



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

DIGESTIBILIDADE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS ENCONTRADAS NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO ESTIMADA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE SACOS MÓVEIS EM  
EQUINOS

ALISSON HERCULANO DA SILVA

GARANHUNS – PE  
SETEMBRO / 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

DIGESTIBILIDADE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS ENCONTRADAS NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO ESTIMADA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE SACOS MÓVEIS EM  
EQUINOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens.

**Área de concentração** - Nutrição de Equinos

**Aluno** – Alisson Herculano da Silva

**Orientador** – Prof. DSc. Jorge Eduardo C. Lucena

**Co-orientador** – Prof. DSc. Juliano M. Santiago

**Co-orientador** – Prof. DSc. Victor Netto Maia

GARANHUNS – PE

SETEMBRO / 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586d

Silva, Alisson Herculano da

Digestibilidade de gramíneas tropicais encontradas no semiárido nordestino estimada através da técnica de sacos móveis em equinos / Alisson Herculano da Silva. - 2019.  
49 f.

Orientador: Prof DSc Jorge Eduardo C Lucena.

Coorientador: Prof DSc Juliano M Santiago.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens , Garanhuns, 2020.

1. Cavalos. 2. Forragens. 3. Valor nutricional. I. Lucena, Prof DSc Jorge Eduardo C , orient. II. Santiago, Prof DSc Juliano M , coorient. III. Título

CDD 636.089

---

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

Autor: Alisson Herculano da Silva

Orientador: Prof. DSc Jorge Eduardo Cavalcante Lucena

Co-orientador: Prof. DSc Juliano Martins Santiago

Co-orientador: Prof DSc Victor Netto Maia

DIGESTIBILIDADE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS ENCONTRADAS NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO ESTIMADA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE SACOS MÓVEIS EM  
EQUINOS

Titulação: Mestre em Ciência Animal e Pastagens

Data da defesa: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. DSc. Fernanda Melo Pereira Taran – UNIVASF

---

Prof. DSc. Alberício Pereira de Andrade – UAG-UFRPE

---

Prof. DSc Jorge Eduardo Cavalcante Lucena – UAG/UFRPE

(Orientador)

Acredite e não se explique,  
pois poucos vão entender,  
só se compreende um sonho  
se o sonhador for você.  
Há quem possa lhe animar,  
há quem possa duvidar,  
há quem lhe faça seguir.  
Mas não descuide um segundo  
pois muita gente no mundo  
quer lhe fazer desistir

Acredite, pense e faça,  
use sua intuição,  
transforme sonho em suor,  
pensamento em ação.  
Enfrente cada batalha  
sabendo que a gente falha  
e que isso é natural,  
cair pra se levantar,  
aprender pra ensinar  
que o bem é maior que o mal.

***Bráulio Bessa***

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagens, pela oportunidade de cursar um mestrado, proporcionando acúmulo de conhecimento à minha jornada acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento a Pessoas de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e apoio a pesquisa.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE-UAG), por todo o apoio na realização do experimento.

Ao Haras Maraba, pela doação dos animais utilizados no experimento a campo.

À Clínica de Bovinos, na pessoa do Dr. Nivaldo de Azevêdo Costa, por viabilizar a vinda dos animais do haras até a Fazenda Experimental da UAG.

Ao professor, coorientador e amigo Dr. Victor Maia, por toda a ajuda durante o experimento, além de disponibilizar seu animal diante momento de dificuldade para realização do experimento.

Ao orientador e amigo Dr. Jorge Lucena, pela grande contribuição a minha jornada acadêmica, e toda a ajuda durante o mestrado, participando efetivamente de todas as etapas do experimento, assim como valiosa contribuição na elaboração do referido trabalho.

Ao professor, coorientador e amigo Dr. Juliano Santiago, pelos importantes ensinamentos durante o mestrado, e grande contribuição na escrita do presente trabalho.

Aos amigos do Horse Team: Daniel Melo, Juliete Amanda, Iaçanã Valente, Caline Menezes e Luis Arthur, pelo apoio durante o mestrado e grande ajuda na realização do experimento e análises.

Aos amigos Djanira Paula e Hemerson Xavier, por todo o apoio e companheirismo durante todo o experimento.

Aos amigos Diego Cunha e Raquel Lima, pela grande ajudar na realização das análises *in vitro*, que não teriam sido possíveis sem a contribuição de vocês, assim como Juliete Amanda, que foi de suma importância para o mesmo, muito obrigado!

Aos amigos José Fabio e Jordânia Kelly, por toda a ajuda e contribuição nas análises bromatológicas.

Aos amigos Pedro de Assis e Daniel Melo, pelo companheirismo e momentos de descontração e estudos durante o mestrado.

Aos amigos do PPGCAP Luiz Torres, Jessica Maria, Caline Menezes, Paulo Godoy, José Fabio, Juliete Amanda, Diego Cunha, Raquel Lima, Jordânia Kelly, Marcelo, Leandro,

Daniel Melo, Pedro de Assis, Mery, Diana e Steyce, por todo o companheirismo e momentos de descontração durante a jornada do mestrado.

Aos meus pais e familiares, por todo o apoio durante mais uma etapa da minha vida.

Aos amigos do grupo de estudos GEQUAM, em especial a Damilly, Edson, Erlaine, Aldo, Diogo, Renner, Inácio e Beto por toda a ajuda na realização do experimento a campo.

Aos amigos do grupo LABRAPE, por toda a ajuda na realização do experimento a campo.

A todos que de certa forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meu mais sincero muito obrigado!

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi estimar a digestibilidade dos nutrientes de gramíneas tropicais encontradas no Semiárido do Nordeste brasileiro, através da técnica de sacos móveis em equinos. Foram utilizados cinco equinos, fêmeas, de raça não definida, com peso médio de 400 Kg e idade média de 8,6 anos. Distribuídos em delineamento experimental quadrado latino 5 x 5, sendo cinco espécies de gramíneas e cinco períodos. A dieta dos equinos foi exclusiva de feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp.). Os animais receberam o equivalente a 2,0% do peso vivo em matéria seca por dia. Os tratamentos foram compostos pelas gramíneas: feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp.), capim Panasco (*Aristida adscencionis*, Linn), capim Milhã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc), capim de Raiz (*Chloris orthonoton*, Doell) e capim Corrente (*Urochloa mosambicensis*). Os nutrientes avaliados foram: Matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. O experimento teve duração de 63 dias, sendo os 28 primeiros dias destinados à adaptação dos equinos às baias e dieta. Os dados foram analisados através de análise de variância pelo programa “*Statistical Analysis System*” com nível de significância de 5%. Houve diferença ( $P<0,05$ ) entre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das gramíneas avaliadas pela técnica de sacos móveis. Os capins Tifton 85 (74,61%), Milhã (74,30%) e Raiz (68,88%) apresentaram maior ( $P<0,05$ ) coeficiente de digestibilidade para a matéria seca, em relação aos capins Panasco (48,40%) e Corrente (52,89%). Por outro lado, o capim Panasco demonstrou alta digestibilidade da proteína bruta (cerca de 93,35%), igualando-se ao capim Milhã (95,70%) e Tifton 85 (93,50%). Em relação à digestibilidade aparente da matéria mineral, apenas a do capim Panasco foi diferente ( $P<0,05$ ) das demais gramíneas. Em conclusão, a digestibilidade dos nutrientes de gramíneas tropicais encontradas no Semiárido nordestino, estimada através da técnica de sacos móveis em equinos, apresenta diferença entre as espécies.

**Palavras-chave:** Cavalos, Forragens, Valor nutricional.

## ABSTRACT

The aim of the present study was to estimate the digestibility of nutrients from tropical grasses found in the semiarid region of Northeast Brazil, using the mobile bag technique in horses. Five female horses, crossbreeds, with an average weight of 400 kg and an average age of 8.6 years were used. Distributed in a 5 x 5 Latin square experimental design, with five grass species and five periods. The horses diet was exclusive of Tifton 85 hay (*Cynodon* spp.). The animals received the equivalent of 2.0% of the live weight in dry matter per day. The treatments were composed of grasses: Tifton 85 hay (*Cynodon* spp.), Panasco grass (*Aristida adscencionis*, Linn), Milhã grass (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc), Raiz grass (*Chloris orthonoton*, Doell) and Corrente grass (*Urochloa mosambicensis*). The evaluated nutrients were: Dry matter, organic matter, mineral matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The experiment lasted 63 days, with the first 28 days destined to the adaptation of the horses to the stalls and diet. The data were analyzed through analysis of variance by the program "Statistical Analysis System" with a significance level of 5%. There was a difference ( $P < 0.05$ ) between the digestibility coefficients of the grass nutrients evaluated by the mobile bag technique. The Tifton 85 (74.61%), Milhã (74.30%) and Raiz (68.88%) grasses presented a higher ( $P < 0.05$ ) digestibility coefficient for dry matter, compared to Panasco grasses (48.40%) and Corrente (52.89%). On the other hand, Panasco grass showed high digestibility of crude protein (about 93.35%), being equal to Milhã (95.70%) and Tifton 85 (93.50%). Regarding the apparent digestibility of mineral matter, only that of Panasco grass was different ( $P < 0.05$ ) from the other grasses. In conclusion, the digestibility of nutrients from tropical grasses found in the Northeastern semi-arid region, estimated through the mobile bag technique in horses, presents a difference between species.

**Keywords:** Forages, Horses, Nutritional value.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Composição bromatológica das gramíneas.....35

**Tabela 2** – Digestibilidade dos nutrientes de gramíneas tropicais estimada através da técnica de sacos móveis em equinos.....36

## Sumário

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2	<b>OBJETIVO</b> .....	14
3	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
3.1	SEMIÁRIDO E CAATINGA.....	14
3.2	EQUINOCULTURA NO NORDESTE .....	15
3.3	GRAMÍNEAS .....	16
3.3.1	<b>Tifton 85</b> ( <i>Cynodon spp.</i> ).....	17
3.3.2	<b>Capim Panasco</b> ( <i>Aristida adscencionis</i> Linn.) .....	18
3.3.3	<b>Capim Milhã</b> ( <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc).....	19
3.3.4	<b>Capim de Raiz</b> ( <i>Chloris orthonoton</i> , Doell).....	19
3.3.5	<b>Capim Corrente</b> ( <i>Urochloa mosambicensis</i> ).....	20
3.4	<b>MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE DIGESTIBILIDADE</b> .....	21
3.4.1	<b>Técnica dos sacos móveis em equinos</b> .....	22
3.4.2	<b>Técnica de digestibilidade in vitro</b> .....	25
4	<b>DIGESTIBILIDADE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS ENCONTRADAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO ESTIMADA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE SACOS MÓVEIS EM EQUINOS<sup>1</sup></b> .....	29
4.1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	30
4.2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
4.2.1	<b>Local</b> .....	31
4.2.2	<b>Animais</b> .....	31
4.2.3	<b>Delineamento experimental</b> .....	31
4.2.4	<b>Processamento das amostras</b> .....	32
4.2.5	<b>Preparação dos sacos móveis</b> .....	32
4.2.6	<b>Incubações</b> .....	33
4.2.7	<b>Duração do experimento</b> .....	33
4.2.8	<b>Coletas</b> .....	33
4.2.9	<b>Análises estatísticas</b> .....	34
4.3	<b>RESULTADOS</b> .....	34
4.4	<b>DISCUSSÃO</b> .....	37

4.5 CONCLUSÃO.....	40
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A região do Semiárido nordestino é caracterizada pelo predomínio do bioma Caatinga, cuja vegetação compreende estratos herbáceos, arbustivos e arbóreos. Esta região apresenta clima seco e quente, com irregularidade na distribuição das chuvas. Tais fatores climáticos propiciaram o desenvolvimento de uma vegetação própria e altamente adaptada, cuja morfologia e fisiologia permitem seu desenvolvimento nessas condições edafoclimáticas. Porém, em virtude da sazonalidade das chuvas, observa-se que a oferta de forragem é irregular ao longo do ano, influenciando o baixo desempenho dos rebanhos, em geral (SANTOS, 2008).

