

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

AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS
DISPONÍVEIS PARA RUMINANTES NO SEMIÁRIDO

Autora: Kelly Cristina dos Santos
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães

Garanhuns
Estado de Pernambuco
Julho – 2013

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

AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS
DISPONÍVEIS PARA RUMINANTES NO SEMIÁRIDO

Autora: Kelly Cristina dos Santos
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Garanhuns
Estado de Pernambuco
Julho – 2013

Ficha Catalográfica
Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG.

S237a Santos, Kelly Cristina dos
Avaliação de espécies forrageiras disponíveis para
ruminantes no Semiárido /Kelly Cristina dos Santos. -
Garanhuns, 2013.
83p.

Orientador: André Luiz Rodrigues Magalhães
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) -
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de
Garanhuns, 2013.

Inclui Anexos e Bibliografias

CDD: 633.2

1. Pastagem – Cultivo do solo
 2. Produção de Ruminantes
 3. Digestibilidade - fracionamento
 4. Metano – Produção de gases
- I. Magalhães, André Luiz Rodrigues
 - II. Título

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

AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS DISPONÍVEIS PARA
RUMINANTES NO SEMIÁRIDO

Autora: Kelly Cristina dos Santos
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães

TITULAÇÃO: Mestre em Ciência Animal e Pastagens
APROVADA: ___/___/___

Prof^a. Dr^a. Adriana Guim, D.Sc.
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Prof^a. Dr^a. Dulciene Karla de Andrade Silva, D.Sc.
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Unidade Acadêmica de Garanhuns

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, D.Sc.
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Departamento de Zootecnia

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães, D.Sc.
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Unidade Acadêmica de Garanhuns
(Orientador)

EPIGRAFE

“There aren't genius, but persistent people”

Unknown author

*Tudo que desejares pede ao Senhor Deus com todo
teu coração, se for para o teu bem maior, Ele te concederá.*

A minha mãe Maria Gercina dos Santos, pelo seu amor e apoio incondicional, por compreender minhas ausências...

Ao meu pai Adelmo Marques Cavalcanti, pelo seu incentivo e por acreditar em mim...

Ao meu avô José Bezerra dos Santos e a minha avó Gercina Maria da Conceição Santos (*in memoriam*), pelo exemplo de caráter e dignidade que sempre foram...

A minha tia Helena e aos meus irmãos pelo carinho e admiração sempre demonstrados e as minhas sobrinhas por serem minha alegria...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Deus de Abraão, Isaac e Jacó, o meu Deus! Pelo seu amor constante, pela sua fidelidade em suas promessas, por ser a minha força e coragem de todos os dias, meu amparo, o meu abrigo protetor.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial a Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG (onde me sinto em casa), por ser veículo para o desenvolvimento da nossa região.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento parcial desta pesquisa e pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível a realização deste curso.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de auxílio para mobilidade.

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pelo financiamento desta pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. André Luiz Rodrigues Magalhães, pelo exemplo de profissional, pelo seu caráter, pelas nossas conversas agradáveis, pela amizade construída, por acreditar em mim, pela sua paciência e compreensão. Não tenho palavras para descrever o ser humano fantástico que descobri no senhor, as palavras não traduziriam todo carinho, respeito, admiração e gratidão que lhe tenho prof. André.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em especial ao Dr. Gherman Garcia L. Araújo pela co-orientação e pelo fornecimento das espécies forrageiras e aos funcionários Davi e senhor João.

Ao Prof. Adibe Luiz Abdalla, por me aceitar como co-orientada e pela oportunidade de realização de parte deste trabalho no LANA-CENA/USP. A todos os funcionários, estagiários e pós-graduandos deste laboratório, de modo especial, ao Amr e a Yosra pela receptividade e cooperação durante os ensaios *in vitro*.

A minha querida amiga Gisele, pela sua grande ajuda na condução dos trabalhos, sobretudo pela amizade conquistada e construída. Sem você Gi, tudo teria sido mais difícil (Te admiro muito!).

Aos cubanos Felipe (vovô), Yanebis e Juana (vovó) pelo acolhimento e em especial a querida amiga Niurca, pela sua grande ajuda e pela sua amizade.

Aos companheiros de pós-graduação Daurivane (Pec), Jucelane (Fofinha), Felipe, Diana, Stephane, Julyana, Janieire, Ribamar (Zé), Marla, Carlos, Hélio, Fábria, Ricardo, Wilma, Wilka, Leones, Amélia, Carolina e Erickson, uns mais próximos outros menos, agradeço a todos por estarem comigo nesta caminhada.

Aos queridos amigos Helton, Liberato e Nathallia (amigos de longa data), pelo apoio no trabalho e na vida, pela amizade sincera de vocês, por todos os momentos que vivemos juntos (os quais nunca serão esquecidos). Ainda que a vida nos conduza por caminhos diferentes, eu os levarei sempre em meu coração, porque eu os AMO.

A Francisco Castro e a Márcia Mourão, pela grande ajuda na condução dos trabalhos em campo (foi muito bom poder contar com vocês!).

As amigas e companheiras de república Marla e Márcia, pela convivência agradável e por todos os momentos compartilhados, em especial a Julyana Sena pela sua grande ajuda em momentos que muito precisei e pela sua amizade.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens (PPGCAP), em especial as professoras Karla Andrade e Geane Dias, por terem lutado tanto por um ideal: PPGCAP. Aos pós-doutorandos Kedes e Márcia pelas valiosas contribuições nesta pesquisa.

Aos estagiários Paulo, Jacielly, Socorro e Monique, pela valiosa contribuição na realização das análises laboratoriais.

A todos os funcionários da UAG, em especial ao senhor Cláudio (recepcionista do CENLAG), por ser sempre prestativo e a coordenação do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), por tornar possível a continuidade dos nossos trabalhos.

Aos amigos da comunidade católica Shalom, em especial a Edjane e a Fátima, pelo exemplo de seres humanos que são para mim. A todos os amigos, que mesmo distantes, de alguma forma se fizeram presentes nesta caminhada e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

A TODOS VOCÊS, MINHA GRATIDÃO!

BIOGRAFIA

Kelly Cristina dos Santos, filha de Maria Gercina dos Santos e Adelmo Marques Cavalcanti, nasceu na cidade de São Paulo, São Paulo-SP, em 10 de fevereiro de 1987.

Em agosto de 2006, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns, onde desenvolveu atividades de monitoria, extensão e iniciação científica, sendo bolsista PIBIC de julho de 2009 a agosto de 2011, momento em que recebeu o título de Bacharel em Zootecnia.

Em agosto de 2011, ingressou no curso de pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens no dia 25 de julho de 2013.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas-----	ix
Tabelas do apêndice-----	x
Resumo-----	xiii
Abstract -----	xv
1 REVISÃO DE LITERATURA -----	1
1.1 Caracterização do semiárido -----	1
1.2 Caracterização das espécies forrageiras avaliadas -----	3
1.3 Composição química dos alimentos e fracionamento dos nutrientes-----	5
1.4 Taninos -----	8
1.5 Técnica <i>in vitro</i> semiautomática de produção de gases -----	9
1.6 Metanogênese -----	11
1.7 Protozoários, pH e N-NH ₃ no rúmen -----	13
1.8 Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína -----	16
2 CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA -----	18
OBJETIVOS GERAIS -----	24
Objetivos específicos -----	24
ARTIGO CIENTÍFICO – Caracterização química e digestibilidade de espécies forrageiras do semiárido-----	25

Resumo	25
Abstract	25
Introdução	26
Material e Métodos	27
Composição química	28
Fracionamento	29
Produção de gases: Preparo das amostras e dos inóculos	30
Produção de gases e metano (CH ₄)	31
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS)	32
Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal da proteína	33
Análises estatísticas	34
Resultados	34
Composição química	34
Fracionamento	36
Produção de gases e parâmetros de degradação	37
DIVMS e degradação da proteína	39
Discussão	39
Conclusões	45
Referências bibliográficas	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
APÊNDICE	50
ANEXOS	57

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 Composição química de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido -----	35
TABELA 2 Fracionamento dos carboidratos de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido -----	36
TABELA 3 Fracionamento da proteína de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido -----	37
TABELA 4 Produção de gases (PG), produção de metano (CH ₄), degradação verdadeira da matéria orgânica (DVMO) e parâmetros de fermentação ruminal de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido -----	38
TABELA 5 Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS), degradação ruminal e digestibilidade pós-rúmen da proteína de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido -----	40

TABELAS DO APÊNDICE

	Página
TABELA 1A Composição química de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido (g/kg MS; * kg/kg MS)-----	51
TABELA 2A Carboidratos totais (g/kg MS) e frações dos carboidratos de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido ---	52
TABELA 3A Frações da proteína de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido -----	53
TABELA 4A Produção de gases (PG * g/kg MOI; ** g/kg MOVD), produção de metano (CH ₄), degradação verdadeira da matéria orgânica (DVMO g/kg MO), fator de partição (FP), pH, N-amoniaco (N-NH ₃ mg/100 mL) e protozoários (protoz 10 ⁵ /mL) -----	54
TABELA 5A Proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR), digestibilidade intestinal (DI) e proteína não degradável no rúmen digestível -----	56

RESUMO

Ao se considerar a importância da diversidade de alimentos disponíveis para a alimentação de ruminantes no semiárido, objetivou-se estimar o valor nutricional das espécies forrageiras: maniçoba (*Manihot pсевoglaziovii* Pax. & Hoffm); sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth); mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.); leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.); cunhã (*Clitoria ternatea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), a partir da composição química, do fracionamento dos carboidratos e proteínas, dos parâmetros de degradação e fermentação ruminal, da digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da degradação ruminal e pós-rúmen da proteína. As amostras foram coletadas, em quatro repetições por espécie, no campo experimental da Caatinga, pertencente a Embrapa Semiárido (CPATSA), no município de Petrolina-PE. O fracionamento dos carboidratos e proteínas foi realizado com base no Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). A avaliação da degradação da matéria orgânica e dos produtos da fermentação ruminal foi realizada por meio da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. A degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal da proteína foram estimadas por meio da técnica dos três estágios. Apesar de todas as espécies avaliadas apresentarem teores de proteína bruta acima de 110 g/kg de MS, a leucena, seguida da maniçoba, destacaram-se apresentando os maiores teores ($P<0,05$). As maiores concentrações ($P<0,05$) de fenóis totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) foram encontrados nas espécies sabiá e mororó, em relação às demais espécies avaliadas. A cunhã, seguida da leucena, apresentou a maior concentração da fração B2 (fibra potencialmente digestível) e as demais espécies não diferiram ($P>0,05$) entre si. A fração C (fração indisponível da fibra) foi encontrada em maior quantidade ($P<0,05$) no sabiá e no mororó. As frações nitrogenadas de alta e média degradação ruminal, foram encontradas em maiores concentrações na cunhã e na leucena, em relação ao sabiá que apresentou a menor concentração. A fração C, que corresponde ao nitrogênio que está indisponível para o metabolismo animal, foi maior nas espécies sabiá e mororó ($P<0,05$) e menor para as espécies cunhã, leucena e maniçoba. A maniçoba, a gliricídia e, em menor escala, a leucena, proporcionaram maior ($P<0,05$) degradação verdadeira da matéria orgânica (DVMO g/kg MO), em contraste sabiá e mororó apresentaram menor degradação. Gliricídia, leucena e maniçoba destacaram-se, apresentando elevado potencial ($P<0,05$) de digestibilidade. A cunhã apresentou o maior percentual de proteína degradável no rúmen (PDR) e menor percentual ($P<0,05$) de proteína não degradável no rúmen (PNDR %PB). A leucena apresentou maior digestibilidade intestinal (DI g/kg MS) da proteína, bem como

maiores valores de PNDR digestível (PNDRd g/kg MS). Gliricídia, leucena e maniçoba apresentaram potencial de redução da produção de CH₄ entérico, sem efeitos negativos sobre a degradação dos nutrientes. Essas espécies apresentaram também alto potencial de digestibilidade e fornecimento de carboidratos prontamente fermentescíveis. A leucena destacou-se como fonte de proteína protegida da degradação ruminal e disponibilizada no intestino.

Palavras-chave: digestibilidade; fracionamento; metano; produção de gases

ABSTRACT

Considering the importance of food diversity available for feeding ruminants in the semiarid aimed to estimate the nutritional value of the following forage species: maniçoba (*Manihot pсевodglaziovii* Pax. & Hoffm); sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth); mororó (*Bauhinia Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.); Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.); cunhã (*Clitoria ternatea*) and Gliricidia (*Gliricidia sepium*), from the chemical composition, carbohydrates and proteins fractionations, degradation parameters and ruminal fermentation, *in vitro* digestibility of dry matter and also ruminal and post-rumen protein degradation. The samples were collected in four replicates per species in the Experimental Caatinga Field of Embrapa Semi-Arid (CPATSA Petrolina City, state of Pernambuco. The concentrations of carbohydrates and protein fractionations were determined based on the Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). The evaluation of the degradation of organic matter and products of ruminal fermentation was performed using *in vitro* semiautomatic gas production technique. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein were estimated using the three steps technique. Although all the evaluated species presented crude protein above 110 g/kg DM, and the leucaena followed by manioc, stood out showing the highest levels ($P < 0.05$). The highest concentrations ($P < 0.05$) of total phenols (FT), total tannins (TT) and condensed tannins (CT) were found in sabiá and mororó species, and considering the other species evaluated there are not variation. Cunhã species followed by Leucaena had the highest concentration of the B2 fraction (potentially digestible fiber) and the other species did not differ ($P > 0.05$) among themselves. The C fraction (unavailable fiber fraction) was found in greater amounts ($P < 0.05$) in sabiá and mororó. The nitrogen fractions of high and medium ruminal degradation were found in higher concentrations in cunhã and leucaena, in relation to sabiá which had the lowest concentration. Fraction C, which corresponds to the unavailable nitrogen to animal metabolism was higher in sabiá and mororó species ($P < 0.05$) and lower for cunhã, leucaena and maniçoba species. Maniçoba, gliricidia and to a lesser extent, leucaena provided higher ($P < 0.05$) truly degradation of organic matter (TDMO g/kg OM), otherwise sabiá and mororó showed less values. Gliricidia, leucaena and maniçoba stood out, showing high digestibility potential ($P < 0.05$). The cunhã had the highest percentage of rumen degradable protein (RDP) and the lowest percentage ($P < 0.05$) of ruminal non degradable protein (RUP %CP). The leucaena presented higher intestinal protein digestibility (ID g/kg DM) as well as higher values of digestible RUP (RUPd g/kg DM). Gliricidia, Leucaena and maniçoba presented potential for reducing

enteric CH₄ production, without any effect on the nutrients degradation, digestibility and supply of readily fermentable carbohydrates high potential. The leucaena stands out as a source of rumen protected protein degradation and released in the intestine.

Key words: digestibility, fractionation, gas production, methane

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Caracterização do Semiárido

No Brasil, a região semiárida ocupa área aproximada de 982.563,3 km², o que representa 11% do território brasileiro, abrangendo parte dos estados do Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Com precipitação anual máxima de 800 mm, insolação média de 2.800 h.ano⁻¹, médias de temperaturas anuais de 23 a 27 °C, evaporação média de 2.000 mm.ano⁻¹ e umidade relativa do ar em torno de 50%, essa região é marcada pela variabilidade interanual da pluviosidade e baixos valores totais anuais. O Cariri paraibano, por exemplo, apresenta índices pluviométricos da ordem de 300 mm anuais e irregularidade no regime pluviométrico ao longo do ano, culminando na ocorrência de secas (SILVA et al., 2010).

No semiárido brasileiro, em virtude da irregularidade das chuvas, que dificulta o desenvolvimento das atividades agrícolas com culturas tradicionais como milho e feijão, a principal atividade econômica é a pecuária, destacando-se sua vocação natural para produção de pequenos ruminantes (caprinos e ovinos). A região Nordeste detém em torno de 93% e 56% do efetivo do rebanho caprino e ovino nacional, respectivamente (IBGE, 2010). A criação desses animais é caracterizada como uma atividade de grande importância social, cultural e econômica, exercendo importante papel para o desenvolvimento da região. A atividade é tradicionalmente baseada em sistemas de exploração das pastagens nativas (criação extensiva). Apesar da grande adaptabilidade desses animais às condições locais, a produtividade animal ainda é baixa (GIONGO, 2011), como consequência dos sistemas de criação e das práticas de manejo empregadas e dos recursos vegetais disponíveis.

Tendo em vista as condições edafoclimáticas locais, com chuvas concentradas em poucos meses do ano, associadas às características físicas limitantes dos solos, pode-se afirmar que a produção de forragem no semiárido torna-se desafiadora. Sendo, portanto, necessária à compreensão da dinâmica do crescimento da vegetação nesse ecossistema a fim de que se possam traçar estratégias que assegurem o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e, por consequência, garantam produção pecuária de animais ruminantes mais eficiente.

Dados publicados pelo Intergovernamental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) já apontavam o semiárido brasileiro como uma das regiões mais afetadas pelas crescentes mudanças climáticas globais, necessitando, assim, de uma atenção especial para a região. Não em razão da ideia mistificada de que se trata de uma área com solos de baixo potencial e vegetação de baixa qualidade, mas, sobretudo, como consequência da ação antrópica que historicamente tem utilizado os recursos naturais de maneira inapropriada.

Neste contexto, deve-se propor para a região a adoção de sistemas de produção que gerem competitividade e sustentabilidade para a atividade pecuária, objetivando melhorar os índices produtivos e conseqüentemente aumentar o retorno econômico para os produtores. Segundo Santos et al. (2010), o cultivo de espécies nativas da Caatinga constitui-se em uma importante alternativa para aumentar o suprimento de alimentos, principalmente devido a grande adaptabilidade dessas plantas ao ecossistema. Além disso, segundo Voltolini et al. (2010), muitas pesquisas revelam que mais de 70% das espécies botânicas da Caatinga participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes.

O semiárido brasileiro é ocupado, em sua maior parte, por uma vegetação adaptada às condições edafoclimáticas locais, a qual é denominada Caatinga. Esse bioma único compreende uma área aproximada de 750.000 km², correspondendo a área de 76,3% de todo o semiárido, 54% da Região Nordeste e 9,92% do território nacional (ALVES et al., 2009).

A caatinga é caracterizada como floresta arbórea ou arbustiva, sendo composta, em sua maioria, por plantas xerófilas e caducifólias, as quais perdem as folhas com a chegada da estação seca. Algumas espécies botânicas de plantas anuais, cactáceas e bromélias também compõem este bioma (SANTOS et al., 2010).

Em relação às espécies botânicas, as gramíneas e as dicotiledôneas herbáceas tem participação na dieta dos ruminantes acima de 80%, no período chuvoso. Ressaltando-se que no início da estação seca, as espécies lenhosas (extrato arbóreo-arbustivo) tornam-se cada vez mais importantes na dieta dos animais, de modo especial dos caprinos (ARAÚJO FILHO et al., 1995).

Nesse ecossistema, destaca-se o potencial de utilização das plantas pertencentes à família *Leguminosae*, as quais correspondem a cerca de 40% das espécies encontradas na Caatinga (TEIXEIRA et al., 2006). Essas espécies possuem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (N₂), sendo inclusive importante recurso para a manutenção da

fertilidade dos solos, além de apresentarem teores de proteína bruta elevados. Contudo, Santos et al. (2010), em revisão sobre o potencial de utilização de plantas forrageiras da Caatinga na alimentação animal, demonstraram a necessidade de pesquisas mais detalhadas a respeito da disponibilidade do nitrogênio (N) nessas plantas.

