



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

Dalinne Tamara Queiroz de Carvalho

**Características de silagens de pornunça adicionadas de
níveis de tanino comercial e seu uso em dietas para cabras
leiteiras**

Petrolina-PE

2015



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

Dalinne Tamara Queiroz de Carvalho

**Características de silagens de pornunça adicionadas de
níveis de tanino comercial e seu uso em dietas para cabras
leiteiras**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *Campus Ciências Agrárias*, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal

Orientador: Prof. DSc. Daniel Ribeiro Menezes

Petrolina-PE

2015

C331c Carvalho, Dalinne
Características de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial e seu uso em dietas para cabras leiteiras/ Dalinne Tamara Queiroz de Carvalho. -- Petrolina, 2015.
75f: il. 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, *Campus* Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2015.
Orientador: Prof. Dr. Daniel Ribeiro Menezes

Referências.

1. Conservação de forragem. 2. Euforbiácea. 3. Tanino. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco

CDD 636.08552

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dalinne Tamara Queiroz de Carvalho

Características de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial e seu uso em dietas para cabras leiteiras

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

Prof. DSc. Daniel Ribeiro Menezes
UNIVASF/Presidente da banca (Orientador)

Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo
EMBRAPA/CPGCA – (Membro Interno)

Dr^a. Marcela Azevedo Magalhães
UNIVASF – (Membro Externo)

Petrolina, 2015

À minha família;
Aos meus amigos;
Ao meu esposo, Bernardo.

DEDICO

Agradecimentos

Agradeço a Deus, pela vida, pelas bênçãos, pelo consolo nos momentos mais árduos e pelas graças, principalmente pelo êxito até aqui conquistado.

Aos Meus pais, José Rodrigues e Cleide Nunes, pelo apoio e suporte durante a minha vida pessoal e acadêmica.

Às Minhas irmãs, Derlianne Carvalho e Denise Carvalho, pela amizade, carinho, incentivo e por estarem sempre ao meu lado.

À minha Avó, Carmelita, pelo exemplo de vida, força, alegria e perseverança.

À minha tia Bernadeth Queiroz, pelo acolhimento, e dedicação até hoje empregados.

Ao meu esposo (Bernardo) pela ajuda nos momentos difíceis, incentivo, compreensão, companheirismo, amizade, carinho e dedicação.

Ao meu orientador Daniel Menezes pela oportunidade, ensinamentos, orientação presente, confiança, amizade e dedicação.

Aos professores Mário Queiroz, Salete Moraes, Carla Wanderley e Sandra Mari pela contribuição científica, auxílio nas análises laboratoriais e fornecimento do material necessário para realização da pesquisa.

Ao técnico do laboratório de bromatologia Allan que sempre esteve presente na rotina das análises.

Aos colegas do grupo de estudos em caprinos leiteiros (GECAL) pela ajuda, dedicação e colaboração nos longos dias de trabalho.

Aos meus amigos Alita, Jair e Larissa pela companhia e momentos de descontração e alegria que tornavam nossos dias menos monótonos, espero tê-los como amigos sempre e que nem o tempo nem à distância nós afaste porque vocês estão num lugarzinho especial no meu coração.

À minha eterna amiga Ianne Gardenia que hoje está ao lado de Deus pelos momentos inesquecíveis vividos durante os dois anos de mestrado. Minha grande companheira nas análises bromatológicas e na vida, que nos deixou saudades e lembranças da sua alegria e do seu sorriso contagiante. Muito obrigada por fazer parte da minha vida e da minha história, lembrarei sempre de você onde quer que eu vá.

À Reginaldo, Maelson, Deny, seu Arlindo e seu Antônio em nome todos os funcionários que contribuíram de alguma forma para a realização do meu trabalho. A ajuda de todos foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa. Serei eternamente grata.

Ao meu colega e servidor Augusto pela atenção e por sempre se mostrar prestativo quando precisei. Muita coisa seria mais difícil sem a sua ajuda.

À minha amiga e servidora “Rosinha” pelo apoio, atenção e pelos constantes momentos prestativos. Pessoa que transmite paz e que tem seu sorriso com seu cartão de visita. Admiro-te pela pessoa maravilhosa que você é que eu tive o prazer de conhecer melhor e pela grande profissional que é. Espero manter contato com você.

À Fundação de Amparo e Ciência e Tecnologia do estado de Pernambuco-FACEPE pela concessão da bolsa.

MUITO OBRIGADA!

“É preciso força pra sonhar e
Perceber que a estrada vai
além do que se vê...”

Los Hermanos

RESUMO

A dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro capítulo teve como objetivo avaliar o perfil fermentativo, perdas relacionadas à fermentação e produção de gás *in vitro* de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial. Para isso foram confeccionados silos experimentais com pornunça: sem adição de tanino (controle) e com inclusão de 4, 8 e 12% de tanino comercial com base na matéria seca. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5 composto dos quatro tratamentos e cinco períodos de fermentação (3, 7, 14, 28 e 56 dias) com três repetições cada. A adição do tanino promoveu incremento nos teores de matéria seca (MS) avaliada em 25,40% no tratamento controle, para 29,36% nas silagens com adição de 12% tanino. Os teores de PIDN% de PB total aumentaram com inclusão dos níveis de tanino passando de 54,07% sem adição de tanino para 61,60% com 12% de tanino. Efeito contrário foi observado sobre os teores de PB e FDN com taxas de reduções de 17,10% e 10,6%, respectivamente, comparando o tratamento sem tanino com 12% de tanino. A queda do pH das silagens com 12% de tanino foi mais lenta e apresentaram aumento do N-NH₃ passando de 3,55% no tratamento sem adição de tanino para 6,02% com adição de 12% em silagens com 56 dias de fermentação. As perdas por gases e a recuperação de MS apresentaram comportamento quadrático. O ponto de menor perda por gases foi encontrado com 5,03% de tanino e o ponto máximo de recuperação de MS foi com 5,6% de tanino. Observou-se redução de 17,42 mL de gás/g de MS no potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais e 1,2% na degradabilidade da fração potencialmente degradável (b) comparando o tratamento sem tanino com 12% de tanino. O segundo capítulo teve como objetivo avaliar o efeito do tanino comercial acrescido na ensilagem de pornunça sobre o consumo de MS, digestibilidade dos nutrientes, produção de leite e estimativas de emissão de gases com potencial de efeito estufa em cabras leiteiras. Os tratamentos foram compostos de silagens de pornunça sem adição de tanino (controle) e com adição de 2,4; 3,6 e 4,8% de tanino com base na MS da dieta total. Foram utilizadas oito cabras, da raça Saanen em delineamento experimental quadrado latino duplo (4X4). O consumo de MS, MO, MM, PB e FDN e consumo de água apresentaram comportamento linear decrescente, representando taxas de reduções de 31,0%; 37,5%; 30,0%; 40,0%; 34,0% e 30,2%, respectivamente comparando o tratamento controle com 4,8% de tanino. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN apresentaram comportamento linear decrescente com taxa de redução de 14,34%; 14,39%; 31,21%; e 33,98%, respectivamente comparando-se o tratamento sem tanino com 4,8% de tanino. A produção de leite e todos os parâmetros estimados pela produção de gases *in vitro* apresentaram comportamento linear decrescente. Houve redução de 34,51% na produção de leite e 13,15% na produção de gases por kg de leite produzido. Pode-se concluir que o tanino comercial modificou a composição bromatológica das silagens e que o maior nível de inclusão tanino afetou a queda do pH das silagens aumentando as concentrações de N-NH₃ e perdas por gases, além disso reduziu a produção de gases *in vitro*, o consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção de leite e emissão de gases efeito estufa por kg de leite produzido em cabras da raça Saanen.

Palavras-chave: conservação. ensilagem. euforbiácea. leite de cabra. proantocianidina

ABSTRACT

The dissertation was divided into two chapters. The first chapter aimed to evaluate the fermentation profile, losses related to fermentation and "*in vitro*" gas production of pornunça silage added levels of commercial tannin. For this, experimental silos were prepared with pornunça: without addition of tannin (control) and with inclusion of 4, 8 and 12% commercial tannin based on dry matter. It used a completely randomized design in a factorial 4 x 5 composed of four treatments and five periods of fermentation (3, 7, 14, 28 and 56 days) with three replicates each. The addition of tannin promoted increase in dry matter (DM) evaluated at 25.40% in control treatment to 29.36% in silages with addition of 12% tannin. The contents of NDIP% in total CP increased with inclusion of tannin levels going from 54.07% without adding tannin to 61.60% with 12% of tannin. Opposite effect was observed on the CP and NDF with reductions rates of 14.49% and 10.6%, respectively, comparing with no tannin treatment with 12% of tannin. The drop in pH of the silage with 12% tannin was slower than all treatments and had increased NH₃ from 3.55% in control treatment going to 6.02% in 12% tannin treatment at 56 days silage fermentation. The losses by gases and MS recovery presented quadratic behavior. The point of least loss gases were found in 5.03% of tannin and the peak of dry matter recovery was 5.6% with tannin. There was a reduction of 17.42 mL gas / g DM maximum potential gas production of total carbohydrates and 1.2% in the degradability of potentially degradable fraction (b) comparing the tannin without treatment 12% of tannin. The second chapter aimed to evaluate the effect of commercial tannin increased by pornunça ensilage on DM intake, digestibility, milk production and estimates of emission potential greenhouse gas in dairy goats. The treatments consisted of pornunça without tannin (control) and with addition of 2.4; 3.6 and 4.8% tannin based DM in the diet. Eight Saanen goats were used, in double Latin square design (4x4). Intakes of: DM, OM, MM, CP and NDF and water consumption showed linearly decreased, representing reductions rates; 31.0%; 37.5%; 30.0%; 40.0%; 34.0% and 30.2% respectively comparing control treatment with 4.8% tannin. The apparent digestibility coefficient of DM, OM, CP and NDF showed linearly decreased with reduction rates of 14.34%; 14.39%; 31.21%; and 33.98% respectively comparing the control treatment with 4.8% tannin. The milk production and all parameters estimated by gas production *in vitro* showed decreasing linear effect. There was a reduction of 34.51% in milk production and 13.15% in the production of gas per kg of milk produced. We were concluded that the commercial tannin changed the chemical composition of silage and that the highest level of tannin inclusion affected the drop of pH of the silage, increasing N-NH₃ concentrations and losses to gas, in addition to reduced *in vitro* gas production, the intake and digestibility of nutrients, milk production and emission of greenhouse gases per kg of milk produced in Saanen goats.

Keywords: conservation. euphorbia. goat milk. proanthocyanidin. silage

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1** – Variação de pH das silagens com adição de níveis crescentes de tanino comercial em diferentes períodos fermentação (dias)42
- Figura 2** – Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos não fibrosos de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação.....45
- Figura 3** – Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos fibrosos de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação.....45
- Figura 4** – Taxa de produção de gases dos carboidratos fibrosos em mL/g de MS/h de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação.....46
- Figura 5** – Produção cumulativa de gases (mL/g de MS) de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação46
- Figura 6** – Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação.....47
- Figura 7** – Fase de latência em horas da silagem de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação.....48

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1.** Composição bromatológica dos componentes das silagens.....37
- Tabela 2.** Valores médios de pH e porcentagem de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial em cinco períodos de fermentação.....41
- Tabela 3.** Valores médios de pH, porcentagem de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), perdas por gases, perdas por efluentes e recuperação de MS de silagens de pornunça com 56 dias de fermentação adicionadas com diferentes níveis de tanino comercial42
- Tabela 4.** Composição químico-bromatológica de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial com 56 dias de fermentação.43
- Tabela 5.** Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (Vf1) e fibrosos (Vf2) em mL/g de MS, taxa de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (m1) e fibrosos (m2) em mL/g de MS/h, potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais (Vt), taxa de produção de gases total (Mt), fase de latência em horas (L), degradabilidade em 48 horas e erro padrão (EP) de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino com 56 dias de fermentação.44
- Tabela 6.** Degradabilidade das frações a, b e c, degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) de silagens de pornunça com 56 dias de fermentação adicionadas de níveis de tanino comercial.48

CAPÍTULO 2

- Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes da dieta.....63
- Tabela 2.** Composição percentual e química das rações com silagens de pornunça com níveis de tanino e concentrado63
- Tabela 3.** Consumos médios diários de matéria seca, nutrientes e consumo de água.66

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes em função dos tratamentos.....	67
Tabela 5. Ingestão de matéria seca e matéria orgânica, produção de leite e emissão de gases com potencial efeito estufa em silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino.	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Gênero <i>Manihot</i>	17
2.2 Ensilagem	18
2.3 Tanino: Definição, ocorrência e classificação	20
2.4 Efeito do tanino na silagem	21
2.5 Efeitos dos taninos na alimentação de ruminantes	22
2.6 Efeito dos taninos sobre microrganismos	23
4. Capítulo 1	32
Perfil fermentativo, Perdas relacionadas à fermentação e produção de gás “ <i>in vitro</i> ” de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial	32
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS	40
DISCUSSÃO	49
CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
5. Capítulo 2	58
Consumo, digestibilidade e produção de leite de cabras da raça Saanen alimentadas com silagem de pornunça com níveis de tanino comercial	58
INTRODUÇÃO	60
MATERIAL E MÉTODOS	62
RESULTADOS	66
DISCUSSÃO	68
CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1. INTRODUÇÃO GERAL

No semiárido nordestino, a vegetação da Caatinga é a principal fonte de alimentação dos rebanhos. Nesta região a produção de forragens sofre influência de duas épocas distintas, a chuvosa e a seca. Com o déficit hídrico e a evapotranspiração elevada, comumente a produção e qualidade da massa verde diminuem durante o período de estiagem, pois há uma estreita relação entre a precipitação pluviométrica e a produção (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

Nos últimos anos a região Nordeste passou por um longo período de estiagem, o qual refletiu diretamente sobre a produção de forragem e, por conseguinte, sobre a produção animal. Segundo o IBGE (2012), o efetivo de caprinos diminuiu 7,9% em 2012 em relação ao ano anterior. Mais uma vez se destacou a importância absoluta registrada no Nordeste sobre a variação nacional do rebanho. Assim, Pernambuco com redução de 7,0%, juntamente com Bahia e Paraíba, comandaram as quedas da região. Neste mesmo ano, dois estados concentravam quase 50,0% do efetivo de caprinos do Brasil: Bahia e Pernambuco com participação, respectivamente, de 28,1% e, 20,7%.

Adotar medidas estratégicas com o objetivo de minimizar as consequências da seca torna-se necessário, considerar a necessidade de produção de volumoso suplementar, visando preservar parte do excedente da forragem produzida no período favorável. A ensilagem consiste em uma das técnicas de conservação de forragem que pode ser usada para armazenar e manter a qualidade do excedente de forragem.

Para tanto, devem ser utilizados alimentos de bom valor nutritivo e de baixo custo de produção e assim surge a necessidade de se estudar a viabilidade da inclusão de diversas fontes alimentares alternativas e quantificar as respostas produtivas dos animais (SILVA *et al.*, 2007). A conservação de forrageiras nativas e resistentes à seca como as plantas da família *Euforbiáceae* na forma de ensilagem é uma importante alternativa para minimizar os efeitos da seca (BACKES *et al.*, 2014; SENA *et al.*, 2014).

Dentre as euforbiáceas encontram-se as do gênero *Manihot*, as quais apresentam alta resistência à seca e tolerância a solos pobres e ácidos, além de elevado valor nutricional e potencial produtivo. Além disso, silagens das espécies

desse gênero destacam-se pela composição química, padrão de fermentação, estabilidade aeróbia e degradabilidade ruminal (DANTAS *et al.*, 2008; SENA *et al.*, 2014). A Pornunça (*Manihot* spp.) é uma espécie arbustiva, híbrido natural da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e da maniçoba (*Manihot glaziovii* Meull). Ela apresenta características intermediárias entre as duas espécies, folhas e frutos semelhantes aos da mandioca e caules similares aos da maniçoba (FERREIRA *et al.*, 2009). A pornunça se destaca na produção de forragem, retenção foliar, produção de flores, tolerância a cortes, capacidade de brotação e valor nutritivo do feno e silagem produzido (VOLTOLINI *et al.*, 2010).

A espécie forrageira e o teor de matéria seca são alguns fatores intrínsecos à planta que irão influenciar o resultado do produto final (NASCIMENTO *et al.*, 2013). Visando melhorar os padrões fermentativos da massa ensilada, reduzir os riscos do processo de ensilagem e/ou melhorar o valor nutritivo da silagem tem sido utilizado aditivos ao processo de ensilagem (SANTOSO *et al.*, 2011). Os mesmo autores afirmaram que a adição de tanino como aditivo no processo de ensilagem melhorou a fermentação do material, promovendo abaixamento do pH, redução na formação de nitrogênio amoniacal e ácido butírico e ainda foi capaz de melhorar a qualidade nutritiva da silagem.