Segundo o IBGE (2017), dos mais de 5,58 milhões de equinos criados do Brasil, cerca de 23,2% encontram-se no Nordeste. Esses animais são classificados como não ruminantes, pastejadores e de hábito gregário (MEYER, 1995), que têm como base alimentar pastagens. Entretanto, no Brasil a maioria das pastagens utilizadas na alimentação de equinos são de espécies exóticas, devido ao maior conhecimento sobre a composição e digestibilidade dessas forrageiras, além disso são mais exploradas comercialmente, com métodos de propagação e cultivo mais conhecidos dentre os produtores. Todavia, essas espécies são oriundas de regiões com condições edafoclimáticas muito diferentes do Semiárido, sendo algumas pouco adaptadas às condições semiáridas, o que onera os custos de implantação e manutenção (DIAS FILHO, 2014).

No bioma Caatinga existem cerca de 4.478 espécies vegetais, sendo 812 endêmicas (SIQUEIRA FILHO *et al.*, 2012), e destas 37 pertencem a família *Gramineae* (GIULIETTI *et al.*, 2003). Contudo, algumas apresentam baixo valor nutritivo, geralmente devido à presença de compostos secundários, comumente associados à sobrevivência da planta em condições de escassez de água ou nutrientes (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2002; ZANINE *et al.*, 2005).

Além disso, poucos estudos foram conduzidos com o intuito de determinar a composição químico-bromatológica, consumo e digestibilidade dos volumosos da Caatinga pelos equinos. A escassez dessas informações leva à elaboração de dietas balanceadas baseadas em gramíneas de outras regiões, subestimando muitas vezes os valores da fração volumoso, que constitui cerca de 50% ou mais da alimentação diária dos equinos (MOSS, 2012).

A digestibilidade de um alimento é definida como a fração do alimento ingerido que não é encontrado nas fezes (BERCHIELLI *et al.*, 2006). Segundo van Soest (1994), a digestibilidade é um dos principais fatores que determinam o valor nutritivo de um volumoso, como também seu consumo alimentar e eficiência energética.

Diferentes métodos são utilizados para estimar a digestibilidade das forragens na espécie equina, contudo os resultados podem variar conforme a técnica adotada. Os métodos *in vivo* são os mais usados e confiáveis, pois são estudados no próprio animal, porém, exigem maior número de repetições, maior volume de amostras, controle mais rigoroso da ingestão e excreção pelo animal, alto custo de implantação, além de preocupações com o bem-estar animal em experimentos (BERCHIELLI *et al.* 2006).

## 2 OBJETIVO

Estimar a digestibilidade de gramíneas tropicais encontradas no Semiárido Nordeste Brasileiro, através das técnicas de sacos móveis e *in vitro*, em equinos.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 SEMIÁRIDO E CAATINGA

O Nordeste brasileiro é a terceira maior sub-região do país, com área aproximada de 1.561.177,8 Km<sup>2</sup>, abrangendo nove estados. Segundo o Ministério da Integração Nacional, cerca de 72% do território nordestino está inserido no contexto de região semiárida (BRASIL, 2017). O Semiárido brasileiro apresenta características próprias, com temperaturas médias anuais entre 20° e 30°C e precipitação média anual que varia entre 300 e 800 milímetros, que comumente ocorre em eventos irregulares em forma de pulsos de relativa curta duração, e estação seca, que perdura de sete a oito meses ao ano (NOY-MEIR, 1973; ARAÚJO, 2011; SOUZA *et al.*, 2013).

A maior parte do território semiárido do Nordeste brasileiro é coberto pelo bioma Caatinga. A Caatinga possui vegetação constituída, especialmente, de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas de pequeno porte, com maiores frequências de espécies das famílias *Leguminosae*, seguida da *Cactaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, dentre outras (GIULIETTI *et al.*, 2003; ARAÚJO FILHO, 2013). Estima-se cerca de 4.900 espécies de Angiospermas no domínio Caatinga, sendo aproximadamente 1088 endêmicas (BRASIL, 2019).

Embora a Caatinga apresente grande variedade de espécies vegetais, a disponibilidade para os animais em pastejo é limitada, devido ao caráter temporário dessas espécies vegetais, principalmente do estrato herbáceo, disponível durante curto período do ano (SOUZA *et al.*, 2000). Além disso, muitas plantas podem conter substâncias que diminuem sua atratividade,

por apresentarem fatores antinutricionais, como: compostos cianogênicos, taninos, alcalóides, nitratos e terpenóides, cuja síntese e acúmulo estão associados à adaptação das plantas à variação edafoclimáticas do *habitat* (ANDRADE *et al.*, 2010).

Visando contornar essa limitação, muitos produtores rurais delimitam grandes áreas de pastagens, formadas geralmente por gramíneas exóticas, predominando espécies de origem africana, principalmente dos gêneros *Cenchrus*, *Urochloa* e *Andropogon* que, segundo Andrade *et al.* (2010), podem elevar a oferta de forragem na época seca do ano, e que na maioria dos estados do Nordeste compõem aproximadamente 60% da área total de vegetação (GIULIETTI *et al.*, 2003). Contudo, a implantação de pastagens formadas por espécies exóticas, além de representar desequilíbrio ao ecossistema da Caatinga, pode aumentar os custos da produção (ALVES FILHO *et al.*, 2003).

### 3.2 EQUINOCULTURA NO NORDESTE

Existem duas teorias sobre a chegada dos primeiros equinos ao Nordeste brasileiro. A primeira diz que ocorreu na capitania de Pernambuco, no ano de 1535, quando Duarte Coelho e sua esposa aportaram em terras brasileiras, trazendo consigo alguns exemplares de cavalos domésticos (GOULART, 1964).

Entretanto, a segunda teoria é única com registro oficial, menciona que os cavalos só chegaram ao Brasil em 1549, com a chegada de Tomé de Sousa, à então primeira capital do Brasil, a cidade de Salvador na Bahia, para ser o primeiro governador geral da colônia, e seu filho Garcia D'Ávila seria responsável pela disseminação dos cavalos pelo Nordeste (BANDEIRA, 2000).

Além da introdução remota dos equinos no Nordeste, o ciclo do açúcar trouxe riqueza e desenvolvimento à região, tornando indispensável, cavalos e muares para lida com o gado, força motriz, bem como o aumento das tropas para transportar a cana em terrenos acidentados. Contudo, a concorrência entre a atividade canavieira e a pecuária, levou a coroa portuguesa a regulamentar a Carta Régia de 1701, proibindo a criação de animais nas regiões litorâneas e de mata do Nordeste, contribuindo assim para a interiorização da pecuária bovina e, consequentemente, disseminação dos equídeos para o sertão (BRASIL, 2004).

Atualmente, o Brasil possui o quarto maior rebanho de equinos do mundo, com cerca de 5,58 milhões de cabeças, ficando atrás apenas de Estados Unidos, México e China (FAO, 2017). A região Nordeste possui o maior rebanho do país, com 23,2% do efetivo nacional, com

destaque para o estado da Bahia com aproximadamente 404,670 milhões de cabeças, como também, possui os maiores rebanhos nacionais de asininos e muares (IBGE, 2017).

Os equinos são produzidos para diversas finalidades, tais como, atividades esportivas, lazer, equoterapia e uso militar, contudo, mais de 52% continuam atuando em atividades agropecuárias, principalmente, para o manejo do gado (BRASIL, 2016).

Recentemente os esportes equestres vêm ganhando destaque no Nordeste, dentre eles o de maior expressão é a vaquejada, mas também são bastante difundidas na região as pegas de boi no mato, provas de tambor e corridas. A vaquejada gera cerca de R\$ 164 milhões por ano, ocupando 1430 pessoas de forma permanente (BRASIL, 2016). Deve-se destacar que atualmente as vaquejadas são eventos de grande porte, não limitando-se apenas ao esporte, mas também leilões de animais, apresentações musicais e outras atrações para o público, com grande valor para a economia da região.

### 3.3 GRAMÍNEAS

A *Gramineae* é uma das maiores famílias de Angiospermas com distribuição cosmopolita, contando com cerca de 1.400 espécies no Brasil, sendo 498 endêmicas (FILGUEIRAS & SANTOS GONÇALVES, 2004; GIBSON *et al.*, 2009; BRASIL, 2019).

Essas plantas apresentam crescimento cespitoso, estolonífero ou rizomatoso, com raízes fasciculadas e caule em forma de colmo, que podem ser eretos ou prostrados (rente ao solo), folhas simples e incompletas, sem presença de pecíolo, compostas por bainha, lígula e lâmina foliar, com nervura paralelinérvea. Suas flores são incompletas, com ausência de cálice e coroa, e podem ser chamadas de espiguetas ou espículas, com inflorescência em forma de espiga, panícula ou racemo e frutos do tipo cariopse (SILVA *et al.*, 2008). De acordo com Santos *et al.* (2009), as gramíneas foram as espécies quantitativamente mais importantes na dieta de ovinos, mantidos na Caatinga, durante o período chuvoso. As pastagens brasileiras são formadas predominantemente por espécies de gramíneas nativas e introduzidas, as quais precisam apresentar características genéticas, morfológicas e fisiológicas de adaptação para sua permanência no ambiente semiárido (FONSECA *et al.*, 2010).

O consumo animal depende da preferência da espécie animal, bem como do estágio de desenvolvimento das plantas e da presença de fatores antinutricionais, que são metabólitos produzidos em resposta ao ambiente hostil. Estes fatores podem interferir na palatabilidade e no valor nutricional das mesmas, sendo comumente encontrados em espécies da região semiárida do Brasil (ANDRADE *et al.*, 2010; LIMA JÚNIOR *et al.*, 2010).

Os equinos são classificados como animais pastejadores, com alta capacidade seletiva, que preferem consumir gramíneas (DITTRICH *et al.*, 2010). Entretanto, pouco se sabe sobre o valor nutricional das gramíneas forrageiras da Caatinga consumidas pelos equinos no período de maior disponibilidade.

No Nordeste, onde o principal fator limitante na criação de equinos é a oferta de matéria seca ao longo do ano, as gramíneas encontradas na Caatinga apresentam bom potencial para alimentação de ruminantes e teoricamente para equinos, em termos de composição química. Alencar *et al.* (2010) observaram teores proteicos entre 11 e 13 % de PB/kg de MS, 69% de FDN/Kg de MS e digestibilidade *in vitro* de aproximadamente 50% em ruminantes, em seis espécies de gramíneas da Caatinga submetidas a diferentes lâminas de irrigação nas quatro estações do ano. Semelhantes aos valores encontrados por Castagnara *et al.* (2011), ao estudarem a influência da adubação nitrogenada em três forrageiras tropicais *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça, e *Brachiaria* sp. cv. Mulato, relataram valores médios entre 9 e 10 % de PB.Kg<sup>-1</sup>MS e de 71% de FDN.Kg<sup>-1</sup>MS.

### 3.3.1 Tifton 85 (*Cynodon spp.*)

O gênero *Cynodon* é dividido em dois grandes grupos, de acordo com a presença (Bermuda) ou não (Estrela), de rizomas. Com o intuito de obter plantas melhoradas geneticamente, adaptadas às diversas condições de exploração, solo e precipitação, um grande número de cultivares do capim Bermuda foram desenvolvidos, dentre eles o híbrido capim Tifton.

Esses híbridos são melhores em relação a grama Bermuda comum, por responderem melhor à adubação nitrogenada, serem mais produtivos, perenes, de melhor qualidade e mais tolerantes às condições de clima tropical e subtropical (ATHAYDE *et al.*, 2005). São ainda preferidos para manejo intensivo que requer alta produtividade, sendo indicados tanto para pastejo, quanto para produção de feno devido sua alta capacidade de suporte. No Brasil, estão disponíveis os híbridos *Coast-Cross*, *Alícia*, *Callie*, *Tifton 44*, *Tifton 68*, *Tifton 78* e *Tifton 85* (FONSECA *et al.*, 2010).

O cultivar Tifton 85 é resultado do programa de melhoramento genético desenvolvido pelo professor Glenn W. Burton, na Coastal Plain Experiment Station, da Universidade da Geórgia, localizada na cidade de Tifton, no estado da Geórgia. Lançado em 1992, é considerado o melhor híbrido já desenvolvido naquela universidade. É um cultivar resultante do cruzamento

do Tifton 68 com uma espécie proveniente da África do Sul, provavelmente o *Cynodon dactylon* (FONSECA *et al.*, 2010).

