

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TERÇO SUPERIOR DA MANDIOCA ENSILADO COM TANINO  
CONDENSADO: QUALIDADE DA SILAGEM E USO NA ALIMENTAÇÃO DE  
CABRAS LEITEIRAS**

**THIAGO VINICIUS COSTA NASCIMENTO**

**SALVADOR - BAHIA**

**MAIO – 2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TERÇO SUPERIOR DA MANDIOCA ENSILADO COM TANINO  
CONDENSADO: QUALIDADE DA SILAGEM E USO NA ALIMENTAÇÃO DE  
CABRAS LEITEIRAS**

**THIAGO VINICIUS COSTA NASCIMENTO**  
Médico Veterinário

**SALVADOR - BAHIA  
MAIO - 2016**

**THIAGO VINICIUS COSTA NASCIMENTO**

**TERÇO SUPERIOR DA MANDIOCA ENSILADO COM  
TANINO CONDENSADO: QUALIDADE DA SILAGEM E USO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS**

Tese apresentada ao Programa de  
Doutorado em Zootecnia, da  
Universidade Federal da Bahia  
como requisito parcial para obtenção  
do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição e  
Produção de Ruminantes

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Ribeiro Menezes

**SALVADOR - BAHIA**

**MAIO - 2016**

**Sistemas de Bibliotecas - UFBA**

Nascimento, Thiago Vinicius Costa.

Terço superior na mandioca ensilado com tanino condensado: qualidade da silagem e uso na alimentação de cabras leiteiras / Thiago Vinicius Costa Nascimento. - 2016.

103 f.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Ribeiro Menezes.

Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2016.

1. Caprino - Alimentação e rações. 2. Silagem. 3. Leite de cabra. 4. Ruminante - Alimentação e rações. 5. Manihot esculenta. 6. Gases. I. Oliveira, Ronaldo Lopes. II. Menezes, Daniel Ribeiro. III. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

CDD - 636.390855

CDU - 636.39085

**TERÇO SUPERIOR DA MANDIOCA ENSILADO COM TANINO:  
QUALIDADE DA SILAGEM E USO NA LIMENTAÇÃO DE CABRAS  
LEITEIRAS**

Thiago Vinicius Costa Nascimento

Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

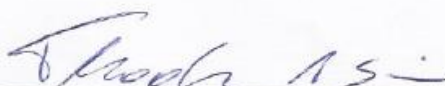
Salvador, 20 de maio de 2016

Comissão examinadora:



---

**Dr. Ronaldo Lopes Oliveira**  
UFBA  
Orientador / Presidente



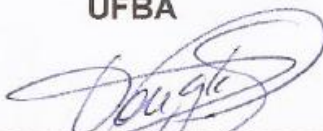
---

**Dr. Thadeu Mariniello Silva**  
UFBA



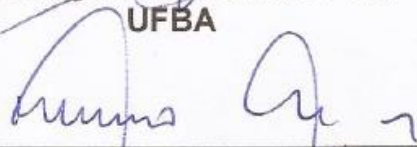
---

**Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro**  
UFBA



---

**Dr. Douglas dos Santos Pina**  
UFBA



---

**Dr. Severino Gonzaga Neto**  
UFPB

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

THIAGO VINICIUS COSTA NASCIMENTO - Filho de Nilson Castro Nascimento e Maria das Graças Costa, nasceu em Salvador, Bahia, no dia 18 de novembro de 1985.

Em fevereiro de 2004, iniciou o curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal da Bahia-UFBA, finalizando-o em 11 de dezembro de 2009, com a defesa da monografia intitulada: “DESEMPENHO PRODUTIVO DE CAPRINOS MANTIDOS EM PASTAGEM DE CAPIM BUFFEL E SUPLEMENTADOS COM UMBU.”

Em Janeiro de 2010, foi aprovado na seleção de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, na Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF, finalizando-o no dia 16 de fevereiro de 2012, quando se submeteu a banca examinadora para defesa da dissertação intitulada: ”ATIVIDADE OVARIANA PUERPERAL DE CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA DURANTE O PERÍODO SECO DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO.” Em Novembro de 2011, foi aprovado na seleção para o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia-UFBA. Em maio de 2016, submeteu-se a banca examinadora para defesa da tese intitulada: “TERÇO SUPERIOR DA MANDIOCA ENSILADO COM TANINO CONDENSADO: QUALIDADE DA SILAGEM E USO NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS”

“Dificuldades preparam pessoas comuns  
para destinos extraordinários.”