Taninos, compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário dos vegetais, podem provocar efeitos adversos ou benéficos dependendo da quantidade ingerida. Quando ingerido acima de 6% podem ocasionar efeito depressivo sobre o consumo voluntário da matéria seca, redução na digestibilidade dos nutrientes principalmente de carboidratos fibrosos e proteínas, resultando em declínio na produtividade animal (REED, 1995). Foram relatados como efeitos benéficos o aumento na absorção de aminoácidos no intestino, redução da população de parasitas intestinais (MIN *et al.*, 2003), redução na produção de metano ruminal (CARULLA *et al.*, 2005) e redução na ocorrência do timpanismo espumoso (BARRY e MCNABB, 1999).

Contudo, torna-se imprescindível o estudo dos efeitos dos taninos sobre os padrões fermentativos e nutritivos de silagens, bem como na alimentação animal, afim do máximo aproveitamento dos benefícios promovidos por este composto fenólico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gênero *Manihot*

No semiárido nordestino, a caatinga é o ecossistema predominante, cuja flora é composta de extrato herbáceo, arbóreo e arbustivo caracterizado pela tolerância e adaptação às condições climáticas locais. Grande parte das espécies encontradas neste bioma apresenta potencial forrageiro e compõe a base da alimentação animal, principalmente de pequenos ruminantes (FRANÇA *et al.*, 2010).

Esses vegetais caracterizam-se, de forma geral, por apresentar folhas pequenas com presença de espinhos, sendo constituídas por arbustos e árvores de pequeno porte, ricas em cactáceas, bromeliáceas, euforbiáceas e leguminosas (ANDRADE *et al.*, 2010). As espécies arbóreas e arbustivas de maior ocorrência na caatinga pertencem às famílias das leguminosas e euforbiáceas existindo, também, representações de outras famílias com potencial forrageiro (ARAÚJO FILHO *et al.*, 1998).

Entre as euforbiáceas destacam-se as espécies do gênero *Manihot*, as quais apresentam resistência à seca e tolerância a solos pobres e ácidos, apresenta elevado valor nutricional e potencial produtivo, além de ter boa aceitabilidade pelos animais. A pornunça (*Manihot spp*), também conhecida como pornúncia, prinunça, pornona, mandioca de sete anos ou maniçoba de jardim, é uma espécie arbustiva da família *Euforbiaceae*, híbrido natural da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e da maniçoba (*Manihot glaziovii* Meull). Apresenta características intermediárias entre as duas espécies, folhas e frutos semelhantes aos da mandioca e caules similares aos da maniçoba (FERREIRA *et al.*, 2009) . É considerada uma alternativa na alimentação de rebanhos, principalmente de caprinos e ovinos (VASCONCELOS *et al.*, 2010). Destaca-se na produção de forragem, retenção foliar, produção de flores, tolerância a cortes, capacidade de brotação e valor nutritivo do feno e silagem produzidos (VOLTOLINI *et al.*, 2010).

Ferreira *et al.* (2009), verificaram que a Pornunça possui melhor potencial produtivo que outras espécies do mesmo gênero, apresentando maior produção de matéria verde e seca em relação à mandioca e maniçoba em diferentes sistemas de

poda. Além disso, os mesmos autores verificaram que a pornunça apresentou 27,58% de proteína bruta na primeira poda (12 meses após o plantio).

As plantas da caatinga possuem mecanismos fisiológicos e morfológicos de defesa contra as condições adversas do ambiente (altas temperaturas, déficit hídrico e radiação solar), ataques microbianos (fungos bactérias e vírus) e de insetos. Um destes mecanismos de defesa é a presença de compostos secundários, que podem ser tóxicos aos animais, além de possuírem fatores antinutricionais (SANTOS *et al.*, 2009).

Os processos de fenação e ensilagem são indicados para espécies da família *Euforbiaceae* como alternativa na prevenção de intoxicação de animais através de glicosídeos cianogênicos. Esses compostos estão presentes nos vacúolos das células vegetais e ao serem hidrolisados formam o ácido cianídrico (HCN), que é tóxico para os mamíferos (FRANÇA *et al.*, 2010).

As espécies do gênero *Manihot* em especial a maniçoba e pornunça apresentam ácido cianídrico em sua composição, este é um composto volátil e sua concentração é reduzida durante o processo de fermentação e de desidratação natural. Matos *et al.* (2005), ao avaliarem silagem de maniçoba verificaram que houve redução de aproximadamente 83% os teores de HCN durante o processo de ensilagem. Reduções semelhantes nos teores de HCN foram encontrados por França *et al.* (2010), com o processo de fenação da mesma espécie vegetal.

2.2 Ensilagem

O processo de ensilagem é uma prática que permite a conservação do valor nutritivo da forragem além de permitir a manutenção da porção úmida do alimento. No processo de ensilagem, o princípio de conservação da forragem é a redução do pH pela fermentação natural dos açúcares solúveis a ácidos, principalmente láctico e acético, por bactérias lácticas homo e heterofermentativas sob condições anaeróbicas. Os carboidratos solúveis são os mais importantes substratos para adequada fermentação da forragem (DEMINICIS *et al.*, 2009).

A qualidade da silagem pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles o processo fermentativo da massa, uma vez que, durante a ensilagem, pode ocorrer redução do valor nutritivo pela respiração, fermentação aeróbia, processos de

decomposição ou perdas de efluentes (VAN SOEST, 1994). Assim, os fatores que determinam o padrão de fermentação, durante a ensilagem, são os que interagem entre si: conteúdo de matéria seca, teor de carboidratos solúveis e capacidade tamponante da planta (McDONALD *et al.*, 1991).

Entre os parâmetros que determinam a qualidade da fermentação, estão os valores de pH associados ao teor de matéria seca e a concentração de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) (VAN SOEST, 1994). O pH aconselhável encontra-se na faixa entre 3,8 e 4,2, a matéria seca da forragem a ser ensilada entre 28 a 35% e a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), em porcentagem, não deve ultrapassar 10% (McDONALD *et al.*, 1991).

Alguns microrganismos são prejudiciais a este processo, pois produzem compostos indesejáveis que podem degradar os componentes nutritivos do material ensilado, como por exemplo, as proteínas. O desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como o *clostridium* é identificado em silagens com elevado teor de umidade (DANTAS *et al.*, 2008).

O excesso de umidade impede a fermentação desejável no silo, pois o valor de pH abaixo do qual o crescimento de clostrídios é inibido varia diretamente com o teor de matéria seca da planta e a ensilagem de material úmido poderá sofrer fermentação butírica, se os níveis de carboidratos solúveis não forem altos, resultando em altas perdas e silagem de baixo valor nutritivo (McDONALD *et al.*, 1991).

Como visto anteriormente, o processo de ensilagem apresenta riscos que podem levar à perdas de MS e nutrientes decorrentes de fermentações indesejáveis (VIEIRA *et al.*, 2004). A inclusão de aditivos ao processo de ensilagem tem como função reduzir os riscos do processo, prevenindo as fermentações secundárias, aumentando o valor nutritivo e melhorando a estabilidade aeróbia da silagem produzida (HENDERSON, 1993; COSTA *et al.*, 2001).

Os taninos têm sido apontados como protetores da degradação proteica de forragens (SALAWU *et al.*, 1999), pela inibição de enzimas vegetais e microbianas ou pela capacidade de formar complexos com a fração proteica, reduzindo sua degradabilidade e, conseqüentemente, sua disponibilidade (MAKKAR, 2003).

2.3 Tanino: Definição, ocorrência e classificação

Taninos são compostos fenólicos que fazem parte do grupo dos metabólitos secundários das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas. Apresentam alto peso molecular (500-3000 Da) e são amplamente encontrados no reino vegetal, sendo comuns tanto nas espécies de gimnospermas quanto nas angiospermas. Dentro das angiospermas os taninos são mais comuns nas dicotiledôneas (BATTESTIN *et al.*, 2004)

Os taninos são encontrados, principalmente, nos vacúolos das células vegetais, e não interferem no metabolismo da planta, somente após a mastigação ou trituração e/ou morte das plantas estes compostos são liberados (NOZELLA, 2001). O tanino pode ser encontrado nas raízes, casca, folhas, frutos, sementes e seiva. O teor e o tipo de tanino variam de acordo com a espécie vegetal, condições ambientais e geográficas e estágio fenológico da planta (BEELEN *et al.*, 2003a; BATTESTIN *et al.*, 2004).

Em revisão, Silanikove *et al.* (2001) descreveram que os taninos têm função de proteger as plantas através de suas propriedades antimicrobianas e antifúngicas de ataques dos herbívoros e das invasões de microrganismos patogênicos.

Beelen *et al.*, (2003a), avaliaram a concentração de taninos totais (TT) e adstringência das espécies jurema preta, mororó e sabiá em três diferentes fases do ciclo fenológico: vegetação plena, floração plena e frutificação. A jurema preta apresentou os maiores valores (30,98% de TT e 22% de adstringência na vegetação plena) e o mororó os menores (10,38% de TT e 14% de adstringência na frutificação). Além da diferença nas concentrações de tanino e adstringência entre as espécies observou-se, ainda, que as fases do ciclo fenológico também influenciam as concentrações de taninos.

Os taninos são classificados em taninos hidrolisáveis (TH) e taninos condensados (TC) ou proantocianidina (Carneiro *et al.*, 2001). Os hidrolisáveis são definidos como poliésteres de ácidos fenólicos como os ácidos gálico e elágico, apresentam uma molécula de D-glucose na sua estrutura e não são muito abundantes na natureza. Os taninos condensados podem ser definidos como polímeros de moléculas de flavan-3-ols, unidas através de ligações carbono-carbono (MUELLER-HARVEY e McALLAN, 1992).

Os taninos condensados ou proantocianidinas são o tipo mais comum presente em forrageiras tropicais, em especial, as leguminosas (REED, 1995). Estes se ligam as proteínas e outras estruturas através de pontes de hidrogênio, que podem ser reversíveis e dependem de fatores como pH, estruturas e pesos moleculares dos taninos e proteínas (MIN *et al.*, 2003). Os mesmos autores citaram que o complexo tanino-proteína é altamente dependente do pH, sendo o ideal próximo à neutralidade, enquanto em pH inferior a 3,5 ocorre a dissociação e liberação da proteína.

2.4 Efeito do tanino na silagem

Alguns dos efeitos dos taninos sobre metabolismo animal como o de serem capazes de se ligar às proteínas e formar o complexo tanino-proteína deixando-a indisponível para degradação, já foram documentados (MAKKAR, 2003). No processo de ensilagem trabalhos têm observado resultados semelhantes (OLIVEIRA *et al.*, 2009). A presença de tanino no material ensilado reduz o processo de proteólise, resultando em menor formação de nitrogênio amoniacal na silagem (BERNARDINO *et al.*, 1996 e GONÇALVES *et al.*, 1999).

Oliveira *et al.* (2009), ao avaliarem os efeitos de níveis de tanino em silagens de sorgo complementada, ou não, com polietileno glicol (PEG) sobre a composição química e características fermentativas, bem como a estabilidade aeróbica de silagens suplementadas com ureia ou concentrado, verificaram que as silagens sem PEG apresentaram maiores níveis de PB e menor concentração de nitrogênio amoniacal (81,8 g/kg de MS e 55,3 g/kg de N, respectivamente), em comparação com silagens com PEG (70,6 e 63,4, respectivamente). Esses resultados foram atribuídos a menor degradação da proteína devido à formação do complexo proteína-tanino.

Santoso *et al.* (2011), adicionaram extrato de acácia nas concentrações (2,7; 3,6; 5,2 e 10,3 g/kg MS) em silagens de *Pennisetum purpureophoides*, e os autores verificaram reduções nos valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácido butírico.

2.5 Efeitos dos taninos na alimentação de ruminantes

De acordo com a concentração com que se apresentam na forragem, os taninos estão associados a determinados efeitos benéficos ao metabolismo animal como aumento na absorção de aminoácidos no intestino através do aumento da proteína “by pass”, redução da população de parasitas intestinais (PAOLINI *et al.*, 2003) redução na produção de metano ruminal (CARULLA *et al.*, 2005; TAN *et al.*, 2011; BHATTA *et al.*, 2012) e redução na ocorrência do timpanismo espumoso (BARRY e MCNABB, 1999).

O aumento da proteína não degradada no rúmen (PNDR) se dá pela formação de complexos entre taninos condensados e proteínas, mediante ligações entre as hidroxilas fenólicas dos taninos e as funções carbonílicas das ligações peptídicas das proteínas. A intensidade das ligações depende dos pesos e estruturas moleculares das proteínas; proteínas com alto peso molecular e estruturas mais abertas e flexíveis associam-se mais fortemente aos taninos (COSTA *et al.*, 2008). O complexo tanino-proteína é altamente dependente do pH, sendo aquele próximo à neutralidade (MIN *et al.*, 2003), valor semelhante ao pH do rúmen, razão pela qual a proteína torna-se indisponível para degradação. Quando em pH inferior a 3,5, valores próximos ao encontrado no abomaso, ocorre a dissociação e liberação da proteína e no intestino delgado são digeridas e os aminoácidos são absorvidos.

A mitigação de gases com potencial de efeito estufa (GPEE) tem sido bastante estudada, principalmente através de dietas, testando alimentos, ingredientes, compostos e aditivos que sejam eficientes na redução da emissão de gases (MARTIN *et al.*, 2010). O metano (CH₄), juntamente com o dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O), compõem os principais gases com potencial de efeito estufa (USEPA, 2010).

A formação do metano é um mecanismo de eliminação do hidrogênio do rúmen, entretanto, este vem acompanhado da perda de carbono, promovendo perda de energia, as quais estão entre 4% e 12% da energia bruta do alimento ingerido. (IPCC, 2006).

Carulla *et al.* (2005), avaliaram adição de 4% de extrato bruto de tanino na dieta de cordeiros sobre a produção de metano entérico e, verificou que, houve

redução de 13% na emissão deste gás. Este resultado foi atribuído ao efeito direto dos taninos sobre a metanogênese ruminal.

Por outro lado, quando ingerido em altas quantidades, os taninos podem ocasionar efeito depressivo sobre o consumo voluntário de matéria seca (MS), redução na digestibilidade dos nutrientes, principalmente, de carboidratos fibrosos e proteínas, além de reduzir a adesão microbiana a superfície das forrageiras (REED, 1995; BEELEN *et al.*, 2003b). A redução no consumo voluntário de MS está relacionada a adstringência causada pelos taninos. A adstringência é a sensação causada pela formação de complexos entre os taninos e as glicoproteínas salivares, o que pode aumentar a salivação e diminuir a aceitabilidade do alimento (REED, 1995). Segundo Frutos *et al.*, (2002) os efeitos negativos são observados quando fornecidas concentrações de taninos acima de 6%.

2.6 Efeito dos taninos sobre microrganismos

Os microrganismos têm fundamental importância no ambiente ruminal pela transformação dos carboidratos estruturais, principais constituintes de alimentos volumosos, em ácidos graxos de cadeia curta especialmente acético, propiônico e butírico, fontes de energia disponíveis para absorção pelo aparelho digestório. Além disso, os microrganismos ruminais contribuem com o suprimento de proteínas através da síntese de proteína microbiana e vitaminas aos animais (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

A microbiota ruminal é composta por fungos, protozoários e bactérias. Para manutenção do equilíbrio ruminal se faz necessário alguns parâmetros como temperatura (39°C) e pH (6,0 a 7,0). A composição da dieta passa a ser o fator mais comum e, ao mesmo tempo, mais importante no que se refere à estabilidade da microbiota ruminal (BERCHIELLI *et al.*, 2006).

A toxicidade dos taninos aos microrganismos do rúmen tem sido descrita para várias espécies de bactérias como *Streptococcus bovis*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* (JONES *et al.*, 1994; BAE *et al.*, 1993; GUIMARÃES-BEELEN *et al.*, 2006). Os taninos podem causar efeitos tóxicos em animais e microrganismos ruminais, de acordo com a quantidade de tanino ingerida. Hervás *et al.* (2003), testaram o efeito de quatro doses (0; 0,5; 1,5 e

3 g de tanino de quebracho/kg de MS) sobre os parâmetros ruminais em ovinos da raça Merino e verificaram que até 1,5 g/kg de MS não houve efeito sobre o consumo voluntário e saúde dos animais; por outro lado, a dose mais elevada de extrato de taninos de quebracho foi tóxica para a população microbiana do rúmen.

Sousa (2001) justificou o efeito tóxico do tanino sobre os microrganismos ruminais associado à digestibilidade da MS como sendo originado da inibição das enzimas digestivas microbianas, do crescimento microbiano devido à ação bacteriostática ou bactericida do tanino e da indisponibilização do substrato para a microbiota ruminal, através da formação de complexos substrato-tanino insolúveis.

