

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

POTENCIAL TANINÍFERO DA JUREMA PRETA E DO
ANGICO VERMELHO AVALIADO POR DIFERENTES
MÉTODOS

Autora: Rayanne Thalita de Almeida Souza
Orientadora: Profa. Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva

GARANHUNS
Estado de Pernambuco
Agosto – 2015

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

POTENCIAL TANINÍFERO DA JUREMA PRETA E DO
ANGICO VERMELHO AVALIADO POR DIFERENTES
MÉTODOS

Autora: Rayanne Thalita de Almeida Souza
Orientadora: Profa. Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes.

GARANHUNS
Estado de Pernambuco
Agosto - 2015

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

S729c Souza, Rayanne Thalita de Almeida
Potencial taninífero da Jurema Preta e Angico Vemelho
avaliado por diferentes métodos / Rayanne Thalita de
Almeida Souza.- Garanhuns, 2015.

98fs.

Orientador: Dulciene Karla de Andrade Silva
Dissertação (Mestrado: Ciência animal e Pastagens)
- Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade
Acadêmica de Garanhuns, 2015.
Inclui Anexos e Bibliografias

CDD: 636.085

1. Bromatologia
 2. Bioatividade
 3. Análise química - Leguminosas
 4. Compostos secundários
 5. Estudos quantitativos
- I. Silva, Dulciene Karla de Andrade
II. Título

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

POTENCIAL TANINÍFERO DA JUREMA PRETA E DO
ANGICO VERMELHO AVALIADO POR DIFERENTES
MÉTODOS

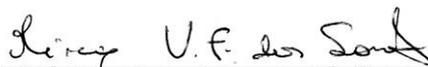
Autora: Rayanne Thalita de Almeida Souza
Orientadora: Profa. Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Ciência Animal e Pastagens
Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes

APROVADA: 07/08/15.



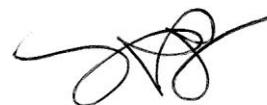
Dr. Rinaldo José de Souto Maior Júnior
PNPD/UFRPE/UAG



Profa. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
UFRPE/SEDE



Prof. Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza
UFRPE/UAST



Profa. Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva
UFRPE/UAG
(Orientadora)

*Nos momentos de dificuldades, de cansaço e de ausência,
a imagem, o sorriso, a compreensão e o amor me fizeram continuar.
Aos meus pais, Aldo e Lucilene e à minha irmã Ranyelle a quem me espelhei sempre.
Com vocês quero compartilhar esta vitória, homenageá-los e agradecer por tudo.*

DEDICO

Deus,

Tu, que me deste a vida e me concedeste as capacidades de pensar e amar. Ensinaste-me a crer, preservar e esperar, crescendo no dia-a-dia. Com tua presença constante, renovaste minhas forças para a concretização desta etapa. Agradecer-te e louvar-te é pouco, diante do privilégio de poder celebrar esta grande conquista.

*“A ti faço uma homenagem, simples demais para um **Deus**, profunda demais para um homem.”*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por renovar minha fé e força a cada dia e fazer-me perseverar mesmo quando os obstáculos me pareciam intransponíveis, e por ter colocado em meu caminho pessoas maravilhosas que só acrescentaram.

À UFRPE-UAG, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de estudo cedida durante o curso.

À professora Karla, pela orientação, amizade, oportunidade e confiança em mim depositada para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu co-orientador Harley Naumann, pela grande ajuda na execução do projeto.

Ao professor Alberício, pela amizade, discussões e idéias para a realização deste trabalho.

À Rinaldo meu co-orientador, pelo apoio, confiança e ajuda em todos os momentos.

Aos professores da banca examinadora, pelas valiosas contribuições a este trabalho.

À todos os professores do Curso de Pós-Graduação, pelas horas dedicadas.

Ao IPA- Arcoverde/PE, EMATER – Patos/PB, EMATER – Delmiro Gouveia/AL, pelo auxílio imprescindível nas coletas de campo.

Aos Professores Kleber, Omer e Keila, pela valiosa ajuda com os equipamentos cedidos para a realização das análises laboratoriais.

Ao Professor Alexandre pela grande ajuda nas análises de solo.

Aos Professores Omer e André pela preocupação e disponibilidade nas discussões acerca do trabalho.

À equipe Sertão (Jailson, Ana Lúcia, Antunino, Marco e Bismarck), pelas horas de trabalho voluntário nas coletas de campo. Saibam que sem a força, dedicação e carinho de vocês eu jamais teria conseguido o material vegetal para iniciar as pesquisas deste projeto.

À Jairinho por surgir em minha vida, fazendo com que as etapas desta caminhada ficassem mais leves. Por sua ajuda, compreensão, carinho e cuidado.

Ao amigo Jailson, pela presteza e companheirismo sempre presente.

À amiga Ana, por tudo, por toda ajuda sem medir esforços. Não tenho palavras para descrever o quanto sou grata por ter tido você como companheira de trabalho e de vida.

À Gláucia pela companhia, compartilhamento de ideias, emoções e momentos.

À Cicinho que sempre esteve presente, acompanhando toda a minha jornada me ajudando sempre com uma palavra amiga.

Aos amigos: Isabel, Eldânia, Tonhá, Clarissa, Aurélio, Marco, Nielly, Penélope, Leandro, Wanderson, Cláudio, Jorge, Livia, Diana, Wellington, Willian e Edmário pela saudável convivência e apoio durante o decorrer do curso.

Aos companheiros de laboratório: Ana Lúcia, Marco, Marciano e Isis pela enorme ajuda e companheirismo.

À presença constante das minhas amigas Rosinha e Aline, nos momentos felizes e pela forma sublime com que cada uma amenizou minha tristeza nos dias mais difíceis.

À minha mãe, minha irmã e meu pai, pelo apoio forte e confiança durante toda a minha jornada, pelo amor incondicional dedicado a mim, sem o qual eu não teria força, coragem e perseverança suficientes para concluir mais esta etapa da minha vida. Por cuidarem de todos os detalhes para mim, para que eu apenas pudesse me dedicar ao meu trabalho. Tudo o que sou e tudo aquilo que poderei alcançar é fruto da cumplicidade e apoio da minha família, pela qual não tenho palavras para expressar a imensidão do meu amor por vocês.

A todos os funcionários da UAG, em especial Sr. Cláudio, Sr. Jair, Dona Neide e Flávio, pelo acolhimento, convívio agradável, além dos conselhos pessoais que tornaram os dias de trabalho mais leves e divertidos.

Enfim, a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e torceram pela minha vitória.

“Agradecer é admitir que houve um momento em que se precisou de alguém; é reconhecer que o homem jamais poderá lograr para si o dom de ser auto-suficiente. Ninguém cresce sozinho: sempre é preciso um olhar de apoio, uma palavra de incentivo, um gesto de compreensão, uma atitude de amor.”

A todos vocês, muito obrigada!

BIOGRAFIA

Rayanne Thalita de Almeida Souza, filha de Aldo José de Souza e Lucilene de Almeida Souza, nascida no município de Limoeiro, Pernambuco, no dia 15 de Outubro de 1989.

Em Agosto de 2008, ingressou na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, onde em Agosto de 2013, obteve o título de Bacharel em Zootecnia. No semestre ingressou no Mestrado em Ciência Animal e Pastagens, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

Na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns realizou as atividades de mestrado, defendendo a dissertação em agosto de 2015.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
TABELAS DO APÊNDICE.....	xiii
FIGURAS DO APÊNDICE.....	xiv
ANEXO	xv
1.INTRODUÇÃO GERAL	18
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1.Caracterização da Caatinga	20
2.2.Composição químico-bromatológica de leguminosas nativas da Caatinga.....	23
2.3.Metabolismo secundário das plantas	25
2.4.Caracterização dos taninos	27
2.4.1.Caracterização química.....	27
2.4.2.Influência dos taninos condensados na nutrição de ruminantes	28
2.4.3.Efeitos dos taninos condensados na fermentação ruminal	32
2.5.Caracterização da <i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild.) Poiret.....	35
2.6.Caracterização da <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan.....	37
LITERATURA CITADA.....	39
OBJETIVOS GERAIS.....	47
Objetivos específicos.....	47
CAPÍTULO I.....	48
POTENCIAL TANINÍFERO DE LEGUMINOSAS NATIVAS DA CAATINGA AVALIADO POR DIFERENTES MÉTODOS	48
Resumo	48
INTRODUÇÃO	50

MATERIAL E MÉTODOS	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICE I	71
APÊNDICE II	90
ANEXO	94

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Biossíntese dos compostos fenólicos (Adaptado de Sá Mendes, 2007).....	27
Figura 2. Representação das principais interações entre proteínas e taninos condensados (Adaptado de Asano et al., 1982).....	29
Figura 3. Curvas de calibração utilizadas para estimar a concentração da fração de taninos condensados solúveis (ECT) através do método do HCl-Butanol.....	61
Figura 4. Curvas de calibração utilizadas para estimar a concentração das frações de taninos condensados ligado à proteína (PBCT) e fibra (FBCT) através do método HCl-Butanol.....	61
Figura 5. Curvas de calibração utilizadas para estimar a concentração de taninos condensados totais através do método dos Fenóis Precipitáveis por Proteína	62
Figura 6. Variabilidade dos valores das concentrações de taninos condensados totais de leguminosas nativas de acordo com o método utilizado.....	65

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Dados químico-bromatológico em g/kg de leguminosas nativas do Semiárido brasileiro.....	24
Tabela 2. Valores do teor de taninos condensados de algumas plantas de importante valor forrageiro na caatinga em diversas regiões do Semiárido brasileiro.....	25
Tabela 3. Temperaturas máxima, média e mínima e precipitação pluvial acumulada mensal, conforme os locais de coleta.	53
Tabela 4. Características físicas de amostras dos solos, conforme a área experimental .	54
Tabela 5. Características químicas e fertilidade de amostras dos solos, conforme a área experimental.....	55
Tabela 6. Variabilidade do perímetro do caule (cm) das plantas utilizadas para realização das coletas.....	56
Tabela 7. Composição químico-bromatológica em g/kg das espécies estudadas com seus respectivos estratos e locais de coleta.....	60
Tabela 8. Concentração de taninos condensados totais em g/kg obtidos por dois métodos de análise de acordo com os locais de coleta e método de análise.	63
Tabela 9. Frações de taninos condensados em g/ kg de leguminosas nativas através da metodologia do HCl-Butanol, conforme os locais de coleta e frações da planta.	64
Tabela 10. Comparação entre os métodos de análise de taninos condensados totais.....	66

TABELAS DO APÊNDICE

	Página
Tabela 1A. Composição químico-bromatológica em g/kg das espécies estudadas com seus respectivos estratos e locais de estudo.....	72
Tabela 2A. Teores de taninos condensados totais em g/kg MS obtidos segundo a metodologia do HCl-Butanol e PPP	75
Tabela 3A. Teores das frações de taninos condensados em g/ kg obtidos através da metodologia do HCl-Butanol.....	77
Tabela 4A. Absorbâncias das diluições para obtenção das curvas de calibração para leitura das frações de taninos condensados solúveis (Método Butanol-HCl)	79
Tabela 5A. Absorbâncias das diluições para obtenção das curvas de calibração para leitura das frações de taninos condensados ligado a proteína e fibra (Método Butanol-HCl)	82
Tabela 6A. Absorbâncias das amostras das frações de taninos condensados solúveis, ligado a proteína e fibra (Método Butanol-HCl).	84
Tabela 7A. Absorbâncias das diluições para obtenção das curvas de calibração para leitura da fração de taninos condensados totais (Método PPP).....	86
Tabela 8A. Absorbâncias das amostras das frações de taninos condensados total (Método PPP).	88

FIGURAS DO APÊNDICE

	Página
Figura 1A. Coleta da casca de angico vermelho	91
Figura 2A. Identificação das folhas de angico vermelho.	91
Figura 3A. Projeções na superfície da casca do angico vermelho e medição do perímetro do caule	92
Figura 4A. Coleta da casca de jurema preta e identificação dos sulcos longitudinais. ...	92
Figura 5A. Identificação das folhas de jurema preta com presença dos acúleos.....	93

ANEXO

	Página
Normas do Artigo.....	95

RESUMO

A caracterização química e a determinação de compostos secundários em leguminosas nativas são de grande importância por possibilitar um melhor uso dessas plantas como matéria prima para diversos seguimentos na indústria. A realização deste estudo teve como objetivo caracterizar químico-bromatologicamente as cascas e folhas com hastes de duas leguminosas nativas, quantificar e caracterizar as frações de taninos condensados. Foram coletadas as espécies: Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) e Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) em três municípios do Semiárido nordestino: Arcoverde/PE, Patos/PB e Delmiro Gouveia/AL. As análises químico-bromatológicas realizadas foram: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina digerida em ácido (LDA) e de taninos condensados pelas metodologias do HCl-Butanol e a dos fenóis precipitáveis por proteína (PPP). Os dados químico-bromatológicos e frações de taninos condensados foram analisados através de estatística descritiva, e para a comparação dos métodos de quantificação dos taninos condensados totais foi utilizado o teste t, ao nível de 5% de significância. Foram obtidos valores de MS, PB e PIDA para as folhas com hastes de jurema preta e angico vermelho, respectivamente: 435,2; 428,83 g/kg MN, 159,3; 199,6 g/kg MS, 60,1; 66,64 g/kg PB. Já para taninos condensados totais através das metodologias do HCl-Butanol e Fenóis precipitáveis por proteína, respectivamente: 165,32 e 258,70 g/kg MS para folhas com hastes e 456,64 e 360,97 para as cascas. E para o Angico vermelho: 52,62 e 162,26 g/kg MS para as folhas com hastes e 168,04 e 376,03 para as cascas. Concluindo que, uma parte da proteína bruta das leguminosas estudadas está indisponível, pois se encontra ligada à FDA e taninos condensados. A Jurema preta foi a espécie que apresentou maiores teores de taninos condensados totais. E a metodologia PPP é considerada a mais eficiente na quantificação de taninos condensados.

Palavras-chave: angico vermelho, bioatividade, Caatinga, compostos secundários, jurema preta.

ABSTRACT

The chemical characterization and the determination of secondary compounds in native legumes are very important for enabling better use these plants as raw material for various segments in the industry. This study aimed to characterize the chemical-bromatological bark and leaves with stems of two native legumes, quantify and characterize the fractions of condensed tannins. The species were collected: 'Jurema preta' (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) and 'Angico vermelho' (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan.), in three cities of the northeastern semi-arid: Arcoverde / PE, Patos / PB and Delmiro Gouveia / AL. The chemical analysis performed were: dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN) and acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) and lignin digested in acid (LDA) and condensed tannins by the methodologies of HCl-Butanol and phenols by the precipitable protein (PPP). The chemical-composition data and fractions of condensed tannins were analyzed using descriptive statistics, and to compare the methods of quantification of the total condensed tannins was used the t test, at 5% significance level. They were obtained values of DM, CP and PIDA to the leaves with stems of Jurema preta e angico vermelho respectively: 435.2; 428.83 g / kg MN, 159.3; 199.6 g / kg DM, 60.1; 66.64 g / kg CP. As for total condensed tannins through the HCl-Butanol methodologies and phenols by precipitable protein, respectively, 165.32 and 258.70 g / kg DM for leaves with stems and 456.64 and 360.97 for the shells. And for the Angico vermelho: 52.62 and 162.26 g / kg DM to the leaves with stems and 168.04 and 376.03 for the shells. Concluding that a portion of the crude protein of legumes studied is unavailable because it is connected to the ADF and condensed tannins. Jurema preta was the species that showed higher total condensed tannins content. And the PPP methodology is considered the most efficient quantification of condensed tannins.

Keywords: , angico vermelho, bioactivity , Caatinga, jurema preta, secondary compounds.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A Caatinga é a vegetação típica da região Semiárida, com vasta diversidade de espécies botânicas. As relações nos ecossistemas promovem um fluxo de energia capazes de manter a heterogeneidade dessa vegetação. As espécies leguminosas presentes nestas regiões apresentam características que podem ter influência na produção animal, bem como servir de matéria prima para vários seguimentos industriais como exemplo a indústria de alimentos.

O uso de leguminosas nativas na alimentação animal contribui para o aumento da produção animal. Dados sobre a composição química de leguminosas nativas tem relatado a qualidade dessas espécies na alimentação animal, principalmente pelos altos teores de proteína bruta. Contudo, grande parte desse nutriente se encontra complexado com a fibra e compostos secundários, tais como lignina e taninos condensados, o que os torna indisponíveis para a utilização pelo animal.

Apesar disso, à riqueza dessas espécies vegetais em compostos secundários como os taninos condensados produzidos pelas plantas em resposta ao estresse hídrico, térmico ou deficiência de nutrientes, pode vislumbrar diferentes formas de utilização, que proporcionem atributos favoráveis aos produtos de origem animal pelas modificações ocorridas durante os processos de fermentação ruminal devido ao efeito associativo sobre a microbiota e os nutrientes da dieta.

A grande afinidade destes compostos em se complexar com proteínas impulsionou o desenvolvimento de estudos com o uso de forrageiras taniníferas, que se utilizados nas doses corretas, têm o potencial para diminuir a produção de metano ruminal, aumentar o suprimento de proteína não degradável no rúmen, mas degradável no intestino, além de suprimir infestações por nematoides gastrointestinais.

Porém, estes efeitos devem ser melhor estudados para o entendimento da variação da atividade biológica dos taninos condensados e proteínas, para o uso efetivo destes compostos nas dietas animal, o que pode ser obtido através do método de fenóis precipitados por proteína .

Objetivou-se com este trabalho caracterizar químico-bromatologicamente as cascas e folhas com hastes de duas leguminosas nativas, quantificar e caracterizar as frações de taninos condensados de duas leguminosas nativas da Caatinga de alto teor taninífero: Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) e Angico vermelho

(*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), através das metodologias do Butanol-HCl e Fenóis Precipitáveis por Proteína (PPP).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Caracterização da Caatinga*

Segundo Peel et al. (2007), o termo semiárido faz referência ao clima que influencia fortemente a vegetação de Caatinga, sendo o clima do tipo BSw'h', conforme a classificação de Köppen, ou seja, tropical seco com alta incidência de radiação solar, reduzida nebulosidade e taxas de umidade relativa, evapotranspiração elevada que excede a precipitação e sobretudo a irregularidade na distribuição da precipitação pluvial, concentradas em curtos períodos do ano.

Neste sentido, no ano de 2005 o Semiárido brasileiro passou por uma redelimitação realizada pela Portaria do Ministério da Integração Nacional, onde avançou cerca de 8,66%, passando de 892.309 km² para 982.563 km² (BRASIL, 2005). As isoietas médias anuais de 800 mm de precipitação pluvial foram um dos critérios utilizados para a classificação das áreas Semiáridas (Pereira Júnior, 2007).

A vegetação existente é resultado do clima decorrente da região Semiárida, que por sua vez, está associada aos tipos de solo, relevo e hidrografia da região, caracterizada pela grande variedade de espécies lenhosas com características caducifólias e herbáceas anuais, com um grande número de gêneros endêmicos, sendo geralmente espinhosa com características xerofíticas, que corresponde a fatores importantes para adaptação às condições Semiáridas (Prado, 2003; Andrade et al., 2010).

A Caatinga ocupa cerca de 10% do território brasileiro e pouco mais que 50% da região Nordeste, com as seguintes porcentagens de cada estado: 100% do Ceará, 54% da Bahia, 92% da Paraíba, 83% de Pernambuco, 63% do Piauí, 95% do Rio Grande do Norte, 48% de Alagoas, 49% de Sergipe, 2% de Minas Gerais (IBGE, 2004).

Caatinga sendo um termo regionalizado, alguns autores como Veloso et al. (1991) se propuseram a analisar várias classificações e apresentar uma denominação mundial padronizada para este termo como sendo savana estépica, que é caracterizada pela presença de vegetação espinhosa decidual, exibindo uma florística homóloga a vegetação encontrada nas áreas estépicas dos climas temperados.

Além disso, os mesmos autores justificaram que, a existência de algumas espécies típicas de Savana Estépica explicam as ligações filogenéticas entre áreas

geograficamente separadas, tais como: os gêneros *Pilosocereus* e *Melocactus* e as espécies *Amburana cearensis* (Umburana-de-cheiro); *Hymenaea latifolia* (Jatobá); *Zizyphus juazeiro* (Juazeiro); *Cereus jamacaru* (Mandacaru).

