



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

LEYDIMÁRA MEDRADO OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO NUTRITIVA E DE COMPOSTOS
SECUNDÁRIOS DE ACESSOS DO GÊNERO *MACROPTILIUM***

PETROLINA-PE

2023

LEYDIMÁRA MEDRADO OLIVEIRA

**Caracterização nutritiva e de compostos secundários de
acessos do gênero *Macroptilium***

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como requisito da obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Ribeiro Menezes.

Coorientadora: Prof. Dr^a. Salete Alves de Moraes.

PETROLINA-PE

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas SIBI/UNIVASF.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO


LEYDIMÁRA MEDRADO OLIVEIRA

**Caracterização nutritiva e de compostos secundários de acessos do gênero
*Macroptilium***


Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 24 de fevereiro de 2023.


Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 DANIEL RIBEIRO MENEZES
Data: 24/02/2023 19:32:04-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Daniel Ribeiro Menezes, Doutor, UNIVASF. Orientador

Documento assinado digitalmente
 SALETE ALVES DE MORAES
Data: 25/02/2023 14:02:48-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Salette Alves de Moraes, Doutora, Embrapa Semiárido. Coorientadora

Documento assinado digitalmente
 FLEMING SENA CAMPOS
Data: 25/02/2023 15:17:55-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Fleming Sena Campos, Doutor, UFMA

A meu pai José Carlos de Oliveira (*in memoriam*) e a minha mãe Maria José Medrado (meu chão)!

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por essa imensa oportunidade e por não me deixar cair nos momentos mais sóbrios.

Aos meus pais que sempre me incentivaram e me apoiaram em tudo, minha mãe (Maria José) por ser meu chão e estar sempre comigo, ao meu pai (José Carlos, “Véio”, *in memoriam*) que sempre fez de todo o possível para me dá amor e educação, me apoiou em cada passo e cada decisão tomada, serei eternamente grata a eles e sei o quanto ele está feliz por mim, a eles a minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, sobrinhos e cunhados, agradeço a Lili, Ia, Leylane, Jany e Pilo por apoiarem a sua irmã “véia”, por estarem sempre me ajudando seja direta ou indiretamente.

Ao meu amigo e companheiro de todos os momentos, Gleissimar Pedrosa por aguentar meus altos níveis de estresse e me acalmar quando preciso.

Aos professores e a Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF por todo o conhecimento proporcionado e por formar ótimos profissionais.

À EMBRAPA pela oportunidade de realizar este trabalho que contribuiu para uma grande carga de conhecimentos que serão levados por toda a vida.

Ao professor Daniel Ribeiro por aceitar o desafio proposto e proporcionar a aquisição de conhecimentos.

A Professora Salete Moraes por me apoiar, me acolher e me incentivar, por todo o carinho e compressão ao longo desta trajetória.

Ao grupo de caprinos e ovinos (GECAL) pelo incentivo a aprendizagem.

Aos meus amigos de laboratório Aicanã Miranda, Deneson Oliveira, Álida Maísa, Fabiana Castro, Cleyton Araújo, Kacya Galvão e M^a Naiara Pereira, por toda ajuda durante as análises, pelos tempos de distração e pelas risadas dadas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro e estrutural.

Ao grupo de melhoramento genético forrageiro da Embrapa semiárido, em especial a Dr^a Rafaela Antônio e a Irlane Lira por ceder o material e todas as informações necessárias para realização das análises.

**A todos, a minha gratidão e o meu muito
obrigada!**

RESUMO

A caracterização e avaliação do valor nutritivo de forrageiras nativas ou adaptadas torna-se necessário para recomendar alimentos mais nutritivos, principalmente em espécies da Caatinga, que ainda necessitam de seleção e melhoramento genético para ampliar seu uso e seu potencial produtivo. Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, taxa de degradação e quantificação de compostos secundários em acessos de *Macroptilium martii*, *M. lathyroides* e *M. atropurpureum*. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados (DBC) com dez acessos de plantas forrageira do gênero *Macroptilium* e três repetições. Realizou-se as análises químico-bromatológicas, a quantificação dos compostos secundários, os teores de fenóis, lignina, taninos e ácido cianídrico. Os teores de MS foram maiores para o acesso A51 (56,51% de MS) quando comparado com os acessos L34, A16, L32, L31 e S04 que expuseram teores médios de 41,13%, 39,42%, 35,19%, 34,20% e 41,15% de MS respectivamente. A matéria mineral foi superior nos acessos A59 e M8 com teores médios de 13,48% e 13,28% respectivamente e menores no acesso L31 (9,40%). Quando mensurado a variável matéria orgânica (MO) os acessos L31 (90,60%) e L34 (90,24%) exibiram níveis mais elevados em relação ao acesso A59 (86,51%). Na fibra em detergente ácido os maiores índices foram observados em L31 (34,11%), os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e extrato etéreo não divergiram estatisticamente. As frações indigestíveis apresentaram níveis superiores de 17,38% de nitrogênio indigestível em detergente neutro para o acesso L32, as cinzas indigestível em detergente ácido foram maiores nos acessos M8 (4,10%) e A59 (3,62%), o nitrogênio indigestível em detergente ácido e as cinzas indigestíveis em detergente neutro não diferiram estatisticamente ($P>0,05$), os teores de celulose foram inferiores no acesso M5 (15,56%), o acesso M5 apresentou níveis mais elevados de carboidratos não fibrosos (46,55%) e de carboidratos totais (86,69%), a fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína e hemicelulose não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$), quanto a degradabilidade verificou que o acesso L31 foi o que apresentou menor taxa de degradação ruminal e maior teores de compostos secundários. Conclui-se que o acesso L31 foi o que apresentou níveis mais elevados de compostos secundários, entretanto não oferece riscos ao animal.

Palavra-chave: Compostos secundários, degradabilidade, tanino, ruminantes.

ABSTRACT

The characterization and evaluation of the nutritive value of native or adapted forages becomes necessary to recommend more nutritious foods, mainly in Caatinga species, which still need selection and genetic improvement to expand their use and productive potential. The objective was to evaluate the chemical-bromatological composition, degradation rate and quantification of secondary compounds in accessions of *Macroptilium martii*, *M. lathyroides* and *M. atropurpureum*. A randomized block design (DBC) was used with ten accessions of forage plants of the genus *Macroptilium* and three replications. Chemical-bromatological analyses, quantification of secondary compounds, phenols, lignin, tannins and hydrocyanic acid were carried out. DM contents were higher for accession A51 (56.51% DM) when compared to accessions L34, A16, L32, L31 and S04, which exhibited average contents of 41.13%, 39.42%, 35.19 %, 34.20% and 41.15% DM respectively. Mineral matter was higher in accessions A59 and M8 with average contents of 13.48% and 13.28% respectively and lower in accession L31 (9.40%). When measuring the organic matter (OM) variable, accessions L31 (90.60%) and L34 (90.24%) exhibited higher levels compared to accession A59 (86.51%). In acid detergent fiber the highest rates were observed in L31 (34.11%), the contents of crude protein, neutral detergent fiber and ether extract did not differ statistically. The indigestible fractions showed higher levels of 17.38% of indigestible nitrogen in neutral detergent for accession L32, indigestible ash in acid detergent was higher in accessions M8 (4.10%) and A59 (3.62%), nitrogen indigestible in acid detergent and indigestible ash in neutral detergent did not differ statistically ($P>0.05$), cellulose contents were lower in accession M5 (15.56%), accession M5 had higher levels of non-fibrous carbohydrates (46.55%) and total carbohydrates (86.69%), neutral detergent fiber corrected for ash and protein and hemicellulose did not show significant effects ($P>0.05$), regarding degradability it was verified that the L31 accession was the which presented lower rate of ruminal degradation and higher levels of secondary compounds. It is concluded that accession L31 was the one that presented the highest levels of secondary compounds, however it does not offer risks to the animal.

Keywords: Secondary compounds, degradability, tannin, ruminants.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Preparação da curva de calibração.....	44
Tabela 2. Composição bromatológica de acessos de <i>Macroptilium martii</i> , <i>Lathyroides</i> e <i>atropurpureum</i> expresso em percentagem.....	47
Tabela 3. Frações indigestíveis calculadas com base na matéria seca (MS) de acessos do gênero <i>Macroptilium</i> expresso em percentagem (%).....	48
Tabela 4. Composição estrutural dos carboidratos nos acessos do gênero <i>Macroptilium</i> expresso em percentagem.....	48
Tabela 5. Valores médios dos parâmetros de degradação das frações: Solúvel (a), potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), da matéria seca de acessos do gênero <i>Macroptilium</i> usando a equação linear: $P = a + b (1 - e^{-ct})$	49
Tabela 6: Compostos secundários expressos em Fenóis totais (FT), tanino total (TT), ácido cianídrico (HCN) e lignina (LIG) analisados em acessos de <i>Macroptilium martii</i> , <i>Lathyroides</i> e <i>atropurpureum</i> com base na matéria seca.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flor e folha do <i>Macroptilium atropurpureum</i>	18
Figura 2. Folha e Flor do <i>Macroptilium martii</i>	19
Figura 3. Caracterização do <i>Macroptilium Lathyroides</i>	21
Figura 4. Área experimental dos plantios de acessos do gênero <i>Macroptilium</i>	41
Figura 5. Coloração aparente durante as etapas de análise para obtenção do tanino em acessos do gênero <i>Macroptilium</i>	45
Figura 6. Realização da análise de ácido cianídrico nos acessos de <i>Macroptilium</i>	45
Figura 7. Degradabilidade da matéria seca (MS) de diferentes acessos do gênero <i>Macroptilium</i> em função do período de incubação no rúmen (h).....	50

SIGLAS

AgNO₃ – Nitrato de prata

CEL – Celulose

CHOT – Carboidratos totais

CIDA – Cinzas Indigestível em Detergente Ácido

CIDN – Cinzas Indigestível em Nitrogênio Neutro

CNF – Carboidrato Não Fibrosos

DE 2%/h – Degradabilidade efetiva a dois por cento por hora

EE – Extrato Etéreo

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigido para Cinzas

Fig – Figura

FT – Fenóis totais

G – Gramas

h –Horas

H₂O – Água

HCN – Ácido cianídrico

HEM – Hemicelulose

Kg – Quilogramas

KI – Iodeto de potássio

km² – Quilômetros quadrados

L – Litros

LIG – Lignina

Min – Minutos

mL – mililitros

MM – Matéria mineral

mm – Milímetro

MO – Matéria orgânica

MS – Matéria seca

NaOH – Hidróxido de sódio

NH₄OH – Hidróxido de amônio

NIDA – Nitrogênio Indigestível em Detergente Ácido

NIDN – Nitrogênio Indigestível em Detergente Neutro

nm – Nanômetro

PB – Proteína bruta

PV – Peso vivo

PVPP - Polivinil pirrolidona

Rpm –Rotação por minuto

TT – Tanino total

Ur% - Umidade relativa do ar

V% – Saturação por bases

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
CAPÍTULO I	16
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
1.1 Gênero <i>Macroptilium</i>	17
1.2 <i>Macroptilium atropurpureum</i>	18
1.3 <i>Macroptilium Martii</i>	19
1.4 <i>Macroptilium lathyroides</i>	21
1.5 Compostos secundários.....	22
1.5.1 Taninos.....	23
1.5.2 Ácido Cianídrico	25
1.5.3 Lignina.....	26
1.6 Degradabilidade <i>in situ</i>	27
REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO II	36
Resumo	37
Abstract.....	38
INTRODUÇÃO	39
2. METODOLOGIA	41
2.1 Local Do Experimento	41
2.2 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	42
2.3 Análises químico-bromatológica.....	42
2.4 Degradabilidade <i>in situ</i>	43
2.5 Compostos secundários.....	44
2.6 Análise estatística.....	46
3. RESULTADOS	46
4. DISCUSSÃO	51
5. CONCLUSÃO	55

6. REFERÊNCIAS	56
-----------------------------	----

INTRODUÇÃO GERAL

As pesquisas em torno das tecnologias direcionadas a convivência com o semiárido são crescentes, principalmente na seleção e melhoramento de forragens que auxiliem a prática agropecuária nessa região, este cenário é decorrente da grande diversidade de plantas com qualidades e mecanismos genéticos de adaptação as condições de semiaridez (MGANGA et al., 2015; ANNICCHIARICO et al., 2017; HUANG et al., 2020; LAN et al., 2021).

Mediante a tais adaptações o gênero *Macroptilium* destaca-se entre as espécies que podem ser utilizadas na alimentação animal, com elevado potencial forrageiro e ampla distribuição pelo Nordeste, o *Macroptilium* possui cerca de 20 espécies que apresentam baixa exigência de fertilidade do solo e baixos índices pluviométricos, podendo ser utilizado como banco de proteína, feno ou até mesmo ensilagem no arraçamento animal (FARIAS, 2020). Os estudos do potencial do *Macroptilium* como forragem para o Semiárido são incipientes na busca por espécies que apresentem os melhores materiais. Essas informações são imprescindíveis para a escolha de acessos de alta produtividade, valor nutricional e baixos índices de compostos secundários que podem ser inseridos nos sistemas de produção animal na região e aumento da biomassa forrageira, conseqüentemente.

Assim, o uso planejado e diversificado de opções forrageira sejam elas nativas ou introduzidas pode maximizar a chance de sucesso dos sistemas de produção pecuária, além da melhoria das mesmas através da implementação de programas de pesquisas inovadoras e de impacto na produtividade dos sistemas de produção animal.

Deste modo, o conhecimento sobre as forrageiras utilizadas na alimentação animal podem apoiar os programas de melhoramento com o objetivo de otimizar as condições de produção, cultivo e manejo desses acessos e atender a produção de ruminantes no Semiárido brasileiro com estudos que possam caracterizar e determinar o potencial das leguminosas, particularmente o gênero *Macroptilium*, permitindo assim, o conhecimento do mesmo e conseqüentemente sua introdução na alimentação de ruminantes.

CAPÍTULO I

Revisão Bibliográfica

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Gênero *Macroptilium*

Inicialmente considerado uma seção do *Phaseolus*, em 1928, Urbano alterou o status do *Macroptilium* para genérico, esta alteração foi oriunda da descoberta das diferentes morfologias e distribuição (LEITÃO FILHO, 1974).

Pertencente à família Fabaceae, o *Macroptilium* compreende cerca de 20 espécies distribuídas ao longo das américas (DOS SANTOS et al., 2013), dentre essas espécies, dez são encontradas no Brasil, principalmente em áreas de Semiárido (SANTOS, 2014).