Oliveira e Berchielli (2007) afirmaram que os taninos podem reduzir a digestão da fibra por meio da complexação com a lignocelulose, o que reduz a digestão microbiana, inibindo diretamente os microrganismos celulolíticos.

As bactérias metanogênicas presentes no rúmen obtêm energia para seu crescimento ao utilizar H_2 para reduzir CO_2 e formar metano (CH_4), o qual é eructado ou exalado para a atmosfera (COTTLE *et al.*, 2011). A ação dos taninos na metanogênese pode ser atribuída a um efeito indireto, pela redução na produção de H_2 como consequência da redução da digestibilidade da fibra, e por um efeito inibitório direto sobre a população de bactérias metanogênicas (WOODWARD *et al.*, 2001).

Bhatta *et al.* (2009), demonstraram que os taninos condensados afetam os microrganismos do gênero *Archae* (metanogênicos) promovendo uma redução da emissão de metano. A interferência neste gênero promove uma modificação no bioma ruminal alterando outros elementos como pH, desta forma tem relação direta com a eficiência fermentativa ruminal.

Além de sua ação na população de bactérias, os taninos também têm efeito sobre os protozoários. Bhatta *et al.* (2012), em estudo *in vitro*, associaram a redução de metano à diminuição da população de protozoários. Sallam *et al.* (2010), relataram que o tanino condensado de leucena, acácia e eucalipto tem efeitos inibitórios sobre protozoários ciliados. Resultados semelhantes foram encontrados por Tan *et al.* (2011), que observaram redução da população total de protozoários com adição de níveis de tanino extraído da leucena (*Leucaena leucocephala* híbrido-Rendang) após 24 horas de incubação, usando a técnica de produção de gás *in vitro*.

Efeitos anti-protozoários também têm ocorrido *in vivo*. Animut *et al.* (2008), verificaram o efeito do tanino condensado (TC) presente em plantas de *Lespedeza striata* na alimentação de caprinos e foi constatado a eficiência do TC na redução da população de protozoários ciliados.

O efeito dos taninos sobre a população de fungos ruminais foi pouco estudado e os resultados são inconsistentes. Trabalhos afirmam que esses microrganismos são menos sensíveis aos taninos em relação às bactérias e protozoários. McAllister *et al.* (1994), verificaram que a capacidade celulolítica do fungo ruminal *Neocallimastix patriciarum* em degradar a celulose não foi afetada pela exposição a 100 µg/ml de taninos condensados de *Lotus corniculatus*.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M. E SILVA, D. S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.4, p.01-14, dez. 2010.
- ANIMUT, G.; PUCHALA, R.; GOETSCH, A.L.; PATRA, A.K.; SAHLU, T. ; VAREL, V.H.; WELLS, J. Methane emission by goats consuming diets with different levels of condensed tannins from lespedeza. **Animal Feed Science and Technology**. v.144 p.212–227, 2008.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C.; GADELHA, J. A. et al. Fenologia e valor nutritivo de espécies lenhosas caducifólias da Caatinga. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.360-362.
- BACKES, A. A.; SANTOS, L. L.; FAGUNDES, J. L.; BARBOSA, L. T.; MOTA, M.; VIEIRA, J. S. Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.1, p.182-191 jan./mar., 2014.
- BAE, H. D.; McALLISTER T. A.; YANKE, J. et al. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 59, p. 2132-2138, 1993.
- BARRY, T.N.; McNABB, W.C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.263-272, 1999.
- BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004.
- BEELEN, P. M. G.; BERCHIELLI, T. T.; BEELEN, R. N.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; PEREIRA FILHO, J. M. Tanino 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, 2.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA, 1., 2003a, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2003. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/Bitstream/item/44735/1/AAC-Tanino-condensado.pdf>. Acesso em 09 de nov de 2014.
- BEELEN, P. M. G.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; MEDEIROS, A. N.; ARAÚJO FILHO, J. A.; BEELEN, R. N.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência dos taninos condensados sobre a degradabilidade ruminal de jurema preta (*Mimosa hostilis*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria, RS. Otimizando a produção animal: **anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003b. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/>

bitstream/item/42471/1/AAC-Influencia-dos-taninos.pdf. Acesso em 10 nov de 2014.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal – FUNEP, 2006. 583p.

BERNARDINO, M.L.A.; RODRIGUEZ, N.M.; SANTANA, A.A.C. Influência dos taninos sobre a fração de nitrogênio amoniacal e DIVMS em híbridos de sorgo de porte médio de colmos suculentos e secos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.443-445.

BHATTA, R., Y. UYENO, K. TAJIMA, A. TAKENAKA, Y. YABUMOTO, I. NONAKA, O. ENISHI AND M. KURIHARA. Difference in the nature of tannins on *in vitro* ruminal methane and volatile fatty acid production, and methanogenic archaea and protozoal populations. **Journal Dairy Science**. 92:5512-5522. 2009.

BHATTA, R.; MANI, S.; LUNA BARUAH AND SAMPATH, K. T. Phenolic Composition, Fermentation Profile, Protozoa Population and Methane Production from Sheanut (*Butryospermum Parkii*) Byproducts In vitro. **Asian-Australasian Journal Animal Science**. 25:1389-1394. 2012.

CARNEIRO, A. de C.O.; VITAL, B.R., PIMENTA, A.S.; MORI, F.A. Reatividade dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos. **Cerne**, v.7, n.1, p.01-09, 2001.

CARULLA, J. E.; KREUZER, M.; MACHMÜLLER A.; HESS, H. D. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.56. p. 961-970, 2005.

COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A. et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.87-126, 2001.

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**, Botucatu, v.10, n.4, p.108-116, 2008.

COTTLE, D.J.; NOLAN, J.V.; WIEDEMANN, S.G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, v.51, p.491-514, 2011.

DANTAS, F. R.; ARAÚJO, G.G. L.; SILVA, D. S.; PEREIRA, L. G. R.; GONZAGA NETO, S.; TOSTO, M. L. Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot* sp.) com percentuais de co-produto de vitivinícolas desidratado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 247-257, abr/jun, 2008.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A. C.; NETO, A. C.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. S. Silagem de milho - Características agrônômicas e Considerações. REDVET. **Revista eletrônica de Veterinária**, 2009 Vol. 10, Nº 2. 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617114010>. Acesso em 30 out 2014.

FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A.; ARAÚJO, G. G. L. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.10, n.1, p.983/990, jan/mar, 2009.

FRANÇA, A.A.; GUIM A.; BATISTA, Â.M. V.; PIMENTEL, R. M. M.; FERREIRA, G. D. G. E MARTINS, I. D. S. L. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 131-138, 2010.

FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; RAMOS, G.; GIRÁLDEZ, F.J.; MANTECÓN, A.R. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v.92, p. 215 -226, 2002.

GONÇALVES, L.C., RODRIGUEZ, N.M., NOGUEIRA, F.S., BORGES, A.L.C.C., ZAGO, C.P. Silagem de sorgo de porte baixo, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. III. Quebra de compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 51, 571–576. 1999.

GUIMARÃES-BEELEN, P.M.; BERCHIELLI, T.T.; BUDDINGTON R.; BEELEN R. 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.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993.

HERVÁS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, Á. R.; PINO, M. C. Á. D. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 109, p.65–78, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal, 2012**. Vol. 40 – Brasil. ISSN-0101-4234. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/ppm2012.pdf. Acesso em: 02 nov. 2014.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Emissions from Livestock and Manure Management. In: EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L; MIWA, K.; NGARA, T; TANABE, K. (eds). IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: IGES, 2006. Chap 10, p.747-846.

- JONES, G. A.; McALLISTER, T. A.; MUIR, A. D. et al. Effect of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, p. 1374-1378, 1994.
- MAKKAR, H.P.S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v.49, p.241–256. 2003.
- MARTIN, C.; MORGAVI D. P. AND DOREAU M. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. **Animal**. 4:3, p.351–365. 2010.
- MATOS, D. S.; GUIM, A.; BATISTA, A. M. V.; PEREIRA, O. G.; MARTINS, V. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot epruinosa*). **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 208, p. 619-629, 2005.
- McALLISTER, T. A.; BAE, H. D.; YANKE, L. J.; CHENG, K.-J.; MUIR A. Effect of condensed tannins from birdsfoot trefoil on endoglucanase activity and the digestion of cellulose filter paper by ruminal fungi. **Canadian Journal of Microbiology**, 40(4): 298-305. 1994.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339p.
- MIN, B.R.; BARRY, T.N.; ATTWOOD G.T.; MCNABB, W.C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**.106 (2003) 3–19.
- MUELLER-HARVEY, I.; MCALLAN, A.B. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, 1 :151-217, 1992.
- NASCIMENTO, M. C. O.; SOUZA, B. B.; SILVA, F. V.; MELO, T. S. Armazenamento de forragem para caprinos e ovinos no semiárido do nordeste. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 9, n. 4, p. 20 - 27, out - dez, 2013.
- NOZELLA, E. Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes. 2001. 58f. **Dissertação** (Mestrado em energia nuclear na agricultura) - ESALQ, USP, Piracicaba, 2001.
- OLIVEIRA, J.S.; LANA, R.P.; BORGES, A.C.; QUEIROZ, A.C.; ALMEIDA, I.C. Efeito da Monensina e Extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade in vitro da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.504-510, 2004.
- OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; VECHETINI, M. E.; PEDREIRA, M. S. Fermentative characteristics and aerobic stability of sorghum silages containing different tannin levels. **Animal Feed Science and Technology**, 154, 1–8, 2009.
- OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T. Potencialidades da utilização de taninos na conservação de forragens e nutrição de ruminantes- Revisão. **Archives of Veterinary Science** v.12, n.1, p. 1-9, 2007.

PAOLINI, V.; BERGEAUD, J.P.; GRISEZ, C.; PREVOT F.; DORCHIES, PH.; HOSTE, H. Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology** 113 (2003) 253–261.

REED, J.D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1516-1528. 1995.

SALAWU, M.B.; ACAMOVICA, T.; STEWART, C.S.; HVELPLUNDD, T.; WEISBJERGD, M.R. The use of tannins as silage additives: effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. **Animal Feed Science and Technology**, 82, 243-259. 1999.

SALLAM, S. M. A. H.; BUENO, I. C. S.; GODOY, P. B.; NOZELLA, E. F.; VITTI, D. M. S. S. AND ABDALLA, A. L. Fermentacion ruminal y bioactividad de taninos de algunas arbustivas usando una técnica de produccion de gas semi- utomatizada. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, 12 (2010): 1 – 10.

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, Â. M. V.; GUIM A.; SANTOS, M. V.F.; MATOS, D. S.; SANTORO, K. R. 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.

SANTOSO, B.; HARIADI, B. T.J.; MANIK, H. & ABUBAKAR, H. Silage Quality of King Grass (*Pennisetum purpureophoides*) Treated with Epiphytic Lactic Acid Bacteria and Tannin of Acacia. Media Peternakan - **Journal of Animal Science and Technology**. v.34 p.140-145, 2011.

SENA, L. S.; JÚNIOR, V. R. R.; REIS, S. T.; OLIVEIRA, L. M., MARQUES K. M. S.; TOMICH, T. R. Degradabilidade das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v.15, n.3, p. 249-258, jul./set. 2014.

SILVA, S. L. et. al. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.

SILANIKOVE, N., PEREVOLOTSKY, A., PORVENZA, F.D. Use of tannin-binding chemical to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, 91, 69-8. 2001.

SOUSA, B.M. Degradabilidade *in situ* dos componentes nutricionais das silagens de três genótipos de sorgo (CMSXS 180, CMSXS 227 e BR 700). 2001. 73f.: **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2001.

TAN, H.Y.; SIEO, C.C.; ABDULLAH, N.; LIANG, J.B.; HUANG, X. D.; HO, Y.W. Effects of condensed tannins from *Leucaena* on methane production, rumen fermentation and populations of methanogens and protozoa *in vitro*. **Animal Feed Science and Technology**, 169 p.185– 193, 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- USEPA. **Methane and Nitrous Oxide Emissions From Natural Sources**. 2010. Disponível em: <<http://www.epa.gov/methane/pdfs/Methane-and-Nitrous-Oxide-Emissions-From-Natural-Sources.pdf>>. Acesso em 16 de nov 2014.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS W. A. et al. Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 4, N. 2, p. 36, 2010.

VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V. et al. Quality of sorghum silages with additives. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p.764-772, 2004.

VOLTOLINI, T. V.; NEVES, A. L. A.; FILHO, C. G. et al. **Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro**. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Eds.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação*. EMBRAPA SEMIÁRIDO, Petrolina, p. 199-242, 2010.

WOODWARD, S.L. *et al.* Early indications that feeding Lotus will reduce methane emissions from ruminants. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.61, p.23-26, 2001.

4. Capítulo 1

Perfil fermentativo, perdas relacionadas à fermentação e produção de gás “*in Vitro*” de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial

Dalinne Tamara Queiroz de Carvalho; Daniel Ribeiro Menezes e outros

RESUMO

Neste capítulo objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, perdas relacionadas à fermentação e produção de gás “*in vitro*” de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial. Para isso foram confeccionados silos experimentais com tubos de "PVC". O material ensilado foi composto do terço superior da pornunça sem adição de tanino (controle) e com inclusão de 4, 8 e 12 % de tanino comercial (extrato de quebracho). Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5, composto dos quatro tratamentos e cinco períodos de fermentação (3, 7, 14, 28 e 56 dias) com quatro repetições cada. Foi determinado o pH, N-NH₃, composição bromatológica, perdas por: gases e efluentes além de recuperação de MS e produção de gases *in vitro*. Para produção de gases *in vitro* e degradabilidade foram utilizadas as silagens com 56 dias de fermentação. A adição do tanino aumentou os teores de matéria seca (MS) passando de 25,40% nas silagens do tratamento controle para 29,36% no tratamento de 12% tanino. Houve ainda aumento do nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (PIDN) e PIDA% de PB total. Os teores de PIDN% de PB total aumentaram com inclusão dos níveis de tanino de 54,07% no tratamento controle subiu para 61,60% nas silagens com 12% de adição de tanino. Os teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) foram reduzidos em 17,10% e 10,6%, respectivamente comparando o tratamento sem tanino com 12% de tanino. A queda do pH das silagens com 12% de tanino foi mais lenta e promoveu aumento do N-NH₃ passando de 3,55% no tratamento sem adição de tanino para 6,02% com adição de 12% em silagens com 56 dias de fermentação. As perdas por gases e a recuperação de matéria seca apresentaram comportamento quadrático. O ponto de menor perda por gases foi encontrado com 5,03% de tanino e o ponto máximo de recuperação de matéria seca foi com 5,6% de tanino. A cada adição de 4% de tanino nas silagens promoveu uma redução de 3,1 mL e 2,7 mL de gás por grama de MS para os CNF e CF, respectivamente. Foi observada redução 17,42 mL de gás por grama de MS para o potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais comparando-se a silagem de pornunça sem adição de tanino com as silagens com inclusão de 12% de tanino. A inclusão do tanino reduziu o tempo de colonização em 11,13% e a degradabilidade da fração “b” em 1,2%. Conclui-se que o tanino comercial aumentou os teores de MS, NIDA, PIDA, PIDN e PIDA% de PB total e reduziu os teores de FDN e PB. O maior nível desse composto afetou a queda do pH aumentando as concentrações de N-NH₃ e perdas por gases resultando em menor recuperação de MS. Além disso, o tanino foi capaz de reduzir a produção de gases *in vitro*.

Palavras-chave: antinutricional, conservação. euforbiácea. Proantocianidina

ABSTRACT

This chapter was aimed to evaluate the fermentation profile, losses related to fermentation and "in vitro" gas production of pornunça silage added commercial tannin levels. For this experimental silos were made with tubes of "PVC". The ensiled material was composed of the upper third of pornunça without addition of tannin (control) and with inclusion of 4, 8 and 12% commercial tannin (quebracho extract). It used a completely randomized design in a factorial 4 x 5, consisting of four treatments and five periods of fermentation (3, 7, 14, 28 and 56 days) with three replications each. It was determined the pH, N-NH₃, chemical composition, losses by: gases and effluents, further recovery of MS and *in vitro* gas production. For *in vitro* gas production and degradability were used silage with 56 days of fermentation. The addition of tannin increased dry matter (DM) started from 25.40% control treatment to 29.36% in 12% tannin treatment. There was also an increase of acid detergent insoluble nitrogen in (ADIN), acid detergent insoluble protein (ADIP), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN) and ADIP% total CP. The NDIP% of total CP content increased with the inclusion of tannin levels from 54.07% in the control treatment up to 61.60% silage with 12% tannin. The crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) were reduced by 17.10% and 10.6% respectively comparing control treatment with 12% of tannin. The drop in pH of the silage with 12% of tannin was slower than all treatments and promoted increase of NH₃ passing of 3.55% in control treatment to 6.02% in 12% tannin with 56 days of fermentation. The losses by gases and recovery of dry matter presented quadratic behavior. The point of least loss gases were found at 5.03% of tannin and the peak of the dry matter recovery was at 5.6% of tannin. Each addition of 4% of tannin in silages was promoted a decrease to 3.1 ml and 2.7 ml of gas per gram of MS for NFC and FC, respectively. It was observed decrease 17.42 ml of gas per gram of MS to the maximum potential of carbohydrates total gas production comparing silage pornunça without adding tannin to the silage with inclusion of 12% of tannin. The inclusion of tannin decreased the lag time 11.13% and the degradability of "b" fraction in 1.2%. We were concluded that the commercial tannin increased DM, NIDA, PIDA, PIDN and PIDA% total PB and reduced NDF and CP levels. The highest level of this compound affected the drop in pH increasing N-NH₃ concentrations and losses by gases resulting in lower recovery of MS. In addition, the tannin was able to reduce the *in vitro* gas production.