Apesar de muitos estudos sobre a caatinga, ainda não existe uma definição comum adotada oficialmente (Rodal & Sampaio, 2002; Sampaio, 2003). Por outro lado, Albuquerque & Bandeira (1995) citaram que a origem da palavra é Tupi-Guarani significando “floresta branca”, que particulariza as características da vegetação na época seca do ano quando as folhas caem e apenas os troncos secos permanecem na paisagem como resposta à adaptação ao regime hídrico da região, que em outras palavras minimiza o gasto energético das plantas e evita a excessiva evapotranspiração pelas folhas, causado pelas altas temperaturas.

A precipitação por ser variável no tempo e no espaço, se apresenta através de eventos intermitentes na forma de pulsos de chuva de curta duração, promovendo os pulsos de crescimento da planta, através da produção primária, pela ativação dos processos fisiológicos recuperando as reservas de carbono e energia acumuladas nas sementes e órgãos de produção dessas plantas, que são utilizadas lentamente nos períodos de escassez de chuvas, apenas para o funcionamento das funções vitais, tais como respiração (Noy-Meir, 1973).

Além disso, as folhas que caem passam a fazer parte da fração liteira ou serrapilheira, que é a maior fonte de alimento para os animais no pasto na época de escassez de chuva (Andrade et al., 2010), e ainda serve de proteção e adubo através da ciclagem dos nutrientes (White et al., 2012).

Os solos se apresentam com características diferenciadas mesmo dentro de curtas distâncias, apresentam na maioria das vezes boa composição química, apesar de restrições influenciadas pela presença de solos jovens, pedregosos e características relacionadas à topografia, drenagem, baixa capacidade de retenção de água e profundidade deve ser levada em consideração, já que influência decisivamente a disponibilidade de água para as plantas (Sampaio, 1995; Prado, 2003; Andrade et al., 2010).

A água infiltrada nas camadas mais profundas do solo permanece armazenada por mais tempo, pelo contrário, na superfície esta se mantém por muito pouco tempo, devido a depleção da água ser rápida. A velocidade com que esta redução ocorre depende da ação direta da evaporação na superfície do solo. Com o aumento da

profundidade do solo parte da água perdida via evaporação diminui enquanto a perda por transpiração aumenta desde que as raízes estejam presentes (Andrade et al., 2006)

Nas condições do Semiárido nordestino, onde a maioria dos solos tem pouca profundidade, a amplitude de variação da disponibilidade de água entre camadas do solo tende a diminuir em consequência da menor capacidade de armazenamento de água que varia de forma temporal e espacial. Assim, as plantas têm um menor tempo de uso da reserva de água do solo neste ecossistema.

Estas características favorecem uma vegetação própria e adaptada que se apresenta como principal fonte de alimento para os rebanhos nesta região, sendo aproximadamente da ordem de 90% a contribuição forrageira para caprinos e ovinos.

Entre a diversificada gama de espécies forrageiras pode-se destacar: o Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), Palmatória (*Opuntia palmadora*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*), Maniçoba (*Manihot glaziovii*), Malva branca (*Malva sylvestris* L.), Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), Jurema branca (*Piptadenia stipulacea*), Mofumbo (*Combretum leprosum*), Faveleira (*Jatropha Phyllacantha*), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), Catingueira (*Poincianella bracteosa*), Pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), Marmeleiro (*Cydonia oblonga*), Capabode (*Ipomoea carnea*), Jatobá (*Hymenaea* spp.), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) e também cascas de troncos, principalmente de Catingueira e Marmeleiro (Drumond et al., 2000; Araújo et al., 2010).

A produção de fitomassa total da vegetação da caatinga pode variar de 3.612,8 à 4.713,3 kg MS/ha/ano do início ao fim da época chuvosa do ano (Araújo Filho et al., 2002). Esta produção para o componente herbáceo variou de 1022 kg MS/ha a 401 kg MS/ha e para o componente arbustivo variou de 1078kg MS/ha a 545 kg MS/ha (Santos, 2007).

A variação de produção de fitomassa é influenciada pela época do ano, pressão de pastejo, densidade, precipitação, método de avaliação, entre outros fatores. O estrato herbáceo constitui a maior parte da forragem disponível para os animais durante a estação chuvosa, com pequena participação das folhas de árvores e arbustos (Araújo Filho & Crispin, 2002; Santos et al., 2010).

E, além disso, apesar da grande diversidade de espécies, apenas uma parte das plantas possui valor forrageiro para os animais e algumas forragens produzidas tornam-se indisponível em função da altura de algumas plantas (Santos et al., 2010).

Dessa forma, a manipulação da vegetação nativa resulta no incremento da disponibilidade de forragem, sem necessariamente aumentar a produção de fitomassa da parte aérea. Esta prática pode constar do rebaixamento das espécies lenhosas forrageiras, aumentando a disponibilidade de forragem para ramoneio; do raleamento ou controle das espécies lenhosas indesejáveis, incrementando a produção de forragem pelo estrato herbáceo; e do enriquecimento com a introdução de espécies forrageiras nativas e/ou exóticas, com aumento da produção de forragem da pastagem (Araújo Filho & Crispin, 2002).

A utilização racional dos recursos forrageiros disponíveis na Caatinga pode otimizar a produção animal, no sentido de se obter produtos diferenciados, dada as características químicas únicas de cada forrageira, visando também a sustentabilidade do sistema e valorização do Semiárido, não mais como um cenário triste e sofrido, mas sim como uma proposta de desenvolvimento e reconhecimento desta região.

2.2. Composição químico-bromatológica de leguminosas nativas da Caatinga

As análises químico-bromatológica constitui o ponto de partida para o conhecimento da concentração e disponibilidade de nutrientes nos alimentos (Van Soest, 1994).

Vários estudos com leguminosas nativas tem relatado o potencial dessas plantas no aporte de nutrientes, com destaque para a proteína bruta, tendo em vista seus altos valores (Tabela 1 e 2). Entretanto, é importante ressaltar que, parte desses nutrientes se encontra complexados com a parede celular vegetal e compostos secundários, como lignina e taninos condensados, o que diminui o aproveitamento ou os torna indisponíveis para os microrganismos ruminais e para utilização animal.

As diferenças encontradas para o valor nutricional das plantas da Caatinga pelos diferentes autores estão atreladas a diversos fatores, como o estágio de desenvolvimento da planta, local de coleta, tipos de solos, quantidade de água disponível, método de análise, dentre outros.

Tabela 1. Dados químico-bromatológico em g/kg de leguminosas nativas do Semiárido brasileiro

Nome comum	Nome científico	MS	MO	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMS	DIVMO	Referências
Catingueira	<i>Poincianella bracteosa</i>	-	931,6	266,2	343,7	-	-	436,5		Souza et al. (2013)
		582,1	-	133,0	386,6	278,0	-	356,3	388,0	Moreira et al. (2006)
		-	954,0	138,0	441,0	236,0	74,0	-		Araújo et al. (2006)
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i>	-	-	194,6	420,1	-	-	-		Beelen et al. (2003)
Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	-	-	178,5	476,4	-	-	-		Beelen et al. (2003)
		-	947,0	162,0	522,0	310,0	116,0	-		Araújo et al. (2006)
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i>	-	-	164,5	349,8	-	-	-		Beelen et al. (2003)
		-	973,0	151,0	351,0	160,0	52,0	-		Araújo et al. (2006)
		-	-	151,0	-	-	-	-		Queiroz Vieira et al. (1998)
		424,2	-	159,6	462,6	325,1	145,3	-		Nozella (2001)
Angico vermelho	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	476,8	-	168,8	406,4	369,2	-	111,9	117,2	Moreira et al. (2006)
		684,1	-	145,8	353,5	281,6	-	243,5	260,5	Moreira et al. (2006)
		-	-	162,0	-	-	-	-		Queiroz Vieira et al. (1998)
		545,2	-	162,0	404,3	295,3	113,1	-		Nozella (2001)

Tabela 2 – Valores do teor de taninos condensados de algumas plantas de importante valor forrageiro na caatinga em diversas regiões do Semiárido brasileiro

Nome comum	Nome Científico	Teor de taninos*	Locais de coleta	Referências
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Engl.) Fr. All.	194,19	Agreste de PE	Nozella, 2001
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.)	126,39 118,9	Agreste de PE Patos - PB	Nozella, 2001 Paes et al., 2006
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd) Poir.	122,5 177,4 266,8 219,2	Agreste de PE Patos - PB Sobral - CE Patos - PB	Nozella, 2001 Paes et al., 2006 Guimarães-Beelen et al., 2006 Pereira Filho et al., 2005
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> Linn.	198,3	Patos - PB	Paes et al., 2006 Guimarães-Beelen et al., 2006
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	154,1 167,0	Sobral - CE -	Araújo Filho & Carvalho, 1998
Catingueira	<i>Poincianella bracteosa</i>	206,0	-	Araújo Filho & Carvalho, 1998 Guimarães-Beelen et al., 2006
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i>	103,8	Sobral - CE	

*g/kg de matéria seca

Dessa forma, a análise da composição bromatológica das forrageiras da caatinga e de sua aplicabilidade é de suma importância no intuito de prover alternativas para otimizar a utilização dos recursos disponíveis na Caatinga, promovendo assim, a sustentabilidade dos sistemas de produção no Semiárido. Sendo necessários mais estudos sobre a caracterização químico-bromatológica e principalmente sua composição em compostos secundários, para prover dados na literatura.

2.3. *Metabolismo secundário das plantas*

A atividade metabólica está presente em todos os seres vivos, sendo necessária para que haja o aproveitamento dos nutrientes, para manutenção de atividades vitais e produtivas. O metabolismo pode ser definido basicamente como um complexo de reações químicas que acontecem no interior das células, onde particularmente nas

células vegetais o metabolismo pode ser dividido em metabolismo primário e metabolismo secundário (Peres, 2004; Pereira & Cardoso, 2012).

O metabolismo primário são processos que desempenham funções vitais na sobrevivência do vegetal e são essenciais para completar o ciclo de vida, tais como fotossíntese e respiração, já no metabolismo secundário nem sempre seus compostos resultantes são vitais para o ciclo de vida da planta, mas sendo muito importantes para a interação entre a planta e o meio ambiente (Oliveira et al., 2011).

Como acontece com plantas presentes na Caatinga, muitas vezes é uma estratégia de enfrentamento de estresses, neste caso, hídrico e térmico, como modo de defesa das plantas (Santos, 2010; Alves et al., 2011; Oliveira et al., 2011). Os terpenóides, alcalóides, taninos (compostos fenólicos), flavonóides e saponinas são alguns dos principais produtos gerados pelo metabolismo secundário vegetal (Peres, 2004).

Pereira & Cardoso (2012) concluíram que os compostos secundários fenólicos provém de um desvio do metabolismo da glicose, que segundo Sá Mendes (2007), são sintetizados através da via do ácido chiquímico (Figura 1), que é a via mais importante para os vegetais, e a via do ácido mevalônico que é importante apenas para biossíntese de compostos fenólicos em fungos e bactérias.

Inicialmente acreditava-se que, estes compostos eram apenas produtos da excreção dos vegetais e que não desempenhavam nenhuma função biológica, sendo que atualmente esses compostos despertam grande interesse, não só pela atividade biológica que oferece aos vegetais de ajustes para se manter em ambientes desfavoráveis, mas também pela alta atividade farmacológica por conta dos seus efeitos biológicos para a espécie humana, representando um papel muito importante devido às propriedades antioxidantes que apresentam alguns metabólitos secundários, prevenindo ou retardando o surgimento de várias doenças, a exemplo das doenças cardiovasculares (Carvalho, 2007).

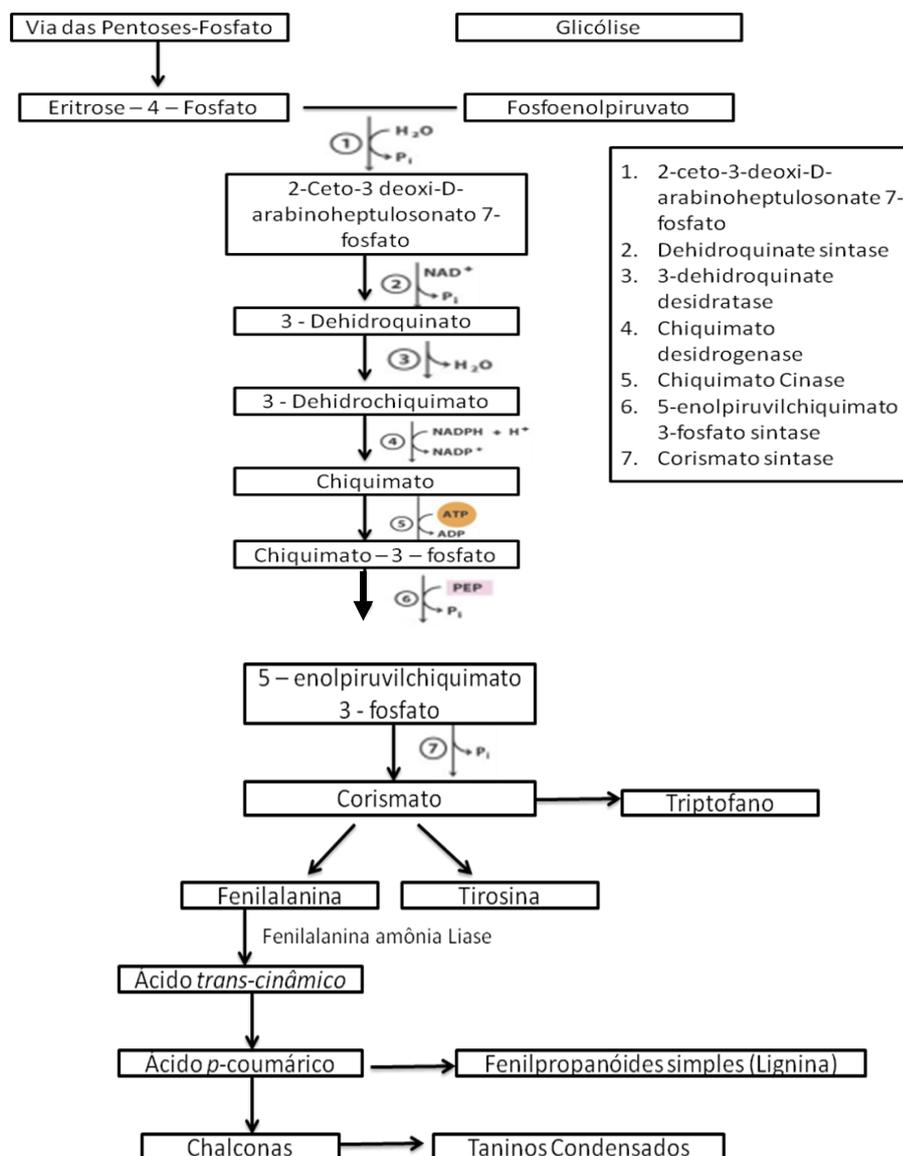


Figura 1. Biossíntese dos compostos fenólicos (Adaptado de Sá Mendes, 2007)

2.4. Caracterização dos taninos

2.4.1. Caracterização química

As forrageiras tropicais frequentemente sofrem estresses hídrico, térmico ou por deficiência de nutrientes que podem limitar a produção e a qualidade vegetal, ao mesmo tempo algumas dessas plantas possuem grande predisposição genética em produzir metabólitos secundários, como taninos, em certos estádios de desenvolvimento para reservas de energia para mobilização em momentos de necessidade (Guimarães-Beelen et al., 2008).

Os taninos são compostos polifenólicos, que podem ser caracterizados pela presença de grupamentos hidroxila ligado a um anel benzênico (fenol) que podem ter outros compostos ligados a ele como ácidos orgânicos e açúcares (Carvalho, 2007). E podem ser classificados em taninos hidrolisáveis e condensados, dependendo das suas propriedades e estrutura química (Guimarães-Beelen et al., 2008; Costa et al., 2008; Oliveira et al., 2008).

Os taninos hidrolisáveis podem ser facilmente degradados por ação enzimática ou química, e são formados por uma parte central constituído por um açúcar ligado por ligações ésteres a uma parte fenólica, normalmente a parte fenólica pode ser o ácido gálico (galotaninos), ácido hexahidroxidifênico (elagitaninos) ou outros ácidos fenólicos derivados da oxidação do ácido gálico (Scalbert, 1991).

Porém, este metabólito está presente em pequenas quantidades nos vegetais, e os dados referentes aos produtos da degradação dos taninos hidrolisáveis são limitados, pois as pesquisas têm um enfoque maior no nível de toxicidade e efeitos anti-nutricionais destes compostos (Carvalho, 2007; Guimarães-Beelen et al., 2008; Waghorn, 2008).

Já os taninos condensados ou proantocianidinas são mais abundantes nos vegetais do que os taninos hidrolisáveis são constituídos por polímeros de flavan-3-ols (catequina) ou flavan 3,4 diols (leucoantocianidina) que conferem atributos diferenciais aos alimentos tais como adstringência, odor e cor, as unidades fundamentais dos componentes constituintes dos taninos condensados são ligadas entre si por meio de ligações C-C que não são susceptíveis à degradação enzimática anaeróbica (Monagas et al., 2010), e são existentes na natureza em diversos graus de polimerização e hidroxilação, onde estes fatores vão caracterizar o peso molecular e, conseqüentemente, a bioatividade e impacto na digestão (Naumann et al., 2013).

2.4.2. Influência dos taninos condensados na nutrição de ruminantes

Os taninos condensados podem conferir sabor amargo e adstringente que é dado pela grande capacidade de ligação com proteínas salivares e dietéticas (Waghorn, 2008), desta forma, limitando o consumo das forrageiras pelos animais, bem como, alterando a utilização de seus nutrientes.

Porém, estas características antinutricionais podem ser apresentadas quando estes compostos são fornecidos em altas concentrações na dieta (acima de 5% da matéria

seca) e quando os animais não passam por um período suficiente de adaptação (Guimarães-Beelen et al, 2008).

Corroborando com Oliveira et al. (2008); Guimarães-Beelen et al. (2008); Alonso-Díaz et al. (2010); Barak & Kennedy (2013) estes compostos têm recebido atenção especial por terem grande capacidade de se associar, através de pontes de hidrogênio (Figura 2) com proteínas e carboidratos.

Esta grande afinidade é explicada pela presença de grande quantidade de hidroxilas fenólicas, formando complexos insolúveis, alterando assim a disponibilidade destas moléculas, porém estas ligações podem ser rompidas através de modificações do pH (Patra & Saxena, 2010).

Além disso, McSweeney et al. (2001b) relataram que a afinidade dos taninos condensados com as proteínas reduz a degradação deste componente da dieta pelos microrganismos ruminais, disponibilizando maior aporte da proteína para degradação e absorção intestinal.

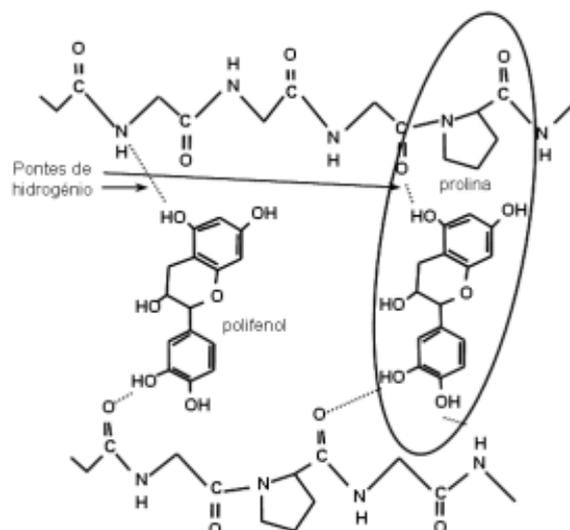


Figura 2. Representação das principais interações entre proteínas e taninos condensados (Adaptado de Asano et al., 1982)

Guimarães-Beelen et al. (2008); Alonso-Díaz et al. (2010) afirmaram que as proteínas que apresentam alta proporção de prolina, são as que têm maior afinidade de interação com os taninos condensados, porém a molécula de tanino deve conter quantidades de grupamento fenol suficientes para criar pontes de hidrogênio entre as moléculas, onde essa característica está ligada ao grau de polimerização e massa molecular do tanino.