O gênero *Macroptilium* é de fácil identificação, sendo distinguido por suas folhas assimétricas, estilete barbado, acompanhado de folhas trifoliadas, estipuladas e com folíolos laterais assimétricos (ESPERT et al., 2010). Caracterizado por suas particularidades ambientais e baixas exigências, as leguminosas deste gênero apresentam preferências por ambientes quentes e climas secos, conseguindo assim se adaptar e conseqüentemente se desenvolver em locais com baixas fertilidade do solo e precipitações anuais (SANTOS, 2014).

Bastante abundante nas regiões do Nordeste do Brasil, este vegetal apresenta um rápido crescimento, podendo se comportar como planta invasora ou colonizadora quando não manejada corretamente, entretanto, o seu rápido desenvolvimento permite que a mesma seja estudada, amplamente difundida e cultivada para fins econômicos (MAO et al., 2021).

Devido a sua grande abundância e importância nas regiões de semiaridez, as leguminosas destas espécies tornam-se uma fonte de alimento para os animais, principalmente nos períodos de escassez, o *Macroptilium* além de ser resistente a seca passa a se tornar uma alternativa no arraçoamento de bovinos, caprinos e ovinos, seja na forma *in natura* ou por meio do processo de fenação, reduzindo os impactos na produção provenientes do déficit alimentar (NASCIMENTO et al., 2023).

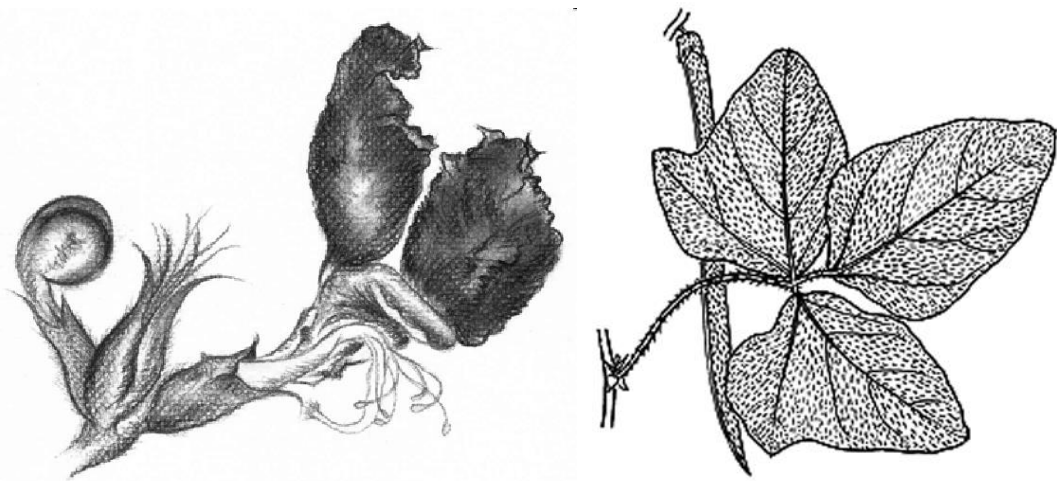
Santos (2014), ressalta que as principais espécies encontradas no Nordeste são *M. martii*, *M. lathyroides*, *M. erythroloma*, *M. bracteatum*, *M. gracile*, *M. pandaratum*, *M. sabaraense*, todavia, o *Macroptilium martii*, *M. lathyroides* e *M. atropurpureum* merecem maior destaque, pois os mesmos são mais utilizados como

forragens, fertilizantes verde e no uso medicinal (SANTOS et al., 2013; ESPERT; BURGHARDT, 2010).

1.2 *Macroptilium atropurpureum*

Originário do México por meio da combinação de uma planta selvagem, o *Macroptilium atropurpureum*, é altamente cultivado em áreas tropicais e subtropicais, encontrado naturalmente em vários países, dentre eles os Estados Unidos, Argentina e Norte do Brasil (COSTA et al., 2020). Reconhecida por ser uma leguminosa perene, estolonífera, com vagem linear, semente com formas ovadas e achatadas, raízes profundas, flores com coloração roxa avermelhada e semelhante aos dedos unidos da palma da mão, é constituída por lóbulos que proporcionam esta característica (LIMA, 2009).

Figura 1: Flor e folha do *Macroptilium atropurpureum*.



Fonte: Vieira, 2002.

De grande importância econômica e com alto potencial forrageiro o *M. atropurpureum* também é bastante utilizado como fonte de cobertura do solo, dentre as espécies bastante utilizadas destaca-se os cultivares Sirato e Aztec (MAASS et al., 2019).

Autopolinizada e com exigências médias de temperaturas de 21°C e precipitações anuais de 850 a 1500 mm (milímetros), torna-se sensível a partir do momento em que esta precipitação ultrapassa 1800 mm (COSTA et al., 2020). Caracterizada por ser uma das primeiras leguminosas liberadas para uso na

semeadura de pastagens tropicais na Austrália, pode-se afirmar que este vegetal apresenta uma grande adaptação a distintos perfis de solos, se sobressaindo aos mesmos (PRASAD et al., 2018). Salienta-se que esta espécie é bastante resistente a seca, sensível a geadas e pouco exigente no quesito fertilidade do solo, apresentando então crescimento em solos moderadamente ácidos, expressando sua rusticidade (LIMA, 2009).

O *M. atropurpureum* é uma forrageira bastante palatável, com crescimento acelerado, principalmente quando comparado com o da cultura da soja, uma das partes mais apreciada pelos animais são os caules e as folhas, estes constituem uma grande quantidade em pouco tempo, ressaltando o crescimento acelerado desta espécie (MENGISTU et al., 2017). Segundo Vinodhini et al. (2022), o *M. atropurpureum* pode produzir média de 98 toneladas por hectare ao ano.

Entretanto quando submetido a cortes com curtos intervalos de tempo e alta pressão de pastejo apresenta baixo rendimento de forragem, todavia, ao consorciar um corte roçado ou levemente raspado e uma baixa lotação animal com curto intervalo de tempo na pastagem, o *M. atropurpureum* demonstra uma resposta promissora e com possibilidade de ser utilizado na alimentação de ruminantes já que seu rendimento aumenta em torno de 30% e seu nível de proteína bruta apresenta média de 17,87% (MURUNGI, 2017; IKHWANTI et al., 2020).

Para Lima, (2009) esta variedade também pode ser utilizado como suplemento de gramíneas tropicais, devido a sua capacidade de fixar nitrogênio e conseqüentemente aumentar o rendimento de outras culturas, outra utilidade é o seu fornecimento como suplemento proteico para os bovinos, caprinos e ovinos que recebem dietas de gramíneas com resíduos de culturas e pobres em qualidade.

1.3 *Macroptilium Martii*

Popularmente conhecida como Orelha de onça, o *M. martii* é uma leguminosa nativa do Brasil, com ocorrência no semiárido nordestino, tornando-a bastante abundante na alimentação animal, principalmente no período de estiagem. Possuindo caule aveludado, folhas trifoliadas, folíolos longos, ovados ou orbiculares com flores laranjas e hábito trepador, a orelha de onça é facilmente encontrada nas regiões de aridez (GOMES et al., 2022).

Figura 2: Folha e Flor do *Macroptilium martii*.



Fonte: Maréchal & Baudet, Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique, 1977.

As forrageiras nativas ou adaptadas são importantes no contexto alimentar dos animais. O *M. martii* é caracterizado por apresentar condições que permitem suprir a demanda alimentar animal durante o período de condições meteorológicas adversas. A utilização dessa cultura possibilita incrementar e reduzir os gastos com ração, devido a sua palatabilidade e o seu potencial proteico é bastante consumida pelos ovinos, caprinos e bovinos possibilitando a sua introdução na dieta dos mesmos (NASCIMENTO et al., 2023).

A Orelha de onça possui o potencial forrageiro conhecido, entretanto não muito estudado (BORGES et al., 2019), com participação de 19,63% na alimentação de bovinos e composição bromatológica oscilando de 44,70% de matéria seca (MS), 11,74% de proteína bruta (PB), 62,25% fibra em detergente neutro (FDN), 47,57% de fibra em detergente ácido (FDA) e 10,84% de material mineral (MM) estes teores ressaltam a importância desta forragem na alimentação animal (SOUSA et al., 2016).

Deste modo, os problemas de sazonalidade e a redução da qualidade bromatológica na produção de forragem, podem e devem ser minimizados por meio de técnicas que garantam a conservação e integridade dos nutrientes, os quais são essenciais para manutenção e produtividade animal, o uso da prática de fenação passa a ser uma alternativa para reduzir os impactos ocasionados pela falta de chuvas, tornando seu uso viável no sistema produtivo (GOMES et al., 2022).

1.4 *Macroptilium lathyroides*

Popularmente conhecido como feijão-de-rola, feijão-de-campo, figo de pombo e feijão dos arrozais o *Macroptilium lathyroides* é uma leguminosa herbácea de hábito anual ou perene. Nativa do Brasil, das Guianas e do Paraguai, no Brasil é bastante utilizado como banco de proteína ou no processo de fenação (SIDYBE et al., 2022).

Caracterizada por ser uma espécie cleistógama, o “feijão de pombo” possui caules eretos e pode apresentar mais de uma onda de florescimento quando submetido a condições favoráveis. Com crescimento acelerado, torna-se uma alternativa para o melhoramento da fertilidade do solo, acarretando o aumento da produção de outras culturas quando consorciadas com o mesmo. Adaptado a solos mal drenados, com precipitações anuais de 475 a 3000 mm e com condições de pH (potencial Hidrogeniônico) oscilando entre 5 a 8, torna-se capaz de tolerar solos moderadamente salinos (COSTA et al., 2020; NASCIMENTO et al., 2021; SIDYBE et al., 2022).

Apesar de ser mais utilizado como forrageira na região sul, o feijão-dos-arrozais se adapta perfeitamente as condições semiáridas, com crescimento indeterminado, apresenta deiscência de vagens maduras, possibilitando sua rebrota durante o período de chuvas (FARIAS et al., 2020).

Figura 3: Caracterização do *Macroptilium lathyroides*.



Fonte: rarepalmseeds.com

O Figo de pombo apresenta rendimento médio de 31 kg de toneladas por hectare ao ano e teores proteicos que oscilam entre 27,7% de PB nas folhas e 11,4% de PB no caule tornando-se uma alternativa para os pecuaristas, garantindo então a oferta de alimento com bons valores nutricionais e conseqüentemente reduzindo os impactos na produção animal durante o período de déficit alimentar (TOBISA et al., 2019; FARIAS et al., 2020).

1.5 Compostos secundários

A necessidade de adaptação e a busca por sobrevivência, possibilitou mecanismos que permitam o desenvolvimento flexível, sem que haja comprometimento das células e dos processos fisiológicos primários do vegetal, essa flexibilidade é oriunda de substâncias bioativas com ação antioxidante, as quais são encontradas na cadeia estrutural da planta (HASANUZZAMAN et al., 2013).

O metabolismo vegetal é constituído por dois fatores, sendo estes primários e secundários. O metabolismo primário é caracterizado pelo desenvolvimento básico da planta, ou seja, é todo o composto que as plantas produzem e que estão envolvidos no seu processo de desenvolvimento, sendo estes; a produção de açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, lipídeos, nucleotídeos dentre outros que estão envolvidos na produção de proteínas, DNA, RNA, membranas e polissacarídeos (SHIH et al., 2018).

Os metabolitos secundários são constituídos por estruturas complexas com baixo peso molecular e são capazes de deterem atividades biológicas marcantes e inversamente aos metabólitos primários (ISAH, 2019).

Os metabolitos também são definidos como compostos que não possuem papel reconhecido na manutenção dos processos vitais fundamentais que os sintetizam como; crescimento, desenvolvimento e reprodução (SOUZA et al., 2019). Em contrapartida o metabolismo secundário não é encontrado em toda planta, o mesmo irá se expressar em famílias, gêneros e espécies específicas, geralmente em baixas concentrações (menos de 1% de peso seco) e são dependentes do estágio fisiológico e do desenvolvimento do vegetal (ISAH, 2019), distinto do metabolismo primário este por sua vez não estará envolvido em processos geradores de energia (SHIH et al., 2018).

A qualidade de uma forragem normalmente é determinada através da análise química de seus caules e de suas folhas, esta análise permite verificar grupos

químicos que possam vim interferir na digestibilidade do vegetal no animal (SOUZA et al., 2019).

Apesar das forragens jovens apresentarem elevados valores nutritivos, ainda assim seu consumo pode ser influenciado pela presença de algum composto tóxico, o que vai afetar diretamente a ingestão da mesma pelo animal (RAMTEKE et al., 2019).

A diversidade de plantas é constituída por uma variedade de propriedades químicas e físicas que são fundamentais para estimular ou reduzir o consumo animal, tornando-as determinantes do consumo. Muitas espécies forrageiras, especificamente as leguminosas contem compostos antinutricionais ou secundários que são capazes de limitar e afetar adversamente os ruminantes (RECH et al., 2021). Os fatores antinutricionais tratam-se de substancias que mesmo em estado vestigial, são capazes de reduzir ou impedir a utilização do nutriente pelo animal, seja em nível digestivo ou metabólico (SOUZA et al., 2019). Dentre os principais compostos encontrados nas plantas da Caatinga estão os Alcaloides, Terpenoides, Taninos e Saponinas, entretanto, neste trabalho serão destacados apenas os taninos, compostos fenólicos, lignina e ácido cianídrico (HCN) (MADIKE et al., 2017).

1.5.1 Taninos

Derivado do francês *tanin*, os taninos são polifenóis de origem vegetal, solúvel em água, com pesos moleculares entre 500 e 3000 daltons e possíveis de formar ligações com, e precipitar vários tipos de proteínas, aminoácidos e polissacarídeos (KELLN et al., 2020). Classificados em condensados e hidrossolúveis (OKUMURA, 2021) os taninos são encontrados nos vacúolos das células, e não interfere no metabolismo vegetal, sua ação se dá a partir do momento em que ocorre a ruptura da célula, a qual é caracterizada pelo processo de mastigação ou algum choque térmico (POUTARAUD et al., 2017).