Keywords: anti-nutritional. conservation. euphorbia. proanthocyanidin

INTRODUÇÃO

A região nordeste apresenta como vegetação típica a caatinga que é caracterizada pela presença de plantas arbustivas arbóreas, caducifólias e espinhosas, que se desenvolvem rapidamente com elevada produção de biomassa durante o período chuvoso e com o seu término, a produção é reduzida devido ao mecanismo de preservação com a perda das folhas. A estacionalidade na produção de forragem afeta diretamente a produção animal e segundo o IBGE (2012), o efetivo de caprinos diminuiu 7,9% em 2012 em relação ao ano anterior, fato que pode ser explicado pela seca prolongada neste período.

Técnicas de conservação de forragem tem sido recomendadas como principal recurso na tomada de decisão para aporte nutricional do rebanho a fim de contornar a influência climática nos sistemas de produção desenvolvidos em regiões semiáridas. A ensilagem é o método de conservação mais indicado, uma vez que a água é conservada na forragem e contribui, além do aporte nutritivo, com a dessedentação do rebanho (JÚNIOR *et al.*, 2013).

Espécies do gênero *Manihot* são indicadas para o processo de ensilagem (NASCIMENTO *et al.*, 2013). Estas apresentam alta resistência à seca e tolerância a solos pobres e ácidos, elevado valor nutricional e potencial produtivo. Além disso, silagens dessas espécies destacam-se pela composição química, padrão fermentativo, estabilidade aeróbia e degradabilidade ruminal (DANTAS *et al.*, 2008; SENA *et al.*, 2014). A pornunça (*manihot* spp) híbrido da mandioca com a maniçoba se destaca ainda pela retenção foliar, tolerância a cortes, capacidade de brotação e como citado anteriormente, elevado valor nutritivo do feno e silagem produzido (VOLTOLINI *et al.*, 2010).

Todavia, a ensilagem é um processo complexo e está sujeito à influência por diversos fatores, principalmente, a espécie forrageira e o seu teor de matéria seca. O excesso de umidade favorece o desenvolvimento de microrganismos do gênero *clostridium* que promove fermentações indesejáveis no silo, além de provocar maiores perdas por efluente (McDONALD *et al.*, 1991).

Os parâmetros bromatológicos, fermentativos e a deterioração aeróbia são importantes para determinar a qualidade do produto final (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Com o objetivo de melhorar os padrões fermentativos da massa ensilada, reduzir os riscos do processo de ensilagem e/ou melhorar o valor nutritivo da

silagem tem sido utilizado aditivo ao processo de ensilagem. Além de aumentar os teores de matéria seca, Santoso *et al.* (2011) afirmaram que o uso de taninos como aditivo no processo de ensilagem melhorou a fermentação do material, promovendo abaixamento do pH, redução na formação de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácido butírico. A menor quantidade de N-NH₃ é atribuída a capacidade dos taninos se ligarem às proteínas reduzindo o processo de proteólise

Taninos são compostos fenólicos que fazem parte do grupo dos metabólitos secundários das plantas, são amplamente encontrados no reino vegetal e pode ser encontrado nas raízes, casca, folhas, frutos, sementes e seiva. O teor e o tipo de tanino variam de acordo com a espécie vegetal, condições ambientais e geográficas e estágio fenólico da planta (BEELEN *et al.*, 2003; BATTESTIN *et al.*, 2004).

Estes compostos podem provocar efeitos adversos ou benéficos dependendo da quantidade ingerida pelos animais. Quando ingerido acima de 6% podem ocasionar efeito depressivo sobre o consumo voluntário da matéria seca, redução na digestibilidade dos nutrientes principalmente de carboidratos fibrosos e proteínas, resultando em declínio na produtividade animal (REED, 1995). Foram relatados como efeitos benéficos o aumento na absorção de aminoácidos no intestino, redução da população de parasitas intestinais (MIN *et al.*, 2003), redução na produção de metano ruminal (CARULLA *et al.*, 2005) e redução na ocorrência do timpanismo espumoso (BARRY e MCNABB, 1999).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, perdas relacionadas à fermentação e produção de gás “*in vitro*” de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nos Laboratórios de Bromatologia e de Produção de Gases da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, no município de Petrolina - PE.

Para a composição do material a ser ensilado foi utilizado o terço superior da parte aérea da pornunça (*Manihot* spp) colhida no Campo Experimental da UNIVASF, para obtenção desse material foram plantadas mudas de pornunça numa área de aproximadamente 0,7ha com irrigação diária. A área plantada foi submetida a uma adubação orgânica. O primeiro corte foi realizado com aproximadamente seis

meses de crescimento. O material foi colhido e triturado em forrageira regulada para cortes de 2,0 a 2,5 cm. O material picado foi homogeneizado manualmente e ensilado em silos experimentais feitos com tubos de "PVC", com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento.

Foi utilizado tanino comercial (Extrato de Quebracho), o qual foi adicionado manualmente e homogeneizado antes do processo de ensilagem.

Os tratamentos foram compostos de silagens de pornunça sem adição de tanino (controle) e com níveis crescentes (4, 8 e 12%) de tanino comercial com base na matéria seca.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5, composto dos quatro tratamentos e cinco períodos de fermentação (3, 7, 14, 28 e 56 dias), com quatro repetições..

Foram utilizados quatro silos experimentais por tratamento, totalizando 20 silos por tratamento. Os quais foram compactados com auxílio de um êmbolo de madeira atingindo a densidade de 600 kg/m³ sendo colocado no fundo do silo um saco de TNT com areia para captação dos efluentes. Posteriormente, foram fechados com tampa de PVC provida de válvula para saída de gases, e conduzidos para o Laboratório de Bromatologia da UNIVASF, onde foram realizadas as aberturas dos silos e as análises laboratoriais.

Os silos ficaram armazenados à temperatura ambiente e as aberturas ocorreram com 3, 7, 14, 28 e 56 dias de ensilagem. A silagem foi manualmente removida e homogeneizada para coleta de amostras. Parte da silagem foi amostrada e seca em estufa de ventilação forçada até peso constante, enquanto outra porção foi utilizada para avaliação do pH e N-NH₃.

Para a determinação do pH, foram coletados nove gramas de amostra da silagem dos silos, sendo homogeneizada em 60ml de água destilada, onde permaneceram por 30 minutos para posterior leitura em um potenciômetro (SILVA e QUEIROZ, 2002).

O teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi determinado pesando-se 12,5 g de amostra de silagem fresca adicionada de 100 ml de ácido sulfúrico 0,2N e mantidos em geladeira por 48 h. Após esse tempo, as amostras foram filtradas sendo coletado 10 mL do líquido transferindo-o para tubo digestor contendo 5 mL de KOH 2N para destilação, visando a captação da amônia foram tituladas com ácido

clorídrico 0,005N (VIEIRA, 1980; BOLSEN *et al.*, 1992 adaptada de CANDIDO *et al.*, 2002).

O material pré-seco foi moído em moinho de facas do tipo Willey com peneiras com crivos de 2 mm e acondicionados em potes de plásticos para posteriores análises. Nos materiais pré-secos e moídos, foram determinadas a matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio indigestível em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indigestível em detergente ácido (NIDA) conforme AOAC (1990). As determinações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro livre de cinzas e proteínas (FDNcp) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme Van Soest *et al.* (1991) e hemicelulose (HEM) pela diferença entre FDN e FDA (Tabela 1).

Nas amostras com 56 dias de fermentação, o FDN foi corrigido para cinza e proteína. Os resíduos da digestão em detergente neutro foram incinerados em mufla a 600°C por três horas e a correção para proteína foi efetuada mediante determinação da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN).

Tabela 1. Composição bromatológica dos componentes das silagens

Variáveis (%)	Pornunça	Tanino Comercial
MS	28,32	88,3
MO*	92,36	94,2
MM*	7,64	5,8
PB*	11,7	1,8
HEM*	16,45	-
FDN*	56,38	-
FDA*	39,93	-

MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; MM – matéria mineral; PB – Proteína bruta; HEM – hemicelulose; FDN – Fibra em detergente Neutro; FDA – Fibra em detergente Ácido. * % da matéria seca.

As perdas por gases, efluentes e a recuperação da matéria seca foram mensuradas, segundo metodologia descrita por MARI (2003). As perdas por gases foram obtidas pela seguinte equação:

$G = (PCi - PCf) / (MFi \times MSi) \times 10000$, onde:

G: perdas por gases (%MS);

PCi: peso do cano cheio no fechamento (kg);

PCf: peso do cano cheio na abertura (kg);

MFi: massa de forragem no fechamento (kg);

MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento.

As perdas por efluente foram calculadas pela equação abaixo:

$E = [(PVf - Tb) - (PVi - Tb)]/MFi \times 1000$, onde:

E: produção de efluentes (kg/tonelada de massa verde);

PVi: peso do cano vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PVf: peso do cano vazio + peso da areia na abertura (kg);

Tb: tara do balde;

MFi: massa de forragem no fechamento (kg).

A seguinte equação foi utilizada para estimar a recuperação de matéria seca:

$RMS = (MFf \times MSf)/(MFi \times MSi) \times 100$, onde:

RMS: taxa de recuperação de matéria seca (%);

MFi: massa de forragem no fechamento (kg);

MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

MFf: massa de forragem na abertura (kg);

MSf: teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

A avaliação da cinética da fermentação nos silos, caracterizada pelo tempo de abertura de 56 dias, foi realizada pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases proposta por MAURÍCIO *et al.* (2003), modificada por MENEZES *et al.*, (2015).

Um grama de amostra foi pesado em sacos de náilon, com gramatura de 20 mg/cm², os quais foram selados e adicionados aos frascos de fermentação (160 mL) previamente injetados com CO₂. Dois frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (tampão) foram usados como controle. Para cada frasco foram adicionados manualmente, utilizando-se uma proveta, 90 mL de meio de cultura, preparado conforme Theodorou *et al.* (1994), no dia anterior à inoculação com líquido ruminal.

Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm) para evitar que qualquer tipo de fermentação ocorresse e mantidos a 4°C durante a noite. Cinco horas antes da inoculação, os frascos foram removidos da geladeira para uma sala climatizada a 39°C até o momento da inoculação. O líquido ruminal utilizado como inóculo foi obtido, de forma conjunta e homogeneizada, de dois ovinos providos de cânula ruminal e recebendo alimentação a base de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), farelo de milho e farelo de soja. Após a coleta foi filtrado e mantido sob injeção contínua de CO₂, sendo armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C e levado ao laboratório.

Por meio de uma pipeta automática foram inoculados 10 mL do líquido ruminal filtrado em cada frasco. Em seguida, os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm) e colocados em caixas de isopor, manualmente agitadas e mantidas em sala climatizada a 39°C.

A pressão, em psi (*pound per square inch*), originada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida por intermédio de um transdutor de pressão portátil (GE Druck Série DPI 705) conectado em sua extremidade a uma agulha (0,6 mm). As leituras de pressão foram feitas em maior frequência durante o período inicial de fermentação e reduzidas posteriormente (2, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 34, 48, 72, 96 e 120h).

Os dados da produção cumulativa dos gases foram analisados pelo modelo bicompartimental citado por Schofield *et al.* (1994):

$$V(t) = Vf1/[1+e(2-4m1(L-T))] + Vf2/[1+e(2-4m2(L-T))]$$

Na qual o V(t) representa o volume máximo total de gases produzido; Vf1 representa o volume máximo de gás para a fração de rápida digestão (CNF); Vf2 representa o volume máximo de gás para a fração de lenta digestão (CF); m1 equivale à taxa de crescimento específico para a fração de rápida degradação; m2 equivale à taxa de crescimento específico para a fração de lenta degradação; L representa a duração dos eventos iniciais (fase de latência) de digestão, comum às duas fases; e o T representa o tempo de fermentação.

A degradabilidade da MS foi estimada a partir da retirada dos sacos contendo as amostras do interior dos frascos de fermentação utilizadas para produção de gases *in vitro*, nos tempos 2, 6, 12, 24, 48, 96 e 120 horas de incubação, e

posteriormente foram secos em estufa a 105°C por 12 horas e pesados. O tempo de zero hora foi obtido com a imersão dos sacos em água destilada a 39°C por 5 minutos.

Para a determinação da degradabilidade potencial, foi utilizado o modelo de ØRSKOV e McDONALD (1979): $DP = a + b(1 - e^{-ct})$, em que “DP” é a degradabilidade potencial; “a” a fração solúvel em água; “b” a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; “c” a taxa de degradação da fração (b); e “t” o tempo de incubação em horas. A letra “e” é o log natural de (-ct). A degradabilidade efetiva (DE) foi calculada pela fórmula: $DE = a + (b \times c) / (c + k)$, em que “k” é a taxa de passagem. A taxa de produção de gases obtida pela técnica semiautomática de produção de gases (m1+m2) foi utilizada para estimar a taxa de passagem (k) utilizada no ensaio de degradabilidade (MENEZES, *et al.*, 2015).

Os dados foram analisados pelos procedimentos da análise de variância e regressão utilizando-se como ferramenta de auxílio o programa SAS – Statistic Analysis System (SAS 9.1, 2003). Para os dados de dinâmica de fermentação dos silos foi realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de regressão para os parâmetros da dinâmica fermentativa das silagens abertas aos 56 dias e para os coeficientes de produção de gases, baseados na significância dos efeitos linear e quadrático, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Os valores médios de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens estão apresentados na Tabela 2. Aos 28 dias o material ensilado com adição de 4% de tanino apresentou menor valor de pH quando comparada as demais, aos 56 dias de fermentação o pH das silagens com adição de 12% de tanino diferiu apenas daquelas sem adição de tanino.

Os valores de pH inicial das silagens foram 6,3; 5,7; 5,9 e 5,8 respectivamente, para as silagens com 0, 4, 8 e 12% de adição de tanino (Figura 1). Pode-se observar que aos 28 dias de fermentação o pH das silagens com adição de 4% de tanino encontrava-se estabilizado.

Tabela 2. Valores médios de pH e porcentagem de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial em cinco períodos de fermentação

Tratamento	Período de fermentação (Dias)					EPM
	3	7	14	28	56	
	pH					
0%	4,13Bab	4,04Bb	4,14ABa	4,17Aa	3,84Bc	0,029
4%	4,10Ba	4,11Ba	4,05Bb	3,89Cc	3,89ABc	0,023
8%	4,37Ba	4,09Bb	4,16ABb	4,17Ab	3,88ABc	0,039
12%	4,91Aa	4,31Ab	4,22Ab	4,04Bb	3,97Ab	0,083
	N-NH ₃					
0%	4,42ABb	6,45Aa	4,89ABb	3,72Ab	3,55Bb	0,278
4%	3,98Bb	5,50Aa	5,54Aa	3,38Ab	3,29Bb	0,264
8%	3,59Ba	3,68Aa	3,72Ba	4,33Aa	3,51Ba	0,122
12%	6,30Aa	6,15Aa	4,72ABa	3,89Aa	6,02Aa	0,359

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Quanto ao nitrogênio amoniacal (N-NH₃), quando comparado os valores entre os tratamentos nos dias de fermentação, foi observado que houve maiores teores nas silagens com adição de 12% de tanino comercial no 56° dia de fermentação; nos outros períodos de fermentação os valores foram semelhantes aos demais tratamentos. Não houve diferença nos teores de N-NH₃ nas silagens com 8 e 12% de tanino entre os diferentes períodos de fermentação; em contrapartida, nas silagens sem adição de tanino os teores de N-NH₃ foram maiores no período com 7 dias de fermentação e na silagens com 4% de tanino foram maiores nos períodos com 7 e 14 dias de fermentação (Tabela 2).

Os valores médios de pH das silagens aos 56 dias de fermentação comportaram-se de forma linear crescente (Tabela 3). No mesmo período de fermentação o N-NH₃ apresentou comportamento quadrático.