(C.S.Lewis)

Ao Pai Eterno,  
meu guia, mentor dos meus anjos da guarda  
meus protetores.  
Fontes de toda minha força e saúde física e mental  
para superar todas as dificuldades que  
encontrei ao longo desta caminhada,  
que só foi viabilizada por conta de pessoas  
maravilhosas que me impulsionaram para este momento  
DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela minha existência, por me proporcionar a oportunidade de fazer as melhores escolhas na seara profissional, tanto como na pessoal com a decisão de buscar me tornar cada dia mais um profissional mais gabaritado, e com a mesma intensidade de ser uma pessoa melhor. Tal evolução e jornadas só são possíveis por estar cercado sempre de profissionais altamente gabaritados (colegas e orientadores), além de amigos e familiares.

À minha mãe Graça que, com muita luta e dedicação, sempre esteve ao meu lado, em todos os momentos da minha vida, me impulsionando nas minhas conquistas sobre a forma de ensinamentos, me dando todo amor, carinho e estabilidade necessários para que eu pudesse buscar minha evolução profissional.

À minha irmã Paloma pelo carinho, amizade, apoio e por sempre estar comigo em todos os momentos tanto de alegrias como de dificuldades, me dando força, sendo uma irmã maravilhosa.

Ao meu afilhado, sobrinho e praticamente filho, Enzo, por sempre me fazer me sentir amado, e como se eu fosse a pessoa mais importante do mundo! És um dos meus principais motivadores, que me impulsiona a ser cada dia melhor, com você tenho aprendido as delícias de ser pai e ter uma responsabilidade maior como seu ídolo. Amo muito esse danado!!

À minha filha Anabella que chegou para me mostrar que ainda tenho muito o que realizar para fazer ela ser muito feliz e orgulhosa do pai!

A minha namorada Anny que chegou para me completar me trazer amor, calma, confiança e incentivo para que eu conseguisse estar neste momento de defesa com força total concretizando o sonho de ser um Doutor!

Ao meu avô e padrinho José Paulo (Mano) por todas as lições e pelo maior de todos os ensinamentos, o de como amar a vida.



Ao meu Pai Nilson pelos conselhos e carinho.

Aos meus familiares, pela compreensão, momentos de felicidade e ensinamentos.

Aos brothers do futebol, em Juazeiro (Ricardo, Pedrão), em Petrolina (Funcionários da UNIVASF e prof. Daniel) pelos momentos de descontração.

Ao meus amigos do Trapalhões F. C. com os quais fomos bi campeões gerais da UFBA!!! (Eliardo, Felipe Bouzas, Ossival, Mayro, Fabiano, Daniel (primo), Nivaldo, Murilo, Theofilo, Emerson (sequela), Arthur, Jandreí, Jefferson, Alan, Darlan, Jean), Isso me lembra a época da graduação do Daermatobia F.C. campeão de tudo!!!

Aos grandes amigos e Ex-orientadores Daniel Maia Nogueira, Edilson Soares Lopes Júnior e Mabel Freitas Cordeiro, pelos ensinamentos de forma geral, tanto de vida, quanto profissionais, pelos conselhos, pelo apoio, e principalmente por terem me mostrado o maravilhoso mundo da pesquisa e da docência.

Aos amigos M.V.'s Vinícia, Livia e Celso, Zoot.'s Mayara e Thaís, dos quais tive a feliz oportunidade de contribuir com seu crescimento, e tenho observado seus sucessos profissionais os quais são motivos de muito orgulho para mim.

Aos futuros profissionais e estagiários do GECAL, grupo de estudos de caprinos leiteiros, em especial a mainha (Gracileide), Tia (Ianne) *in memoriam*, Júlio, Jair. Aos zootecnisitas Dalinne e Diogo, além dos Médicos veterinários Fábio Marcelo (fofota) e Alita que foram de fundamental importância na realização do experimento de doutorado.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), pela estrutura necessária para a realização do experimento de doutorado.

Aos funcionários da UNIVASF Neldson e Peixoto que colaboram de forma decisiva na realização do trabalho.

Ao meu Co-orientador Daniel Ribeiro Menezes, por ter me fornecido o projeto para a realização do meu experimento de doutorado, pelos ensinamentos, pela amizade, e todo apoio para realizar o experimento, sem falar do futebol e churrascos para a descontração e diminuição do estresse do experimento, só tenho a te agradecer como pessoa e profissional!