Durante o período das águas, ocorre a rebrota da vegetação da Caatinga, época em que o estrato herbáceo contribui de forma significativa como fonte de recurso forrageiro para alimentação animal por meio do pastejo direto. Este estrato apresenta-se bastante diversificado, com espécies nativas e exóticas naturalizadas (OLIVEIRA et al., 2010). Porém, à medida que o período seco progride, os estratos arbóreo e arbustivo tornam-se cada vez mais importantes na dieta dos animais, devido ao aumento da disponibilidade de folhas secas provenientes das árvores e arbustos (litéira).

As características desse ecossistema vão influenciar marcadamente sobre a disponibilidade e a qualidade dos recursos forrageiros nessas áreas e conseqüentemente sobre a tomada de decisões em relação ao uso adequado destes.

1.2 Caracterização das espécies forrageiras avaliadas

Dentre as espécies forrageiras nativas disponíveis na Caatinga com potencial forrageiro, destaca-se a maniçoba, o mororó e o sabiá, e além destas, destaca-se as forrageiras exóticas com alta adaptabilidade às condições semiáridas: cunhã, glicírdia e leucena, as quais em muitas situações substituem a vegetação nativa.

A maniçoba (*Manihot* ssp.) é uma planta nativa da Caatinga, pertencente a família das *Euphorbiaceae*, referenciada na literatura como uma alternativa alimentar para produção animal, devido ao seu alto valor nutritivo e alta palatabilidade. Além disso, apresenta raízes com grande capacidade de reserva, possibilitando a persistência da espécie no período seco (MOREIRA FILHO, 2009). Análises bromatológicas de amostras de folhas e ramos tenros apresentam em média 20,9% de proteína bruta, 8,3% de extrato etéreo, 6,9% de cinzas e 62,3% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), sendo considerada como uma forrageira de boa qualidade, quando comparada com outras forrageiras tropicais (SOARES, 1995). Porém, na maioria das vezes esta forrageira tem sido subutilizada em relação ao seu potencial alimentar, forrageiro e energético (VOLTOLINI et al., 2010).

Devido a sua grande aceitação pelos animais, em áreas com a presença da maniçoba, o pastejo deve ser restrito, pois o consumo elevado da forragem verde pode

provocar intoxicação, uma vez que, como as demais plantas de gênero *Manihot*, a maniçoba possui quantidades variáveis de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) em sua composição. Ao serem hidrolisados, os glicosídeos, mediante a ação da enzima linamarase, dão origem ao ácido cianídrico (HCN). Dependendo da concentração ingerida, este ácido pode ser tóxico para os animais (SOARES, 1995).

A trituração mecânica da planta e a desidratação natural ao sol propiciam a volatilização daqueles compostos, reduzindo a possibilidade de formação do ácido cianídrico e conseqüente risco de intoxicação (SOARES, 1995). Soares (2001) afirmam que por meio do processo de ensilagem, pode-se também eliminar, em grande parte, o HCN. O autor observou redução de 60% de HCN, em relação ao material na forma natural, após 29 dias de armazenamento.

O mororó (*Bauhinia cheilanta* (BONG) STEND) é uma leguminosa nativa da Caatinga, com teor proteico médio de 15,5% e o feno de suas folhas apresentando em média 19,7% de proteína (CORRÊA, 1984). Segundo Moreira et al. (2006), apesar do mororó não ser uma leguminosa com alta palatabilidade, esta espécie mantém as folhas verdes por longo tempo e, a medida que diminui a participação das espécies mais palatáveis na dieta, ocorre substituição natural por esta forrageira. Ydoyaga Santana et al. (2011) observaram elevada frequência da leguminosa mororó, indicando expressiva participação desta forrageira na vegetação.

O sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* BENTH.) é uma leguminosa arbórea, xerófila e caducifólia que ocorre na região Nordeste, sendo bastante utilizada para o fornecimento de madeira. Esta forrageira é muito consumida pelos animais no período chuvoso, momento em que apresenta até 17% de proteína bruta, e utilizada como suplemento alimentar nos períodos de escassez, na forma de feno (BARBOSA, 1997), sendo também consumida quando se desprende dos ramos no período seco.

A cunhã (*Clitoria ternatea*) é uma leguminosa tropical, originária da Ásia, que tem mostrado elevada capacidade de adaptação às condições do nordeste, podendo ser uma alternativa para a suplementação dos animais durante o período seco (BARROS et al., 1991). A sua composição anatômica com a produção de caules finos e grande massa foliar a tornam propícia para a produção de feno. A partir de estudos sobre a avaliação econômica do cultivo da cunhã, demonstrou-se que esta forrageira é uma alternativa de pouco risco e baixo custo para o produtor, podendo ser uma alternativa para a suplementação animal durante o período seco (BIANCONI, 2013). Segundo o mesmo autor, a cunhã, fornecida aos animais na forma verde ou de feno tem apresentado

excelente palatabilidade para todas as espécies de herbívoros domésticos. Em relação a sua composição química, Barros et al. (1991) concluíram que a cunhã possui teor proteico capaz de atender as exigências nutricionais de caprinos e ovinos, mesmo para as categorias mais exigentes.

A gliricídia (*Gliricidia sepium*) é oriunda do México, América Central e Norte da América do Sul, apresenta crescimento rápido, enraizamento profundo e boa tolerância à seca. O uso da gliricídia como fonte de nutrientes tem resultado em aumentos na produção animal (ABDULRAZAK et al., 1997; ONDIEK et al., 1999; JUMA et al., 2006). Segundo Carvalho Filho et al. (1997), a espécie apresenta em sua composição bromatológica médias de 20,7% de proteína bruta, 51,8% de DIVMS e 53,3% de FDN.

A leucena (*Leucaena Leucocephala* Lam.) é uma leguminosa perene, originária da América Central. De acordo com Sá & Silva (2010), esta leguminosa apresenta-se como uma das forrageiras mais promissoras para o semiárido, pois além do seu elevado teor proteico e procura pelos animais em pastejo (caprinos, ovinos e bovinos), possui alta capacidade de rebrota, mesmo durante a época seca e grande capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas locais, podendo ser utilizada para formação de bancos de proteína, pastejo direto ou conservada (feno ou silagem). Avaliações bromatológicas das folhas e hastes da leucena mostraram teores de proteína bruta entre 25 e 30% e DIVMS da ordem de 65 a 75% (SALVIANO, 1984), demonstrando potencial de utilização desta espécie, como estratégia para redução dos custos com suplementação proteica.

1.3 Composição química dos alimentos e fracionamento dos nutrientes

Durante muitos anos, utilizou-se como base para formulação das dietas dos animais as tabelas de composição de alimentos oriundas de outros países. Contudo, com os avanços alcançados na nutrição animal, percebeu-se a inadequação dessa prática, dada a grande variação na composição química das plantas em função de fatores como: estágio fisiológico, solo, clima, cultivo, variedade, etc.

Apesar da existência de tabelas nacionais de composição de alimentos, muitas espécies de plantas disponíveis no semiárido para alimentação de ruminantes ainda são pouco conhecidas ou até mesmo desconhecidas. Evidencia-se então a necessidade da geração de tabelas regionalizadas de composição de alimentos permitindo, assim, a melhor utilização dos recursos alimentares disponíveis. Isto se torna ainda mais

premente diante da complexidade e diversidade de recursos forrageiros encontrados no semiárido brasileiro.

A composição química, o consumo e a digestibilidade de um alimento são determinantes do seu valor nutritivo. Neste sentido, a concentração de nutrientes, como a proteína bruta, tem sido utilizada como parâmetro para se avaliar a qualidade de uma forrageira. Entretanto, existem outros fatores, como por exemplo, os compostos secundários e a digestibilidade da parede celular que precisam ser considerados e, portanto avaliados, pois estes fatores podem influenciar no consumo (SANTOS et al., 2010).

A este respeito, Ydoyaga-Santana et al. (2011) concluíram que o teor de proteína bruta por si só não é um fator limitante ao desempenho animal em áreas de Caatinga, durante o período chuvoso, devido ao aporte proteico proveniente do grande número de espécies leguminosas disponíveis neste período. Os baixos coeficientes de digestibilidade, por vezes encontrados nessas forrageiras, são consequência do alto percentual da proteína bruta indisponível, devido a sua associação com a fibra em detergente ácido, que pode prejudicar o desempenho animal pela limitação desse nutriente. Além disso, taninos encontrados em algumas dessas forrageiras, também podem comprometer a degradação ruminal da proteína.

Malafaia et al. (1998) observaram a escassez de informações sobre a caracterização das frações que constituem os carboidratos totais dos alimentos produzidos em regiões tropicais. Apesar de muitos estudos terem sido realizados ao longo dos anos para geração das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (CAPELLE, 2000; VALADARES FILHO et al., 2002; MAGALHÃES, 2007; VALADARES FILHO et al., 2010) e da importância indiscutível desses estudos, atualmente, ainda existe muita carência e inconsistência de informações a respeito dos alimentos na literatura científica em virtude do baixo número de observações (n), o que diminui a representatividade da amostragem.

Magalhães (2007), ao coletar dados em 31 instituições distribuídas em todas as regiões do país, relatou carência na descrição completa dos alimentos utilizados na alimentação animal. Observou-se a existência de inúmeras lacunas a serem preenchidas, principalmente no tocante ao fracionamento dos nutrientes, as frações nitrogenadas insolúveis (NIDN e NIDA), sendo ainda maiores as lacunas no que se refere aos parâmetros biológicos.

Os carboidratos e proteínas são classificados no CNCPS – The Cornell Net Carbohydrate and Protein System, de acordo com suas taxas de digestão. O sistema preconiza a sincronização da degradação dos compostos nitrogenados e dos carboidratos, para a maximização da síntese de proteína microbiana ruminal e redução das perdas energéticas e de nitrogênio (N) decorrentes do processo fermentativo no rúmen. Isto porque a população microbiana é agrupada de acordo com as exigências em N e fontes de energia. De modo geral, as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos utilizam a amônia como fonte primária de nitrogênio. Já as bactérias fermentadoras de carboidratos não fibrosos utilizam amônia e aminoácidos como fonte de nitrogênio.

O sistema classifica os carboidratos em não estruturais (CNE), que compreendem a fração A (açúcares solúveis) e B1 (amido e pectina); e carboidratos estruturais (CE), que compreende as frações B2 (parede celular disponível, conforme as taxas de degradação e passagem) e fração C, que compreende a parte indigestível da parede celular (SNIFFEN et al., 1992).

Do mesmo modo, conforme a taxa de degradação ruminal e a biodisponibilidade, a proteína bruta do alimento é subdividida em três frações: nitrogênio não protéico (NNP), descrita como fração A; proteína verdadeira (fração B) e nitrogênio indisponível (fração C) (SNIFFEN et al., 1992).

A fração A inclui amônia, peptídeos e aminoácidos livres, sendo estes rapidamente convertidos em amônia no rúmen. A proteína verdadeira (B) é ainda sub-fractionada em fração B1, que inclui peptídeos e oligopeptídeos, os quais apresentam alta taxa de degradação ruminal; fração B2 (proteína verdadeira), esta proteína não faz parte da parede celular e não é NNP, apresentando taxa de degradação ruminal intermediária, dependendo muito da taxa de passagem. A fração B3 está associada à fibra em detergente neutro, fazendo parte da parede celular e, portanto, apresenta uma lenta taxa de degradação ruminal. A fração C está associada à fibra em detergente ácido (proteína associada à lignina, complexada com taninos e produtos da reação de Maillard), correspondendo a parte da proteína indisponível, não degradável no rúmen e não digestível em nível intestinal (SNIFFEN et al., 1992).

Assim, torna-se necessária a determinação destas frações nos alimentos, para a oferta de rações adequadas (RUSSELL et al., 1992), pois, segundo Van Soest (1994), o avanço na maturidade das plantas ocasiona modificações sobre a parede celular, aumentando a proporção de carboidratos e alterando as características da composição

química e digestibilidade. Além disso, Mertens (1994) relatou que o valor nutritivo das forragens varia entre as espécies e entre partes das plantas e estas variações tem influência direta sobre o consumo e conseqüentemente sobre a produção animal.

1.4 Taninos

Devido às adversidades do ambiente, muitas espécies de plantas desenvolvem mecanismos fisiológicos de defesa como forma de garantir a sobrevivência. Dentre esses mecanismos, a presença de compostos secundários, óleos essenciais, taninos e saponinas tem grande relevância para os estudos relacionados à nutrição animal, pois estes compostos presentes em muitas plantas forrageiras se comportam como fatores antinutricionais e até mesmo tóxicos, podendo ter grande interferência sobre a biodisponibilidade de nutrientes para o metabolismo animal. Entretanto, apesar da importância desses compostos para nutrição animal, não é corriqueira a determinação da concentração de fenóis e/ou taninos nas análises de alimentos das espécies forrageiras tropicais.

Os taninos são definidos como complexos heterogêneos de substâncias polifenólicas, de alto peso molecular (300 a 5000 Daltons), classificados como hidrolisáveis (TH), os quais originam carboidratos e ácidos fenólicos após serem hidrolisados, e como taninos condensados (TC), que são polímeros de flavonoides não hidrolisáveis (MUIR, 2011).

Taninos condensados são compostos de alto peso molecular, encontrados em muitas espécies de plantas consumidas por ruminantes. Esses compostos são capazes de precipitar grande parte das proteínas e outras macromoléculas como celulose, hemicelulose, pectina e minerais (MAKKAR, 2003), através de interações hidrofóbicas e pontes de hidrogênio, podendo estas ligações ser reversíveis a depender do pH do meio em que os complexos formados se encontram (MIN et al., 2003).

Dependendo de suas concentrações nas plantas forrageiras os taninos podem ser considerados prejudiciais no aspecto nutricional por reduzirem a palatabilidade do alimento e a digestibilidade da fração proteica ou podem ser considerados benéficos por melhorar a eficiência de utilização da proteína advinda da dieta (MUIR, 2011).

Se a proteína que chega ao rúmen for utilizada pelos microrganismos em suas máximas taxas de degradação, a amônia formada como produto da degradação poderá exceder a capacidade de incorporação do N a proteína microbiana, o que leva a perdas líquidas de N e conseqüente baixa eficiência na sua utilização. Na presença dos taninos

condensados, o complexo formado dessas moléculas com as proteínas permite o escape dessa proteína da degradação ruminal para o intestino (proteína de escape), onde as condições do meio permitem que o complexo seja desfeito e os aminoácidos provenientes da dieta sejam absorvidos de forma direta (McALLISTER et al., 2005).

Kondo et al. (2004) relataram efeitos positivos dos taninos na conservação de forragens na forma de silagem, por reduzir a proteólise. Tais efeitos podem ser justificados pela inibição das enzimas da própria planta e também dos microrganismos ou pela formação dos complexos com a proteína, protegendo-a da degradação (MAKKAR, 2003).

Outros aspectos importantes que também devem ser considerados a respeito dos taninos condensados é a sua influência sobre a fermentação ruminal e como consequência, a modificação dos produtos finais da degradação. Muitos estudos *in vitro* e *in vivo* tem demonstrado correlação negativa entre o teor de taninos condensados em leguminosas forrageiras e a produção de metano (ABDALLA et al., 2007; JAYANEGARA et al., 2009; GOEL & MAKKAR., 2012; SOLTAN et al., 2012). Estes metabólitos secundários apresentam efeitos também sobre a microbiota ruminal, em especial, sobre os protozoários ciliados, bactérias que degradam carboidratos fibrosos e *Archaea* metanogênicas, o que justifica a redução da metanogênese quando da utilização dessas plantas (LASCANO & CÁRDENAS, 2010).

Vitti et al. (2005) em pesquisas nacionais utilizando plantas taniníferas da Caatinga, observaram que ovinos alimentados com essas plantas apresentaram menor consumo de matéria seca (CMS) e digestibilidade aparente da MS e da PB. De modo geral, a presença de taninos confere sabor adstringente aos alimentos, por isso, o fornecimento de alimentos ricos em tais substâncias pode promover redução no CMS. No entanto, ressalta-se que os efeitos provocados pelos taninos condensados dependerão da concentração, estrutura e atividade desses taninos presentes no alimento.

1.5 Técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases

Ao longo dos anos as pesquisas em nutrição de ruminantes tem sido direcionadas a fornecer informações cada vez mais consistentes a respeito do potencial de utilização das plantas forrageiras para alimentação dos animais, buscando-se alternativas de avaliações que possam simular ao máximo as condições fisiológicas do animal e que possam atender às limitações práticas das técnicas *in vivo* e *in situ*. Neste contexto, a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases, descrita por Theodorou et al.

(1994) com modificações propostas por Maurício et al. (1999) e Bueno et al. (2005), surgiu como alternativa para avaliação de alimentos destinados a alimentação de ruminantes.

A técnica simula os processos metabólicos que ocorrem no rúmen, onde sob condições adequadas (pH, temperatura e anaerobiose) os microrganismos fermentam o substrato e produzem ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e massa microbiana (BLÜMMEL & ORSKOV, 1993).

O protocolo baseia-se na mensuração dos gases produzidos pela degradação dos substratos incubados em frascos de vidro sob condições que simulam o ambiente ruminal. Em tempos pré-estabelecidos, a pressão interna dos frascos é medida por meio de um transdutor e o volume de gás produzido durante o tempo de incubação é então submetido a análise de regressão (THEODOROU et al., 1994). Ressaltando-se que cuidados devem ser tomados para que a pressão dentro dos frascos não ultrapasse 7 psi (48,26 kPa), pois nessas condições ocorre inibição da fermentação microbiana.

As principais vantagens da técnica são a possibilidade de se avaliar grande número de alimentos ao mesmo tempo, necessidade de pequena quantidade de amostra do alimento a ser avaliado, necessidade de poucos animais, com menor tempo experimental e maior controle das condições experimentais, constituindo-se em uma excelente alternativa para estudos sobre o valor nutricional, degradabilidade ruminal e produção de CH₄ por alimentos utilizados nas dietas dos animais. Além desses parâmetros, a técnica possibilita avaliações a respeito do efeito (atividade) de compostos antinutricionais, conforme descrito por Bueno et al. (2008).

Através da técnica *in vitro* de produção de gases, também é possível obter a razão entre a matéria orgânica que foi verdadeiramente degradada e a produção cumulativa de gases. Esta razão é denominada fator de partição (FP), sendo este um indicador da eficiência de síntese microbiana (BLÜMMEL et al., 1997).

Segundo Makkar (2004), quanto maior o FP, mais matéria orgânica foi degradada e incorporada à massa microbiana por mL de gás produzido enquanto menores valores para o FP indicam que houve maior produção de gases em relação à matéria orgânica degradada, o que resulta em menor eficiência na fermentação. Ainda segundo o mesmo autor, alimentos que resultam em maior FP apresentam maior consumo pelos animais, maior eficiência de síntese microbiana, maior produção de AGCC e menor produção de CO₂ e CH₄.

A utilização inadequada do inóculo, dos tamponantes, condições de pH, anaerobiose, microrganismos e nutrientes para estes, podem diminuir a eficiência das técnicas *in vitro* de avaliação de alimentos. Mas, apesar da desvantagem de não reproduzir fielmente o ambiente ruminal, as condições *in vitro* podem ser controladas, prevenindo mudanças físico-químicas do ambiente, permitindo, assim, o estudo das propriedades intrínsecas do alimento (MUNIZ et al., 2011).

É relevante a utilização de métodos que possibilitem a quantificação dos gases produzidos durante a fermentação ruminal da dieta ingerida, para que se possa obter maior número de informações em relação à avaliação dos alimentos, bem como para que se possa elaborar estratégias de alimentação que resultem em maior eficiência alimentar (PEDREIRA & PRIMAVESI, 2011) .