PEG (Polietilenoglicol) é um polímero sintético, que se apresenta como estratégia

capaz de aumentar a ingestão e eficiência de utilização de forragens ricas em taninos condensados, pois substitui os complexos tanino-proteína por conta da alta afinidade com este polímero, sendo maior esta afinidade com o PEG do que com proteínas, diminuindo a sensação de adstringência causada quando os taninos condensados se ligam às proteínas salivares sem sofrer degradação ou absorção e aumentando o coeficiente de digestibilidade das proteínas (Bhatta et al., 2004), pois as moléculas de oxigênio existente no PEG, são suficientes para se ligarem fortemente aos grupos fenólicos e hidroxilas presente nos taninos (Silanikove et al., 1996).

Destaca-se ainda que a suplementação de PEG é variável em função da espécie vegetal e da concentração de taninos. Onde o fornecimento de 10g/dia de PEG para caprinos foi suficiente para aumentar o consumo das espécies utilizadas (*Quercus calliprinos* e *Ceratonia siliqua*), porém não foi suficiente para aumentar o consumo da espécie *Pistacia lentiscus*, o que segundo os autores foi necessário uma dosagem maior do PEG, em decorrência do alto teor de taninos.

Alves et al. (2011) ao analisarem a digestibilidade dos nutrientes de feno de sabiá em caprinos e ovinos suplementados com PEG, observaram que houve um aumento significativo na digestibilidade da proteína bruta. No entanto, não foi suficiente para aumentar a ingestão pelo fato desta forrageira possuir altos teores de taninos condensados, porque a suplementação de 10g/dia de PEG não foi suficiente para neutralizar os efeitos causados por estes compostos.

Dentre os vários efeitos benéficos causados pelos taninos condensados, pode-se citar o aumento do aporte de proteína by-pass no intestino delgado (Alonso-Díaz et al., 2010), efeito anti-parasitário gastrointestinal e diminuição da produção de gases no rúmen (Guimarães-Beelen et al., 2008), modificação das características sensoriais dos produtos produzidos pelos animais que consomem forrageiras ricas nestes compostos, especialmente cor e sabor (Carvalho, 2007).

Também apresenta atividade antioxidante natural, em função de serem doadores de elétrons, característica que leva a estabilização das espécies reativas de oxigênio como os radicais hidroxilas (HO^\cdot). A presença de vários grupamentos hidroxila e anéis aromáticos nos taninos condensados impossibilita que estes compostos tenham função pró-oxidante de acordo com Rield & Hagerman (2001); Duthie (1993).

A atividade antioxidante dos taninos condensados foi comprovada por estudos conduzidos por Luciano et al. (2009), onde mostraram através de ensaios *in vivo* que os taninos condensados apresentam efeitos antioxidante em diversos tecidos de animais,

em experimento realizado com cordeiros alimentados com uma dieta à base de concentrado, suplementado com extrato de taninos de quebracho (*Schinopsis lorentzii*), em comparação com uma dieta controle livre de tanino, foi observado que houve um retardo na oxidação da mioglobina do músculo *Longissimus dorsi* destes animais durante o armazenamento refrigerado, aumentando a vida de prateleira dos produtos.

Além dos efeitos acima citados dos taninos condensados, pode-se citar ainda o desenvolvimento de estratégias comportamentais e de adaptação do próprio animal para minimizar os efeitos nocivos dos taninos condensados. Como exemplo, a ingestão de alimentos com altos teores de taninos condensados pode induzir a alta taxa de produção de saliva com presença de prolina, para que sejam mais tolerantes aos efeitos dos taninos condensados, estes estudos foram feitos em ratos e veados (Waghorn,2008).

Entretanto, estudos realizados em caprinos, têm indicado que o maior tamanho de suas glândulas parótidas em relação ao peso corporal aliado a composição diferenciada do fluido salivar, rico em proteínas, torna uma saliva mais viscosa, que além das funções conhecidas de lubrificação e tamponamento do pH, protege o animal contra efeitos negativos dos compostos secundários (Waghorn,2008).

Cenci et al. (2007) avaliando o efeito dos taninos condensados presentes em *Acacia mearnsii* no controle de parasitos gastrointestinais, observaram valores mais baixos para a contagem de ovos nas fezes ao longo de todo o experimento para os animais que receberam a forragem contendo tanino, assim como foram menores também o número total de vermes presentes no trato gastrointestinal e o número de cada espécie de parasita identificado após o abate dos animais.

Concluindo que forrageiras que contêm taninos condensados se apresentam como uma alternativa viável para o controle de helmintos em ovinos, diminuindo a dependência de utilização de anti-helmínticos alopáticos, assim como o desenvolvimento de resistência, como normalmente ocorre nos sistemas de produção atuais.

Segundo Patra & Saxena (2011), outra característica muito importante dos taninos condensados é seu efeito sobre o processo de biohidrogenação ruminal, modificando o perfil de ácidos graxos dos produtos alimentares derivados dos ruminantes, mediante inibição específica da rota de saturação dos ácidos graxos insaturados a ácido esteárico realizado pelas bactérias do grupo B, aumentando as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) e ácido linoléico conjugado (CLA) (cis-9, trans-11) nos tecidos.

De forma indireta, também ocorre a regulação da expressão da enzima Δ^9 – desaturase nos tecidos através da absorção dos ácidos graxos oriundos do rúmen, resultando em alterações na composição dos ácidos graxos nos tecidos (Vasta et al., 2009).

Uma maior concentração de ácidos graxos insaturados, como o CLA, mencionado anteriormente presente no leite e na carne, são atributos desejáveis, uma vez que ajuda na prevenção de doenças cardiovasculares, pois aumentam as lipoproteínas de alta densidade (HDL) e diminuem as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), além disso, é importante manter os níveis de PUFA em carnes, afim de evitar a deterioração da qualidade da carne durante o processamento e armazenamento (Wood et al., 2003).

Segundo Paes et al. (2006), o teor de taninos condensados pode corresponder a valores de 2 a 40% da matéria seca da casca de várias espécies arbóreas presente na caatinga. Estes mesmos autores ao avaliarem o potencial taninífero de algumas espécies arbóreas de ocorrência no Semiárido, concluíram que o cajueiro, a jurema vermelha e a jurema preta são espécies que possuem forte potencial para produção destes compostos.

A exemplo de espécies da caatinga de alto potencial forrageiro para ruminantes, que possuem concentrações consideráveis de taninos condensados, pode-se citar a Catingueira (*Poincianella bracteosa*), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), Jureminha (*Desmanthus virgatus*), Mororó (*Bauhinia cheillantha*), Mata-pasto (*Senna sp.*), dentre outras (Santos et al., 2009).

Durante muito tempo os taninos vêm sendo muito explorados principalmente para o curtimento de peles, na indústria petrolífera para estabilização das paredes dos poços de perfuração e no tratamento de água de abastecimento e residuárias pela capacidade de se complexar com sais de metal pesado. As espécies mais utilizadas para extração deste composto para fins industriais destacam-se: Quebracho (*Schinopsis sp.*) e acácia-negra (*Acacia mollissima* e *Acacia mearnsii*) (Paes et al. 2006).

Neste sentido, a *Acacia mearnsii* de ocorrência natural na Austrália, vem sendo cultivada em regiões do Rio Grande do Sul para fins comerciais, tendo em sua casca teor aproximado de 28% de taninos (Tanac, 2013).

2.4.3. Efeito dos taninos condensados na fermentação ruminal

Muito tem se falado sobre a produção de gases pelos ruminantes, sendo o metano produzido pelas *Archaeas* metanogênicas do rúmen através da fermentação dos

alimentos (Abdalla et al., 2011), de fundamental importância para a manutenção do pH ruminal, por controlar os níveis de hidrogênio e CO₂, mantendo um pH favorável para o desenvolvimento de outros microrganismos (Longo, 2007).

Porém, é um dos gases mais prejudiciais ao meio ambiente, e ao mesmo tempo aos sistemas de produção, por ser uma fonte potencial de perda de energia (Berchielli et al., 2012), que de acordo com Lana et al. (1998), essa perda energética corresponde à 13%, em relação a energia do alimento ingerido, que perfaz 3,3% do total dos gases que contribui para o aumento do efeito estufa (Chizzotti et al., 2012).

Neste sentido, o uso de aditivos nas dietas tem se consolidado cada vez mais para melhoria da eficiência fermentativa, contribuindo positivamente para o desempenho animal, ocasionando menor perda energética advinda das dietas utilizadas para nutrição de ruminantes, além de reduzir a emissão do gás metano, colaborando com a minimização dos impactos ambientais.

Com isso, a presença de níveis moderados de taninos condensados nas forrageiras utilizadas na alimentação de ruminantes se apresenta atualmente como um aditivo muito promissor na modulação da fermentação ruminal.

Segundo McSweeney (2001a), este composto é atuante na diminuição da produção do metano durante o processo de fermentação ruminal, pois são considerados bacteriostáticos, e os processos que ocorrem para explicar a atividade antimicrobiana dos taninos são: o complexo formado entre o tanino e a parede celular ou enzimas extracelulares produzidas por estas bactérias, inibindo assim a passagem dos nutrientes para o interior celular necessários ao crescimento bacteriano.

Neste sentido, Patra & Saxena (2011) relataram que uma diminuição na população de protozoários pode reduzir também a produção de metano, pois algumas populações de bactérias metanogênicas permanecem ligadas aos protozoários ruminais.

Para Abdalla et al. (2011), a diminuição da produção de metano pode ser atribuída ao efeito direto dos taninos na diminuição de substratos fermentáveis, ao invés do efeito direto dos taninos condensados sobre as bactérias metanogênicas.

Porém, Guimarães-Beelen et al. (2006) avaliando a adição de 50, 100, 200 e 400µg/ml de taninos purificado das leguminosas *Mimosa tenuiflora* (Jurema Preta), *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) e *Bauhinia cheilantha* (Mororó) sobre a atividade de *Ruminococcus flavefaciens* FDI, observaram que com a adição de 50µg/ml reduziu a atividade celulolítica das enzimas 1,4 - β - endoglucanases em, pelo menos, 44,5%.

Além disso, Scalbert (1991) observou que o modo de ação dos taninos depende de

cada microrganismo, onde fungos apresentam mais resistência à presença de taninos do que bactérias, decorrente da capacidade de produzir enzimas, como tanase, mantendo sua atividade mesmo em altas concentrações deste composto.

Alguns autores têm sugerido que o peso molecular dos taninos condensados tem importante influência na sua bioatividade no rúmen para redução da produção de metano, outros relatam que não há relação sobre o aumento do peso molecular com o aumento direto da bioatividade dos taninos.

Porém, Naumann et al. (2013) avaliando a influência do uso de leguminosas nativas perenes, de clima tropical sobre a produção de metano ruminal, através da determinação do peso molecular dos taninos condensados contidos nestas forrageiras, concluíram que esta característica por si só não explica a atividade biológica sobre a diminuição da produção de metano *in vitro*.

Já Li et al. (2010) sugeriram que a atividade biológica sobre os padrões de fermentação podem estar ligados a outras características estruturais dos taninos, tais como: a estabilidade das ligações interflavanóis e tipos de grupos de substituição, como por exemplo: hidroxilas ou grupos de ácido gálico.

Durmic et al. (2010) avaliando 128 amostras de espécies lenhosas de regiões australiana em sistema de produção de gás *in vitro*, observaram que as respostas foram variáveis em nível de gênero e espécie, e foram identificadas algumas plantas com algumas características fermentativas favoráveis.

Porém a maioria destas espécies produziram quantidades menores de metano e reduziram a produção total de gás em mL/g de matéria seca, concluindo que a escolha de espécies não previamente utilizadas em sistemas de pastejo, ilustrou a possibilidade de utilização de algumas espécies para manipulação da fermentação ruminal, seja como parte de uma dieta mista ou para identificar compostos de plantas associadas com bioatividade ruminal.

Diante disso, a correlação do peso molecular das diferentes frações de taninos condensados e características estruturais com dados de estudos da dinâmica ruminal, obtidos através de bioensaios de produção de gás *in vitro* (PGIV) utilizando forrageiras nativas mais consumidas pelos animais, podem resultar em melhor entendimento do comportamento desses polifenóis sobre a atividade microbiana e a eficiência de fermentação.

2.5. Caracterização da *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poiret

Dentre as espécies mais encontradas no Semiárido Nordestino, destaca-se a leguminosa Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poiret) uma espécie xerófila arbórea, pertencente à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae, gênero *Mimosa*, ocorre em larga escala nos estados do Nordeste brasileiro, sob clima semiárido na vegetação da Caatinga (Araújo et al., 2010).

Essa espécie, de 4 a 6 metros de altura, dotada de copa irregular, com espinhos e acúleos esparsos, eretos e bem agudos, cujos ramos novos apresentam pelos viçosos (Bakke, 2005). Sua casca tem coloração castanho-escuro, grossa, rugosa e fendida longitudinalmente, as ramificações são dotadas de folhas compostas, bipinadas, de um a três cm de comprimento (pecíolo e raque) e com 4 a 7 pares de pinas constituídas, com 15 a 33 pares de folíolos brilhantes, que caem e se refazem continuamente, cobrindo o solo com um leve manto que logo se decompõe, formando ligeiras camadas de húmus (Oliveira et al., 1999).

A ampla distribuição dessa espécie em regiões Áridas e Semiáridas da América juntamente com seu potencial forrageiro, energético e propriedades fitoterápicas (Bezerra et al., 2011), é o que lhe confere importante papel entre as leguminosas da Caatinga. Outra importante atribuição da *Mimosa tenuiflora* está na fixação de nitrogênio a partir de simbiose com microrganismos diazotróficos, bem como sua extensa utilização na alimentação animal (Freitas et al., 2010).

Suas folhas, hastes finas e frutos são consumidos pelos ruminantes, contribuindo significativamente para a dieta dos animais no pasto, e apresenta boa aceitabilidade pelos animais, seja *in natura* ou fenada, sendo facilmente encontrada na Caatinga, altamente resistente à seca e possui capacidade de rebrota durante todo o ano (Pereira Filho et al., 2003).

A produção de matéria seca de folhas de Jurema preta em vegetação lenhosa de Caatinga rebaixada com densidade de 1008 plantas/ha, variou de 226,7 a 463,3 kg/ha segundo Pereira Filho et al. (1999).

Moreira et al. (2006) trabalhando com a caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão Pernambucano, observaram que a disponibilidade de fitomassa de Jurema preta no mês de março foi de 36,9 kg MS/ha e no mês de junho estes valores decresceram para 13,9 kg MS/ha, isto pode ser explicado pela maior oferta

encontrada no estrato herbáceo no mês de março, período que se iniciou o período chuvoso neste estudo, sendo maior a preferência por este estrato pelos animais.

A composição botânica da Jurema preta na pastagem nos meses mencionados foi, respectivamente: 3,0% e 2,9%, e a participação desta espécie na dieta selecionada por bovinos fistulados foi de 5,24%.

Em relação a composição química da Jurema preta Nozella (2001), encontrou os seguintes valores em g/kg de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN), Fibra em detergente ácido (FDA) e Lignina digerida em ácido (LDA) respectivamente: 424,2; 159,6; 462,6; 325,1; 145,3.

Já Moreira et al. (2006), encontraram os seguintes valores para MS, PB, FDN, FDA, Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), respectivamente: 476,8 g/kg MN; 168,8 g/kg MS; 406,4 g/kg MS; 369,2 g/kg MS; 111,9 g/kg MS e 117,2 g/kg MS.

Guimarães Beelen et al. (2006) estudando o efeito da adição de diferentes níveis de taninos condensados purificado das espécies Jurema preta, Sabiá e Mororó sobre o crescimento bacteriano, observaram que os taninos condensados presentes na Jurema preta foram os que mais influenciaram na total ausência das *Ruminococcus flavefaciens* FD1 com o nível mínimo de 200 µg/ml de taninos condensados, contrastando consequentemente com a diminuição da digestão da celulose.

Em relação aos teores de taninos condensados encontrados na literatura destaca-se: Beelen et al. (2003) encontraram 309,8 g/kg MS de taninos condensados totais. Guimarães-Beelen et al. (2006) encontraram 266,8 g/kg MS e Pereira Filho et al. (2003) 219,2 g/kg MS. Destacando-se a variabilidade dos dados contidos na literatura sobre este composto, tendo em vista a variabilidade das condições ambientais do local em que a planta se encontrava inicialmente e os fatores inerentes à própria planta.

Diante destes dados, é notório o potencial tanínifero da jurema preta, que é muito utilizada no Nordeste brasileiro na curtição de peles e adicionalmente na indústria petrolífera para estabilização das paredes dos poços de perfuração e no tratamento de água de abastecimento e residuárias pela capacidade de se complexar com sais de metal pesado (Paes et al. 2006).

Paes et al. (2006), analisando a viabilidade técnica de taninos em espécies de ocorrência no Semiárido brasileiro, encontraram na Jurema preta teores de taninos condensados superiores ao *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho), espécie também bastante explorada na região Nordeste do Brasil pela indústria de curtumes.

Onde as peles curtidas com os taninos extraídos de Jurema preta apresentaram o melhor resultado em relação às espécies avaliadas para o teste de resistência à tração, na direção paralela às fibras. Resultados condizentes foram encontrados por Bezerra et al. (2011), trabalhando com jurema preta, mostraram que a espécie pode ser excelente alternativa como fonte de taninos para as indústrias da região Nordeste, diversificando a renda do trabalhador rural.

2.6. Caracterização da *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan

Conhecido popularmente como Angico vermelho, a espécie *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan pertence à família Mimosaceae (Carvalho, 2003). É bem distribuída no Brasil nas regiões de vegetação de Caatinga, além dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, em regiões típicas do Cerrado.

O Angico Vermelho é muito utilizada para o repovoamento de áreas degradadas, pela rápida propagação da espécie e resistência a solos secos ou úmidos, sendo tolerante a solos rasos, compactados, mal drenados e até encharcados (Oliveira Gonçalves et al., 2008).

É uma espécie arbórea de médio a grande porte, com fuste retilíneo que pode atingir entre 13 e 20 metros de altura, com copa alta de folhagem rarefeita (Santos, 2010). Suas folhas são paripinadas do tipo composta com forma lanceolada e inserção alternada, contém cerca de 25 pares de folíolo, possuindo consistência foliácea, apresenta uma glândula oval no início do pecíolo e possui púlvino bem desenvolvido (Figueiredo et al., 2013).

Sua casca é bastante sulcada com superfície irregular repleta de projeções, sendo a principal característica para a identificação desta espécie. É muito utilizada para obtenção de lenha e carvão, além da utilização da sua casca na medicina caseira por suas propriedades antiinflamatórias.

Moreira et al. (2006) em levantamento da composição botânica do componente arbóreo em uma área de Caatinga Pernambucana, observaram 238,09 plantas/hactare desta espécie apresentando fitomassa de 7,78 kg MS/ha no período chuvoso do ano. Entretanto, devido ao elevado porte das plantas, não foi constatada a sua presença na dieta selecionada por animais fistulados.

Ainda segundo Moreira et al. (2006), a análise química das folhas de Angico vermelho, apresentaram os seguintes valores de MS, PB, FDN, FDA, DIVMS e DIVMO, respectivamente de: 684,1 g/kg MN; 145,8 g/kg MS; 353,5 g/kg MS; 281,6 g/kg MS; 243,5g/kg MS; 260,5 g/kg MS.

Já Nozella (2001) encontraram os seguintes valores em g/kg de MS, PB, FDN, FDA e LDA, respectivamente: 545,2; 162,0; 404,3; 295,3; 113,1;. Quanto aos teores de taninos condensados presente na casca desta espécie Paes et al. (2006) encontraram uma concentração de 118,90 kg de taninos por tonelada de casca seca.

É importante salientar que no Nordeste brasileiro os curtumes tradicionais exploram comumente esta espécie, e que para minimizar a exploração demasiada da espécie existem outras espécies arbóreo-arbustivas com potencialidades de uso para esta finalidade, abrangendo a possibilidade de suprir as necessidades de pequenos empreendimentos, proprietários rurais e, principalmente, das comunidades existentes na região Nordeste do Brasil e demais localidades (Lopes et al., 2015).

A presente dissertação é constituída de um capítulo intitulado:

1. Potencial tanífero de leguminosas nativas da Caatinga avaliado por diferentes métodos;

Redigido de acordo com as normas da Revista *Acta Scientiarum*.
(ANEXO).