O Tifton 85 apresenta boa resposta à adubação, não possui sementes viáveis e seu plantio é realizado por meio de mudas, em sulcos ou a lanço, sendo o sistema de sulcos mais eficiente (BOTREL *et al.*, 1998). Em relação ao ciclo de vida, são perenes, necessitando de pluviometria entre 650 e 1000 mm/ano e temperatura ideal de 37° C.

O cultivar apresenta relação folha/colmo e produtividade superior ao Tifton 68 (HILL *et al.*, 1993), o que lhe confere melhor qualidade, além de ser mais adequado para os hábitos alimentares dos equinos, bem como para fenação. (DITTRICH *et al.*, 2010). Segundo Valadares Filho (2000), o feno de Tifton 85 apresenta aproximadamente 120 g.Kg<sup>-1</sup>MS de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca em torno de 55,6% em bovinos. Fioreli *et al.* (2018), estudaram o valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* consorciadas com amendoim forrageiro e encontraram valores de cerca 160 g.Kg<sup>-1</sup>MS para PB e 54,85% de digestibilidade *in vitro* para o cultivar Tifton 85 para ruminantes. Dependendo das condições de adubação e precipitação, o Tifton 85 apresenta produção de matéria seca em média de 18,6 Mg.ha<sup>-1</sup>, com valores de proteína bruta que variam de 90 a 140 g.Kg<sup>-1</sup>MS e digestibilidade *in vitro* média de 60%, em bovinos. Os intervalos entre cortes geralmente recomendados para os capins do gênero *Cynodon* situam-se na faixa de 4 a 6 semanas (FONSECA *et al.*, 2010).

### 3.3.2 Capim Panasco (*Aristida adscencionis* Linn.)

O capim Panasco (*Aristida adscencionis* Linn.) é uma espécie forrageira nativa da Caatinga, da família Gramínea, de hábito anual, com colmos finos e eretos, ramificados a partir da base, alcançando até 90 cm de altura, folhas estreitas e delicadas, panículas estreitas e frouxas e glumas providas de arista tripartida (SILVA *et al.*, 2000).

A espécie é tida como um bom indicador de solos degradados e encontra-se presente em extensas áreas do Semiárido brasileiro, sendo uma das mais importantes forrageiras disponíveis na dieta de caprinos e ovinos durante o período seco no Semiárido (SILVA *et al.*, 2000). Murthy & Ravindra (1975) avaliaram o potencial alelopático desta gramínea e constataram que ela inibe as bactérias fixadoras de nitrogênio do solo, exercendo dominância sobre outras espécies vegetais.

Silva (2017) avaliou a produção de biomassa e composição bromatológica do capim Panasco em quatro condições de substratos, sem adubação, adubação com esterco bovino, adubação com esterco caprino e adubação com húmus. Os valores de matéria seca das folhas e

do colmo não diferiram ( $P>0,05$ ), com 39,48; 38,92; 41,04 e 45,81%, respectivamente para folhas, e 40,50; 37,86; 35,93 e 45,47%, respectivamente para colmo.

### 3.3.3 Capim Milhã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc)

O capim Milhã é uma espécie forrageira de ciclo anual, que apresenta elevado potencial para pastagem para espécie equina (LANÇANOVA *et al.*, 1988), apresentando colmos robustos, eretos e ramificados, com até 1,0 metro de altura e com capacidade de emitir raízes nos nós inferiores ou ainda colmos prostrados, com fruto do tipo cariopse (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011).

A maioria das espécies do estrato herbáceo da Caatinga no período chuvoso é pertencente à família Poaceae, sendo formada também por espécies anuais e perenes, como capim Milhã e Capim de Raiz, respectivamente (ROMARIZ, 1968). Em estudo sobre biomassa nos primeiros 60 e 90 dias após as primeiras chuvas na Caatinga, Silva *et al.* (2011) observaram que o capim Milhã foi o componente principal da pastagem, com percentuais de 46,75 e 52,09% da composição total. Embora não existam estudos com desempenho dessa gramínea com equinos, é uma gramínea palatável e, por isso, bastante consumida por animais criados no Semiárido.

Estudos compararam a produção de matéria seca do capim Milhã com e sem adubação nitrogenada, e obtiveram valores médios de produção de 4.657, 5.619 e 8.753 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>, para os níveis de 0, 100 e 200 Kg de N.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os autores também relataram valores médios de digestibilidade *in vitro* de 45,44% em bovinos, entre os tratamentos (MARTINS *et al.* 2000).

### 3.3.4 Capim de Raiz (*Chloris orthoton*, Doell)

O Capim de Raiz é uma gramínea endêmica do Semiárido nordestino, com maior ocorrência nas regiões agreste e sertão de Pernambuco. Essa gramínea geralmente cresce em associação com outras espécies, sendo muitas vezes o componente principal da pastagem. É uma planta perene, estolonífera, com folhas de bainha comprida, inflorescência fasciculada, digitada, formada por espigas terminais numerosas, apresentando bom quantitativo de florescência e frutificação (CRUZ, 1983).

Segundo Cruz (1983), a espécie é capaz de produzir boa quantidade de forragem de qualidade, sendo tolerante à seca e a solos salinos, neste contexto, Fernandes *et al.* (1983), trabalhando com Capim de Raiz (*Chloris orthoton*, Doell) diferido por um período de 90

dias, obtiveram teores de matéria seca em torno de 51,30%, com produção de matéria seca de aproximadamente 1.357 Mg.ha<sup>-1</sup>. Essa gramínea é bastante consumida pelos animais no início da seca (LEITE *et al.*, 2009).

Quando se trata de gramíneas nativas, muito se questiona sobre desempenho produtivo e ou valores nutricionais, buscando uma resposta a estes questionamentos, Oliveira *et al.* (2004) analisaram o efeito da adubação fosfatada e regimes de corte na composição química e digestibilidade *in vitro* do Capim de Raiz. Estes autores observaram que tanto a adição de fósforo, como a altura de corte influenciaram a digestibilidade do Capim de Raiz na espécie bovina.

Silva *et al.* (2013) avaliaram a qualidade do feno de Capim de Raiz para pequenos ruminantes e encontraram valores bromatológicos de 90,66% de MS; 7,16% de PB e 65,34% de FDN, com coeficientes de digestibilidade da MS, PB e FDN, de 52,8; 70,6 e 40,4%, respectivamente. Os autores concluíram que o feno de Capim de Raiz não é recomendado como fonte de alimento exclusivo para pequenos ruminantes, por apresentar baixo valor nutritivo, corroborando com os resultados encontrados por Morais *et al.* (2009), avaliando a composição química e consumo de nutrientes do feno de capim de Raiz em ovinos.

Embora demonstre baixo teor de proteína, de acordo com os autores supracitados, esta espécie pode representar excelente fonte de matéria seca para equinos, principalmente, por se tratar de animais que tem a energia como nutriente limitante (NRC, 2007).

### 3.3.5 Capim Corrente (*Urochloa mosambicensis*)

O capim Corrente é uma gramínea originária do Sul da África, que foi introduzida em Pernambuco, através do Instituto de Pesquisa Agrônômica (IPA), na cidade de Serra Talhada (SILVA *et al.*, 1986). Trata-se de uma gramínea perene e adaptada ao clima tropical, com boa tolerância à seca. O capim Corrente apresenta crescimento variado, podendo apresentar estolões a pequenos rizomas. Seus caules são lisos, podendo alcançar 100 cm de comprimento, com folhas de 15 cm de comprimento por 1,5 cm de largura, com pelos em ambas as faces, apresentando de 4 a 12 espiguetas (OLIVEIRA, 1999).

De modo geral é uma planta que pode ser cultivada em vários tipos de solos, mas preferencialmente em solos ligeiramente argilosos, exigindo precipitação anual média de 500 a 1000 mm. Seu plantio pode ser realizado através de sementes ou mudas, plantadas em sulcos, covas ou até mesmo a lanço (OLIVEIRA, 1999).

Ao avaliarem as características produtivas do capim Corrente adubado com esterco suíno, Sá Junior *et al.* (2018) observaram que a adubação com 15 t.ha<sup>-1</sup> de esterco suíno proporcionou acúmulo de 3.120,5 kg.ha<sup>-1</sup> de matéria seca do capim na altura de corte de 10 cm, indicando incremento na matéria seca acumulada de 94,36% em relação ao tratamento sem adubação orgânica.

### 3.4 MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE DIGESTIBILIDADE

O consumo e a digestibilidade dos alimentos são considerados fatores diretamente ligados à produção animal. Segundo van Soest (1994), a digestibilidade verdadeira dos alimentos é expressa como a porcentagem do nutriente que desaparece no caminho entre a ingestão e a excreção destes nas fezes, subtraindo dos mesmos os produtos metabólicos como bactérias e resíduos endógenos advindos do animal.

A estimativa da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos utilizados em dieta para equinos pode ser determinada através de alguns métodos. Contudo, fatores como o bem-estar animal e poucos estudos sobre a eficiência das técnicas existentes, impactam na decisão sobre qual método utilizar.

A técnica de coleta total de fezes é a mais tradicional, exata e confiável para estimar a produção fecal e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes de dietas para equinos (MAURÍCIO *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 2009). Todavia, este método requer controle severo da ingestão e excreção dos alimentos, e apresenta como dificuldades, o manejo com a grande quantidade de fezes produzida pelos animais, além da necessidade de instalações adequadas, onerando os custos.

Dentre os métodos que podem ser utilizados em substituição à coleta total de fezes, existem os métodos indiretos, que utilizam indicadores internos ou externos, os quais são bastante utilizados por apresentarem baixo custo de execução e fácil análise. Os indicadores internos são aqueles inerentes ao próprio alimento, ou seja, a parte totalmente indigestível, Alvarenga *et al.* (1996) avaliaram a fibra em detergente neutro indigestível, fibra em detergente ácido indigestível, celulose indigestível (Celi) e lignina indigestível (Ligi), como indicadores internos, os autores observaram que a fibra em detergente ácido indigestível foi o indicador que melhor estimou o fluxo da digesta ileal em equinos consumindo dietas com 70% de feno de capim *Coast Cross* e 30% de concentrado, em comparação a dietas exclusivas de volumoso.

Araújo *et al.* (2000a) compararam o método de coleta total de fezes em equinos com o uso de dois indicadores internos: cinza insolúvel em detergente ácido (CIDA) e cinza insolúvel

em HCl (CIA), estes autores não encontraram diferença no coeficiente de digestibilidade da matéria seca, obtendo valores de 43,01; 42,74 e 43,05%, respectivamente.

Os indicadores externos compreendem aqueles não inerentes às plantas, sendo usado mais frequentemente o óxido crômico. Este método indireto baseia-se na recuperação total do indicador ingerido nas fezes. Soares *et al.* (2003) compararam o método de coleta total com o método indireto usando óxido crômico e obtiveram valores médios de digestibilidade em bovinos de 62,3 e 71,7%, respectivamente, demonstrando que o indicador subestimou o método da coleta total de fezes em 13,1%.

Na espécie equina, Oliveira *et al.* (2003) compararam o método de coleta total de fezes com os métodos que utilizam oxido crômico e indicadores internos, para estimar a digestibilidade dos nutrientes. Os autores relataram que o óxido crômico subestimou a digestibilidade, em relação ao método de coleta total de fezes.

Outro indicador bastante utilizado e preciso é a lignina purificada do eucalipto LIPE<sup>®</sup>. As estimativas de produção fecal e digestibilidade confirmaram a eficiência do LIPE<sup>®</sup> como indicador externo, por não apresentar diferença em relação à coleta total de fezes (PEREIRA, 2003). Lanzetta *et al.* (2009) trabalhando com potras alimentadas com feno de alfafa e concentrado comercial na proporção de 50:50, determinaram a digestibilidade dos nutrientes através do óxido crômico, LIPE<sup>®</sup> e coleta total de fezes. Os autores observaram que as taxas médias de recuperação fecal, e digestibilidade dos nutrientes utilizando o LIPE<sup>®</sup> foram semelhantes aos valores obtidos com a coleta total de fezes, concluindo que o LIPE<sup>®</sup> pode ser utilizado em substituição à coleta total.

Apesar de mostrarem-se adequados para à estimativa da digestibilidade dos alimentos, alguns cuidados devem ser tomados na sua utilização, pois alterações na excreção dos indicadores ou na análise dos mesmos nas fezes ou dietas podem comprometer os resultados dos ensaios de digestão.