1.6 Metanogênese

O metano é um potencial agente causador do efeito estufa e a fermentação ruminal pode representar importante papel na emissão desse gás, tendo em vista que, no Brasil, esta fonte é responsável por 12% das emissões totais de dióxido de carbono (CO₂) – equivalente (CERRI et al., 2009). O potencial de aquecimento do gás metano (CH₄) é 21 vezes maior que o potencial do CO₂, sendo a fermentação entérica responsável por 25% do metano produzido no mundo e, no Brasil, a contribuição dos ruminantes corresponde a 70% (BERNDT, 2010).

Além das questões ambientais, a necessidade de melhorar os índices produtivos evidencia a importância de se nortear pesquisas que melhorem a eficiência de utilização da energia dos alimentos pelos animais, pois a formação do metano representa perdas significativas da energia da dieta, a qual poderia estar sendo direcionada para produção de leite ou carne, por exemplo (ECKARD et al., 2010). Segundo Van Soest (1994), a produção de metano gera perdas energéticas ao animal, variando entre 2 a 12% da energia bruta total consumida.

No processo de fermentação da fibra, os nutrientes são transformados em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente ácido acético (C2), propiônico (C3) e butírico (C4), massa microbiana e em gases como o metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e hidrogênio (H₂). Para os microrganismos, esses AGCC são considerados resíduos da fermentação e, portanto não utilizados. Porém, para o metabolismo dos

ruminantes constitui-se na principal fonte de energia e a produção dos referidos gases significa perda da energia proveniente do alimento (VAN SOEST, 1994).

Na microbiota ruminal existe uma relação de interdependência entre os diferentes grupos bacterianos. Essas relações resultam em otimização do uso dos substratos presentes no meio, ou seja, os produtos oriundos da degradação ou fermentação de um substrato por um grupo de bactérias pode servir como substrato para outro grupo (KOZLOSK, 2011).

As *Archaea* metanogênicas, produtoras de metano, fazem parte de um grupo diferenciado de microrganismos, os quais possuem cofatores e lipídeos únicos (McALLISTER et al., 1996). Esses microrganismos são encontrados, em maioria, associados com protozoários, tanto na sua superfície celular quanto na fase intracelular, sendo essa uma associação simbiótica, uma vez que os protozoários ciliados apresentam grande potencial de produção de H_2 (USHIDA & JOUANY, 1996).

Em decorrência dessas interações entre a microbiota ruminal, as bactérias metanogênicas utilizam o gás H_2 como fonte de energia. Nessa reação, o CO_2 é reduzido a CH_4 e a variação de energia livre deste processo permite a síntese de uma molécula de ATP. Segundo Theodorou & France (1993), este processo é importante para a fermentação ruminal, pois os produtos gerados a partir dessa fermentação dependem da pressão de H_2 e da consequente concentração de nicotinamida adenina dinucleotídeo em seu estado reduzido (NADH) nas células bacterianas.

No rúmen, a produção de metano é a principal via de remoção de íons hidrogênio (H^+) do meio. Do contrário, o acúmulo de H^+ em decorrência da inibição da atividade das bactérias metanogênicas, acarreta na inibição dos sistemas enzimáticos microbianos, principalmente os que envolvem a regeneração de nicotinamida adenina dinucleotídeo ao seu estado oxidado (NAD^+), diminuindo a taxa de reoxidação do NADH e aumentando a relação $NADH/NAD^+$ no meio intracelular, ocorrendo modulação da fermentação ruminal, no sentido do aumento da síntese do propionato, devido ao acúmulo de NADH nas bactérias (KOZLOSKI, 2011).

Com relação à busca por estratégias que visem à redução da produção de metano e consequente melhor desempenho produtivo, sem dúvida, a alimentação é a principal ferramenta para manipulação dos processos metabólicos no rúmen. Neste sentido, destaca-se o potencial de utilização das leguminosas forrageiras na alimentação de ruminantes, como potenciais redutoras da produção de metano no rúmen, por apresentarem concentrações significativas de compostos secundários, pois de acordo

com Puchala et al. (2005), forragens contendo baixos ou moderados teores de taninos condensados (2% a 17%) podem diminuir a emissão de metano em ruminantes. Os autores verificaram redução de 50% na produção do metano no rúmen de animais alimentados com leguminosa contendo 17% de tanino condensado em comparação a uma gramínea contendo apenas 0,5% deste composto.

A redução na formação e emissão do metano devido à ação dos taninos pode ser justificada de forma indireta pela redução na degradação da matéria orgânica e consequente redução de H_2 no ambiente ruminal, pela formação de complexos desses compostos com as proteínas e fibras (os quais apresentam resistência a degradação), ou por inibição da população de protozoários e, de forma direta, pela inibição da população metanogênica (SALLAM et al., 2010). Deve-se considerar que os efeitos provocados por estes compostos não são sempre os mesmos, sendo altamente dependentes das concentrações ingeridas.

1.7 Protozoários, pH e $N-NH_3$ no rúmen

Os protozoários do rúmen são ciliados, em maioria, e são divididos em dois grupos: os entodiniomorfos, mais abundantes quando a dieta é à base de forragem, pois estes se alimentam de partículas insolúveis suspensas no fluido ruminal e os holotrichias, com população mais abundante quando a dieta apresenta alta quantidade de grãos e cereais. Contudo, ambos os grupos ingerem as próprias bactérias do rúmen como fonte de aminoácidos e de ácidos nucléicos para o seu crescimento (HOBSON & STEWART, 1997), constituindo-se em um importante mecanismo para manter o equilíbrio no ecossistema ruminal.

A população de protozoários no rúmen é diretamente influenciada pelo tipo de substrato disponível, variando a concentração entre 10^4 à 10^6 unidades/mL (ARCURI; LOPES; CARNEIRO, 2006). Além disso, outros fatores como o pH e as relações estabelecidas com as bactérias também afetam a diversidade e a quantidade de protozoários no rúmen.

O pH do rúmen é um importante parâmetro a ser avaliado, por sofrer influência direta do tipo de substrato incubado, apresentar alta relação com a rota de produção e proporção dos AGCC no fluido ruminal e exercer influência sobre a população microbiana. Segundo Van Soest (1994), o pH ideal do rúmen é 6,7, podendo variar de 6,2 à 7,2 quando a dieta é à base de forragem. As variações dependem da dieta e do tempo após a ingestão do alimento, sabendo-se que a maior ingestão de carboidratos

solúveis resulta em pH mais baixos, devido a alta taxa de fermentação destes compostos.

A manutenção dos microrganismos ruminais é dependente de um gradiente elétrico e de pH transmembrana que gere uma força próton-motora capaz de captar substratos do meio externo. Porém, se o pH for muito elevado o metabolismo e o crescimento desses microrganismos pode ser comprometido (OWENS & GOETSCH, 1993).

Em função desses eventos, ocorrem alterações na população microbiana, visto que para cada grupo de microrganismo há um pH ótimo de crescimento e manutenção. As bactérias que degradam fibra são sensíveis à variações do pH ruminal a valores abaixo de 6,0, o que pode comprometer a degradação da fibra ingerida. Já as bactérias amilolíticas, embora diminuam a taxa de crescimento, continuam crescendo em pH próximo à 5,0 (KOZLOSKI, 2011).

Os protozoários se alimentam de grânulos de amido, porém a degradação ocorre lentamente, comparada ao metabolismo das bactérias, o que pode contribuir para evitar a ocorrência de acidez ruminal (queda brusca do pH) em animais consumindo dietas com alta proporção de concentrado. Estes microrganismos participam também da degradação proteica, excretando peptídeos, aminoácidos ou N-amoniaco, por isso a presença de protozoários no ambiente ruminal é associada à redução na oferta de proteína microbiana no intestino delgado, bem como a maior reciclagem de N no rúmen (KOZLOSKI, 2011).

Da mesma forma que ocorre nas bactérias, os açúcares e aminoácidos são fermentados à AGCC, CO_2 e N-NH_3 . Porém, ao invés de produzir lactato, os protozoários utilizam este produto da fermentação como substrato, sendo este evento de grande importância para animais alimentados com dietas ricas em amido, por diminuir os efeitos da fermentação sobre o pH ruminal (ARCURI; LOPES; CARNEIRO, 2006).

Em virtude da associação simbiótica dos protozoários com as bactérias metanogênicas, estes microrganismos são apontados como responsáveis por até 37% da metanogênese (WILLIAMS & COLEMAN, 1997) e por isso, muitas pesquisas apontam a redução da população de ciliados no rúmen, através da utilização de aditivos ou fornecimento de compostos secundários das plantas, destacando-se o uso dos taninos condensados, como uma alternativa para diminuir as perdas de energia e as emissões de metano para o ambiente. Porém, Jesus et al. (2012) relataram que a redução da população

de protozoários no rúmen pode prejudicar a digestão da fibra e a disponibilidade de nutrientes.

O estudo da fermentação microbiana ruminal constitui-se em importante parâmetro na avaliação de alimentos para produção animal, constituindo-se em um indicativo para adequação das dietas. A quantificação dos produtos da atividade microbiana, como o nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), pode ser um indicativo da eficiência de utilização da proteína dietética no rúmen. A proteína advinda da dieta, assim como a ureia endógena e dietética, é degradada no rúmen, resultando em peptídeos e aminoácidos que poderão sofrer deaminação, liberando $N-NH_3$ no rúmen (VAN SOEST, 1994).

Os destinos metabólicos dos aminoácidos, peptídeos e bases nitrogenadas que chegam à célula bacteriana dependem da espécie bacteriana, da taxa de crescimento, do perfil de aminoácidos disponíveis e, sobretudo, da disponibilidade de energia. A maior parte dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen é degradada pelos microrganismos, liberando amônia para incorporação aos compostos nitrogenados microbianos ou para absorção pelo epitélio ruminal e metabolização no fígado. A absorção da amônia é diretamente proporcional à sua concentração no rúmen e aumenta com a elevação do pH do fluido ruminal (KOZLOSKI, 2011).

Segundo Van Soest (1994), a concentração ótima de $N-NH_3$ é de 10 mg/dL para que haja um ótimo desenvolvimento microbiano. Teoricamente, estas concentrações seriam adequadas para atender a demanda de nitrogênio dos microrganismos fermentadores de carboidratos fibrosos (predominantes no rúmen). Entretanto, este valor não pode ser considerado fixo, visto que outros fatores, como a taxa de fermentação dos carboidratos, por exemplo, terão influência sobre a concentração de amônia no fluido ruminal. Neste sentido, altas concentrações de $N-NH_3$ observadas no rúmen são indicativo da intensa degradação dos compostos nitrogenados ou da falta de sincronização entre degradação dos compostos nitrogenados e carboidratos, sendo estes últimos a fonte de energia necessária para síntese microbiana.

Em condição favorável de disponibilidade de substratos energéticos, as bactérias fermentadoras de carboidratos não-fibrosos apresentam altas taxas de síntese proteica. Entretanto, as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, possuem baixa capacidade desaminativa e não utilizam aminoácidos pré-formados (KOZLOSKI, 2011).

As bactérias que fermentam carboidratos fibrosos utilizam amônia como única fonte de nitrogênio e tem seu crescimento e manutenção prejudicados quando há deficiência desta no rúmen, tendo como consequências a redução no desaparecimento da fibra, diminuição na taxa de passagem e consequente redução do consumo de matéria seca (CMS) (RUSSELL et al., 1992). Em contrapartida, aquelas que fermentam carboidratos não fibrosos utilizam amônia, peptídeos e aminoácidos (PEREIRA et al., 2010).

A este respeito, o Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), considera que as bactérias fermentadoras de carboidratos não fibrosos utilizam aproximadamente 66% do N oriundo de peptídeos e aminoácidos e 34% de N-NH₃, enquanto que as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, como o gênero *Fibrobacter*, por exemplo, utilizam exclusivamente amônia como fonte de crescimento (PEREIRA et al., 2009).

Considerando-se que em condições tropicais a produção animal é baseada na utilização dos recursos forrageiros, pode-se inferir que a principal fonte de energia no rúmen será advinda dos carboidratos fibrosos. Assim, a disponibilidade de N-NH₃ no ambiente ruminal pode ser determinante na eficiência produtiva dos animais. Esta condição torna ainda mais relevante o enfoque das pesquisas sobre o potencial de utilização dos alimentos disponíveis para ruminantes em regiões semiáridas, devido aos teores elevados de proteína encontrados nas forrageiras.

1.8 Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína

Da mesma forma que os carboidratos, a maior parte dos compostos nitrogenados ingeridos é degradada pela ação das enzimas microbianas no rúmen. A composição destes compostos é bastante variável, sendo basicamente representados pela fração proteica e não-proteica. A fração nitrogenada não-proteica é prontamente degradada pelas bactérias ruminais. Em contrapartida, a fração proteica apresenta degradação ruminal variável, ressaltando-se que o fluxo de nitrogênio é afetado pela composição da dieta e pelo nível de consumo do animal (KOZLOSKI, 2011).

Segundo o mesmo autor, a maior parte dos compostos nitrogenados é degradada no rúmen, liberando aminoácidos, peptídeos e principalmente amônia, sendo grande parte desses compostos, sobretudo a amônia, incorporados à proteína microbiana, que é normalmente a principal fonte de aminoácidos para os ruminantes.

Os compostos nitrogenados absorvidos no intestino delgado é que suprem as exigências de proteína dos ruminantes, sendo esta proteína correspondente a proteína microbiana, a proteína não degradada no rúmen (PNDR) e a proteína endógena reciclada. A quantidade de proteína não degradada no rúmen que chega ao intestino delgado depende da taxa de degradação ruminal e da disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos ruminais (PEREIRA et al., 2010).

Mesmo quando o conteúdo de proteína bruta do alimento é alto e adequado para atender a exigência nutricional do animal em proteína, como ocorre geralmente nas espécies forrageiras da Caatinga, principalmente durante a estação chuvosa, é necessária uma avaliação mais profunda a respeito da disponibilidade do nitrogênio para os microrganismos ruminais e para o animal, pois este pode estar ligado à parede celular (NIDA) e, como consequência, passar intacto pelo trato gastrointestinal sem ser absorvido (SANTOS et al., 2010).

Para formulação de dietas mais eficientes é de fundamental importância conhecer a dinâmica de degradação da proteína dos alimentos, tanto no rúmen quanto a nível de intestino, para que se possa fornecer quantidades adequadas de nitrogênio para o metabolismo dos microrganismos ruminais, ou seja, proteína degradada no rúmen (PDR), bem como quantidades adequadas de proteína não degradada no rúmen para o próprio animal (NRC, 2001).

Este conhecimento se torna ainda mais importante quando se trata de animais de alta produção, pois a quantidade de proteína de origem microbiana que chega ao duodeno não é suficiente para atender as exigências do animal, o que reflete na necessidade de uma estratégia de suplementação adequada, com a inclusão na dieta de uma fonte proteica não degradada no rúmen, mas digestível no intestino, a fim de que se possa suprir o déficit.

2 CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- ABDALLA, A.L.; LONGO, C.; BUENO, I.C.S., 2007. Methane production and microbial evaluation by q-PCR of *in vitro* incubations of tannin-rich plants. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 19, p. 32, 2007. Apresentado a Conference on Gastrointestinal Function, 2007, Chicago.
- ABDULRAZAK, S.A.; Muinga, R.W.; Thorpe, W., 1997. Supplementation with *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* on voluntary food intake, digestibility, rumen fermentation and live weight of crossbred steers offered *Zea mays* stover. *Livest. Prod. Sci.*, 49, 53-62.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S., 2009. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Rev. Caatinga*. Mossoró-RN, 22, 126-135.
- ARAÚJO FILHO, J.A., SOUSA, F.B., CARVALHO, F.C., 1995. Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. Anais / editado por R.P. de Andrade, A de o. Barcellos e C. M. da Rocha. Brasília:SBZ, 63-75.
- ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C., 2006. Microbiologia do rúmen. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 111-150.
- BARBOSA, H. P., 1997. Tabela de composição de alimentos do estado da Paraíba, “setor agropecuário”. Areia:UFPB. 163 p.
- BARROS, N.N.; FREIRE, L.C.L.; LOPES, E.A.; JOHNSON, W.L., 1991. Estudo comparativo da digestibilidade de leguminosa forrageira com ovinos e caprinos. I. Digestibilidade *in vivo* do feno de cunhã. *Pesq. Agropec. Bras*, 26 (8): 1209-1213.
- BERNDT, A., 2010. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. VII Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2010, Viçosa, MG. Anais eletrônicos... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. Disponível em: <http://www.simcorte.com/index/Palestras/7_simcorte/simcorte8.PDF> Acesso em: 15/10/2012.
- BIANCONI, J.C., 2013. Cunhã – Leguminosa forrageira (*Clitoria ternatea* L.). In: Pastagens e Forrageiras. Disponível em: www.zoonews.com.br. Acesso em: 10/07/2013.
- BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K., 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. *J. Anim. Physiol. An. Nutri.*, 77, 24-34.
- BLÜMMEL, M.; ØRSKOV, E.R., 1993. Comparison of “*in vitro*” gas production and nylon 5 degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Tech.* 40, 109-119.
- BUENO, I.C.S.; CABRAL FILHO, S.L.S.; GOBBO, S.P.; LOUVANDINI, H.; VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L., 2005. Influence of inoculum source in a gas production method. *Anim. Feed Sci. Tech.* 123, 95-105.
- BUENO, I.C.S.; VITTI, D.M.S.S.; LOUVANDINI, H.; ABDALLA, A.L., 2008. A new approach for *in vitro* bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. *Anim. Feed Sci. Tech.* 41, 153-170.

- CAPPELLE, E.R., 2000. Tabelas de composição dos alimentos, estimativa do valor energético e predição do consumo e do ganho de peso de bovinos. 369p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- CARVALHO FILHO, O.M. DE; DRUMOND, M.A.; LANGUIDEY, P.H., 1997. *Gliricidia sepium* – leguminosa promissora para as regiões semiáridas. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA. 17 p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 35).
- CERRI, C.C.; MAIA, S.M.F.; GALDOS, M.V.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; BERNOUX, M., 2009. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. *Sci. Agric.*, Piracicaba, 66, 831-843.
- CORRÊA, M.P., 1984. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1926 – 1978.56.
- ECKARD R.J., GRAINGER C., DE KLEIN C.A.M., 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production. *Livest. Sci.* 130, 47-56
- FERREIRA, R.L.C; SILVA, G.C., 2006. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. *Pesqui. Agropec. Bras.*, 41, 1643-1651.
- GIONGO, V., 2011. Balanço de carbono no semiárido brasileiro: Perspectivas e desafios. In: Lima, R.C.C.; Cavalcante, A.M.B.; Marin, A.M.P. Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. Insa, Campina Grande, 115-130.
- GOEL G., MAKKAR H.P.S., 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins, a status review. *Trop. Anim. Health Prod.* 44, 729-739.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2013. Produção da pecuária municipal [2010]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acessado em: 10/06/2013.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC – IPCC., 2007. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: Emissions from livestock and Manure Management. 10.1-10.84.
- JAYANEGARA A., TOGTOKHBAYAR N., MAKKAR H.P.S., BECKER K., 2009. Tannins determined by various methods as predictors of methane production reduction potential of plants by an *in vitro* rumen fermentation system. *Anim. Feed Sci. Tech.* 150, 230-237.
- JESUS, L.P.; CABRAL, L.S.; ESPINOSA, M.M.; ABREU, J.G.; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORENZ, M.J.F., 2012. Modelagem estatística para estimação da população de protozoários ruminais em função da relação volumoso:concentrado na dieta e da presença de aditivos. *R. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, 13, 97-109.
- JUMA, H. K.; ABDULRAZAK S. A.; MUIINGA R. W., 2006. Effects of supplementing maize stover with clitoria, gliricidia and mucuna on performance of lactating Jersey cows in coastal lowland Kenya. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, 6, 1-7.
- KONDO, M.; KITA, K; YOKOTA, H., 2004. Feeding value to goats of whole-crop oat ensiled with green tea waste. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 113, 71-81.
- KOZLOSKI, G.V., 2011. Bioquímica dos ruminantes. 3ª Ed. Santa Maria: UFSM.
- LASCANO, C.E.; CÁRDENAS, E., 2010. Alternatives for methane emission mitigation in livestock system. *R. Bras. Zootec.* 39, 175-182 (supl. especial).