LITERATURA CITADA

- ABDALLA, A. L.; LOUVANDINI, H.; SALLAM, S. M. A. H. et al. In vitro evaluation, in vitro quantification, and microbial diversity studies of nutritional strategies for reducing enteric methane production. **Tropical Animal Health and Production**, v.44, p.953-964, 2011.
- ALBUQUERQUE, S. G. de & BANDEIRA, G. R. L. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.885-891, 1995.
- ALONSO-DÍAZ, M. A.; TORRES-ACOSTA, J. F. J.; SANDOVAL-CASTRO, C. A. et al. Tannins in tropical tree fodders fed to small ruminants: A friendly foe?. **Small Ruminant Research**, v.89, p.164-173, 2010.
- ALVES, A. R.; BEELEN, P. M. G.; MEDEIROS, A. N. de et al. Consumo e digestibilidade do feno de sabiá por caprinos e ovinos suplementados com polietilenoglicol. **Revista Caatinga**, v.24, n.2, p. 152-157, 2011.
- ANDRADE, A.P. de; SOUZA, E.S. de; SILVA, D.S. da et al. **Produção animal no bioma Caatinga: Paradigmas dos “pulsos-reservas”**. In: SIMPÓSIOS DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa PB, 2006.
- ANDRADE, A. P. de; COSTA, R. G da; SANTOS, E. M. et al. Produção animal no semi-árido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.01-14, 2010.
- ARAÚJO, K. D.; DANTAS, R.T; ANDRADE, A. P. de et al. Uso de espécies da caatinga na alimentação de rebanhos no município de São João do Cariri – PB. **Revista RA’E GA**, n.20, p.157-171, 2010.
- ARAÚJO FILHO, J.A. & CRISPIM, S.M.A. **Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil**. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. de; GARCIA, R. et al. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma Caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.11-19, 2002.
- ASANO, K.; SHINAGAWA, K.; HASHIMOTO, N. Characterization of haze-forming proteins of beer and their roles in chill haze formation. **American Society of**

- Brewing Chemists Journal**, v. 40, n. 3, p. 147-154, 1982.
- BAKKE, I.A. **Potencial de acumulação de fitomassa e composição bromatológica da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) na região semiárida da Paraíba**. 2005. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ecologia Vegetal e Meio Ambiente). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.
- BARAK, J.A & KENNEDY, J. A. HPLC Retention thermodynamics of grape and wine tannins. **Agricultural and Food Chemistry**, v.61, p.4270-4277, 2013.
- BHATTA, R.; SHINDE, A. K.; VERMA, D. L. et al. Effect of supplementation containing polyethylene glycol (PEG)-6000 on intake, rumen fermentation pattern and growth in kids fed foliage of *Prosopis cineraria*. **Small Ruminant Research**, v.52, n.1, p.45-52, 2004.
- BEELEN, P. M. G.; BERCHIELLI, T. T.; BEELEN, R. N. et al. Taninos condensado das espécies jurema preta (*Mimosa hostilis*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*), em três fases do ciclo fenológico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1, 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2003.
- BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4 p. 954-968, 2012.
- BEZERRA, D.A.C.; RODRIGUES, F.F.G.; COSTA, J.G.M. et al. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.33, n.1, p.99-106, 2011.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional/SDR. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordeste e do Polígono das Secas**. Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2005.
- CARVALHO, E. B. de. **Estudos da interação entre proteínas e taninos: Influência da presença de polissacarídeos**. 2007. 193f. Tese (Doutorado em Química) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, D.F.: Embrapa-SPI, 2003. 1039p.
- CENCI, F. B.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. M. et al. Effects of condensed tannin from *Acacia mearnsii* on sheep infected naturally with gastrointestinal helminths. **Veterinary Parasitology**, v.144, p.132-137, 2007.

- CHIZZOTTI, M. L.; PEREIRA, L. G. R.; CHIZZOTTI, F. H. M. et al. Uso da nutrição para redução na geração de metano: Eficiência no uso da energia para ruminantes x meio ambiente. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NO CERRADO, 1, 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: AGRISUS, 2012.
- COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; VIEIRA, L. S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.4, p.108-116, 2008.
- DURMIC, Z.; HUTTON, P.; REVELL, D. K. et al. In vitro fermentative traits of Australian woody perennial plant species that may be considered as potential sources of feed for grazing ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.160, n.3, p.98-109, 2010.
- DUTHIE, G. G. Lipid peroxidation. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.47, p. 759-764, 1993.
- DRUMOND, M. A.; KILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F. et al. Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga. In: **Avaliação e identificações de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma caatinga**. Seminário “Biodiversidade da Caatinga”, realizado em Petrolina; Pernambuco, na Embrapa Semi-Árido, maio 2000.
- FIGUEIREDO, F. G.; FERREIRA, E. O.; LUCENA, B. F. F. et al. Modulation of the antibiotic activity by extracts from *Amburana cearencis* A. C. Smith and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. **BioMed Research International**, v.2013, p.1-5, 2013.
- FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SANTOS, C.E.R.S. et al. Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga. **Journal of Arid Environments**, v.74, p.344–349, 2010.
- GUIMARÃES-BEELLEN, P. M.; FILHO, J. M. P.; BEELEN, R. N. Avaliação de taninos condensados em plantas forrageiras. In : ZOOTEC, 15., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa-PB: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2008. p.15.
- GUIMARÃES-BEELLEN, P. M; BERCHIELLI, T. T.; BUDDINGTON, R.; et al. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.910-917, 2006.
- IBGE, 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <

<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=169>> Acesso em 30 de Maio de 2013.

LANA, R. P.; RUSSEL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2190-2196, 1998.

LI, C.; LEVERENCE, R.; TROMBLEY, J. D. et al. High molecular weight persimmon (*Diospyros kaki* L.) Proanthocyanidin: A Highly Galloylated, A-Linked Tannin with an unusual Flavonol terminal unit, Myricetin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 9033-9042, 2010.

LONGO, C. **Avaliação *in vitro* de leguminosas taniníferas tropicais para mitigação de metano entérico**. 2007. 154f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear/ Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LOPES, P.J.G.; CALEGARI, L.; CALEGARI, C.C.A. et al. Produtividade em casca e taninos condensados de jurema-preta, **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v.3, n.2, p.95-101, 2015.

LUCIANO, G.; MONAHAN, F. J.; VASTA, V. et al. Dietary tannins improve Lamb meat color stability. **Meat Science**. v.81, p.120-125, 2009.

McSWEENEY, C. S.; PALMER, B., BUNCH, R. et al. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. **Journal of Applied Microbiology**, v. 90, p. 78-88, 2001a.

McSWEENEY, C. S.; PALMER, B., McNeill, D. M. et al. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, p. 83-93, 2001b.

MONAGAS, M.; QUINTANILLA-LÓPEZ, J. E.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. et al. MALDI-TOF MS analysis of plant proanthocyanidins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.51, p.358-372, 2010.

MOREIRA, J. N; ANDRADE LIRA, M. de; SANTOS, M. V. F. dos; et al. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

- NAUMANN, H. D.; TEDESCHI, L. O.; MUIR, J. P. et al. Effect of molecular weight of condensed tannins from warm-season perennial legumes on ruminal methane production in vitro. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.50, p.154-162, 2013.
- NOY-MEIR, I. Desert ecosystems: environment and producers. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, v.4, p.25-51, 1973.
- NOZELLA, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura/ Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- OLIVEIRA, L. M. B. de; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M. de. et al. Plantas taniníferas e o controle de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, v.41, n.11, p. 1967-1974, 2011.
- OLIVEIRA GONÇALVES, E. de; PAIVA, H. N. de; NEVES, J. C. L. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008,
- OLIVEIRA, S. G. de; BERCHIELLI, T. T.; NATARELLI, B. et al. Valor alimentício e aspectos econômicos de dietas com variações no teor de tanino e nível protéico em bovinos de corte. **Revista Ceres**, v.55, n.5, p.467-475, 2008.
- OLIVEIRA, M.R.; RODRIGUES, J.M.E.; CHIAVONE-FILHO, O. et al. Estudo das condições de cultivo da algaroba e jurema preta e determinação do poder calorífico. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v.14, p.93-104 1999.
- PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; MARINHO, I. V. et al. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 232-238, 2006.
- PATRA, A. K. & SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, p.24-37, 2011.
- PATRA, A. K. & SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v.71, p.1198-1222, 2010.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L; MACMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiser climate classification. **Hidrology and Earth System Sciences**, v. 11,

- p. 1633-1644, 2007.
- PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; SILVA, A.M.A. et al. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Wild). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.70-76, 2003.
- PEREIRA FILHO, J.M.; AMORIM, O.S.; VIEIRA, E.L. et al. Efeito da altura de corte sobre a produção de matéria seca e proteína bruta da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Wild). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre, RS, **Anais...** Porto Alegre, 1999.
- PEREIRA JÚNIOR, J de S. **Nova delimitação do Semi-Árido Brasileiro**, [2007]. Biblioteca digital da Câmara dos Deputados. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1604/nova_delimitacao_jose_pereira.pdf?sequence=1> Acesso em 13 de Novembro de 2013.
- PEREIRA, R. J. & CARDOSO, M. das G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.4, p.146-152, 2012.
- PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**. 2004 (Apostila). Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/upload_sprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=e32d8df36f08f86ef80010a253f33762> Acesso em 22 de Novembro de 2013.
- PRADO, D. E. da. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. Cap.1, p.3-74.
- RIELD, K. M. & HAGERMAN, A. E. Tannin - Protein complexes as radical scavengers and radical Sinks. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.10, p. 4917-4923, 2001.
- RODAL, M. J. N. & SAMPAIO, E. V. S. B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Ed.). **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: PNE/CNIP, 2002. p. 11-24.
- SÁ MENDES, M. D. de. **Caracterização química e molecular de espécies das famílias Lamiaceae e Apiaceae da flora aromática de Portugal**. 2007. 59f. Dissertação (Mestrado em Biologia celular e Biotecnologia) – Universidade de Lisboa Lisboa.

- SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas. In: **SALES, V. C. (Org.). Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação.** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003. p. 129-142.
- SAMPAIO, E. V. S. B, E. Overview of the Brazilian Caatinga. In: Bullock, S. H; Mooney, H. A.; Medina. **Seasonally Dry Tropical Forests.** Cambridge: Cambridge University Press, 1995. Chapter 3, p.35-63. Disponível em: <<http://www.worldcat.org/title/seasonally-dry-tropical-forests/oclc/32271722/viewport>> Acesso em 13 Novembro de 2013.
- SANTOS, G.R.A. **Caracterização da vegetação e da dieta de ovinos em área de Caatinga no sertão de Pernambuco.** 2007. 130f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- SANTOS, G.R.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A. et al. Composição química e degradabilidade in situ da ração em ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.384-391, 2009.
- SANTOS, M. V. F. dos; ANDRADE LIRA, M. de; JUNIOR, J. C. B. D.; et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.204-215, 2010.
- SANTOS, P. B. dos. **Contribuição ao estudo químico, bromatológico e atividade biológica de Angico *Anadenanthera colubina* (Vell.) Brenan Var. cebil (Gris.) Alts. E Pereiro *Aspidosperma pyriforme* Mart.** 2010. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos.
- SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v. 30, p. 3875-3883, 1991.
- SILANIKOVE, N.; GILBOA, N; NIR, I. et al. Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Quercus calliprinos*, *Pistacia lentiscus* e *Ceratonia siliqua*) by goats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.199-205, 1996.
- TANAC, 2013. **Construindo o futuro todos os dias.** Disponível em: <<http://www.tanac.com.br/pt-br/unidades/taninos>> Acesso em 15 de Julho de 2014.
- VASTA, V.; PRIOLO, A.; SCERRA, M. et al. Δ^9 desaturase protein expression and fatty acid composition of longissimus dorsi muscle in lambs fed Green herbage or concentrate with or without added tannins. **Meat Science**, v.82, p.357-364, 2009.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminants – 2nd edition. 1994.

- VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.
- WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.147, p.116-139, 2008.
- WHITE, B. L. A.; NASCIMENTO, D. L. do; DANTAS, T. V. P. et al. Dynamics of the production and decomposition of litterfall in a brazilian northeastern tropical forest (Serra de Itabaiana National Park, Sergipe State). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 35, n. 2, p. 195-201, 2012.
- WOOD, J. D.; RICHARDSON, G. R.; NUTE, G. R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.

OBJETIVOS GERAIS

A realização deste estudo teve como objetivo caracterizar químico bromatologicamente, quantificar e caracterizar as frações de taninos condensados das cascas e das folhas com hastes de Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) e Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) coletadas em: Arcoverde – PE, Delmiro Gouveia – AL e Patos – PB.

Objetivos específicos

- Determinar a composição químico-bromatológica da casca e folhas com hastes das espécies jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) e angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan);
- Determinar as frações de taninos condensados da casca e folhas com hastes das espécies jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) e angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) através da metodologia do HCl-Butanol e Fenóis Precipitáveis por Proteína (PPP);

CAPÍTULO I

POTENCIAL TANINÍFERO DE LEGUMINOSAS NATIVAS DA CAATINGA AVALIADO POR DIFERENTES MÉTODOS

Resumo – A caracterização química e a determinação de compostos secundários em leguminosas nativas é de grande importância por possibilitar a melhor utilização dessas plantas como matéria prima em diversos seguintes industriais. A realização deste estudo objetivou caracterizar químico-bromatologicamente as cascas e folhas com hastes de duas leguminosas nativas e quantificar e caracterizar as frações de taninos condensados, coletadas em três municípios do Semiárido Nordestino. As análises químico-bromatológica realizadas foram: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), lignina e extrato etéreo (EE). E taninos condensados através das metodologias do HCl-butanol e fenóis precipitáveis por proteína (PPP). Os dados químico-bromatológicos e frações de taninos condensados foram analisados através de estatística descritiva, o teste t de Student à 5% de significância foi feito para a comparação dos métodos de quantificação dos taninos condensados totais. Foram obtidos valores de MS, PB e PDA para as folhas com hastes de jurema preta e angico vermelho, respectivamente: 435,2; 428,83 g/kg MN, 159,3; 199,6 g/kg MS, 60,1; 66,64 g/kg PB. Já para taninos condensados totais através das metodologias do HCl-Butanol e Fenóis precipitáveis por proteína, respectivamente: 165,32 e 258,70 g/kg MS para folhas com hastes e 456,64 e 360,97 para as cascas. E para o Angico vermelho: 52,62 e 162,26 g/kg MS para as folhas com hastes e 168,04 e 376,03 para as cascas. Concluindo que, uma parte da proteína bruta das leguminosas estudadas está indisponível, pois se encontra ligada à FDA e taninos condensados. A Jurema preta foi a espécie que apresentou maiores teores de taninos condensados totais. E a metodologia PPP é considerada a mais eficiente na quantificação de taninos condensados.

Palavras-chave: angico vermelho, bioatividade, jurema preta, Semiárido

TANINÍFERO POTENTIAL OF LEGUMES NATIVE FROM CAATINGA FOR DIFFERENT ASSESSMENT METHODS

Abstract – The chemical characterization and the determination of secondary compounds in native legumes are very important for enabling better use these plants as raw material for various segments in the industry. This study aimed to characterize the chemical-bromatological bark and leaves with stems of two native legumes, quantify and characterize the fractions of condensed tannins. The species were collected: 'Jurema preta' (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) and 'Angico vermelho' (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan.) in three cities of the northeastern semiarid: Arcoverde / PE, Patos / PB and Delmiro Gouveia / AL. The chemical analysis performed were: dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN) and acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) and lignin digested in acid (LDA) and condensed tannins by the methodologies of HCl-Butanol and phenols by the precipitable protein (PPP). The chemical-composition data and fractions of condensed tannins were analyzed using descriptive statistics, and to compare the methods of quantification of the total condensed tannins was used the t test, at 5% significance level. They were obtained values of DM, CP and ADIP to the leaves with stems of Jurema preta e Angico vermelho, respectively: 435.2; 428.83 g / kg MN, 159.3; 199.6 g / kg DM, 60.1; 66.64 g / kg CP. As for total condensed tannins through the HCl-Butanol methodologies and phenols by precipitable protein, respectively: 165.32 and 258.70 g / kg DM for leaves with stems and 456.64 and 360.97 for the shells. And for the Angico vermelho: 52.62 and 162.26 g / kg DM to the leaves with stems and 168.04 and 376.03 for the shells. Concluding that a portion of the crude protein of legumes studied is unavailable because it is connected to the ADF and condensed tannins. Jurema preta was the species that showed higher total condensed tannins content. And the PPP methodology is considered the most efficient quantification of condensed tannins.

Keywords: angico vermelho, bioactivity, jurema preta, semiarid.

INTRODUÇÃO

Os taninos são compostos polifenólicos, que podem ser caracterizados pela presença de grupamentos hidroxila ligado a um anel benzênico (fenol) que podem ter outros compostos ligados a ele como ácidos orgânicos e açúcares (Carvalho, 2007). E podem ser classificados em taninos hidrolisáveis e condensados, dependendo das suas propriedades e estrutura química (Guimarães-Beelen et al., 2008; Costa et al., 2008; Oliveira et al., 2008).

A produção destes compostos está ligada principalmente a fatores de interação da planta com o meio ambiente. Devido às influências destes fatores sobre a quantidade e a composição dos taninos condensados os dados ainda são escassos e controversos, além da dificuldade de padronização das metodologias de análise.

Estes compostos que são de interesse para os estudos atuais, são existentes na natureza em diversos graus de polimerização e hidroxilação, o que determina o peso molecular e, conseqüentemente, a bioatividade e impacto desses compostos sobre a digestão (Naumann et al., 2013).

As espécies leguminosas presentes na Caatinga apresentam características químico-bromatológicas que podem ter influência na produção animal, bem como servir de matéria prima para vários seguimentos industriais como exemplo a indústria de alimentos.

Dados sobre a composição química de leguminosas nativas geralmente apontam para a qualidade dessas espécies na alimentação animal, principalmente pelos altos teores de proteína bruta. Contudo, a avaliação da disponibilidade dos nutrientes é importante, tendo em vista que grande parte se encontra complexado com fibra e compostos secundários tais como lignina e taninos condensados e a forma pela qual este componente da dieta pode ser disponibilizado ao animal, principalmente quando complexado com taninos condensados.

Porém, estas características de complexação com taninos condensados são exibidas através de uma dose-resposta que varia entre as diferentes espécies de planta, dada às características estruturais peculiares dos taninos condensados e não somente pelo teor desses compostos na planta (Naumann et al., 2014).

Neste sentido, o uso de plantas taniníferas tem se consolidado cada vez mais, principalmente para melhoria da eficiência fermentativa, contribuindo positivamente para o desempenho animal. Dentre os fatores positivos da sua adição às dietas podemos

citar, redução na produção metano ruminal, aumentando o aporte de energia metabolizável e diminuição dos impactos ambientais.

Assim, com a realização deste estudo objetivou-se caracterizar químico-bromatologicamente, quantificar e caracterizar as frações de taninos condensados utilizando as metodologias do HCl-Butanol e Fenóis precipitáveis por proteína (PPP) nas cascas e folhas com hastes de Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) e Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) coletadas em Arcoverde – PE, Delmiro Gouveia – AL e Patos – PB.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Locais de coleta

Em Arcoverde a coleta foi realizada em 28 de outubro de 2014, em área de Caatinga, na Estação Experimental pertencente ao Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA) ($36^{\circ}57'5''\text{W}$ e $8^{\circ}19'00''\text{S}$). Este local apresenta vegetação de Caatinga em bom estado de preservação caracterizada como Caatinga de Cipó (Chagas et al., 2011), embora haja forte evidência de antropização como a demarcação com cercas e aberturas ao longo da vegetação.

Em Patos a coleta foi realizada em 13 de novembro de 2014 no Centro de Saúde e Tecnologias Rurais (CSTR) na Estação Experimental pertencente à Universidade Federal de Campina Grande ($37^{\circ}16'30''\text{W}$ e $7^{\circ}01'30''\text{S}$), que é colonizada predominantemente por Jurema preta, realçando uma vegetação característica de caatinga secundária.

Em 03 de dezembro de 2014 realizou-se em Delmiro Gouveia a coleta em área de Caatinga pertencente ao IMA (Instituto do Meio Ambiente), ($37^{\circ}57'18''\text{W}$ e $9^{\circ}23'42''\text{S}$), que por sua vez possui vegetação de caatinga apresentando traços característicos de antropização como corte seletivo e predatório de espécies arbóreo-arbustivas.

O histórico de um ano das temperaturas máximas, médias e mínimas mensais de cada local de coleta, assim como a precipitação total mensal de acordo com os meses de coleta é apresentado na (Tabela 3).

