



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LEVI AFONSO CAVALCANTE DE LIMA

VALOR NUTRITIVO DOS FENOS DE FORRAGEIRAS NATIVAS DO PANTANAL
PARA BORREGAS SANTA INÊS

FORTALEZA

2020

LEVI AFONSO CAVALCANTE DE LIMA

VALOR NUTRITIVO DOS FENOS DE FORRAGEIRAS NATIVAS DO PANTANAL PARA
BORREGAS SANTA INÊS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel

Coorientador: Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L698v Lima, Levi Afonso Cavalcante.
Valor nutritivo dos fenos de forrageiras do Pantanal para borregas / Levi Afonso Cavalcante Lima. –
2020.
43 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2020.

Orientação: Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel.

Coorientação: Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério.

1. Conservação de forragem. 2. Fenação. 3. Forrageiras alternativas. 4. Ovinos. 5. Pequenos ruminantes. I.
Título.

CDD 636.08

LEVI AFONSO CAVALCANTE DE LIMA

VALOR NUTRITIVO DOS FENOS DE FORRAGEIRAS NATIVAS DO PANTANAL PARA
BORREGAS SANTA INÊS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovada em: 28/12/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Silas Primola Gomes
Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof. Dr. Delano de Sousa Oliveira
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Prof^a. Dra. Lays Débora Silva Mariz
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha esposa Alzira, e minha filha Lina

Aos meus pais, Paulo Afonso de Lima e Silva

Junior e Maria de Fatima Cavalcante de Lima.

(Dedico)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida, a fé e perseverança.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela sua competência enquanto instituição, em me capacitar durante minha jornada acadêmica, despertando e moldando atributos profissionais e qualidades pessoais.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro;

Agradecimento especial à Fundação de Amparo à Pesquisa do Mato Grosso do Sul – FUNDECT pelo apoio financeiro à execução do presente projeto de pesquisa e à pesquisadora Sandra Aparecida Santos pelo imprescindível apoio na produção e obtenção dos fenos das plantas forrageiras utilizadas na pesquisa e pela disponibilidade e apoio técnico para a consecução do projeto de pesquisa;

A minha esposa Alzira Jucá Cavalcante e minha filha Lina Jucá Cavalcante pela paciência, carinho, apoio... enfim, por todo amor;

À minha orientadora Patrícia, pela paciência, apoio, ensinamentos, e acima de tudo orientação;

Ao Professor Delano pelos ensinamentos, paciência e disponibilidade;

Ao Clésio, pela realização de todas as análises estatísticas referentes a este trabalho, pela disponibilidade e paciência que mostrou sempre que foi solicitado;

Aos meus pais, Paulo Junior e Maria de Fátima, pela compreensão e paciência; pelas lutas e sacrifícios para que eu tivesse oportunidade de estudar;

Aos membros da banca pelas valiosas contribuições com o trabalho;

Aos funcionários da UFC, professores, colegas de mestrado e doutorado que auxiliaram no decorrer do experimento e análises laboratoriais e de todas as pessoas que de um jeito ou de outro contribuíram para que eu hoje realizasse esse sonho, obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 88882.453996/2019-01

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”. (Cora Coralina)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica e os parâmetros nutricionais de duas forrageiras nativas do Pantanal brasileiro [capim-grama do cerrado (*Mesosetum chaseae* Luces) e capim-arroz (*Luziola subintegra* Swallen)] conservadas na forma de feno e, como parâmetro, os fenos de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) e capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), para alimentação de borregas da raça Santa Inês. Foram utilizadas 16 borregas, com aproximadamente nove meses de idade e com peso inicial de $30,00 \pm 2,50$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os animais foram alimentados exclusivamente com os quatro fenos, em gaiolas metabólicas, com água permanentemente à vontade. O feno de braquiária apresentou os menores teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), enquanto o maior teor de PB foi constatado para o feno de capim-arroz em relação aos demais fenos avaliados. Embora o maior teor de fibra em detergente neutro (FDN) tenha sido observado no feno de braquiária, o feno de grama do cerrado apresentou a maior concentração de lignina. Os valores de fenóis totais e taninos totais dos fenos experimentais apresentaram valores abaixo de 40 g kgMS^{-1} . Os fenos dos capins das forrageiras nativas do pantanal apresentaram consumo de MS, FDN e carboidratos totais semelhantes ($P < 0,05$) ao dos fenos de tifton-85 e braquiária. O menor consumo de PB foi obtido com os animais alimentados com capim braquiária. A digestibilidade da MS e da PB foi influenciada pelo tipo de feno ofertado, onde o capim arroz apresentou valores superiores aos obtidos com o capim-braquiária, ambos semelhantes aos demais fenos. O capim grama do cerrado apresentou maior digestibilidade para extrato etéreo. A digestibilidade aparente dos demais componentes não diferiu ($P < 0,05$) pelos diferentes fenos ofertados. Os fenos de forrageiras do pantanal apresenta valor nutritivo satisfatório, constituindo-se alternativa viável para a alimentação de borregas Santa Inês.

Palavras-chave: conservação de forragem; fenação; forrageiras alternativas; ovinos; pequenos ruminantes.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the chemical-bromatological composition and nutritional parameters of two native forages from the Brazilian Pantanal [Cerrado grass (*Mesosetum chaseae* Luces) and rice grass (*Luziola subintegra* Swallen)] preserved in the form of hay and, as a parameter, tifton grass hay 85 (*Cynodon spp.*) and brachiaria grass (*Urochloa decumbens*), for feeding Santa Inês ewe lambs. 16 nine-month-old ewe lambs were used, approximately and with an initial weight of 30.00 ± 2.50 kg, distributed in a completely randomized design, with four replications. The animals were fed exclusively with the four types of hays, in metabolic cages, with water permanently at ease. Brachiaria hay had the lowest levels of dry matter (DM) and crude protein (CP), while the highest CP content was found for rice grass hay in relation to the other evaluated hays. Although the highest content of neutral detergent fiber (NDF) was observed in brachiaria hay; cerrado grass hay showed the highest concentration of lignin. The values of total phenols and total tannins of the experimental hays showed values below 40 g kg^{MS}-1. The grass hays of the forages native to the Pantanal showed a consumption of DM, NDF and total carbohydrates similar ($P < 0.05$) to that of the tifton-85 and brachiaria hays. The lowest consumption of CP was obtained with animals fed with brachiaria grass. The digestibility of DM and CP was influenced by the type of hay offered, where rice grass showed higher values than those obtained with brachiaria grass, both similar to other hays. Cerrado grass showed greater digestibility for ether extract. The apparent digestibility of the other components did not differ ($P < 0.05$) for the different hays offered. Foraging hay from the Pantanal has satisfactory nutritional value, providing a viable alternative for feeding Santa Inês lambs.

Keywords: alternative fodder; forage conservation; haymaking; sheep; small ruminants.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Composição químico-bromatológica dos fenos experimentais..... | 28 |
| Tabela 2 – Teores de taninos e fenóis totais dos fenos experimentais..... | 30 |
| Tabela 3 – Consumo de matéria seca e nutrientes, Santa Inês alimentadas com diferentes fenos..... | 31 |
| Tabela 4 – Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (%) em borregas Santa Inês alimentadas com diferentes fenos..... | 33 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 11 |
| 2.1 | Pantanal..... | 11 |
| 2.2 | Manejo das pastagens nativas em áreas úmidas do pantanal..... | 12 |
| 2.3 | Produção de feno..... | 14 |
| 2.4 | Consumo de nutrientes ruminantes..... | 15 |
| 2.5 | Fatores que regulam o consumo..... | 17 |
| 2.6 | Digestibilidade..... | 19 |
| 2.7 | Taninos: bioquímica e propriedades nutricionais..... | 20 |
| 2.7.1 | <i>Definição e ocorrência.....</i> | 21 |
| 2.7.2 | <i>Taninos na nutrição animal.....</i> | 21 |
| 2.7.3 | <i>Influência nutricional dos taninos em pequenos ruminantes.....</i> | 22 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 23 |
| 3.1 | Local e animais experimentais..... | 23 |
| 3.2 | Coletas e análises laboratoriais..... | 23 |
| 3.3 | Preparo dos extratos para as análises de taninos totais e fenóis totais..... | 25 |
| 3.4 | Teor de tanino totais..... | 25 |
| 3.5 | Análise estatística..... | 26 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 27 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 35 |
| | REFERÊNCIAS..... | 36 |

1 INTRODUÇÃO

O Pantanal brasileiro é conhecido por sua extensa planície inundável, apresentando como características a formação de diversas paisagens como: florestas, savanas e campos. Essas grandes áreas de campos e savanas favoreceram o crescimento da produção de bovinos de corte, tendo em vista a presença de espécies herbáceas de forrageiras nativas, em sua maioria leguminosas e gramíneas. Porém, mesmo com riqueza de espécies de forrageiras nativas, ocorre a substituição de forrageiras nativas por exóticas sem adequado critério técnico, podendo tal prática diminuir consideravelmente o uso adequado dos recursos naturais da região pantaneira. No entanto, a introdução de espécies forrageiras exóticas pode atenuar a estacionalidade das pastagens nativas em regiões onde estas não se estabelecem bem. Assim, segundo SANTOS *et al.* (2008), a variabilidade espacial e temporal do Pantanal dificulta a adoção de um plano de manejo único para a região.

Nesse contexto, destaca-se a escassez de informações sobre o valor nutricional e forrageiro das pastagens nativas, o que tem dificultado a elaboração de estratégias adequadas de manejo alimentar e conseqüentemente, a conservação dessas forrageiras. Como nas demais áreas de pastagens nativas, o principal desafio enfrentado pelos técnicos refere-se à conservação, manejo e monitoramento destas áreas heterogêneas. Diante da complexidade das pastagens nativas do Pantanal, o principal desafio é definir quais espécies forrageiras nativas e/ou exóticas deverão ser utilizadas e como deve ser definida a suplementação alimentar dos animais em pastagens nativas, tendo em vista contribuir com o melhor desempenho da atividade pecuária. Portanto, um programa de manejo adaptativo de tomada de decisão para uso das pastagens nativas seria de grande importância para a sustentabilidade das fazendas pantaneiras.

Objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a composição químico-bromatológica e os parâmetros nutricionais do feno do capim-arroz e grama-do-cerrado, nativas do pantanal, conservadas na forma de feno na alimentação de borregas da raça Santa Inês.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O bioma do Pantanal

O Pantanal corresponde a uma das maiores extensões úmidas inundáveis do planeta e a maior extensão úmida do Brasil, com uma área de aproximadamente 160.000 km², ocupando cerca de 65% do estado do Mato Grosso do Sul e 35% do estado de Mato Grosso (GIRARDI *et al.*, 2011). O clima do Pantanal brasileiro caracteriza-se como Aw, de acordo com a classificação de Köppen e possui regime de chuvas com total anual que varia de 800 a 1.200 mm (IVERSSON *et al.*, 1993). A posição geográfica do Pantanal, reuni o elo entre a Amazônia, o Cerrado e os Chacos Boliviano e Paraguaio, sendo considerado como um conjunto de vários ecossistemas proveniente dos rios da Bacia do Alto Paraguai (IVERSSON *et al.*, 1993).

A biodiversidade no Pantanal abrange cerca de 4,700 espécies entre plantas e animais (BRASIL, 2014). A conservação dessa biodiversidade depende da manutenção de suas paisagens, muitas delas formadas por forrageiras nativas. Os campos naturais ocupam cerca de 2/3 do Pantanal (POTT; POTT, 1994), sendo sua distribuição e composição florística atribuídas a capacidade de drenagem do solo, a fertilidade e modificações do uso do solo (REBELLATO *et al.*, 2013, SILVA *et al.*, 2016). A sustentabilidade das pastagens nativas do Pantanal acontece quando as mesmas conseguem manter sua diversidade florística e capacidade de recuperação ao longo do tempo frente a distúrbios naturais ou antrópicos.

A vegetação do Pantanal brasileiro é diversificada, composta por diferentes regiões fitoecológicas (SILVA *et al.*, 2011), dentre as quais se destaca a Savana Estépica, que apresenta subtipos diferenciados de gramíneas, sendo encontradas as forrageiras de melhor qualidade nas áreas inundáveis, fazendo com que o manejo se ajuste aos pulsos de cheias e vazantes e aos aspectos de condições distintas do solo e de umidade (SANTOS *et al.*, 2004).

As pastagens cultivadas também são utilizadas no pantanal, requerendo manejo e uso eficiente, adequando a taxa de lotação dos rebanhos para evitar o superpastejo, o pisoteio excessivo e a degradação da pastagem, garantindo uma boa cobertura vegetal, protegendo e mantendo a fertilidade do solo (SANTOS, 2001). Além disso, a formação de pastagens no Pantanal deve ser feita, principalmente, em áreas já desmatadas ou degradadas, pois há menor custo financeiro e menor impacto ecológico, favorecendo o desenvolvimento da pecuária extensiva (SANTOS *et al.*, 2009). A formação de pastagens exóticas deve ter como objetivo maior o de reforçar a alimentação dos rebanhos, não se recomendando a substituição total de

pastagens nativas por cultivadas, mas sim de parte das pastagens naturais que ocupam áreas pouco utilizadas para pastejo.

2.2 Manejo de pastagens nativas em áreas úmidas do Pantanal

As principais áreas úmidas com pastagens nativas do Pantanal brasileiro incluem os seguintes habitats: campos inundados (áreas inundadas, incluindo vazantes, bordas de baías) e campos úmidos (SANTOS, 2001). Segundo o mesmo autor, no tocante a tendência mundial de produtos oriundos de ecossistemas agrícolas sustentáveis está se desenvolvendo, deve-se estimular o uso de sistemas com essas características, onde o manejo é baseado nas necessidades das espécies vegetais e animais, combinadas com as necessidades humanas e levando em consideração os componentes, interações e restrições do ambiente. Nestes sistemas de produção, é melhor otimizar o uso de recursos naturais para alimentação e utilizar animais adaptados para garantir uma produção sustentável (SANTOS *et al.*, 2017). Para um manejo sustentável das pastagens, o tipo, a disponibilidade e a qualidade das pastagens devem ser avaliados. Isso dependerá dos sistemas de pastejo (contínuo, rotativo e vedado), da suplementação da pastagem (proteica, energética e minerais) e das estratégias de controle das espécies invasoras (SANTOS *et al.*, 2004).

A espécie dominante em uma área é aquela mais abundante em determinada região, enquanto a espécie chave é a de maior preferência pelos animais (ruminantes). Poucas forrageiras nativas são consideradas chave, no entanto, elas merecem maior esforço de manutenção, pois além de enriquecerem a dieta dos animais, são importantes para a conservação da biodiversidade (EMBRAPA PANTANAL, 2012).

O manejo a ser adotado no Pantanal brasileiro deve ter como objetivo principal aumentar a oferta de espécies chave nas áreas de pastagem e a presença de forrageiras de melhor qualidade. As forrageiras de melhor qualidade se encontram em áreas inundáveis, onde, a tomada de decisão referente ao manejo será feita em relação aos pulsos de cheias e vazantes (SANTOS, 2001).

A conservação da biodiversidade pantaneira depende da manutenção de suas paisagens, muitas delas formadas por forrageiras nativas. A sustentabilidade das pastagens nativas do Pantanal acontece quando as mesmas conseguem manter sua diversidade e capacidade de recuperação ao longo do tempo perante a distúrbios naturais ou causados pela ação humana (EMBRAPA PANTANAL, 2012).

O estado de conservação das pastagens nativas é o foco da sustentabilidade, pois estas constituem no principal recurso renovável do Pantanal (SANTOS *et al.*, 2017). Uma pastagem saudável significa que ela desenvolve as funções chaves que são: produtividade primária, manutenção da estabilidade do solo; retenção de água; ciclagem de nutrientes e diversidade funcional de espécies de plantas (ADAMS *et al.*, 2016).

No Pantanal, o avanço e recuo de muitas espécies invasoras é acompanhado por um ciclo de enchentes e secas, que podem promover o desmatamento das pastagens ou permitir maior ou menor infestação dos campos (POTT, 1994). Espécies invasoras (nativas ou exóticas) se espalham por locais onde não ocorrem naturalmente e prejudicam o ecossistema e a produção. As vantagens dessas espécies invasoras dependem das condições edafoclimáticas, manejo e controle das pastagens (SANTOS, 2001). Às vezes, o manejo e a lotação inadequados podem favorecer a disseminação de plantas invasoras, sendo esse problema um dos principais enfrentados pelos produtores do Pantanal brasileiro.

Em áreas inundáveis não é recomendado a substituição da vegetação nativa, tendo em vista que, na maioria das vezes, a qualidade das pastagens nativas nesses locais é melhores do que as de pastagens cultivadas (SANTOS, 2001). Segundo Santos *et al.* (2004), estas áreas são mais intensamente usadas para pastejo pelo gado do que outras áreas, especialmente durante os períodos de seca.

Muitas forrageiras nativas do Pantanal são de via fotossintética C3 e apresentam melhor valor nutricional (EMBRAPA PANTANAL, 2012). A otimização do uso de recursos forrageiros nativos, em especial forrageiras de ciclo C3, podem diminuir a necessidade de utilizar insumos (suplementação mineral, proteica e energética). Esta prática melhora os serviços de provisão de forrageiras de qualidade. Gramíneas tropicais geralmente usam a via do metabólito C4 para fotorrespiração, enquanto a maioria das gramíneas temperadas usa fixação de carbono C3. Geralmente, a via metabólica C4 levará à taxa de deposição e maior teor de lignina nos tecidos vegetais, fator que pode alterar a ingestão voluntária e a digestão (WILSON, 1994).

Forragens tropicais, como leguminosas, arbustos e folhagens de árvores, podem conter metabólitos secundários, como taninos condensados, fenóis e saponinas, que alteram consumo, digestão e pode também alterar a metanogênese do rúmen (JOUANY; MORGAVI, 2007). Além disso, verificou-se que a presença de taninos condensados na folhagem de leguminosas, diminui as emissões de CH₄ (WAGHORN, 2008) principalmente devido à inibição de metanogênicos no rúmen (MARTIN *et al.*, 2010).

2.3 Produção de feno

O princípio básico da fenação baseia-se na conservação do valor nutritivo da forragem por meio da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos é paralisada (TAIZ; ZEIGER, 2016). Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas predominantes durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado (REIS *et al.*, 2001).

O corte da planta deve ser realizado pela manhã, logo após a evaporação do orvalho ou do excesso de umidade da planta, a altura de 5 a 10 cm acima do solo (ARRUDA, 2010). No momento do corte as gramíneas apresentam cerca de 75 a 85% de umidade, sendo que no final do processo de desidratação a umidade do feno deve ficar cerca de 15-18% de umidade, visando uma melhor conservação. Segundo Taiz e Zeiger, (2017), estima-se que apenas 5% da água perdida pelas folhas sejam pela cutícula. Os mesmos autores ainda inferem que quase toda a água perdida por folhas típicas se dá por difusão de vapor de água pelos poros dos estômatos, presentes na superfície da folha.

A água move-se principalmente por difusão, sendo que este movimento é controlado pelo gradiente de concentração de vapor da água, ou seja, a água será direcionada do meio interno, onde este apresenta maior pressão de vapor, para o ambiente externo, onde há menor pressão de vapor (TAIZ; ZEIGER, 2016). Portanto, para favorecer o processo de fenação deve ser realizado em dias mais secos, favorecendo a perda de água de forma mais rápida para o meio externo. Deve-se enleirar a forragem com baixa umidade no final do dia, para reduzir o aumento do teor de umidade durante a noite, e no dia seguinte essa deve ser desenleirada para finalizar o processo de secagem (ARRUDA, 2010).