Os taninos condensados são abundantes nas angiospermas e gimnospermas, dentre estas destaca-se as plantas lenhosas e outras classes de vegetais utilizados na alimentação humana e animal. Nesta variável o tanino encontra-se praticamente na metade da matéria seca da casca de muitas árvores (ENDO et al., 2021). Os taninos condensados são categorizados como a segunda fonte de polifenóis do reino vegetal, ficando atrás apenas da lignina, Mueller-Harvey et al., (2019) salientam que o efeito nestas forrageiras são mascarados devido a seleção alimentar, pois os

animais tendem a consumir uma maior quantidade de folhas quando comparado aos caules, mesmo contendo elevadas concentrações (> 20%).

Já os taninos hidrossolúveis são hidrolisados por ácidos ou bases fracas para produzir carboidratos e ácidos fenólicos através das ligações éster-carboxila. Os taninos hidrossolúveis não são comuns em madeiras, quando correlacionado com os taninos condensados, entretanto, estes são bastantes verificados em folhas, frutas e vagens de dicotiledônias (ASHOK; UPADHYAYA, 2012).

A estrutura química fenólica das leguminosas é altamente heterogênea e espécies distintas podem acarretar respostas diferentes ao animal, assim como a sua disponibilidade de nutrientes mesmo quando consumidas nas mesmas quantidades, essa característica estar correlacionado com a concentração de monômero prodelfinidina, responsável por promover uma maior atividade biológica e consequentemente adstringência ao vegetal, influenciando na maior ou menor ingestão do alimento (ROCA-FERNÁNDEZ et al., 2020).

A síntese de tanino nas plantas é um ato de defesa, ou seja, permitem com que o material vegetal fique amargo de modo a afastar os animais (CHEYNIER et al., 2013). Este fato é ocasionado pela precipitação de glucoproteínas salivares, a qual provoca a perda do poder lubrificante. A ligação entre esse composto e a proteína ocorre provavelmente por meio de pontes de hidrogênio entre os grupos fenólicos dos taninos e determinados sítios das proteínas, esta ligação permite uma longa estabilidade a estas substâncias (ADDISU, 2016).

Outra característica dos taninos é a inibição das bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais e da atividade proteolítica, aumento da qualidade da carne, redução da emissão do gases do efeito estufa e da carga parasitaria de vermes (GIRARD et al., 2016), entretanto alguns estirpes de bactérias são capazes de tolerar taninos em ovinos e caprinos, essa tolerância está correlacionada com a dieta ofertada aos animais, pois ruminantes que recebem dietas ricas em taninos normalmente desenvolvem uma microflora tolerante a altas quantidades, essa tolerância é provenientes do desenvolvimento do grande número de bactérias *Streptococcus caprinus* e *Selenomonas ruminantium* as quais são resistentes aos taninos (VASTA et al., 2019).

Os taninos também possuem a função de reduzir o inchaço no animal, essa redução é proveniente da ligação dos taninos condensados a proteínas, precipitando-

as e conseqüentemente reduzindo a concentração de proteínas indigestíveis (MACADAM; VILLALBA, 2015).

1.5.2 Ácido Cianídrico

As plantas cianogênicas são aquelas que contêm o ácido cianídrico (HCN) como princípio ativo, o HCN é caracterizado por ser um líquido incolor, muito volátil e extremamente tóxico. Nas forragens esta substância encontra-se ligado a carboidratos especificamente os glicosídeos cianogênicos, os quais são liberados após a hidrólise. Os glicosídeos cianogênicos ultimamente tem sido encontrado em diversas famílias do reino vegetal entre elas; as *Rosaceae*, *Leguminoseae*, *Gramíneae*, *Araceae*, *Passifloraceae* e *Euforbiceae* (TOKARNIA; DÖBEREINER; PEIXOTO, 2002).

As determinadas concentrações de fatores antinutricionais estão correlacionadas com as condições em que a forrageira está submetida, seja fatores sazonais ou ambientais, entretanto, a espécie vegetal influencia diretamente nestes teores (ONYEONAGU et al., 2013).

A toxidez e a velocidade de ingestão das plantas que contêm este composto torna-se fatores primordiais para a ocorrência de intoxicação, o qual geralmente ocorre quando doses tóxicas (2 a 4 mg de HCN por Kg de peso vivo por hora) são ingeridas constantemente.

Após a ingestão, os glicosídeos cianogênicos liberam o HCN, sendo rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal e posteriormente distribuído para os tecidos pela corrente sanguínea acarretando a anóxia celular e posterior morte do animal (POOJA; ARUNJITH; JACOB, 2020).

As células vegetais apresentam separadamente glicosídeos e enzimas durante todo o crescimento e a partir do momento em que estas células são danificadas, seja através da colheita ou pastejo animal, estes glicosídeos e enzimas sofrem combinação transformando-se em HCN. As plantas jovens apresentam maior quantidade de glicosídeo e seus teores vão reduzindo a medida em que a altura do vegetal aumenta, ou seja, quanto mais madura for a forragem, menor o teor de HCN e menor digestibilidade para o animal (OTEN et al., 2017).

Entretanto, algumas medidas podem ser tomadas para reduzir os níveis de HCN presentes nas plantas, tais como práticas de conservação (fenação ou

ensilagem), são alternativas que podem ser introduzidas tanto para manter a qualidade do alimento como para eliminar teores elevados de ácido cianídrico e conseqüentemente tornando a oferta da forragem mais segura para o animal (MODESTO JUNIOR; CHISTÉ; PENA, 2019). Sabertanha et al. (2021), comprovam que ao aplicar práticas de ensilagem os níveis de HCN são reduzidos, ao ensilarem Sorgo, os níveis caíram para 0,3mg/kg de HCN ficando estes abaixo do nível mínimo de intoxicação (2-4 mg/kg), demonstrando assim, que estas práticas asseguram a introdução de alimentos com este composto na dieta animal.

1.5.3 Lignina

Conhecida por ser um polímero fenólico resistente a hidrólise química e enzimática no rúmen, a lignina tem como principal característica o suporte ofertado ao vegetal como garantia de sua sustentação, além de aderir resistência, este polímero também funciona contra agentes patogênicos seja eles físicos ou químicos (RALPH; LAPIERRE; BOERJAN, 2019).

A lignina constitui um dos componentes da parede celular, juntamente com os carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose, todavia a lignina não consegue ser aderida pelas enzimas dos animais, interferindo diretamente no aproveitamento dos carboidratos estruturais pela microbiota ruminal, proporcionando uma redução na disponibilidade de energia e conseqüente dos índices produtivos do rebanho (SHRESTHA et al., 2017).

Antes do material apresentar lignificação, nas células vegetais é possível visualizar uma expansão da parede celular primária, com sucessão de deposição de celulose, hemicelulose, pectina e proteínas estruturais (CHEBLI; GEITMANN, 2017).

O início da síntese de lignina ocorre por meio do transporte de monolignóis do citoplasma para a parede celular, a lignina então é originada através da remoção da água com intuito de propiciar uma estrutura aromática de açúcar, entretanto a partir do momento em que essa estrutura é originada o processo passa a ser irreversível (FIGUEIREDO et al., 2018).

Entender e compreender o real valor da concentração de lignina é essencial para estipular a extensão da degradação da fibra, apesar de muitas vezes essa correlação apresentar efeitos negativos, estes resultados servem de parâmetros para uma maior acurácia sobre o real valor nutritivo da forrageira.

Silva et al. (2015) ao estudarem a composição de plantas nativas da Caatinga obtiveram teores médios de 6,7% e 6,1% de lignina para o *Macroptilium lathyroides* e *Macroptilium heterophyllum* respectivamente. Os níveis de lignina podem oscilar entre 5% e 15% em plantas jovens e velhas concomitantemente, ou seja, a taxa de degradação da lignina passa a ser reduzida a medida em que o vegetal envelhece (FIGUEIREDO et al., 2018). Segundo o NRC (2001), a partir do momento em que a lignina passa a apresentar níveis de 15%, os níveis de FDN ligados a lignina aumenta de 3% para 45% e conseqüentemente a restrição do acesso microbiano durante a digestão, a lignina possui uma estrutura molecular complexa com uma variedade de ligações intermonoméricas e reticulação entre os polissacarídeos (celulose e hemicelulose) por meio de ligações éster e éter, acarretando a inibição da digestibilidade da forragem em ruminantes (LYONS et al., 2018).

1.6 Degradabilidade *in situ*

Um dos primeiros passos para determinação dos valores nutricionais dos alimentos é a análise químico-bromatológica, todavia a mesma não é suficiente para averiguar a capacidade de utilização do alimento pelo animal, desta forma, uma das maneiras mais eficazes é a avaliação da degradabilidade, a qual expressa a relação entre o alimento ingerido e degradado pelas bactérias ruminais, podendo os mesmos serem estabelecidos para a MS, energia ou cada um dos constituintes orgânicos (PB, FB, EE, ENN, FDA e FDN), (SALMAN et al., 2010; ASSUNÇÃO et al., 2022).

O valor nutritivo da forragem é determinado por meio da degradabilidade ruminal, digestibilidade e composição química as quais consorciadas com a disponibilidade do alimento conseguem estipular o consumo animal e conseqüentemente o desempenho do mesmo (ANDUALEM; NEGESSE; TOLERA, 2016).

Deste modo, a estimativa da degradação ruminal dos alimentos torna-se primordial para averiguar a quantidade de nutrientes que estão acessíveis para os microrganismos ruminais, possibilitando a avaliação da disponibilidade e qualidade da dieta.

A técnica de sacos de náilon no rúmen pode ser utilizada para caracterizar e expressar a degradabilidade de diversas frações tais como; proteína bruta e matéria seca (PALANGI et al., 2020). Essa técnica também conhecida como *degradação in situ* caracteriza-se por avaliar os parâmetros cinéticos da degradação através do

desaparecimento da massa incubada, supõe que os constituintes dos alimentos sejam divididos em três frações distintas, sendo estas a fração “a”, “b” e “c” (CHRENKOVÁ et al., 2014).

A fração “a” representa a fração solúvel do alimento, ou seja, é aquela que pode ser utilizada de forma imediata pelos microrganismos ruminais, já a fração “b” demonstra os alimentos que são parcialmente degradados, os quais seguem uma velocidade constante de acordo com a característica do alimento, o parâmetro “c” esta interligado ao “b”, pois se adequa a sua taxa de degradação (EDMUNDS et al., 2012).

Entender e compreender como os compostos são degradados no rúmen, como ocorre seu aproveitamento e utilização pelo animal, são características importantes para analisar as distintas frações dos alimentos e como estes são utilizados pelo organismo, principalmente as proteínas e os carboidratos não estruturais.

Outra variável analisada é o tempo de incubação, a qual exerce efeito direto sobre os resíduos indigestíveis, apesar de não haver um consenso sobre os tempos, estima-se que tempos que oscilam entre 12h e 96h são suficientes para alcançar o tempo máximo de degradação do alimento, sendo que para alimentos concentrados tempos entre 12h e 36h são suficientes, já forragens de alta qualidade o tempo de incubação aumenta, sendo necessário passar em torno de 24h a 60h no animal, divergindo dos alimentos de baixa qualidade (48h a 72h), todavia para melhor determinar a equação da degradação e verificar a qualidade do vegetal recomenda-se períodos de incubação que oscilem entre 6h a 96h (COBLENTZ et al., 2018; COSTA et al., 2021; ASSUNÇÃO et al., 2022).

Ikhwanti et al. (2020), ao analisarem a composição bromatológica do *M. atropurpureum* encontraram níveis médios de 21,04% de MS, 1,22% de EE, 80,62% de FDN, 49,54% de FDA e 17,87% de PB, enquanto a degradação apresentou teores de 11,33%, 19,33%, 27,83% e 31,33% as 12h, 24h, 48h e 72h respectivamente. Demonstrando que o *Macroptilium* pode constituir a dieta animal, visto que altos níveis de digestibilidade aumentam as estruturas de carbono disponíveis utilizadas para a síntese de proteína microbiana, isso ocorre devido os altos níveis de proteínas que proporcionam nitrogênio para o desenvolvimento microbiano e conseqüentemente o aumento da produtividade de ruminantes (PUTRI et al., 2019).

REFERÊNCIAS

- ADDISU, Shewangzaw. Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review. **Online Journal of Animal and Feed Research**, v, 6, Issue 2: 45-56; Mar 30, 2016.
- ANDUALEM, Dereje; NEGESSE, Tegene; TOLERA, Adugna. Chemical composition, in vitro organic matter digestibility and kinetics of rumen dry matter degradability of morphological fractions of stinging nettle (*Urticasimensis*). **Advances in Biological Research**, v. 10, p. 183-190, 2016.
- ANNICCHIARICO, Paolo. et al. Performance of legume-based annual forage crops in three semi-arid Mediterranean environments. **Crop And Pasture Science**, [S.L.], v. 68, n. 11, p. 932, 2017. CSIRO Publishing. <http://dx.doi.org/10.1071/cp17068>.
- AOAC. **Official Methods of Analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists**. Washington, D.C. 2000.
- ASHOK, Praveen; UPADHYAYA, Kumud. Tannins are astringent. **Journal of pharmacognosy and phytochemistry**, v. 1, n. 3, p. 45-50, 2012.
- ASSUNÇÃO, Amanda de Souza *et al.* Variability among Animals and Incubation Protocols for Ruminant In Situ Degradation Studies with Tropical Feeds. **Animals**, [S.L.], v. 12, n. 15, p. 1901, 26 jul. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ani12151901>.
- BORGES, Rodrigo et al. Intra-and interspecific genetic divergence in *Macroptilium* (Benth.) Urb.: a forage option for Brazilian semiarid. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 66, n. 2, p. 363-382, 2019.
- CHEBLI, Youssef; GEITMANN, Anja. Cellular growth in plants requires regulation of cell wall biochemistry. **Current Opinion In Cell Biology**, [S.L.], v. 44, p. 28-35, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceb.2017.01.002>.
- CHEYNIER, Véronique et al. Plant phenolics: recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. **Plant Physiology And Biochemistry**, [S.L.], v. 72, p. 1-20, nov. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.05.009>
- CHRENKOVÁ, M. et al. Characterization of proteins in feeds according to the CNCPS and comparison to in situ parameters. **Czech Journal of Animal Science**, v. 59, n. 6, p. 288-295, 2014.
- COBLENTZ, W.K. *et al.* Effects of growth stage and growing degree day accumulations on triticale forages: 2. in vitro disappearance of neutral detergent fiber. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 101, n. 10, p. 8986-9003, out. 2018. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-14867>.

COSTA, Gustavo Amaral et al. Efficiency of glyphosate and carfentrazone-ethyl in the control of *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. under different light intensities. **South African Journal Of Botany**, [S.L.], v. 131, p. 302-309, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.028>.