Tabela 3. Temperaturas máxima, média e mínima e precipitação pluvial acumulada mensal, conforme os locais de coleta

Meses	Arcoverde/PE				Patos/PB				Delmiro Gouveia/ AL			
	Tmáx	Tmed	Tmin	Precipitação. (mm)	Tmáx	Tmed	Tmin	Precipitação. (mm)	Tmáx	Tmed	Tmin	Precipitação (mm)
out/13	29,9	26,1	21,3	20	31,3	29,6	25,8	0	29,3	30,1	25,3	0
nov/13	30,1	26,2	19,4	10	33,4	30,1	24,3	18	28,7	29,6	24,8	5
dez/13	28,4	26,9	22,0	91	34,1	29,9	25,8	88	31,1	29,8	25,0	68
jan/14	28,5	26,7	21,6	3	33,0	30,3	26,7	12	31,9	29,5	24,3	7
fev/14	27,1	26,2	21,9	65	32,9	29,6	27,1	31	32,0	29,3	26,3	21
mar/14	28,3	26,3	21,4	18	30,3	29,0	25,2	445	31,5	29,5	26,4	39
abr/14	28,6	26,1	22,0	85	31,0	28,5	26,2	156	29,2	28,6	24,1	54
mai/14	24,5	23,3	20,2	130	32,6	28,2	25,9	105	27,8	25,8	22,3	52
jun/14	25,0	21,1	20,6	60	29,9	27,8	26,1	8	28,0	25,4	23,7	18
jul/14	24,9	21,2	20,3	54	30,4	26,2	23,0	18	22,7	24,8	25,9	72
ago/14	23,9	22,3	19,7	60	30,9	29,3	26,3	2	26,6	24,7	23,5	40
set/14	26,6	24,2	19,1	44	29,1	27,8	24,3	2	29,0	26,9	24,8	16
out/14	25,2	24,0	21,9	105	33,2	29,6	24,1	11	30,2	27,5	24,6	13
nov/14	28,9	25,2	22,4	7	32,8	30,3	26,0	0	34,4	29,2	26,0	33
dez/14	29,3	26,7	24,9	3	31,4	29,9	25,8	0	31,6	29,0	27,3	0

Tmáx=Temperatura máxima mensal; Tmed=Temperatura média mensal; Tmin=Temperatura mínima mensal.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia

2. Coleta de solos

As coletas de amostras de solos para fins de análise física e química (Tabelas 4 e 5) foram realizadas em cinco pontos distintos em um raio de um metro ao redor de cada planta escolhida para realizar a coleta vegetal, com profundidade 0 – 20 cm com o auxílio de um cavador. Após a coleta, as amostras foram transportados para o Laboratório de Solos e Geologia da UFRPE/UAG em caixas térmicas, onde foram destorroados, homogeneizados, secos a temperatura ambiente e peneirados em peneiras de malhas com crivos de 2,0 mm, para os procedimentos de análises segundo as metodologias reunidas no manual da Embrapa (1997).

Tabela 4. Características físicas de amostras dos solos, conforme a área experimental

Local	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
	0,002 – 2 mm	0,002 - 0,05mm	< 0,002mm	
-----g/kg-----				
Arcoverde/PE	643,18	283,82	73,0	Franco-arenosa
Patos/PB	701,08	220,92	78,0	Franco-arenosa
Delmiro Gouveia/AL	794,09	167,91	38	Areia-Franca

Amostras de solos coletadas à profundidade de 0 – 20 cm

Tabela 5. Características químicas e fertilidade de amostras dos solos, conforme a área experimental

Local	pH H ₂ O (1:2,5)	P (Melich I)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	V	M	Umidade	N	MO
		-----mg/dm ³ -----	-----cmol/dm ³ -----						-----%-----	-----g/kg-----			
Arcoverde/PE	5,9	3	180	4,2	1,6	0	5,6	11,9	53	0	12,7	2,4	35,0
Patos/PB	6,4	23	200	8,5	4	0	1,8	14,8	88	0	2,1	1,5	23,0
Demiro Gouveia/AL	6,4	23	200	4,2	1,1	0	2,4	8,2	71	0	1,4	1,1	20,0

CTC = Capacidade de Troca Catiônica; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio; MO = Matéria orgânica; H⁺+Al³⁺=Acidez potencial; Al³⁺=Acidez trocável.
 Amostras de solos coletadas à profundidade de 0 – 20 cm

3. Coleta do material vegetal

Em cada área estudada foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas de cada espécie: Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret) e Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), sendo coletada de cada uma delas amostra de folhas com hastes e amostra de casca.

Para a padronização das plantas escolhidas, adotou-se que as coletas deveriam ser feitas nas plantas que estivessem no estágio fenológico vegetativo, isto é, com a presença de folhas totalmente expandidas, ou seja, a presença de folhas com os folíolos separados e completamente abertos, sem a presença de folhas senescentes, flores e frutos. Porém, em função do período de coleta, muitas das folhas já haviam senescido e já estavam fazendo parte da serapilheira, desta forma havendo maior presença de hastes.

E também padronizou-se a medida do perímetro de seus troncos através de observação das plantas existentes na área (Tabela 6) e a partir disto obteve-se uma média de aproximadamente 110 cm de perímetro para o caule do angico vermelho, e para a jurema preta 30 cm.

Tabela 6. Variabilidade do perímetro do caule (cm) das plantas utilizadas para realização das coletas

Locais de coleta	Jurema preta	Angico vermelho
Arcoverde - PE	19 - 48	85 - 157
Delmiro - AL	23 - 66	71 - 112
Patos - PB	17 - 87	65 - 154

A coleta de folhas com hastes (até cinco mm de espessura) foi feita de maneira intercalada ao redor do perímetro da planta. Para a coleta das amostras de cascas, foram retiradas as porções externas do caule, com o devido cuidado para não atingir o câmbio vascular, retirando-se fragmentos com o auxílio de uma espátula de aço, também de maneira intercalada ao redor do perímetro do fuste da planta.

Ao final, as amostras foram identificadas individualmente, acondicionadas em sacos plásticos devidamente fechados e transportadas em caixas térmicas contendo gelo, para a estabilização das reações de ligação entre os taninos condensados com a proteína e fibra das cascas e folhas com hastes.

4. Processamento e armazenamento do material vegetal

As amostras foram transportadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE/UAG, onde as cascas e folhas com hastes foram secas à temperatura de 40°C, em estufa com circulação forçada de ar por 72h.

Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willye em granulometria de 1 mm para a realização das análises químico-bromatológicas e taninos condensados. O material moído foi armazenado em potes plásticos hermeticamente fechados, identificados e conservados em freezer.

5. Análises químico-bromatológicas

No LANA, foram realizadas as análises laboratoriais para todas as amostras de plantas coletadas. Os teores de matéria seca (MS) foram obtidos a partir da secagem da amostra em estufa de esterilização a 105°C por 24 horas (AOAC, 1995/ 930.15); o nitrogênio total (NT) foi determinado através do método de Kjeldahl (AOAC, 1995/ 954.01), onde o teor de proteína bruta (PB) foi calculado multiplicando-se o valor de NT por 6,25. Os teores de matéria mineral (MM) foram obtidos após a queima das amostras a 600°C por quatro horas (AOAC, 1990/ 942.05).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados a partir da metodologia proposta por Goering & Van Soest (1970).

A lignina foi determinada a partir da solubilização da celulose com ácido sulfúrico a 72% (LDA), segundo a metodologia descrita por Goering & Van Soest (1970).

Para a análise de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), utilizou-se a metodologia de Licitra et al. (1996).

6. Taninos condensados

Para a comparação dos métodos de quantificação de taninos condensados (proantocianidina), foram utilizados o método do butanol-HCl (Terrill et al., 1992) e o método da proteína precipitável ou método BSA (Hagerman & Butler, 1978). As curvas padrão das espécies estudadas foram comparadas com a curva de calibração obtida com o extrato comercial de Acácia Negra.

7. Análise estatística

Os dados da composição químico-bromatológica, e frações de taninos condensados foram analisados através de estatística descritiva. Os teores de todas as frações de taninos condensados foram estimados através das equações estimadas pelas curvas de regressão para as metodologias utilizadas.

A variabilidade dos dados de taninos condensados totais de acordo com cada método analisado foi observado através de boxplot à 5% de significância..

O teste t foi utilizado para verificar as diferenças entre as médias das metodologias de quantificação de taninos condensados totais, ao nível de 5% de significância utilizando o programa computacional SAS 9.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e o desvio padrão para todas as variáveis observadas das espécies analisadas se mostraram bastante heterogêneos, tendo em vista a diversidade das condições dos locais de coleta (Tabela 7).

O conteúdo de matéria seca (MS) variou entre $468,0 \pm 20,5$ a $415,0 \pm 11,9$ g/kg para as folhas com hastes de jurema preta. Para as cascas desta espécie os valores se mantiveram em torno de $643,4 \pm 34,8$ g/kg MN. Os valores encontrados para a folhas com hastes do angico vermelho oscilaram entre $561,7 \pm 16,8$ e $331,1 \pm 14,6$ g/kg MN e para a casca os valores se mantiveram em torno de $589,8 \pm 26,1$ g/kg MN.

Os maiores valores de MS nas folhas com hastes de angico vermelho coletado em Patos podem ser explicados pela maior presença de hastes no momento da coleta, em função do período do ano.

Em relação à proteína bruta (PB), os teores encontrados para as folhas com hastes, nas duas espécies estudadas se mostraram altos em relação aos teores encontrados nas cascas. Este resultado chama atenção para a importância das folhas de espécies leguminosas arbóreas da Caatinga como fonte de proteína para os animais.

É importante salientar que os altos teores de proteína PB encontrados, apesar de considerado um fator de qualidade para as leguminosas, apresentou parte significativa ligada à FDA e FDN e, por consequência, indisponível para os animais. De fato, os valores de proteína insolúvel na fibra em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA) encontrados neste estudo, podem ser explicados pela presença de taninos condensados e lignina. Onde quanto maior for os teores destes compostos na planta, maior será a concentração de proteína insolúvel associada à parede celular (Licitra et al., 1996) como pode ser observado na (Tabela 13).

Moreira et al. (2006) mostraram que a forragem selecionada na extrusa de bovinos fistulados, no período chuvoso em área de Caatinga Pernambucana, apresentaram baixos valores de proteína disponível para o animal, em função dos altos teores de PIDA e PIDN.

Tabela 7. Composição químico-bromatológica em g/kg das espécies estudadas com seus respectivos estratos e locais de coleta

Estrato/Local de coleta	MS ¹	MO ²	PB ²	FDN ²	FDA ²	PIDN ³	PIDA ³	LIGNINA ²
Jurema preta								
Folhas com hastes (PE)	415,0 ± 11,9	969,2 ± 1,6	166,0 ± 10,5	365,3 ± 13,6	256,4 ± 5,0	106,0 ± 5,5	61,4 ± 4,5	103,6 ± 8,2
Folhas com hastes (AL)	468,0 ± 20,5	946,5 ± 4,7	144,1 ± 5,8	308,2 ± 9,4	204,0 ± 14,2	100,6 ± 5,8	63,8 ± 8,2	90,0 ± 10,0
Folhas com hastes (PB)	422,6 ± 19,2	940,4 ± 5,5	167,8 ± 17,8	462,3 ± 15,1	250,2 ± 8,3	82,5 ± 5,2	55,1 ± 8,2	103,1 ± 8,8
Casca (PE)	638,9 ± 11,9	985,4 ± 1,5	101,4 ± 6,8	433,6 ± 23,5	415,4 ± 15,6	96,4 ± 3,7	95,6 ± 4,5	197,7 ± 8,5
Casca (AL)	643,4 ± 34,8	976,3 ± 2,9	95,8 ± 1,6	440,0 ± 11,9	350,1 ± 18,8	82,7 ± 2,7	74,1 ± 4,1	204,3 ± 20,9
Casca (PB)	691,9 ± 6,8	979,0 ± 3,1	97,2 ± 6,5	449,0 ± 17,3	255,5 ± 8,0	90,6 ± 5,8	79,4 ± 5,8	218,9 ± 13,8
Angico vermelho								
Folhas com hastes (PE)	331,1 ± 14,6	941,7 ± 8,5	243,4 ± 14,1	319,2 ± 18,5	264,9 ± 12,8	85,6 ± 7,6	64,1 ± 5,4	107,8 ± 12,4
Folhas com hastes (AL)	393,7 ± 10,1	952,2 ± 2,5	213,9 ± 5,5	293,8 ± 0,26	227,6 ± 14,8	125,8 ± 6,0	66,2 ± 5,4	97,3 ± 6,6
Folhas com hastes (PB)	561,7 ± 16,8	894,7 ± 17,9	141,6 ± 13,0	355,3 ± 16,0	167,1 ± 17,8	149,8 ± 8,7	69,6 ± 4,3	66,3 ± 6,4
Casca (PE)	558,5 ± 10,8	952,4 ± 7,4	87,6 ± 9,8	599,3 ± 17,5	476,7 ± 27,7	75,5 ± 5,8	65,7 ± 5,7	197,9 ± 13,8
Casca (AL)	690,5 ± 29,0	959,1 ± 7,1	93,8 ± 6,0	619,3 ± 12,4	518,2 ± 21,1	81,0 ± 1,8	77,9 ± 7,3	321,4 ± 16,8
Casca (PB)	589,8 ± 26,1	938,4 ± 5,2	85,0 ± 9,0	400,4 ± 4,2	300,8 ± 9,8	93,4 ± 5,6	81,9 ± 4,5	139,1 ± 2,4

MS=Matéria Seca; MO=Matéria Orgânica; PB=Proteína Bruta; FDN=Fibra em Detergente Neutro; FDA=Fibra em Detergente Ácido; PIDN=Proteína Insolúvel em Detergente Neutro; PIDA=Proteína Insolúvel em Detergente Ácido.

¹g/kg de matéria natural;

²g/kg de matéria seca;

³g/kg de proteína bruta.

As médias absolutas para carboidratos totais (CHOT) encontradas nas folhas com hastes de jurema preta e angico vermelho foram de 65,98% e 62,5%, respectivamente. Já para os carboidratos não fibrosos (CNF) foram de 28,12% e 30,22%. Valores considerados baixos, justificando a utilização das leguminosas como alimento protéico e não como alimento energético.

Taninos condensados

É importante a obtenção de curvas de calibração específicas para cada amostra utilizada, em função da especificidade dos tipos de taninos condensados presentes em cada uma delas (Figuras 3, 4 e 5).

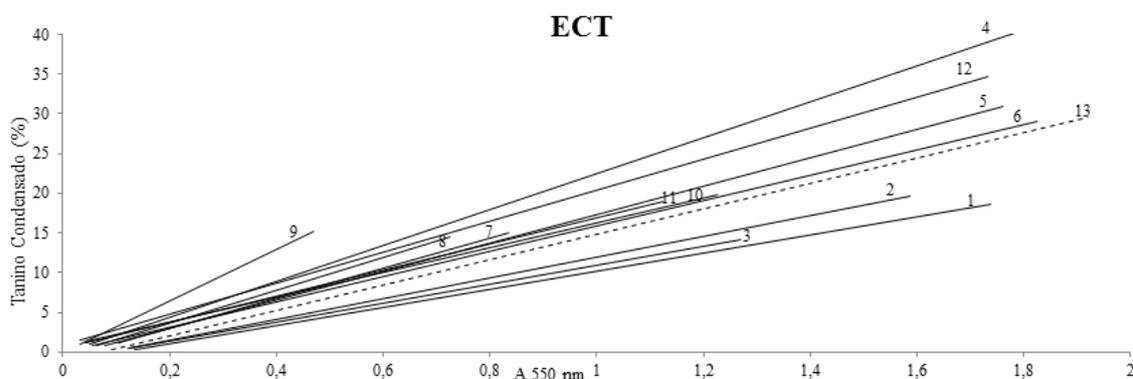


Figura 3. Curvas de calibração utilizadas para estimar a concentração da fração de taninos condensados solúveis (ECT) através do método do HCl-Butanol

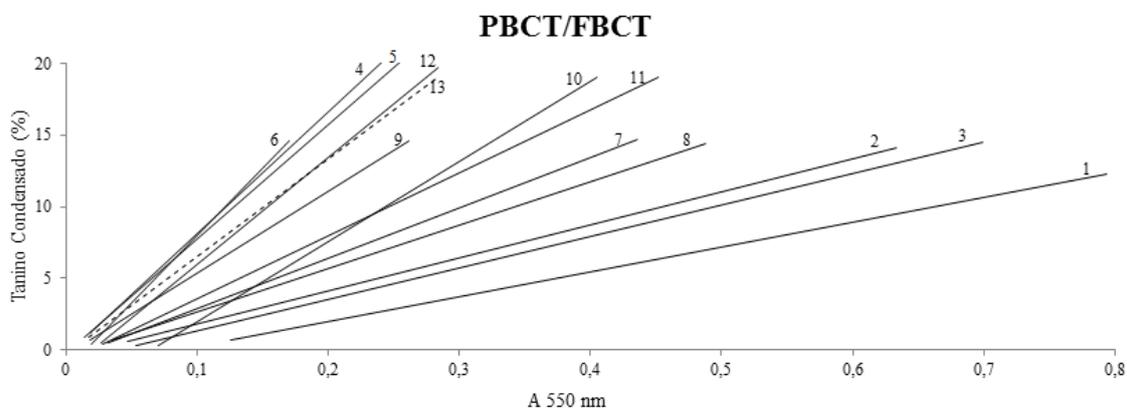


Figura 4. Curvas de calibração utilizadas para estimar a concentração das frações de taninos condensados ligado à proteína (PBCT) e fibra (FBCT) através do método HCl-Butanol

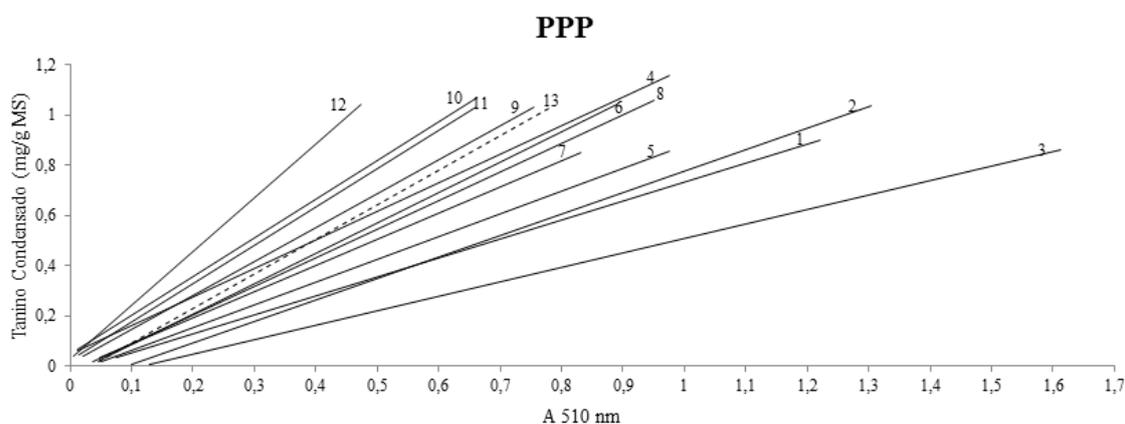


Figura 5. Curvas de calibração utilizadas para estimar a concentração de taninos condensados totais através do método dos Fenóis Precipitáveis por Proteína

Com relação aos teores de taninos condensados totais obtidos segundo as metodologias HCl-Butanol e Fenóis precipitáveis por proteína (PPP) constam na (Tabela 8).

Diante destes dados pode-se observar que os maiores níveis de taninos condensados totais foram encontrados nas cascas e folhas com hastes de jurema preta independente do local de coleta e método de análise. Porém, é importante destacar que foi nas cascas das duas espécies estudadas que se concentraram os maiores teores de taninos condensados totais em relação às folhas com hastes.

Beelen et al. (2003) trabalhando com sabiá, mororó e jurema preta, concluíram que a jurema preta foi a espécie que apresentou maior teor de taninos condensados totais, com valor de 309,8 g/kg MS.

Os resultados obtidos no presente trabalho são próximos aos encontrados por Paes et al. (2006), que analisando a viabilidade técnica de taninos em espécies de ocorrência no Semiárido brasileiro, encontraram também na jurema preta teores de taninos condensados superiores ao *Anadenanthera macrocarpa* (Angico vermelho), espécie tradicionalmente explorada na região Nordeste do Brasil pela indústria de curtumes.