#### 3.4.1 Técnica dos sacos móveis em equinos

Com o avanço nos estudos dos processos digestivos dos animais, os métodos para estimar a digestibilidade dos alimentos foram modificados e atualizados, com a finalidade de obter técnicas mais precisas (ØRSKOV *et al.*, 1980).

Embora as técnicas laboratoriais de determinação *in vitro* estejam bem desenvolvidas e sejam utilizadas com precisão em ruminantes, na espécie equina essa realidade é diferente, em razão das peculiaridades digestivas dos cavalos, com digestão química e enzimática antes da

fermentação microbiana no ceco e cólon. Além disso, existem poucos estudos sobre quanto do alimento ingerido pelos equinos é digerido antes da fermentação no intestino grosso. Nesse sentido, é de suma importância o desenvolvimento de novas técnicas que busquem simular mais fielmente o que ocorre no trato digestivo dos equinos.

A técnica dos sacos móveis consiste na introdução, no trato digestório, de pequenas quantidades de alimento em sacos de tecido sintético indigestível, previamente pesados, com porosidade e área conhecida, com a finalidade de permitir a ação microbiana e enzimática. Segundo Vanzant *et al.* (1998), a relação quantidade de amostra mg/área (cm<sup>2</sup>) ideal para que haja perfeita ação microbiana e enzimática na amostra, é de 10 a 20 mg/cm<sup>2</sup>.

De forma geral, esses sacos são inseridos no trato digestivo, através de fístula ou sonda nasogástrica, sendo os mesmos posteriormente recuperados nas fezes (HYSLOP, 2006). A técnica permite avaliar a digestibilidade dos alimentos *in vivo*, possuindo as vantagens de analisar vários alimentos simultaneamente, além do baixo custo. Entretanto, além de exigir mais tempo na confecção dos sacos, pode causar maior incômodo aos animais, pela necessidade de utilizar fístulas ou sonda nasogástrica para introduzir os mesmos (ARAÚJO *et al.*, 2000b; SILVA *et al.*, 2009). Portanto, metodologias mais práticas e menos invasivas podem ser uma alternativa importante para estimativa de parâmetros nutricionais dos alimentos na espécie equina, desde que demonstrem resultados aceitáveis.

Sauer *et al.* (1983) foram os primeiros a utilizar esta técnica, submetendo, inicialmente os sacos contendo farelo de soja e farinha de carne e ossos a uma pré digestão *in vitro* com HCl e pepsina. Em seguida, os sacos foram introduzidos no duodeno de suínos fistulados e recuperados nas fezes após 48 horas. Como resultado, os autores encontraram valores para coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta do farelo de soja em torno de 88,1 %, condizentes com os resultados da literatura.

Visando aperfeiçoar a técnica, Cherian *et al.* (1989), trabalhando com suínos, testaram a influência da granulometria de moagem, quantidade de amostra e tamanho do saquinho na digestibilidade aparente da proteína, eles observaram menor ação digestiva nas amostras moídas a 2 mm e nos saquinhos com poros de 10 $\mu$ . Já o tamanho do saquinho não influenciou a digestibilidade da proteína, os autores também relataram que a menor quantidade de amostra, 0,5 g, ao contrário de 1,0 g, aumentou a taxa de digestibilidade dos alimentos analisados.

Os pioneiros nos testes com a técnica de sacos móveis em equinos foram Macheboeuf *et al.* (1995), buscando validar os resultados da técnica. Os autores mensuraram a digestão do nitrogênio de sete tipos de fenos de diferentes qualidades em equinos fistulados no ceco, e

compararam com o método convencional de coleta total de fezes. Os autores concluíram que a técnica de sacos móveis pode ser utilizada satisfatoriamente para mensurar a digestibilidade do nitrogênio de fenos.

A partir daí, outras pesquisas foram realizadas com o intuito de investigar a confiabilidade da técnica. Araújo *et al.* (2000b) compararam a técnica dos sacos móveis com o método de coleta total de fezes, testando três diferentes granulometrias (1, 2 e 3 mm) de amostras de feno de *Coast Cross* e capim elefante. Os autores não observaram diferença na digestibilidade do feno de *Coast Cross* em ambas as técnicas, quando as amostras foram moídas a 1 mm. Este resultado está em concordância com o observado por Gollcher *et al.* (2010), que avaliaram três diferentes granulometrias de amostra de silagem de grãos úmidos de sorgo com baixo e alto tanino em equinos. Contudo, Araújo *et al.* (2000b) observaram diferença entre as técnicas na digestibilidade da fibra em detergente neutro, tendo a técnica de sacos móveis subestimado os valores, em relação aos obtidos na coleta total de fezes.

Rodrigues *et al.* (2012) avaliaram a digestibilidade dos nutrientes do feno de *Coast Cross* através dos métodos de sacos móveis e coleta total de fezes. Os autores não encontraram diferença entre os coeficientes de digestibilidade estimados pelas duas técnicas, concluindo que a técnica dos sacos móveis pode ser utilizada para prever a digestibilidade aparente dos nutrientes em equinos.

Ao avaliarem a degradação dos nutrientes de quatro alimentos fibrosos através da técnica de sacos móveis em pôneis, coletando os sacos na junção ileocecal e nas fezes, Moore Colyer *et al.* (2002) encontraram diferenças ( $P < 0,05$ ) em todos os constituintes estudados. De Fombelle *et al.* (2004) testaram os efeitos da composição da dieta e padrão alimentar na digestibilidade pré cecal do amido de diferentes fontes, através do método de sacos móveis em equinos. Os autores constataram que, independentemente do substrato, houveram maiores coeficientes de digestibilidade do amido quando os animais foram alimentados com dieta rica em amido, demonstrando que a dieta influencia diretamente a microbiota cecal, neste caso, beneficiando as bactérias amilolíticas.

Silva e colaboradores (2009) estudaram a digestibilidade de sete alimentos volumosos através da técnica dos sacos móveis, e relataram dados satisfatórios para estimativa da digestibilidade em equinos, todavia, observaram elevados coeficientes de digestibilidade para alguns nutrientes, possivelmente, associados às perdas de partículas durante a passagem dos sacos no trato digestivo.

Rosenfeld & Austbø (2009) mediram o desaparecimento do amido e da proteína de grãos de aveia, cevada e milho a nível pré cecal e total, cada cereal foi testado em quatro formas diferentes: moído, peletizado, extrusado e micronizado, em quatro cavalos fistulados no ceco. A aveia apresentou alto grau de digestibilidade do amido 94,9% (pré cecal) e 99,0% (total), sendo superior ( $P < 0,05$ ) ao da cevada 70,5 e 96,0% e do milho 66,3 e 91,0%, respectivamente, contudo apresentou maior digestibilidade pré-cecal da proteína ( $P < 0,05$ ), mas menor digestibilidade total que os demais grãos ( $P < 0,05$ ) com valores de 68,1% e 75,3%, respectivamente. Os cereais tratados em alta temperatura (extrusados e micronizados) apresentaram maior digestibilidade total da proteína, que os cereais não tratados ( $P < 0,05$ ).

Além de predizer a digestibilidade aparente dos alimentos, a técnica dos sacos móveis pode ser usada para estimar compostos indigestíveis das forragens. Oliveira *et al.* (2012a) utilizaram a técnica de sacos móveis em equinos para obter marcadores internos Celulose indigestível e Lignina indigestível do feno de *Coast Cross* e grãos de milho, e concluíram que esses marcadores podem ser obtidos de forma satisfatória através da técnica dos sacos móveis em equinos.

### 3.4.2 Técnica de digestibilidade *in vitro*

Como visto anteriormente, os métodos *in vivo* são considerados os mais confiáveis, pois são realizados nos próprios animais, entretanto, esses métodos possuem algumas desvantagens, como o uso de grande quantidade de amostra, o uso ético de animais em experimentação e o elevado custo de execução. Estes são fatores justificam à busca por métodos que possam predizer de forma segura, com menor custo e curto prazo os valores de digestibilidade dos alimentos (BERCHIELLI *et al.*, 2006).

Na busca por alternativas, os métodos *in vitro* surgem como uma boa opção, uma vez que visam representar os processos de digestão que ocorrem no trato digestório dos animais, com maior acurácia possível, em condições laboratoriais. Contudo, a simulação das condições mais próximas às que acontecem no animal nem sempre são eficientes, e muitas vezes questionadas. Neste sentido, diversos estudos vêm sendo realizados e as metodologias constantemente aperfeiçoadas, visando maior precisão com relação aos resultados *in vivo* (VAN SOEST, 1994; BERCHIELLI *et al.*, 2006).

Na espécie equina, a digestão dos alimentos ocorre em duas etapas; primeiramente, uma digestão ácida e enzimática, seguida de fermentação microbiana (REECE, 2017). Nos seres vivos os processos de digestão ácida e enzimática têm a função de viabilizar a quebra e absorção

dos nutrientes. Os ensaios *in vitro* buscam mimetizar esses processos, entretanto, muitos fatores estão ligados a este mecanismo, dificultando o ajuste da técnica.

Em relação a digestão fermentativa *in vitro*, o menor conteúdo de microrganismos quando se utiliza inóculo fecal equino tem, de certa forma, diminuído a eficiência da técnica e, conseqüentemente, a confiabilidade dos dados. Além disso, o rápido acúmulo de produtos da fermentação leva à redução do pH, podendo afetar a digestibilidade de alguns nutrientes ao causar a morte dos microrganismos (STERN *et al.*, 1997).

Em ruminantes, a metodologia desenvolvida por Tilley & Terry (1963) ainda é a mais utilizada, essa técnica exige a coleta de líquido ruminal que, posteriormente, é usado como inóculo para incubação das amostras. O método consiste em submeter as amostras à ação do inóculo por um tempo determinado, afim de reproduzir o que ocorre dentro do trato, tentando replicar condições de temperatura, pH, microbiota, entre outros (SILVA & QUEIROZ, 2002). Esta técnica tem sido adaptada para a espécie equina, porém com algumas ressalvas, já que nos equinos ocorre pré digestão química e enzimática e certo grau de fermentação a nível estomacal (DE FOMBELLE *et al.*, 2003; VARLOUD *et al.*, 2007).

Macheboeuf *et al.* (1998) foram uns dos primeiros pesquisadores a utilizarem fezes equinas como fonte de inóculo. Eles testaram o inóculo para predizer a digestibilidade da matéria orgânica de forragens a partir de parâmetros de produção de gás, e concluíram que as fezes podem ser usadas como fonte de inóculo no teste de produção de gás, para predizer a digestibilidade da matéria orgânica em cavalos. Embora tenham salientado que deve ser verificada com grande número de forragens, além de ser menos preciso do que quando se usa inóculos com fluido cecal (COSTA & WEESE., 2012).

Tendo em vista que os processos digestivos dos equinos são diferentes dos ruminantes, alguns pesquisadores tentaram adaptar a metodologia preconizada por Tilley & Terry (1963). Neste intuito, Abdouli & Ben Attia (2007) desenvolveram um método *in vitro* com inóculo fecal, utilizando um dos estágios da metodologia preconizada por Tilley & Terry (1963), na qual as amostras sofrem digestão química e enzimática antes de serem incubadas com o inóculo. O método consiste na utilização de soluções com pepsina e pancreatina, por tempo determinado, com minucioso controle do pH, para simular o que ocorre no estômago e duodeno do equino. Logo após, adiciona-se inóculo oriundo das fezes equinas, para simular a fermentação da parte final do trato digestivo, permanecendo por 48 horas em temperatura semelhante à do animal. Estes autores testaram três diferentes tempos de ação enzimática, em três tipos de alimentos, com dois métodos de filtragem e constataram que todos os alimentos sofreram efeito da pré

digestão. Embora tenha sido inovadora, muito se questiona sobre essa metodologia por não considerar a fermentação que ocorre em outros segmentos do trato digestivo do equino.

A validação dos dados obtidos nos ensaios *in vitro* é uma preocupação de vários pesquisadores. Nesse sentido, Murray *et al.* (2014) trabalhando com equinos, compararam inóculo fecal com inóculos de fluido cecal e dos cólons ventral e dorsal. Os autores obtiveram resultados semelhantes para produção de gás entre os inóculos fecal e cecal, em todos os substratos. Valores mais baixos foram obtidos nas amostras incubadas com fluido colônico, assim, concluíram que as fezes são uma alternativa adequada para substituir o fluido cecal de equinos.