COSTA, Gustavo *et al.* Efficiency of glyphosate and carfentrazone-ethyl in the control of *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. under different light intensities. **South African Journal Of Botany**, [S.L.], v. 131, p. 302-309, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.028>.

COSTA, Suellen *et al.* Proportion and digestibility of tree legumes in diets of grazing cattle in a tropical silvopastoral system. **Livestock Science**, [S.L.], v. 252, p. 104689, out. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104689>.

EDMUNDS, B. et al. Estimating ruminal crude protein degradation of forages using in situ and in vitro techniques. **Animal Feed Science And Technology**, [S.L.], v. 175, n. 3-4, p. 95-105, ago. 2012. Elsevier BV.

ENDO, Izuki et al. Anatomical patterns of condensed tannin in fine roots of tree species from a cool-temperate forest. **Annals Of Botany**, [S.L.], v. 128, n. 1, p. 59-71, 20 fev. 2021. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcab022>.

ESPERT, Shirley et al. Biogeography and divergence times of genus *Macroptilium* (Leguminosae). **Aob Plants**, [S.L.], v. 2010, p. 1-7, 1 jan. 2010. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aobpla/plq018>.

FARIAS, Pâmela et al. Chemical composition of Phasey Bean (*Macroptilium Lathyroides* (L.) Urb.). **Research, Society and Development**, [S. I.], v. 9, n. 10, p. e2329108456, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8456.

FIGUEIREDO, Patrícia *et al.* Properties and chemical modifications of lignin: towards lignin-based nanomaterials for biomedical applications. **Progress In Materials Science**, [S.L.], v. 93, p. 233-269, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmatsci.2017.12.001>.

GIRARD, Marion et al. Forage legumes rich in condensed tannins may increase n-3 fatty acid levels and sensory quality of lamb meat. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 96, n. 6, p. 1923-1933, 16 jul. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.7298>.

GOMES, Aureliana et al. Fabaceae Lindl. in a Conservation Unit in the Semi-Arid Region of Paraíba, Brazil. **Phytotaxa**, [S.L.], v. 555, n. 1, p. 17-41, 19 jul. 2022. Magnolia Press. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.555.1.2>.

HASANUZZAMAN, Mirza et al. Physiological, Biochemical, and Molecular Mechanisms of Heat Stress Tolerance in Plants. **International Journal Of Molecular Sciences**, [S.L.], v. 14, n. 5, p. 9643-9684, 3 maio 2013. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms14059643>

HUANG, Ze et al. Trade-offs of dryland forage production and soil water consumption in a semi-arid area. **Agricultural Water Management**, [S.L.], v. 241, p. 106349, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106349>.

IKHWANTI, A. et al. Sugar, Acid Soluble Polysaccharide, and Total Phenolic Contents in Tropical Legumes and Their Relationships with In Vitro Nutrient Fermentability. **Tropical Animal Science Journal**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 331-338, 2 dez. 2020. Media Peternakan. <http://dx.doi.org/10.5398/tasj.2020.43.4.331>.

ISAH, Tasiu. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. **Biological Research**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 1-25, 29 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40659-019-0246-3>.

KELLN, Breeanna et al. Impact of condensed tannin-containing legumes on ruminal fermentation, nutrition, and performance in ruminants: a review. **Canadian Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 101, n. 2, p. 210-223, 1 jun. 2020. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/cjas-2020-0096>.

LAN, Xiao et al. Linking sustainable livelihoods with sustainable grassland use and conservation: a case study from rural households in a semi-arid grassland area, china. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 101, p. 105186, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105186>.

LEITÃO FILHO, Hermógenes. Contribuição ao estudo taxonômico do gênero *Phaseolus* L: no Brasil. **Bragantia**, [S.L.], v. 33, p. 55-63, 1974. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051974000100006>

LIMA, Adriana et al. Nitrogen-fixing bacteria communities occurring in soils under different uses in the Western Amazon Region as indicated by nodulation of siratro (*Macroptilium atropurpureum*). **Plant And Soil**, [S.L.], v. 319, n. 1-2, p. 127-145, 10 jan. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-008-9855-2>.

LYONS, Gary et al. Prediction of Lignin Content in Ruminant Diets and Fecal Samples Using Rapid Analytical Techniques. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 66, n. 49, p. 13031-13040, 19 nov. 2018. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03808>.

MAASS, Brigitte L et al. Tropical and subtropical forage germplasm conservation and science on their deathbed! 1. A journey to crisis. **Outlook On Agriculture**, [S.L.], v. 48, n. 3, p. 198-209, set. 2019. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0030727019867961>.

MACADAM, Jennifer; VILLALBA, Juan. Beneficial Effects of Temperate Forage Legumes that Contain Condensed Tannins. **Agriculture**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 475-491, 20 jul. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture5030475>.

MADIKE, Lerato et al. Preliminary Phytochemical Screening of Crude Extracts from the Leaves, Stems, and Roots of *Tulbaghia violacea*. **International Journal Of Pharmacognosy And Phytochemical Research**, [S.L.], v. 9, n. 10, p. 1-9, 25 out.

2017. Dr. Yashwant Research Labs Pvt. Ltd..
<http://dx.doi.org/10.25258/phyto.v9i10.10453>.

MAO, Runping et al. A superweed in the making: adaptations of parthenium hysterophorus to a changing climate. a review. **Agronomy For Sustainable Development**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 1-18, 29 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-021-00699-8>.

MENGISTU, Alemayehu et al. Descriptions and Characteristics of Cultivated Forage Crops Growing under Different Agro-Ecological Zones in Ethiopia. **International Journal of Agriculture and Biosciences**, 2017, v. 6(5): p. 238-247. Acessado em: 03 de mar d 2023. Disponível em: <
<https://www.researchgate.net/publication/323104844>>.

MGANGA, Kevin et al. Combining Sustainable Land Management Technologies to Combat Land Degradation and Improve Rural Livelihoods in Semi-arid Lands in Kenya. **Environmental Management**, [S.L.], v. 56, n. 6, p. 1538-1548, 16 jul. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-015-0579-9>.

MODESTO JUNIOR, Elivaldo Nunes; CHISTÉ, Renan Campos; PENA, Rosinelson da Silva. Oven drying and hot water cooking processes decrease HCN contents of cassava leaves. **Food Research International**, [S.L.], v. 119, p. 517-523, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.029>.

MUELLER-HARVEY, Irene et al. Benefits of Condensed Tannins in Forage Legumes Fed to Ruminants: importance of structure, concentration, and diet composition. **Crop Science**, [S.L.], v. 59, n. 3, p. 861-885, maio 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2017.06.0369>.

MURUNGI, Dickens. Effect of Legume Inclusion on In-Situ Herbage Dry Matter Yield in Uganda. **International Journal of Advanced Technology and Innovative Research**, v. 09, Issue No.09, Pages: 1394-1398, August-2017.

NASCIMENTO, Keuven do et al. Selection of natural accessions of Macroptilium lathyroides: a plant of forage potential in semiarid environment of Brazil. **Journal of Animal & Plant Sciences**, [S.L.], v. 42, p. 1-8,. 2021. 4 <https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v49-2.1>.

NASCIMENTO, Tiago do et al. Genetic diversity of Macroptilium accessions considering the increase in air temperature. **Bioscience Journal**, [S.L.], v. 39, p. 1-9, 24 fev. 2023. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlandia. <http://dx.doi.org/10.14393/bj-v39n0a2023-65634>.

NRC, 2001. **Nutrient Requirements of small Ruminants**, 10th plant factors affecting nutrient availability. DC: National academic press.

NUNES, Alissandra et al. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine** 11, 12 (2015). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-11-12>

OKUMURA, Hisako. Application of phenolic compounds in plants for green chemical materials. **Current Opinion In Green And Sustainable Chemistry**, [S.L.], v. 27, p. 100418, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100418>.

ONYEONAGU, Chike et al. Seasonal variation in the anti-nutrient and mineral components of some forage legumes and grasses. **African Journal Of Biotechnology**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 142-149, 9 jan. 2013. Academic Journals. <http://dx.doi.org/10.5897/ajb11.1359>.

OTEN, Mehmet *et al.* THE EFFECTS OF DIFFERENT SOWING TIME AND HARVESTING HEIGHT ON HYDROCYANIC ACID CONTENT IN SOME SILAGE SORGHUM (*Sorghum bicolor* L.) VARIETIES. **Turkish Journal Of Field Crops**, [S.L.], p. 1-7, 15 dez. 2017. Turkish Journal of Field Crops. <http://dx.doi.org/10.17557/tjfc.356224>.

PALANGI, Valiollah; MACIT, Muhlis; BAYAT, Alireza. Mathematical models describing disappearance of Lucerne hay in the rumen using the nylon bag technique. **South African Journal of Animal Science**, v. 50, n. 5, 2020. *Ajol*. DOI: 10.4314/sajas.v50i5.9

POOJA, A; ARUNJITH, P; JACOB, Geethu. Anti-Nutritional Factors in Fodder Crops. **Agriculture & environment**, v. 1 – Issue 4, December 2020.

POUTARAUD, Anne et al. Grasslands: a source of secondary metabolites for livestock health. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 65, n. 31, p. 6535-6553, 28 jul. 2017. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00425>.

PRASAD, Mahendra et al. ROLE OF FODDER PRODUCTION SYSTEMS TO IMPROVE CARBON SEQUESTRATION AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY. **Global journal of bio-science and biotechnology**. 2018, v.7 (1): p.81-87. Acessado em: 03 de março de 2023. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/326440879>>.

PUTRI, Ezi Masdia *et al.* In vitro evaluation of ruminant feed from West Sumatera based on chemical composition and content of rumen degradable and rumen undegradable proteins. **Veterinary World**, [S.L.], v. 12, n. 9, p. 1478-1483, set. 2019. Veterinary World. <http://dx.doi.org/10.14202/vetworld.2019.1478-1483>.

RALPH, John; LAPIERRE, Catherine; BOERJAN, Wout. Lignin structure and its engineering. **Current Opinion In Biotechnology**, [S.L.], v. 56, p. 240-249, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.copbio.2019.02.019>.

RAMTEKE, Ramchandra; DONERIA, Raina; GENDLEY, M. K. Antinutritional factors in feed and fodder used for livestock and poultry feeding. **Acta scientific nutritional Health**, v. 3, n. 5, p. 39-48, 2019.

Rech, Caroline et al. Monocrotaline presence in the *Crotalaria* (Fabaceae) plant genus and its influence on arthropods in agroecosystems. **Brazilian Journal of**

Biology [online]. 2021, v. 84 [Accessed 6 October 2022], e256916. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.256916>>. Epub 17 Jan 2022. ISSN 1678-4375

ROCA-FERNÁNDEZ, Ana I. *et al.* Ruminal fermentation and enteric methane production of legumes containing condensed tannins fed in continuous culture. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 103, n. 8, p. 7028-7038, ago. 2020. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2019-17627>.

SABERTANHA, Ehsan *et al.* Nutritive value of sorghum silage for sheep. **Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition**, [S.L.], v. 105, n. 6, p. 1034-1045, 16 abr. 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jpn.13548>.

SALMAN, Ana Karina *et al.* Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. **Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

SANTOS, Mércia *et al.* Morphological divergence among progeny of *Macroptilium lathyroides* accessions from the semi-arid region of Pernambuco, Brazil. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 119, 2013. Centro Internacional de Agricultura Tropical. [http://dx.doi.org/10.17138/tgft\(1\)119-120](http://dx.doi.org/10.17138/tgft(1)119-120).

SANTOS, Mércia *et al.* Nitrogen fixation potential with *Macroptilium* of native rhizobial populations in semi-arid Pernambuco, Brazil. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 136, 2014. Centro Internacional de Agricultura Tropical. [http://dx.doi.org/10.17138/tgft\(2\)136-137](http://dx.doi.org/10.17138/tgft(2)136-137).

SHRESTHA, Shilva *et al.* Biological strategies for enhanced hydrolysis of lignocellulosic biomass during anaerobic digestion: current status and future perspectives. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 245, p. 1245-1257, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.089>.

SIDYBE, Mamadou *et al.* A new species of the genus *Macroptilium* L. (Leguminosae Juss.) Faboideae for the flora of Senegal. **Gsc Biological And Pharmaceutical Sciences**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 095-101, 30 ago. 2022. GSC Online Press. <http://dx.doi.org/10.30574/gscbps.2022.20.2.0309>.

SILVA, Dinnara *et al.* Chemical composition of Caatinga potential forages species. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 18, n. 3, p. 267-272, 2015.

SOUSA, P.H.A.A.; *et al.* Utilização de forrageira da caatinga x desempenho animal - revisão de literatura. **Revista Nutritime**, v. 13, n 04, julho/agosto de 2016. Acessado em: 10 de janeiro de 2023. Disponível em: <<https://nutritime.com.br/artigo-388-utilizacao-de-forrageira-da-caatinga-x-desempenho-animal-revisao-de-literatura/>>.

SOUZA, Carla *et al.* Antinutritional factors of importance in animal nutrition: Composition and function of secondary compounds. **Magazine Publications in Veterinary Medicine and Animal Science**, v.13, n.5, a327, p.1-19, Mai., 2019. Editora MV Valero. <http://dx.doi.org/10.31533/pubvet.v13n5a327.1-19>.

TOBISA, Manabu *et al.* Effects of sowing methods and seeding rates on growth and yield characteristics of phasey bean (*Macroptilium lathyroides*). **Grass And**

Forage Science, [S.L.], v. 74, n. 4, p. 696-707, 2 out. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/gfs.12450>

TOKARNIA, Carlos; DÖBEREINER, Jürgen; PEIXOTO, Paulo. Poisonous plants affecting livestock in Brazil. **Toxicon**, [S.L.], v. 40, n. 12, p. 1635-1660, dez. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0041-0101\(02\)00239-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0041-0101(02)00239-8).

VASTA, V. *et al.* Invited review: plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 102, n. 5, p. 3781-3804, maio 2019. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-14985>.

Vieira, Renata et al. (2002). Biologia floral e polinização por abelhas em siratro (*Macroptilium atropurpureum*; Urb.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 24, 857-861. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v24i0.2330>.

VINODHINI, S. M. et al. Assessment of Suitable Grass and Legume Fodders for the Development of Pastures under Coconut Garden. **International Journal Of Plant & Soil Science**, [S.L.], p. 195-201, 12 jul. 2022. Sciencedomain International. <http://dx.doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i2131255>.