Resultados encontrados por Bezerra et al. (2011), que mostraram que a jurema preta é uma espécie que pode ser uma excelente alternativa como fonte de taninos condensados para a indústria da região Nordeste, diversificando a renda do trabalhador rural, inclusive pela agregação de valor aos produtos de origem animal.

Além da possibilidade de uso desta espécie na indústria para produção de aditivos para manipulação da fermentação ruminal, seja como parte de uma dieta mista ou para identificar compostos de plantas associadas com bioatividade ruminal.

Tabela 8. Concentração de taninos condensados totais em g/kg obtidos por dois métodos de análise de acordo com os locais de coleta e método de análise

Métodos	Locais de Coleta			EPM ¹
	Arcoverde/PE	Delmiro Gouveia/AL	Patos/PB	
	Jurema Preta/Folhas com hastes			
HCl –Butanol	163,20	194,48	138,28	7,82
PPP	331,56	334,70	109,84	28,31
	Jurema Preta/Casca			
HCl –Butanol	550,38	419,08	400,44	18,35
PPP	440,82	298,04	344,06	16,18
	Angico vermelho/Folhas com hastes			
HCl –Butanol	36,10	46,98	74,80	4,51
PPP	66,42	229,08	191,30	19,09
	Angico vermelho/Casca			
HCl –Butanol	157,44	166,76	179,92	4,50
PPP	356,41	386,98	384,70	5,04

¹ Erro Padrão da média;

PPP – Fenóis precipitáveis por proteína

Com relação às frações de taninos condensados (Tabela 9), vale destacar que dentre as espécies estudadas, a fração ECT foi maior para as folhas com hastes e cascas da Jurema preta independente do local de coleta. E dentre os estratos, as cascas apresentaram os maiores valores para esta fração independente da espécie e local de coleta. Esta fração de taninos condensados é representada pela quantidade deste composto livre na planta, que é influenciado pelas condições de armazenamento do material vegetal após a coleta.

Para as frações de taninos condensado de taninos condensados ligado à proteína (PBCT) e fibra (FBCT) pode-se observar que os resultados são muito variáveis. Uma vez que estes compostos são concentrados nos vacúolos das células, quando a integridade das células é rompida, pela mastigação, moagem ou secagem, os taninos condensados entram em contato com os outros componentes presentes nas células como, proteínas, carboidratos e minerais, formando complexos (Wolfe et al., 2008), sendo difícil o controle destas reações.

Porém, a forma como estas ligações são formadas depende da composição monomérica dos taninos condensados, que por sua vez pode influenciar na respectiva afinidade de ligação com proteínas e carboidratos, alterando a quantidade de taninos condensados solúveis. Esta afirmação foi comprovada por Huang et al. (2011) e Naumann et al. (2014), onde, os taninos condensados com maior peso molecular exibem

maior eficiência de ligação com proteínas e carboidratos do que os taninos com peso molecular mais reduzido.

Tabela 9. Frações de taninos condensados em g/kg de leguminosas nativas através da metodologia do HCl-Butanol, conforme os locais de coleta e frações da planta

Frações	Estados			EPM ¹
	Arcoverde/PE	Delmiro Gouveia/AL	Patos/PB	
	Jurema Preta/Folhas com hastes			
ECT	124,80	159,04	118,88	25,16
PBCT	28,20	30,70	15,00	8,43
FBCT	10,24	4,77	4,41	2,89
	Jurema Preta/Casca			
ECT	393,28	304,80	284,06	50,07
PBCT	143,14	96,54	104,26	24,98
FBCT	13,99	17,81	12,10	3,63
	Angico vermelho/Folhas com hastes			
ECT	19,86	33,12	44,30	11,05
PBCT	10,36	9,96	18,74	4,83
FBCT	5,85	3,88	11,77	3,73
	Angico vermelho/Casca			
ECT	146,60	138,38	154,28	17,55
PBCT	8,64	16,64	19,42	5,76
FBCT	2,21c	11,78	6,20	4,44

¹ Erro Padrão da média;

ECT – Taninos condensados solúveis;

PBCT – Taninos condensados ligado à proteína;

FBCT – Taninos condensados ligado à fibra.

Desta forma, a grande variedade estrutural presente nestes compostos dificulta a elucidação das bases moleculares para diferentes capacidades de precipitação com proteína (Naumann et al., 2014).

Com isso, estes autores vêm estudando a metodologia dos fenóis precipitáveis por proteína na tentativa de alcançar um melhor entendimento sobre a variação no comportamento das ligações dos taninos condensados principalmente com proteínas. Dessa forma solucionando vários questionamentos sobre a atividade biológica destes compostos na nutrição de ruminantes.

Na qual seria importante para conhecer a relação dose-resposta de taninos condensados com os diversos efeitos sobre a metanogênese, atividade anti-helmíntica e no aumento da disponibilidade de proteína bruta da forragem e proteína metabolizável para o animal (Naumann et al., 2014).

A variabilidade das concentrações de taninos condensados totais de acordo com cada método estudado pode ser observada na (Figura 6).

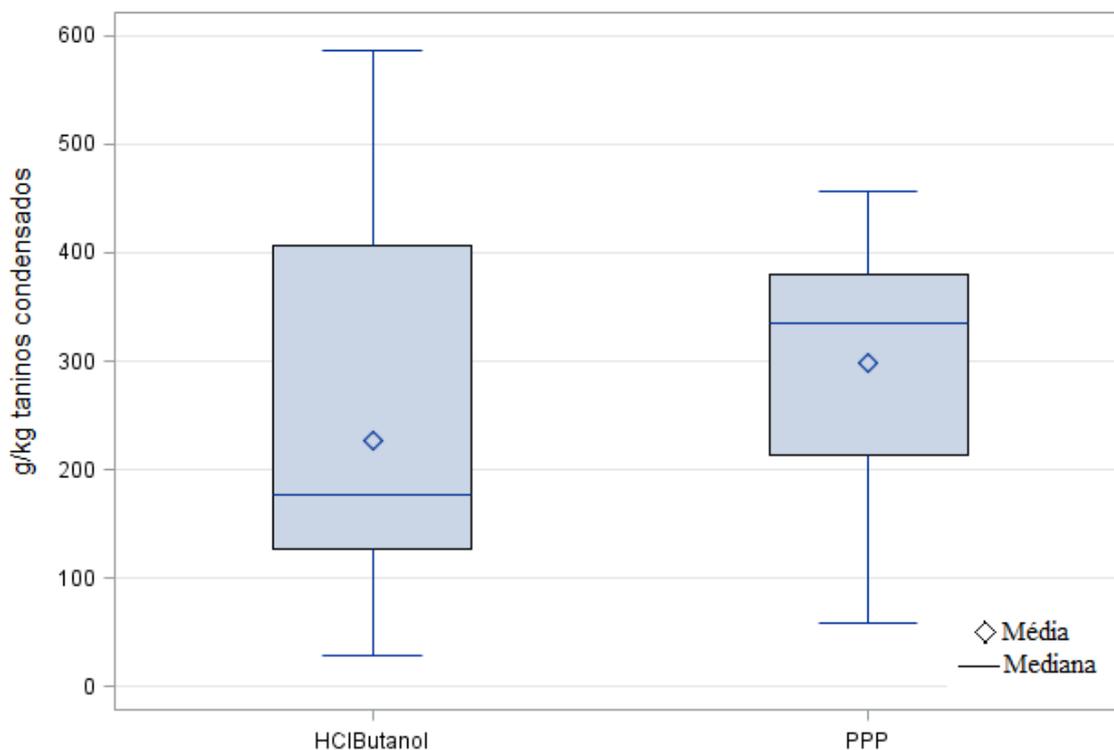


Figura 6. Variabilidade dos valores das concentrações de taninos condensados totais de leguminosas nativas de acordo com o método utilizado

Os dados das concentrações de taninos condensados totais do ponto extremo superior obtidos através do método HCl-Butanol e Fenóis precipitáveis por proteína (PPP), é representado pelas cascas de Jurema preta e extrato comercial de Acácia negra, já o ponto extremo inferior é representado pelos dados das concentrações das folhas com hastes de Angico vermelho.

Pode-se observar que os dados obtidos pela metodologia PPP ficaram melhor concentrados em torno da média quando comparados aos dados obtidos pelo HCl-Butanol.

Neste sentido, foi realizada a comparação entre os métodos de quantificação dos taninos condensados totais, é apresentado na (Tabela 10).

Tabela 10. Comparação entre os métodos de análise de taninos condensados totais

Espécie/Estrato	Estado	Métodos		EPM ¹	P Valor ^{2*}
		HCl-Butanol	PPP		
Jurema Preta/Folhas com hastes	PE	163,20	331,56	13,52	0,0002
	AL	194,48	334,70	3,59	<0,0001
	PB	138,28	109,84	8,65	0,0302
Jurema Preta/Casca	PE	550,38	440,82	13,04	0,0011
	AL	419,08	298,04	5,85	<0,0001
	PB	400,44	344,06	9,61	0,0042
Angico/Folhas com hastes	PE	36,10	66,42	6,61	0,0101
	AL	46,98	229,08	10,45	<0,0001
	PB	74,80	191,30	8,82	0,0002
Angico/Casca	PE	157,44	356,41	10,41	<0,0001
	AL	166,76	386,98	2,93	<0,0001
	PB	179,92	384,70	8,66	<0,0001
Acácia Negra	-	409,88	402,90	1,74	0,016

¹ Erro Padrão da média; ² Valor de *P* para Teste T considerando $\alpha = 0,05$;

*Quando $P < 0,05$ há diferença entre os métodos de análises.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o método HCl-Butanol e Fenóis Precipitáveis por Proteína (PPP) para todas as espécies e locais de coleta avaliados.

Diante disso, o método PPP pode ser considerado um método mais eficiente por mensurar apenas os taninos condensados de interesse para a nutrição animal, pois quantifica os taninos condensados biologicamente ativos (Cooper et al., 2014). Além disso, o método HCl-Butanol possui limitação na quantificação dos taninos condensados. Por causa da baixa reatividade aos reagentes utilizados nesta metodologia, devido a resistência à degradação da hidroxila da posição 5 do anel A (5-eoxi-proantocianidina) (Naumann, 2015).

Além disso, apresenta maior praticidade, rapidez e menor custo em função das menores quantidades de reagentes. Porém, o método do HCl-Butanol é mais indicado quando é necessário estimar os teores das frações de taninos condensados separadamente, os quais são importantes para o entendimento da disponibilidades destas frações para o aproveitamento pelos animais.

CONCLUSÃO

As folhas com hastes das espécies Jurema preta e Angico vermelho apresentam teores elevados de proteína bruta em relação às cascas.

As cascas das espécies estudadas apresentam maiores teores de taninos condensados solúveis e totais em relação às folhas com hastes. A Jurema preta dentre as espécies estudadas possui os maiores teores de taninos condensados, podendo ser uma espécie com grande potencial de uso pela indústria.

O método dos Fenóis precipitáveis por proteína (PPP) é mais efetivo na quantificação de taninos condensados biologicamente ativos.

REFERÊNCIAS

- AOAC, 1990. Association of Official Analytical, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Arlington, VA.
- AOAC, 1995. Association of Official Analytical, Official Methods of Analysis. 16th Edition. Arlington, VA.
- BEZERRA, D. A. C.; RODRIGUES, F.F.G.; COSTA, J.G.M. et al. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.33, n.1, p.99-106, 2011.
- BEELEN, P. M. G.; BERCHIELLI, T. T.; BEELEN, R. N. et al. Taninos condensado das espécies jurema preta (*Mimosa hostilis*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*), em três fases do ciclo fenológico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1, 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2003.
- CARVALHO, E. B. de. **Estudos da interação entre proteínas e taninos: Influência da presença de polissacarídeos**. 2007. 193f. Tese (Doutorado em Química) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal.
- CHAGAS, M. G. S. dos; SILVA, M. D. da; CORRÊA, P. G. et al. Conteúdo de água na vegetação em uma paisagem do semi-árido pernambucano utilizando o índice de água por diferença normalizada (IADN). In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011.
- COOPER, C. E.; NAUMANN, H. D.; LAMBERT, B. D. et al. Legume protein precipitable phenolic and nutrient concentration responses to defoliation and ontogeny. **Journal of Plant Interactions**, v.9, n.1, p.468-477, 2014.
- COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; VIEIRA, L. S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.4, p.108-116, 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. Ed. Ver. Atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p. il. (EMBRAPA-CNPS).
- GUIMARÃES-BEELEN, P. M.; FILHO, J. M. P.; BEELEN, R. N. Avaliação de taninos condensados em plantas forrageiras. In : ZOOTEC, 15., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa-PB: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2008. p.15.

- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).
- HAGERMAN, A. E. & BUTLER, L. G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 26, p. 809-812, 1978.
- HUANG, X. D.; LIANG, J. B.; TAN, H. Y. et al. Protein-binding affinity of *Leucaena* Condensed Tannins of differing molecular weights. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p.10677-10682, 2011.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em : < <http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em 26 de Janeiro de 2015.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MOREIRA, J. N; ANDRADE LIRA, M. de; SANTOS, M. V. F. dos; et al. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.
- NAUMANN, H. D.; TEDESCHI, L. O.; MUIR, J. P. et al. Effect of molecular weight of condensed tannins from warm-season perennial legumes on ruminal methane production in vitro. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.50, p.154-162, 2013.
- NAUMANN, H. D.; HAGERMAN, A. E.; LAMBERT, B. D. et al. Molecular weight and protein-precipitating ability of condensed tannins from warm-season perennial legumes, **Journal of Plant Interactions**,v.9, n.1, p.212-219, 2014.
- NAUMANN, H. D. Condensed tannins assays: Applications in forage plant analysis. Garanhuns: UFRPE/UAG, 2015. (Apostila).
- OLIVEIRA, S. G. de; BERCHIELLI, T. T.; NATARELLI, B. et al. Valor alimentício e aspectos econômicos de dietas com variações no teor de tanino e nível protéico em bovinos de corte. **Revista Ceres**, v.55, n.5, p.467-475, 2008.
- PAES, J.B.; MARINHO, I.V.; LIMA, R.A. et al. Viabilidade técnica dos taninos de quatro espécies florestais de ocorrência no semiárido brasileiro no curtimento de peles. **Ciência Florestal**, v.16, n.4, p.453-462, 2006.
- TERRILL, T. H; ROWAN, A. M.; DOUGLAS, G. B. et al. Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.58, p. 321-329, 1992.

WOLFE, R. M.; TERRILL, T. H.; MUIR, J. P. Drying method and origin of standard affect condensed tannin (CT) concentrations in perennial herbaceous legumes using simplified butanol-HCl CT analysis, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.1060-1067, 2008.

APÊNDICE I

Tabela 1A. Composição químico-bromatológica em g/kg das espécies estudadas com seus respectivos estratos e locais de estudo

Amostra	Estrato	MS	MO	MM	PB	FDN	FDA	PIDN	PIDA	Lignina	EE
Angico(PE)R1	Casca	542,1	954,9	45,1	81,8	626,9	502,0	74,9	59,1	223,1	119,2
Angico(PE)R1	Casca	543,4	955,5	44,5	81,6	623,4	502,9	72,1	57,2	223,3	116,9
Angico(PE)R2	Casca	567,4	944,7	55,3	101,2	575,0	456,2	83,5	71,3	206,6	94,5
Angico(PE)R2	Casca	566,8	944,2	55,8	100,3	575,4	454,7	83,5	69,4	206,0	87,0
Angico(PE)R3	Casca	552,1	959,2	40,8	102,1	580,9	416,5	84,4	74,2	206,1	92,1
Angico(PE)R3	Casca	554,7	959,3	40,7	100,9	581,7	413,1	82,9	71,9	205,5	85,9
Angico(PE)R4	Casca	582,1	964,9	35,1	64,0	624,8	512,6	60,4	70,6	173,2	84,3
Angico(PE)R4	Casca	582,1	964,9	35,1	64,1	627,1	508,5	59,5	70,6	177,9	85,0
Angico(PE)R5	Casca	547,3	938,3	61,7	89,7	594,1	501,0	78,5	57,1	179,6	100,3
Angico(PE)R5	Casca	546,5	938,5	61,5	90,8	583,7	499,4	75,0	55,3	178,0	88,8
Jurema(PE)R1	Casca	635,5	983,1	16,9	90,6	451,5	391,8	92,6	92,9	213,9	94,4
Jurema(PE)R1	Casca	637,3	984,0	16,0	91,4	453,1	395,5	93,1	93,2	210,8	95,3
Jurema(PE)R2	Casca	629,0	982,3	17,7	97,9	450,5	390,8	95,3	89,4	206,0	77,8
Jurema(PE)R2	Casca	627,9	983,0	17,0	97,2	442,2	393,4	95,4	89,4	199,2	72,8
Jurema (PE)R3	Casca	613,5	986,1	13,9	103,5	415,6	426,3	95,2	90,6	185,5	78,0
Jurema (PE)R3	Casca	619,3	984,7	15,3	101,9	402,7	427,5	95,2	91,5	182,6	78,5
Jurema(PE)R4	Casca	656,6	987,3	12,7	121,1	411,7	413,7	108,4	107,3	205,3	81,1
Jurema(PE)R4	Casca	656,3	988,8	11,2	119,6	363,6	413,5	106,7	108,9	202,5	72,6
Jurema (PE)R5	Casca	656,9	987,4	12,6	93,9	469,3	453,1	91,2	99,5	184,7	71,6
Jurema (PE)R5	Casca	657,1	987,3	12,7	96,6	475,9	448,4	91,1	93,6	186,7	74,1
Angico(PE)R1	F + H	342,6	945,4	54,6	255,2	305,2	267,9	87,6	60,6	106,1	73,3
Angico(PE)R1	F + H	341,5	945,8	54,2	251,1	304,4	272,3	87,0	60,7	106,7	76,0
Angico(PE)R2	F + H	317,0	950,4	49,6	255,0	300,6	252,9	96,6	66,3	71,4	81,4
Angico(PE)R2	F + H	317,4	951,6	48,4	254,1	307,0	251,1	95,2	62,4	72,6	64,4
Angico(PE)R3	F + H	364,1	921,0	79,0	237,5	377,2	281,0	71,8	60,8	119,3	118,9
Angico(PE)R3	F + H	364,0	919,4	80,6	234,1	372,5	288,3	71,9	60,8	129,8	116,6
Angico(PE)R4	F + H	310,0	938,5	61,5	208,1	304,6	276,9	77,7	54,6	129,4	95,1
Angico(PE)R4	F + H	309,4	936,9	63,1	209,1	305,9	279,7	75,3	54,7	121,0	99,7
Angico(PE)R5	F + H	322,8	953,6	46,4	265,0	306,4	238,4	97,0	80,7	111,6	87,8
Angico(PE)R5	F + H	322,5	954,6	45,4	264,8	308,4	240,1	96,2	79,0	110,7	98,7
Jurema(PE)R1	F + H	403,8	968,7	31,3	182,5	341,8	241,2	119,3	67,3	82,3	136,4
Jurema(PE)R1	F + H	401,5	968,1	31,9	183,5	337,9	245,5	113,3	71,8	80,8	137,5
Jurema(PE)R2	F + H	435,9	969,6	30,4	152,1	384,2	255,9	103,9	61,5	102,1	130,5
Jurema(PE)R2	F + H	435,4	970,1	29,9	153,3	349,2	253,0	102,0	59,5	100,2	128,6
Jurema(PE)R3	F + H	414,9	971,4	28,6	148,0	343,9	266,5	95,4	48,8	113,1	126,4
Jurema(PE)R3	F + H	416,0	972,1	27,9	147,6	355,8	259,9	93,4	48,7	117,0	114,0
Jurema(PE)R4	F + H	429,5	970,9	29,1	173,7	377,1	258,7	110,9	65,3	114,8	128,7
Jurema(PE)R4	F + H	430,1	971,1	28,9	174,2	375,4	256,6	113,5	63,8	117,5	130,0
Jurema(PE)R5	F + H	392,4	965,2	34,8	172,7	426,9	267,3	106,5	63,3	106,2	133,1
Jurema(PE)R5	F + H	390,8	965,3	34,7	172,9	360,4	258,9	101,4	63,6	101,8	144,6