Embora o autor supracitado tenha chegado à conclusão sobre a eficiência do uso do inóculo fecal em substituição ao fluido cecal, sabe-se que a qualidade da microbiota presente no ceco e no cólon dos equinos é fundamental para uma boa fermentação. Na tentativa de buscar alternativas para melhorar a eficiência digestiva dos equinos, a partir da digestão microbiana, Elghandour *et al.* (2014) avaliaram a capacidade fermentativa do inóculo fecal na presença de diferentes doses de *Saccharomyces cerevisiae* em nove tipos de alimentos fibrosos. Os autores relataram que a adição de diferentes doses de levedura não surtiu efeito ( $P > 0,05$ ) em nenhum dos parâmetros analisados. Contudo, numericamente melhorou a capacidade de fermentação fecal de forrageiras de baixa qualidade.

A busca por volumosos de melhor qualidade para alimentação de equinos instigou novas pesquisas sobre alimentos com melhor digestibilidade da fibra. Os testes *in vitro* são amplamente utilizados nesta estimativa, já que são capazes de mimetizar os processos fermentativos do segmento final do trato digestivo dos equinos. Kholif *et al.* (2016) estudaram o inóculo fecal de cavalos alimentados com dietas de alta-fibra com adição ou não de enzimas fibrinolíticas e adição ou não das enzimas antes da incubação *in vitro* e seus efeitos na produção de gás. Os resultados mostraram que houve interação ( $P < 0,05$ ) entre a fonte fecal e adição enzimática para a produção de gás (PG) assintótica, taxa de PG, e PG às 2, 4, 6, 8 e 10 horas após a incubação. Com finalidade semelhante, Wagner *et al.* (2017) testaram o uso de um aditivo (*DigestaWell Fiber*) na digestibilidade *in vitro* de diferentes tipos de feno, usando fezes equinas como fonte do inóculo. A digestibilidade da matéria seca diferiu entre as forragens ( $P < 0,05$ ) em todas as incubações, em ambos os tempos de incubação (24 e 48 horas), a digestibilidade da matéria seca foi inversamente relacionada à concentração de fibra em detergente neutro ( $R^2 = 0,99$ ) e fibra em detergente ácido ( $R^2 = 0,68$  às 24 horas,  $R^2 = 0,70$  às 48 horas).

Os métodos *in vitro* são utilizados também para estimar componentes indigestíveis das plantas, Oliveira *et al.* (2012b) utilizaram fezes equinas como fonte de inóculo para obter dois marcadores internos do feno de *Coast Cross*, e compararam com o método de coleta total de fezes e com a técnica utilizando inóculo de líquido ruminal. Os autores relataram coeficiente de digestibilidade aparente semelhantes para os nutrientes do feno de *Coast Cross* estimados a partir dos indicadores obtidos com o inóculo de fezes equinas, quando comparado aos obtidos a partir da técnica de coleta total de fezes.

Ao avaliarem a influência da hidratação do substrato de feno de *Coast Cross* e da diluição do inóculo fecal equino nos parâmetros de fermentação e microbiologia em ensaios *in vitro*, Franzan e colaboradores (2018), observaram que a hidratação 12 horas antes da incubação e o tempo de incubação influenciaram ( $P < 0,05$ ) a taxa de degradação dos nutrientes do alimento, porém, não observaram efeito da diluição do inóculo fecal com solução nutritiva na proporção 1:1 ou 1:3. Além disso, não houve efeito de nenhum dos tratamentos avaliados sobre a taxa de fermentação (FRANZAN *et al.*, 2018).

Duvnjak *et al.* (2018) avaliaram o efeito de níveis de ingestão de amido de 0,3, 0,6 e 0,9 g/kg de peso vivo, na digestibilidade fecal *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e matéria seca (DIVMS), e na população das bactérias amilolíticas, celulolíticas e lactobacilos fecais. Os autores concluíram que o nível diário de amido na dieta para equinos, de até 0,9 g/kg de peso vivo, tem efeito positivo sobre a digestibilidade da fibra e microbiota das fezes.

#### 4 DIGESTIBILIDADE DE GRAMÍNEAS TROPICAIS ENCONTRADAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO ESTIMADA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE SACOS MÓVEIS EM EQUINOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trabalho de acordo com as normas da *Revista Brasileira de Zootecnia*.

**ABSTRACT** – O objetivo do presente estudo foi estimar a digestibilidade dos nutrientes de gramíneas tropicais encontradas no Semiárido do Nordeste brasileiro, através da técnica de sacos móveis em equinos. Foram utilizados cinco equinos, fêmeas de raça não definida, com peso médio de 400 kg, distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5, sendo cinco espécies de gramíneas e cinco períodos. Os tratamentos foram compostos pelas gramíneas: feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp.), capim Panasco (*Aristida adscencionis*, Linn), capim Milhã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc), capim de Raiz (*Chloris orthonoton*, Doell) e capim Corrente (*Urochloa mosambicensis*). Os nutrientes avaliados foram: matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Os dados foram submetidos à análise de variância através do programa *Statistical Analysis System*. Observou-se maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca nos capins Tifton 85 (74,61%), Milhã (74,30%) e de Raiz (68,88%), que das gramíneas Panasco (48,40%) e Corrente (52,89%). Quanto a digestibilidade da proteína bruta, maiores coeficientes foram apresentados pelos capins Milhã (95,70%), Tifton 85 (93,50%) e Panasco (93,35%). Além disso, somente o capim Panasco teve digestibilidade aparente da matéria mineral menor que as demais gramíneas. A semelhança entre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do feno de Tifton 85 e os capins Milhã e de Raiz sinalizam que as duas últimas gramíneas apresentam potencial para serem utilizados na alimentação de equinos. Já o capim Panasco pode ser utilizado nos períodos de maior estiagem, especialmente como fonte de proteína.

**Palavras-chave:** Cavalos, Forragens, Valor nutricional.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Algumas espécies de gramíneas presentes no bioma Caatinga representam parte da alimentação volumosa dos equinos em pastejo, principalmente durante o período chuvoso. Contudo, sabe-se muito pouco sobre as características físico-químicas e digestibilidade destas gramíneas.

Dentre as gramíneas do bioma Caatinga, o capim de Raiz (*Chloris orthonoton*, Doell) é uma espécie endêmica, com maior ocorrência nas regiões agreste e sertão de Pernambuco. É uma gramínea perene, estolonífera, com folhas de bainha comprida, inflorescência fasciculada, digitada, formada por espigas terminais numerosas (CRUZ, 1983).

Outra espécie nativa da região é o capim Panasco (*Aristida adscencionis* Linn.), que apresenta ciclo anual, com colmos finos e eretos, tendo se destacado na alimentação de ovinos durante o período seco (SILVA *et al.*, 2000), o que leva a possibilidade de uso na alimentação equina.

Embora não seja nativa do semiárido brasileiro, o capim Milhã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc) é uma das espécies introduzidas com boa adaptabilidade ao semiárido, convivendo bem com a distribuição irregular das chuvas. Por ser uma espécie forrageira de ciclo anual, aproveita o período de maior precipitação para expressar seu elevado potencial para produção de forragem (LANÇANOVA *et al.*, 1988). Apresenta colmos robustos, eretos e ramificados, com até 1 metro de altura e com capacidade de emitir raízes nos nós inferiores ou ainda colmos prostrados (MOREIRA E BRAGANÇA, 2011).

Além do capim Milhã, uma das espécies exóticas mais utilizadas no Semiárido brasileiro é o capim Corrente (*Urochloa mosambicensis*). Originário do Sul da África, é uma espécie perene, adaptada ao clima tropical, que apresenta boa tolerância à seca. Possui crescimento variado e tem preferência por solos ligeiramente argilosos, exigindo de 500 a 1000 mm de precipitação anual. Essa forrageira apresenta estolões, com caules lisos que podem alcançar 100 cm de comprimento, folhas com 15 cm de comprimento e 1,5 cm de largura, com presença de pelos em ambas as faces, possuindo de 4 a 12 espiguetas (OLIVEIRA, 1999).

Embora algumas gramíneas do semiárido já tenham sido estudadas com relação ao potencial agrônomo, a capacidade dos equinos em utilizar os nutrientes destas gramíneas ainda é desconhecida. Neste contexto, objetivou-se com o estudo estimar a digestibilidade dos nutrientes de gramíneas tropicais encontradas no semiárido do nordeste brasileiro em equinos, através da técnica de sacos móveis.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA, protocolo nº, 23082/000408/2017-71).

### 4.2.1 Local

O experimento foi realizado no município de Garanhuns - PE, latitude 8° 53' 27" Sul e longitude 36° 29' 48" Oeste.

### 4.2.2 Animais

Foram utilizados cinco equinos, fêmeas de raça não definida, com peso aproximado de 400 kg e idade aproximada de 8,6 anos. Previamente à fase experimental, os animais foram desverminados com vermífugo de amplo espectro à base de ivermectina e pirantel (Piraverme®) e tratados contra ectoparasitas através de pulverização. Os equinos foram alojados em baias individuais de alvenaria, com dimensão de 16 m<sup>2</sup>, cama de areia e acesso a água e sal mineralizado *ad libitum*. Todos os dias os animais foram exercitados ao passo por cerca de 20 minutos em redondel com piso de areia.

Durante todo o período experimental a dieta dos equinos foi exclusiva de feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), sendo ofertado o equivalente a 2,0% do peso vivo em matéria seca por dia, segundo recomendação do NRC (2007) para animais adultos em manutenção, sendo o volumoso fracionado em duas refeições diárias (06:00 e 17:00 horas).

### 4.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 5 x 5, sendo cinco espécies de gramíneas e cinco períodos. Os tratamentos foram compostos pelas gramíneas: feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), capim Panasco (*Aristida adscencionis*, Linn), capim Milhã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc), capim de Raiz (*Chloris orthonoton*, Doell) e capim Corrente (*Urochloa mosambicensis*).

O feno de Tifton 85 foi adquirido no comércio local, as gramíneas Milhã e de Raiz foram coletadas no agreste pernambucano (município de Garanhuns), o capim Panasco foi coletado no sertão pernambucano (município de Serra Talhada) e o capim Corrente foi obtido na região metropolitana de Recife. As gramíneas foram coletadas no início da estação chuvosa e antes do estágio reprodutivo, já que para as espécies do semiárido brasileiro a disponibilidade de água tem maior influência que a idade de corte da forragem.

#### 4.2.4 Processamento das amostras

Na fase pré experimental, as forrageiras foram submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada (55°C), por 72 horas, e moídas em moinho tipo Willey, passando por peneiras com crivo de 2 mm de diâmetro para as incubações, e 1 mm para posterior determinação da composição bromatológica.

No laboratório de bromatologia foram determinados os conteúdos de matéria seca (MS) (930.15, AOAC, 1995), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MN) (942.05, AOAC, 1990), proteína bruta (PB) (954.01, AOAC, 1990) e extrato etéreo (EE) (920.39, AOAC, 1990) das forragens. As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com metodologia preconizada por Van Soest *et al.* (1991), adaptada por Senger *et al.* (2008).

Também foram determinadas as frações de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) pelas equações:  $CEL = FDA - LIG$  e  $HEM = FDN - FDA$ . Para determinação da lignina (LIG) foi realizada a solubilização da celulose com ácido sulfúrico a 72%, conforme metodologia proposta por Van Soest *et al.* (1991).

Os carboidratos totais (CHOT) foram estimados pela equação:  $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$  descrita por Sniffen *et al.* (1992). Os carboidratos não fibrosos (CNF), que correspondem às frações “A + B1”, foram estimados pela equação  $CNF = CHOT - FDN_{cp}$ , em que  $FDN_{cp}$  corresponde ao FDN corrigido para cinzas e proteína. A fração fibra indigerível (C) foi estimada pela equação fração C =  $FDN \times 0,01 \times LIG \times 2,4$ , e a fração fibra digerível (B2) foi obtida pela diferença entre a  $FDN_{cp}$  e a fração C (SNIFFEN *et al.*, 1992).