- MAGALHÃES, K.A., 2007. Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos. 281p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- MAKKAR H.P.S., 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Res.* 49, 241-256.
- MAKKAR, H.P.S., 2004. Recent advances in the *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. In: *Assessing quality and safety of animal feeds*. FAO Animal Production and Health Series 160. FAO, Rome, 55-88.
- MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M.; SILVA, J.S.C.; PEREIRA, J.C., 1998. Determinação das Frações que Constituem os Carboidratos Totais e da Cinética Ruminal da Fibra em Detergente Neutro de Alguns Alimentos para Ruminantes. *R. Bras. Zootec.*, 27, 790-796.
- MAURICIO, R.M., MOULD, F.L., DHANOA, M.S., OWEN, E., CHANNA, K.S., THEODOROU, M.K., 1999. Semiautomated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Tech.* 79, 321–330.
- MCALLISTER T.A., OKINE E.K., MATHISON G.W., CHENG K.J., 1996. Dietary environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. *Can. J. Anim. Sci.* 76, 231-243
- MCALLISTER, T.A., MARTINEZ, T., BAE, H.D., MUIR, A.D., YANKE, L.J., JONES, G.A., 2005. Characterization of condensed tannins purified from legume forages: chromophore production, protein precipitation, and inhibitory effects on cellulose digestion. *J. Chem. Ecol.* 31, 2049–2068.
- MERTENS, D.R., 1994. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C.; COLLINS, M.; MERTENS, D.R. et al. (Eds.). *Forage quality evaluation and utilization*. Nebraska: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, 450-493.
- MIN, B.R.; HART, S.P., 2003. Tannins for suppression of internal parasites. *J. Anim. Sci.* 81, E102–E109.
- MOREIRA FILHO, E.C.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P.; MEDEIROS, A.N.; PARENTE, H.N., 2009. Composição química de maniçoba submetida a diferentes manejo de solo, densidades de plantio e alturas de corte. *Revista Caatinga*, 22, 187-194.
- MOREIRA, J.N; LIRA, M.A; SANTOS, M.V.F; FERREIRA, M.A; ARAUJO, G.G.L; FERREIRA, R.L.C; SILVA, G.C., 2006. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. *Pesq. Agropec. Bras.* 41, n.11,1643-1651.
- MUIR, J.P., 2011. The multi-faceted role of condensed tannins in the goat ecosystem. *Small Ruminant Res.* 98, 115-120.
- MUNIZ, E.B.; MIZUBUTI, I.Y.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA JÚNIOR, J.N.; CAPELARI, M.G.M.; BRITO, V.M., 2011. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 32, 1191-1200.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC., 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, NationalAcademy Press, 381p.
- OLIVEIRA, V.R.; ARAÚJO, F.P.; DRUMOND, M.A.; MOREIRA, J.N.; KILL, L.H.P.; RIBEIRO, M.F.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.V., 2010. Recursos genéticos e aproveitamento da biodiversidade do semiárido brasileiro. In: SÁ, I.B.; SILVA, P.C.G., 2010. Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação – Petrolina: Embrapa Semiárido,89-123.
- ONDIEK J. O.; ABDULRAZAK, S. A.; TUITOEK J. K. The effects of *Gliricidia sepium* and maize bran as supplementary feed to Rhodes grass hay on intake, digestion and live weight of dairy goats. *Livest. Prod. Sci.*, v. 6, p. 65–70, 1999.
- OWENS, F.N. & GOETSCH, A. L., 1993. Ruminant fermentation. In: CHURCH,D.C. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. 145-171.
- PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O., 2011. Quantificação das emissões e nutrição para redução da produção de metano por bovinos. In: Lima, R.C.C.; Cavalcante, A.M.B.; Marin, A.M.P. Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. Insa, Campina Grande, 115-130.
- PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; VILLARROEL, A.B.S.; OLIVEIRA, S.M.P.; PIMENTEL, P.G., 2009. Variáveis ruminais em novilhos alimentados com feno de Tifton 85 com diferentes tamanhos de partículas. *Ciências Agrárias*, 30, 243-250.
- PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L.S.; VILLARROEL, A.B.S.; REGADAS FILHO, J.G.L.; ROCHA JÚNIOR, J.N., 2010. Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste brasileiro por intermédio da técnica de três estágios. *R. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 11, 403-413.
- PUCHALA, R.; MIN, B.R.; GOETSCH, A.L.; SAHLU, T., 2005. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *J. Anim. Sci.*,83, 182-186.
- RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70, 3551-3561.
- SALLAM S.M.A.H., BUENO I.C.S., GODOY P.B., NOZELLA E.F., VITTI D.M.S.S., ABDALLA A.L., 2010. Ruminant fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 12, 1-10
- SALVIANO, L.M.C., 1984. Leucena: fonte de proteína para os rebanhos. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA. 16P. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 11).
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; GUIM, A.; MELLO, A.C.L.; CUNHA, M.V., 2010. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. *R. Bras. Zootec.* 39, (supl. especial), 204-215.
- SILVA, P.C.G.; MOURA, M.S.B.; KILL, L.H.P.; BRITO, L.T.L.; PEREIRA, L.A.; SÁ, I.B.; CORREIA, R.C.; TEIXEIRA, A.H.C.; CUNHA, T.J.F.; GUIMARÃES FILHO, C., Caracterização do semiárido brasileiro: Fatores naturais e humanos. In: SÁ, I.B.; SILVA, P.C.G., 2010. Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação – Petrolina: Embrapa Semiárido, 17-48.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; RUSSEL, J. B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.
- SOARES, J.G.G. 2001. Utilização da maniçoba como forrageira para ensilagem. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, N. 100). Petrolina-PE. 4 pp.
- SOARES, J.G.G., 1995. Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi-árido brasileiro. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 4p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 59).
- SOLTAN, Y.A.; MOSRY, A.S.; SALLAM, S.M.A.; LOUVANDINI, H.; ABDALLA, A.L., 2012. Comparative in vitro evaluation of forage legumes (prosopis, acacia, atriplex and leucaena) on ruminal fermentation and methanogenesis. *J. Anim. Feed Sci.*, 21, 759-772.
- TEIXEIRA, F.C.P.; REINERT, F.; RUMJANEK, N.G.; BODDEY, R.M., 2006. Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to *Cratylia mollis* using the 15N natural abundance technique in the semi-arid Caatinga region of Brazil. *Soil Biol. & Biochem.*, 38, 1989-1993.
- THEODOROU M.K., WILLIAMS B.A., DHANOA M.S., MCALLAN A.B., FRANCE J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* 48, 185-197.
- USHIDA, K.; JOUANY, J.P., 1996. Methane production associated with rumen-ciliated protozoa and its effect on protozoan activity. *Letters Applied Microbiology*, 23, 129-132.
- VALADARES FILHO, S.C., ROCHA JUNIOR, V.R., CAPELLE, E.R., 2002. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 2.0. 1.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda.
- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L., 2010. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 3.0. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda.
- VAN SOEST, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York: Cornell University Press.
- VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L.; BUENO, I. C. S.; SILVA FILHO, J.C.; COSTA, C.; BUENO, M.S.; NOZELLA, E.F.; LONGO, E.; VIEIRA, E.Q.; CABRAL FILHO, S.L.S.; GODOY, P.B.; MUELLER-HARVEY, I., 2005. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 119, 345-361.
- VOLTOLINI, T.V.; NEVES, A.L.A.; GUIMARÃES FILHO, G.; NOGUEIRA, D.M.; CAMPECHE, D.F.B.; ARAÚJO, G.G.L.; MOREIRA, J.N.; VESCHI, J.L.A.; SANTOS, R.D.; MORAIS, S.A., 2010. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido. In: SÁ, I.B.; SILVA, P.C.G., 2010. Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação – Petrolina: Embrapa Semiárido, 143-206.
- WILLIAMS, A.G.; COLEMAN, G.S., 1997. The rumen protozoa. In: Hobson, P.N.; Stewart, C.S. (Eds.) *The Rumen Microbial Ecosystem*. 2.ed. Chapman and Hall: London, 73-139.

YDOYAGA-SANTANA, D.F.Y.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; SILVA, M.J.A.; MARQUES, K.A.; MELLO, A.C.L.; SANTOS, D.C., 2011. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. R. Bras. Zootec. 40, 69-78.

OBJETIVOS GERAIS

Ao se considerar a importância da diversidade de alimentos disponíveis para alimentação de ruminantes no semiárido, objetivou-se avaliar o valor nutricional das espécies forrageiras maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax. & Hoffm); sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth) e mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.), consideradas espécies nativas e, leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.); cunhã (*Clitoria ternatea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), sendo estas espécies exóticas, adaptadas ao semiárido brasileiro.

Objetivos específicos

- Determinar a composição química dos alimentos;
- Determinar os fenóis totais e quantificar os taninos;
- Determinar o fracionamento da proteína bruta e estimar as frações dos carboidratos;
- Estimar a produção total de gases e a concentração de metano (CH₄);
- Estimar a degradação da matéria orgânica (DMO);
- Estimar o fator de partição (FP);
- Determinar o pH, a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e a contagem de protozoários;
- Estimar digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS);
- Estimar a degradação ruminal e a digestibilidade pós-rúmen da proteína.

Caracterização química e digestibilidade de espécies forrageiras do semiárido

Chemical composition and digestibility of forage species of the semiarid

Resumo

Objetivou-se avaliar o valor nutricional das forrageiras: maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax. & Hoffm); sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth); mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.), leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.); cunhã (*Clitoria ternatea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), por meio da composição química, digestibilidade e dos parâmetros de degradação e fermentação ruminal. As amostras foram coletadas em quatro repetições por espécie, na Embrapa Semiárido (CPATSA), em Petrolina-PE. O fracionamento dos carboidratos e proteínas foi realizado com base no Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). A avaliação da degradação da matéria orgânica e dos produtos da fermentação ruminal foi realizada por meio da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. A degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal da proteína foram estimadas por meio da técnica dos três estágios. A cunhã, seguida da leucena, apresentou a maior concentração da fração B2 (fibra potencialmente digestível) e as demais espécies não diferiram ($P > 0,05$) entre si. A fração C (fração indisponível da fibra) foi encontrada em maior quantidade ($P < 0,05$) no sabiá e no mororó. As frações nitrogenadas de alta e média degradação ruminal, foram encontradas em maiores concentrações na cunhã e na leucena, em relação ao sabiá que apresentou a menor concentração. A fração C, que corresponde ao nitrogênio indisponível, foi maior ($P < 0,05$) nas espécies sabiá e mororó. A maniçoba, a gliricídia e, em menor escala, a leucena, proporcionaram maior ($P < 0,05$) degradação verdadeira da matéria orgânica (DVMO g/kg MO) e melhor fator de partição. A cunhã apresentou o maior percentual de proteína degradável no rúmen (PDR). A leucena apresentou maior digestibilidade intestinal (DI g/kg MS) da proteína, destacando-se como uma fonte de proteína de escape. Gliricídia, leucena e maniçoba apresentaram potencial de redução da produção de CH_4 entérico, sem comprometer a degradação dos nutrientes, elevada digestibilidade e carboidratos prontamente fermentescíveis.

Palavras-chave: fracionamento; leguminosas; metano; taninos

Abstract

This present study aimed to evaluate the nutritional value of the following forages: maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax. & Hoffm); sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth); mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.), Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam); cunhã (*Clitoria ternatea*) and Gliricídia (*Gliricidia sepium*), by means of chemical composition, digestibility, degradation parameters and ruminal fermentation. The samples were collected in four replicates per species, in the Embrapa Semi-Arid (CPATSA) Petrolina City, state of Pernambuco. Fractionation of carbohydrates and protein concentrations were determined based on the Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). The evaluation of the degradation of organic matter and products of ruminal fermentation was performed using *in vitro* semiautomatic gas production technique. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein were estimated using the three steps technique. The cunhã,

followed by *Leucaena* had the highest B2 fraction concentration (potentially digestible fiber) and the other species did not differ ($P>0.05$) among themselves. The C fraction (unavailable fiber fraction) was found in greater amounts ($P<0.05$) in *sabiá* and *mororó*. The nitrogen fractions of high and medium ruminal degradation, were found in higher concentrations in *cunhã* and *leucaena*, considering that *sabiá* had the lowest concentration. Fraction C, which corresponds to the unavailable nitrogen, was higher ($P<0.05$) in *sabiá* and *mororó* species. *Maniçoba*, *gliricidia* and, to a lesser extent, *leucaena* provided higher ($P<0.05$) truly degradation of organic matter (TDOM g/kg OM) and better partitioning factor. *Gliricidia*, *leucaena* and *maniçoba* had high digestibility potential ($P<0.05$). The *cunhã* had the highest percentage of rumen degradable protein (RDP). The *leucaena* presented higher intestinal protein digestibility (ID g/kg DM) and stands out as a source of rumen protected protein degradation and released in the intestine. *Gliricidia*, *Leucaena* and *maniçoba* presented potential for reducing enteric CH_4 production, without any effect on the nutrients degradation, digestibility and supply of readily fermentable carbohydrates high.

Key words: fractionation, legumes, methane, tannins

Introdução

No semiárido brasileiro, a pecuária de ruminantes tem se baseado na exploração de pastagens nativas e cultivadas, destacando-se o uso da Caatinga, vegetação predominante, como base na alimentação dos animais (LIRA et al., 2006). Entretanto, em decorrência da irregularidade na oferta quantitativa e qualitativa dos recursos forrageiros, a produtividade animal, em especial de ruminantes, por vezes é comprometida.

A utilização de alternativas alimentares tem sido frequentemente recomendada no intuito de suprir a deficiência nutricional dos rebanhos. Contudo, para que se possa utilizar de forma racional qualquer ingrediente em rações para alimentação animal, faz-se necessária a sua caracterização, com o conhecimento da sua composição química, aceitação pelos animais e possíveis efeitos sobre a fermentação ruminal. Desta forma, torna-se evidente a importância das avaliações nutricionais dos alimentos disponíveis a fim de se adequar os dados dos sistemas de formulação de rações às condições edafoclimáticas tropicais, levando em consideração os aspectos inerentes das diferentes regiões, visando atender as exigências nutricionais dos animais criados nessas condições. Concomitantemente, esses ajustes tornam possível alcançar maior desempenho produtivo dos animais, diminuem custos excessivos despendidos ao se fornecer nutrientes em excesso, bem como reduz a excreção de produtos para o ambiente (TORO VELÁSQUEZ et al., 2010).

Nos últimos anos, um grande número de pesquisas referentes ao aproveitamento dos alimentos disponíveis para a alimentação de ruminantes tem sido desenvolvidas na região do semiárido brasileiro. Tem-se avaliado níveis de substituição de ingredientes tradicionalmente utilizados (milho e farelo de soja) ou de inclusão de determinado ingrediente na ração animal com posterior avaliação de alguns parâmetros fisiológicos e de desempenho animal (SOUZA & ESPÍNDOLA, 2000; RODRIGUES et al., 2003; MENEZES et al., 2004; LOUSADA JUNIOR et al., 2005; VÉRAS et al., 2005; DANTAS FILHO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007).

Apesar da relevância incontestável dessas pesquisas, o estudo mais específico das frações dos componentes químicos desses alimentos, os parâmetros cinéticos e fermentativos de suas degradações no trato gastrintestinal dos animais podem dar maior subsídio à interpretação dos resultados obtidos nessas e em pesquisas futuras. Hall (2007) destacou que o conhecimento mais detalhado dos carboidratos dietéticos é necessário para a formulação de dietas que propiciem produção e saúde animal desejados e que, suas avaliações mais específicas devem ser foco na ciência animal.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a composição química, o fracionamento dos carboidratos e proteínas, os parâmetros de degradação e fermentação ruminal, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e a degradabilidade ruminal e digestibilidade pós-rúmen da proteína, de espécies forrageiras encontradas em regiões semiáridas.

Material e métodos

As amostras dos alimentos foram coletadas em março de 2012, no campo experimental da Caatinga, pertencente a Embrapa Semiárido (CPATSA), localizada no município de Petrolina-PE (09°09' S, 40°22' W, 365,5m), cujo clima é classificado segundo Köopen como BSw^h (Tropical Semiárido, quente e seco), com chuvas concentradas no verão, sendo que as maiores precipitações ocorrem entre janeiro e março. Enquanto a estação seca se inicia em maio e se prolonga até dezembro e, as menores precipitações são verificadas nos meses de setembro e outubro. A precipitação média de abril de 2011 a março de 2012 (ano que antecedeu as coletas) foi de 301,9 mm (Figura 1), com média mensal de 25,2 mm e a temperatura média foi de 26,2°C (CPATSA, 2013).

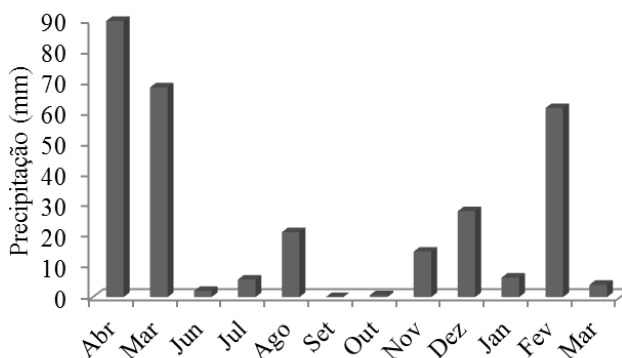


Figura 1 – Médias de precipitação pluviométrica mensal na estação experimental da Embrapa Semiárido em Petrolina-PE, no período de abril de 2011 a março de 2012.

Foram avaliadas as seguintes espécies forrageiras: maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax. & Hoffm); sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth) e mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.), consideradas espécies nativas, leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.); cunhã (*Clitoria ternatea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), sendo estas espécies exóticas. As amostras foram coletadas aleatoriamente, de forma manual, em quatro repetições por espécie, sendo cada repetição constituída de uma amostragem de três plantas e para amostragem de cada planta foram consideradas as folhas e as hastes com diâmetro de aproximadamente cinco mm ou menos, para todas as espécies.

A composição química e os ensaios *in vitro* foram realizados no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP) em Piracicaba-SP, estando às técnicas utilizadas de acordo com a Comissão Interna de Ética ambiental na Experimentação, bem como com a Comissão Interna de Ética em Experimentação com Animais. O fracionamento dos carboidratos e das proteínas foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal da UAG/UFRPE.

Composição química

As amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°C para determinação da composição química e a 45°C para determinação dos fenóis totais e taninos. Posteriormente, foram moídos em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm de diâmetro para a determinação da composição química, ensaios de produção de gases e para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e com peneira de 2 mm para determinação da degradabilidade ruminal. Em seguida, foram acondicionados em frascos previamente identificados para posteriores análises laboratoriais.