Ao meu orientador Ronaldo Lopes Oliveira, pela compreensão, apoio e viabilização do experimento e a maravilhosa oportunidade de participar do programa de doutorado Sanduiche no exterior que foi de grande importância pelo contato criado e pela gama de aprendizados pessoal, cultural e principalmente profissional.

À Universidade Federal da Bahia que através do programa de pós-graduação em Zootecnia me permitiu crescer como pessoa e profissional através da vivência com professores gabaritados.

Ao Dr. Kung, meu orientador, nos Estados Unidos, University of Delaware, que me atribuiu grande crescimento profissional com a experiência de poder conhecer as tecnologias, “*know how*”, de técnicas feitas em países em que a pesquisa é tratada com respeito.

Aos meus roommates Erica, Samuel, Iracema, Laís, Ken (chinês), Marco (Fera), Camila, que foram essenciais na minha adaptação e na minha vida nos EUA, sem falar dos parças mexicanos do futebol.

For my Labmates Erica, Megan (my female version), Becca and Steph every was friendly and patients with me mainly in the first months, You girls are so specials!!! Thank you so much!!!

Aos colegas do PPGZ, em especial, os mais próximos: Dallyson, Fabiano, Paula, Poliane, Nivaldo, Cláudia, Patrícia Dutra, Felipe, as Carol's, Fleming, Sansão, Patrícia, Luís, Ana Alice pelas resenhas e companheirismo nas matérias, além dos fanfarrões Meme, Rony e Ítalo que não são do programa mas também estavam nessa mesma galeria.

Aos brincalhões: Cego (Marcelo), Titi (Thiago), Bug (Hugo), Lucas, Marcão, Buii (Rodrigo) Saci (Tércio), Danet (Danilo), Tito (Deraldo), Léo, Davi, e aos demais amigos de infância Delegado (Henrique), Bombeiro Osso (Lucas), Beço (Luís Pedro), Formiga (André), Male

(Marcelo), Campeão (Luiz) pelos momentos de descontração, resenhas, futebol e também pela compreensão e acima de qualquer coisa à nossa forte amizade.

Apesar do agradecimento detalhado das pessoas que mais se destacaram na realização deste trabalho sei que ainda haverá muitos que participaram e não foram destacados mas nem por isso foram menos importantes.

Obrigado a todos que participaram direta ou indiretamente da realização de mais um objetivo.

**MUITO OBRIGADO!!!**

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I – Características fermentativas, cinética de degradação e produção de gases do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado

	<b>Página</b>
Figura 1 pH da silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado .....	57
Figura 2 Concentração de ácido láctico em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado .....	58
Figura 3 Concentração de ácido acético em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado .....	59

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo I – Características fermentativas, cinética de degradação e produção de gases do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado**

	<b>Página</b>
Tabela 1	Composição bromatológica do material pré-ensilado ..... 47
Tabela 2	Perdas por efluentes, bolores e gases, em matéria natural, em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado.....53
Tabela 3	Características fermentativas de silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado ..... 54
Tabela 4	Valores de ácidos orgânicos (AcO), em ppm, em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado ..... 56
Tabela 5	Cinética de produção de gases de ensilagem, do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado aos 28 e 56 dias.....60
Tabela 6	Fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), fração indegradável (I), taxa de degradação da fração b ( $K_d$ ), degradação potencial (DP) e degradação efetiva (DE), em taxas de passagem, aos 28 e aos 56 dias de ensilagem, do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado.....61

### **Capítulo II- Silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado na dieta de cabras leiteiras**

Tabela 1	Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais (expressas na matéria seca)..... 80
Tabela 2	Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais (em porcentagem da matéria seca)..... 81
Tabela 3	Consumos, em kg, de água, matéria seca, fibra em detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos não-fibrosos e relação consumo de matéria seca:peso corporal, em %, em cabras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado.....87
Tabela 4	Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado ..... 87

Tabela 5	Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, fibra detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não-fibrosos e nutrientes digestíveis totais da dieta em cabras alimentadas com silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado.....	88
Tabela 6	Balanço do nitrogênio em cabras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado .....	89
Tabela 7	Desempenho produtivo de cabras alimentadas com silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado no momento da ensilagem .....	90
Tabela 8	Composição do leite de cabras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado no momento da ensilagem.....	90