O enfardamento e armazenamento irá facilitar o manuseio e o transporte do feno, além de reduzir o espaço no galpão e favorecer a sua comercialização. Após o enfardamento o feno deve ser armazenado em galpões arejados, protegidos da umidade e abrigados da luz solar, pois essa provoca a descoloração da cor esverdeada original. Os fardos devem ser dispostos em pilhas sobre estrados de madeira, evitando-se o contato com o piso e paredes (COSTA; RESENDE, 2006).

As alterações que ocorrem durante a secagem, recolhimento e armazenamento do feno, exercem influência marcante na composição química, consumo e digestibilidade da forragem (JOBIM *et al.*, 2007).

Segundo Jobim *et al.* (2001), para produzir feno de boa qualidade, deve-se utilizar plantas de preferência com alto valor nutritivo e características adequadas para fenação. Uma das características desejáveis da forrageira para ser fenada é a facilidade de desidratação. Esta característica está relacionada a fatores morfológicos intrínsecos da planta (espessura da cutícula, diâmetro e comprimento do colmo, relação folha/colmo) e a fatores climáticos e de manejo (MONTEIRO, 1996).

2.4 Consumo de nutrientes em ruminantes

A capacidade dos animais de consumir alimentos em quantidades satisfatórias para alcançar suas exigências de manutenção e produção é um dos fatores mais relevantes em sistemas de produção, principalmente se esses forem em grande parte dependentes de volumosos (RAIZ *et al.*, 2014). Os animais consomem alimentos para atender suas exigências em energia e outros nutrientes, por isso existe uma alta correlação entre a produção e a ingestão de alimentos (CHIZZOTTI *et al.*, 2007).

A ingestão voluntária é uma atividade fundamental em todos os animais e é primeiramente influenciada pela fome e saciedade (FORBES, 1995). Esses comportamentos, contudo, sofrem forte controle do organismo de tal forma que, em um animal saudável, períodos de intenso consumo voluntário são seguidos por outros de pouco ou nenhum interesse por alimentos. É sabido que fatores físicos, metabólicos, hormonais, sensoriais e ambientais atuam modulando estas variáveis, porém a compreensão de como a ingestão voluntária de alimentos é controlada ainda não é clara, uma vez que o controle da ingestão não pode ser explicado por um único fator isoladamente (FORBES, 1995).

A fibra desempenha importante função no controle do consumo voluntário e, conseqüentemente, na ingestão de nutrientes (ALLEN, 2000), além de estimular um ambiente ruminal favorável ao desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela digestão de carboidratos fibrosos (MERTENS, 1987).

O consumo de matéria seca é a variável mais importante a afetar o desempenho animal, uma vez que engloba a ingestão de todos os nutrientes e determina a resposta animal (VAN SOEST, 1994).

Se o consumo de matéria seca for muito baixo, ocorre redução da taxa de produção, fazendo a exigência de manutenção compreender grande parte do consumo energético total; por outro lado, se o consumo de matéria seca for muito elevado e exceder às exigências do animal, haverá uma grande deposição de reservas no corpo; portanto, o objetivo da

predição do consumo é o fornecimento de uma quantidade diária de alimento para os animais, de modo a atender às exigências nutricionais para um determinado nível de produção (ALLEN, 2000).

As variações no consumo resultam de uma interação complexa, a qual inclui a dieta (composição bromatológica e estruturas anatômicas), os microrganismos do rúmen (condições para um crescimento ótimo), o hospedeiro (idade, tamanho, sexo e estado fisiológico) e os mecanismos psicogênicos que integram o hospedeiro ao meio (MERTENS, 1994).

Estudos realizados por Allen (2000) mostram que as necessidades energéticas dos animais determinam o consumo de dietas de alta densidade calórica, enquanto a capacidade física do trato gastrointestinal determina a ingestão de dietas de baixa densidade energética. Além do consumo, deve-se avaliar também o valor energético dos alimentos fornecidos aos ruminantes, que apresenta elevada correlação com a digestibilidade dos nutrientes (KITESSA *et al.*, 1999), possibilitando assim, a quantificação percentual de cada nutriente do alimento que o animal potencialmente pode aproveitar (VAN SOEST, 1994).

De acordo com Hall *et al.* (2017), os carboidratos não fibrosos apresentam disponibilidade nutricional rápida, completa e constante entre os alimentos, de 98 a 100%, enquanto os carboidratos fibrosos, como celulose e hemiceluloses, os quais juntamente com a lignina, compõem a parede celular vegetal, são lentamente digeridos, apresentando disponibilidade nutricional variável ocupando espaço no trato gastrintestinal.

Oliveira *et al.* (2017) descreveram que os alimentos com baixo valor nutritivo, verifica-se menor taxa de passagem de partículas no rúmen, o que pode acarretar redução no consumo de matéria seca. O mesmo estudo ainda relata que dietas com alta densidade energética e baixo teor de fibra, o consumo é limitado pela demanda de energia, ou seja, o consumo máximo seria aquele em que a demanda de energia foi atingida.

Segundo Cruz *et al.* (2011), o consumo e a digestibilidade dos nutrientes podem estar correlacionados de maneira positiva ou negativa entre si, o que depende da qualidade da dieta, comumente referidos como efeitos associativos.

O desempenho animal está relacionado à ingestão de nutrientes digestíveis e metabolizáveis, sendo 60 a 90% deste justificado pelas variações no consumo e 10 a 40% atribuídas à digestibilidade (SILVA, 2010).

Portanto, na avaliação completa do valor nutritivo dos alimentos, os efeitos dos processos de consumo, digestão, absorção e metabolismo animal devem ser considerados, além da sua composição química (LEITE, 2013).

2.5 Fatores que regulam o consumo de nutrientes

São diversos os fatores que podem regular o consumo dos alimentos, dentre eles os fatores neurológicos, hormonais, físicos, químicos e metabólicos (MERTENS, 1994). O comportamento é uma propriedade emergente da função do sistema nervoso e que modifica o relacionamento de um animal com o seu ambiente (FORBES, 2007). Segundo o mesmo autor, uma das principais consequências do comportamento é o de ajustar o impulso de entrada sensorial e assim, os sinais de referência para o comportamento subsequente.

Para a manifestação de um comportamento, o organismo deve ser capaz de ao receber informações oriundas de diversas partes do corpo, avaliá-las, compará-las com informações de aprendizados anteriores, analisá-las em função de outros estímulos coexistentes, selecionar as possibilidades existentes e, então, distribuir os estímulos para os sistemas específicos (ALLEN, 2009).

Segundo Dukes e Swenson (1996), no organismo animal a transmissão dos estímulos pode ocorrer através de terminações nervosas sensíveis a alterações do meio (mecanorreceptores e quimiorreceptores) e que transportam a informação através de sinais elétricos para o sistema nervoso central (SNC). Forbes (1995) relata que outra forma de transmissão de informações é através de compostos químicos secretados por células de alguns tecidos corporais e que viajam através do corpo. Ambos os sistemas se interrelacionam sendo possível a um sistema modular a resposta do outro. Porém, o sistema nervoso está mais envolvido com respostas rápidas e alteração do comportamento, enquanto o sistema hormonal está envolvido com a homeostasia e adaptações lentas e sustentadas (DUKES; SWENSON, 1996).

Os animais controlam sua ingestão direcionando o seu balanço energético. Eles aumentam o consumo quando recebem uma dieta desbalanceada, incapaz de atender suas necessidades nutricionais, ou reduzem a ingestão quando a quantidade energética da ração ultrapassa suas necessidades (ALLEN, 2009).

O consumo também é controlado pela deficiência de outros nutrientes essenciais na dieta, bem como pelo estado de saúde do animal. Segundo Forbes (1995), para o organismo regular o balanço de energia corporal ele necessita de mecanismos capazes de monitorar o status do conteúdo da energia corporal, ingestão de energia e sua utilização, bem como dos demais nutrientes e enviar sinais a um centro integrador que determina os sinais de fome ou o conduz para comer.

Os ruminantes apresentam peculiaridades físicas e metabólicas que os permitem

utilizar a energia presente nas forragens (CONRAD *et al.*, 1964). Dentre as peculiaridades físicas, destaca-se o desenvolvimento de câmaras pré-gástricas. Estas fornecem ambiente ideal para realização de processos fermentativos por microrganismos que vivem em simbiose com o animal e degradam os nutrientes que não podem ser degradados pelas enzimas dos animais (WANG; MCALLISTER, 2002, MOHARRERY *et al.*, 2014).

No entanto, o desenvolvimento destas câmaras trouxe a estes animais a necessidade de reter estes alimentos por período de tempo mais longo para que pudesse ocorrer a colonização das partículas ingeridas pelos microrganismos e a maximização dos processos fermentativos. E esta retenção exerce influência no controle da ingestão destes animais (CONRAD *et al.*, 1964).

A insulina tem sido relacionada com o término da alimentação (BRAY, 2000). Contudo, este comportamento ocorre quando há grande quantidade de nutrientes disponível. Quando a disponibilidade de nutrientes é insuficiente para atender o aumento da demanda causada pela presença de insulina a ingestão é aumentada (FORBES, 1995).

A administração periférica de glucagon e sua injeção nos ventrículos cerebrais estão relacionados à redução da ingestão de alimentos e produz inibição dose-dependente (FORBES, 1995, KUROSE *et al.*, 2009).

O glucagon assim como a insulina é um hormônio produzido pelo pâncreas e tem como principal função manter o nível de glicose sanguínea constante. Sua liberação é estimulada por um sistema nervoso autônomo, por hormônios intestinais ou pela hipoglicemia (FORBES, 1995).

A leptina é um hormônio produzido pelo tecido adiposo, produto do gene da obesidade e está relacionada com a ingestão de alimentos e com a manutenção das reservas corporais. Housecnecht *et al.* (1998) realizaram estudos em animais usando leptina, que mostraram uma diminuição na ingestão de alimentos, perda de peso e deposição de gordura, e um aumento no metabolismo energético.