Os teores de matéria seca (MS) foram determinados por secagem em estufa a 105°C por 24 h (AOAC, 1995/ 930.15), a matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) foram obtidas após a queima das amostras a 600°C por 3 horas (AOAC, 1990/ 942.05). O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995/ 954.01), sendo o teor de proteína bruta calculado pelo fator $6,25^{\times}N$. O extrato etéreo foi determinado por extração em éter etílico no extrator ANKOM XT¹⁰ (ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY, USA). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), adaptada por Mertens (2002), no aparelho determinador de fibra Tecnal, modelo TE-149. Para mensuração das cinzas na FDN (FDNc) foi realizada a queima dos sacos contendo os resíduos das amostras digeridas em detergente neutro, segundo AOAC (1990/ 942.05). Para determinação da lignina foi feita a solubilização da celulose com ácido sulfúrico a 72% (LDA), segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e as frações de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) foram estimadas pelas equações: $HEM = FDN - FDA$; $CEL = FDA - LIG$.

Para determinação dos fenóis totais (FT), as amostras foram moídas em peneira com crivos de 0,25 mm e analisados através do método Folin-Ciocalteu, conforme Makkar (2003). Os taninos totais (TT) foram determinados como a diferença entre a concentração de FT antes e após o tratamento com polyvinyl polypyrrolidone (PVPP) conforme Makkar et al. (1993) e os taninos condensados (TC) através do método butanol-HC (MAKKAR, 2003).

Fracionamento

As frações dos carboidratos foram estimadas conforme Sniffen et al. (1992), onde carboidratos totais (CHO) = $100 - (PB + EE + MM)$, sendo as suas frações: carboidratos fibrosos (CF), considerados como sendo a FDNc; carboidratos não-fibrosos (CNF) e frações A + B1 obtidos pela subtração da FDNc dos CHO; a fração C = $FDN^{\times}0,01^{\times}LIG^{\times}2,4$ e a fração B2, ou seja, fração disponível da fibra, foi obtida pela diferença entre a FDNc e a fração C.

Os teores de nitrogênio não-protéico (NNP), ou seja, a fração A; o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados conforme metodologia descrita por Licitra et al. (1996). A fração (A) foi obtida pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel

(residual) em ácido tricloroacético (10%). A fração B1+ B2 foi obtida através da expressão: $B1 + B2 = 100 - (A + B3 + C)$; a fração B3 foi obtida pela diferença entre o NIDN e o NIDA e a fração C foi considerada como o NIDA.

Produção de gases: Preparo das amostras e dos inóculos

Para a predição da degradação da matéria orgânica (DMO), degradação verdadeira da matéria orgânica (DVMO) e produtos resultantes da fermentação ruminal foi utilizada a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases, proposta por Maurício et al. (1999) e adaptada por Bueno et al. (2005).

O meio nutritivo utilizado foi obtido a partir de soluções de micro e macrominerais, soluções tampão, redutora e indicadora, sendo continuamente saturado com CO₂ e mantido a 39°C até utilização, segundo Theodorou et al. (1994). Para coleta do líquido ruminal foram utilizados quatro ovinos Santa Inês, adultos, com fistula permanente no rúmen, com peso corporal médio de 65±2,5 kg, os quais foram alimentados em pasto de gramíneas tropicais e suplementados com fubá de milho, farelo de soja e feno de Tifton-85, dispondo de água e mistura mineral à vontade. Foram coletadas amostras das frações sólida e líquida do conteúdo ruminal separadamente, sendo estas mantidas sob condições de temperatura adequada (39°C) e anaerobiose e, em seguida, foi feita a homogeneização das frações na proporção 1:1 v/v com inoculação de CO₂ até o momento da incubação (BUENO et al., 2005). Cada repetição de cada espécie forrageira foi incubada com dois inóculos diferentes e para cada inóculo foram utilizados dois animais como doadores, a fim de se anular o efeito individual do animal.

No preparo das amostras, foram pesados aproximadamente 0,5 g que foram colocados em sacos de filtro F57 (ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY, USA), conforme descrito pelo Lethbridge Research Center (2011) e acondicionados em frascos de vidro com capacidade total de 160 mL (head space = 85 mL). Posteriormente, 50 mL de meio nutritivo, 25 mL de inóculo ruminal e CO₂ foram adicionados nos frascos (BUENO et al., 2005), os quais foram vedados com rolhas de borracha, agitados manualmente e incubados em estufa com circulação forçada de ar a 39°C durante 24 horas. Em cada ensaio foram incubados dois frascos, considerados brancos, contendo inóculo ruminal, meio nutritivo e o saco de filtro sem amostra (para correção dos dados) e dois frascos contendo amostra de feno de Tifton85 (*Cynodon* spp)

- padrão interno do LANA/CENA-USP, com perfil da produção de gases conhecido, sendo estes utilizados como controle.

Produção de gases e metano (CH₄)

As leituras dos gases produzidos foram tomadas às 4, 8, 12 e 24 horas de incubação, utilizando-se um medidor de pressão (Pressdata 800, LANA/CENA-USP, Piracicaba/SP), e o volume de gases produzido foi estimado pela equação $V = p \times 7,365$, definida para as condições laboratoriais ($n = 500$; $r^2 = 0,99$; ARAUJO, 2011), sendo: $V =$ volume de gases (mL) e $p =$ pressão mensurada (psi).

Em cada leitura realizada nos intervalos de incubação supracitados, foram coletados 2,5 mL de gás, por meio de seringa de 5 mL (Becton Dickson Indústria Cirúrgica Ltda, Curitiba, Brazil), totalizando aproximadamente 10 mL e armazenados em tubos *vacutainer*. Após cada tempo de leitura, a pressão interna nos frascos foi eliminada, sendo estes agitados e colocados na estufa novamente.

As concentrações de CH₄ foram determinadas injetando-se 1,0 mL dos gases que foi armazenado anteriormente nos tubos *vacutainer* em cromatógrafo gasoso (Shimadzu GC2014, Tokyo, Japan), com detector a 240° C e coluna micro empacotada Shincarbon ST 100/120 com temperatura de 60° C. Para obtenção da curva de calibração foram injetadas concentrações conhecidas de uma mistura padrão de CH₄ e CO₂ (LONGO et al., 2006). As concentrações de CH₄ foram obtidas através da expressão: CH₄ (mL) = (total de gás produzido, mL + headspace, 85 mL) × concentração de CH₄, mL/mL. Tanto a produção total de gás quanto a produção de CH₄ foram expressas em mL/g de matéria orgânica incubada (MOI) e em mL/g de matéria orgânica verdadeiramente degradada (MOVD), sendo os valores corrigidos com o branco (LONGO et al., 2006).

Para determinação da matéria orgânica verdadeiramente degradada (MOVD), após a retirada dos gases para determinação do CH₄, ao final das leituras, os sacos de filtro foram retirados dos frascos, lavados em água corrente e tratados com solução detergente neutro conforme procedimentos descritos por Van Soest et al. (1991) para análise da FDN, em seguida, os sacos de filtro foram mantidos em estufa a 105° C por 24 horas. Posteriormente, os sacos foram pesados e acondicionados em cadinhos de porcelana e então levados a mufla para incineração a 550° C por 4 horas e, finalmente pesados.

O fator de partição (FP) foi determinado pela relação entre a MOVD (mg) e a produção de gases (mL), de acordo com Blümmel et al. (1997), o qual foi avaliado como indicativo de eficiência da síntese microbiana.

Do conteúdo de cada frasco, foram coletadas amostras para determinação do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e contagem de protozoários. Para determinação da concentração de N-NH₃, foram transferidos aproximadamente 20 mL do conteúdo dos frascos para recipientes plásticos, os quais foram utilizados para aferir o pH em potenciômetro digital e, em seguida, mantidos a -10°C. Posteriormente, as amostras foram analisadas por meio do aparelho micro-kjeldahl, utilizando-se tetraborato de sódio (5%) e ácido bórico (20%) para destilação e titulação com H₂SO₄ (0,05N), de acordo com Preston (1995).

Para contagem dos protozoários, 2 mL do fluido ruminal presente nos frascos foi misturado com 2 mL da solução methyl green–formaldehyde–saline (MFS), que contém 3,5% (v/v) formaldeído, 8 g NaCl l21 and 0,6 g de methyl green l21 (Sigma–Aldrich). Posteriormente, aproximadamente 10 µL da amostra foram carregados na câmara de Neubauer e a contagem realizada em microscópio óptico com objetiva 45x/66 (DEHORITY, 1993). A contagem dos protozoários foi feita em quaduplicata e a média dos valores utilizada para a análise dos dados.

Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS)

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi utilizada a metodologia do fermentador ruminal DAISY^{II} (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY), descrito por Holden (1999). O inóculo foi obtido dos mesmos animais doadores para a produção de gases (PG), sendo utilizado apenas um inóculo, proveniente de dois animais, com todas as repetições incubadas simultaneamente. A coleta do líquido ruminal e os procedimentos de preparo do inóculo foram realizados da mesma forma que foi descrita para a PG.

A solução tampão (composta pela solução A e B) foi preparada em recipientes pré-aquecidos (39°C). A solução A (g/L) composta por: 10,0 g KH₂P0₄; 0,5 g MgSO₄.7H₂O; 0,5 g NaCl; 0,1 g CaCl₂.2H₂O e 0,5 g ureia, e a solução B (g/100 mL): 15,0 g Na₂CO₃; 1,0 g Na₂S.9H₂O foram misturadas adicionando-se cerca de 266 mL de solução B para 1.330 mL de solução A (relação 1:5) para cada jarro do fermentador DAISY^{II}, obtendo-se um pH final de 6,8 e temperatura de 39°C.

Todas as amostras foram pesadas em duplicata (0,25 g de amostra) em saco de filtro F57 (ANKOM) e selados a quente. Em seguida, foram distribuídos 25 sacos de filtro em cada jarro do fermentador ruminal, sendo que dois deles continham amostra padrão (feno de Tifton-85 com DIVMS conhecida) e um dos sacos não continha amostra, sendo considerado branco. Em sequência, foram adicionados 400 mL de inóculo ruminal e 1.600 mL de solução tampão em cada jarro, procedendo-se a incubação por 48 horas, a temperatura de 39°C. No segundo estágio da incubação, foi adicionado cerca de 40 mL de HCl a 6 N e 8 g de pepsina (Vetec 1:10000) em cada jarro, mantendo-se o pH da solução entre 2,0 a 3,5 e a temperatura a 39°C por mais 24 horas (HOLDEN, 1999).

Ao término da incubação, as soluções contidas nos jarros foram drenadas e os sacos foram lavados nos próprios jarros até que a água ficasse limpa. O gás contido nos sacos foi removido com delicada pressão manual sobre os mesmos. Em seguida, os sacos foram colocados em estufa a 105 °C por 12 horas e, por fim, pesados. O coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS foi calculado pela diferença do alimento incubado e pelo resíduo, após a incubação, com a fórmula: $DIVMS = ((MS \text{ do alimento incubado} - MS \text{ do resíduo}) / MS \text{ do alimento incubado}) \times 100$.

Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal da proteína

A degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal da proteína foram estimadas por meio da técnica dos três estágios, descrita por Calsamiglia & Stern (1995). Foram pesados cerca de 4,0g de cada amostra em sacos de nylon (14 x 7; com porosidade de 520 mm), os quais foram incubados no fermentador *in vitro* DAISY^{II} (Tecnal incubador *in vitro*, modelo TE-150) durante 16 horas a 39°C, seguindo os mesmos procedimentos da DIVMS para obtenção e preparo do inóculo. Após o término da incubação, os sacos foram lavados em água corrente por uma hora, lavados em máquina de lavar por 2 horas, depois mantidos em freezer por 24 horas e lavados novamente por mais 2 horas. Em seguida, os sacos foram secos a 55°C em estufa com ventilação forçada de ar por 48 horas e pesados. Os sacos foram abertos para retirada de cerca de 0,1g do resíduo para determinação do N nos resíduos. A proteína degradável no rúmen (PDR) foi calculada pela equação: $PDR = \text{Proteína da dieta} - \text{Proteína do resíduo} / \text{Proteína da dieta} \times 100$ e a proteína não degradável no rúmen (PNDR) foi calculada pela diferença entre a proteína da dieta e a PDR.

Posteriormente, 0,5g do resíduo foi pesado e adicionado em frascos de vidro, sendo incubado com 10 mL da solução de pepsina-HCl, contendo 1g/L, durante 1 hora (pH=1,9); em seguida, foi adicionado 0,5 mL de uma solução de NaOH (1N) e 13,5 mL de uma solução de pancreatina (3g/L; pH 7,8) durante 24 horas à 39°C. Após o término da incubação, foram adicionados 3 mL de ácido tricloroacético (TCA 100%) em cada amostra, os quais ficaram em repouso por 15 minutos e, em seguida, foram centrifugados em centrífuga refrigerada a 10.000 x g por 15 minutos. Logo após, 2 mL do sobrenadante foram retirados e transferidos para tubos de digestão para determinação do N pelo método Kjeldahl (AOAC, 1995/ 954.01), obtendo-se, assim, a digestibilidade intestinal da proteína (DIP).

Análises estatísticas

Para as análises químicas, fracionamento de carboidratos e proteínas, DIVMS e a degradabilidade ruminal e pós-rúmen da proteína, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para a PG e os parâmetros da fermentação ruminal, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com fatorial (6 (alimentos) x 2 (inóculos)) = 12 tratamentos x 4 repetições (blocos) = 48 amostras. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 por meio do programa estatístico SAS, 2002 (Statistical Analysis System, versão 9.0).

Resultados

Composição química

As espécies mororó e sabiá apresentaram maiores teores de matéria seca (MS) (Tabela 1). Apesar de todas as espécies avaliadas apresentarem teores de proteína bruta acima de 110 g/kg de MS, a leucena, seguida da maniçoba, destacaram-se apresentando os maiores teores ($P<0,05$). Maiores concentrações ($P<0,05$) de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN g/kg PB) foram encontradas para sabiá e mororó, em relação à cunhã e a maniçoba, as quais apresentaram os menores teores. Os maiores teores de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA g/kg PB) também foram encontrados para sabiá e mororó, enquanto leucena, cunhã e maniçoba apresentaram as menores ($P<0,05$) concentrações. Menores teores ($P<0,05$) de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em

Tabela 1

Composição química de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido.

Variável	Alimento						EPM ⁶
	Cunhã	Glicírdia	Leucena	Maniçoba	Mororó	Sabiá	
MS ¹	291,0±20,5 ^b	233,5±8,3 ^c	241,9±3,9 ^c	223,3±4,2 ^c	473,8±22,0 ^a	435,9±37,0 ^a	18,3
MM ²	44,5±1,4 ^{bc}	68,2±2,9 ^a	57,1±2,3 ^{ab}	68,1±7,3 ^a	37,2±2,5 ^c	43,7±4,2 ^c	5,3
MO ²	955,5±1,4 ^{ab}	931,8±2,9 ^c	942,9±2,3 ^{bc}	931,8±7,3 ^c	962,8±2,5 ^a	956,3±4,2 ^a	5,3
EE ²	57,7±3,6 ^c	78,0±4,4 ^b	40,8±2,7 ^d	102,4±6,1 ^a	37,6±5,6 ^d	42,5±8,8 ^d	5,6
PB ²	148,1±12,0 ^{cd}	174,9±4,9 ^c	241,6±20,3 ^a	207,8±12,0 ^b	115,1±9,4 ^e	124,5±10,7 ^{de}	11,6
PIDN ³	267,0±19,1 ^c	457,2±48,1 ^b	468,6±22,3 ^b	301,0±36,2 ^c	528,6±40,6 ^{ab}	566,2±69,7 ^a	37,9
PIDA ³	146,5±12,1 ^c	299,3±14,1 ^b	138,8±9,8 ^c	180,0±30,8 ^c	392,7±43,5 ^a	431,6±54,5 ^a	28,1
FDN ²	604,1±22,8 ^b	510,4±7,3 ^b	553,1±25,6 ^b	434,4±22,4 ^c	683,3±31,3 ^a	678,9±8,5 ^a	22,2
FDN _{cp} ²	551,9±26,8 ^a	416,5±2,6 ^b	425,6±21,3 ^b	359,1±17,9 ^c	606,8±32,4 ^a	594,1±15,0 ^a	22,9
FDA ²	431,0±8,6 ^c	436,3±8,2 ^c	283,4±23,6 ^c	339,3±33,6 ^d	494,9±35,5 ^b	550,1±12,9 ^a	20,2
LIG ²	55,6±2,7 ^c	89,1±6,4 ^b	46,8±4,1 ^c	97,2±6,9 ^b	154,0±7,8 ^a	157,2±11,0 ^a	7,9
HEM ²	173,1±15,0 ^b	74,1±12,8 ^d	269,8±21,6 ^a	95,1±28,9 ^{cd}	188,4±13,3 ^b	128,8±9,2 ^c	17,6
CEL ²	375,4±6,5 ^{ab}	347,2±7,6 ^{ab}	236,5±21,1 ^c	242,1±29,9 ^c	341,0±33,3 ^b	392,8±11,5 ^a	19,4
CNF ²	247,1±2,1 ^c	366,7±1,0 ^{ab}	333,5±3,2 ^b	401,3±2,5 ^a	231,6±2,8 ^c	228,9±1,5 ^c	2,5
FT ⁴	24,9±3,2 ^c	17,0±2,7 ^c	44,0±3,4 ^b	27,7±5,3 ^c	63,4±7,3 ^a	67,0±9,4 ^a	6,0
TT ⁴	18,3±2,6 ^{bc}	10,0±2,0 ^c	30,9±3,2 ^b	20,2±3,8 ^{bc}	55,4±4,8 ^a	49,2±7,9 ^a	5,5
TC ⁵	2,5±0,8 ^b	0,4±0,2 ^b	3,7±0,6 ^b	2,7±1,0 ^b	48,9±10,3 ^a	48,5±10,2 ^a	4,5

* médias seguidas da mesma letra na linha não diferem (P>0,05) estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

¹ g/kg de matéria natural.² g/kg MS.³ g/kg PB.⁴ Fenóis totais e taninos totais (Equivalente grama de ácido tânico / kg MS).⁵ Taninos condensados (Equivalente grama de leucocianidina / kg MS).⁶ EPM= erro padrão da média.

detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foram encontrados na maniçoba, em contraste, maiores valores de FDNcp foram encontrados para mororó, sabiá e cunhã. Os maiores teores de fibra em detergente ácido (FDA) foram encontrados no sabiá, seguido do mororó, e menores ($P < 0,05$) para a leucena. Sabiá e mororó apresentaram maiores teores ($P < 0,05$) de lignina (LIG), sendo os menores valores encontrados para a leucena e a cunhã. As maiores concentrações ($P < 0,05$) de fenóis totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) foram encontrados nas espécies sabiá e mororó, em relação às demais espécies avaliadas.

Fracionamento

Com relação ao fracionamento dos carboidratos, as forrageiras mororó e sabiá apresentaram os maiores teores ($P < 0,05$) de carboidratos totais (CHO) em relação gliricídia, leucena e maniçoba (Tabela 2). Os maiores teores das frações A+B1, correspondente aos carboidratos com alta taxa de degradação, foram encontrados para maniçoba, gliricídia e leucena (maniçoba > gliricídia > leucena). A cunhã, seguida da leucena, apresentou a maior concentração da fração B2 (fibra potencialmente digestível) e as demais espécies não diferiram ($P > 0,05$) entre si. A fração C (fração indisponível da fibra) foi encontrada em maior quantidade ($P < 0,05$) no sabiá e no mororó, sendo encontrados valores que correspondem a praticamente um terço dos CHO dessas espécies participando desta fração, enquanto a leucena e a cunhã apresentaram os menores teores.