As perdas por gases e a recuperação de matéria seca apresentaram comportamento quadrático, no entanto, as perdas por efluentes não apresentaram diferença (Tabela 3). O ponto de menor perda por gases foi encontrado com 5,03% de tanino e o ponto máximo de recuperação de matéria seca foi com 5,6% de tanino.

Figura 1 – Variação de pH das silagens com adição de níveis crescentes de tanino comercial em diferentes períodos fermentação (dias)

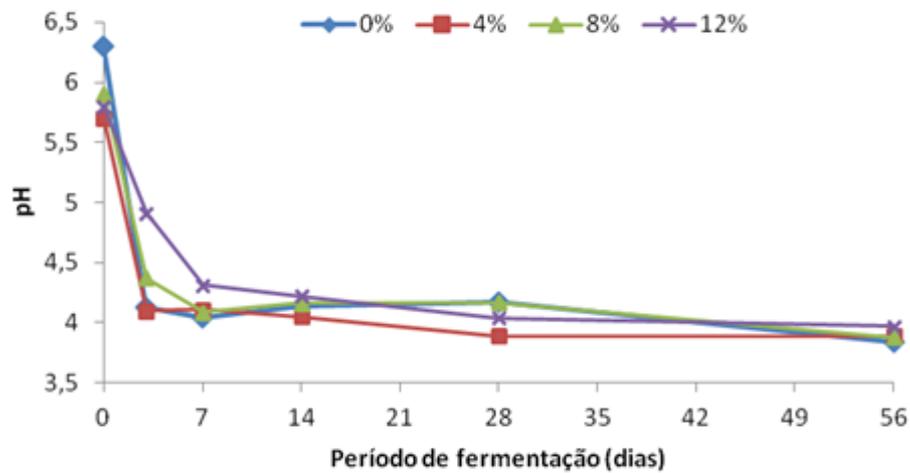


Tabela 3. Valores médios de pH, porcentagem de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), perdas por gases, perdas por efluentes e recuperação de MS de silagens de pornunça com 56 dias de fermentação adicionadas com diferentes níveis de tanino comercial

Variáveis	Níveis de tanino (% MS)				EPM	Efeito	
	0	4	8	12		L	Q
pH	3,84	3,89	3,88	3,97	0,019	0,0129	0,0409
N-NH ₃	3,55	3,29	3,51	6,02	0,334	0,0021	<,0001
Gás (%)	1,82	1,17	1,19	2,66	0,176	0,1071	<,0001
Efluente (kg/t MV)	1,68	3,48	1,58	3,40	0,355	0,3146	0,6147
Recuperação de MS (%)	90,14	97,07	90,97	91,12	0,715	0,6367	0,0402

Os níveis crescentes de inclusão de tanino nas silagens promoveram comportamento linear crescente para MS, NIDA, PIDA, PIDN e PIDA em relação à porcentagem de PB. Os teores de matéria seca (MS) passaram de 25,40% nas silagens sem adição de tanino para 29,36% nas silagens com adição de 12% tanino (Tabela 4).

A PB e FDN apresentaram comportamento linear decrescente com reduções de 17,10% e 10,6%, respectivamente, comparando o tratamento sem adição de tanino com 12% de tanino. Os parâmetros HEM e FDA tiveram comportamento quadrático (tabela 4).

Tabela 4. Composição químico-bromatológica de silagens de pornunça adicionadas de níveis de tanino comercial com 56 dias de fermentação

Variáveis	Níveis de tanino (% MS)				EPM	Efeito	
	0	4	8	12		L	Q
MS	25,40	26,92	27,77	29,36	0,4697	<,0001	0,0002
MO	91,59	92,92	92,54	92,84	0,1665	0,1903	0,2877
MM	8,41	7,08	7,46	7,16	0,1665	0,1903	0,2877
PB	12,63	11,62	11,24	10,47	0,1770	<,0001	<,0001
HEM	16,89	18,03	14,88	9,4	0,8689	<,0001	<,0001
FDN	62,80	62,79	59,93	56,10	0,8997	<,0001	<,0001
FDNcp	54,39	53,08	50,05	53,73	0,6786	0,4199	0,1308
NIDN	1,09	1,04	1,02	1,03	0,0225	0,3170	0,5059
PIDN	6,83	6,54	6,39	6,45	0,1412	0,3169	0,5058
PIDN % PB total	54,07	56,28	56,85	61,60	0,9829	0,0301	0,0843
FDA	45,91	44,76	45,07	46,70	0,4589	0,0008	0,0002
NIDA	0,42	0,54	0,67	0,66	0,0286	0,0003	0,0007
PIDA	2,65	3,37	4,31	4,10	0,1907	0,0009	0,0016
PIDA % PB total	20,98	29,00	38,34	39,16	1,6839	<,0001	<,0001

Para taxa de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (m1) e a taxa de produção de gases total (Mt) das silagens de pornunça não diferiram com a inclusão dos níveis de tanino comercial. Os valores médios de taxa de produção de gases foram 0,0564 e 0,0709 mL/g de MS/h para carboidratos não fibrosos (m1) e produção de gases total (Mt), respectivamente (Tabela 5).

A produção de gases dos carboidratos não fibrosos Vf1, e fibrosos Vf2 nas silagens apresentaram comportamento linear decrescente. As taxas da produção de gases da fração dos CNF, independente dos níveis de inclusão de tanino comercial, foram maiores em comparação com as taxas da produção de gases da fração dos CF (Tabela 5).

Tabela 5. Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (Vf1) e fibrosos (Vf2) em mL/g de MS, taxa de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (m1) e fibrosos (m2) em mL/g de MS/h, potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais (Vt), taxa de produção de gases total (Mt), fase de latência em horas (L), degradabilidade em 48 horas e erro padrão (EP) de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino com 56 dias de fermentação

Variáveis	Níveis de tanino (% MS)				EPM	Efeito	
	0	4	8	12		L	Q
Vf ₁	35,40	33,80	30,30	26,12	0,9731	<0,0001	<0,0001
Vf ₂	29,14	25,23	21,67	21,01	0,8999	<0,0001	<0,0001
m ₁	0,0565	0,0560	0,0576	0,0558	0,0005	0,2174	0,3255
m ₂	0,0148	0,0162	0,0140	0,0130	0,0003	<0,0001	<0,0001
Vt	64,54	59,03	51,97	47,12	1,7216	<0,0001	<0,0001
Mt	0,0713	0,0721	0,0716	0,0687	0,0006	0,7624	0,5259
L	5,30	5,14	4,70	4,71	0,0710	<0,0001	<0,0001

Os níveis crescentes de taninos promoveram redução de 9,3 mL e 8,13 mL de gás por grama de MS para carboidratos não fibrosos (CNF) e fibrosos (CF), respectivamente, quando comparado as silagens sem adição de tanino e o maior nível utilizado (12%). A cada adição de 4% de tanino nas silagens ocorreu redução de 3,1 mL de gás por grama de MS para CNF e redução de 2,7 mL de gás por grama de MS para CF (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos não fibrosos de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação

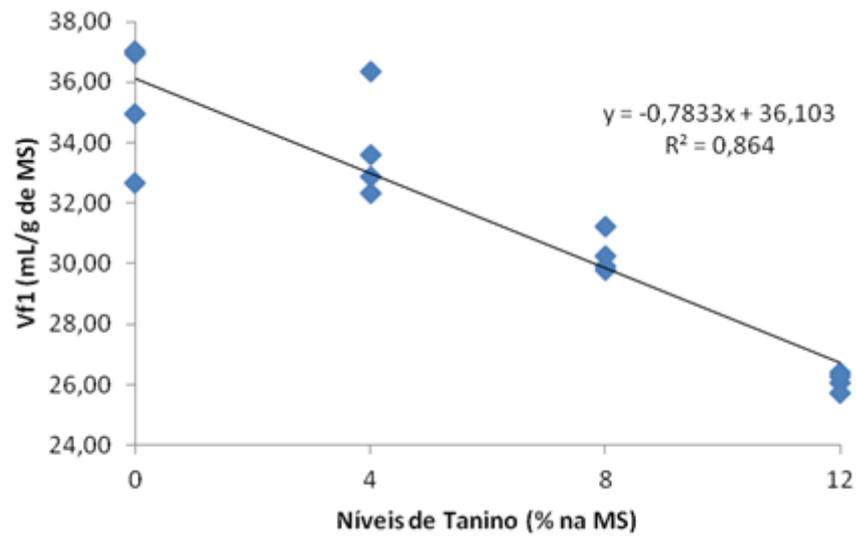
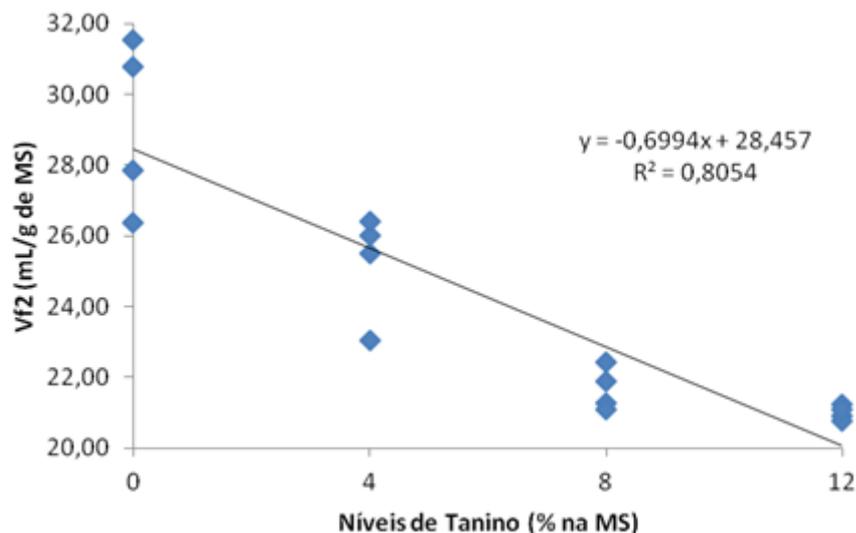
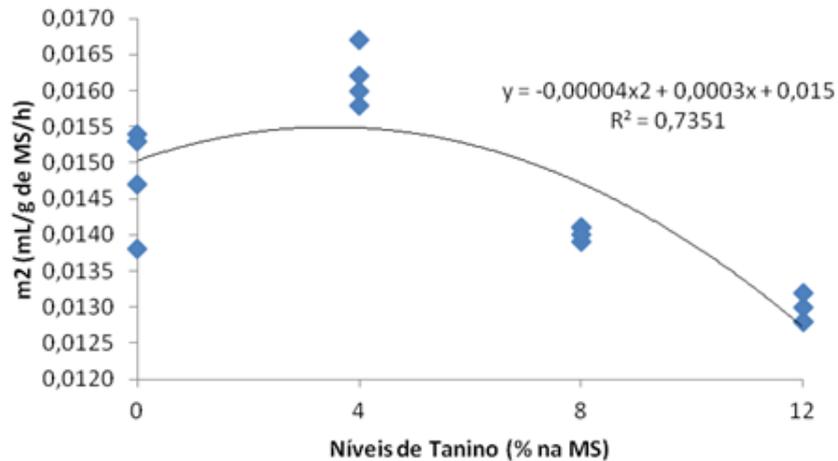


Figura 3 – Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos fibrosos de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação



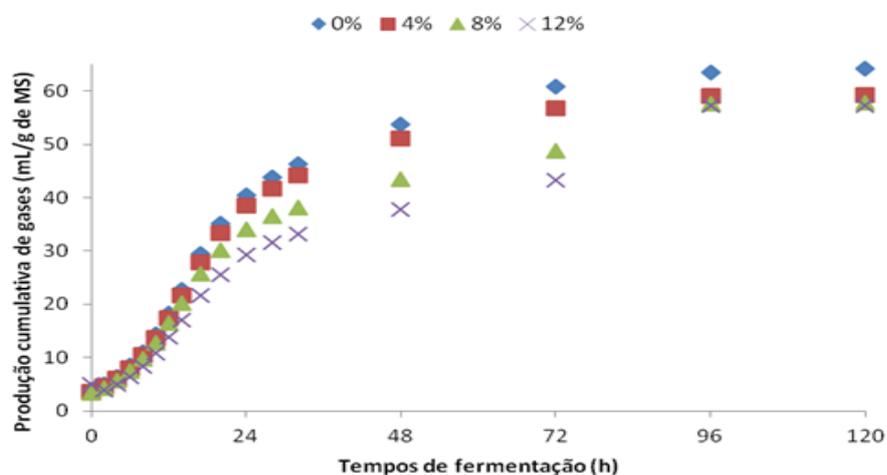
A taxa de produção de gases dos carboidratos fibrosos (m2), apresentou comportamento quadrático (Figura 4). O ponto de maior taxa de produção de gases dos CF foi encontrado com 3,75% de tanino.

Figura 4 – Taxa de produção de gases dos carboidratos fibrosos em mL/g de MS/h de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação



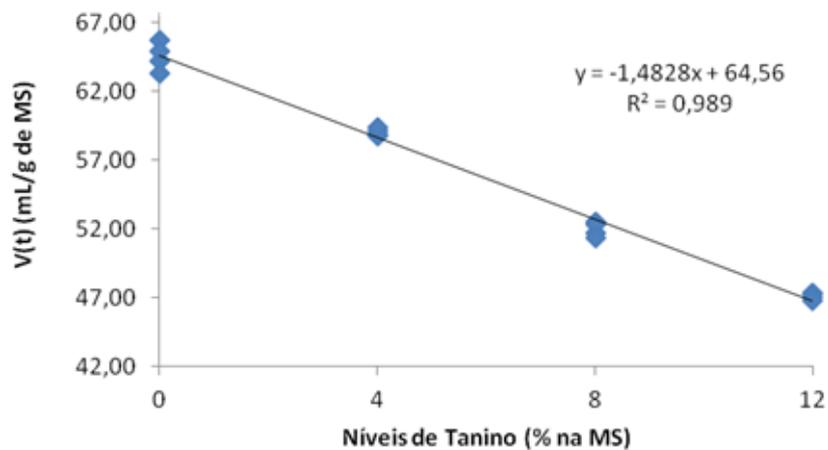
Na Figura 5 podem ser observadas as curvas de produção cumulativa de gases das silagens com adição de até 12% de tanino comercial. Observa-se maior velocidade de produção de gases nos tempos iniciais de incubação e após 72 horas os valores médios da produção de gases foram aproximados.

Figura 5 – Produção cumulativa de gases (mL/g de MS) de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação



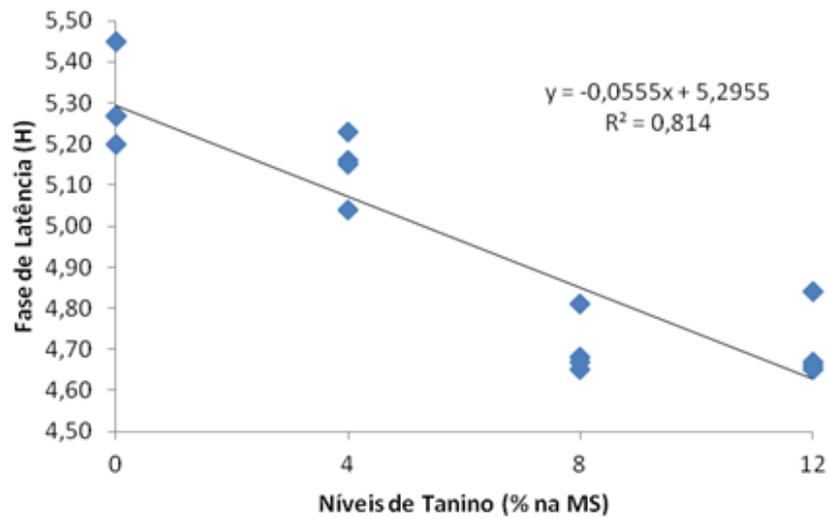
O potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais (Mt) nas silagens apresentou comportamento linear decrescente (Tabela 5), houve redução de 17,42 mL de gás por grama de MS comparando-se a silagem de pornunça sem adição de tanino com as silagens com inclusão de 12% (Figura 6). A cada adição de 4% de tanino observou-se redução de aproximadamente 5,9 mL de gás por grama de MS.

Figura 6 – Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais de silagens de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação



A fase de latência ou tempo de colonização (L) apresentou comportamento linear decrescente, onde, a partir da inclusão do tanino houve redução no tempo de colonização (Tabela 5), (Figura 7).

Figura 7 – Fase de latência em horas da silagem de pornunça com níveis crescentes de tanino comercial com 56 dias de fermentação



A degradabilidade das frações “a” e “b” apresentou comportamento linear, sendo o da fração “a” crescente e a fração “b” decrescente. A cada adição de 4% de tanino houve redução de 1,2% na degradabilidade da fração “b” (Tabela 6).