CAPÍTULO II

Composição químico-bromatológica, degradabilidade *in situ* e compostos secundários de acessos de *Macroptilium martii*, *Macroptilium lathyroides* e *Macroptilium atropurpureum*

Resumo

As pastagens brasileiras tornam-se a maneira mais viável e econômica na oferta de forragem, principalmente nas condições em que a região Nordeste está inserida. Deste modo, entender e compreender a composição bromatológica e a taxa de degradação efetiva de forrageiras nativas ou adaptadas torna-se necessário para verificar as concentrações de seus nutrientes e possíveis aproveitamento pelos microrganismos ruminais. Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, taxa de degradação e quantificação de compostos secundários em acessos de *Macroptilium martii*, *M. lathyroides* e *M. atropurpureum*. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados (DBC) com dez acessos de plantas forrageira do gênero *Macroptilium* e três repetições. Realizou-se as análises químico-bromatológicas, a taxa de degradabilidade e a quantificação dos compostos secundários, os teores de lignina, taninos e ácido cianídrico. Obteve-se resultados superiores de matéria seca para o acesso A51 (56,51% de MS), quando comparado com os acessos L34, A16, L32, L31 e S04 que expuseram teores médios de 41,13%, 39,42%, 35,19%, 34,20% e 41,15% de MS respectivamente. A matéria mineral foi superior nos acessos A59 e M8 com teores médios de 13,48% e 13,28% respectivamente e menores no acesso L31 (9,40%). Quando mensurado a variável matéria orgânica (MO) os acessos L31 (90,60%) e L34 (90,24%) exibiram níveis mais elevados em relação ao acesso A59 (86,51%). Na Fibra em detergente ácido (FDA) os maiores índices foram observados em L31 (34,11%), os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE) não divergiram estatisticamente. As frações indigestíveis apresentaram níveis de 17,38% de nitrogênio indigestível em detergente neutro (NIDN) para o acesso L32, as cinzas indigestível em detergente ácido foram maiores nos acessos M8 (4,10%) e A59 (3,62%), o nitrogênio indigestível em detergente ácido (NIDA) e as cinzas indigestíveis em detergente neutro (CIDN) não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$), os teores de celulose foram inferiores no acesso M5 (15,56%), o acesso M5 apresentou níveis superiores de carboidratos não fibrosos (46,55% CNF), e de carboidratos totais (86,69%), a fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e hemicelulose não apresentaram efeitos significativos ($P > 0,05$), quanto a degradabilidade verificou que o acesso L31 foi o que apresentou menor taxa de degradação ruminal e maior teores de lignina (LIG) e fenóis totais (FT). Conclui-se que os acesso L31 foi o que apresentou níveis maiores de compostos secundários, entretanto não oferece risco ao animal.

Palavra-chave: Degradação, HCN, lignina, ruminantes, tanino.

Abstract

Brazilian pastures become the most viable and economical form of forage supply, especially in the conditions in which the Northeast region is inserted. Thus, it becomes necessary to know and understand the bromatological composition and the effective rate of degradation of native or adapted forages to verify the concentrations of their nutrients and possible utilization by ruminal microorganisms. The objective was to evaluate the bromatological chemical composition, degradation rate and quantification of secondary compounds in accessions of *Macroptilium martii*, *M. lathyroides* and *M. atropurpureum*. A randomized block design (DBC) was used with ten accessions of forage plants of the genus *Macroptilium* and three replications. Chemical bromatological analyses, degradability rate and quantification of secondary compounds, lignin, tannins and hydrocyanic acid contents were carried out. Higher dry matter results were obtained for accession A51 (56.51% DM), when compared to accessions L34, A16, L32, L31 and S04, which showed average contents of 41.13%, 39.42%, 35, 19%, 34.20% and 41.15%. DM respectively. Mineral matter was higher in accessions A59 and M8 with average contents of 13.48% and 13.28% respectively and lower in accession L31 (9.40%). In the measurement of the organic matter (OM) variable, accessions L31 (90.60%) and L34 (90.24%) had higher levels than accession A59 (86.51%). In acid detergent fiber (ADF) the highest levels were observed in L31 (34.11%), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and ether extract (EE) contents did not differ statistically. The indigestible fractions showed contents of 17.38% of indigestible nitrogen in neutral detergent (INDN) for accession L32, indigestible ash in acid detergent was higher in accessions M8 (4.10%) and A59 (3.62%), nitrogen indigestible in acid detergent (ADIN). and indigestible ash in neutral detergent (CIDN) did not differ statistically ($P>0.05$), cellulose contents were lower in accession M5 (15.56%), accession M5 had higher levels of non-fibrous carbohydrates (46.55 % CNF) and total carbohydrates (86.69%), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (cpFDN) and hemicellulose did not show significant effects ($P>0.05$) in terms of degradability, it was found that access L31 showed the lowest rate of ruminal degradation and the highest levels of lignin (LIG) and total phenols (FT). It is concluded that accession L31 was the one with the highest levels of secondary compounds, but it does not pose a risk to the animal.

Keywords: Degradation, HCN, lignin, ruminants, tannin.

INTRODUÇÃO

Composto por aproximadamente um milhão de km² o Nordeste brasileiro possui clima seco, quente e temperaturas médias de 28°C, rica em biodiversidade e espécies endêmicas a Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro (TRAVASSOS et al., 2016). Caracterizado por ser o mais importante tipo de vegetação da região, atualmente encontra-se em distintos estágios de sucessão secundária, constituído por espécies herbáceas anuais e espécies lenhosas arbustivas, estas forragens constituem parte da alimentação dos ruminantes as quais são consumidas principalmente durante o déficit hídrico (SOUSA-SOUTO et al., 2014).

Para Godde et al. (2019) a precipitação é um dos principais fatores climáticos para as regiões semiárida, tornando-o fator limitante para a produção e desenvolvimento de pastagens. Portanto o uso de forrageiras da Caatinga torna-se alternativa viável em virtude do potencial de produção, rusticidade e longevidade destas, essas características permitem com que estes vegetais se tornem fonte de alimento durante os períodos de menor disponibilidade de forragens, visando desta forma aumentar a eficiência produtiva do rebanho.

Assim, entender e compreender a composição químico-bromatológica da forragem e como a mesma é degradada torna-se o ponto de partida para o discernimento das concentrações de nutrientes disponíveis que venha a contribuir para a resposta animal em diferentes condições de pastejo.

A análise de degradabilidade passa a ser uma das avaliações mais eficazes, pois expressa a relação entre o alimento ingerido e degradado pelas bactérias ruminais, podendo os mesmos serem estabelecidos para a MS, energia ou cada um dos constituintes orgânicos (proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e ácido), (SALMAN et al., 2010).

Dentre a grande diversidade vegetal as leguminosas são apreciadas, o elevado teor de proteína encontrado nestas promove redução nos gastos com alimentação e maior viabilidade na produção animal (WATSON et al., 2017). Apesar de demonstrarem altos teores de proteínas, as leguminosas possui altos níveis de metabolitos secundários diários os que em determinadas circunstâncias pode ocasionar efeitos distintos, reduzir a taxa de degradação ou levar o animal a óbito (POUTARAUD et al., 2017).

Dentre as leguminosas encontradas podem ser citadas as do gênero *Macroptilium* que englobam aproximadamente 20 espécies, com ocorrência espontânea nas regiões semiáridas principalmente durante o período de escassez hídrica, torna-se uma alternativa para os ruminantes (FARIAS, 2020).

Devido à grande importância destas espécies faz-se necessário entender e compreender os principais indicadores de sua composição e degradação, bem como a presença de possíveis elementos tóxicos tais como o ácido cianídrico (HCN) e os níveis de compostos secundários encontrados na mesma.

Assim, objetivou-se analisar a composição químico-bromatológica de acessos de *M. martii*, *M. lathyroides* e *M. atropurpureum*, a taxa de degradação e quantificar os teores de HCN, lignina, fenóis totais e tanino total visando sua utilização na alimentação animal, principalmente no período de déficit alimentar.

2. METODOLOGIA

2.1 Local Do Experimento

O experimento foi conduzido no campo experimental da Caatinga (09°04' S, 40°19' W), na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Embrapa semiárido situado na BR 428, Km 152 Zona rural, Petrolina – PE, sobre aprovação do comitê de ética animal (protocolo 003/2017). De acordo com a classificação de Köppen o clima é do tipo BSw^h' (Semiárido, tipo estepe, muito quente, com estação chuvosa no verão que se atrasa para o outono, podendo não ocorrer).

O material foi cultivado em bandejas em casa de vegetação da Embrapa semiárido contendo substrato (esterco caprino, areia e terra) e após o aparecimento de três folhas ocorreu o transplântio.

O transplântio foi realizado dia 25 de janeiro de 2021 e foi submetido a dois cortes de uniformização antes da floração. Realizado a implementação, o material foi submetido a irrigação por gotejamento por duas horas a cada dois dias. O corte para a coleta do material ocorreu no mês de junho do respectivo ano e teve duração de 45 dias, coletando o material das linhas centrais e dispensado as bordaduras.

O clima da região é classificado, segundo Köppen and Geiger (1928), como semiárido do tipo BSw^h'. As chuvas concentram-se entre os meses de novembro e abril, com precipitação média anual em torno de 400 mm, irregularmente distribuída. Durante o período experimental a temperatura de referência foi de 19,28°C - 30,54°C mm e a precipitação pluviométrica de 0,11 mm (Figura 1).

O solo da área experimental (Fig 4) é levemente ácido (pH de 5,4) e eutrófico (V%>50).

Figura 4. Área experimental dos plantios de acessos do gênero *Macroptilium*



2.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

O desenho experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi composta por uma linha com dez acessos com espaçamento de 1,00 m entre linhas e 0,50 m entre plantas perfazendo 30 observações. Foram utilizados dez tratamentos representados por acessos de *Macroptilium* denominados de: A27, L34, A16, A51, A59, L32, L31, M5, M8 e S04.

Os acessos A16, A27, A51 e A59 correspondem ao *Macroptilium atropurpureum* e são provenientes do banco de melhoramento da Embrapa Cerrado, os acessos de *Macroptilium Lathyroides* representados por L31, L32, L34, são oriundos da UNEB (Universidade Estadual da Bahia), já os acessos M5, M8 (*Macroptilium martii*) e S04 (espécie não estudada) pertencem ao banco de melhoramento forrageiro da Embrapa Semiárido.

2.3 Análises químico-bromatológica

As amostras dos acessos foram avaliadas no laboratório de nutrição animal da EMBRAPA Semiárido após pré-secagem de aproximadamente 300 gramas de amostra, colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72h. Posteriormente as amostras foram processadas em moinho *willey* tipo faca com peneiras de crivo de 1mm e 2mm. As análises laboratoriais foram realizadas utilizando os métodos descritos pela AOAC (2016) para matéria seca (MS; método 967.03), matéria mineral (MM, método 942.05), proteína bruta (PB; método 981.10). Para análise do extrato etéreo (EE) utilizou-se o método descrito pela AOCS (2017).

Os teores de matéria orgânica (MO, método 001/2) foram obtidas através da subtração do MM (MO= 100 – MM%). O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foi determinado como descrito por Van Soest et al. (1991), com modificações propostas por Senger et al. (2008) utilizando autoclave com temperatura a 110°C por 40 minutos. A hemicelulose (HEM) foi calculada pela seguinte equação: HEM = FDN – FDA e celulose (CEL) CEL = FDA - LIG. Estimou-se os carboidratos totais (CT) pela equação proposta por Sniffen et al. (1992): CT (%) = 100 - (% PB +% EE +% MM) e os carboidratos não-fibrosos (CNF), por meio da diferença entre os teores de CT e a FDN, de acordo com Mertens et al. (2002). A fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína foi obtida por meio da equação (FDN_{cp} = FDN – (NIDN + CIDN)), de acordo com a AOAC (2016).

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, N-004/2), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, N-005/2), cinzas insolúvel em detergente ácido (CIDA, M-002/2) e cinzas insolúvel em detergente neutro (CIDN, M-003/2) foram determinados utilizando-se os resíduos da FDN e FDA, respectivamente, repetindo-se o processo de determinação da PB e MM, a determinação das cinzas insolúvel foram adaptadas a protocolos de tempo pela AOAC (MERTENS, 2002)

2.4 Degradabilidade *in situ*

Para a degradabilidade *in situ* utilizou-se dois bovinos da raça Sindi machos e castrados provindo de cânula ruminal, com modificações do saquinho utilizado (5,0 x 5,0 cm), com tecido não-tecido (TNT-100g/m²) segundo Casali et al. (2008). Foi utilizado o modelo de Mehrez & Orskov (1977), para a degradabilidade potencial de cada forrageira, de acordo com o modelo: $P = a + b(1 - e^{-ct})$ em que P é a degradabilidade potencial; “a” é a fração solúvel em água; “b” é a fração insolúvel em água; “c” é a taxa de degradação por fermentativa de “b”, “e” é base dos logaritmos neperianos e “t” é o tempo de incubação.

As amostras foram depositadas na região ventral do rúmen por 96, 72, 48, 24, 12, 6 e 0 horas, respectivamente. Após o período de incubação as amostras contidas em sacola de filó foram retiradas do rúmen e os saquinhos de TNT, contendo os resíduos da degradação foram imediatamente colocados em balde com pedras de gelo. Em seguida lavados em água corrente e colocado em estufa a 55° durante 72

horas e pesados. Para o tempo zero os saquinhos foram lavados em água corrente e em seguida o mesmo procedimento destinando aos demais foi aplicado.

A degradabilidade efetiva dos acessos foi calculada pela fórmula: $DE = a + [(b \times c) / (c + k)]$, em que k é a quantidade de horas que leva para a passagem do alimento, neste caso foi considerado 2h. (Ørskov; McDonald, 1979).

2.5 Compostos secundários

Para verificar os teores de compostos secundários presentes no vegetal utilizou-se amostras previamente secas e moídas em peneira de 1mm.