As estimativas do consumo de matéria seca e de nutrientes são extremamente importantes para que a eficiência alimentar possa ser melhorada, aumentando a eficiência de utilização dos nutrientes. Para Fontenele *et al.* (2011), o consumo de matéria seca apresenta-se como um fator de relevância no desempenho animal. Arelado ao consumo, a digestibilidade dos nutrientes também exerce papel importante no processo produtivo, pois é a partir desse parâmetro que é possível conhecer a quantidade de nutrientes absorvidos pelos animais (MERTENS, 1994).

2.6 Digestibilidade

A digestibilidade é um parâmetro importante do valor nutricional dos alimentos, entretanto, são vários os fatores que podem interferir nos coeficientes de digestibilidade dos alimentos pelos ruminantes, como o nível de consumo, idade do animal, maturidade da planta, quando se trata de forrageiras o impacto negativo na digestibilidade dos nutrientes é principalmente devido à diminuição do teor de proteína e ao aumento da lignificação da parede celular (BERCHIELLI *et al.*, 2006).

A digestibilidade afeta o desempenho porque a digestibilidade é um parâmetro que determina a ingestão de nutrientes que serão utilizados para o metabolismo animal (ZEOULA *et al.*, 2006). Estima-se que a digestibilidade dos alimentos constitua o principal aspecto da obtenção de energia, principalmente através dos nutrientes totais digestíveis, de forma a atingir um equilíbrio adequado da dieta, atendendo assim às necessidades de manutenção e produção dos animais (DETMANN *et al.*, 2006, ZEOULA *et al.*, 2002).

O tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal influencia diretamente a digestibilidade dos nutrientes, conseqüentemente as taxas de digestão e passagem (VAN SOEST, 1994). O mesmo autor ainda relata que, a diminuição da digestibilidade é decorrente da correlação entre as taxas de digestão e passagem.

Nesse contexto, Souto *et al.* (2004) evidenciaram que o estado de repleção ruminal correlaciona-se com a taxa de passagem do alimento, a qual está em função da ruminação e atividade microbiana, resultando na diminuição do tamanho das partículas do alimento.

Basicamente, a qualidade de um alimento depende de seu valor nutritivo e da taxa de consumo voluntário. A composição química é o ponto básico do valor nutritivo de um alimento. Todavia, este é mais dependente da digestibilidade de seus componentes químicos (BARROS *et al.*, 1997).

Outro fator que também interfere na digestibilidade dos alimentos é o pH ruminal. Geralmente ocorre declínio no pH com o aumento da quantidade de concentrados fornecidos na dieta. Para Pereira *et al.* (2006), dietas com maiores níveis de concentrados promovem maior proliferação de microrganismos amilolíticos em detrimento dos celulolíticos e, conseqüentemente, ocorre menor digestão da fibra.

De acordo com Van Soest (1994), além da diminuição do pH ruminal que ocorre com a ingestão de dietas ricas em carboidratos não-fibrosos, há aumento na taxa de passagem, o que também pode comprometer a digestão dos alimentos.

2.7 Taninos: bioquímica e propriedades nutricionais

2.7.1 Definição e ocorrência

Os fenóis comuns em plantas não são considerados tóxicos em quantidades e condições normais, com exceção dos fenóis poliméricos denominados taninos, que possuem a habilidade de complexar e precipitar proteínas de soluções aquosas (SALUNKHE *et al.*, 1990).

Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas (BUTLER *et al.*, 1984) e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas (HASLAM, 1989). Taninos são polifenóis de ocorrência natural, em plantas, que exercem grande influência no valor nutritivo de forragens. Os taninos apresentam alto peso molecular, entre 500 a 3000 (MANGAN, 1988) e contêm grupos hidroxila.

Os taninos são caracterizados pela sua capacidade de se combinar com proteínas da pele animal inibindo a putrefação, processo este conhecido como curtimento do couro (DESHPANDE *et al.*, 1986). Esses compostos também são considerados potentes inibidores de enzimas devido à complexação com proteínas enzimáticas (NACZK *et al.*, 1994).

Os taninos são mais comuns nas dicotiledôneas do que nas monocotiledôneas. Algumas famílias de dicotiledôneas ricas em taninos são as leguminosae, anacardiaceas combretaceas rhizoporaceae, mirtacea, polinaceae (CANNAS, 1999).

Os taninos são encontrados principalmente nos vacúolos das plantas. Nestes locais eles não interferem no metabolismo da planta, somente após lesão ou morte das plantas eles agem e têm metabolismo eficiente (CANNAS, 1999).

2.7.2 Taninos na nutrição animal

Os taninos têm um importante papel na nutrição animal, podendo exercer efeitos adversos e/ou benéficos na utilização de nutrientes, na saúde e na produção animal (VITTI *et al.*, 2005). O principal impacto dos taninos na nutrição animal deve-se à habilidade desses compostos em formar complexos com vários tipos de moléculas (CORDÃO *et al.*, 2010). Além da capacidade dos taninos em precipitar proteína, eles também são capazes de interagir com outras macromoléculas, como carboidratos, membrana celular das bactérias e íons metálicos (LEINMÜLLER; KARL-HEINZ, 1991).

Segundo Haslam (1996) a complexação dos taninos com a proteína é a base principal do efeito biológico. Essa complexação com a proteína é dependente de pH e, portanto, é reversível, e envolve ligações hidrofóbicas e pontes de hidrogênio.

2.7.3 Influência nutricional dos taninos em pequenos ruminantes

Os efeitos dos taninos na dieta animal advêm da capacidade de complexação com macromoléculas, em especial proteínas, e da sua concentração na forragem (BARRY; MCNABB, 1999). Em geral preconiza-se uma concentração de taninos condensados em torno de 2-4% de matéria seca, limite em que não há depressão do consumo e digestibilidade, havendo ao mesmo tempo, um aumento da quantidade de proteínas não degradadas no intestino delgado, melhorando, desta forma, a utilização de aminoácidos essenciais (OTERO; HIDALGO, 2004).

O complexo taninos/proteínas é formado a partir da mastigação das plantas que contém taninos e permanece estável em pH que varia de 3,5 a 7,0 (VITTI *et al.*, 2005). Desta forma a proteína escapa da hidrólise microbiana e da desaminação do rúmen e como consequência, uma maior quantidade de proteína fica disponível para digestão e absorção pós-rúmen (MUI *et al.*, 2005). Uma prova da diminuição da degradação de proteínas em nível ruminal é a redução da concentração de amônia ruminal e de ácidos graxos voláteis em animais que receberam uma dieta contendo 1,8% de taninos provenientes de *Lotus corniculatus* (WAGHORN *et al.*, 1997).

Esse efeito antinutricional tem sido atribuído geralmente ou a ligação dos taninos condensados a proteínas e/ou enzimas associados com a elevada concentração de taninos ou a efeitos após a absorção de taninos hidrolisáveis (BECKER; MAKKAR, 1999).

Forrageiras com elevado teor de taninos (maior que 6-10% de MS) atuam diminuindo a palatabilidade do alimento por meio da formação de complexos entre proteínas salivares e taninos condensados, promovendo uma sensação de adstringência com aumento da salivação e diminuição da aceitabilidade, reduzindo, portanto, o consumo alimentar (WAGHORN *et al.*, 1994), gerando como consequência um baixo desempenho observado por meio da redução da produção de leite, carne e lã.

Outro efeito adverso que reduz a produtividade animal é a diminuição da taxa de fermentação e até mesmo da digestão de nitrogênio, haja vista a inibição enzimática da microbiota do rúmen promovida pela formação do complexo taninos/enzima (MAKKAR *et al.*, 1995).

Taninos extraídos de folhas do carvalho inibiram a atividade da tripsina e da amilase no intestino delgado de pequenos ruminantes (SILANIKOVE *et al.*, 1994). Vale salientar que essa atividade biológica é devida a concentração e a estrutura dos taninos encontrados na forragem (MUI *et al.*, 2005). Como consequência observa-se uma alta perda de nitrogênio endógeno pelas fezes (MAKKAR; BECKER, 1998). Pode ocorrer também uma diminuição da digestibilidade de carboidratos presentes na parede celular dos vegetais ingeridos pelos ruminantes, devido à formação de complexos indigestíveis entre taninos e polissacarídeos ou mesmo pela inativação de enzimas bacterianas (MAKKAR *et al.*, 1995).

A toxicidade dos taninos aos microrganismos do rúmen tem sido descrita para várias espécies de bactérias tais como *Streptococcus bovis* e *Fibrobacter succinogenes* (NOZELLA, 2001).

Com relação aos taninos hidrolisáveis, estes por serem facilmente degradados nos sistemas biológicos por esterases não específicas, resultam em produtos de baixo peso molecular que entram na circulação sanguínea causando necrose principalmente no fígado e rins uma vez que em níveis altos no sangue estes superam a capacidade de desintoxicação observada nesses órgãos (MAKKAR *et al.*, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental foi aprovado segundo as normas éticas preconizadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos (CEUA/CNPC), com o número de protocolo 016/2018.

3.1 Local e animais experimentais

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral-CE.

Foram utilizadas 16 borregas da raça Santa Inês, com aproximadamente nove meses de idade e com peso corporal médio inicial de $30,00 \pm 2,50$ kg, previamente vermifugadas e alojadas individualmente em gaiolas metálicas de metabolismo dotadas de comedouros e bebedouros, localizadas em galpão de alvenaria coberto, com piso concretado, onde permaneceram durante todo o período experimental. Durante o período experimental a água foi fornecida *ad libitum*.

Foram avaliados quatro tipos de fenos, sendo dois oriundos de forrageiras nativas do Pantanal, o capim grama-do-cerrado (*Mesosetum chaseae* Luces) e o capim-arroz (*Luziola subintegra* Swallen) e dois de utilização mais comum nas propriedades de forma geral capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) e capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), utilizados como parâmetro. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, perfazendo quatro tratamentos experimentais, com quatro repetições.

3.2 Coletas e análises laboratoriais

Os animais foram pesados, identificados, ministrado vermífugo e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos. O experimento teve 19 dias de duração, sendo 14 dias para adaptação dos animais às dietas e ao ambiente experimental e cinco dias para a determinação do consumo voluntário e digestibilidade aparente.