Tabela 6. Degradabilidade das frações a, b e c da MS, degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) de silagens de pornunça com 56 dias de fermentação adicionadas de níveis de tanino comercial

Variáveis	Níveis de tanino (% MS)				EPM	Efeito	
	0	4	8	12		L	Q
A	21,30	23,27	28,48	26,11	0,5364	0,0001	0,0009
B	31,04	28,09	28,48	26,92	0,4954	0,0027	0,0086
C	0,035	0,031	0,029	0,031	0,0010	0,1814	0,1992
DP	52,34	51,36	52,43	53,03	0,2261	0,1231	0,0523
DE	31,51	31,81	32,28	34,52	0,3759	0,0014	0,0013

A degradabilidade efetiva comportou-se de forma quadrática, sendo 2,08% de tanino o ponto de menor DE encontrada (Tabela 6). A degradabilidade da fração “c” e a degradabilidade potencial não apresentou diferença.

DISCUSSÃO

Valores de pH encontrados nas silagens a partir de 28 dias de fermentação para todos tratamentos apresentam-se dentro da faixa aceitável (Tabela 2). De acordo com GUIM *et al.* (2004), o pH ideal deve-se encontrar entre 3,5 a 4,2. Os mesmos autores afirmaram que esse intervalo proporciona fermentação adequada da silagem, ou seja, pode ser um indicador da redução da atividade de microrganismos responsáveis por fermentações secundárias.

Pode observar que houve uma queda considerável do pH do material original nos primeiros sete dias de ensilado mesmo com a menor velocidade na queda do pH observado nas silagens com adição de 12% de tanino (Figura 1). Apesar de não ter sido avaliado a quantidade de carboidratos solúveis, pode-se sugerir que as quantidades desses carboidratos presentes nas silagens de todos os tratamentos foram suficientes para o desenvolvendo de bactérias ácido lácticas, proporcionando o abaixamento do pH nos primeiros dias de ensilagem. Gregghi *et al.* (2014), afirmaram que o ácido láctico é o mais forte de todos os ácidos presentes nas silagens e sua presença promove a redução do pH de forma mais eficaz do que os outros ácidos graxos de cadeia curta.

O pH das silagens com adição de 4% de tanino comercial apresentou estabilidade aos 28 dias de fermentação (Tabela 2), segundo Silva *et al.* (2014), quanto mais rapidamente ocorrer o abaixamento do pH e estabilidade da fermentação de silagens, menores são as perdas de MS e nutrientes decorrentes da fermentação indesejáveis.

O efeito linear crescente nos valores de pH nas silagens com 56 dias de fermentação pode ser atribuído aos níveis de tanino utilizados (Tabela 3). O maior valor de pH foi verificado nas silagens com adição de 12% de tanino; assim, os possíveis efeitos benéficos dos taninos, provavelmente, são dependentes da concentração presente destes compostos no material a ser ensilado.

Apesar de o pH se encontrar dentro dos limites aceitáveis aos 56 dias, pode-se observar que a queda do pH das silagens com 12% de tanino foi mais lenta do

que a das silagens sem adição de tanino e com 4 e 8% (Figura 1), podendo ter favorecido o desenvolvimentos de microrganismos indesejáveis e, conseqüentemente, promover aumento no processo de proteólise. Este fato pode justificar a maior quantidade de N-NH₃ (6,02%) nas silagens com 12% de tanino comercial. Pinho et al. (2013), confirma que o pH pode favorecer o crescimento de bactérias gênero *Clostridium* e, por conseguinte, maiores concentrações de ácido butírico, resultando em maior degradação de aminoácidos determinando silagens de menor valor nutritivo.

As menores perdas por gases foram estimadas com o nível de 5,03% de tanino com perdas iguais a 1,01%, mostrando que acima desse valor os taninos interferem no padrão fermentativo e aumentam as perdas através de gases. O Aumento nas perdas por gases é provocado pelo aumento de microrganismos produtores de gases, como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal fermentadas (SANTOS *et al.*, 2008). O ponto máximo encontrado para a recuperação de matéria seca foi com a inclusão de 5,6% de tanino. Vale ressaltar que as melhores taxas de recuperação de MS e menor valor de perdas por gases foram observados em silagens com adição de tanino próximo a 5%. Segundo Mari (2003) as perdas por gases é o fator mais intensamente relacionado com a taxa de recuperação de MS.

O material ensilado apresentou maiores teores de MS quando o tanino foi incluído na sua composição (Tabela 4). Isto pode ser explicado pela participação do tanino como material com alto teor de MS (88,3%) e absorvente de umidade. Ao contrário da MS, o FDN e a PB foram reduzidos, apresentando menores valores com o aumento na inclusão dos níveis de tanino comercial. Este fato foi atribuído ao provável menor teor das frações fibrosas e ao menor teor de PB (1,8%) no tanino comercial (Tabela 1).

O comportamento linear crescente para NIDA, PIDA e PIDA em relação a porcentagem da PB pode estar relacionado a formação do complexo tanino-proteína, pois, segundo Oliveira *et al.* (2009), esse complexo pode estar fortemente associado aos constituintes da parede celular. O mesmo comportamento foi observado para PIDN em porcentagem da PB (Tabela 4), este efeito, provavelmente, ocorreu devido à ligação do tanino às proteínas aumentando com isso a PNDR. Esse complexo é altamente dependente do pH, sendo aquele próximo

à neutralidade (MIN *et al.*, 2003), valor semelhante ao pH do rúmen, razão pela qual a proteína torna-se indisponível para degradação.

A produção de gases dos carboidratos não fibrosos (CNF) e fibrosos (CF) foi influenciada pelo aumento nos níveis de taninos, reduzindo 3,1 e 2,7 mL de gás por grama de MS para CNF e CF, respectivamente, a cada 4% de inclusão de tanino comercial (Tabela 5). A redução na produção de gases dos carboidratos não fibrosos e fibrosos pode ter ocorrido através do efeito direto do tanino sobre a população de microrganismos. Este composto pode dificultar o acesso dos microrganismos ao conteúdo celular, além de formar complexos insolúveis com proteínas e carboidratos e de inibir a atividade das enzimas microbianas (GUIMARÃES-BEELLEN *et al.*, 2006).

As taxas da produção de gases da fração dos CNF foram maiores que os CF. Este efeito ocorre devido à alta degradabilidade dos CNF, os quais se encontram prontamente disponíveis para a fermentação. Por outro lado os CF precisam, inicialmente, ser colonizados pelos microrganismos para só, então, serem degradados, possuindo desta forma, menos taxa de fermentação quando comparado aos CNF (VAN SOEST, 1994).

As curvas de produção cumulativa de gases das silagens com adição de tanino comercial apresentaram maior velocidade de produção de gases nos tempos iniciais (Figura 5). A energia utilizada pelos microrganismos nas primeiras horas de incubação é proveniente, quase totalmente, da fermentação dos carboidratos não fibrosos (AZEVEDO *et al.*, 2003). Eles estão prontamente disponíveis para degradação e sua fermentação é mais rápida, implicando em menor tempo de fermentação. Após a redução na fermentação dos CNF a fermentação do CF é continuada, visto que esses são fermentados mais lentamente. Estes fatos explicam o motivo da aproximação da curva de produção cumulativa de gases entre os tratamentos após 72 h de incubação.

A fase de latência ou tempo de colonização (L) representa o tempo compreendido entre a incubação até o início da ação microbiana sobre a amostra incubada, que é favorecida pela presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular do alimento (FARIAS *et al.*, 2012). A inclusão do tanino promoveu redução no tempo de colonização (Tabela 5), provavelmente, pela possível alteração na população de microrganismos, reduzindo microrganismos celulolíticos que apresentam maior tempo de colonização,

favorecendo o crescimento de outros que tem maior velocidade de fermentação. Isso pode ter ocorrido devido a provável presença de carboidratos solúveis presentes no extrato de quebracho utilizado.

Segundo PATRA e SAXENA (2010), os taninos exercem ação antimicrobiana sobre o crescimento dos microrganismos incluindo bactérias celulolíticas e fungos, que podem afetar negativamente a utilização da fibra, causando uma provável mudança da microbiota.

O aumento na degradabilidade da fração solúvel (a) com o aumento dos níveis de tanino nas silagens pode ter ocorrido devido a menor granulometria do tanino comercial, o mesmo se apresenta na forma de pó e pode ter sido filtrado através da gramatura do saquinho usado na metodologia *in vitro* e/ou apresentar em sua composição elevado teor de carboidratos solúveis.

A redução de 1,2% na degradabilidade da fração potencialmente degradável (b) comparando o tratamento sem tanino com adição de 12% foi atribuída à capacidade dos taninos em se ligar às frações fibrosas formando complexos insolúveis reduzindo a digestão pelos microrganismos, além disso, os taninos podem agir diretamente sobre os microrganismos celulolíticos e inibir a atividade das enzimas microbianas (BAE *et al.*, 1993; OLIVEIRA E BERCHIELLI 2007).

O menor ponto encontrado para degradabilidade efetiva (DE) estimado *in vitro* foi com 2,08% de tanino havendo aumento na DE com níveis acima desse valor (Tabela 6). Esse comportamento pode ter sido provocado pela presença do tanino nas silagens, os quais podem aumentar o tempo de permanência das silagens no rúmen, visto que para determinar este parâmetro leva-se em consideração a taxa de passagem do alimento. Este é um possível mecanismo de defesa contra efeitos negativos de taninos em ruminantes (REED, 1995), pois o maior tempo de permanência no rúmen estimula maior ruminação e salivação, com isso há o aumento na liberação de glicoproteínas salivares e estas se ligam aos taninos deixando menos tanino disponível para ligação às proteínas de forragem no rúmen (WAGHORN, 2008).

CONCLUSÕES

O tanino comercial alterou a composição bromatológica das silagens. A inclusão dos maiores níveis desse composto afetou a queda do pH aumentando as concentrações de N-NH₃ e perdas por gases resultando em menor recuperação de MS. Além disso, o tanino foi capaz de reduzir a produção de gases *in vitro*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1990.

AZEVÊDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.

BAE, H. D.; McALLISTER T. A.; YANKE, J. et al. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 59, p. 2132-2138, 1993.

BARRY, T.N.; McNABB, W.C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.263-272, 1999.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004.

BEELEN, P. M. G.; BERCHIELLI, T. T.; BEELEN, R. N.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; PEREIRA FILHO, J. M. Tanino condensando 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, 2.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA, 1., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2003. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44735/1/AAC-Tanino-condensado.pdf>. Acesso em 09 de nov de 2014.

BOLSEN, K.K., LIN, C., BRENT, B.E. AND GADEKEN, D. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, 75: 3066-3083, 1992.

CANDIDO, M. J. D.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F.; NETO, M. M. G. Características fermentativas e potencial biológico de silagens de híbridos de sorgo cultivados com doses crescentes de adubação. **Revista Ceres**. v.49, p.151-167, 2002.

- CARULLA, J. E.; KREUZER, M.; MACHMÜLLER A.; HESS, H. D. Supplementation of Acacia mearnsii tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.56. p. 961-970, 2005.
- DANTAS, F. R.; ARAÚJO, G.G. L.; SILVA, D. S.; PEREIRA, L. G. R.; GONZAGA NETO, S.; TOSTO, M. L. Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot* sp.) com percentuais de co-produto de vitivinícolas desidratado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 247-257, 2008.
- FARIAS, L.N.; VASCONCELOS, V.R.; CARVALHO, F.F.R.; SARMENTO, J.L.R. Dinâmica da fermentação ruminal de coprodutos do babaçu por meio da técnica in vitro semiautomática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1275-1283, 2012.
- GREGHI, G.F.; BARCELOS, B.; NETTO, A. S.; VILELA, F.G.; RODRIGUES, P.H.M.; MARINO C.T. Contribuição da inclusão de polpa cítrica e casca de soja para a qualidade da silagem de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.66, n.1, p.277-283, 2014.
- GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E.C.; SOUSA, M.F.; SILVA, M.M.C. Padrão de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de jitirana lisa (*Ipomoea glabra* Choisy) e jitirana peluda (*Jacquemontia asarifolia* L. B. Smith) frescas e emurchecidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33 n.6 supl.3 Viçosa. 2004.
- GUIMARÃES-BEELEN, P.M.; BERCHIELLI, T.T.; BUDDINGTON R.; BEELEN R. 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.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal, 2012**. Vol. 40 – Brasil. ISSN-0101-4234. Disponível em: http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/ppm2012.pdf. Acesso em: 02 nov. 2014.
- JÚNIOR, D. M. L.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; OLIVEIRA, J. P. F.; ARAÚJO, T. L. A. C. Silagem para vacas leiteiras no semiárido. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.2, p 33-42, 2013.
- MARI, L. J. Intervalos entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.): Produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem. 138f. **Dissertação** (Mestrado em agronomia) Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP. 2003.
- MAURICIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica in vitro semi-automática de produção de gases

na avaliação de forrageiras tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.216-219, 2003.

MENEZES, D.R.; COSTA, R.G.; ARAÚJO, G. G. L.; PEREIRA, L. G. R.; NUNES, A. C. B. HENRIQUE, L. T.; RODRIGUES, R. T. S. Cinética ruminal de dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.67, n.2, p.636-641, 2015.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339p.

MIN, B.R.; BARRY, T.N.; ATTWOOD G.T.; MCNABB, W.C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, 106 (2003) 3–19.

NASCIMENTO, M. C. O.; SOUZA, B. B.; SILVA, F. V.; MELO, T. S. Armazenamento de forragem para caprinos e ovinos no semiárido do nordeste. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 9, n. 4, p. 20 - 27, out - dez, 2013.

OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T. Potencialidades da utilização de taninos na conservação de forragens e nutrição de ruminantes- Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p. 1-9, 2007.

OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; VECHETINI, M. E.; PEDREIRA, M. S. Fermentative characteristics and aerobic stability of sorghum silages containing different tannin levels. **Animal Feed Science and Technology** 154, 1–8, 2009.

OLIVEIRA, M. R.; NEUMANN, M.; UENO, R. K.; NERI, J.; MARAFON, F. Avaliação das perdas na ensilagem de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 319-325, 2013.

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

PATRA, A.K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v. 71, n.11-12, p. 1198–1222, 2010.

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; BEZERRA, H. F. C.; SILVA, T. C.; MACEDO, C. H. O.; PERAZZO, A. F. Perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-elefante colhido em diferentes alturas. **REDVET. Revista Electrónica de Medicina Veterinária**, vol. 14, n. 9, pp. 1-11, 2013. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63632376005>. Acesso em 10 nov de 2014.

REED, J.D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science** v.73, p.1516-1528. 1995.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; DANTAS, P. A. S.; DÓREA, J. R. R.; SILVA, T. C.; PEREIRA, O. G.; LANA, R. P.; COSTA, R. G. Composição bromatológica, perdas e

perfil fermentativo de silagens de capim-elefante com níveis de inclusão de jaca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 64-73, 2008.

SANTOSO, B.; HARIADI, B. T.J.; MANIK, H. & ABUBAKAR, H. Silage Quality of King Grass (*Pennisetum purpureophoides*) Treated with Epiphytic Lactic Acid Bacteria and Tannin of Acacia. Media Peternakan - **Journal of Animal Science and Technology**. v.34 p.140-145, 2011.

SAS. Institut, **Inc. Statiscs: user´s guide: version 9,1**. SAS Institut, Inc., Cary, NC. 2003.

SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal Animal Science**. v.72, p.2980-2991, 1994.

SENA, L. S.; JÚNIOR, V. R. R.; REIS, S. T.; OLIVEIRA, L. M., MARQUES K. M. S.; TOMICH, T. R. Degradabilidade das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v.15, n.3, p. 249-258, 2014.

SILVA, M. S. J.; JOBIM, C.C.; NASCIMENTO, W. G.; FERREIRA, G. D. G.; OLIVEIRA, M. R. Uso de aditivos e tempo de abertura dos silos em silagens de estilosantes campo Grande. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.2, p.381-393, 2014.

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

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.185-197, 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, P.F. Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações de ruminantes. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

VOLTOLINI, T. V.; NEVES, A. L. A.; FILHO, C. G. et al. **Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro**. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Eds.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação*. EMBRAPA SEMIÁRIDO, Petrolina, p. 199-242, 2010.

WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - Progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology** 147 (2008) 116–139.