Tabela 2

Fracionamento dos carboidratos de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido.

Alimento	Variável			
	CHO ¹	A + B1 ²	B2 ²	C ²
Cunhã	749,7±16,3 ^b	247,1±2,1 ^c	675,6±1,5 ^a	77,3±0,6 ^c
Gliricídia	678,9±7,6 ^c	366,7±1,0 ^{ab}	507,3±1,1 ^c	127,0±1,2 ^b
Leucena	660,5±20,0 ^{cd}	333,5±3,2 ^b	595,1±2,3 ^b	71,4±0,9 ^c
Maniçoba	621,6±22,6 ^d	401,3±2,5 ^a	473,4±1,8 ^c	125,4±1,3 ^b
Mororó	810,1±16,0 ^a	231,6±2,8 ^c	508,0±1,7 ^c	260,4±1,9 ^a
Sabiá	789,3±9,5 ^{ab}	228,9±1,5 ^c	500,6±3,1 ^c	270,5±2,1 ^a
EPM ³	16,7	2,5	2,4	1,5
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

* médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem ($P > 0,05$) estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

¹ Carboidratos totais (CHO g/kg MS).

² A+B1= fração solúvel; B2= fibra potencialmente degradável; C= fibra indigestível (g/kg CHO).

³ EPM= erro padrão da média.

Para o fracionamento dos compostos nitrogenados (Tabela 3), foram encontrados maiores teores ($P<0,05$) da fração A, correspondente ao nitrogênio não proteico (NNP), na maniçoba e na cunhã. As frações B1+B2, correspondente às frações de alta e média degradação ruminal, foram encontradas em maiores concentrações na cunhã e na leucena, comparadas ao sabiá.

A leucena apresentou maior concentração ($P<0,05$) da fração B3 (fração que apresenta baixa taxa de degradação ruminal), enquanto as demais espécies não diferiram entre si. A fração C, que corresponde ao nitrogênio que está indisponível foi maior ($P<0,05$) nas espécies sabiá e mororó e menor para as espécies cunhã, leucena e maniçoba.

Tabela 3

Fracionamento da proteína de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido.

Alimento	Variável				
	PB ¹	A ²	B1 + B2 ²	B3 ²	C ²
Cunhã	148,1±11,9 ^{cd}	293,2±26,6 ^a	439,8±42,3 ^a	120,5±19,5 ^b	146,5±12,1 ^c
Glicícidia	174,9±4,9 ^c	180,7±5,6 ^b	362,0±42,6 ^{ab}	157,9±46,1 ^b	299,3±14,1 ^b
Leucena	241,6±20,3 ^a	113,7±59,3 ^{bc}	417,6±67,9 ^a	329,9±24,9 ^a	138,8±9,8 ^c
Maniçoba	207,8±11,9 ^b	340,2±57,6 ^a	358,8±31,6 ^{ab}	120,9±24,9 ^b	180,0±30,8 ^c
Mororó	115,1±9,4 ^c	77,5±24,6 ^c	393,9±50,2 ^{ab}	135,9±25,6 ^b	392,7±43,5 ^a
Sabiá	124,5±10,7 ^{de}	127,9±74,9 ^{bc}	305,9±33,2 ^b	134,5±31,3 ^b	431,6±54,5 ^a
EPM ³	13,5	40,8	41,6	28,5	28,1
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

* médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem ($P>0,05$) estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

¹ g/kg MS.

² A= nitrogênio não proteico; B1+B2= fração nitrogenada de alta e média degradação ruminal; B3= fração nitrogenada de lenta degradação; C= fração nitrogenada indisponível (g/kg PB).

³ EPM= erro padrão da média.

Produção de gases e parâmetros de degradação

Não houve efeito do inóculo bem como da interação alimento x inóculo sobre os parâmetros avaliados. Quando avaliada a produção de gases (PG) e a produção de CH₄ em mL/g de matéria orgânica incubada (MOI), obteve-se menor ($P<0,05$) produção total de gases para sabiá e menor produção de metano para sabiá em relação à cunhã, gliricídia, leucena e maniçoba (Tabela 4). Porém, quando avaliada a PG em mL/g de matéria orgânica verdadeiramente degradada (MOVD), a produção total de gases foi maior ($P<0,05$) para mororó e sabiá, em relação à gliricídia, leucena e maniçoba. A produção de CH₄ (mL/g MOVD) foi maior para a cunhã, em relação à leucena, gliricídia

Tabela 4

Produção de gases (PG), produção de metano (CH₄), degradabilidade verdadeira da matéria orgânica (DVMO), fator de partição (FP) e parâmetros de fermentação ruminal de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido.

Variável	Alimento						EPM ⁶	P
	Cunhã	Gliricídia	Leucena	Maniçoba	Mororó	Sabiá		
PG ¹	165,3 ^b	178,3 ^{ab}	166,7 ^b	187,5 ^a	129,4 ^c	107,6 ^d	11,2	<0,0001
PG ²	450,0 ^b	356,2 ^c	377,1 ^c	359,8 ^c	517,7 ^a	494,8 ^{ab}	38,9	<0,0001
CH ₄ ¹	8,9 ^a	9,1 ^a	7,4 ^{ab}	8,4 ^a	5,7 ^{bc}	4,5 ^c	1,3	<0,0001
CH ₄ ²	20,0 ^a	15,6 ^b	14,5 ^b	14,4 ^b	18,2 ^{ab}	16,3 ^{ab}	2,6	<0,0001
DVMO ³	445,1 ^c	579,4 ^a	523,6 ^b	592,1 ^a	331,1 ^d	310,4 ^d	31,3	<0,0001
FP	2,7 ^c	3,3 ^a	3,1 ^{ab}	3,2 ^{ab}	2,6 ^c	2,9 ^{bc}	0,2	<0,0001
pH	7,0 ^b	7,0 ^b	7,0 ^b	7,0 ^b	7,0 ^b	7,2 ^a	0,1	<0,0001
N-NH ₃ ⁴	29,3 ^a	28,8 ^a	27,7 ^{ab}	28,4 ^a	26,3 ^{ab}	24,8 ^b	2,2	0,0005
Protozoários ⁵	4,9	5,1	5,1	5,4	6,8	5,1	1,3	0,2108

* médias seguidas da mesma letra na linha não diferem (P>0,05) estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

¹ mL/g de matéria orgânica incubada (MOI).

² mL/g de material orgânica verdadeiramente degradada (MOVD).

³ g/kg MO.

⁴ mg/100 mL.

⁵ 10⁵/mL.

⁶ EPM= erro padrão da média.

e maniçoba, enquanto as espécies maniçoba e leucena apresentaram os menores valores ($P < 0,05$).

A maniçoba e a gliricídia proporcionaram maior ($P < 0,05$) degradação verdadeira da matéria orgânica (DVMO g/kg MO), em contraste, sabiá e mororó apresentaram os menores valores. O fator de partição encontrado para todas as espécies apresentou-se dentro do intervalo ideal, porém a gliricídia, leucena e maniçoba apresentaram melhor valor em relação à cunhã e mororó. Apenas a espécie sabiá apresentou elevação no pH. A concentração de N-NH₃ (mg/100 mL) foi menor ($P < 0,05$) para sabiá, em relação à cunhã, gliricídia e maniçoba. Não houve diferença ($P > 0,05$) estatística para a contagem total de protozoários entre as espécies avaliadas.

DIVMS e degradação da proteína

Dentre as espécies avaliadas, foram encontrados menores valores ($P < 0,05$) de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) para sabiá e mororó (Tabela 5). Gliricídia, leucena e maniçoba destacaram-se, apresentando elevado potencial ($P < 0,05$) de digestibilidade.

Com relação à degradação ruminal da proteína, leucena e sabiá apresentaram a menor ($P < 0,05$) degradação, em relação às demais espécies avaliadas. A cunhã apresentou o maior quantidade de proteína degradável no rúmen (PDR), tanto em g/kg de MS quanto em %PB. Consequentemente, esta espécie apresentou menor quantidade ($P < 0,05$) de proteína não degradável no rúmen (PNDR), em %PB. Foram encontrados maiores valores ($P < 0,05$) de PNDR (g/kg MS), maior digestibilidade intestinal (DI g/kg MS) da proteína, bem como maiores valores de PNDR digestível (PNDRd g/kg MS) para a leucena. A cunhã apresentou baixos valores ($P < 0,05$) para DI e para a PNDRd.

Discussão

Os maiores teores de MS encontrados para mororó e sabiá podem ser justificados pelas características morfológicas intrínsecas dessas espécies, as quais apresentam ramos com hastes mais fibrosas e menor proporção de folhas, em relação às demais espécies avaliadas. Embora não tenha sido realizada a análise química específica para as diferentes partes das plantas (caules, pecíolos e folhas), essa hipótese se confirma pelos maiores valores de FDN, FDA e lignina observados para as duas espécies. O aumento da quantidade de frações fibrosas acarreta na elevação da MS com consequente

Tabela 5

Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), degradação ruminal e digestibilidade pós-rúmen da proteína de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido.

Variável	Alimento						EPM ⁴	P
	Cunhã	Gliricídia	Leucena	Maniçoba	Mororó	Sabiá		
DIVMS ¹	0,65±0,03 ^b	0,77±0,01 ^a	0,74±0,03 ^a	0,79±0,02 ^a	0,54±0,06 ^c	0,45±0,01 ^d	0,03	<0,0001
PB ²	148,1±11,9 ^{cd}	174,9±4,9 ^c	241,6±20,3 ^a	207,8±11,9 ^b	115,1±9,4 ^e	124,5±10,7 ^{de}	13,5	<0,0001
PDR ³	59,4±2,0 ^a	34,2±3,2 ^b	11,7±6,2 ^c	30,4±3,85 ^b	33,9±4,8 ^b	16,5±4,8 ^c	4,5	<0,0001
PDR ²	88,0±7,9 ^a	59,9±6,8 ^b	27,3±12,1 ^{cd}	63,3±8,6 ^b	39,1±7,2 ^c	20,6±5,6 ^d	7,7	<0,0001
PNDR ³	40,6±2,0 ^c	65,8±3,2 ^b	88,3±6,2 ^a	69,6±3,8 ^b	66,1±4,8 ^b	83,4±4,8 ^a	4,5	<0,0001
PNDR ²	60,1±5,5 ^e	115,0±4,5 ^{bc}	214,2±31,3 ^a	144,5±11,5 ^b	75,9±6,2 ^{de}	103,9±11,5 ^{cd}	15,9	<0,0001
DI ¹	0,32±0,03 ^d	0,65±0,04 ^b	0,84±0,02 ^a	0,71±0,05 ^b	0,53±0,04 ^c	0,72±0,10 ^b	0,05	<0,0001
PNDRd ²	19,7±3,4 ^c	75,3±6,8 ^b	181,8±25,8 ^a	103,5±13,9 ^b	40,2±4,6 ^c	75,1±12,7 ^b	12,9	<0,0001

* médias seguidas da mesma letra na linha não diferem (P>0,05) estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

¹ DIVMS (kg/kg MS); Digestibilidade intestinal (DI kg/kg MS)

² g/kg MS.

³ PDR= proteína degradável no rúmen; PNDR= proteína não degradável no rúmen% PB.

⁴ EPM= erro padrão da média.

diminuição nos teores de PB e disponibilidade de nutrientes, o que foi confirmado com os baixos valores de DIVMS encontrados. Segundo Wilson (1993), as digestibilidades de lâminas, bainhas, pecíolos e caules das plantas estão associadas com as proporções relativas dos tipos de tecidos em cada órgão, com paredes celulares digestíveis ou não, sendo os caules (ou hastes) a porção que apresenta as maiores proporções de tecidos pouco digestíveis.

O menor conteúdo de componentes fibrosos (FDN), encontrados na maniçoba se deve a expressiva quantidade de folhas presentes nos ramos e a menor quantidade de células com paredes espessadas (tecidos estruturais) desta espécie (FRANÇA et al., 2010). Tais características inerentes à maniçoba, associadas à presença de colmos mais tenros na leucena e na gliricídia e a maior concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) que favoreceram a maior DIVMS encontrados para essas três espécies.

Os teores de PB encontrados para as espécies avaliadas, destacando-se a leucena e a maniçoba, confirmam o potencial de utilização destas, quando comparadas às gramíneas, como fonte de proteína na alimentação de ruminantes, sobretudo em regiões tropicais. Entretanto, a formulação de dietas, considerando-se apenas o teor de PB do alimento sem o conhecimento da disponibilidade da mesma, pode prejudicar a eficiência de síntese dos microrganismos ruminais.

Os altos teores de proteína associada à FDN (PIDN) nas espécies mororó, sabiá, leucena e gliricídia e os altos teores de proteína associada a FDA (PIDA) representam parte da PB que apresenta lenta degradação ruminal e parte da PB que se encontra indisponível, respectivamente, sendo a disponibilização da primeira influenciada pela taxa de passagem. Tais resultados estão de acordo com os dados disponíveis na literatura que indicam os teores de PIDN e PIDA nas espécies forrageiras encontradas no semiárido como sendo um dos fatores nutricionais limitantes para a obtenção de maior desempenho animal.

A maior concentração de carboidratos totais nas espécies mororó, sabiá e cunhã é reflexo dos altos teores da fração fibrosa. A fração B2 dos carboidratos ocorreu em maior proporção em relação às frações A+B1 e C para todas as espécies avaliadas, sendo a maior participação desta fração encontrada na cunhã. Este resultado, provavelmente se deve ao alto teor de celulose desta espécie, por se tratar de uma fração fibrosa com lenta taxa de degradação ruminal. Em contraste, maniçoba, leucena e gliricídia, depois da fração B2, tiveram maior participação dos CHO na fração A+B1.

No mororó e no sabiá aquela foi seguida da fração C (fibra indigestível), confirmada pelo maior teor de lignina nessas espécies.

A fração C dos carboidratos exerce efeito na repleção ruminal, levando a menor disponibilidade energética devido a sua indigestibilidade que promove menor consumo potencial por unidade de tempo (VAN SOEST, 1994). Portanto, é desejável a utilização de espécies forrageiras com menor concentração da fração C, destacando-se os baixos valores encontrados para a leucena e a cunhã. Estratégias de manejo da área de produção, seja esta utilizada sob pastejo direto ou para colheita e conservação de forragens, podem minimizar o incremento da fração C e, conseqüentemente, seus efeitos negativos sobre o desempenho animal. Isto é possível quando se concilia a produtividade com a qualidade da fitomassa produzida.

As elevadas quantidades da fração A+B1, composta por açúcares, ácidos orgânicos, amido e pectina, encontrada para as leguminosas leucena e gliricídia, podem ser justificadas pela maior quantidade de amido e pectina presente nas folhas e caules das leguminosas (VAN SOEST, 1994). A maniçoba, embora não seja uma leguminosa, também sintetiza amido para ser estocado nos locais de reserva (tubérculos). Esse amido, que é produzido em nível de plastídeos localizados nas folhas, pode ter contribuído para o incremento da fração A+B1 para esta espécie. Além disso, França et al. (2010), avaliando a anatomia e a degradabilidade da maniçoba, observaram que as folhas são formadas em maiores proporções por tecidos com células que apresentam apenas parede celular primária, sem lignificação.

No tocante ao fracionamento dos compostos nitrogenados, os maiores percentuais da fração A (nitrogênio não-proteico) encontrados na maniçoba e na cunhã indicam a possibilidade de utilização dessas forrageiras como fonte de N prontamente disponível para utilização pelos microrganismos do rúmen. Destaca-se na maniçoba e, em menor extensão, na gliricídia, a elevada quantidade de N na fração A, associada com a disponibilidade de carboidratos na fração A+B1, sendo esta uma fração que apresenta rápida degradação ruminal, caracterizando sincronia nas taxas de degradação desses nutrientes no rúmen, quando da utilização dessas forrageiras, conforme preconizado pelo CNCPS. Assim, Nocek & Russel (1988) afirmaram que quando uma planta apresenta elevado teor proteico e grande parte desta proteína encontra-se nas frações de rápida degradação, é necessário o fornecimento de uma fonte de carboidratos com alta taxa de degradação ruminal para que a síntese de proteína microbiana no rúmen seja eficiente.

Pode-se inferir também que para a espécie cunhã não houve adequada associação entre a deposição de N nas frações A (prontamente disponível) e B1+B2 (rápida e média degradação ruminal) e a deposição de carboidratos nas frações A+B1. Assim, faz-se necessária a adequação da disponibilidade de energia (fonte de carboidratos prontamente fermentescíveis) quando da utilização desta forrageira na alimentação de ruminantes.

O elevado conteúdo de PB nas frações A e B1+B2 resultaram em alto percentual de PDR para a cunhã e, a utilização deste N disponibilizado no rúmen precisa ser maximizada para redução das perdas de N no sistema. Quando não há energia suficiente ou não ocorre sincronismo na disponibilidade de energia e N, a proteína é utilizada como fonte energética, o que onera o custo para o animal (custo de produção e excreção de ureia) e diminui a rentabilidade econômica para o produtor. Além disso, ressalta-se também que a proteína de escape da cunhã e do mororó, apresentaram os menores valores de digestibilidade.

A baixa degradação ruminal da proteína da leucena pode ser atribuída à alta concentração dos compostos nitrogenados na fração B3. Porém, a proteína que escapou da degradação ruminal (PNDR) na leucena e, em menor extensão, na maniçoba, gliricídia e sabiá, apresentou elevada digestibilidade intestinal (PNDRd), indicando o seu potencial de utilização como fonte de proteína de escape, pela grande quantidade de aminoácidos disponibilizados no intestino. Ressalta-se que a redução da degradação ruminal da proteína pode ter benefícios por aumentar o suprimento de N advindo da dieta para absorção no intestino delgado. Porém, a redução da PDR pode resultar em concentrações inadequadas de N-NH₃, redução do crescimento microbiano e diminuição da fermentação da fibra (SOLTAN et al., 2012). Então, ao se trabalhar com estas espécies para suplementação animal, deve-se considerar a adição de outra fonte de N que apresente maior degradabilidade ruminal, pois a proteína microbiana é a principal fonte de proteína metabolizável para o ruminante (SILVA et al., 2002).

A PG e a produção de CH₄ em mL/g de matéria orgânica incubada (MOI) e em mL/g de matéria orgânica verdadeiramente degradada (MOVD), apresentaram grande variação. A este respeito, Soltan et al. (2012) relataram que as diferenças encontradas entre a PG por unidade de MO incubada e a PG por unidade de MO verdadeiramente degradada (MOVD) são justificadas pela diferença na degradabilidade ruminal dos alimentos, sendo melhor expressas quando relacionadas com a quantidade de MOVD. Assim, tendo em vista a elevada DIVMS e os maiores valores de DVMO observadas

para maniçoba, leucena e gliricídia, pode-se compreender os maiores valores obtidos para produção total de gases e produção de CH₄ (mL/g MOI), sendo este resultado um reflexo da digestibilidade do alimento (HOLTSHAUSEN et al., 2009), principalmente da concentração de FDN e constituição desta.

Em contraste, a maior PG (mL/g MOVD) e menor DVMO (g/kg MO) das forrageiras mororó, sabiá e cunhã podem ser justificadas pelos elevados teores de componentes da parede celular encontrados nessas espécies, sobretudo fração C para mororó e sabiá e fração B2 para cunhã. Do mesmo modo, pode-se justificar a maior produção de CH₄ para cunhã, a qual não diferiu do mororó e do sabiá. A taxa de degradação da celulose e da hemicelulose é mais lenta do que dos carboidratos não estruturais (CNF), portanto, produz mais CH₄ por unidade de substrato digerido (McALLISTER et al., 1996; VALENCIAGA et al., 2009).