Os animais receberam, no início do experimento, um quilograma de feno (em base da matéria natural) para cada um dos tratamentos, divididos em dois fornecimentos (07h00 e 16h00), com base no NRC (2007), atendendo às exigências de manutenção (consumo de MS

850 g dia⁻¹, para ovinos com 30 kg). Nos dias subsequentes, a quantidade de feno ofertada foi ajustada de acordo com o consumo do dia anterior, de forma que permitisse sobras entre 10 e 15% do total fornecido. Diariamente, antes da primeira refeição, as sobras de alimentos do dia anterior foram recolhidas e pesadas, para determinação do consumo voluntário.

Foram coletadas e pesadas amostras dos fenos, sobras e fezes, sendo realizada amostra composta dos cinco dias de coletas, acondicionadas em sacos plásticos e conservadas a freezer com temperatura de -10°C. As fezes foram armazenadas em caixas coletoras adaptadas às gaiolas de metabolismo, recolhidas e pesadas para determinação da digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes. Reservou-se alíquota de 20% da coleta total das fezes para as análises subsequentes.

Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas e pré-secas a 55°C, em estufa com circulação forçada de ar, até peso constante. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey utilizando-se peneira de um milímetro. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Procedeu-se análises da matéria seca (MS; método 930.15), cinzas (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método 968.06), extrato etéreo (EE; método 954.05) segundo AOAC (2012), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LIG), segundo Van Soest *et al.* (1991). Para a análise da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) as amostras foram tratadas sem o uso de sulfito de sódio, corrigida para a cinza residual e nitrogênio (N) segundo (LICITRA *et al.*, 1996).

Para cálculo da porcentagem dos carboidratos totais (CT) utilizou-se a equação proposta por Sniffen *et al.* (1992): $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%CINZAS + \%EE)$, onde CT (%) = valor percentual de carboidratos totais.

Para cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF) utilizou-se equação recomendada por Weiss (1999), a saber: $CNF (\%) = 100 - (\% FDNcp + \%PB + \%EE + \%Cinzas)$, onde CNF = valor percentual dos carboidratos não fibrosos, FDNcp = valor percentual de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

Para cálculo do NDT das dietas adotou-se a equação: $NDT = PBD + 2,25 \times EED + CHOTD$, recomendada pelo Sistema de Cornell (SNIFFEN *et al.*, 1992), sendo PBD, EED e CHOTD correspondem respectivamente à proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos totais digestíveis.

3.3 Preparo dos extratos para as análises de taninos totais e fenóis totais

Foi utilizado para a preparação do extrato, o correspondente a 200 mg de amostra de feno, finamente moída em peneira de 60 mesh, a qual foi extraída em 10 mL de metanol:água (50%), em maceração a frio e agitação constante por um período de 4 horas, segundo metodologia descrita por Castro *et al.* (2009). O extrato foi filtrado em papel filtro e o volume completado para 10 mL com metanol:água (50%).

A curva de calibração foi preparada com o emprego de solução padrão de ácido tânico na concentração de 0,1 mg/1.000 mL. Para a quantificação de fenóis totais, foram pipetados 0,05 mL do extrato, 4,2 mL de água destilada, 0,25 mL de reagente Folin-Denis e 0,5 mL de solução saturada de carbonato de sódio, formando uma mistura de cor azul. Após 30 minutos, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 760 nm. As quantificações foram feitas em duplicata e o resultado expresso em porcentagem de ácido tânico, por grama de matéria seca.

3.4 Teor de tanino totais

Utilizou-se o método de difusão radial, segundo FAO (2000). Para a obtenção da curva padrão, preparou-se uma solução aquosa de ácido tânico com concentração de 25 mg/mL. Alíquotas de 1; 4; 8; 12; 16; 20 e 24 μ L foram dispostas nos poços em duplicatas e os diâmetros dos halos, medidos após 72 horas.

Para o preparo das amostras, foram retirados 5 mL dos extratos previamente preparados, os quais foram concentrados em chapa a 50°C e posteriormente ressuspendidos com 0,5 mL de metanol a 50% (v/v). Para a dosagem de taninos nas amostras, foram utilizados 15 μ L de cada extrato, aplicados aos poços em duplicata, e esperadas 72 horas para reação. O resultado foi expresso de forma semelhante ao empregado para os métodos de Folin-Denis.

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homocedasticidade antes da realização das análises de variância. As variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS® (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$\text{Modelo 1: } Y_{ik} = \mu + F_i + \epsilon_{ik},$$

Onde: Y_{ik} é a variável dependente do experimento medida no animal ou na unidade experimental “k” dos fenos “i”; μ é a constante geral; F_i é o efeito dos fenos “i”; e ϵ_{ik} é o efeito do erro aleatório.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de matéria seca observado dos fenos apresentou valores próximos (Tabela 1). Os teores de matéria seca dos fenos obtidos neste trabalho (79 a 87%), estão de acordo com o recomendado por vários autores (GONÇALVES; BORGES, 2006; PIZARRO, 1980; REIS *et al.*, 2001), para a boa conservação do material durante o período de armazenamento. De acordo com Reis *et al.* (2013), a armazenagem no ponto de feno adequado (15-18% de umidade), é fundamental para a preservação da qualidade e valor nutritivo do feno.

O feno de capim arroz apresentou teor de proteína bruta (PB) de 128,3 g kgMS⁻¹ superior se comparado ao feno de tifton 85 (116,1 g kgMS⁻¹), esse maior valor observado pode ser relacionado as características da planta (C3), uma maior relação folha/colmo, ou até fatores relacionados a fenação (idade de corte, secagem e armazenamento). Gramíneas C3 são plantas herbáceas que têm como primeiro produto estável na fotossíntese o ácido 3-fosfoglicérico (3-PGA), uma molécula com três carbonos, caracterizadas pela ausência do sistema Kranz (VALLS, 1994). De maneira geral, são forrageiras de melhor qualidade e digestibilidade. Já o feno de capim-grama do cerrado apresentou teor mais alto de PB quando comparado com feno de braquiária, mas, segundo Santos *et al.* (2019), dependendo da época de realização do corte é possível obter valores de proteína bruta ainda mais elevados em relação ao capim-braquiária, visto que sua amplitude de variação de 2 a 14,2%.

Os valores médios do teor de matéria orgânica dos fenos (766,45 g kgMS⁻¹) foi superior ao observado no feno de capim arroz, onde esse apresentou com o menor teor de matéria orgânica (695,645 g kgMS⁻¹), em relação aos demais fenos estudados.

O feno de capim-arroz apresentou o maior teor de material mineral (Tabela 1). Isso provavelmente está relacionado à caracterização físico-química dos solos onde a gramínea capim-arroz é mais presente, influenciando diretamente nos maiores teores de nutrientes e minerais na planta, onde geralmente essas áreas apresentam maior quantidade de matéria orgânica no solo (SANTOS *et al.*, 2019).

O teor de extrato etéreo do feno grama do cerrado, quando comparado com dos demais fenos, apresentou valor mais elevado, contudo, considerando que o nível de extrato etéreo foi menor 4% da MS, provavelmente não comprometeria o consumo, seja por mecanismos regulatórios que controlam a ingestão de alimentos, seja pela capacidade limitada dos ruminantes em oxidar os ácidos graxos (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Tabela 1- Composição químico-bromatológica dos fenos experimentais (g kgMS⁻¹)

| Item | Feno | | | |
|--------------------|-------------------|-------------|-----------|------------|
| | Gramma do cerrado | Capim-arroz | Tifton 85 | Braquiária |
| Matéria seca | 854,6 | 832,7 | 869,6 | 791,0 |
| Matéria orgânica | 802,9 | 695,6 | 820,3 | 747,0 |
| Proteína bruta | 72,4 | 128,3 | 116,1 | 47,3 |
| Matéria mineral | 60,5 | 164,7 | 56,7 | 55,7 |
| Extrato etéreo | 34,5 | 10,9 | 16,1 | 10,1 |
| FDN ¹ | 739,7 | 726,1 | 757,6 | 780,6 |
| FDNcp ² | 716,3 | 564,3 | 697,1 | 741,8 |
| FDA ³ | 430,1 | 440,5 | 383,4 | 426,4 |
| Hemicelulose | 309,6 | 285,5 | 374,2 | 354,2 |
| Lignina | 66,1 | 48,1 | 31,3 | 44,1 |
| Celulose | 364,0 | 392,5 | 352,0 | 382,5 |
| CHOT ⁴ | 832,6 | 696,0 | 811,0 | 886,9 |
| CNF ⁵ | 116,2 | 131,7 | 113,9 | 145,1 |
| NDT ⁶ | 491,3 | 498,1 | 532,2 | 489,31 |

¹ Fibra em detergente neutro; ²Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ³Fibra em detergente ácido; ⁴Carboidratos totais; ⁵Carboidratos não fibrosos; ⁶Nutrientes digestíveis totais.

Em relação à composição em termos de fibra dos fenos, representada pelos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), os valores médios obtidos foram próximos (Tabela 1). Onde, valores obtidos no presente estudo suprem as quantidades mínimas de FDN e FDA (MACEDO JUNIOR, 2006).

O feno de tifton 85 apresentou o menor teor de fibra em detergente ácido em relação aos demais fenos. Segundo Noller *et al.* (1997), volumosos que apresentam até 30% de FDA podem ser consumidos em níveis elevados, ao contrário daqueles que apresentam valores de FDA acima de 40%. O feno de tifton 85 apresentou 38,3% de FDA, o que significa um valor intermediário em relação aos fatores limitantes de consumo.

O maior teor de FDNcp foi observado no feno de braquiária (741,8 g kgMS⁻¹), apresentando valor superior ao teor encontrado no feno capim-arroz (564,3 g kgMS⁻¹). Segundo Van Soest (1994), a FDN é composta por celulose, hemicelulose e lignina, proteína e cinzas, então, esse menor teor no feno de capim-arroz, provavelmente seja relacionado aos maiores teores de material mineral e proteína contidos na fibra em detergente neutro da referida gramínea.