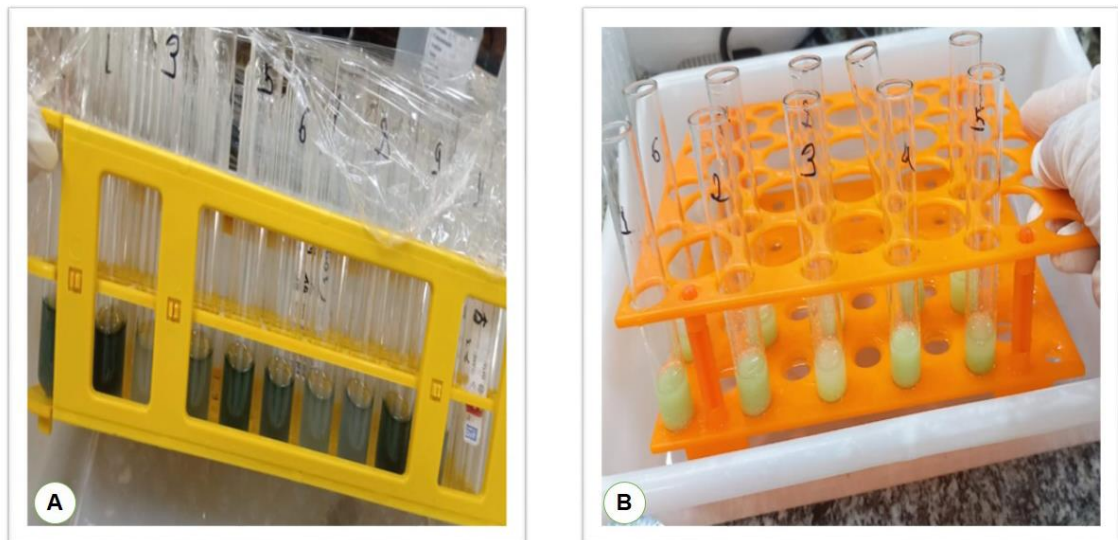
A quantificação de fenóis totais e tanino ocorreu por meio da metodologia de Joint FAO/IAEA (2000) com adaptações. Para realização das etapas iniciou-se o preparo de calibração da curva (tab. 1) e posteriormente pesou-se 200 mg em tubos falcon para a primeira extração, a qual foi submetida a adição de acetona a 70%, banho ultrassônico por 20 minutos e levados a centrifugas de 3000 rpm por dez minutos para coleta do sobrenadante, o qual foi adicionado em tubos de ensaio de 4 ml, juntamente com o folin, água destilada e carbonato de sódio (tab. 1), após a adição, os mesmos foram agitados e permaneceram em bandeja com gelo por 45 minutos para leitura (fig. 5A) em espectrofotômetro de absorvância a 725nm. Para a segunda extração coletou-se o sobrenadante já centrifugado e com a adição de 100mg de polivinil pirrolidona (PVPP) e a centrifugação do material os passos da primeira extração foram seguidos para obtenção da segunda leitura (fig. 5B).

Tabela 1. Preparação da curva de calibração.

Tubo	Solução de Ácido tânico (0,1mg/ml) (ml)	Água Destilada (ml)	Solução			
			Reagente Folin (ml)	carbonato Sódio (ml)	Absorbância a 725nm	Ácido Tânico (µg)
Branco	0,00	0,50	0,25	1,25	0,000	0
T1	0,02	0,48	0,25	1,25	0,112	2
T2	0,04	0,46	0,25	1,25	0,218	4
T3	0,06	0,44	0,25	1,25	0,327	6

T4	0,08	0,42	0,25	1,25	0,432	8
T5	0,10	0,40	0,25	1,25	0,538	10

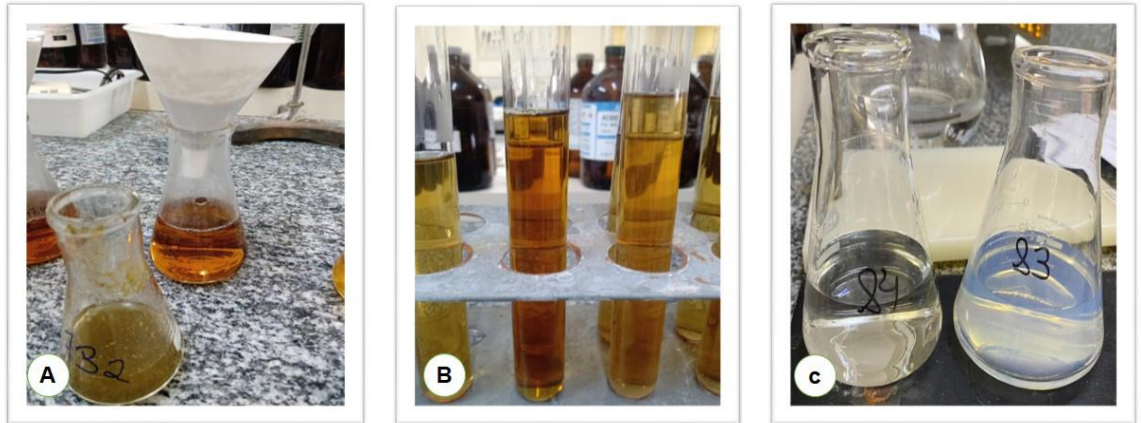
Figura 5: Coloração aparente durante as etapas de análise para obtenção do tanino em acessos do gênero *Macroptilium*.



(A) coloração aparente após adição do carbonato na primeira etapa de quantificação. (B) coloração obtida após adição do PVPP na segunda etapa de quantificação

Para realização da análise do ácido cianídrico (HCN) utilizou-se a metodologia adaptada de Ades & Hernandez (1986) e Silva (2010) com novas adaptações. Em balança de precisão foram pesados 4 gramas do material seco e transferido para erlenmeyer de 125 ml (contendo 50 ml de água destilada), submetidos a homogeneização e processo de digestão a 70°C durante quatro horas, decorrido o período o material recebeu mais 150 ml de H₂O destilado (70°C) para filtragem e preparo da alíquotas que seriam destiladas e tituladas para leitura dos teores de HCN presentes nos acessos (fig. 6).

Figura 6: Realização da análise de ácido cianídrico nos acessos de *Macroptilium*.



(a) Processo de filtração da amostra após retirada da chapa a 70°C. (b) Divisão da amostra e introdução do hidróxido de sódio. (c) Retirada do destilador (coloração transparente) e titulação da amostra (coloração transparente fosco).

A determinação da lignina (LIG) foi oriunda por meio do tratamento do resíduo da fibra em detergente ácido com solução de 72% de ácido sulfúrico (SILVA; QUEIROZ, 2005), o qual foi imerso na solução com homogeneização durante 3h, levados e submetidos a estufa de 55°C por 24 e estufa de 105°C por 3 horas para pesagem do material.

2.6 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo software SISVAR (Ferreira, 2011) por meio da análise de variância, e as médias obtidas foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I.

O seguinte modelo estatístico foi utilizado: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, em que: Y_{ij} observação do tratamento i na repetição j ; μ = média geral; T_i = efeito do acesso "i" (sendo i = os acessos estudados).

3. RESULTADOS

Ao analisar a composição químico-bromatológica dos acessos do gênero *Macroptilium* identifica-se que o acesso A51 (56,51% de MS) apresentou teores mais elevados de matéria seca, quando comparado com os acessos L34, A16, L32, L31 e S04 que expuseram teores médios de 41,13%, 39,42%, 35,19%, 34,20% e 41,15% de MS respectivamente.

Na tabela 2, observa-se que os níveis de matéria mineral (MM) foram maiores no acesso A59 e M8 com teores médios de 13,48% e 13,28% respectivamente e

menores no acesso L31 (9,40%). Quando mensurado a variável matéria orgânica (MO) os acessos L31 (90,60%) e L34 (90,24%) exibiram níveis mais elevados em relação ao acesso A59 (86,51%).

Tabela 2. Composição bromatológica de acessos de *Macroptilium martii*, *Lathyroides* e *atropurpureum* expressos em porcentagem.

Acesso	MS	MM	MO	PB	EE	FDN	FDA
A27	46.82 ^{abc} ± 3,01	11,42 ^{abc} ±0,45	88,57 ^{abc} ±0,45	17,80±1,68	1,84±0,35	49,37±2,76	32,10 ^{ab} ±1,62
L34	41.13 ^{bc} ± 1,57	9,75 ^{bc} ±2,15	90,24 ^{ab} ±2,15	17,82±2,71	1,47±0,32	49,46±4,66	30,39 ^{ab} ±1,45
A16	39.42 ^c ± 2,30	11,24 ^{abc} ±0,96	88,76 ^{abc} ±0,96	16,74±2,26	1,64±0,22	52,01±0,41	32,54 ^{ab} ±1,32
A51	56.51 ^a ± 6,00	12,55 ^{abc} ±1,12	87,45 ^{abc} ±1,12	16,74±1,37	1,86±0,50	51,27±0,93	33,00 ^{ab} ±1,73
A59	52.39 ^{ab} ± 0,70	13,48 ^a ±1,13	86,51 ^c ±1,13	17,90±3,63	1,61±0,34	50,16±2,15	31,65 ^{ab} ±0,82
L32	35.19 ^c ± 4,91	10,02 ^{abc} ±0,16	89,97 ^{abc} ±0,16	19,36±2,04	1,29±0,67	48,68±2,19	26,92 ^{abc} ±3,62
L31	34.20 ^c ± 2,60	9,40 ^c ±0,96	90,60 ^a ±0,96	16,40±1,93	1,31±0,14	48,33±10,28	34,11 ^a ±4,93
M5	46.63 ^{abc} ± 4,04	10,21 ^{abc} ±1,87	89,78 ^{abc} ±1,87	13,76±0,51	1,08±0,57	41,41±0,95	21,38 ^c ±2,35
M8	53.56 ^{ab} ± 5,85	13,28 ^{ab} ±1,04	86,71 ^{bc} ±1,04	15,25±0,55	1,34±0,24	44,00±0,44	29,25 ^{ab} ±2,78
S04	41.15 ^{bc} ± 8,41	11,69 ^{abc} ±0,49	88,31 ^{abc} ±0,49	18,26±1,44	1,54±0,50	45,29±0,33	25,73 ^{bc} ±1,74
CV(%)	9,79	10,98	1,40	11,50	23,07	8,00	8,67
EPM	2,52	0,71	0,71	1,12	1,01	2,21	1,48
P	0,0000	0.0049	0.0049	0.0955	0.2018	0.0614	0.0002

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si (P>0,05).

CV(%) – Coeficiente de variação expresso em porcentagem

EPM – Erro padrão da média

Ainda de acordo com a tabela 2, nota-se que teores de fibra em detergente ácido (FDA) foram mais observados no acesso L31 (34,11%), todavia o acesso M5 (21,38%) e S04 (25,73%) demonstraram menor incidência do composto estudado.

As variáveis proteína bruta (PB), estrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) não apresentaram efeitos significativos de acordo com o teste de Tukey (P>0,05).

Na tabela 3, as variáveis nitrogênio indigestível em detergente ácido (NIDA) e cinzas indigestível em detergente neutro (CIDN) não apresentaram efeitos significativos de acordo com o teste utilizado (P>0,05).

Ao analisar as frações indigestíveis dos acessos (tab. 3), averigua-se que a variável nitrogênio indigestível em detergente neutro (NIDN) apresentou efeitos significativos com níveis superiores de 17,38% para o acesso L32 e inferiores de 9,62% e 8,25% para os acessos M5 e M8 respectivamente.

Tabela 3. Frações indigestíveis calculadas com base na matéria seca (MS) de acessos do gênero *Macroptilium* expressos em percentagem (%).

Acesso	CIDN	NIDN	NIDA	CIDA
A27	3,67 \pm 1,17	11,54 ^{ab} \pm 2,29	4,84 \pm 0,78	2,87 ^{abc} \pm 0,90
L34	2,50 \pm 1,67	14,12 ^{ab} \pm 2,23	7,31 \pm 4,40	2,53 ^{abc} \pm 1,34
A16	3,61 \pm 0,69	11,55 ^{ab} \pm 1,38	6,22 \pm 2,90	2,81 ^{abc} \pm 0,49
A51	3,70 \pm 1,13	10,08 ^{ab} \pm 0,74	4,20 \pm 0,09	2,97 ^{abc} \pm 1,07
A59	5,06 \pm 1,50	10,88 ^{ab} \pm 1,18	5,79 \pm 0,67	3,62 ^{ab} \pm 0,72
L32	2,38 \pm 1,05	17,38 ^a \pm 4,15	4,94 \pm 0,79	1,04 ^c \pm 0,11
L31	2,04 \pm 1,33	13,93 ^{ab} \pm 4,77	6,97 \pm 3,66	1,76 ^{bc} \pm 0,61
M5	4,58 \pm 2,25	9,62 ^b \pm 1,26	6,74 \pm 1,90	2,52 ^{abc} \pm 1,02
M8	4,29 \pm 0,41	8,25 ^b \pm 2,78	5,90 \pm 3,99	4,10 ^a \pm 0,69
S04	2,75 \pm 0,57	15,77 ^{ab} \pm 1,25	5,91 \pm 1,80	2,64 ^{abc} \pm 0,51
CV(%)	38,46	21,10	40,05	28,71
EPM	0,76	1,50	1,36	0,44
P	0.152	0.0084	0.8309	0.0087

Medias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,05).

CV(%) – Coeficiente de variação expresso em percentagem

EPM – Erro padrão da média

Quando analisado os níveis médios de cinzas indigestível em detergente ácido (CIDA), testemunha que os maiores valores encontrados por M8 (4,10%) foram superiores aos encontrados em L31 (1,76%) e L32 (1,04%).

Quando mensurado os teores de carboidratos (Tabela 4) presentes nos acessos do gênero *Macroptilium* constata-se que as concentrações de celulose (CEL) foram maiores para os acessos L34, A16, A51 e L31 (24,76%, 23,81%, 23,79% e 23,39%) respectivamente, o acesso M5 (15,56%) apresentou menor concentração da celulose.

Os teores de Carboidratos não Fibrosos (CNF) foram mais expressos no acesso M5 (46,55%) e possuíram menores valores nos acessos A16 (32,60%), A51 (31,87%) e A59 (32,29%).

Ao analisar os carboidratos totais (CHOT) nota-se que o acesso L31 e M5 apresentaram concentração média superior de 86,88% e 86,69% respectivamente, em relação ao acesso A59 (82,25%) que apresentou menor concentração. Os teores de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e Hemicelulose (HEM) não apresentaram efeitos significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Composição estrutural dos carboidratos nos acessos do gênero *Macroptilium* expressos em percentagem.