A este respeito, Soltan et al. (2012), comparando a fermentação ruminal e a produção de metano em leguminosas forrageiras em relação ao feno de Tifton presumiram a possibilidade da baixa DVMO e da alta produção de CH₄ serem consequência do elevado teor de FDN, confirmando a hipótese de que não apenas os TC afetam a degradabilidade ruminal, mas também o elevado conteúdo de fibra.

Os maiores fatores de partição encontrados para gliricídia leucena e maniçoba confirmam a maior eficiência de síntese microbiana, em relação à cunhã e ao mororó. O maior fator de partição, associado a menor produção de CH₄ dessas espécies, quando comparadas à cunhã, indica que houve maior incorporação da matéria orgânica degradada à massa microbiana por mL de gás produzido.

Apesar das maiores concentrações de TC encontradas para sabiá e mororó, pode-se verificar através dos elevados teores da fração C (correspondente ao N complexado com componentes da parede celular) e da consequente baixa quantidade de PDR, que a menor concentração de N-NH₃ do sabiá, comparado a cunhã, gliricídia e maniçoba, pode estar mais associada ao fracionamento dos nutrientes e a degradação da PB do que aos efeitos dos TC, tendo em vista que os baixos teores de TC encontrados na leucena, quando comparado ao sabiá e ao mororó, não justificam os baixos valores de PDR observados. Além disso, os teores de TC da cunhã não diferiram estatisticamente da leucena, contudo, a cunhã apresentou a maior proporção de PDR, quando comparada as demais forrageiras. Segundo Cruz et al. (2007), maiores efeitos antinutricionais dos TC são observados quando a concentração deles ultrapassam 50 g/kg MS, sendo observados valores aproximados apenas para o mororó e o sabiá.

Deve-se considerar, entretanto, que o efeito dos TC sobre a degradação da proteína depende do peso molecular, tipo e estrutura deste e do perfil de aminoácidos das proteínas (MIN et al., 2003). Os mesmos autores notaram que diferentes fontes de TC, em concentrações equivalentes, apresentaram variações nos efeitos sobre a degradação da PB, devido a diferenças no peso molecular e na estrutura química que influenciaram a atividade biológica dos TC.

Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que as leguminosas gliricídia, leucena e a euforbiácea maniçoba apresentam potencial de redução da produção do CH₄ entérico, sem efeitos negativos sobre a degradação dos nutrientes no rúmen, potencial de digestibilidade e fornecimento de carboidratos prontamente fermentescíveis no rúmen. A leucena destacou-se como uma fonte de proteína protegida da degradação ruminal e disponível no intestino. Esses resultados apontam a possibilidade de combinação entre as espécies estudadas para formulação de dietas, visando melhor atendimento na demanda por nutrientes.

Referências Bibliográficas

- AOAC, 1995. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 16th Edition. Arlington, VA.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Arlington, VA.
- ARAUJO, R.C., 2011. Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro*. 181f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K., 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. Journal of Animal Physiology and Nutrition, 77, 24-34.
- BUENO I.C.S., CABRAL FILHO S.L.S., GOBBO S.P., LOUVANDINI H., VITTI D.M.S.S., ABDALLA A.L., 2005. Influence of inoculum source in a gas production method. Anim. Feed Sci. Tech. 123, 95-105
- CALSAMIGLIA S., STERN M.D., 1995. A Three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. J. Anim. Sci. 73, 1459-1465.
- CRUZ, S. E. S. B. S.; BEELEN, P. M. G.; SILVA, D. S.; PEREIRA, W. E.; BEELEN, R.; BELTRÃO, F. S., 2007. Caracterização dos taninos condensados das espécies

- maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus virgatus*). Arquivo Bras. Med. Vet. Zootec., 59, 1038-1044.
- DANTAS FILHO, L.A.; LOPES, J.B.; VASCONCELOS, V.R.; OLIVEIRA, M.E.; ALVES, A.A.; ARAÚJO, D.L.C.; CONCEIÇÃO, W.S.F., 2007. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. R. Bras. de Zootec. 36, 147-154.
- DEHORITY B.A., DAMRON W.S., MCLAREN J.B., 1993. Occurrence of the rumen ciliate *Oligoisotricha bubali* in domestic cattle (*Bos taurus*). Appl. Environ. Microbiol. 45, 1394-1397.
- FRANÇA, A.A.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; PIMENTEL, R.M.M.; FERREIRA, G.D.G.; MARTINS, I.D.S.L., 2010. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. Acta Sci. Anim. Sci., Maringá, 32, 131-138.
- HALL, M.B., 2007. Methodological challenges in carbohydrate analyses. R. Bras. Zootec. 36, (Supl. especial), 359-367.
- HOLDEN, L.A., 1999. Comparison of Methods of In Vitro Dry Matter Digestibility for Ten Feeds. J. Dairy Sci., 82, 1791-1794.
- HOLTSHAUSEN, L., A.V.; CHAVES, K. A.; BEAUCHEMIN, S. M.; MCGINN, T. A.; McALLISTER, P. R.; CHEEKE AND C. BENCHAAAR. 2009. Feeding saponin-containing *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. J. Dairy Sci. 92:2809-2821.
- LETHBRIDGE RESEARCH CENTER., 2011. In vitro Screening of Enzyme products for Use in Ruminant Diets – Laboratory Methods. In: First Research Coordination Meeting on the use of enzymes and nuclear technologies to improve the utilization of fibrous feeds and reduce greenhouse gas emission from livestock (D3.10.27). 07 to 11 february 2011. Lethbridge Research Center, Lethbridge, Alberta, Canada, 30.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. Anim. Feed Sci. Tech., 57, 347-358.
- LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V., 2006. A palma forrageira na pecuária do semi-árido. In: Gomide, C.A.M.; Rangel, J.H.A.; Muniz, E.N. et al. (Orgs.). Alternativas alimentares para ruminantes. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 17-34.
- LONGO C., BUENO I.C.S., NOZELLA E.F., GODDOY P.B., CABRAL FILHO S.L.S., ABDALLA A.L., 2006. The influence of head-space and inoculum dilution on *in vitro* ruminal methane measurements. Int. Congr. Ser. 1293, 62-65.
- LOUSADA JUNIOR, J.E.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M; PIMENTEL, J.C.M.; LÔBO, R.N.B., 2005. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. R. Bras. Zootec., 34, 659-669.
- MAKKAR, H.P.S., 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Ruminant Res. 49, 241-256.

- MAKKAR, H.P.S., BLÜMMEL M., BOROWY N.K., BECKER K., 1993. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *J. Sci. Food Agr.* 61, 161-165.
- MAURÍCIO, R.M., MOULD, F.L., DHANOA, M.S., OWEN, E., CHANNA, K.S., THEODOROU, M.K., 1999. Semiautomated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Tech.* 79, 321–330.
- MCALLISTER, T.A., OKINE E.K., MATHISON G.W., CHENG K.J., 1996. Dietary environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. *Can. J. Anim. Sci.* 76, 231-243.
- MENEZES, M.P.C.; RIBEIRO, M.N.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A.N., 2004. Substituição do milho pela casca de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações completas para caprinos: consumo, digestibilidade de nutrientes e ganho de peso. *R. Bras. Zootec.*, 33, 729-737.
- MERTENS D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feed with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.* 85, 1217-1240.
- MIN, B.R., BARRY T.N., ATTWOOD G.T., MCNABB W.C., 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 106, 3-19.
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, v.71, p.2070-2107, 1988.
- OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; MODESTO, E.C.; ARNAUD, B.L.; SILVA, F.M., 2007. Substituição total do milho e parcial do feno do capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. *R. Bras. Zootec.*, 36, 928-935.
- PRESTON, T.R., 1995. Biological and chemical analytical methods. In: T.R. Preston (Editor). *Tropical Animal Feeding: a Manual for Research Workers*. FAO, Rome.
- RODRIGUES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; VASCONCELOS, V.R.; LÔBO, R.N.B.; PIMENTEL, J.C.M.; MOURA, A.A.A.M., 2003. Utilização do farelo de castanha de caju na terminação de ovinos em confinamento. *R. Bras. Zootec.*, 32, 240-248.
- SAS, 2002. *Statistical Analysis System*. Version 9.1.3. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; RUSSEL, J. B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. *J. Anim Sci.* 70, 3562-3577.
- SOLTAN, Y.A.; MOSRY, A.S.; SALLAM, S.M.A.; LOUVANDINI, H.; ABDALLA, A.L., 2012. Comparative in vitro evaluation of forage legumes (prosopis, acacia, atriplex and leucaena) on ruminal fermentation and methanogenesis. *J. Anim. Feed Sci.*, 21, 759–772.
- SOUZA, A.A.; ESPÍNDOLA, G.B., 2000. Bancos de proteína de leucena para suplementação de ovinos mantidos em pastagem de capim-buffel. *R. Bras. Zootec.* 29, 356-372.
- THEODOROU, M.K., WILLIAMS, B.A., DHANOA, M.S., MCALLAN, A.B., FRANCE, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer

- to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* 48, 185-197.
- TORO VELÁSQUEZ, P.A.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; RIVERA, A.R.; DIAN, P.H.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A., 2010. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. *R. Bras. Zootec.* 39, 1206-1213.
- VALENCIAGA, D., B.; CHONGO, R. S.; HERRERA, V.; TORRES, A.; ORAMAS AND M. HERRERA. 2009. Effect of regrowth age on *in vitro* dry matter digestibility of *Pennisetum purpureum* cv. CUBA CT-115. *Cuban J. Agric. Sci.* 43:79-82.
- VAN SOEST, P. J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. New York: Cornell University Press.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- VÉRAS, R.M.L; FERREIRA, M.A.; CAVALCANTI, C.V.A.; VÉRAS, A.S.C.; CARVALHO, F.F.R.; SANTOS, G.F.A.; ALVES, K.S.; MAIOR JÚNIOR, R.J.S., 2005. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas para ovinos em crescimento. *Desempenho. R. Bras. Zootec.*,34, 249-256.
- WILSON, J. R., 1993. Organization of Forage Plant Tissue. In: Jung, H. G.; Buxton, D. R.; Hatfield, R. D.; Ralph, J. (Ed.). *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison: Asa/Cssa/Sssa, 1-32.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados, nesta pesquisa, confirmam o potencial de utilização das espécies avaliadas na alimentação de ruminantes, destacando-se a importância destas como estratégia para suprimento de proteína, sobretudo em regiões semiáridas onde apresentam alta adaptação as condições edafoclimáticas. Contudo, para que se possa alcançar maior eficiência produtiva, é necessário o uso racional dos recursos forrageiros disponíveis, através da adequação no fornecimento das dietas, sendo o conhecimento dos componentes químicos, o fracionamento dos carboidratos e proteínas, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, a degradação ruminal e pós-rúmen da proteína, a fermentação ruminal e os produtos da degradação, veículos importantes para predição do comportamento do alimento no metabolismo animal.

Sugere-se a realização de mais estudos demonstrando a associação desses alimentos com outros ingredientes em dietas, bem como a demonstração *in vivo* dos possíveis efeitos sinérgicos.

APÊNDICE

Tabela 1A Composição química* de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido (g/kg MS; *kg/kg da MS).

Alimento	Rep	MS	MM	MO	EE	FDN	FDNcp	FDA	LIG	PB	PIDN	PIDA	HEM	CEL	DIVMS**	FT	TT	TC
Cunhã	R1	307,52	43,13	956,87	54,32	624,24	580,40	435,58	58,39	138,55	246,10	152,44	188,66	377,19	0,64	20,9	15	2,12
Cunhã	R2	308,21	43,63	956,37	55,15	612,89	560,70	438,49	57,25	138,27	281,84	158,69	174,40	381,23	0,61	27,9	21	3,6
Cunhã	R3	281,95	45,00	955,00	62,06	607,80	550,19	430,97	53,83	152,54	284,57	144,24	176,83	377,14	0,66	27	19,5	2,32
Cunhã	R4	266,26	46,18	953,82	59,41	571,59	516,43	418,94	52,80	163,01	255,55	130,62	152,65	366,15	0,68	23,8	17,6	1,85
Gliricídia	R1	238,50	66,59	933,41	75,06	520,03	417,61	427,28	91,51	169,20	528,55	302,40	92,75	335,78	0,67	13,5	7,41	0,21
Gliricídia	R2	241,06	65,53	934,47	84,10	504,74	414,83	432,42	80,66	172,52	443,35	317,24	72,32	351,76	0,68	18,8	11,5	0,58
Gliricídia	R3	222,58	68,62	931,38	74,58	504,68	413,78	439,46	88,48	178,98	427,76	293,36	65,22	350,98	0,68	16,2	9,43	0,47
Gliricídia	R4	231,75	72,03	927,97	78,20	512,03	419,61	445,96	95,75	178,96	429,17	284,20	66,07	350,21	0,71	19,4	11,5	0,36
Leucena	R1	246,62	56,86	943,14	38,85	573,87	433,25	275,83	49,69	263,82	475,19	151,30	298,04	226,14	0,78	44,7	31,4	3,05
Leucena	R2	237,95	53,97	946,03	43,83	520,73	399,93	253,50	41,12	242,48	450,06	141,76	267,23	212,38	0,76	43,7	30,9	4,32
Leucena	R3	239,51	58,64	941,36	42,31	544,40	419,05	298,85	49,80	245,34	451,99	130,60	245,55	249,06	0,78	39,7	26,7	3,99
Leucena	R4	243,50	59,00	941,00	38,30	573,52	450,06	305,27	46,79	214,70	497,29	131,40	268,24	258,49	0,76	48,1	34,5	3,36
Maniçoba	R1	221,61	65,47	934,53	93,35	445,25	370,32	383,39	105,53	194,58	323,59	222,17	61,87	277,86	0,76	21,4	15,5	2,21
Maniçoba	R2	221,19	65,32	934,68	107,02	411,08	339,89	331,36	88,53	208,74	288,68	159,25	79,72	242,83	0,74	28,3	20,4	2,73
Maniçoba	R3	220,67	62,87	937,13	104,02	460,20	377,82	340,19	96,94	204,56	336,03	183,60	120,01	243,25	0,77	34,4	24,8	4,01
Maniçoba	R4	229,55	78,94	921,06	105,16	421,01	348,47	302,36	97,72	223,40	255,80	155,15	118,65	204,64	0,71	26,9	19,9	1,74
Mororó	R1	482,63	40,87	959,13	40,31	647,52	568,22	455,14	143,68	125,37	500,93	346,11	192,38	311,45	0,62	55,5	43,5	45,1
Mororó	R2	496,82	36,07	963,93	42,02	670,85	594,55	474,95	162,02	120,66	492,21	365,97	195,90	312,93	0,53	64	50,3	53,2
Mororó	R3	470,78	35,11	964,89	29,53	694,44	621,60	525,75	157,31	105,93	540,92	436,65	168,69	368,43	0,54	73	54,8	69,8
Mororó	R4	444,93	36,66	963,34	38,55	720,55	642,79	523,97	152,88	108,30	580,54	421,99	196,58	371,10	0,48	61	46,9	53,8
Sabiá	R1	444,20	41,13	958,87	47,11	691,17	612,62	562,77	152,70	110,42	573,69	452,96	128,40	410,06	0,72	56,6	40,5	37,4
Sabiá	R2	451,55	46,71	953,29	52,51	677,86	591,82	547,92	160,83	122,76	578,23	464,00	129,93	387,10	0,68	79,4	59,7	61,8
Sabiá	R3	382,06	47,83	952,17	33,91	673,79	576,14	556,59	170,60	129,55	640,60	459,34	117,20	385,99	0,70	66,9	48,1	45
Sabiá	R4	465,96	39,10	960,90	36,49	672,72	595,85	532,98	144,82	135,19	472,18	350,20	139,74	388,16	0,72	65,2	48,5	49,7

Tabela 2A Carboidratos totais (g/kg MS) e frações dos carboidratos de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido

Alimento	Rep	CHOT	A+B1 (%CHOT)	B2 (%CHOT)	C (%CHOT)
Cunhã	R1	736,81	34,02	57,05	8,93
Cunhã	R2	727,61	34,36	58,14	7,50
Cunhã	R3	746,84	32,78	59,20	8,01
Cunhã	R4	695,46	40,04	53,04	6,92
Gliricídia	R1	691,04	42,85	44,76	12,39
Gliricídia	R2	687,03	45,64	44,65	9,71
Gliricídia	R3	702,76	44,45	45,98	9,57
Gliricídia	R4	686,37	45,44	43,22	11,34
Leucena	R1	660,19	41,37	47,45	11,17
Leucena	R2	692,29	37,11	50,79	12,09
Leucena	R3	673,91	38,40	49,89	11,71
Leucena	R4	676,54	41,64	49,03	9,33
Maniçoba	R1	674,64	40,07	42,01	17,91
Maniçoba	R2	651,47	41,06	46,97	11,98
Maniçoba	R3	625,53	38,55	46,25	15,21
Maniçoba	R4	596,75	36,36	54,40	9,24
Mororó	R1	753,16	33,09	47,18	19,73
Mororó	R2	783,71	30,59	44,62	24,80
Mororó	R3	826,00	27,61	45,18	27,21
Mororó	R4	810,07	26,69	43,80	29,51
Sabiá	R1	777,74	24,04	42,08	33,88
Sabiá	R2	742,42	26,54	40,32	33,14
Sabiá	R3	788,69	25,90	42,52	31,59
Sabiá	R4	756,12	26,71	44,72	28,57

Tabela 3A Frações da proteína de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido

Alimento	Rep	A (%PB)	A (g/kg PB)	B1+B2 (%PB)	B1+B2 (g/kg PB)	B3 (%PB)	B3 (g/kg PB)	C (%PB)	C (g/kg PB)
Cunhã	R1	25,38	253,76	50,01	500,14	9,37	93,66	15,24	152,44
Cunhã	R2	31,14	311,41	40,68	406,75	12,31	123,14	15,87	158,69
Cunhã	R3	30,07	300,65	41,48	414,78	14,03	140,33	14,42	144,24
Cunhã	R4	30,69	306,87	43,76	437,58	12,49	124,93	13,06	130,62
Gliricídia	R1	17,25	172,52	29,89	298,93	22,62	226,16	30,24	302,40
Gliricídia	R2	18,26	182,59	37,41	374,06	12,61	126,11	31,72	317,24
Gliricídia	R3	18,27	182,74	38,95	389,50	13,44	134,41	29,34	293,36
Gliricídia	R4	18,52	185,18	38,56	385,65	14,50	144,98	28,42	284,20
Leucena	R1	20,26	202,59	32,22	322,22	32,39	323,89	15,13	151,30
Leucena	R2	8,32	83,23	46,67	466,71	30,83	308,30	14,18	141,76
Leucena	R3	8,24	82,36	46,56	465,65	32,14	321,39	13,06	130,60
Leucena	R4	8,68	86,75	41,60	415,96	36,59	365,90	13,14	131,40
Maniçoba	R1	27,32	273,17	40,32	403,24	10,14	101,42	22,22	222,17
Maniçoba	R2	35,23	352,26	35,91	359,07	12,94	129,43	15,93	159,25
Maniçoba	R3	32,40	323,96	34,00	340,01	15,24	152,42	18,36	183,60
Maniçoba	R4	41,13	411,32	33,29	332,88	10,06	100,65	15,52	155,15
Mororó	R1	5,80	58,05	44,10	441,02	15,48	154,82	34,61	346,11
Mororó	R2	10,07	100,72	40,71	407,07	12,62	126,24	36,60	365,97
Mororó	R3	5,45	54,51	40,46	404,57	10,43	104,27	43,66	436,65
Mororó	R4	9,67	96,70	32,28	322,76	15,85	158,55	42,20	421,99
Sabiá	R1	9,21	92,07	33,42	334,23	12,07	120,73	45,30	452,96
Sabiá	R2	8,83	88,33	33,34	333,45	11,42	114,23	46,40	464,00
Sabiá	R3	9,11	91,10	26,83	268,30	18,13	181,26	45,93	459,34
Sabiá	R4	24,04	240,36	28,75	287,45	12,20	121,98	35,02	350,20