O menor teor de lignina foi observado no feno tifton 85 (31,3 g kgMS⁻¹) e o maior teor no feno grama do cerrado (66,1 g kgMS⁻¹). Esses valores podem sugerir que o capim-

grama do cerrado foi cortado em estágio de maturação maior que o capim-tifton 85 para o processo da fenação. A importância da lignina na nutrição animal está relacionada ao fato de existirem fortes evidências de que os polissacarídeos da parede celular, tais como celulose, hemicelulose, ao serem isolados, apresentam maior degradação por microrganismos do rúmen ou por enzimas (VAN SOEST, 1994). A degradação ruminal é raramente completa, e diminui com o aumento do teor de lignina, além de ser influenciada pela espécie e idade da planta; por isso, menores teores de lignina são desejáveis no feno (SILVA; QUEIROZ, 2002).

De acordo com a classificação de Sniffen (1992), os carboidratos não fibrosos (CNF) representam a fração A (composta por açúcares solúveis e ácidos orgânicos de rápida degradação) e B1 (amido, pectina e glucanos), os quais são de fácil fermentação, assim, disponibiliza maior aporte de energia para o crescimento dos microrganismos ruminais que permite maior adesão e menor tempo de colonização, e conseqüentemente maior digestão (VAN SOEST, 1994). O maior teor de carboidratos totais e de carboidratos não fibrosos foi observado no feno de braquiária, contudo, se levarmos em consideração a proporção dos carboidratos totais em relação aos carboidratos não fibrosos, o feno de capim-arroz apresentou a maior relação.

O maior teor de NDT foi observado no feno de tifton 85 (532,2 g kgMS⁻¹), valores próximos foram observados por Junior *et al.*, (2000), que tiveram variação de NDT de acordo com a idade de rebrota do capim-tifton 85, onde, para 56 dias de rebrota, apresentou teor de NDT (559,0 g kgMS⁻¹) e para 28 dias (594,9 g kgMS⁻¹) de NDT. Os valores de NDT dos demais fenos foram similares (Tabela 1).

Os valores de fenóis e taninos totais apresentaram valores abaixo de 40 g kgMS⁻¹ (Tabela 2). Segundo Waghorn *et al.* (1990), o teor de tanino não deve ultrapassar o referido valor para não comprometer o consumo voluntário da forragem pelos animais. Portanto, os fatores antinutricionais dos taninos e fenóis provavelmente não ocasionariam efeitos adversos em relação ao consumo, metabolismo pós-ruminal e toxicidade para os animais.

Tabela 2 - Teores de taninos e fenóis totais dos fenos experimentais (g kgMS⁻¹)

| Item | Feno | | | |
|----------------|-------------------|-------------|-----------|------------|
| | Gramma do cerrado | Capim-arroz | Tifton 85 | Braquiária |
| Taninos totais | 5,3 | 3,1 | 4,0 | 6,4 |
| Fenóis totais | 7,5 | 7,2 | 8,3 | 6,2 |

Fenóis totais são compostos, principalmente, por taninos hidrolisados e taninos condensados. Segundo Van Soest (1994), a presença de taninos na dieta pode ainda aumentar a eficiência na reciclagem da ureia, por meio do aumento do teor de ureia na saliva e do fluxo salivar para o rúmen. Os taninos podem apresentar características favoráveis à alimentação animal. Os principais benefícios dos taninos condensados na nutrição animal são a proteção das proteínas da degradação ruminal, o aumento da tolerância dos animais às helmintoses e a prevenção ao timpanismo (GETACHEW, 1999). Segundo Vitti *et al.* (2005), valores acima de 50 g kgMS⁻¹ são deletérios para o metabolismo dos ruminantes.

Observou-se maior consumo de MS ($P < 0,05$) nos animais alimentados com fenos de tifton 85 quando comparado com o feno de capim braquiária (Tabela 3). Contudo, o consumo do feno de capim braquiária foi semelhante ao capim-arroz e a grama do cerrado e diferiu apenas do feno tifton 85, que também foi semelhante aos demais fenos avaliados. Os valores observados de consumo de MS são semelhantes aos encontrados na literatura para dietas exclusivas de volumosos, porém, abaixo dos valores das tabelas de exigência do NRC (2007), que aponta para ovinos em terminação com peso vivo médio de 40 kg, consumo diário de 1,6 kg de matéria seca (40 g kg⁻¹ dia⁻¹). Consumo dessa ordem só seria possível com forragens de alta qualidade ou, então suplementação de concentrados.

O consumo de MS com base no peso corporal foi maior no tratamento com feno tifton 85, (2,34% PC), houve diferença significativa ($P < 0,05$) em relação ao tratamento com feno braquiária, porém não houve diferença estatística ($P > 0,05$) com os demais fenos estudados.

Trabalhando com ovinos sem raça definida (SRD), alimentados com o capim-buffel e com leucena, Lira (1990) obteve consumo de (2,63% PC), valor superior ao encontrado no presente trabalho (2,34% PC). É provável que o fato de trabalhar com dietas contendo apenas volumoso (capim-buffel e leucena) justifique os baixos consumos de matéria seca obtidos no referido trabalho.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca e nutrientes, Santa Inês alimentadas com diferentes fenos

| Item | Feno | | | EPM ¹ | Valor-P* | |
|-------------------|----------------------------------|-------------|-----------|------------------|----------|------------|
| | Gramma do cerrado | Capim arroz | Tifton 85 | | | Braquiária |
| | Consumo (g dia ⁻¹) | | | | | |
| Matéria seca | 568,61ab | 622,76ab | 731,53a | 378,35b | 34,090 | 0,0216 |
| Matéria orgânica | 456,52ab | 433,15ab | 600,52a | 322,43b | 25,905 | 0,0256 |
| Proteína bruta | 41,45b | 69,90a | 85,10a | 18,04c | 2,450 | <0,0001 |
| Extrato etéreo | 19,53a | 6,75bc | 12,53b | 3,81c | 0,798 | 0,0001 |
| FDN ² | 420,31ab | 452,33ab | 553,57a | 295,67b | 25,415 | 0,0267 |
| FDA ³ | 244,64 | 274,40 | 280,10 | 161,07 | 14,510 | 0,0438 |
| CHOT ⁴ | 473,28ab | 433,56ab | 592,91a | 335,46b | 27,136 | 0,0384 |
| | Consumo (% PC) | | | | | |
| Matéria seca | 1,96ab | 1,64ab | 2,34a | 1,38b | 0,122 | 0,0447 |
| Proteína bruta | 0,15b | 0,21a | 0,27a | 0,06c | 0,003 | <0,0001 |
| Extrato etéreo | 0,07a | 0,02bc | 0,04ab | 0,01c | 0,115 | 0,0003 |
| FDN ² | 1,45 | 1,41 | 1,77 | 1,02 | 0,090 | 0,0393 |
| CHOT ⁴ | 1,64 | 1,35 | 1,90 | 1,16 | 0,097 | 0,0341 |
| | Consumo (g kg ^{-0,75}) | | | | | |
| Matéria seca | 45,57ab | 46,19ab | 55,35a | 30,21b | 2,772 | 0,0455 |
| Proteína bruta | 3,32b | 5,11a | 6,44a | 1,44c | 0,191 | <0,0001 |
| Extrato etéreo | 1,57a | 0,50bc | 0,94b | 0,31c | 0,068 | 0,0001 |
| FDN ² | 33,55ab | 33,68ab | 41,88a | 23,61b | 2,134 | 0,0398 |
| CHOT ⁴ | 37,92 | 32,16 | 44,86 | 26,79 | 2,210 | 0,0383 |
| Matéria seca | 1,96ab | 1,64ab | 2,34a | 1,38b | 0,122 | 0,0447 |

¹Erro padrão da média; ²Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ³Fibra em detergente ácido; ⁴Carboidratos totais; Médias seguidas de mesma letra, na linha não diferem no teste de Tukey (P>0,05)

O consumo de MS com base em (g kg^{-0,75}), foi maior no tratamento com feno de tifton 85, onde só diferiu significativamente (P<0,05) do tratamento com feno de braquiária (Tabela 3), que por sua vez, não houve diferença estatística (P>0,05) com os demais fenos estudados. Os valores encontrados no presente trabalho para consumo de matéria seca, expressos em g kg^{-0,75}, foram semelhantes (55,35 g kg^{-0,75}) ao encontrado por Bueno *et al.* (2007), que, ao trabalhar com ovinos alimentados exclusivamente com fenos de tifton 85, obtiveram valor de 57,8 g kg^{-0,75}.

O consumo de PB (g dia⁻¹) foi maior para os fenos de tifton 85 e capim-arroz, diferindo significativamente (P<0,05) dos fenos grama do cerrado e braquiária. Contudo, quando comparado o consumo de PB com base em (%PC), os fenos tifton 85 e capim arroz não houve diferença significativa (P>0,05) entre si, porém houve diferença (P<0,05) entre os fenos grama do cerrado e braquiária. O teor de PB da dieta é um dos fatores que pode afetar o

consumo de MS, que abaixo de 7% reduz a digestão das fibras, restringe a ingestão voluntária e, conseqüentemente, o consumo de energia pelo comprometimento da função ruminal, decrescendo a eficiência de utilização do alimento (MEHREZ; ORSKOV, 1977). No presente estudo, o baixo teor de PB do feno de braquiária pode ter influenciado o consumo de matéria seca, já que a PB está abaixo das exigências mínimas de manutenção observados no NRC (2007) que é de 58,0 g dia⁻¹ de PB. Verificou-se, do mesmo modo, que o feno grama do cerrado apresentou valor de consumo de PB (41,45 g dia⁻¹) abaixo das exigências.

O consumo de matéria orgânica teve o comportamento semelhante ao consumo da matéria seca, onde, o feno de tifton 85 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) em relação ao feno de braquiária (Tabela 3).