Acesso	FDNcp	CEL	CNF	CHOT	HEM
A27	41,91 \pm 3,77	22,86 ^{ab} \pm 2,07	34,75 ^{ab} \pm 2,46	84,12 ^{ab} \pm 0,37	17,26 \pm 1,26
L34	41,32 \pm 2,43	24,76 ^a \pm 1,14	36,68 ^{ab} \pm 2,44	86,14 ^{ab} \pm 2,45	19,06 \pm 3,22
A16	44,12 \pm 1,29	23,79 ^a \pm 1,84	32,60 ^b \pm 0,84	84,61 ^{ab} \pm 1,24	19,46 \pm 1,12
A51	44,19 \pm 1,11	23,81 ^a \pm 1,86	31,87 ^b \pm 2,43	83,14 ^{ab} \pm 1,63	18,26 \pm 0,97
A59	41,96 \pm 1,72	22,00 ^{ab} \pm 0,32	32,29 ^b \pm 4,00	82,25 ^b \pm 2,01	18,51 \pm 1,39
L32	39,13 \pm 4,12	19,80 ^{ab} \pm 3,68	37,11 ^{ab} \pm 2,21	85,80 ^{ab} \pm 0,86	21,76 \pm 1,61
L31	40,91 \pm 10,71	23,39 ^a \pm 4,87	38,55 ^{ab} \pm 11,09	86,88 ^a \pm 0,92	14,21 \pm 9,57
M5	34,43 \pm 1,37	15,56 ^b \pm 2,57	46,55 ^a \pm 2,19	86,69 ^a \pm 2,28	20,02 \pm 3,27
M8	38,49 \pm 1,62	20,95 ^{ab} \pm 2,67	39,12 ^{ab} \pm 0,39	83,13 ^{ab} \pm 0,76	14,75 \pm 2,35
S04	36,90 \pm 0,70	18,60 ^{ab} \pm 1,26	38,79 ^{ab} \pm 0,35	84,09 ^{ab} \pm 0,28	19,56 \pm 1,42
CV(%)	9,92	11,80	11,50	1,75	20,21
EPM	2,31	1,46	2,44	0,85	2,13
P	0.1350	0.0077	0.0164	0.0103	0.3569

Medias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

CV(%) – Coeficiente de variação expresso em percentagem

EPM – Erro padrão da média

Os teores médios de degradabilidade efetiva (DE%), fração rapidamente solúvel em água ou líquido ruminal (fração “a”), fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (fração “b”) e a constante da taxa de degradação da fração “b” (fração “c”) apresentados na tabela 5, não diferiram estatisticamente a 5% de probabilidade.

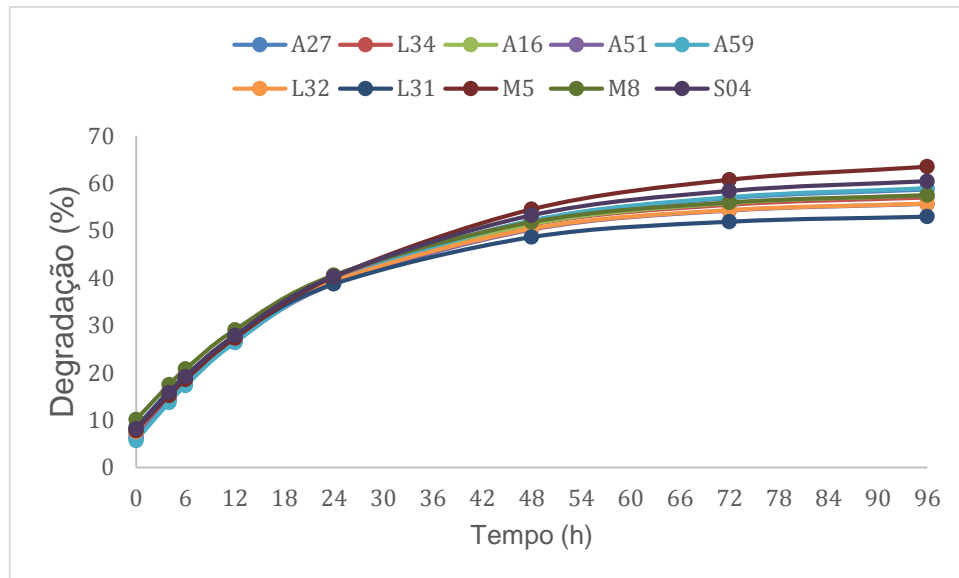
Tabela 5: Valores médios dos parâmetros de degradação ruminal das frações “a”, “b” e “c” da matéria seca de acessos do gênero *Macroptilium*.

Parâmetros de degradação				
Acesso	DE 2%/h	a	b	c
A27	42,53 \pm 2,16	7,04 \pm 1,27	52,77 \pm 1,81	40,18 \pm 2,05
L34	40,65 \pm 4,05	8,03 \pm 2,86	49,86 \pm 3,31	42,11 \pm 5,34
A16	40,33 \pm 3,45	6,33 \pm 1,08	52,08 \pm 6,29	41,58 \pm 6,10
A51	38,94 \pm 0,65	6,21 \pm 0,08	50,16 \pm 1,75	43,62 \pm 1,81
A59	40,93 \pm 3,72	5,71 \pm 0,04	54,44 \pm 5,77	39,83 \pm 5,65
L32	38,78 \pm 3,28	7,61 \pm 1,53	48,84 \pm 5,96	43,54 \pm 5,45
L31	37,78 \pm 4,03	8,52 \pm 4,38	44,97 \pm 10,52	46,50 \pm 7,62
M5	45,55 \pm 0,53	7,80 \pm 1,78	57,85 \pm 1,88	34,34 \pm 2,32
M8	40,82 \pm 0,31	10,13 \pm 1,91	48,23 \pm 2,24	41,63 \pm 0,65
S04	44,16 \pm 3,66	8,20 \pm 1,29	53,61 \pm 6,90	38,18 \pm 5,80
CV(%)	7,36	22,29	10,97	12,18
EPM	1,74	0,97	3,24	2,89
P	0.1109	0.1412	0.3214	0.2926

Ao mensurar a taxa de degradabilidade *in situ* da matéria seca durante tempos distintos de incubação (0,6,12,24,48,72 e 96h), constata-se que os acessos L31 e L32

foram os que apresentaram menor taxa de degradação em todos os tempos analisados, com exceção do tempo 0h e 96h (Fig. 7).

Figura 7. Degradabilidade da matéria seca (MS) de diferentes acessos do gênero *Macroptilium* em função do período de incubação no rúmen (h).



Os dados obtidos na tabela 6 quanto aos teores de fenóis totais (FT) e lignina (LIG) diferiram estatisticamente segundo o teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os teores de fenóis totais foram maiores no acesso L31 (0,022%) e menores nos acessos L34, A16, L32 e S04 com níveis médios de 0,014%, 0,016%, 0,017% e 0,017% concomitantemente.

A lignina no entanto apresentou maior concentração do composto secundário para o acesso L31 (10,72%) em relação aos acessos L34 (5,63%) e M5 (5,81%) que expuseram índices menores.

As variáveis tanino total (TT) e ácido cianídrico (HCN) não diferiram estatisticamente ($P > 0,05\%$).

Tabela 6: Compostos secundários expressos em fenóis totais (FT), tanino total (TT), ácido cianídrico (HCN) e lignina analisados em acessos de *Macroptilium martii*, *Lathyroides* e *atropurpureum* com base na matéria seca.

Acesso	HCN (mg)	TT%	FT%	LIG%
A27	0,234 \pm 0,002	0,016 \pm 0,001	0,018 ^{abc} \pm 0,002	9,24 ^{ab} \pm 0,96
L34	0,236 \pm 0,002	0,013 \pm 0,000	0,014 ^c \pm 0,001	5,63 ^b \pm 2,54
A16	0,332 \pm 0,171	0,014 \pm 0,001	0,016 ^{bc} \pm 0,001	8,74 ^{ab} \pm 0,63
A51	0,234 \pm 0,001	0,016 \pm 0,002	0,019 ^{abc} \pm 0,002	9,20 ^{ab} \pm 1,10

A59	0,233±0,001	0,016±0,001	0,018 ^{abc} ±0,001	9,65 ^{ab} ±1,00
L32	0,356±0,119	0,015±0,002	0,017 ^{bc} ±0,002	7,11 ^{ab} ±0,25
L31	0,275±0,067	0,017±0,002	0,022 ^a ±0,001	10,72 ^a ±2,91
M5	0,393±0,136	0,015±0,002	0,018 ^{abc} ±0,002	5,81 ^b ±1,24
M8	0,395±0,183	0,017±0,002	0,019 ^{ab} ±0,003	8,30 ^{ab} ±0,17
S04	0,313±0,137	0,015±0,000	0,017 ^{bc} ±0,001	7,13 ^{ab} ±0,87
CV(%)	33,84	10,70	8,75	18,11
EPM	0,0586	0,0005	0,0005	0,8527
P	0.3081	0.1942	0.0034	0.0069

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,05).

CV(%) – Coeficiente de variação expresso em porcentagem

EPM – Erro padrão da média

4. DISCUSSÃO

Para a determinação nutricional de um alimento são necessários estudos que possibilitem sua avaliação conjunta da composição química (MS, MO PB, EE, FDN, FDA e lignina), digestibilidade e constituintes secundários que possam vim interferir na ingestão e utilização da forragem pelo ruminante (CARVALHO et al., 2021). Quantificar os nutrientes presentes no vegetal é bastante relevante visto que é a partir dos dados dos mesmo que determina o consumo animal.

A matéria seca é caracterizada por possuir todos os compostos (proteínas, gorduras, minerais, fibras e carboidratos) inclusive a umidade, deste modo compreender como a mesma está presente no vegetal é de real importância visto que é a partir da mesma que pode-se calcular as necessidades nutricionais para a saúde animal bem com o seu ganho de peso diário. Reconhecido por possuir em média 3% a 5% do peso corporal de um animal com base na MS, os minerais garantem funções estruturais e fisiológica ao organismo (ARISPE; FILLEY, 2016). Kumar et al. (2020; 2022) ao estudarem o rendimento de biomassa e composição do *Macroptilium atropurpureum* encontraram níveis de 93,46% de MS, 89,97% de MO e 10,03% de MM, corroborando com os resultados obtidos de MO e MM e divergindo dos teores de MS encontrados nos acessos estudados.

Quando analisado as variáveis constata-se que os acessos de *Macroptilium* classificam-se como volumosos úmido, pois possui mais de 13% de umidade. Assim recomenda-se que os mesmos sejam ofertados a cocho ou submetidos a processo de ensilagem visto que os teores de MS são superiores a 30% (MOHD-SETAPAR et al., 2012), esses teores são resultante do tempo de coleta do vegetal que ocorreu durante a fase vigorosa da forragem corroborando com estes resultados.

Murungi (2017), ao avaliar o rendimento de *Brachiaria mulato* e *Brachiaria ruziziensis* sobre a inclusão do *M. atropurpureum* encontraram níveis de matéria seca em torno de 39,80%, 46,10%, 51,00% e 46,80% aos 13, 14, 15 e 16 dias constatando a afirmação de que quanto maior o tempo de coleta do material, maior a deposição de matéria seca e conseqüentemente menor a presença de água no vegetal.

Ligada a porção celular da forragem e constituída por celulose e hemicelulose, a fibra em detergente ácido representa a porção da parede celular e está relacionada diretamente a capacidade de digestão pelo animal, ou seja, a depender da concentração do FDA a digestibilidade da forragem reduz (ADESOGAN et al., 2019 Silva et al. (2015) ao analisarem plantas encontradas na Caatinga observaram valores semelhantes aos encontrados na maioria dos acessos de *Macroptilium*, com teores médios de 32,4% e 30,6% de FDA no *Macroptilium lathyroides* e *Macroptilium heterophyllum*. Farias et al. (2020) corroboram com os menores resultados encontrados nesta pesquisa, testemunhado níveis médios de FDA em torno de 25% aos 54 dias no *Macroptilium Lathyroides*.

Segundo Farias et al. (2020) a baixa concentração das fibras é oriunda do baixo acúmulo de componentes celulares estruturais que ocorre justamente durante a fase mais jovem do vegetal, entretanto ao decorrer do tempo tende a apresentar uma maior deposição dos componentes devido ao aumento do número de ramos secundários e terciários. A coleta dos acessos antes do período de floração contribuiu para o menor acúmulo dos constituintes fibrosos.

Apesar da proteína bruta (PB) não divergir estatisticamente ($P > 0,05$), os níveis de proteína são insuficientes para quantificar a disponibilidade da mesma para o animal, visto que a porção da proteína ligada ao FDN não está disponível, desta forma avaliar os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro são parâmetros para quantificar a disponibilidade proteica.

Muir et al. (2019) ao estudarem a composição bromatológica de plantas nativas verificaram valores médios 11,6% para NIDN no *Macroptilium heterophyllum* semelhantes aos dos acessos analisados. Para Kasper et al. (2020) alimentos com alto teor de NIDN indicam alimentos com baixa ou lenta degradação da proteína, já alimentos que possuem baixos teores de cinzas insolúvel em detergente ácido (CIDA) relata-se que o teor de contaminação foi amenizado.

Para Medeiros et al. (2015) parte das proteínas que está ligada a fibra, correlaciona-se com polissacarídeos da parede celular, proveniente de ligações covalentes e conseqüentemente apresentando menores taxas de degradações. Normalmente os teores de NIDN correspondem a 1,5%, que equivalem a 10% da PB no FDN, a partir do momento em que a forragem é submetida a temperaturas superiores (50°C - 60°C) estes teores tendem a aumentar.

Para Soto-Barajas et al. (2015) a fibra na alimentação de ruminantes está correlacionada com as características físicas e químicas que a constitui. A fração fibrosa é dividida em celulose, hemicelulose, lignina e algumas contaminações de pectina, proteínas e cinzas, estes constituintes são encontrados na fração solúvel (FDN), já a fração menos digestível (FDA) é constituída por celulose, hemicelulose, sílica e proteína. Ogata (2013), ressalta que o conteúdo celulolítico nas forrageiras oscila entre 20% a 99%, sendo o principal polímero da parede celular das plantas e o carboidrato mais abundante do mundo (NRC, 2001).

Os carboidratos são classificados em carboidratos fibrosos e não fibrosos (CNF), os fibrosos são constituídos pela celulose e hemicelulose, estes são caracterizados por possuir uma baixa ou incompleta absorção, já os não fibrosos são constituídos por açúcares solúveis, amido e pectina e diferente dos fibrosos, possui rápida e completa absorção pelo trato gastrointestinal.

Os carboidratos não fibrosos estão envolvidos no transporte e armazenamento de energia. A quantidade disponível de CNF afeta diretamente os microrganismos ruminais e conseqüentemente o desenvolvimento e funcionamento do rúmen, dietas com baixos teores de CNF caracteriza-se como dieta com altos teores de fibras e baixos teores de nutrientes (XUE et al., 2019), ou seja, os acessos de *Macroptilium* possuem elevado valor nutritivo, pois seus níveis de fibras são relativamente baixos.