Angico(PB)R1	Casca	571,1	949,1	50,9	73,9	404,5	309,8	98,9	85,4	143,5	91,3
Angico(PB)R1	Casca	572,6	947,8	52,2	73,8	395,0	306,9	100,1	85,0	145,8	91,3
Angico(PB)R2	Casca	626,9	932,9	67,1	71,5	392,1	286,5	91,2	87,3	131,3	88,8
Angico(PB)R2	Casca	626,7	937,2	62,8	71,3	406,1	304,8	91,3	88,3	138,4	96,2
Angico(PB)R3	Casca	528,4	929,2	70,8	106,2	450,9	327,2	89,7	81,6	137,0	64,0
Angico(PB)R3	Casca	530,7	923,2	76,8	106,9	366,1	317,9	81,3	81,3	135,6	72,1
Angico(PB)R4	Casca	605,1	939,1	60,9	89,5	405,7	297,7	86,9	86,0	140,1	91,6
Angico(PB)R4	Casca	608,6	939,2	60,8	90,9	404,2	288,7	86,4	86,3	139,8	98,5
Angico(PB)R5	Casca	614,7	944,2	55,8	82,8	395,6	287,0	102,2	68,8	137,0	114,7
Angico(PB)R5	Casca	613,4	942,5	57,5	82,8	383,4	281,2	105,9	69,0	142,7	111,8
Jurema(PB)R1	Casca	699,2	984,0	16,0	77,2	414,3	239,1	83,0	85,0	205,3	87,2
Jurema(PB)R1	Casca	700,0	984,3	15,7	78,3	412,7	241,8	82,9	84,9	203,8	80,7
Jurema(PB)R2	Casca	696,3	980,3	19,7	101,0	451,9	253,1	97,2	90,7	234,4	86,1
Jurema(PB)R2	Casca	693,3	979,4	20,6	100,2	467,5	251,0	95,7	92,0	226,4	90,3
Jurema(PB)R3	Casca	702,0	971,6	28,4	107,6	499,8	261,5	97,4	71,5	250,0	97,9
Jurema(PB)R3	Casca	701,4	971,8	28,2	106,5	480,7	255,9	97,5	73,2	247,4	94,7
Jurema(PB)R4	Casca	689,9	977,4	22,6	101,5	440,9	256,9	81,0	76,3	205,5	87,9
Jurema(PB)R4	Casca	690,8	976,8	23,2	101,6	432,6	242,8	80,9	74,5	208,5	101,3
Jurema(PB)R5	Casca	672,7	982,2	17,8	98,8	443,0	279,2	95,2	73,8	204,5	86,1
Jurema(PB)R5	Casca	673,5	982,4	17,6	99,0	446,7	273,5	95,1	71,9	203,3	86,6
Angico(PB)R1	F + H	538,2	871,0	129,0	127,8	384,6	193,2	129,3	77,7	87,5	140,8
Angico(PB)R1	F + H	539,8	870,4	129,6	126,1	384,1	190,2	128,3	77,5	83,8	135,0
Angico(PB)R2	F + H	560,7	872,5	127,5	127,5	343,4	149,7	154,9	73,2	58,3	131,6
Angico(PB)R2	F + H	559,3	874,9	125,1	129,3	330,1	142,5	162,3	74,8	54,9	142,9
Angico(PB)R3	F + H	540,1	909,8	90,2	163,9	334,6	193,0	144,5	70,1	60,2	141,2
Angico(PB)R3	F + H	539,3	909,0	91,0	164,1	342,1	198,6	144,6	70,5	61,7	131,2
Angico(PB)R4	F + H	557,1	933,9	66,1	158,9	370,2	152,3	159,7	119,3	65,4	126,3
Angico(PB)R4	F + H	558,1	933,7	66,3	157,4	377,9	157,8	161,2	-	60,7	130,2
Angico(PB)R5	F + H	614,5	887,1	112,9	128,4	340,6	146,7	155,3	133,5	64,5	143,4
Angico(PB)R5	F + H	609,7	885,1	114,9	132,3	345,0	147,0	157,8	-	66,2	142,2
Jurema(PB)R1	F + H	417,1	942,4	57,6	155,5	467,6	270,9	98,4	77,7	108,0	141,9
Jurema(PB)R1	F + H	415,7	941,1	58,9	152,0	458,3	275,1	97,9	81,5	106,4	148,3
Jurema(PB)R2	F + H	466,5	955,4	44,6	151,9	472,6	248,3	78,9	55,3	96,2	154,8
Jurema(PB)R2	F + H	468,4	955,3	44,7	151,6	473,6	237,0	80,7	54,9	88,2	151,2
Jurema(PB)R3	F + H	435,6	928,1	71,9	179,7	441,5	243,4	80,9	54,1	72,1	153,2
Jurema(PB)R3	F + H	435,5	929,2	70,8	179,8	440,6	241,0	81,9	54,3	102,9	156,2
Jurema(PB)R4	F + H	373,2	938,5	61,5	161,3	448,8	260,3	77,4	44,3	107,9	139,3
Jurema(PB)R4	F + H	376,1	940,2	59,8	163,5	427,5	221,4	71,1	45,9	104,2	145,9
Jurema(PB)R5	F + H	419,4	936,9	63,1	190,7	499,6	250,9	78,1	41,4	122,8	152,5
Jurema(PB)R5	F + H	419,0	936,5	63,5	192,0	492,9	253,4	79,1	41,5	121,9	146,2
Angico(AL)R1	Casca	717,7	963,7	36,3	83,7	643,4	562,3	78,2	83,7	359,0	78,9
Angico(AL)R1	Casca	721,0	962,4	37,6	82,1	633,8	557,8	78,7	83,4	350,2	94,5
Angico(AL)R2	Casca	724,8	967,4	32,6	88,6	615,3	521,4	81,4	87,7	335,3	70,7
Angico(AL)R2	Casca	724,6	968,6	31,4	88,7	621,7	525,9	82,4	88,9	341,7	82,2

Angico(AL)R3	Casca	631,4	966,9	33,1	95,7	599,4	498,7	78,9	67,8	304,4	89,6
Angico(AL)R3	Casca	630,8	968,6	31,4	98,3	599,1	500,3	78,1	66,9	303,8	97,8
Angico(AL)R4	Casca	716,0	957,5	42,5	108,1	638,3	538,3	85,3	84,3	302,7	82,5
Angico(AL)R4	Casca	713,0	957,8	42,2	109,3	635,8	530,2	85,6	82,9	302,2	81,8
Angico(AL)R5	Casca	664,1	939,1	60,9	91,5	605,4	471,8	78,9	67,9	306,8	79,0
Angico(AL)R5	Casca	661,3	939,4	60,6	91,9	600,6	475,2	82,9	65,3	308,0	86,5
Jurema(AL)R1	Casca	732,2	982,2	17,8	97,7	449,4	369,0	82,2	80,7	221,6	75,6
Jurema(AL)R1	Casca	732,3	981,8	18,2	97,8	449,6	360,2	82,3	80,6	216,2	72,9
Jurema(AL)R2	Casca	596,2	978,7	21,3	91,4	424,8	317,8	75,8	64,6	217,5	77,2
Jurema(AL)R2	Casca	593,6	980,1	19,9	91,7	421,6	311,8	76,9	59,3	217,4	85,1
Jurema(AL)R3	Casca	630,5	971,4	28,6	94,8	427,6	325,2	81,9	74,2	185,2	72,9
Jurema(AL)R3	Casca	629,0	972,3	27,7	96,0	448,9	333,0	81,0	74,5	182,5	75,6
Jurema(AL)R4	Casca	658,6	974,3	25,7	96,9	470,4	378,8	86,3	75,7	237,6	75,9
Jurema(AL)R4	Casca	659,3	974,1	25,9	95,4	461,7	379,1	85,4	74,4	240,6	65,2
Jurema(AL)R5	Casca	600,6	973,0	27,0	98,4	424,9	360,6	87,5	79,5	218,5	69,0
Jurema(AL)R5	Casca	601,4	974,7	25,3	98,3	421,0	365,6	87,5	78,0	105,8	80,2
Angico(AL)R1	F + H	388,8	957,7	42,3	214,0	295,6	231,3	112,0	53,2	92,9	85,1
Angico(AL)R1	F + H	387,5	958,5	41,5	215,7	293,3	227,9	110,8	51,5	94,5	90,0
Angico(AL)R2	F + H	380,1	954,2	45,8	219,0	300,4	212,8	133,6	75,5	94,5	93,2
Angico(AL)R2	F + H	380,4	953,8	46,2	219,5	297,4	210,3	137,2	75,1	90,4	88,9
Angico(AL)R3	F + H	382,2	950,3	49,7	224,5	288,6	200,4	124,4	75,1	85,3	90,7
Angico(AL)R3	F + H	382,4	951,2	48,8	223,6	283,2	197,6	119,7	71,6	86,4	82,6
Angico(AL)R4	F + H	411,4	949,6	50,4	205,7	298,6	236,9	127,0	66,2	107,3	84,1
Angico(AL)R4	F + H	411,1	949,2	50,8	205,8	291,3	234,5	127,3	66,0	102,4	86,2
Angico(AL)R5	F + H	406,6	949,3	50,7	207,3	293,6	262,4	132,1	63,8	112,7	85,3
Angico(AL)R5	F + H	406,5	948,5	51,5	203,9	295,9	261,4	133,9	64,1	106,2	83,9
Jurema(AL)R1	F + H	529,4	955,6	44,4	134,7	322,1	209,4	94,0	62,7	93,9	117,3
Jurema(AL)R1	F + H	528,7	955,1	44,9	141,1	312,6	214,5	88,5	62,4	97,3	121,8
Jurema(AL)R2	F + H	467,5	948,0	52,0	145,6	320,3	181,9	99,3	49,5	101,7	111,4
Jurema(AL)R2	F + H	469,6	946,5	53,5	149,2	326,3	180,8	94,5	49,4	103,3	99,6
Jurema(AL)R3	F + H	463,1	937,8	62,2	151,3	285,4	218,4	96,4	55,1	74,1	124,6
Jurema(AL)R3	F + H	464,1	938,2	61,8	153,5	339,6	215,0	96,0	54,6	73,6	117,2
Jurema(AL)R4	F + H	467,9	941,7	58,3	131,6	286,4	181,7	114,8	73,2	74,7	126,3
Jurema(AL)R4	F + H	464,8	940,0	60,0	134,1	273,7	186,3	117,3	73,9	77,4	125,7
Jurema(AL)R5	F + H	411,0	951,0	49,0	151,6	314,9	237,2	104,8	79,0	108,6	116,4
Jurema(AL)R5	F + H	413,9	950,7	49,3	147,9	301,3	215,4	100,5	78,6	94,9	120,8

Tabela 2A. Teores de taninos condensados totais em g/kg MS obtidos segundo a metodologia do HCl-Butanol e PPP

Amostra	Estado	Repetição	HCl-Butanol	BSA
Jurema Preta F+H	PE	R1	167,6	350,6
Jurema Preta F+H	PE	R2	120,5	330,8
Jurema Preta F+H	PE	R3	177,5	326,0
Jurema Preta F+H	PE	R4	198,1	330,6
Jurema Preta F+H	PE	R5	152,3	319,8
Jurema Preta Casca	PE	R1	520,7	456,0
Jurema Preta Casca	PE	R2	537,7	439,8
Jurema Preta Casca	PE	R3	543,3	423,1
Jurema Preta Casca	PE	R4	587,0	447,9
Jurema Preta Casca	PE	R5	563,2	437,3
Angico F+H	PE	R1	28,8	58,0
Angico F+H	PE	R2	29,1	66,2
Angico F+H	PE	R3	34,2	85,7
Angico F+H	PE	R4	42,5	62,4
Angico F+H	PE	R5	45,9	59,8
Angico Casca	PE	R1	136,2	342,84
Angico Casca	PE	R2	155,8	361,62
Angico Casca	PE	R3	177,4	337,0
Angico Casca	PE	R4	140,7	362,2
Angico Casca	PE	R5	177,1	378,4
Jurema Preta F+H	AL	R1	202,3	333,6
Jurema Preta F+H	AL	R2	172,5	314,9
Jurema Preta F+H	AL	R3	191,2	335,2
Jurema Preta F+H	AL	R4	220,0	352,9
Jurema Preta F+H	AL	R5	186,4	336,9
Jurema Preta Casca	AL	R1	427,7	299,1
Jurema Preta Casca	AL	R2	409,4	308,6
Jurema Preta Casca	AL	R3	413,3	296,6
Jurema Preta Casca	AL	R4	430,3	306,0
Jurema Preta Casca	AL	R5	414,7	279,9
Angico F+H	AL	R1	48,2	207,9
Angico F+H	AL	R2	45,2	230,9
Angico F+H	AL	R3	46,4	264,8
Angico F+H	AL	R4	45,8	229,1
Angico F+H	AL	R5	49,3	212,7
Angico Casca	AL	R1	167,0	384,71
Angico Casca	AL	R2	183,9	394,8
Angico Casca	AL	R3	159,3	383,2
Angico Casca	AL	R4	141,0	369,3
Angico Casca	AL	R5	182,6	402,9
Jurema Preta F+H	PB	R1	140,9	115,5
Jurema Preta F+H	PB	R2	144,2	110,2
Jurema Preta F+H	PB	R3	127,3	130,0

Jurema Preta F+H	PB	R4	132,9	96,3
Jurema Preta F+H	PB	R5	146,1	97,2
Jurema Preta Casca	PB	R1	376,7	345,1
Jurema Preta Casca	PB	R2	413,7	357,4
Jurema Preta Casca	PB	R3	414,3	324,2
Jurema Preta Casca	PB	R4	394,6	337,4
Jurema Preta Casca	PB	R5	402,9	356,2
Angico F+H	PB	R1	74,7	206,3
Angico F+H	PB	R2	78,6	213,1
Angico F+H	PB	R3	76,6	176,0
Angico F+H	PB	R4	69,8	195,4
Angico F+H	PB	R5	74,3	165,7
Angico Casca	PB	R1	168,9	407,4
Angico Casca	PB	R2	172,3	373,9
Angico Casca	PB	R3	192,8	382,9
Angico Casca	PB	R4	185,7	380,2
Angico Casca	PB	R5	179,9	379,1
Acácia negra		R1	407,9	403,4
Acácia negra		R2	406,6	403,1
Acácia negra		R3	407,4	402,3
Acácia negra		R4	416,5	403,6
Acácia negra		R5	411,0	402,1

Tabela 3A. Teores das frações de taninos condensados em g/ kg obtidos através da metodologia do HCl-Butanol

Amostra	Estado	Repetição	ECT	PBCT	FBCT
Jurema Preta F+H	PE	R1	130,8	28,0	8,9
Jurema Preta F+H	PE	R2	83,9	25,5	11,1
Jurema Preta F+H	PE	R3	134,6	31,4	11,6
Jurema Preta F+H	PE	R4	157,4	30,6	10,1
Jurema Preta F+H	PE	R5	117,3	25,5	9,5
Jurema Preta Casca	PE	R1	362,5	140,8	17,54
Jurema Preta Casca	PE	R2	397,9	127,2	12,55
Jurema Preta Casca	PE	R3	404,5	128,9	9,93
Jurema Preta Casca	PE	R4	408,3	168,7	10,01
Jurema Preta Casca	PE	R5	393,2	150,1	19,91
Angico F+H	PE	R1	11,2	12,7	4,88
Angico F+H	PE	R2	16,5	8,8	3,69
Angico F+H	PE	R3	19,8	7,4	7,02
Angico F+H	PE	R4	27,8	8,8	5,83
Angico F+H	PE	R5	24,0	14,1	7,83
Angico Casca	PE	R1	122,1	10,9	3,23
Angico Casca	PE	R2	148,6	3,6	3,68
Angico Casca	PE	R3	167,1	8,1	2,21
Angico Casca	PE	R4	127,6	12	1,14
Angico Casca	PE	R5	167,6	8,6	0,81
Jurema Preta F+H	AL	R1	159,0	38,9	4,42
Jurema Preta F+H	AL	R2	140,8	28,0	3,68
Jurema Preta F+H	AL	R3	154,2	30,8	6,22
Jurema Preta F+H	AL	R4	186,1	28,5	5,5
Jurema Preta F+H	AL	R5	155,1	27,3	4,02
Jurema Preta Casca	AL	R1	304,8	103,1	19,83
Jurema Preta Casca	AL	R2	307,9	85,5	16,07
Jurema Preta Casca	AL	R3	301,6	92,7	19,11
Jurema Preta Casca	AL	R4	299,3	112,7	18,39
Jurema Preta Casca	AL	R5	310,4	88,7	15,67
Angico F+H	AL	R1	33,1	11,0	4,08
Angico F+H	AL	R2	30,6	11,0	3,56
Angico F+H	AL	R3	32,7	9,8	3,89
Angico F+H	AL	R4	36,7	6,7	2,37
Angico F+H	AL	R5	32,5	11,3	5,5
Angico Casca	AL	R1	138,4	18,1	10,55
Angico Casca	AL	R2	147,6	20,3	16,0
Angico Casca	AL	R3	129,0	18,6	11,78
Angico Casca	AL	R4	112,0	16,4	12,62
Angico Casca	AL	R5	164,9	9,8	7,96
Jurema Preta F+H	PB	R1	113	23,2	4,67
Jurema Preta F+H	PB	R2	122,4	17,5	4,34
Jurema Preta F+H	PB	R3	112,4	9,8	5,02

Jurema Preta F+H	PB	R4	121,8	7,4	3,79
Jurema Preta F+H	PB	R5	124,8	17,1	4,23
Jurema Preta Casca	PB	R1	279,7	85,6	11,32
Jurema Preta Casca	PB	R2	284	118	11,7
Jurema Preta Casca	PB	R3	281,8	118,9	13,6
Jurema Preta Casca	PB	R4	287	95,1	12,46
Jurema Preta Casca	PB	R5	287,8	103,7	11,42
Angico F+H	PB	R1	42,0	18,5	14,21
Angico F+H	PB	R2	48,8	18,0	11,88
Angico F+H	PB	R3	42,9	21,9	11,76
Angico F+H	PB	R4	44,2	14,5	11,08
Angico F+H	PB	R5	43,6	20,8	9,94
Angico Casca	PB	R1	146,1	17,9	4,85
Angico Casca	PB	R2	149,4	15,9	6,96
Angico Casca	PB	R3	165,4	20,0	7,43
Angico Casca	PB	R4	160,9	18,6	6,21
Angico Casca	PB	R5	149,6	24,7	5,53
Acácia negra		R1	290,8	112,1	5,08
Acácia negra		R2	290,4	111,3	4,86
Acácia negra		R3	289,3	113,6	4,48
Acácia negra		R4	292,5	118,8	5,16
Acácia negra		R5	290,6	115,8	4,56

Tabela 4A. Absorbâncias das diluições para obtenção das curvas de calibração para leitura das frações de taninos condensados solúveis (Método Butanol-HCl)

Amostra	Etrato	Absorbância	Diluição (%)
Jurema (PE)	F+H	1,920	30
		1,602	25
		1,346	20
		1,033	15
		0,904	12
		0,664	10
		0,561	7,5
		0,376	5
		0,248	2,5
		0,090	1
Jurema (AL)	F+H	1,586	20
		1,208	15
		1,022	12
		0,859	10
		0,712	7,5
		0,498	5
		0,260	2,5
		0,122	1
Jurema (PB)	F+H	1,270	15
		1,097	12
		0,949	10
		0,748	7,5
		0,528	5
		0,284	2,5
		0,125	1
		Jurema (PE)	Casca
1,503	35		
1,321	30		
1,098	25		
0,871	20		
0,675	15		
0,552	12		
0,456	10		
0,318	7,5		
0,275	5		
0,119	2,5		
0,049	1		
Jurema (AL)	Casca	1,761	30
		1,399	25
		1,098	20
		0,813	15
		0,743	12
		0,586	10

		0,456	7,5
		0,350	5
		0,186	2,5
		0,077	1
Jurema (PB)	Casca	1,824	30
		1,596	25
		1,299	20
		0,973	15
		0,704	12
		0,615	10
		0,485	7,5
		0,312	5
		0,161	2,5
		0,056	1
Angico (PE)	F+H	0,835	15
		0,657	12
		0,573	10
		0,441	7,5
		0,322	5
		0,160	2,5
		0,103	1
Angico (AL)	F+H	0,724	15
		0,618	12
		0,500	10
		0,402	7,5
		0,273	5
		0,143	2,5
		0,063	1
Angico (PB)	F+H	0,469	15
		0,355	12
		0,315	10
		0,240	7,5
		0,157	5
		0,081	2,5
		0,032	1
Angico (PE)	Casca	1,227	20
		0,911	15
		0,785	12
		0,599	10
		0,426	7,5
		0,267	5
		0,107	2,5
		0,043	1
Angico (AL)	Casca	1,125	20
		0,934	15
		0,743	12