O maior consumo de extrato etéreo foi constatado na dieta com feno grama do cerrado (19,53 g dia⁻¹) em relação aos demais fenos. Provavelmente, por conta do maior teor observado de extrato etéreo do feno (Tabela 1). Em relação ao consumo de extrato etéreo com base (%PC), houve diferença no consumo, onde, o feno grama do cerrado diferiu ($P < 0,05$) do feno de braquiária, que por sua vez, teve diferença significativa em relação ao feno tifton 85, que não diferiu do feno capim-arroz.

Os valores de consumo de extrato etéreo não ultrapassaram o limite de 6%. De acordo com Church (1988), maiores quantidades de lipídios na dieta de ruminantes podem prejudicar a ingestão de matéria seca por afetar negativamente a digestão das frações fibrosas devido ao seu efeito inibidor das bactérias celulolíticas. Segundo Jenkins (1993), o valor crítico de teor de lipídios na dieta é de, no máximo, 6% de extrato etéreo na matéria seca, pois valores superiores prejudicariam a degradação ruminal.

O consumo de FDN do capim-tifton 85 foi maior ($P < 0,05$) que o do feno de braquiária, mesmo comportamento do consumo de MS. Isso pode ser explicado pelo maior consumo de matéria seca, visto que os teores de FDN e FDA foram semelhantes entre os fenos, com exceção do feno de braquiária ($P < 0,05$). O consumo de FDN, expresso como (%PC), não apresentou diferença entre os fenos, contudo, em relação ao peso metabólico (g kg^{-0,75}). Houve diferença significativa do feno tifton 85 em relação ao feno braquiária, que por sua vez não diferiu dos demais fenos.

Os valores médios observados de FDN nos fenos (430,47 g dia⁻¹) foi inferior, quando comparado ao estudo de Macedo Junior (2006), onde, o consumo médio de FDN foi (496,16 g dia⁻¹), isto representou um consumo de 1,10% do peso corporal dos animais do respectivo trabalho.

Fenos com o mesmo teor de FDN podem apresentar respostas diferentes, da

mesma forma que fenos com maior teor de FDN não necessariamente implicam em respostas mais negativas sobre o consumo e a digestão (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Assim, para avaliação dos efeitos da FDN, discriminações devem ser feitas quanto à natureza e características desses fenos. Em geral, a FDN oriunda de forragens apresenta maior repleção ruminal do que aquela oriunda de fontes não-forragens (SOUTO *et al.*, 2004). Além disso, no grupo de forrageiras, diferenças entre espécies, maturidade e condições climáticas, implicam em variações no teor e nas características químicas e físicas da FDN (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Segundo Van Soest (1994), forragens com altos níveis de fibra, permanecem por mais tempo no trato gastrointestinal, gerando menor consumo voluntário. Entretanto, não foi o caso do presente trabalho, visto que, as dietas por se tratarem somente de feno estimularam o animal a consumir os mesmos, em quantidades suficientes, para tentar alcançar suas exigências de manutenção, sendo esse um dos fatores mais importantes em um sistema de produção, principalmente se esses forem dependentes somente de volumosos (SNIFFEN *et al.*, 1993).

Tabela 4 - Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (%) em borregas Santa Inês alimentadas com diferentes fenos

| Item | Fenos | | | | EPM ¹ | Valor-P* |
|-------------------|-------------------|-------------|-----------|------------|------------------|----------|
| | Gramma do cerrado | Capim arroz | Tifton 85 | Braquiária | | |
| Matéria seca | 57,07ab | 75,67a | 61,38ab | 48,85b | 1,9178 | 0,0229 |
| Matéria orgânica | 75,92 | 88,25 | 77,43 | 73,30 | 2,5421 | 0,2254 |
| Proteína bruta | 76,89ab | 86,66a | 64,78ab | 55,41b | 3,2359 | 0,0251 |
| Extrato etéreo | 79,51a | 45,05b | 34,33b | 33,59b | 5,0396 | 0,0088 |
| FDN ² | 61,91ab | 79,51a | 67,58ab | 56,13b | 1,8078 | 0,0295 |
| FDA ³ | 61,74ab | 77,47a | 66,02ab | 49,86b | 1,6790 | 0,0112 |
| CHOT ⁴ | 57,31b | 77,70a | 62,34ab | 57,82b | 1,8649 | 0,0238 |

¹Erro padrão da média; ²Fibra em detergente neutro; ³Fibra em detergente ácido; ⁴Carboidratos totais; Médias seguidas de mesma letra, na linha não diferem no teste de Tukey (P>0,05)

Os maiores coeficientes de digestibilidade aparente das frações matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e carboidratos totais foram obtidos para a dieta com feno de capim-arroz quando comparado ao feno de braquiária, contudo estes foram semelhantes (P>0,05) aos fenos de grama do cerrado e tifton 85 (Tabela 4). Os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica não diferiram (P>0,05)

entre os fenos avaliados.

Existem alguns estudos sobre digestibilidade de dietas contendo os fenos das forrageiras nativas do pantanal estudados (SANTOS; TOMICH, 2004, SANTOS 2001, FREITAS *et al.*, 2016), mas são escassos os que utilizaram dietas exclusivas desses alimentos, ou seja, sem a suplementação com concentrados ou outros volumosos.

Para a digestibilidade aparente da matéria orgânica não houve diferenças ($P>0,05$) entre os alimentos, registrando-se valores médios de (88,25; 77,43; 75,92 e 73,30%), para feno de capim-arroz, feno de tifton 85, feno de grama do cerrado e fenos de braquiária, respectivamente.

Possivelmente, o maior consumo de proteína bruta verificada nos animais alimentados com feno de capim-arroz, influenciou a maior digestibilidade em relação ao feno de braquiária. Segundo Cameron *et al.* (1991), a digestibilidade da PB aumenta com o teor de PB do alimento. Torna-se oportuno enfatizar que o feno braquiária consistiu na dieta com menor teor proteico (Tabela 1). Isso implica afirmar que a PB do feno de braquiária digerida foi insuficiente para suplantar as exigências dos animais.

O feno grama do cerrado apresentou coeficiente de digestibilidade de extrato etéreo maior e com diferença significativa ($P<0,05$) aos demais fenos. Possivelmente a maior digestibilidade do extrato etéreo do feno grama do cerrado, em relação aos fenos capim-arroz, tifton 85 e o capim-braquiária, esteja associada ao maior consumo referente ao teor de extrato etéreo verificado no alimento, apresentados nas Tabelas 1 e 3.

O maior coeficiente de digestibilidade dos carboidratos totais foi do feno capim-arroz, que diferiu significativamente ($P<0,05$), dos fenos grama do cerrado e braquiária, que pode sua vez não diferiram ($P>0,05$) do feno tifton 85.

5 CONCLUSÃO

O feno capim-arroz e feno grama do cerrado consistem em alternativa viável para alimentação de borregas Santa Inês, tendo em vista sua composição químico-bromatológica, consumo e digestibilidade.

Os valores de tanino e fenóis obtidos nos fenos de capim-arroz e grama do cerrado não influenciam negativamente o consumo e digestibilidade de borregas Santa Inês.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, B. W. *et al.* **Rangeland health assessment for grassland, forest and tame pasture.** [Edmonton]: Alberta Sustainable Resource Development, 2016. 156 p.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy. **Journal Dairy Science**, Illinois, v. 83, p. 1598-1624. 2000.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, Illinois, v. 87, n. 10, p. 3317-3334, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis** – AOAC International. 19th ed. Maryland, USA, 2012.
- ARRUDA, N. V. M. **Manual técnico para produção de feno a campo.** Rondonópolis: Gráfica Postil, 2010, 26p.
- BARROS, N. N.; SOUSA, F. B.; ARRUDA, F. A. V. **Utilização de forrageiras e resíduos agroindustriais por caprinos e ovinos.** Sobral: Embrapa Caprinos, 28p. (Embrapa-Caprinos, Documentos, 26), 1997.
- BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 81, n. 4, p. 263-72, 1999.
- BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. Effects of dietary tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 175, n. 4, p. 327-35, 1999.
- BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. *In*: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes.** 2º Ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 415- 438, 2006.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biomass do Pantanal, Fauna e Flora.** Disponível em: www.mma.gov.br/biomass/pantanal/fauna-e-flora. Acesso em: 10 set. 2019.
- BRAY, G. A. Afferent signal regulating food intake. **Proceeding ... 3rd Plenary session on "signalling in body-weight homeostasis.** v. 59, p. 373-384. 2000.
- BRUNET, S.; HOSTE, H. Monomers of condensed tannins affect the larval exsheathment of parasitic nematodes of ruminants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 20, p. 7481-7487, 2006.
- BUENO, I. C. S. *et al.* Consumo voluntário, digestibilidade aparente e cinética digestiva de três forrageiras em ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, p. 713-722, 2007.
- CAMERON, M. R. *et al.* Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. **Journal of Dairy Science**, Illinois, v. 74, n. 4, p. 1321-1336, 1991.

CASTRO, A. H. F. *et al.* Calogênese e teores de fenóis e taninos totais em barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) *coville*]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 385-390, 2009.

CHIZZOTTI, M. L. *et al.* Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 138-146, 2007.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulação da ingestão de alimentos para vacas leiteiras. I. Mudança na importância dos fatores físicos e fisiológicos com aumento da digestibilidade. **Journal of Dairy Science**, Illinois, v. 47, n. 1, p. 54-62, 1964.

CORDÃO, M. A. *et al.* Taninos e seus efeitos na alimentação animal—Revisão bibliográfica. **Pubvet**, Maringá, v. 4, n. 32, p. 924-930, 2010.

COSTA, J. L.; RESENDE, H. **Produção de feno de gramíneas. Instrução técnica para o produtor de leite**. 2. ed. Coronel Pacheco: EMBRAPA gado de leite, 2006. 2 p.

CRUZ, B. C. C. *et al.* Desempenho, consumo e digestibilidade de cordeiros em confinamento recebendo silagens de capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1595- 1604, 2011.

DETMANN, E. *et al.* Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1469-1478, 2006.

DUKES, H.H.; SWENSON, H.J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

EMBRAPA PANTANAL. Cartilha: **Conservando pastagens e paisagens pecuária de corte no Pantanal**. 1. ed. Brasília: WWF, 2012, 30 p.