Assim, a qualidade nutricional de uma forragem pode ser determinada por meio do fornecimento de carboidratos que estão disponíveis para o animal e conseqüentemente para o fornecimento de energia (JENSEN et al., 2014).

Para Donato et al. (2014) os teores de carboidratos totais (CHOT) estão associados ao crescimento do vegetal, ou seja, com a deposição de tecidos mais tenros conseqüentemente ocorre uma menor proporção de CHOT, estes por sua vez tendem a apresentar menor quantidade de lignina proporcionando uma melhor digestibilidade da forragem.

Cazzato et al. (2013) ressaltam que a quantidade de carboidratos oscila durante todo o processo fisiológico do vegetal, isso ocorre devido a proporção do aumento da parede celular para garantir estabilidade estrutural a forragem. A variação deste constituinte interfere diretamente na disponibilidade da energia para o animal, ou seja, quanto mais madura for a forragem menores são os teores de CNF e conseqüentemente o fornecimento de energia para os microrganismos ruminais.

Delgado et al. (2007) salientam que para forrageiras tropicais a fase de colonização da fibra é de grande relevância, isso ocorre porque a mesma representa o tempo necessário em que os microrganismos ruminais aderem a fibra e conseqüentemente iniciam sua degradação, ou seja, quanto menor o tempo, maior a taxa de degradabilidade do alimento.

O fato do acesso L31 apresentar menor taxa de degradabilidade possivelmente está relacionado a quantidade de lignina, visto que quanto maior for o seu teor menor será a digestibilidade do alimento e conseqüente a atividade microbiana para aproveitamento da forragem. Segundo Das et al. (2015) isso ocorre porque as frações ligadas a lignina tornam-se indigestível tanto pelos microrganismo animal como pelo próprio animal.

Ikhwantl et al. (2020) ao analisarem o *Macroptilium atropurpureum* em tempos de 12h, 24h, 48h e 72h, obtiveram valores médios de 11,33%, 19,33%, 27,83% e 31,33% respectivamente. Estes resultados foram inferiores aos encontrados na presente pesquisa (fig. 7). De acordo com os dados estudados pode-se verificar que a medida em que o tempo de degradação aumenta, os dados de degradabilidade apresentam efeito similar. Deste modo constata-se que os acessos de *Macroptilium* são degradados em frações de tempos menores, possibilitando um melhor aproveitamento do alimento.

Apesar de sua rápida degradação as leguminosas contém componentes antinutritivos que podem apresentar efeitos benéficos ou não, por exemplo o uso de fenóis e tanino (IKHWANTI et al., 2020), quando estes componentes estão dentro dos limites permitidos pode aumentar a disponibilidade da proteína indegradável pelo rúmen e conseqüentemente aumentar a rápida degradação da proteína disponível, isso ocorre devido a ligação do tanino a proteína que a contorna diretamente para o intestino delgado (PATRA, 2014). Nascimento et al. (2021), salienta que ao utilizar doses de tanino inferiores a 3% do consumo total na MS não afeta o consumo animal podendo aumentar a produtividade, visto que o animal tende a aumentar o seu

consumo, toda via doses superiores a 3,5% tende a acarretar uma redução de até 6% no consumo da dieta.

Deste modo os acessos estudados podem facilmente compor a dieta animal, pois os mesmos apresentam teores fenólicos inferiores ao estabelecido não ultrapassando 0,02%. Silva et al., (2015), ao estudarem a composição química de plantas forrageiras encontradas na Caatinga especificamente o *Macroptilium lathyroides* encontraram valores médios de 2,5% de fenóis totais, divergindo dos encontrados nesta pesquisa.

Caracterizada por ser um metabólito polifenólico e uma das grandes inibidoras da digestibilidade da parede celular do vegetal a lignina exerce sua ação a medida em que amadurecendo como barreira físicas as enzimas microbianas (CARVALHO et al., 2021). Sosa-Montes et al., (2020) e Farias et al., (2020) ao analisarem o *Macroptilium atropurpureum* e *M. Lathyroides* encontraram teores de lignina próximo de 11,8% e 9,15% na MS, semelhantes ao encontrado no acesso L31 (10,72% na MS), apesar dos acessos apresentarem teores de lignina baixos como o acesso L34 (5,63% na MS) e M5 (5,8166% na MS) ainda assim pode interferir na alimentação animal, visto que este composto pode estar interligado a outros fatores que afeta de forma distinta a digestibilidade dos constituintes (WANG et al., 2022).

5. CONCLUSÃO

Os acessos analisados de *Macroptilium martii*, *lathyroides* e *atropurpureum* podem constituir a dieta animal.

A taxa de degradação dos acessos demonstrou que o *Macroptilium* é rapidamente degradado, possivelmente devido à baixa quantidade de carboidratos estruturais.

Quanto aos compostos secundários analisados o acesso L31 foi o que apresentou níveis mais elevados, entretanto não oferece riscos ao animal.

Salienta-se que os compostos foram estudados mediante processo de secagem não garantindo teores semelhantes durante a oferta da planta *in natura*, deste modo são necessários mais estudos sobre o gênero *Macroptilium* e sua interação com os compostos antinutricionais e interferência na alimentação de ruminantes, principalmente durante o período de escassez alimentar.

6. REFERÊNCIAS

- ADESOGAN, Adegbola et al. Symposium review: technologies for improving fiber utilization. *Journal Of Dairy Science*, [S.L.], v. 102, n. 6, p. 5726-5755, jun. 2019. **American Dairy Science Association**. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-15334>.
- AOAC, Official methods of analysis, 20th ed. **Association of Official Analytical Chemists: Washington** (D.C.). 2016.
- AOCS, Official methods and recommended practices of the American Oil, 7th ed. **American Oil Chemists Society**: Urbana, IL. 2017.
- ARISPE, Sergio A.; FILLEY, Shelby Jean. **Understanding Your Forage Test Results**. Oregon State University, Extension Service, 2016. Accessed: January 14, 2013. Available at: <
<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8801.pdf>>.
- CARVALHO, Chrislanne et al. Métodos de análise da composição química e valor nutricional de alimentos para ruminantes. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 10, p. 1-18, 17 ago. 2021. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.19047>.
- CASALI, André et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2008, vol.37, n.2, pp. 335-342. ISSN 1806-9290.
- CAZZATO, Eugenio *et al.* Forage yield and quality of emmer (*Triticum dicoccum*Schübler) and spelt (*Triticum spelta*L.) as affected by harvest period and nitrogen fertilization. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science**, [S.L.], v. 63, n. 7, p. 571-578, out. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2013.828097>.
- DAS, Lalatendu et al. Fractionation of carbohydrate and protein content of some forage feeds of ruminants for nutritive evaluation. **Veterinary World**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 197-202, fev. 2015. Veterinary World. <http://dx.doi.org/10.14202/vetworld.2015.197-202>.
- DELGADO, Dénia et al. Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de leguminosas tropicales herbáceas con perspectivas de uso en los sistemas

productivos ganaderos. **Revista Cubana de Ciências Agrícolas**, v. 41, nº. 4, pág. 343-346, 2007. ISSN: 0034-7485

DONATO, Paulo. Valor nutritivo da palma forrageira 'Gigante' cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 163-172, 2014. ISSN 1983-2125

FARIAS, Pâmela et al. Chemical composition of Phasey Bean (*Macroptilium Lathyroides* (L.) Urb.). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e2329108456, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8456.

GODDE, Cecile et al. Climate change and variability impacts on grazing herds: insights from a system dynamics approach for semi-arid Australian rangelands. **Global Change Biology**, [S.L.], v. 25, n. 9, p. 3091-3109, 24 jun. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.14669>.

IKHWANTI, Amalia et al. Sugar, Acid Soluble Polysaccharide, and Total Phenolic Contents in Tropical Legumes and Their Relationships with In Vitro Nutrient Fermentability. **Tropical Animal Science Journal**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 331-338, 2 dez. 2020. Media Peternakan. <http://dx.doi.org/10.5398/tasj.2020.43.4.331>.

JENSEN, Kevin B. et al. Seasonal Trends in Nonstructural Carbohydrates in Cool- and Warm-season Grasses. **Crop Science**, [S.L.], v. 54, n. 5, p. 2328-2340, set. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2013.07.0465>.

Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Vienna (Austria) (2000). Quantification of tannins in tree foliage A laboratory manual for the FAO/IAEA co-ordinated research project on 'Use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniniferous tree foliage' (INIS-XA--553). **International Atomic Energy Agency** (IAEA).

KASPER, Neliton et al. Fermentative profile and nutritional value of olive bagasse silage with feed additives. **Bioscience Journal**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 1-12, 1 jan. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/bj-v36n1a2020-41792..>

KUMAR, Uday et al. Biomass yield and chemical composition of *Macroptilium auro purpureum* and *Stylosanthes hamata*. **Journal of Entomology and Zoology Studies**. v; 8(3): p. 2001-2003, 2020. available in: <https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue3/PartAE/8-3-302-743.pdf>.

KUMAR, Uday et al. Estimation of biomass yield, chemical composition of five commonly used varieties of leguminous fodder. **The Pharma Innovation Journal** . v, 11(10): p.481-484, 2022. available in: < <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue10S/PartG/S-11-10-23-152.pdf>.

MEDEIROS, Sérgio de et al. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, Sérgio et al. Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. Brasília: **Embrapa**, 2015. Cap. 3. p. 43-60. (ISBN: 978-85-7035-419-8). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120040/1/Nutricao-Animal-livro-em-baixa.pdf>. Acesso em: 13 de janeiro de 2023.

MEHREZ, A.; ØRSKOV, E. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88,n.3, p.654-660, 1977.

MERTENS, D.R., Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.** 85, 1217-1240. 2002. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12477183/>.

MOHD-SETAPAR, S.H. et al. Review on Crucial Parameters of Silage Quality. *Apacbee Procedia*, [S.L.], v. 3, p. 99-103, 2012. **Elsevier** BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.06.053>.

MUIR, James et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 1-12, 30 jun. 2019. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5648>.

MURUNGI, DICKENS. Effect of Legume Inclusion on In-Situ Herbage Dry Matter Yield in Uganda. **International Journal Advanced Technology and Innovative Research** v,9, n.9, p. 1394-1398, 09 de agos de 2017. ISSN 2348–2370.

NASCIMENTO, Camila O. *et al.* Effects of Whole Corn Germ, a Source of Linoleic Acid, on Carcass Characteristics and Meat Quality of Feedlot Lambs. **Animals**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 267, 21 jan. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ani11020267>.

NRC, 2001. **Nutrient Requirements of small Ruminants**, 10th plant factors affecting nutrient availability. DC: National academic press.

OGATA, Bruna. **Caracterização das frações celulose, hemicelulose e lignina de diferentes genótipos de cana-de-açúcar e potencial de uso em biorrefinarias**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013.

ØRSKOV, E.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science**, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

PATRA, AMLAN *et al.* Exploring the benefits of feeding tannin containing diets for enhancing the nutritional values of milk and meat of ruminants. **Indian Journal of Animal Health**, v. 53, n. 2, p. 63-76, 2014. available in: https://www.researchgate.net/profile/Amlan-Patra/publication/280716821_Exploring_the_benefits_of_feeding_tannin_containing_diets_for_enhancing_the_nutritional_values_of_milk_and_meat_of_ruminants/links/569e3c4708aed27a703278b7/Exploring-the-benefits-of-feeding-tannin-containing-diets-for-enhancing-the-nutritional-values-of-milk-and-meat-of-ruminants.pdf

POUTARAUD, Anne *et al.* Grasslands: a source of secondary metabolites for livestock health. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 65, n. 31, p. 6535-6553, 28 jul. 2017. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00425>.

SALMAN, Ana Karina *et al.* Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. **Embrapa Rondônia-Documentos** (INFOTECA-E), 2010.

SENGER, Clóvis *et al.* Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science And Technology**, [S.L.], v. 146, n. 1-2, p. 169-174, set. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008>.

SILVA, Dinnara et al. Chemical composition of Caatinga potential forages species. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 18, n. 3, p. 267-272, 2015. ISSN: 1870-0462.

SILVA, Dirceu.; QUEIROZ, Augusto. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. Ed. Minas Gerais: UFV, . 225 p. 2005.

SNIFFEN, C.et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. 70, 3562 3577. 1992. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1459919>.

SOSA-MONTES, Eliseo et al. Composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales mexicanas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, [S.L.], n. 24, p. 211-220, 21 abr. 2020. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**. <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2371>.

SOTO-BARAJAS, Milton et al. Epichloë endophytes affect the nutrient and fiber content of *Lolium perenne* regardless of plant genotype. **Plant And Soil**, [S.L.], v. 405, n. 1-2, p. 265-277, 2 ago. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-015-2617-z>.

SOUSA-SOUTO, Leandro et al. Is there a bottom-up cascade on the assemblages of trees, arboreal insects and spiders in a semiarid Caatinga? *Arthropod-Plant Interactions*, [S.L.], v. 8, n. 6, p. 581-591, 30 out. 2014. **Springer Science and Business Media LLC**. <http://dx.doi.org/10.1007/s11829-014-9341-0>.

TRAVASSOS, Rysoaurya K. et al. The Influence of Urban Effluents on the Elemental C/N Ratio in a Tropical Coastal Area of Northeastern Brazil. *Journal Of Coastal Research*, [S.L.], v. 75, n. 1, p. 168-172, 3 mar. 2016. **Coastal Education and Research Foundation**. <http://dx.doi.org/10.2112/si75-034.1>.

VAN SOEST, Peter et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**. 74, 3583-3597.1991. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2) .

VAN SOEST, Peter. **Nutrition ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p

WANG, Yan-Lu et al. In Situ Rumen Degradation Characteristics and Bacterial Colonization of Corn Silages Differing in Ferulic and p-Coumaric Acid Contents. **Microorganisms**, [S.L.], v. 10, n. 11, p. 2269, 15 nov. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms10112269>.

WATSON, Christine et al. Grain Legume Production and Use in European Agricultural Systems. **Advances In Agronomy**, [S.L.], p. 235-303, 2017. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2017.03.003>.

XUE, Mingming et al. MicroRNA Sequencing Reveals the Effect of Different Levels of Non-Fibrous Carbohydrate/Neutral Detergent Fiber on Rumen Development in Calves. **Animals**, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 496, 28 jul. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ani9080496>.