#### 4.2.5 Preparação dos sacos móveis

Os sacos móveis foram confeccionados nas dimensões de 7,5 x 2 x 2 cm, utilizando tecido de poliéster (Oxfordgold®), com porosidade de 45µ, selados à quente (Araújo *et al.*, 1996). Posteriormente, os sacos foram identificados individualmente, lavados com água destilada e secos em estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas. Em seguida, cada saco recebeu aproximadamente 510 mg de amostra, seguindo recomendação proposta por Vanzant *et al.* (1998), que estabeleceram relação entre 10 e 20 mg de amostra por cm<sup>2</sup> de saco, obtendo-se assim 17 mg MS por cm<sup>2</sup>. Na sequência, para obtenção do peso do saco vazio os sacos foram pesados em balança de precisão, e seu peso total foi subtraído do peso da amostra.

#### 4.2.6 Incubações

A inserção dos sacos no estômago dos animais foi realizada com sonda nasogástrica semisiliconizada de 15 mm de diâmetro interno, lubrificada externamente com vaselina líquida. Os sacos percorreram toda a extensão da sonda e chegaram ao estômago dos equinos com auxílio de sopro humano. Cada equino recebeu 35 sacos em cada uma das sondagens, totalizando 140 sacos/animal/período.

#### 4.2.7 Duração do experimento

O experimento teve duração de 63 dias, sendo os primeiros 28 dias destinados à adaptação dos equinos ao confinamento e dieta, seguido por 35 dias de fase experimental propriamente dita, dividida em cinco períodos de sete dias cada. No primeiro e segundo dia de cada período foram realizadas as incubações dos sacos móveis, duas vezes ao dia, com intervalos de 12 horas entre as incubações, totalizando quatro incubações por período. Do segundo ao quinto dia foram recuperados os sacos móveis nas fezes. Com intuito de promover descanso entre as incubações, proporcionando assim maior bem estar aos animais, o sexto e sétimo dia foram de intervalo entre períodos.

#### 4.2.8 Coletas

As coletas foram realizadas a partir do segundo dia de cada período e teve duração de quatro dias, com início 18 horas após a primeira incubação (Silva *et al.*, 2009). Os sacos foram coletados imediatamente após sua excreção nas fezes, registrando-se o horário de recuperação e armazenados em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Para análises bromatológicas do resíduo, foram considerados apenas os sacos recuperados  $48 \pm 12$  horas de retenção, a fim de se aproximar do tempo médio de retenção de um alimento fibroso no trato gastrointestinal do equino (BRANDI E FURTADO, 2009).

Ao final do experimento os sacos selecionados foram lavados manualmente em água corrente, até que a água de lavagem se apresentasse límpida. Em seguida, as amostras foram mantidas em estufa de circulação forçada ( $55^{\circ}\text{C}$ ) por 48 horas. Após secagem, os sacos foram pesados para determinação das perdas de matéria seca, e uma amostra composta foi obtida a partir dos sacos selecionados de cada animal em cada período.

As perdas dos nutrientes foram expressas como coeficiente de digestibilidade (CD) da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria orgânica e matéria mineral, determinadas pela equação:

$$CD (\%) = ((I - F) / I) \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

Em que: I = quantidade do nutriente inserida em cada saco; e F = quantidade do nutriente após a recuperação dos sacos nas fezes (Moore-Colyer *et al.*, 2002).

A proteína bruta do resíduo foi corrigida para impregnações microbianas, de acordo com metodologia descrita por Mass *et al.* (1999), na qual à análise de nitrogênio total é realizada a partir do resíduo da análise de fibra em detergente neutro, desconsiderando a proteína microbiana presente na amostra.

#### 4.2.9 Análises estatísticas

Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Somente os resultados de matéria seca precisaram sofrer transformação logarítmica. Na sequência, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando o PROC GLM do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9,0). Os dados foram analisados de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + A_k + \varepsilon_{ijk} \quad \text{equação (2)}$$

Em que:  $Y_{ijkl}$  = variável dependente,  $\mu$  = média geral,  $T_i$  = efeito do tratamento (efeito fixo),  $P_j$  = efeito do período (efeito aleatório),  $A_k$  = efeito do animal (efeito aleatório) e  $\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

### 4.3 RESULTADOS

Quanto a composição bromatológica das gramíneas analisadas, o feno de Tifton 85, utilizado como referência, apresentou maior teor de matéria seca (MS) (87,0%), quando comparado ao capim Milhã (19,7%), capim de Raiz (29,3%), capim Corrente (31,8%) e capim Panasco (44,0%) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição bromatológica das gramíneas.

Composição (g kg <sup>-1</sup> MS)	Gramíneas				
	Tifton 85	Milhã	Raiz	Corrente	Panasco
Matéria seca	870,8	197,6	293,3	318,3	440,6
Proteína bruta	85,1	124,0	68,2	77,6	96,8
Extrato etéreo	6,0	6,3	15,2	11,6	5,4
Fibra em detergente neutro	750,9	631,0	609,2	689,6	752,1
Fibra em detergente ácido	355,8	286,9	300,1	376,9	380,7
Matéria orgânica	909,1	890,9	887,1	934,6	951,9
Matéria mineral	91,0	109,0	112,9	65,3	48,0
Hemicelulose	395,1	344,1	309,1	312,7	371,4
Celulose	298,9	242,5	263,0	324,5	305,3
Lignina	56,9	44,4	37,1	52,4	75,4
PIDN <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> PB)	678,6	343,4	825,8	371,8	266,8
CHOT <sup>2</sup>	817,9	756,6	803,7	845,5	849,7
A+B1 <sup>3</sup> (g kg <sup>-1</sup> CHOT)	189,1	268,2	336,3	226,6	148,0
B2 <sup>4</sup> (g kg <sup>-1</sup> CHOT)	685,4	642,9	596,2	670,8	691,9
C <sup>5</sup> (g kg <sup>-1</sup> CHOT)	125,5	88,9	67,5	102,5	160,0

<sup>1</sup>Proteína indigestível em detergente neutro; <sup>2</sup>Carboidratos totais; <sup>3</sup>Carboidratos solúveis;

<sup>4</sup>Fibra potencialmente digestível; <sup>5</sup>Fibra indigestível.

Comparado às gramíneas de forma geral, o capim Milhã apresentou bom conteúdo de proteína bruta (12,4 %), maior até que o do feno de Tifton 85 (8,5%), gramínea considerada de alto valor nutricional para equinos. Contudo, o capim Milhã apresentou baixo teor de MS, apenas 19,7%.

O capim de Raiz destacou-se em relação ao extrato etéreo com 15,2%, sendo superior ao teor médio de 5,9% observados no feno de Tifton 85 e nos capins Milhã e Panasco. Por outro lado, observou-se no capim de Raiz o menor percentual de proteína bruta dentre as cinco espécies estudadas, chamando atenção o seu teor de proteína indigestível em detergente neutro (PIDN) que foi de 82,5%, valor relativamente alto quando comparado ao do capim Panasco que foi de apenas 26,6%.

Quanto a fração fibrosa do capim de Raiz, registrou-se menor teor de lignina (37,1%) nele do que nas demais gramíneas. Coerentemente, o mesmo comportamento foi observado

para a “fração C” dos carboidratos totais, cerca de 67,5%, bem menor que os observados nas outras espécies.

Semelhante ao capim de Raiz, o capim Corrente apresentou elevado percentual de extrato etéreo (11,6%), quando comparado ao feno de Tifton 85 e aos capins Milhã e Panasco.

O capim Panasco, apresentou o segundo maior teor de proteína bruta (9,68%), somando-se a isso, apenas 26,6% de PIDN. Entretanto, apresentou maiores concentrações da “fração C” quando comparado aos capins Milhã, de Raiz e Corrente.

Quanto a digestibilidade dos nutrientes, o feno de Tifton 85 e o capim Milhã apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) coeficientes para todos os nutrientes, quando comparado às demais forragens avaliadas (Tabela 2).

**Tabela 2** – Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes de gramíneas tropicais encontradas no semiárido nordestino, estimada através da técnica de sacos móveis em equinos.

Tratamentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)					
	MS	PB	FDN	FDA	MO	MM
Feno de Tifton 85	74,61 <sup>a</sup>	93,50 <sup>a</sup>	70,31 <sup>a</sup>	65,32 <sup>a</sup>	73,42 <sup>a</sup>	86,57 <sup>a</sup>
<i>Cynodon spp</i>						
Capim Milhã	74,30 <sup>a</sup>	95,70 <sup>a</sup>	66,05 <sup>a</sup>	55,34 <sup>a</sup>	73,29 <sup>a</sup>	82,48 <sup>a</sup>
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link)						
Hitchc						
Capim de Raiz	68,88 <sup>a</sup>	88,92 <sup>b</sup>	63,76 <sup>a</sup>	49,95 <sup>ab</sup>	66,95 <sup>a</sup>	84,04 <sup>a</sup>
<i>Chloris orthonoton</i> , Doell						
Capim Corrente	52,89 <sup>b</sup>	85,89 <sup>b</sup>	39,61 <sup>b</sup>	31,29 <sup>c</sup>	47,35 <sup>b</sup>	81,57 <sup>a</sup>
<i>Urochloa mosambicensis</i>						
Capim Panasco	48,40 <sup>b</sup>	93,35 <sup>a</sup>	38,22 <sup>b</sup>	34,19 <sup>bc</sup>	50,88 <sup>b</sup>	61,86 <sup>b</sup>
<i>Aristida adscencionis</i> , Linn						
P-valor	<,0001	<,0001	<,0001	0,0002	<,0001	<,0001
CV <sup>1</sup> (%)	9,4	2,1	15,4	17,9	10,1	6,9

Médias seguidas de letras distintas nas colunas indicam diferença entre as gramíneas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup>Coeficiente de variação

O capim de Raiz apresentou digestibilidade da matéria seca semelhante a do capim Milhã e feno de Tifton 85 e maior ( $P < 0,05$ ) que dos capins Corrente e Panasco. Já a

digestibilidade da proteína bruta do capim de Raiz (88,92%) foi menor ( $P < 0,05$ ) que a do capim Panasco (93,35%).

O capim Corrente apresentou menor ( $P < 0,05$ ) digestibilidade da matéria seca que os capins Milhã, de Raiz e Tifton 85. Em relação a digestibilidade da proteína, apresentou digestibilidade de 85,89%, sendo inferior aos dos capins Milhã (95,70%), Tifton 85 (93,50%) e Panasco (93,35%). Além disso, a digestibilidade da fibra em detergente ácido do capim Corrente foi inferior aos das demais forragens avaliadas.

Semelhante ao capim Corrente, o capim Panasco apresentou menor ( $P < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade para a matéria seca (48,40%) que o feno de Tifton 85 (74,61%), capim Milhã (74,30%) e capim de Raiz (68,88%). Por outro lado, demonstrou alta digestibilidade da proteína bruta (93,35%), igualando-se ao capim Milhã (95,70%) e Tifton 85 (93,50%).

Quando se refere a digestibilidade da matéria mineral, apenas o capim Panasco diferiu dos demais tratamentos, apresentando o menor coeficiente dentre as cinco forragens testadas.

#### 4.4 DISCUSSÃO

Em relação aos valores encontrados para matéria seca, a superioridade do feno de Tifton 85 pode ser atribuída ao processo de fenação, já que o mesmo consiste em propiciar rápida desidratação da planta forrageira para obter um produto de bom valor nutritivo e sem perdas de nutrientes, possibilitando o armazenamento por longo período (EVANGELISTA E LIMA, 2013). Ainda, segundo Paz *et al.* (2000), teores de matéria seca abaixo de 80% podem prejudicar a conservação do feno.

Semelhante ao encontrado no presente estudo para o capim Milhã (12,4%), Alencar *et al.* (2010) observaram teores proteicos entre 11 e 13%, em seis espécies de gramíneas da Caatinga submetidas a diferentes lâminas de irrigação nas quatro estações do ano, evidenciando o bom potencial proteico desta gramínea, mesmo em condições de sequeiro.

Por outro lado, o capim Milhã demonstrou baixo conteúdo de matéria seca em comparação aos demais tratamentos, o que pode ser explicado por sua maior relação folha/caule, que resulta em menor concentração de material seco (DEMINICIS *et al.*, 2010). Além disso, plantas de ciclo anual como o capim Milhã apresentam menor acúmulo de material senescente de anos anteriores, pois diferente de espécies perenes que perpetuam por longos períodos no solo, o capim Milhã realiza a rebrota através de sementes dispersadas no solo, que assumem estado de dormência e germinam quando há disponibilidade de água, oxigênio, temperatura e luminosidade adequados para a espécie (CASTRO E VIEIRA, 2001).

