÍGUEZ, E.F., 1990. Estudios de algunos aspectos bromatológicos de Mirassol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima, Tolima, Colombia.

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.

PARTEY, S. T. Effect of pruning frequency and pruning height on the biomass production of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. **Agroforestry Systems**, v. 83, n. 2, p. 181, 2011.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L.S.; MIZUBUTI, I.Y.; ARAÚJO, G.G.L.; CARNEIRO, M.S.S.; FILHO, J.G.L.R.; MAIA, I.S.G. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, 2010.

PÉREZ, A.; MONTEJO, I.; IGLESIAS, J. M.; LÓPEZ, O.; MARTIN, G. J.; GARCIA, D. E.; MILIÁN, I.; HERNÁNDEZ, A. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. **Pastos y Forrajes**, v. 32, n. 1, 2009.

R CORE TEAM (2019). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMÍREZ, R. U., ESCOBEDO, M. J. G., LARA, P. E., CHAY, C. Efecto de la altura de corte, densidad de siembra y tipo de suelo en la producción de *Tithonia diversifolia*. **Memorias XIX Reunión ALPA. Mérida, Yucatán, México. PF**, v. 38, 2005.

REIS, M. M. P. **Produção de *Tithonia diversifolia* sob doses de biofertilizantes cultivada em sequeiro e irrigado**. 2016. 67p. Tese (Mestre em Produção Animal). Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 2016.

REIS, M. M., DE PAIVA FERREIRA, G. A., ROCHA, L. M., JUNIOR, R. M., TUFFI, L. D., SANTOS, F., COLEN, F.; SAMPAIO, R.A.; OLIVEIRA, F.G.; CRUZ, L. R. Crescimento de *Tithonia diversifolia* submetida a doses de biofertilizante bovino na presença e ausência de irrigação. In: **XXV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Anais... São Cristóvão: UFS**, 2015.

REIS, M. M.; CRUZ, L. R.; COSTA, G. A.; BARROS, R. E.; SANTOS, L. D. T. Potencial forrageiro de *Tithonia diversifolia* na alimentação animal. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n.1, jan./abr., Suplemento 1, p. 233-245, 2015.

RIBEIRO, R. S., TERRY, S. A., SACRAMENTO, J. P., SILVEIRA, S. R., BENTO, C. B. P., DA SILVA, E. F.; MANTOVANI, H. C.; GAMA, M. A. S.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; MAURÍCIO, R. M; CGAVES, A. V. *Tithonia diversifolia* as a supplementary feed for dairy cows. **PloS one**, v. 11, n. 12, p. e0165751, 2016.

RÍOS, C. I. Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC-IMCA-CIPAV. **Informe de avance**. p. 81, 1993.

RÍOS, C., SALAZAR, A. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. **Livestock Research for Rural Development**, v. 6, n. 3, 1995.

RIVERA, J.E.; CUARTAS, C.A.; NARANJO, J.F.; TAFUR, O.; HURTADO, E.A. et al. **Efecto de oferta e o consumo de *Tithonia diversifolia* em un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), na qualidade e produção de leite bovino no piedemonte Amazónico colombiano**. Livraria Pesquisa para o Desenvolvimento Rural 27 (10), 2015

ROIG, J. T. **Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba**. Ediciones de Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 949 p., 1974.

RUIZ, T. E., FEBLES, G., DÍAZ, H., ACHANG, G. Effect of the section and the planting method of the stem on the establishment of *Tithonia diversifolia*. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 43, n. 1, p. 89-91, 2009.

RUIZ, T. E., TORRES, V., FEBLES, G. Use of modeling for studying the growth of *Tithonia diversifolia* collection 10. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 46, n. 3, 2012.

RUIZ, T. E.; FEBLES, G. J.; GALINDO, J. L.; SAVÓN, L. L.; CHONGO, B. B.; TORRES, V.; CINO, D. M.; ALONSO, J.; MARTINEZ, Y.; GUTIÉRREZ, D.; CRESPO, G. J.; MORA, L.; SCULL, I.; LA O, O.; GONZÁLEZ, J.; LOK, S.; GONZÁLEZ, N.; ZAMORA, A. *Tithonia diversifolia*, Sus posibilidades em sistemas ganaderos. **Revista Cubana de Ciencias Agricola**, v. 48, n. 1, p. 79-82, 2014.

SILVA, A. M.S, DA SILVA, L. D., DA CRUZ, P. J. R., SANTOS, M. V., DE SOUZA, C. M. P., FARNESI, M. M.M., GANDINI, E. M. M. Produção e valor nutritivo da *Tithonia diversifolia* em período de estabelecimento. **Livestock Research for Rural Development**, v. 30, n. 9, 2018.

SILVA, J. J.; CARVALHO, D. M. G.; GOMES, R. A. B.; RODRIGUES, A. B.C. Produção de leite de animais criados em pastos no Brasil. **Revista Brasileira de Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 1 p. 26-36, 2010.

SILVA, P. C. S. C. **Efeito da variação sazonal na produção de compostos ativos em *Tithonia diversifolia* (HEMSL GRAY, utilizando ensaio com microrganismos**. 2004, 46 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz – USP, 2004.

SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II - Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TAIZ, L. E ZEIGER, E. 2013. **Fisiologia vegetal**. 5ª edição, Porto Alegre, Artmed, 954p.

THORNTHWAITE, C.W., 1948. **An approach toward a rational classification of climate.** *Geogr. Rev.* 38, 55–94. WILLMOTT, C.J., ROWE, C.M., MINTZ, Y., 1985. Climatology of the terrestrial seasonal water cycle. *Journal of Climatology.* 5, 589–606.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.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.

WANJAU, S.; MUKALAMA, J.; THIJSSSEN, R. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. **Boletín de ILEIA**, v. 13, n. 3, p. 25, 1998.