5. Capítulo 2

Consumo, digestibilidade e produção de leite de cabras da raça Saanen alimentadas com silagem de pornunça com níveis de tanino comercial

Dalinne Tamara Queiroz de Carvalho; Daniel Ribeiro Menezes e outros

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do tanino comercial acrescido em dietas contendo silagens de pornunça sobre o consumo de matéria seca, digestibilidade dos nutrientes, produção de leite e estimativas de emissão de gases com potencial de efeito estufa em cabras da raça Saanen. Foram utilizadas oito cabras da raça Saanen com 30 dias de lactação em média. Foi utilizado o delineamento experimental em quadrado latino duplo (4X4), sendo quatro períodos e quatro dietas. O experimento teve duração de 80 dias, consistiu em quatro períodos com 20 dias cada. As dietas foram compostas de silagens do terço superior da pornunça (*Manihot spp*) sem adição de tanino comercial (controle) e com adição de 4, 6 e 8% de tanino comercial na MS da silagem correspondendo a 0; 2,4; 3,6 e 4,8% na MS da dieta total. Além da silagem os animais receberam concentrado numa relação volumoso:concentrado de 60:40. A estimativa da produção fecal foi efetuada utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Os consumos de MS, MO, MM, PB e FDN apresentaram comportamento linear decrescente com aumento nos níveis de tanino, representando taxas de reduções de 31,0%; 37,5%; 30,0%; 40,0% e 34%, respectivamente. O consumo de FDA comportou-se de forma quadrática. O consumo médio diário de água apresentou comportamento linear decrescente com redução de 30,2% comparando-se o tratamento sem tanino com 4,8% de tanino. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN apresentaram comportamento linear decrescente com taxas de redução de 14,34%, 14,39%, 31,21% e 33,98%, respectivamente em relação o tratamento sem adição de tanino com 4,8% de tanino. A produção de leite e todos os parâmetros estimados pela produção de gases *in vitro* apresentaram efeito linear decrescente. Houve redução de 34,51% na produção de leite e 13,15% na produção de gases por kg de leite produzido. Conclui-se que o tanino comercial reduziu o consumo, digestibilidade nos nutrientes, produção de leite e emissão de gases efeito estufa por kg de leite produzido em cabras da raça Saanen.

Palavras-chave: antinutricional. euforbiáceas. leite de cabra. proantocianidina

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of commercial tannin increased in diets containing pornunça silage on dry matter intake, digestibility, milk production and estimates emission of potential greenhouse gases in Saanen goats. For this were used eight Saanen goats with 30 days of lactation in average. Experimental design was used in a double latin square (4x4), four periods and four diets. The experiment lasted 80 days, consisted of four periods with 20 days each. The diets were composed of upper third of the silage pornunça (*Manihot spp*) without added commercial tannin (control) and with addition of 4, 6 and 8% commercial tannin in the silage dry matter corresponding to 0; 2.4; 3.6 and 4.8% DM in the diet. In addition to the silage animals were concentrated in a forage: concentrate ratio of 60:40. The estimated fecal output was made using the indigestible neutral detergent fiber (iNDF) as internal marker. The intakes of: DM, OM, MM, CP and NDF showed linearly decreased with increase in tannin levels, representing reductions rates of: 31.0%; 37.5%; 30.0%; 40.0% and 34%, respectively. The intake of ADF behaved in a quadratic form. The average daily water consumption showed decreasing linear behavior with a reduction rate of 30.2% comparing the control treatment with 4.8% tannin. The apparent digestibility coefficients of: DM, OM, CP and NDF showed decreasing linear behavior with reduction rates of: 14.34%, 14.39%, 31.21% and 33.98% respectively over the control treatment with 4.8% tannin. Milk production and all parameters estimated by *in vitro* gas production showed decreasing linear effect. There was a reduction rate of 34.51% in milk production and 13.15% in the production of gas per kg of milk produced. We were concluded that the commercial tannin reduced intake, digestibility in nutrients, milk production and emission of greenhouse gases per kg of milk produced in Saanen goats.

Keywords: anti-nutritional. euphorbia. goat milk. proanthocyanidin

INTRODUÇÃO

A caprinocultura leiteira contribui com o crescimento econômico da região nordeste, bem como representa significativo desenvolvimento social, haja vista que a atividade tem sido responsável por melhorias significativas nos índices de desenvolvimento humanos (IDH) das regiões onde está situada (SANTOS 2014).

Contudo, nos últimos anos a região nordeste passou por um longo período de estiagem o qual refletiu diretamente na produção de forragem e consequentemente na produção animal. Segundo o IBGE (2012), o efetivo de caprinos caiu 7,9% em 2012 comparativamente a 2011. O rebanho caprino nacional segundo o IBGE (2012) passou de 9.386.316 milhões de cabeças em 2011 para 8.646.463 milhões de cabeças em 2012. No mesmo ano, a produção de leite de cabra foi estimada em 148.149 mil toneladas (FAO, 2012).

O efeito da estiagem sobre a produção animal é devido a grande dependência dos animais da produção de biomassa oriunda da caatinga, pois segundo FRANÇA *et al.*, (2010) a vegetação desse bioma apresenta grande potencial forrageiro e compõe a principal alimentação dos pequenos ruminantes na região nordeste.

Visando minimizar esses efeitos, torna-se indispensável o uso de tecnologias que apresentam como objetivo preservar parte do excedente da forragem produzida no período favorável. Os princípios básicos da conservação de forragens são armazenar o excedente e conservar o seu valor nutritivo, de modo que este permaneça estável até a necessidade de fornecimento (SILVA *et al.*, 2014).

A ensilagem é uma técnica extremamente favorável para alimentação de caprinos e ovinos, principalmente em regiões áridas e semiáridas, pois, além de manter a composição bromatológica da forrageira, possibilita preservar a água contida nela (SOUZA *et al.*, 2010).

Além disso, a utilização de forrageiras nativas e resistentes à seca como as plantas da família euforbiáceas e conserva-las na forma de ensilagem é uma importante e possível alternativa para minimizar os efeitos da seca (BACKES *et al.*, 2014; SENA *et al.*, 2014).

Espécies do gênero *Manihot* são conhecidas por apresentarem alta resistência à seca e tolerância a solos pobres e ácidos, alto valor nutricional e elevado potencial produtivo, além de apresentar boa aceitabilidade pelos animais. A Pornunça (*Manihot* spp) é uma espécie arbustiva da família *Euforbiáceae*, híbrido

natural da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e da maniçoba (*Manihot glaziovii* Meull). É considerada uma alternativa na alimentação de rebanhos, principalmente de caprinos e ovinos (VASCONCELOS *et al.*, 2010).

Fatores intrínsecos a espécie forrageira como o teor de matéria seca pode apresentar riscos que podem levar á perdas de MS e nutrientes decorrentes de fermentações indesejáveis no processo de ensilagem (NASCIMENTO *et al.*, 2013). Assim, a adição de aditivos às silagens tem como objetivo melhorar os padrões fermentativos da massa ensilada, reduzir os riscos do processo de ensilagem e/ou melhorar o valor nutritivo da silagem (SANTOSO *et al.*, 2011). Os mesmos autores afirmaram que o uso de taninos como aditivos no processo de ensilagem promovem reduções de pH, nitrogênio amoniacal e ácido butírico.

Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas, são amplamente distribuídos dentro do reino vegetal e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas e são classificados em dois grupos: taninos hidrolisáveis e condensados (BATTESTIN *et al.*, 2004).

O efeito do tanino em animais depende da quantidade de ingestão desse composto, assim os taninos estão associados a efeitos benéficos e adversos. Aumento na absorção de aminoácidos no intestino através do aumento da proteína “by pass”, redução da população de parasitas intestinais, redução na produção de metano ruminal e redução na ocorrência do timpanismo espumoso (BARRY & MCNABB, 1999; PAOLINI *et al.*, 2003; BHATTA *et al.*, 2012) são efeitos benéficos observados em experimentos *in vivo*.

Por outro lado, quando ingerido em altas quantidades, os taninos podem ocasionar efeito depressivo sobre o consumo voluntário de matéria seca, redução na digestibilidade dos nutrientes principalmente de carboidratos fibrosos e proteínas, além disso, reduz à adesão microbiana a superfície das forrageiras (REED, 1995; BEELEN *et al.*, 2003).

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito do tanino comercial acrescido em dietas contendo silagens de pornunça sobre o consumo de matéria seca, digestibilidade dos nutrientes, produção de leite e estimativa da emissão de gases com potencial de efeito estufa em cabras da raça Saanen.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, em Petrolina-PE. Foram utilizadas 8 cabras, da raça Saanen, múltíparas, pesando em torno de 40,0 kg de peso vivo e com média de 30 dias de lactação. Os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas, em seguida permaneceram alojados em aprisco suspenso em baias individuais, providas de comedouro e bebedouro, para fornecimento da dieta total, água e sal mineral *à vontade*.

Foi utilizado o delineamento experimental em quadrado latino duplo (4X4), sendo quatro períodos e quatro dietas. O experimento teve duração de 80 dias, sendo composto de 4 períodos de 20 dias, dos quais os primeiros 15 dias de cada período foram destinados para adaptação dos animais as dietas experimentais e os 5 dias seguintes destinados a colheita de dados, quantificação da produção de leite e consumo de matéria seca.

Para a composição do material a ser ensilado foi utilizado o terço superior da parte aérea da pornunça (*Manihot* spp) que foi colhida no Campo Experimental da UNIVASF, para obtenção desse material foram plantadas mudas de pornunça numa área de aproximadamente 0,7ha com irrigação diária. A área plantada foi submetida a uma adubação orgânica e foi necessário fazer dois cortes para obtenção do material necessário para realização do experimento. Cada corte foi realizado com aproximadamente 6 meses de crescimento.

As dietas foram compostas de silagens da pornunça sem adição de tanino comercial (controle) e com 4, 6 e 8% de tanino comercial na MS da silagem que em relação à dieta total corresponderam a 0; 2,4; 3,6 e 4,8% de tanino. Além da silagem os animais receberam suplementação de concentrado (15% PB e 75% NDT) a base de milho em grão moído e farelo de soja numa relação volumoso:concentrado de 60:40 (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes da dieta

Parâmetros (%)	Pornunça	Milho grão moído	Farelo de Soja	Tanino Comercial
MS	28,32	82,0	84,58	88,3
MO*	92,36	98,75	93,49	94,2
MM*	7,64	1,24	6,50	5,8
PB*	11,7	7,52	52,45	1,8
HEM*	16,45	15,66	6,12	-
FDN*	56,38	21,52	15,26	-
FDA*	39,93	5,86	9,14	-

MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; MM – matéria mineral; PB – Proteína bruta; HEM – hemicelulose; FDN – Fibra em detergente Neutro; FDA – Fibra em detergente Ácido. * % da matéria seca.

Tabela 2. Composição percentual e química das rações com silagens de pornunça com níveis de tanino e concentrado

Ingredientes %MS	Tratamentos			
	0	2,4	3,6	4,8
Milho grão moído	25,6	24,8	24,27	23,47
Farelo de soja	12,4	13,2	13,73	14,53
Mistura mineral-Caprinos ¹	2,0	2,0	2,0	2,0
Tanino comercial	0	2,4	3,6	4,8
Silagem Pornunça	60,00	57,6	56,4	55,2
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes %MS	0	2,4	3,6	4,8
Matéria Seca (MS)	34,99	36,44	37,44	37,40
Matéria Mineral (MM)	7,85	7,74	7,60	7,48
Matéria Orgânica (MO)	92,15	92,26	92,40	92,52
Proteína Bruta (PB)	15,72	15,22	15,54	14,98
Fibra em detergente neutro (FDN)	52,66	52,60	51,93	51,75
Fibra em detergente ácido (FDA)	28,12	30,83	30,44	29,46
Extrato etéreo (EE)	3,18	3,14	3,00	2,66

¹ Composição: 7,5% P; 19% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,3% Na; 21,8% Cl; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 80 ppm I; 405 ppm Co; 30 ppm Se.

Valores maiores de adição de tanino nas silagens foram testados *in vitro*, porém *In Vivo* os animais reduziram o consumo de MS e a produção leiteira a quantidades incompatíveis com o bem estar animal. Por esse motivo foram reduzidas as concentrações de tanino para os valores citados acima.

Para confecção das silagens foram utilizados 35 tambores de polietileno com capacidade para 200L que foram preenchidos, compactados com os pés e fechados com tampas com lacre metálico. A alimentação foi fornecida logo após a ordenha às 7:00 e 16:00 horas, permitindo 10% de sobras, na forma de mistura completa.

Os dados para consumo de MS foram obtidos através dos registros do alimento oferecido e sobras e da colheita de amostras da dieta e sobras, realizada durante os cinco últimos dias de cada período experimental. As sobras dos alimentos foram pesadas pela manhã em sua totalidade, sendo 10% amostrado. Ao serem colhidas, as amostras foram acondicionadas em sacos de plásticos com as devidas identificações dos animais, tratamentos e período de colheita e em seguida congeladas a -15° C. Ao final de cada período foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma amostra composta para cada animal.

Para determinação dos coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, e FDN, foram efetuadas colheitas das fezes dos animais diretamente na porção final do reto, duas vezes ao dia durante os 5 dias de coleta. As coletas em cada período foram realizadas pela manhã e a tarde nos horários 7:00 e 13:00; 8:00 e 14:00; 9:00 e 15:00; 10:00 e 16:00; 11:00 e 17:00 horas, para o 1^o, 2^o, 3^o, 4^o e 5^o dia, respectivamente, (WANDERLEY et al., 2012). As amostras de fezes foram armazenadas a -15° C e ao final do período de coleta, foram homogeneizadas (constituindo uma amostra composta por animal).

Os ingredientes, as dietas, as sobras e as amostras de fezes foram pré-secos em estufa com ventilação forçada a 55° C por 72 horas e moídos em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 2mm. Estas amostras foram levadas para o laboratório de bromatologia para as análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) (AOAC, 2000). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas de acordo com o método descrito por VAN SOEST *et al.*, (1991).

O consumo médio de água (kg/animal/dia) foi registrado diariamente por meio da diferença entre os valores fornecidos e das sobras. Dessa diferença descontou-se a quantidade de água evaporada que foi estimada deixando-se dois baldes

semelhantes aos dos animais dentro da baía, sem acesso dos animais, e a quantidade de água perdida diariamente foi considerada como perdas por evaporação.

A estimativa da produção fecal foi efetuada utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. As amostras de fezes, alimentos e sobras foram incubadas “*in situ*” por um período de 240 horas segundo a metodologia de CASALI *et al.*, (2008).

Foram incubados 1 grama de cada amostra em sacos de tecido não-tecido (TNT – 100 g/m²), as mesmas foram acondicionadas na proporção de 20 mg de MS/cm² de superfície. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro e o resíduo considerado FDNi. A estimativa da produção fecal (kg MS dia⁻¹) foi estimada, baseando-se na razão entre a quantidade do indicador administrado ao animal e sua concentração nas fezes:

Fezes (g dia⁻¹) = FDNi ingerido / concentração do FDNi nas fezes.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi calculado como descrito por SILVA e LEÃO (1979), em que:

$$CDA = \frac{\{[(\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (kg)})]\}}{\text{consumo de nutrientes (kg)} * 100.}$$

Para as estimativas da emissão de gases efeito estufa pelos animais foi utilizado modelo *in vitro* Semiautomático descrito por Maurício *et al.* (2003), modificado por Menezes *et al.* (2015). Para tanto, foi atribuído à emissão de gases totais por grama de amostra de cada dieta testada por 24 horas de incubação. Os coeficientes utilizados foram obtidos relacionando-se os dados das avaliações *In vivo* com os *in vitro* (Maurício *et al.*, 2003) e com base em documentos da FAO (2013) e IPCC (2006).

Foi realizada a análise de regressão para os dados de consumo, produção de leite, coeficientes de digestibilidade, e coeficientes de produção de gases baseados na significância dos efeitos linear e quadrático, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Statistical Analysis Systems (SAS, Institute 2003).

RESULTADOS

O consumo médio diário de MS e o consumo médio dos nutrientes: matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) apresentaram comportamento linear decrescente, representando reduções de 31,0; 37,5; 30,0; 40,0 e 34%, respectivamente, comparando animais alimentados com dietas sem adição de tanino com as que continham 4,8% de inclusão do tanino. O consumo médio diário de fibra em detergente ácido apresentou comportamento quadrático. O consumo médio diário de água apresentou comportamento linear decrescente, passando de 3,74 kg/dia no tratamento sem adição de tanino para 2,61 kg/dia no tratamento com inclusão 4,8% de tanino comercial, representando redução de 30,2% (Tabela 3).