A fibra é um componente imprescindível na dieta de equinos. Segundo Braga *et al.* (2008), dietas com níveis de fibra em detergente neutro (FDN) abaixo de 35% na MS podem predispor o aparecimento de laminite e cólica em equinos. Isso demonstra o potencial do capim Milhã para a alimentação equina, já que ela apresentou teor de 63,1% de fibra em detergente neutro na matéria seca.

Quanto ao teor de extrato etéreo do capim de Raiz de 15,2%, esse percentual pode ser considerado benéfico, pois representa uma importante fonte de energia para a espécie equina, elevando a densidade energética da dieta de forma segura, diminuindo os riscos de transtornos gastrintestinais, frequentemente produzidos pelos carboidratos rapidamente fermentáveis (PASTORI *et al.*, 2009). Já em relação ao teor de proteína bruta deste capim, relativamente baixo em comparação aos demais estudados, pode ser explicado pelos diferentes tipos de solo onde as espécies foram coletadas. Além disso, os teores de proteína bruta são diretamente influenciados pela idade da planta (CEDEÑO *et al.*, 2003) e adubação, principalmente a nitrogenada (BERNARDI *et al.*, 2018).

Apesar do feno de Tifton 85 ter teores de lignina e fibra indigestível relativamente maiores que as demais gramíneas, ele apresentou maiores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Considerando que a maior parte da digestão das forragens ocorre através da fermentação microbiana, e a diversidade e proporção dos microrganismos do ceco e cólon dos equinos serem diretamente influenciados pela dieta ofertada (GARBER *et al.*, 2020), a maior digestão do feno de Tifton 85 pode estar relacionada ao fato da dieta ofertada aos equinos durante todo o experimento ter sido exclusivamente dessa forrageira.

O fato do capim Milhã ter apresentado menores frações indigestíveis que as demais gramíneas, como a lignina, possivelmente tornou essa forragem mais digestível que os capins Corrente e Panasco. Segundo Fukushima e Hatfield (2004), o conteúdo de lignina está correlacionado com a digestibilidade pontual das forragens. Da mesma forma, a digestibilidade da proteína bruta do capim Milhã foi maior devido ao menor conteúdo de proteína ligada à fibra, quando comparado aos capins de Raiz e Corrente.

A baixa digestibilidade proteica do capim de Raiz pode estar relacionada ao alto conteúdo de proteína ligada à fibra, em outras palavras, refere-se a proteína indigestível em detergente neutro que foi de 825,8 g kg<sup>-1</sup> PB, prejudicando a digestibilidade desse nutriente. Uma hipótese é que nas condições de clima semiárido, onde as temperaturas permanecem elevadas por um período de tempo mais prologando, algumas espécies forrageiras sofrem reações que podem diminuir a disponibilidade da proteína bruta, com formação de complexos

entre proteínas e carboidratos como, por exemplo, a reação de *Maillard* (BERCHIELLI *et al.*, 2006).

A taxa de desaparecimento da matéria seca do capim Panasco foi altamente correlacionada à digestibilidade da fibra em detergente neutro ( $R^2=0,89$ ) que, por sua vez, foi o nutriente mais presente na matéria seca desta forragem. Assim, sua baixa digestibilidade influenciou negativamente a taxa de desaparecimento da matéria seca. Contudo, essa gramínea pode apresentar-se como potencial fonte de proteína para os equinos na época de estiagem, já que a digestibilidade da sua proteína bruta foi maior que 90%. Provavelmente, esse resultado está relacionado ao menor conteúdo de proteína indigestível em detergente neutro (PIDN) desse capim (Tabela 1).

Ainda sobre o capim Panasco, o teor de lignina das forragens pode ser considerado o principal fator envolvido na redução da digestibilidade da fibra (VAN SOEST, 1981). Assim, a menor digestibilidade da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido dessa gramínea, possivelmente deve-se a presença de maiores teores de lignina e carboidratos indigestíveis (Tabela 1), tornando-o menos digestível que os demais. Reforçando esse resultado, Silva *et al.* (2009) avaliaram a digestibilidade de forragens através da técnica de sacos móveis em equinos e também encontraram menor digestibilidade da fibra nos alimentos com maiores conteúdos de lignina.

Ainda de acordo com Reis *et al.* (2005), o maior teor das frações de celulose, hemicelulose e lignina reduzem os nutrientes digestíveis e, conseqüentemente reduzem a digestibilidade do alimento.

Embora os capins Panasco e Corrente tenham demonstrado menor digestibilidade quando comparados ao feno de Tifton 85, essas gramíneas podem representar uma fonte alternativa de volumoso para os equinos, principalmente na época seca, onde as pastagens de gramíneas exóticas tornam-se senescentes e indisponíveis aos animais. De acordo com Brandi e Furtado (2009), os carboidratos estruturais são importantes fontes de energia para equinos, já que a produção de ácidos graxos de cadeia curta através da fermentação da fibra no ceco e cólon é capaz de suprir 30% da energia de manutenção.

Quanto a digestibilidade da matéria mineral, apenas o capim Panasco demonstrou-se inferior aos demais. Tal achado, pode ser explicado por grande parte das forrageiras nativas da Caatinga apresentarem compostos secundários, cuja síntese e acúmulo estão associados à adaptação dessas plantas à variação edafoclimáticas do *habitat* (ANDRADE *et al.*, 2010) e, em

alguns casos, esses compostos se complexam com os minerais, tornando-os indisponíveis para o animal.

No Brasil, de modo geral as pastagens com características tropicais tendem a apresentar baixas concentrações de minerais, que resultam em uma alimentação deficiente desses nutrientes para os equinos. Por outro lado, a utilização de suplementos é capaz de evitar, na maioria dos casos, a ocorrência de distúrbios ligados a falta de minerais na dieta, principalmente aqueles ligados a distrofias ósseas (WAJNSZTEJN, 2010).

#### 4.5 CONCLUSÃO

A semelhança entre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes dos capins Milhã e de Raiz, em relação ao feno de Tifton 85, sinalizam que estas gramíneas apresentam potencial para serem utilizados na alimentação de equinos. Já o capim Panasco pode ser utilizado nos períodos de maior estiagem, especialmente como fonte de proteína.

#### REFERÊNCIAS

ABDOULI, H.; BEN ATTIA, S. Evaluation of a two-stage in vitro technique for estimating digestibility of equine feeds using horse faeces as the source of microbial inoculum. **Animal Feed Science and Technology**, v. 132, n. 1–2, p. 155–162, 2007.

ALENCAR, C. A. B. *et al.* VALOR NUTRITIVO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS IRRIGADAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, 2010. <https://DOI:10.5216/pat.v40i1.3994>

ALENCAR, C. A. B. *et al.* Valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais irrigadas em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 20–27, 2010.

ALVARENGA, R. C. **Fluxo de matéria seca ileal, metodologias de coleta de digesta e digestibilidade aparente total e parcial em equinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 59p. 1996. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

ALVES FILHO, D.C. *et al.* Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*, L.). **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.143-149, 2003.

ANDRADE, A. P. *et al.* Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 4 p. 01–14, 2010.

ANDRADE, A. P. *et al.* Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v. 4, n. 4, p. 01-14, 2010.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 1990. **Official methods of analysis**. 15th ed. AOAC International. Arlington, VA.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 1995. **Official methods of analysis**. 16th ed. AOAC International. Arlington, VA.

ARAÚJO FILHO, J. A. *et al.* Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. **Revista sociedade brasileira de zootecnia**, v. 25, p. 13, 1996.

ARAÚJO FILHO, J. A. *et al.* Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 11-19, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife, Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.

ARAÚJO, K. V. *et al.* Comparação da Técnica do Saco de Náilon Móvel com o Método de Coleta Total para Determinar a Digestibilidade dos Nutrientes de Alimentos Volumosos em Equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 752–761, 2000a.

ARAÚJO, K. V. *et al.* Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns concentrados e volumosos para equinos, pela técnica do saco de náilon móvel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, p. 944-956, 1996.

ARAÚJO, K.V. *et al.* Comparação entre os indicadores internos e o método de coleta total na determinação da digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos, em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 745-751, 2000b.

ARAÚJO, S. M. S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**. v. 5. 2011.

ATHAYDE, A. A. R. *et al.* **Gramíneas do gênero Cynodon – Cultivares recentes no Brasil**. Boletim Técnico. UFLA. v. 73 - p. 1-14 Lavras, MG. 2005.

BANDEIRA, L.A.M. **O feudo: a Casa da Torre de Garcia d'Ávila: da conquista dos sertões à independência do Brasil**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2000. 601p.

BERCHIELLI, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Funep: Jaboticabal, 2006, 583p.

BERNARDI, A.; SILVA A.W.L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 545–553, 2018.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9501>

BOTREL, M. A.; NOVAES, L. P.; ALVIM, M. J. **Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais**. Juiz de fora, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1998, 35p.

BRAGA, A. C. *et al.* Níveis de fibra em detergente neutro em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1965–1972, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001100010>

BRANDI, R. A.; FURTADO, C. E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 246–258, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300025>

BRASIL - Estudo do Complexo do Agronegócio Cavalos. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Brasília: CNA, 68p. 2004.

BRASIL - FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 20 Jun. 2019.

BRASIL - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Delimitação do semiárido, 2017. Disponível em <<http://www.mi.gov.br/web>>. Acesso em 10/05/2019.

BRASIL - MINISTÉRIO DE AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo. Brasília: MAPA, 56p. 2016.

CASTAGNARA, D. D. *et al.* Valor Nutricional e Características Estruturais de Gramíneas Tropicais sob Adubação Nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 931–942, 2011.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001, 132p, ISBN: 85-85347-72-4.

CEDEÑO, J. A. G. *et al.* Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 462–470, 2003. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000200029>

CHERIAN, G.; SAUER, W. C.; THACKER, P. A. Factors affecting the apparent digestibility of protein for swine when determined by the mobile nylon bag technique. **Animal Feed Science and Technology**, v. 27, n. 1–2, p. 137–146, 1989.

COSTA, M. C.; WEESE, J. S. The equine intestinal microbiome. **Animal health research reviews**, v. 13, n. 1, p. 121–128, 2012.

CRUZ, M. S. D. **Germinação e crescimento do capim-de-raiz (*Chloris orthonoton* Doell)**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1983. 59 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1983.

DE FOMBELLE, A. *et al.* Characterization of the microbial and biochemical profile of the different segments of the digestive tract in horses given two distinct diets. **Animal Science**, v. 77, p. 293–304. 2003.

DE FOMBELLE, A. *et al.* Effect of diet composition and feeding pattern on the prececal digestibility of starches from diverse botanical origins measured with the mobile nylon bag technique in horses. **Journal Animal Science**, v. 82, p. 3625–3634, 2004.

DEMINICIS, B. B. *et al.* *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick Em Diferentes Idades De Rebrotas Submetidas A Doses De Nitrogênio E Potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1116–1123, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500006>

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p.

DITTRICH, J. R. *et al.* Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 130–137, 2010.

DUVNJAK, M. *et al.* Starch in horse diet improves feces microbiota, in vitro digestibility of fiber and dry matter. **Journal of Central European Agriculture**, v. 19, n. 4, p. 918–930, 2018.

ELGHANDOUR, M. M. Y. *et al.* In vitro fermentative capacity of equine fecal inocula of 9 fibrous forages in the presence of different doses of *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, n. 5, p. 619–625, 2014.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Produção de feno**. Informe Agropecuário, v. 34, p. 43-52, 2013.

FAO - FAOSTAT. **Live Animals**. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. Acesso em: 29 jun 2019.

FERNANDES, A.P.M. *et al.* Efeito de diferentes períodos de deferimento sobre o pasto de capim de raiz (*Chloris orthoton*, Doell). In: Congresso Brasileiro De Forrageiras E Pastagens Nativas, Olinda, 1983. **Anais [...]** Olinda: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1983.

FILGUEIRAS, T. S.; SANTOS GONÇALVES, A. P. A. Checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil (Poaceae). **The Journal of the American Bamboo Society**, v.18, p.7-18, 2004.