		0,609	10
		0,390	7,5
		0,265	5
		0,124	2,5
		0,042	1
Angico (PB)	Casca	1,732	35
		1,470	30
		1,280	25
		1,020	20
		0,707	15
		0,539	12
		0,461	10
		0,323	7,5
		0,188	5
		0,084	2,5
		0,031	1
Acácia Negra		1,920	30
		1,602	25
		1,346	20
		1,033	15
		0,904	12
		0,664	10
		0,561	7,5
		0,376	5
		0,248	2,5
		0,090	1

Tabela 5A. Absorbâncias das diluições para obtenção das curvas de calibração para leitura das frações de taninos condensados ligado a proteína e fibra (Método Butanol-HCl)

Amostra	Etrato	Absorbância	Diluição (%)
Jurema (PE)	F+H	0,794	15
		0,593	12
		0,529	10
		0,420	7,5
		0,242	5
		0,126	2,5
		0,048	1
Jurema (AL)	F+H	0,633	15
		0,567	12
		0,452	10
		0,362	7,5
		0,248	5
		0,125	2,5
		0,047	1
Jurema (PB)	F+H	0,699	15
		0,577	12
		0,514	10
		0,396	7,5
		0,268	5
		0,172	2,5
		0,054	1
Jurema (PE)	Casca	0,248	20
		0,174	15
		0,141	12
		0,122	10
		0,087	7,5
		0,064	5
		0,038	2,5
0,018	1		
Jurema (AL)	Casca	0,258	20
		0,184	15
		0,152	12
		0,121	10
		0,105	7,5
		0,068	5
		0,036	2,5
0,014	1		
Jurema (PB)	Casca	0,170	15
		0,140	12
		0,121	10
		0,100	7,5
		0,076	5

		0,042	2,5
		0,020	1
Angico (PE)	F+H	0,436	15
		0,356	12
		0,311	10
		0,230	7,5
		0,170	5
		0,093	2,5
		0,032	1
Angico (AL)	F+H	0,488	15
		0,405	12
		0,362	10
		0,277	7,5
		0,179	5
		0,094	2,5
		0,036	1
Angico (PB)	F+H	0,262	15
		0,221	12
		0,183	10
		0,137	7,5
		0,098	5
		0,050	2,5
		0,018	1
Angico (PE)	Casca	0,405	20
		0,338	15
		0,286	12
		0,249	10
		0,208	7,5
		0,157	5
		0,109	2,5
		0,071	1
Angico (AL)	Casca	0,452	20
		0,362	15
		0,309	12
		0,264	10
		0,185	7,5
		0,139	5
		0,073	2,5
		0,028	1
Angico (PB)	Casca	0,285	20
		0,222	15
		0,196	12
		0,159	10
		0,115	7,5
		0,076	5
		0,033	2,5

	0,017	1
Acácia Negra	0,284	20
	0,212	15
	0,181	12
	0,159	10
	0,139	7,5
	0,083	5
	0,052	2,5
	0,027	1

Tabela 6A. Absorbâncias das amostras das frações de taninos condensados solúveis, ligado a proteína e fibra (Método Butanol-HCl)

Amostra	Etrato	Absorbância ECT	Absorbância PBCT	Absorbância FBCT
Jurema (PE) R1	F+H	1,259	0,141	0,463
Jurema (PE) R2	F+H	0,848	0,128	0,578
Jurema (PE) R3	F+H	1,292	0,159	0,604
Jurema (PE) R4	F+H	1,492	0,155	0,529
Jurema (PE) R5	F+H	1,141	0,128	0,496
Jurema (AL) R1	F+H	1,300	0,188	0,211
Jurema (AL) R2	F+H	1,161	0,141	0,179
Jurema (AL) R3	F+H	1,263	0,153	0,289
Jurema (AL) R4	F+H	1,506	0,143	0,258
Jurema (AL) R5	F+H	1,270	0,138	0,194
Jurema (PB) R1	F+H	1,026	0,144	0,251
Jurema (PB) R2	F+H	1,104	0,118	0,236
Jurema (PB) R3	F+H	1,021	0,083	0,267
Jurema (PB) R4	F+H	1,099	0,072	0,211
Jurema (PB) R5	F+H	1,124	0,116	0,231
Jurema (PE) R1	Casca	1,612	0,170	0,211
Jurema (PE) R2	Casca	1,769	0,154	0,152
Jurema (PE) R3	Casca	1,798	0,156	0,121
Jurema (PE) R4	Casca	1,815	0,203	0,122
Jurema (PE) R5	Casca	1,748	0,181	0,239
Jurema (AL) R1	Casca	1,733	0,132	0,251
Jurema (AL) R2	Casca	1,750	0,110	0,204
Jurema (AL) R3	Casca	1,715	0,119	0,242
Jurema (AL) R4	Casca	1,702	0,144	0,233
Jurema (AL) R5	Casca	1,764	0,114	0,199
Jurema (PB) R1	Casca	1,753	0,106	0,135
Jurema (PB) R2	Casca	1,780	0,140	0,139
Jurema (PB) R3	Casca	1,766	0,141	0,159
Jurema (PB) R4	Casca	1,799	0,116	0,147
Jurema (PB) R5	Casca	1,804	0,125	0,136

Angico (PE) R1	F+H	0,104	0,053	0,156
Angico (PE) R2	F+H	0,132	0,042	0,122
Angico (PE) R3	F+H	0,149	0,038	0,217
Angico (PE) R4	F+H	0,191	0,042	0,183
Angico (PE) R5	F+H	0,171	0,057	0,240
Angico (AL) R1	F+H	0,185	0,050	0,148
Angico (AL) R2	F+H	0,173	0,050	0,131
Angico (AL) R3	F+H	0,183	0,046	0,142
Angico (AL) R4	F+H	0,202	0,036	0,092
Angico (AL) R5	F+H	0,182	0,051	0,195
Angico (PB) R1	F+H	0,132	0,038	0,255
Angico (PB) R2	F+H	0,153	0,037	0,214
Angico (PB) R3	F+H	0,135	0,044	0,212
Angico (PB) R4	F+H	0,139	0,031	0,200
Angico (PB) R5	F+H	0,137	0,042	0,180
Angico (PE) R1	Casca	0,744	0,085	0,123
Angico (PE) R2	Casca	0,914	0,072	0,131
Angico (PE) R3	Casca	1,033	0,080	0,105
Angico (PE) R4	Casca	0,779	0,087	0,086
Angico (PE) R5	Casca	1,036	0,081	0,080
Angico (AL) R1	Casca	0,815	0,060	0,259
Angico (AL) R2	Casca	0,871	0,065	0,383
Angico (AL) R3	Casca	0,758	0,061	0,287
Angico (AL) R4	Casca	0,655	0,056	0,306
Angico (AL) R5	Casca	0,976	0,041	0,200
Angico (PB) R1	Casca	0,702	0,030	0,075
Angico (PB) R2	Casca	0,719	0,027	0,106
Angico (PB) R3	Casca	0,801	0,033	0,113
Angico (PB) R4	Casca	0,778	0,031	0,095
Angico (PB) R5	Casca	0,720	0,040	0,085
Acácia Negra R1		1,890	0,170	0,088
Acácia Negra R2		1,888	0,169	0,085
Acácia Negra R3		1,881	0,172	0,080
Acácia Negra R4		1,901	0,179	0,089
Acácia Negra R5		1,889	0,175	0,081

Tabela 7A. Absorbâncias das diluições para obtenção das curvas de calibração para leitura da fração de taninos condensados totais (Método PPP)

Amostra	Etrato	Absorbância	Diluição (mg/g CT)
Jurema (PE)	F+H	0,075	0,05
		0,144	0,10
		0,485	0,30
		0,701	0,50
		0,915	0,70
		1,220	0,90
Jurema (AL)	F+H	0,099	0,05
		0,234	0,1
		0,465	0,3
		0,679	0,5
		0,900	0,7
		1,201	0,9
Jurema (PB)	F+H	1,305	1,1
		0,130	0,05
		0,326	0,10
		0,703	0,30
		1,014	0,50
		1,359	0,70
Jurema (PE)	Casca	1,612	0,90
		0,013	0,05
		0,063	0,10
		0,235	0,30
		0,368	0,50
		0,549	0,70
Jurema (AL)	Casca	0,712	0,90
		0,975	1,10
		0,051	0,05
		0,137	0,10
		0,409	0,30
		0,605	0,50
Jurema (PB)	Casca	0,828	0,70
		0,976	0,90
		0,048	0,05
		0,098	0,10
		0,299	0,30
		0,487	0,50
Angico (PE)	F+H	0,615	0,70
		0,794	0,90
		0,889	1,10
		0,048	0,05
		0,096	0,10
		0,333	0,30
		0,523	0,50

		0,712	0,70
		0,832	0,90
Angico (AL)	F+H	0,038	0,05
		0,091	0,10
		0,322	0,30
		0,501	0,50
		0,674	0,70
		0,790	0,90
		0,951	1,10
Angico (PB)	F+H	0,022	0,05
		0,054	0,10
		0,216	0,30
		0,399	0,50
		0,529	0,70
		0,685	0,90
		0,756	1,10
Angico (PE)	Casca	0,013	0,05
		0,063	0,10
		0,235	0,30
		0,368	0,50
		0,549	0,70
		0,712	0,90
		0,975	1,10
Angico (AL)	Casca	0,014	0,05
		0,040	0,10
		0,178	0,30
		0,344	0,50
		0,450	0,70
		0,604	0,90
		0,660	1,10
Angico (PB)	Casca	0,006	0,05
		0,032	0,10
		0,124	0,30
		0,226	0,50
		0,346	0,70
		0,415	0,90
		0,474	1,10

Tabela 8A. Absorbâncias das amostras das frações de taninos condensados total (Método PPP)

Amostra	Etrato	ASA (mg)	Absorbância
Jurema (PE) R1	F+H	50,1	1,190
Jurema (PE) R2	F+H	50,4	1,131
Jurema (PE) R3	F+H	50,5	1,117
Jurema (PE) R4	F+H	50,2	1,126
Jurema (PE) R5	F+H	50,2	1,090
Jurema (AL) R1	F+H	50,5	1,080
Jurema (AL) R2	F+H	50,3	1,021
Jurema (AL) R3	F+H	50,4	1,083
Jurema (AL) R4	F+H	50,1	1,129
Jurema (AL) R5	F+H	50,4	1,088
Jurema (PB) R1	F+H	50,5	0,627
Jurema (PB) R2	F+H	50,3	0,602
Jurema (PB) R3	F+H	50,2	0,687
Jurema (PB) R4	F+H	50,7	0,545
Jurema (PB) R5	F+H	50,7	0,549
Jurema (PE) R1	Casca	50,5	0,972
Jurema (PE) R2	Casca	50,4	0,934
Jurema (PE) R3	Casca	50,3	0,895
Jurema (PE) R4	Casca	50,4	0,952
Jurema (PE) R5	Casca	50,9	0,938
Jurema (AL) R1	Casca	50,7	0,869
Jurema (AL) R2	Casca	50,2	0,887
Jurema (AL) R3	Casca	50,7	0,862
Jurema (AL) R4	Casca	50,5	0,885
Jurema (AL) R5	Casca	50,3	0,809
Jurema (PB) R1	Casca	50,2	0,746
Jurema (PB) R2	Casca	50,3	0,773
Jurema (PB) R3	Casca	50,6	0,708
Jurema (PB) R4	Casca	50,2	0,730
Jurema (PB) R5	Casca	50,6	0,775
Angico (PE) R1	F+H	50,7	0,158
Angico (PE) R2	F+H	50,4	0,177
Angico (PE) R3	F+H	50,2	0,223
Angico (PE) R4	F+H	50,2	0,167
Angico (PE) R5	F+H	50,6	0,162
Angico (AL) R1	F+H	50,6	0,485
Angico (AL) R2	F+H	50,3	0,533
Angico (AL) R3	F+H	50,6	0,611
Angico (AL) R4	F+H	50,4	0,530
Angico (AL) R5	F+H	50,2	0,492
Angico (PB) R1	F+H	50,4	0,379
Angico (PB) R2	F+H	50,3	0,391
Angico (PB) R3	F+H	50,0	0,320

Angico (PB) R4	F+H	50,3	0,358
Angico (PB) R5	F+H	50,8	0,306
Angico (PE) R1	Casca	50,7	0,534
Angico (PE) R2	Casca	50,8	0,566
Angico (PE) R3	Casca	50,1	0,518
Angico (PE) R4	Casca	50,8	0,567
Angico (PE) R5	Casca	50,5	0,590
Angico (AL) R1	Casca	50,8	0,625
Angico (AL) R2	Casca	50,2	0,634
Angico (AL) R3	Casca	50,6	0,620
Angico (AL) R4	Casca	50,6	0,597
Angico (AL) R5	Casca	50,4	0,650
Angico (PB) R1	Casca	50,7	0,471
Angico (PB) R2	Casca	50,1	0,426
Angico (PB) R3	Casca	50,6	0,441
Angico (PB) R4	Casca	50,5	0,437
Angico (PB) R5	Casca	50,2	0,433
Acácia Negra R1		50,8	0,777
Acácia Negra R2		50,3	0,769
Acácia Negra R3		50,6	0,772
Acácia Negra R4		50,1	0,767
Acácia Negra R5		50,7	0,773

APÊNDICE II



Figura 1A. Coleta da casca de angico vermelho



Figura 2A. Identificação das folhas de angico vermelho



Figura 3A. Projeções na superfície da casca do angico vermelho e medição do perímetro do caule



Figura 4A. Coleta da casca de jurema preta e identificação dos sulcos longitudinais



Figura 5A. Identificação das folhas de jurema preta com presença dos acúleos

ANEXO

Normas para submissão de trabalhos científicos na revista *Acta Scientiarum*

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS:

1. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, ISSN 1807-8672 (*on-line*), é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.

2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes da Zootecnia (Produção Animal), incluindo genética e melhoramento, nutrição e digestão, fisiologia e endocrinologia, reprodução e lactação, crescimento, etologia e bem estar, meio ambiente e instalações, avaliação de alimentos e produção animal.

3. Os autores se obrigam a declarar a cessão de direitos autorais e que seu manuscrito é um trabalho original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outro meio de divulgação científica sob pena de exclusão. Esta declaração encontra-se disponível no endereço: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/about/submissions>.

4. Os dados, ideias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do comitê editorial da revista.

5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.

6. Os artigos submetidos poderão ser em português ou inglês. Se aceitos para publicação, será obrigatória a tradução para o inglês.

7. Os artigos serão avaliados por consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito ou rejeitado pelo Conselho Editorial.

8. Os artigos deverão ser submetidos pela internet, acessando o **Portal ACTA**, no endereço <http://www.uem.br/acta>.

9. O conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira. Conflitos de interesses podem ocorrer quando autores, revisores ou editores possuem interesses que podem influenciar na elaboração ou avaliação de manuscritos. Ao submeter o manuscrito, os autores são responsáveis por reconhecer e revelar conflitos financeiros ou de outra natureza que possam ter influenciado o trabalho. Os autores devem identificar no manuscrito todo o apoio financeiro obtido para a execução do trabalho e outras conexões pessoais referentes à realização do mesmo. O revisor deve informar aos editores quaisquer conflitos de interesse que poderiam influenciar sobre a análise do manuscrito, e deve declarar-se não qualificado para revisá-lo.

10.A revisão de português (Resumo) e a revisão de língua estrangeira serão de responsabilidade e custeados pelos autores dos artigos já aceitos para publicação, mediante comprovação emitida pelos revisores credenciados.

11.Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:

a)No processo de submissão, deverão ser inseridos os nomes completos dos autores (no máximo seis), seus endereços institucionais e o *e-mail* do autor indicado para correspondência.

b)Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chave, *Abstract*, *Keywords*, Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusão, Agradecimentos (opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.

c)O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras, que não estejam citadas no título.

d)O resumo, não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais e métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave que não estejam citadas no título deverão ser acrescentadas ao final tanto do resumo como do *abstract*.

e)Os artigos não deverão exceder 15 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no *Word*, ou compatível, utilizando *Times New Roman* fonte 12.

f)O trabalho deverá ser formatado em A4 e as margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.

g)O arquivo contendo o trabalho que deverá ser anexado (transferido), durante a submissão, não poderá ultrapassar o tamanho de 2 MB, nem poderá conter qualquer tipo de identificação de autoria, inclusive na opção propriedades do *Word*.

h)Tabelas, figuras e gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados. As Figuras e as Tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura e não deverão ultrapassar 16 cm.

i)As figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravadas no formato jpg ou png. Ilustrações em cores serão aceitas para publicação.

j)Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.

k)As equações deverão ser editadas, utilizando software *Math Type* ou inseridas como figura jpg ou png.

l)As variáveis deverão ser identificadas após a equação.

m)Artigos de revisão poderão ser publicados mediante convite do Conselho Editorial ou Editor-Chefe da Eduem.

n) A revista recomenda que oitenta por cento (80%) das referências sejam de artigos listados na base *ISI Web of Knowledge*, *Scopus* ou *SciELO* com menos de 10 anos. Recomenda-se dar preferência às citações de artigos internacionais. Não serão aceitas nas referências citações de dissertações, teses, monografias, anais, resumos, resumos expandidos, jornais, magazines, boletins técnicos e documentos eletrônicos.

o) As citações deverão seguir os exemplos abaixo, que se baseiam na norma da *American Psychological Association* (APA). Para citação no texto, usar o sobrenome e ano: Kubarik (1997) ou (Kubarik, 1997); para dois autores: Abimorad e Carneiro (2004) ou (Abimorad & Carneiro, 2004); para três a cinco autores (1.^a citação): Mendoza, Valous, Allen, Kenny, Ward e Sun (2009) ou (Mendoza, Valous, Allen, Kenny, Ward & Sun, 2009) e, nas citações subsequentes, Mendoza et al. (2009) ou (Mendoza et al., 2009); para seis ou mais autores, citar apenas o primeiro seguido de et al.: Pedrosa et al. (2012) ou (Pedrosa et al., 2012).

MODELOS DE REFERÊNCIAS

Deverão ser organizadas em ordem alfabética, alinhamento justificado, conforme os exemplos seguintes, que se baseiam na norma da *American Psychological Association* (APA). Listar todos os autores do trabalho. Os títulos dos periódicos deverão ser completos e não abreviados, sem o local de publicação.

ARTIGOS

Um autor

Stech, M. R., Carneiro, D. J. Processed soybean in diets for pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37(1), 1-8. doi:10.4025/actascianimsci.v39i1.24296

Dois a sete autores (devem-se indicar todos os autores separados por vírgula, exceto o último que deve ser separado por vírgula seguido de &)

Abimorad, E. G. & Carneiro, D. J. (2004). Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(5), 1101-1109.

Farias, M. S., Prado, I. N., Valero, M. V., Zawadzki, F., Silva, R. R., Eiras, C. E. & Lima, B. S. (2012). Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(3), 1177-1188.

Oito ou mais autores (devem-se indicar os seis primeiros, inserir reticências e acrescentar o último autor)

Silva, C. E. K., Menezes, L. F. G., Ziech, M. F., Kuss, F., Ronsani, R., Biesek, R. R., ... Lisbinski, E. (2012). Sobressemeadura de cultivares de aveia em pastagem de estrela africana manejada com diferentes resíduos de forragem. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(6), 2441-2450.

LIVROS

Hui, Y. H., Nip, W. K., Rogers, R.W., & Young, O. A. (2001). *Meat science and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Kevan, P. G., Imperatriz-Fonseca, V. L. (2006). *Pollinating bees: the conservation link Between agriculture and nature*. 2nd ed. Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests.

Souza, J. P., Pereira, L. B. (2007). Fatores influenciadores na competitividade da cadeia de carne bovina no Estado do Paraná. In I. N. Prado, & J. P. Souza (Orgs.), *Cadeias produtivas: estudos sobre competitividade e coordenação* (p. 53-79). Maringá: Eduem.

4.1.1 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 por outra revista.
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, Open Office ou RTF (desde que não ultrapasse 2MB).
3. Todos os endereços de páginas da Internet, incluídas no texto (Ex: <http://www.eduem.uem.br>) estão ativos e prontos para clicar.
4. O texto está em empaço 1,5; usa uma fonte de 12-pontos Times New Roman; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final. No máximo 15 páginas.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção propriedades do 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 por Pares Cega.
7. O artigo submetido poderá ser em português ou inglês. Se aceito para publicação será obrigatória a tradução para o inglês