Tabela 3. Consumos médios diários de matéria seca e nutrientes em dietas contendo silagens de pornunça com níveis de tanino comercial e consumo de água

Parâmetros	Níveis de Tanino ^a (%)				EPM	Efeito	
	0	2,4	3,6	4,8		L	Q
CMS (kg/dia)	2,00	2,07	1,90	1,38	0,073	<,0001	0,0022
CMM (kg/dia)	0,16	0,16	0,15	0,10	0,067	<,0001	0,0030
CMO (kg/dia)	1,83	1,91	1,75	1,28	0,014	<,0001	0,0022
CPB (kg/dia)	0,35	0,34	0,31	0,21	0,038	<,0001	0,0110
CFDN (kg/dia)	1,03	1,07	1,00	0,68	0,024	<,0001	0,0006
CFDA (kg/dia)	0,51	0,59	0,54	0,34	0,006	0,0002	<,0001
CH ₂ O (kg/dia)	3,74	3,65	3,26	2,61	0,179	0,0008	0,2072

a – Níveis de inclusão de tanino comercial (Quebracho) no processo de ensilagem com base na Matéria seca da dieta total; CMS – consumo e Matéria seca; CMM – Consumo de matéria mineral; CMO – Consumo de matéria orgânica; CPB – consumo de proteína bruta; CFDN – Consumo de fibra em detergente neutro; CFDA – Consumo de fibra em detergente ácido; CH₂O – consumo de água;

Com o aumento nos níveis de tanino os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN apresentaram comportamento linear decrescente com redução de 14,34%, 14,39%, 31, 21% e 33,98% respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes em dietas contendo silagens de pornunça com níveis de tanino comercial

Parâmetros	Níveis de Tanino ^a (%)				EPM	Efeito	
	0	2,4	3,6	4,8		L	Q
CDMS	61,28	60,02	55,43	52,50	0,755	<,0001	0,2928
CDMO	62,27	61,10	55,81	53,45	0,774	<,0001	0,4422
CDPB	62,35	58,96	51,35	42,89	1,149	<,0001	0,0625
CDFDN	55,46	54,54	54,91	48,73	0,521	<,0001	<,0001

a – Níveis de inclusão de tanino comercial (Quebracho) no processo de ensilagem com base na Matéria seca da dieta total; CDMS – coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO - coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB - coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDFDN - coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro.

A Ingestão de matéria seca (MSI), ingestão de matéria orgânica (MOI), produção de leite e todos os parâmetros estimados pela produção de gases *in vitro* apresentaram comportamento linear decrescente. Houve redução de 34,51% na produção de leite comparando animais que receberam silagens sem adição de tanino com os que receberam o maior nível de tanino (Tabela 5).

Os parâmetros estimados pela produção de gases *in vitro* em associação ao experimento *in vivo* apresentaram comportamento linear decrescente, podendo destacar a produção de gases por kg de leite produzido que apresentou redução de 13,15% na emissão de gases com potencial de efeito estufa e a emissão de gases por animal por dia que apresentou redução de 40% com o aumento nos níveis de tanino nas silagens (Tabela 5).

Tabela 5. Ingestão de matéria seca e matéria orgânica, produção de leite e emissão de gases com potencial de efeito estufa em dietas contendo silagens de pomunça com níveis crescentes de tanino comercial

Parâmetros	Níveis de Tanino (%)				EP	Efeito	
	0	2,4	3,6	4,8		L	Q
MSI (kg/dia)	2,00	2,07	1,90	1,38	0,073	<,0001	0,0022
MOI (kg/dia)	1,83	1,91	1,75	1,28	0,014	<,0001	0,0022
Leite/animal/dia (kg)	1,78	1,81	1,53	1,13	0,070	<,0001	0,0008
Gas/gMS/24horas (mL) ¹	40,42	38,44	35,78	34,06	0,438	<0,0001	<0,0001
Gas/kg MSI/dia (L) ¹	64,54	59,03	55,66	51,97	0,438	<0,0001	<0,0001
Gas/kg MOI/dia (L) ¹	49,21	45,82	43,65	40,87	0,389	<0,0001	<0,0001
Gas/animal/dia (L) ¹	128,52	122,46	106,13	77,86	3,037	<0,0001	0,0019
Gas/kg Leite/dia (L) ¹	72,41	66,93	65,92	62,89	0,438	<0,0001	<0,0001

MSI = Matéria seca ingerida; MOI = Matéria orgânica ingerida; ¹ valores estimados pela produção de gases *in vitro* (Mauricio et al., 2003) associada com experimento *In vivo*.

DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca pelas cabras foi reduzido com aumento nos níveis de tanino nas silagens, passando de 2 kg/dia nos animais que receberam silagem sem adição de tanino para 1,38 kg/dia nos animais que receberam a silagem com maior concentração de tanino, representando redução de 31% (Tabela 3). Este efeito foi atribuído, provavelmente, à adstringência causada pelo tanino que é provocada pela ligação do tanino com glicoproteínas salivares reduzindo aceitação do alimento pelos animais (REED, 1995).

Além deste fator, Kumar e Vaithiyathan (1990) relataram que altas concentrações de tanino podem limitar o consumo de matéria seca devido a distensão física do rúmen, resultado da diminuição da digestão da matéria seca, pela inibição da fermentação do rúmen com formação de complexos com as proteínas e fibras e pela ligação com enzimas digestivas, inibindo sua ação catalítica e pela resposta hormonal desencadeada a partir de ligações dos taninos com a parede do intestino delgado.

Além da redução no consumo de matéria seca pode-se observar redução no consumo médio diário dos nutrientes, matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) (Tabela 3). Este efeito foi consequência da redução do consumo médio diário de matéria seca. Esse efeito corrobora com resultados encontrados por CARULLA *et al.* (2005), que verificaram redução no consumo de MS ao suplementar a dieta de ovinos com tanino condensado de *Acacia mearnsii*.

O efeito quadrático do consumo médio diário da Fibra em detergente ácido (FDA) ocorreu possivelmente através da busca dos animais em aumentar a salivação e conseqüentemente reduzir o efeito dos taninos. Segundo Wanderley *et al.* (2012), o aumento no consumo de carboidratos fibrosos pode aumentar a ruminação e salivação. Com o aumento da salivação há também o aumento na liberação de glicoproteínas salivares e estas se ligam aos taninos deixando menos tanino disponível para ligação às proteínas de forragem no rúmen (WAGHORN, 2008). Este é um possível mecanismo para a defesa contra os efeitos negativos de taninos em ruminantes (REED, 1995).

Houve um declínio no consumo de água pelos animais quando consumiram silagem com maior nível de tanino (4,8%) (Tabela 3). Como visto anteriormente, o nível de tanino afetou o consumo de MS, assim, pode-se sugerir que o consumo de água foi afetado indiretamente pelos níveis de tanino e diretamente pelo consumo de MS. Segundo Araújo *et al.* (2010), o consumo de matéria seca é um dos fatores determinantes para o ingestão de água.

O coeficiente de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN foram reduzidos com o aumento nos níveis de tanino (Tabela 4). A redução na digestibilidade da MS e MO é atribuída, provavelmente, ao efeito direto do tanino sobre os microrganismos ruminais, bem como a redução na adesão dos microrganismos à superfície das forrageiras (REED, 1995).

O efeito tóxico do tanino sobre os microrganismos segundo Sousa (2001) está associado a digestibilidade da MS pode ter origem através da inibição das enzimas digestivas microbianas; inibição do crescimento microbiano devido à ação bacteriostática ou bactericida do tanino e indisponibilização do substrato para a microbiota ruminal, através da formação de complexos substrato tanino insolúveis.

Esses resultados corroboram com Animut *et al.* (2008), que estudaram o efeito de *Lespedeza striata* na alimentação de caprinos Boer x espanhóis (7/8 Boer)

e verificaram redução na digestibilidade da MS, MO e PB com aumento nos níveis (0, 33, 67 e 100%) dessa planta. Os autores atribuíram este fato ao alto teor de tanino presente nessa forrageira.

A redução na digestibilidade aparente da PB foi atribuída, provavelmente, à ação do tanino em formar complexos com proteínas deixando-os indisponível para degradação ruminal, em consequência desse evento há aumentando da PNDR. Esse complexo tanino-proteína é altamente dependente do pH, sendo mais fortemente ligado em pH próximo da neutralidade (MIN *et al.*, 2003). O pH ruminal encontra-se entre 6,0 a 7,0, por esse motivo a proteína fica indisponível para degradação.

Efeitos semelhantes foram encontrados por Woodward e Reed (1995) ao testar duas forrageiras em caprinos e ovinos (*Acacia breuispica* – alto teor de tanino) e (*Sesbania sesban* – baixo teor de tanino) e verificaram redução na digestibilidade da proteína com o aumento no fornecimento da *Acacia breuispica*.

A redução na digestibilidade do FDN com o aumento nos níveis de tanino pode ter ocorrido, provavelmente, em virtude da ligação desse composto fenólico a fração fibrosa do alimento. Segundo Oliveira e Berchielli (2007) os taninos podem reduzir a digestão da fibra por meio da complexação com a lignocelulose, o que reduz a digestão microbiana, inibindo diretamente os microrganismos celulolíticos.

A redução de 34,51% observada na produção de leite do tratamento sem tanino em relação ao tratamento com 4,8% foi atribuída, possivelmente, a diminuição nos consumos e digestibilidades das frações nutritivas testadas (Tabelas 3 e 4) com menos nutrientes disponíveis, houve redução na produção. Carvalho *et al.* (2006), afirmaram que em um sistema de produção, o consumo de alimento é de grande importância, visto que a ingestão de MS determina o fornecimento de nutrientes necessários para atender os requerimentos de manutenção e produção dos animais.

Sobre a produção de gases *in vitro* associada ao experimento *in vivo* foi verificada a influência da inclusão do TC na produção de gases em todos os parâmetros estimados (Tabela 5). A redução na produção de gás por kg MSI e MOI foi atribuída à redução no consumo de MS e MO, promovendo redução na disponibilidade de nutrientes para os microrganismos. Primavesi *et al.* (2004), atribuíram a menor produção de gases em bovinos leiteiro a menor ingestão de alimento.

A produção de gases por kg de leite produzido foi reduzida em 13,15% do tratamento sem adição para o 4,8%. Para Zijderveld *et al.* (2011), redução na emissão de gases pode melhorar o balanço de energia. Além dos benefícios econômicos direto com o aumento na eficiência no uso de energia do alimento pelos animais há ainda benefícios ambientais com a redução na produção de gases com potencial de efeito estufa (BERCHIELLI *et al.*, 2012). Isso porque a formação do metano é um mecanismo de eliminação do hidrogênio do rúmen, entretanto, este vem acompanhado da perda de carbono, promovendo perda de energia, as quais estão entre 4% e 12% da energia bruta do alimento ingerido (IPCC, 2006).

CONCLUSÕES

O tanino comercial reduziu o consumo e digestibilidade nos nutrientes, produção de leite e emissão de gases efeito estufa por kg de leite produzido em cabras da raça Saanen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIMUT, G.; PUCHALA, R.; GOETSCH, A.L.; PATRA, A.K.; SAHLU, T. ; VAREL, V.H.; WELLS, J. Methane emission by goats consuming diets with different levels of condensed tannins from lespedeza. **Animal Feed Science and Technology**. v.144 p.212–227, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1990.

ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI, M. L.; TURCO, S. H. N.; CARVALHO, F. F. R. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.326-336, 2010 (supl. especial).

BACKES, A. A.; SANTOS, L. L.; FAGUNDES, J. L.; BARBOSA, L. T.; MOTA, M.; VIEIRA, J. S. Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.15, n.1, p.182-191 jan./mar., 2014.

BARRY, T.N.; McNABB, W.C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.263-272, 1999.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004.

BEELEN, P. M. G.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; MEDEIROS, A. N.; ARAÚJO FILHO, J. A.; BEELEN, R. N.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência dos taninos condensados sobre a degradabilidade ruminal de jurema preta (*Mimosa hostilis*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria, RS. Otimizando a produção animal: **anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42471/1/AAC-Influencia-dos-taninos.pdf>. Acesso em 10 nov de 2014.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal – FUNEP, 2006. 583p.

BHATTA, R.; MANI, S.; LUNA BARUAH AND SAMPATH, K. T. Phenolic Composition, Fermentation Profile, Protozoa Population and Methane Production from Sheanut (*Butryospermum Parkii*) Byproducts In vitro. **Asian-Australasian Journal Animal Science**. 25:1389-1394. 2012.

CARULLA, J. E.; KREUZER, M.; MACHMÜLLER A.; HESS, H. D. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.56. p. 961-970, 2005.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1154-1161, 2006 (supl.).

CASALI, A.O.; DETMANN, EDENIO; FILHO, S. C. V.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH - PAPER 177 In: **Mitigation of Greenhouse Gas Emissions in Livestock Production**. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3288e/i3288e.pdf>. Acessado em 12 jan. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>. Acesso em: 05 nov. 2014.

FRANÇA, A.A.; GUIM A.; BATISTA, Â.M. V.; PIMENTEL, R. M. M.; FERREIRA, G. D. G. É MARTINS, I. D. S. L. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 131-138, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal, 2012**. Vol. 40 – Brasil. ISSN-0101-4234. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/ppm2012.pdf. Acesso em: 02 nov. 2014.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Emissions from Livestock and Manure Management. In: EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (eds). IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: *IGES, 2006*. Chap 10, p.747-846.

KUMAR, R. AND VAITHIYANATHAN, S. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. **Animal Feed Science and Technology**, 30 (1990) 21-38.

MAURICIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica in vitro semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.216-219, 2003.

MENEZES, D.R.; COSTA, R.G.; ARAÚJO, G. G. L.; PEREIRA, L. G. R.; NUNES, A. C. B. HENRIQUE, L. T.; RODRIGUES, R. T. S. Cinética ruminal de dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.67, n.2, p.636-641, 2015.

MIN, B.R.; BARRY, T.N.; ATTWOOD G.T.; MCNABB, W.C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**.106 (2003) 3–19.

NASCIMENTO, M. C. O.; SOUZA, B. B.; SILVA, F. V.; MELO, T. S. Armazenamento de forragem para caprinos e ovinos no semiárido do nordeste. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 9, n. 4, p. 20 - 27, out - dez, 2013.

OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T. Potencialidades da utilização de taninos na conservação de forragens e nutrição de ruminantes- Revisão. **Archives of Veterinary Science** v.12, n.1, p. 1-9, 2007.

PAOLINI, V.; BERGEAUD, J.P.; GRISEZ, C.; PREVOT F.; DORCHIES, PH.; HOSTE, H. Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology** 113 (2003) 253–261

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T. E BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.277-283, mar. 2004.

REED, J.D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1516-1528. 1995.

SANTOS, C. S. Diagnóstico da produção familiar de leite caprino em Mossoró-RN: aspectos sociais, econômicos, ambientais e higiênico-sanitários. 2014. 140f.

Dissertação (programa de pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) UFERSA, Mossoró-RN, 2014.

SANTOSO, B.; HARIADI, B. T.J.; MANIK, H. & ABUBAKAR, H. Silage Quality of King Grass (*Pennisetum purpureophoides*) Treated with Epiphytic Lactic Acid Bacteria and Tannin of Acacia. Media Peternakan - **Journal of Animal Science and Technology**. v.34 p.140-145, 2011.

SAS. Institut, **Inc. Statiscs: user´s guide: version 9,1**. SAS Institut, Inc., Cary, NC. 2003.

SENA, L. S.; JÚNIOR, V. R. R.; REIS, S. T.; OLIVEIRA, L. M., MARQUES K. M. S.; TOMICH, T. R. Degradabilidade das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v.15, n.3, p. 249-258, jul./set. 2014.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

SILVA, T. C.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; OLIVEIRA, J. S.; MACEDO, C. H. O.; PERAZZO, A. F.; BEZERRA, H. F. C. Conservação de forrageiras xerófilas. **REDVET-Revista Eletrônica de veterinária**. V.15, n.03, 2014. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030314.html>. Acessado em: 20 jan 2015.

SOUSA, B.M. Degradabilidade in situ dos componentes nutricionais das silagens de três genótipos de sorgo (CMSXS 180, CMSXS 227 e BR 700). 2001. 73f.: **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2001.

SOUZA, E. J. O.; GUIM, A.; BATISTA, Â. M. V.; ALBUQUERQUE, D. B.; MONTEIRO, C. C. F.; ZUMBA, E. R. F.; TORRES, T. R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.11, n.4, p.1056-1067, 2010.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VASCONCELOS W. A. et al. Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 4, N. 2, p. 36, 2010.

WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - Progress and challenges **Animal Feed Science and Technology** 147 (2008) 116–139.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B.; VÉRAS, A. S. C.; FARIAS, IDERVAL; LIMA, L. E.; DIAS, A. M. A.. Palma Forrageira (*Opuntia ficus*

indica Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, Â. M. V.; VÉRAS, A. S. C.; BISPO, S.; SILVA, F. M.; SANTOS, V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.444-456, 2012.

WOODWARD, A.,L, J.D. REED. Intake and digestibility for sheep and goats consuming supplementary *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. **Animal Feed Science Technology** 56 (1995) 207-216.

ZIJDERVELD, S. M. V.; DIJKSTRA, J.; PERDOK, H. B. ; NEWBOLD, J. R.; AND GERRITS, W. J. J. Dietary inclusion of diallyl disulfide, yucca powder, calcium fumarate, an extruded linseed product, or medium-chain fatty acids does not affect methane production in lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**. 94 :3094–3104. 2011.