FONTENELE, R. M. *et al.* Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia Metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1280-1286, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Quantification of tannins en tree foliage**. In: Use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improvement the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniniferous tree foliage. Roma, Italia: FAO, 2000, 31 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Statistical Yearbook** (Vol. 1). Rome, Italy: FAO, 2016, 368 p.

FORBES, J. M. A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 20, n. 2, p. 132-146, 2007.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallington:

CAB. 532p, 1995.

FREITAS, J. C. Predição do valor nutritivo de gramínea nativa e exótica no pantanal por meio do método de reflectância no infravermelho próximo. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 23, n. 2, p. 251-259, 2016.

GETACHEW, G. **Tannins in tropical multipurpose tree species: localization and quantification of tannins using histochemical approaches and the effect of tannins on in vitro rumen fermentation**. Stuttgart: Verlag Ulrich E. Grauer, 186p, 1999.

GIRARDI, E. P.; ROSSETTO, O. C. Análise da pecuária no pantanal mato-grossense. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v. 2, n. 47, 2011.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. **Tópicos de forragicultura tropical**. Belo Horizonte: FEPMVZ (Apostila), 2006. 117p.

HALL, M. B.; MERTENS, D. R. A 100-year review: Carbohydrates—Characterization, digestion, and utilization. **Journal of Dairy Science**, Illinois, v. 100, n. 12, p. 10078-10093, 2017.

HASLAM, E. **Plant polyphenols-vegetable tannins revisited**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 214p.

HOUSECNECHT, K. L. *et al.* The biology of leptin a review. **Journal of Animal Science**, Illinois, v. 76, p. 1405-1420, 1998.

IVERSSON, L. B. *et al.* Circulation of eastern equine encephalitis, western equine encephalitis, Ilhéus, Maguari and Tacaiuma viruses in equines of the Brazilian Pantanal, South América. **Revista do Instituto Médico Tropical**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 355-359, 1993.

JENKINS, T. C. Metabolismo de lipídeos no rúmen. **Journal of Dairy Science**, Illinois, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.

JOBIM, C. C. *et al.* Desidratação de cultivares de *Cynodon* spp. durante o processo de fenação. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 795-799, 2001.

JOBIM, C. C. *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, p.101-119, 2007.

JORGE, J. R. V. *et al.* Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, p. 743-753, 2008.

JOUANY, J. P., MORGAVI, D. P. Use of ‘natural’ products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. **Animal**, Cambridge, v. 1, p. 1443–1466, 2007.

JÚNIOR, J. R. A.; PEREIRA, O. G.; E GARCIA, R. Valor Nutritivo do Feno de Capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) em Diferentes Idades de Rebrotas, em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2193-2199, 2000.

KITTESSA, S.; FLINN P. C.; IRISH, G. G. Comparison of methods used to predict the *in vivo*

digestibility of feeds in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Canberra, v. 50, n. 5, p. 825-841, 1999.

KUROSE, YOHEI *et al.* Effects of central administration of glucagon on feed intake and endocrine responses in sheep. **Animal Science Journal**, Oxford, v. 80, n. 6, p. 686-690, 2009.

LEITE, D. F. L. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes do subproduto do caju em ovinos**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Sustentáveis no Semiárido), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2013.

LICITRA, G.; HERNANDEZ T. M.; VAN SOEST P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 574, p. 347-358, 1996.

LIRA, R.C. **Efeito da substituição do capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) pela leucena (*Leucaena leucocephala* LAM. DE WIT.), na composição química e digestibilidade avaliada em ovinos e caprinos sob confinamento**. 1990. 112p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 1990.

MACEDO JÚNIOR, G. L. *et al.* Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas Santa Inês. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 547-553, 2006.

MAKKAR, H. P. S.; BLUMMEL, M.; BECKER, K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 73, n. 6, p. 897- 913, 1995.

MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. **Animal**, Cambridge, v. 4, p. 351–365, 2010.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Illinois, v. 64, p. 1548-1558, 1987.

MOHARRERY, A.; LARSEN, M.; WEISBJERG, M. R. Starch digestion in the rumen, small intestine, and hind gut of dairy cows—A meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 192, p. 1-14, 2014.

MONTEIRO, A. L. G. **Produção e distribuição de matéria seca, composição química e potencial para ensilagem de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.)**. 1996. 49p. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1996.

MUI, N. T.; BINH, D. V.; ORSKOV, V. B. Effect of foliages containing condensed tannins and on gastrointestinal parasiters. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 121, n. 1, p. 77-87, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 7

ed. National research council, Washington: National Academic Press, 2007. 408p.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. *In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM*, 13., 1996, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 319-352, 1997.

NOZELLA, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. 72p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura), Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2001.

OLIVEIRA, D. S. **Avaliação de dietas formuladas conforme o NRC (2007), com ou sem restrição de nutrientes, para cordeiros terminados em confinamento no semiárido brasileiro**. 2017. 110f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2017.

OTERO M. J.; HIDALGO L. G. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). **Livestock Research for Rural Development**, Colombia, v. 16, n. 2, p. 1-9, 2004.

PALMIQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. *In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes*, Jaboticabal, 2 ed. Funep. Cap. 10, p. 299-322, 2011.

PEREIRA, D. H. *et al.* Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 282-291. 2006.

PIZARRO, E. A. *et al.* Regional experience with brachiaria: Tropical Americasavannas. *In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (Eds.). Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. Campo Grande: Embrapa-CNPQC, p. 225-246, 1996.

POTT, A.; POTT, V. J. Flora do Pantanal - listagem atual de fanerógamas. *In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL*, 2, 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, p. 297-325, 1999.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: Embrapa, 1994. 320 p.

REBELLATO, L. *et al.* Efeito do “fluxo sazonal mínimo da inundação” sobre a composição e estrutura de um campo inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 789-799, 2013.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. *In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas*. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; *et al.* p.1-39, 2001.

REIS, R. A.; BASSO, F. C.; ROTH, A. P. T. P. Fenação. *In: REIS, R.R.; BERNARDES, F.T.; SIQUEIRA, G. R. Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos*

Forrageiros. 1 ed., p 699-711, 2013.

RIAZ, M. Q. *et al.* Voluntary feed intake and digestibility of four domestic ruminant species as influenced by dietary constituents: A meta-analysis. **Livestock Science**, Holanda, v. 162, p. 76-85, 2014.

SALEM, H. B. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 337-347, 2010.

SALUNKHE, D. K.; CHAVAN, J. K.; KADAM, S. S. Dietary tannins: **Consequences and remedies**. Flórida: CRC Press Inc. Boca Raton, 1990. 200p.

SANTOS, S. A. **Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2001. 185p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2001.

SANTOS, S. A. *et al.* Desafios e soluções tecnológicas para a produção sustentável de gado de corte no Pantanal. **Embrapa Pantanal-Documentos** (INFOTECA-E), 2008.

SANTOS, S. A. *et al.* Princípios de agroecologia no manejo das pastagens nativas do Pantanal. **Documentos**, 63. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, 2004.

SANTOS, E. R.; TOMICH, T. R.; PINHEIRO, L. E. L. Avaliação de desempenho e de rendimento de carcaça de vitelos criados no Pantanal. **Multitemas**, Campo Grande, v. 31, p. 83-92, 2004.

SANTOS, S. A. *et al.* Sistema de produção de gado de corte do Pantanal. Sistema de Produção, **Documentos**, 01. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, 2002.

SANTOS, S. A.; CARDOSO, E. L. Ferramentas para plano de manejo que visem a conservação das pastagens nativas associada com a introdução de gramíneas exóticas no Pantanal. **Documentos**, 145. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, 2017.

SANTOS, S. A. *et al.* Guia de identificação de gramíneas nativas do Pantanal. **Documentos**, 2. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, 2019.

SANTOS, A. S. *et al.* Uma ferramenta baseada em lógica fuzzy para avaliar a sustentabilidade da pecuária de corte em sistemas ambientais complexos. **Journal of Environmental Management**, Londres, v. 198, p. 95–106, 2017.

SILANIKOVE, N.; NITSAN, Z.; PEREVOLOTSKY, A. Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 12, p. 2844 - 7, 1994.

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

SILVA, J. L. **Níveis de proteína degradável no rúmen em dietas para cordeiros**. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

SILVA, J. S. V. *et al.* Projeto GeoMS - Cobertura Vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul. **Embrapa Informática Agropecuária**, Campinas, SP, 2011.

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Illinois, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOUTO, J. C. R. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para ovinos com diferentes níveis de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia Lindl.*). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 116-122, 2004.

SWENSON, M. J. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 10. ed. Guanabara Koogan S. A. (Ed). Rio de Janeiro, RJ, 1993. 856p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Artmed, Porto Alegre, RS, 2016, 888p.

VALLS, J. F. M. **O espectro taxonômico das gramíneas do Pantanal**. In: PUIGNON, J. P. (Ed.). Utilización y manejo de pastizales. Montevideo: IICA-PROCISUR, p.227-237, 1994.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant** (Vol. 1). Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. D.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Illinois, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VITTI, D. M. S. S. *et al.* Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 119, p. 345-361, 2005.

WAGHORN, C. G. *et al.* Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 123, n. 1, p. 109-119, 1994.

WAGHORN, C. G.; SHELTON, I.D. Effects of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 128, n. 3, p. 365-72, 1997.

WAGHORN, G. C. *et al.* Condensed tannins and the nutritive value of herbage. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, Wellington, v. 51, p.171-176. 1990.

WANG, Y.; MCALLISTER, T. A. Rumen microbes, enzymes and feed digestion-a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Seul, v. 15, n. 11, p. 1659-1676, 2002.

WEISS, W. P., 1999. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Proceeding of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Ithaca, NY: Cornell University, 61, p. 176–185, 1999.

WILSON, J. R. Características da parede celular em relação à digestão de forragem por

ruminantes: revisão. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 122, n. 2, p. 173-182, 1994.

ZEOULA, L. M. *et al.* Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 2179- 2186, 2006.