Tabela 4A Degradação verdadeira da matéria orgânica (DIVMO g/kg MO), produção de gases (PG *g/kg MOI; PG **g/kg MOVD), metano (CH₄), fator de partição (FP), pH, N-amoniacoal (N-NH₃ mg/100 mL) e protozoários (Protoz 10⁵/mL)

Alimento	Rep	Inóculo	DVMO	PG*	PG**	CH4 *	CH4 **	FP	pH	N-NH ₃	Protoz
Cunhã	R1	A	432,2	178,0	501,3	10,7	25,5	2,4	7,1	27,3	8,3
Cunhã	R1	B	432,4	155,4	435,9	7,7	17,2	2,8	7,2	22,4	3,5
Cunhã	R2	A	410,3	163,9	491,5	9,2	22,7	2,5	7,0	27,3	4,5
Cunhã	R2	B	446,7	172,8	459,9	9,1	19,8	2,6	6,9	26,6	4,6
Cunhã	R3	A	449,9	168,1	442,2	9,4	20,0	2,7	7,0	32,2	5,2
Cunhã	R3	B	452,5	163,1	434,3	7,7	17,3	2,8	7,0	34,3	3,2
Cunhã	R4	A	472,8	158,7	408,5	7,4	16,4	3,0	6,9	30,8	5,6
Cunhã	R4	B	464,3	162,6	426,8	10,1	21,2	2,9	6,9	33,6	4,4
Gliricídia	R1	A	536,8	172,9	385,3	8,0	16,5	3,2	7,3	25,2	6,2
Gliricídia	R1	B	519,0	178,2	396,8	8,2	15,5	2,9	7,2	22,4	4,1
Gliricídia	R2	A	568,9	189,2	381,8	11,5	20,1	3,0	6,9	28,7	4,4
Gliricídia	R2	B	568,1	180,3	363,4	10,3	17,6	3,2	6,9	28,7	3,8
Gliricídia	R3	A	664,7	171,2	287,6	8,8	12,9	3,9	7,1	30,8	9,0
Gliricídia	R3	B	594,6	166,6	321,8	7,8	13,3	3,6	7,0	35,7	4,9
Gliricídia	R4	A	596,0	185,9	356,4	7,9	13,8	3,2	6,9	27,3	4,4
Gliricídia	R4	B	586,9	182,0	357,1	10,6	17,8	3,2	6,8	31,5	4,3
Leucena	R1	A	515,5	169,3	392,8	8,2	17,0	3,0	7,1	25,2	7,9
Leucena	R1	B	486,1	166,9	404,3	7,7	15,6	2,9	7,2	23,1	3,5
Leucena	R2	A	504,9	168,7	397,9	5,5	12,1	3,0	6,9	28,0	5,9
Leucena	R2	B	543,0	177,0	375,3	6,0	11,4	3,1	6,9	28,0	3,4
Leucena	R3	A	584,6	165,4	323,1	8,3	13,9	3,5	7,0	30,8	6,3
Leucena	R3	B	566,8	167,8	342,7	8,1	14,4	3,4	7,0	31,5	5,0
Leucena	R4	A	494,6	153,4	378,3	6,0	13,1	3,2	6,9	26,6	4,7
Leucena	R4	B	493,6	165,1	402,8	9,3	18,5	3,0	6,9	28,7	4,3
Maniçoba	R1	A	569,2	196,0	396,1	10,2	18,5	2,9	7,0	23,8	8,9

Tabela 4A Continuação...

Alimento	Rep	Inóculo	DVMO	PG1	PG2	CH4 1	CH4 2	FP	pH	N-NH3	Protoz
Maniçoba	R1	B	590,7	173,7	333,6	6,4	10,9	3,4	7,1	28,0	2,6
Maniçoba	R2	A	634,6	207,2	363,4	9,3	15,0	3,1	6,9	28,0	7,3
Maniçoba	R2	B	610,0	179,2	331,8	8,0	12,9	3,4	6,9	26,6	4,6
Maniçoba	R3	A	557,2	176,7	360,9	9,5	16,4	3,2	7,1	30,1	7,7
Maniçoba	R3	B	609,0	190,9	352,8	6,0	10,5	3,2	6,9	27,3	3,1
Maniçoba	R4	A	584,4	187,7	367,8	8,6	15,2	3,1	6,9	31,5	5,4
Maniçoba	R4	B	582,1	188,7	371,9	9,3	16,0	3,1	6,9	32,2	4,1
Mororó	R1	A	366,6	154,1	538,0	7,0	21,2	2,4	7,1	25,9	13,7
Mororó	R1	B	356,0	131,5	473,3	4,4	13,1	2,7	7,1	21,0	5,0
Mororó	R2	A	347,5	138,5	519,3	8,0	23,4	2,5	7,0	25,9	5,3
Mororó	R2	B	328,2	127,8	509,2	6,0	18,2	2,6	7,0	23,8	4,6
Mororó	R3	A	316,3	120,2	501,7	4,8	15,5	2,6	7,1	30,1	8,6
Mororó	R3	B	298,6	121,4	549,6	4,0	15,6	2,5	7,2	29,4	5,0
Mororó	R4	A	324,9	114,5	492,7	5,1	17,8	2,8	7,0	25,9	7,0
Mororó	R4	B	310,6	127,4	557,6	6,4	20,9	2,4	6,9	28,7	5,1
Sabiá	R1	A	277,4	116,7	599,7	5,7	23,7	2,4	7,2	21,0	5,9
Sabiá	R1	B	236,3	104,8	629,1	3,3	15,6	2,3	7,4	20,3	4,6
Sabiá	R2	A	344,5	120,7	481,6	4,9	16,3	2,9	7,1	26,6	4,6
Sabiá	R2	B	335,2	105,0	429,5	4,9	14,6	3,2	7,1	23,1	4,7
Sabiá	R3	A	282,6	90,4	461,0	4,2	14,9	3,1	7,3	23,8	6,8
Sabiá	R3	B	311,2	105,9	482,0	2,1	9,8	2,9	7,2	23,1	4,9
Sabiá	R4	A	345,0	105,0	430,9	4,1	14,0	3,3	7,0	32,2	6,4
Sabiá	R4	B	350,9	112,6	444,3	5,4	16,0	3,1	7,0	28,0	3,2

Tabela 5 Proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR), digestibilidade intestinal (DI) e proteína não degradável no rúmen digestível (PNDRd)

Alimento	Rep	PB (%MS)	PB (g/kgMS)	PDR (%PB)	PDR (g/kgMS)	PNDR (%PB)	PNDR (g/kgMS)	DI(kg/kg)	PNDRd (g/kgMS)
Cunhã	R1	13,86	138,55	59,14	81,93	40,86	56,62	0,32	18,10
Cunhã	R2	13,83	138,27	60,79	84,05	39,21	54,22	0,30	16,20
Cunhã	R3	15,25	152,54	56,74	86,55	43,26	65,99	0,36	24,03
Cunhã	R4	16,30	163,01	61,06	99,53	38,94	63,48	0,32	20,42
Gliricídia	R1	16,92	169,20	30,63	51,83	69,37	117,37	0,69	81,27
Gliricídia	R2	17,25	172,52	35,16	60,65	64,84	111,86	0,64	71,67
Gliricídia	R3	17,90	178,98	32,87	58,82	67,13	120,16	0,67	80,86
Gliricídia	R4	17,90	178,96	38,14	68,31	61,86	110,65	0,61	67,51
Leucena	R1	26,38	263,82	7,24	19,09	92,76	244,73	0,82	201,45
Leucena	R2	24,25	242,48	7,28	17,65	92,72	224,83	0,86	194,27
Leucena	R3	24,53	245,34	11,65	28,59	88,35	216,76	0,86	187,44
Leucena	R4	21,47	214,70	20,50	44,02	79,50	170,68	0,84	143,98
Maniçoba	R1	19,46	194,58	34,20	66,71	65,80	127,87	0,67	85,54
Maniçoba	R2	20,87	208,74	30,05	62,71	69,95	146,03	0,73	106,02
Maniçoba	R3	20,46	204,56	25,25	51,67	74,75	152,89	0,78	119,41
Maniçoba	R4	22,34	223,40	32,23	71,99	67,77	151,41	0,68	103,08
Mororó	R1	12,54	125,37	37,21	46,58	62,79	78,79	0,47	37,05
Mororó	R2	12,07	120,66	34,22	41,29	65,78	79,36	0,56	44,40
Mororó	R3	10,59	105,93	37,04	39,22	62,96	66,71	0,53	35,47
Mororó	R4	10,83	108,30	27,02	29,27	72,98	79,03	0,56	43,98
Sabiá	R1	11,04	110,42	21,08	23,32	78,92	87,09	0,73	63,74
Sabiá	R2	12,28	122,76	9,80	12,18	90,20	110,57	0,79	87,19
Sabiá	R3	12,95	129,55	18,06	23,43	81,94	106,12	0,80	84,88
Sabiá	R4	13,52	135,19	17,25	23,38	82,75	111,81	0,58	64,59

ANEXO I

Normas para submissão de trabalhos científicos na revista **SEMINA: CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

QUALIS CAPES: B1

O autor principal deverá anexar no sistema **documento comprobatório** dessa correção.

Categorias dos Trabalhos

- a) Artigos científicos: no máximo 20 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas;
- b) Comunicações científicas: no máximo 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- b) Relatos de casos: No máximo 10 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 12 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- c) Artigos de revisão: no máximo 25 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas.

Apresentação dos Trabalhos

Os originais completos dos artigos, comunicações, relatos de casos e revisões podem ser escritos em português, inglês ou espanhol, no editor de texto Word for Windows, com espaçamento 1,5, em papel A4, fonte Times New Roman, tamanho 11 normal, com margens esquerda e direita de 2 cm e superior e inferior de 2 cm, respeitando-se o número de páginas, devidamente numeradas, de acordo com a categoria do trabalho. Figuras (desenhos, gráficos e fotografias) e Tabelas serão numeradas em algarismos arábicos e devem estar separadas no final do trabalho.

As figuras e tabelas deverão ser apresentadas nas larguras de 8 ou 16 cm com altura máxima de 22 cm, lembrando que se houver a necessidade de dimensões maiores, no processo de editoração haverá redução para as referidas dimensões. As legendas das figuras deverão ser colocadas em folha separada obedecendo à ordem numérica de citação no texto. Fotografias devem ser identificadas no verso e desenhos e gráfico na parte frontal inferior pelos seus respectivos números do texto e nome do primeiro autor. Quando necessário deve ser indicado qual é a parte superior da figura para o seu correto posicionamento no texto.

Preparação dos manuscritos

Artigo científico:

Deve relatar resultados de pesquisa original das áreas afins, com a seguinte organização dos tópicos: Título; Título em inglês; Resumo com Palavras-chave (no máximo seis palavras); Abstract com Key words (no máximo seis palavras); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão com as conclusões no final ou Resultados, Discussão e Conclusões separadamente; Agradecimentos; Fornecedores, quando houver e Referências Bibliográficas. Os tópicos devem ser escritos em letras maiúsculas e minúsculas e destacados em negrito, sem numeração. Quando houver a necessidade de subitens dentro dos tópicos, os mesmos devem receber números arábicos. O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outra revista com o mesmo conteúdo, exceto na forma de resumo de congresso, nota prévia ou formato reduzido.

A apresentação do trabalho deve obedecer à seguinte ordem:

1. *Título do trabalho*, acompanhado de sua tradução para o inglês.
2. *Resumo e Palavras-chave*: Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 150 e um máximo de 300 palavras, na mesma língua que o artigo foi escrito, acompanhado de sua tradução para o inglês (*Abstract e Key words*).
3. *Introdução*: Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.
4. *Material e Métodos*: Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.
5. *Resultados e discussão com conclusões ou Resultados, Discussão e Conclusões*: De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.
6. *Agradecimentos*: As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

Observações:

Quando for o caso, antes das referências, deve ser informado que o artigo foi aprovado pela comissão de bioética e foi realizado de acordo com as normas técnicas de biosegurança e ética.

Notas: Notas referentes ao corpo do artigo devem ser indicadas com um símbolo sobrescrito, imediatamente depois da frase a que diz respeito, como notas de rodapé no final da página.

Figuras: Quando indispensáveis figuras poderão ser aceitas e deverão ser assinaladas no texto pelo seu número de ordem em algarismos arábicos. Se as ilustrações enviadas já foram publicadas, mencionar a fonte e a permissão para reprodução.

Tabelas: As tabelas deverão ser acompanhadas de cabeçalho que permita compreender o significado dos dados reunidos, sem necessidade de referência ao texto.

Grandezas, unidades e símbolos: Deverá obedecer às normas nacionais correspondentes (ABNT).

7. *Citações dos autores no texto*: Deverá seguir o sistema de chamada alfabética seguidas do ano de publicação de acordo com os seguintes exemplos:

- a) Os resultados de Dubey (2001) confirmam que
- b) De acordo com Santos et al. (1999), o efeito do nitrogênio.....
- c) Beloti et al. (1999b) avaliaram a qualidade microbiológica.....
- d) [...] e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et. al., 1992).
- e) [...]comprometendo a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 1995).

Citações com três autores

Dentro do parêntese, separar por ponto e vírgula.

Ex: (RUSSO; FELIX; SOUZA, 2000).

Incluídos na sentença, utilizar vírgula para os dois primeiros autores e (e) para separar o segundo do terceiro.

Ex: Russo, Felix e Souza (2000), apresentam estudo sobre o tema....

Citações com mais de três autores

Indicar o primeiro autor seguido da expressão et al.

Observação: Todos os autores devem ser citados nas Referências Bibliográficas.

8. *Referências Bibliográficas*: As referências bibliográficas, redigidas segundo a norma NBR 6023, ago. 2000, da ABNT, deverão ser listadas na ordem alfabética no final do artigo. Todos os autores participantes dos trabalhos deverão ser relacionados, independentemente do número de participantes (única exceção à norma – item 8.1.1.2). A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e afirmações são da inteira responsabilidade dos autores.

As outras categorias de trabalhos (Comunicação científica, Relato de caso e Revisão) deverão seguir as mesmas normas acima citadas, porém, com as seguintes orientações adicionais para cada caso:

Comunicação científica

Uma forma concisa, mas com descrição completa de uma pesquisa pontual ou em andamento (nota prévia), com documentação bibliográfica e metodologia completas, como um artigo científico regular. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key words; Corpo do trabalho sem divisão de tópicos, porém seguindo a seqüência – introdução, metodologia, resultados (podem ser incluídas tabelas e figuras), discussão, conclusão e referências bibliográficas.

Relato de caso

Descrição sucinta de casos clínicos e patológicos, achados inéditos, descrição de novas espécies e estudos de ocorrência ou incidência de pragas, microrganismos ou parasitas de interesse agrônomo, zootécnico ou veterinário. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Introdução com revisão da literatura; Relato do (s) caso (s), incluindo resultados, discussão e conclusão; Referências Bibliográficas.

Artigo de revisão bibliográfica

Deve envolver temas relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por fascículo é limitado e os colaboradores poderão ser convidados a apresentar artigos de interesse da revista. No caso de envio espontâneo do autor (es), é necessária a inclusão de resultados relevantes próprios ou do grupo envolvido no artigo, com referências bibliográficas, demonstrando experiência e conhecimento sobre o tema.

O artigo de revisão deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Desenvolvimento do tema

proposto (com subdivisões em tópicos ou não); Conclusões ou Considerações Finais; Agradecimentos (se for o caso) e Referências Bibliográficas.

Outras informações importantes

- 1 A publicação dos trabalhos depende de pareceres favoráveis da assessoria científica "Ad hoc" e da aprovação do Comitê Editorial da Semina: Ciências Agrárias, UEL.
2. Não serão fornecidas separatas aos autores, uma vez que os fascículos estarão disponíveis no endereço eletrônico da revista (<http://www.uel.br/revistas/uel>).
3. Os trabalhos não aprovados para publicação serão devolvidos ao autor.
4. Transferência de direitos autorais: Os autores concordam com a transferência dos direitos de publicação do referido artigo para a revista. A reprodução de artigos somente é permitida com a citação da fonte e é proibido o uso comercial das informações.
5. As questões e problemas não previstos na presente norma serão dirimidos pelo Comitê Editorial da área para a qual foi submetido o artigo para publicação.
6. Informações devem ser dirigidas a:

<p>Universidade Estadual de Londrina</p> <p>Centro de Ciências Agrárias</p> <p>Departamento de Medicina Veterinária Preventiva</p> <p>Comitê Editorial da Semina Ciências Agrárias</p> <p>Campus Universitário - Caixa Postal 600186051-990</p> <p>Londrina, Paraná, Brasil.</p> <p>Informações: Fone: 0xx43 33714709</p> <p>Fax: 0xx43 33714714</p> <p>Emails: vidotto@uel.br; csvjneve@uel.br</p>	<p>ou Universidade Estadual de Londrina</p> <p>Coordenadoria de Pesquisa e Pós-graduação</p> <p>Conselho Editorial das revistas Semina</p> <p>Campus Universitário - Caixa Postal 600186051-990</p> <p>Londrina, Paraná, Brasil.</p> <p>Informações: Fone: 0xx43 33714105</p> <p>Fax: Fone 0xx43 3328 4320</p> <p>Emails: eglema@uel.br;</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao Editor".
2. **Devem ser preenchidos dados de autoria de todos os autores no processo de submissão.**

Utilize o botão "**incluir autor**"

3. **No passo seguinte preencher os metadados em inglês.**

Para incluí-los, após salvar os dados de submissão em português, clicar em "**editar metadados**" no topo da página - alterar o idioma para o inglês e inserir: título em inglês, abstract e key words. Salvar e ir para o passo seguinte.

4. A **identificação de autoria** do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em Assegurando a Avaliação Cega por Pares.

5. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapassem 2MB)

6. O texto está em espaço 1,5; fonte Time New roman de tamanho 11; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL);

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.

7. URLs para as referências foram informadas quando necessário.

8. **Taxa de Submissão de novos artigos**

Declaração de Direito Autoral

Os **Direitos Autorais** para artigos publicados nesta revista são de direito do autor.

Em virtude de aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

A revista se reserva o direito de efetuar, nos originais, alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical, com vistas a manter o padrão culto da língua e a credibilidade do veículo. Respeitará, no entanto, o estilo de escrever dos autores.

Alterações, correções ou sugestões de ordem conceitual serão encaminhadas aos autores, quando necessário. Nesses casos, os artigos, depois de adequados, deverão ser submetidos a nova apreciação.

As opiniões emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

ANEXO II



Figura 1 – Cunhã (*Clitorea ternatea*) utilizada para amostragem



Figura 2 – Gliricídia (*Gliricidia sepium*) utilizada para amostragem



Figura 3 – Leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.) utilizada para amostragem



Figura 4 – Maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* (Bong.) Steud.) utilizada para amostragem



Figura 5 – Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.) utilizada para amostragem



Figura 6 – Sabiá (*Mimosa caesapiniifolia* Benth) utilizada para amostragem