FIGLIOLI, A. B. *et al.* Valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* consorciadas com amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 6, p. 1970–1978, 2018.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas Forrageiras**. 1ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2010.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. DOS; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-brasileira**. 2ª ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012. 544p.

FRANZAN, B. C. *et al.* Equine fecal inoculum optimization in in vitro fermentation assays of dehydrated roughage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, p. 8, 2018.

FUKUSHIMA, R. S.; HATIFIELD, R. D. Comparison of the acetyl bromide spectrophotometric method with other analytical lignin methods for determining lignin concentration in forage samples. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, p. 3713–3720, 2004. <https://doi.org/10.1021/jf0354971>

GARBER, A.; HASTIE P.; MURRAY, J. Factors In Fl Uencing Equine Gut Microbiota: Current Knowledge. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 88, p. 102-943, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.102943>

GIBSON, D.J. **Grasses and grassland ecology**. New York: Oxford Univ. Press. 2009, 305p.

GIULIETTI, A. M. *et al.* **Diagnóstico da vegetação nativa do Bioma Caatinga**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 48-78.

GOLLCHER, A. M. R. *et al.* Comparison between two methods for estimating the digestibility of starch and other nutrients in high moisture sorghum grain silage in horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1252–1258, 2010.

GOULART, J.A. **O cavalo na formação do Brasil**. São Paulo: Letras e Artes, 1964. p. 249.

HILL, G. M.; GATES, R. N.; BURTON, G. W. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3219-3225, 1993.

HYSLOP, J. J. In situ and mobile bag methodology to measure the degradation profile of processed feeds in different segments of the equine digestive tract. **Livestock Production Science**, v.100, p.18-32, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Produção da pecuária municipal 2017. Brasil, 2017.

KHOLIF, A. E. *et al.* In vitro Assessment of Fecal Inocula From Horses Fed on High-Fiber Diets With Fibrolytic Enzymes Addition on Gas, Methane, and Carbon Dioxide Productions as Indicators of Hindgut Activity. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 39, p. 44–50, 2016.

LANÇANOVA, J. A. C.; RESTLÉ, J.; SANTOS, G. L. Digestibilidade e produção de matéria seca digestível do capim papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch) sob efeito de frequências de corte e nitrogênio. **Ciência Rural**, v.18, p. 319-327, 1988.

LANZETTA, V.A.S. *et al.* Validação do Lipe® como método para determinar a digestibilidade dos nutrientes em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.69-74, 2009.

LEITE, P. M. B. A. *et al.* Caracterização anatômica de capim de raiz (*Chloris orthonoton*, doell). In: IX JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2009, Recife, **Anais [...]** Recife: UFRPE, p. 4.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Fatores Anti-Nutricionais Para Ruminantes. **Acta Veterinária Brasília**, v. 3, n. 4, p. 132–143, 2010.

LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. (Ed). **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2006. 251p.

MACHBOEUF, D., JESTIN, M., MARTIN-ROSSET, W. Utilization of the gas test method using horse faeces as a source of inoculum. **British Society of Animal Science**, n. 22, p. 187–189, 1998.

MACHEBOEUF, D. *et al.* Study of nitrogen digestion from different hays by the mobile nylon bag technique in horses. **Annales de zootechnie**, v. 44, n. Suppl. 1, p. 219–219, 1995.

MARTINS, J. D.; RESTLE, J.; BARRETO, I. L. Produção animal em capim papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc) submetido a níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 887–892, 2000.

MASS, R. A. *et al.* In situ neutral detergent insoluble nitrogen as a method for measuring forage protein degradability. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1565–1571, 1999.  
<https://doi.org/10.2527/1999.7761565x>

MAURICIO, R.M. *et al.* Determinação da digestibilidade aparente em equídeos através do óxido crômico, da lignina e da coleta total das fezes. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n. 6, p. 703-711, 1996.

MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. 2ª Edição. São Paulo: Varela, 1995. 303p.

MOORE-COLYER, M. J. S. *et al.* The mobile bag technique as a method for determining the degradation of four botanically diverse fibrous feedstuffs in the small intestine and total digestive tract of ponies. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 729–740, 2002.  
<https://doi.org/10.1079/bjn2002734>

MORAIS, N. A. P. *et al.* Composição química e Consumo de nutrientes do feno de capim de raiz (*Chloris orthonoton* Doell) em ovinos. In: IV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2009, Recife, **Anais [...]** Recife: UFRPE, p. 3.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti**. FMC Agricultural Products, São Paulo, 2011, 1017p.

MOSS, P. C. B. **Digestibilidade aparente em equinos através de métodos diretos e indiretos**. 2012. 58 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária – UFMG, 2012.

MURRAY, J. M. D. *et al.* Comparison of intestinal contents from different regions of the equine gastrointestinal tract as inocula for use in an in vitro gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, v. 187, p. 98–103, 2014.

MURTHY, M. S.; RAVINDRA, R. Allelopathic effects of *Aristida adscensionis*. **Oecologia**, v. 18, n. 3, p. 243–249, 1975.

NOY-MEIR, I. **Desert ecosystems: environment and producers**. Annual Reviews of Ecology and Systematics, Jerusalém, Israel, v.4, p.25-51, 1973.

NRC – National Research Council. **Nutrients requirements of horses**. 5ª ed. National Academy Press, Washington, D.C, 2007, 100p.

OLIVEIRA, C. A. A. *et al.* Estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para equinos, com o uso de óxido crômico e indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6 suppl 1, p. 1681–1689, 2003.

OLIVEIRA, K. *et al.* Fezes equina como fonte de inóculo na obtenção de indicadores indigestíveis para estimar a digestibilidade em equinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 410–423, 2012a.

OLIVEIRA, K. *et al.* Indigestible cellulose and lignin in determining feces production and apparent digestibility in horses. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 34, n. 3, p. 267–272, 2012b.

OLIVEIRA, M. C. **Capim Urochloa: produção e manejo no semiárido do Nordeste do Brasil**. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, PE, Brasil, 1999.

OLIVEIRA, M. C. **Capim Urochloa: produção e manejo no semiárido do Nordeste do Brasil**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1999. 20p.

OLIVEIRA, T. N. *et al.* Influência do Fósforo e do Regime de Corte na Composição Química e Digestibilidade in vitro do Capim-de-Raiz (*Chloris orthoton* Doell). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2248–2255, 2004.

ØRSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D.; MOULD, F. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedsuffs. **Tropical Animal Production**, v. 5, n. 3, p. 195–213, 1980.

PASTORI, W. T. *et al.* Suplementação com óleo de soja na dieta de potros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1779-1784, 2009.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000900020>

PAZ, L.G. *et al.* Fenação: aspectos técnicos da produção. **Ciência Veterinária Tropical**, v. 3, p. 01-16, 2000.

PEREIRA, R.A.N. **Lignina isolada do Eucaliptus grandis como indicador em experimentos de digestibilidade com coelhos**. 2003. 95f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017

REIS, R. A. *et al.* **Volumosos na produção de ruminantes**. 1º ed. FUNEP. Jaboticabal, 2005.

RODRIGUES, L. M. *et al.* Roughage digestion evaluation in horses with total feces collection and mobile nylon bags. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 341–346, 2012.

ROMARIZ, D.A. A vegetação. In: AZEVEDO, A. (Ed.) Brasil a terra e o homem: as bases físicas. 2.ed. São Paulo: Nacional, 1968. p. 521-62.

ROSENFELD, I.; AUSTBØ, D. Digestion of cereals in the equine gastrointestinal tract measured by the mobile bag technique on caecally cannulated horses. **Animal Feed Science and Technology**, v. 150, n. 3–4, p. 249–258, 2009.

SÁ JÚNIOR, E. H. S. *et al.* Características agronômicas de capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*) adubado com esterco suíno e submetido a duas alturas de corte. **Ciência Agrícola**, v. 16, p. 1–9, 2018.

SANTOS, G.R.A. *et al.* Composição química e degradabilidade in situ da ração em ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 384-391, 2009.

SANTOS, G.R.A. *et al.* Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p 1876-1883, 2008.

SAUER, W.C.; JORGENSEN, H.; BERZINS, R. A modified nylon bag technique for determining apparent digestibilities of protein in feedstuffs for pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 63, n. 1, p. 233-237, 1983.

SENGER, C. C. D. *et al.* Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, p. 169–174, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008>

SILVA, C. A. M. *et al.* Qualidade do feno de capim-de-raiz (*Chloris orthonoton*, Doell) em pequenos ruminantes. **Arch. Zootec.** v. 62, p. 595-598, 2013.

SILVA, D. D. **Características morfológicas e estruturais, produção e composição bromatológica de capim-panasco** (*Aristidea adscencionis* Linn.). 2017. 19 f. Monografia (Graduação em ciências agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba. Centro de ciências humanas e agrárias, Catolé do Rocha, 2017.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p

SILVA, M. G. S. DA *et al.* Dinâmica da associação de capim-milhã e capim-de-raiz em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2340–2346, 2011.

SILVA, N. L. *et al.* Técnicas de manejo no controle do capim-panasco verdadeiro (*Aristida adscencionis* Linn.). In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, **Anais [...]**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.

SILVA, S. C. DA; JÚNIOR, D. DO N.; EUCLIDES, V. P. B. Pastagens: Conceitos básicos, produção e manejo. 1ª ed. Viçosa, MG: Editora Suprema, 2008. 115p.

SILVA, V. M. *et al.* Estudo de consorciação de duas leguminosas com três cultivares de capim buffel (*Cenchrus ciliaries*) e uma de *Urochloa* (*Urochloa mosambicensis*) 1º ano de

estabelecimento. In: IPA (Recife, PE). **Relatório do Programa Bovinos**, período 1975/85. Serra Talhada, PE: IPA-UEP Serra Talhada, 1986. p108-110.

SILVA, V. P. *et al.* Digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos determinada pela técnica dos sacos móveis em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 82–89, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000100011>

SILVA, V. P. *et al.* Digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos determinada pela técnica dos sacos móveis em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 82-89, 2009.

SIQUEIRA FILHO, J. A. **A flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Editora Andrea Jakobsson, Rio de Janeiro, Brasil, 2012, 552p.

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal Science**, v. 70, p. 3562–3577, 1992. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>

SOARES, J.P.G. *et al.* Comparação das técnicas do óxido crômico e da coleta total de fezes na determinação da digestibilidade em bovinos. **Ars veterinaria**, v. 19, n. 3, p. 280-287, 2003.

SOUSA, F.B. *et al.* Parâmetros agronômicos de oito genótipos de Leucena. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa, MG. **Anais** [...] Viçosa, MG: UFV, 2000.

SOUZA, C. *et al.* Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido norte riograndense do Brasil. **Holos**, v. 3, p. 196-204, 2013.

STERN, M. D.; BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. **Journal Animal Science**, v. 75, p. 2256, 1997.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **J. Br. Grassl. Soc.**, v. 18, p. 104-111, 1963.

VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação e tabelas de alimentos para bovinos. 2000. In: XXXVII Reunião Anual da SBZ, 37, Viçosa, 2000, **Anais** [...] Viçosa: 2000. 250p.

VAN SOEST, P. J. Limiting factors in plant residues of low biodegradability. **Agriculture and Environment**, v. 6, p. 135–143, 1981. [https://doi.org/10.1016/0304-1131\(81\)90005-9](https://doi.org/10.1016/0304-1131(81)90005-9)

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 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, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p

VANZANT, E. S.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of animal Science**, v. 76, p. 2717–2729, 1998. <https://doi.org/10.2527/1998.76102717x>

VANZANT, E. S.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2717-2729, 1998.

VARLOUD, M. *et al.* Postprandial kinetics of some biotic and abiotic characteristics of the gastric ecosystem of horses fed a pelleted concentrate meal. **Journal of Animal Science**. v. 85, p. 2508–2516. 2007.

WAGNER, A. L. *et al.* In vitro dry matter digestibility of forages incubated with DigestaWell Fiber. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 52, n. 2017, p. 93, 2017.

WAJNSZTEJN, H. **Minerais orgânicos na prevenção de hiperparatireoidismo nutricional secundário em equinos**. 2010. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo/Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, 2010.

ZANINE, A.M. *et al.* Composição bromatológica de leguminosas do semiárido brasileiro. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, p. 1-9, 2005.