## LISTA DE SIGLAS

- °C – Graus Celsius
- %N ureico - Percentual de nitrogênio ureico
- AcO – Ácidos orgânicos
- AGCC - Ácidos graxos de cadeia curta
- AGPI - Ácidos graxos poli-insaturados
- AGV - Ácidos graxos voláteis
- AOAC – Association of analytical chemists (associação de métodos químicos analíticos)
- CF – Carboidratos fibrosos
- CH<sub>4</sub> – Metano
- CHOT – Carboidratos totais
- CLA - Ácido linoléico conjugado
- cm<sup>2</sup> - Centímetros quadrados
- CNF – Carboidratos não fibrosos
- CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono
- DE – Degradabilidade efetiva
- DP - Degradabilidade potencial
- EE – Extrato etéreo
- EPM - Erro-padrão da média
- FAO – Food and Agriculture Organization (Organização mundial de Agricultura e alimentos)
- FDA – Fibra em detergente ácido
- FDN – Fibra em detergente neutro
- g – Gramas
- GPEE - Gases com potencial de efeito estufa
- ha - Hectare
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel intergovernamental de mudanças climáticas)
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- Kg – Quilogramas
- mg - Miligramas
- MM – Matéria mineral

mm – Milímetros

μm - Micro metro

MS – Matéria seca

N - Nitrogênio

NDT – Nutrientes digestíveis totais

NIDA - Nitrogênio insolúvel em detergente ácido

NIDN - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro

NH<sub>3</sub> - Amônia

NLIN – Não linear

NO - Óxido nitroso

NT – Nitrogênio total

NRC - Nutrient Research Council (Conselho de pesquisa de nutrientes)

PB – Proteína bruta

PC3% – Produção de leite corrigida para 3% de gordura

PC3,5% – Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura

PC4% – Produção de leite corrigida para 4% de gordura

PDL- Produção diária de leite

PDR – Proteína degradada no rúmen

PLCG – Produção de leite corrigido para gordura

PNDR - Proteína não degradada no rúmen

Psi - Pound per square inch (Pound por polegada quadrada)

PTLp - Produção total de leite por período

SAS - Statistic Analysis System (Sistema de análises estatísticas)

SCFA- Short chain fatty acid (Ácidos graxos de cadeia curta)

TC- Taninos Condensados

TNT – Tecido não tecido

ton – Toneladas

USEPA - United States Environmental Protection Agency (Agência Norte-americana de proteção ambiental)

VFA - Volatile fatty acid (Ácido graxos volatéis)

VPMD – Variação de peso média diária

VPTp - Variação de peso total do período



# TERÇO SUPERIOR DA MANDIOCA ENSILADO COM TANINO CONDENSADO: QUALIDADE DA SILAGEM E USO NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

## SUMÁRIO

	<b>Pagina</b>
01.INTRODUÇÃO .....	22
02. REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1 Silagem como reserva estratégica de forragem .....	24
2.2 Uso de parte aérea da mandioca na alimentação animal .....	25
2.3 Uso de tanino na alimentação animal .....	28
2.3.1 Influência do tanino da dieta nos produtos de origem animal .....	30
03. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
<b>CAPÍTULO I Características fermentativas, cinética de degradação e produção de gases do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado.....</b>	<b>41</b>
RESUMO: .....	42
ABSTRACT: .....	43
1 – INTRODUÇÃO .....	44
2 - MATERIAL E MÉTODOS .....	45
2.1 Local e duração do experimento .....	45
2.2 Confeção da silagem .....	46
2.3 Perdas e perfil fermentativo.....	47
2.4 Cinética de produção de gases e degradabilidade in vitro.....	49
2.5 Delineamento experimental e análise estatística .....	51
3– RESULTADOS .....	52
4 - DISCUSSÃO.....	62
5 – CONCLUSÕES .....	66
6 – REFERÊNCIAS.....	66

<b>CAPÍTULO II Silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino</b>	
<b>condensado na dieta de cabras leiteiras .....</b>	<b>74</b>
RESUMO: .....	75
ABSTRACT: .....	76
1 – INTRODUÇÃO .....	77
2 - MATERIAL E MÉTODOS .....	79
2.1 Local e duração do experimento .....	79
2.2 Manejo dos animais e das dietas .....	79
2.4 Análises das amostras .....	81
2.4.1 Alimentos, sobras, fezes e urina .....	81
2.5 Determinação do consumo .....	83
2.6 Ensaio de digestibilidade .....	83
2.7 Desempenho e controle leiteiro .....	84
2.8 Avaliação do comportamento ingestivo .....	84
2.9 Análise estatística .....	86
3. RESULTADOS .....	86
4 – DISCUSSÃO .....	91
5 – CONCLUSÕES .....	95
6 – REFERÊNCIAS .....	95

## **Terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado: qualidade da silagem e uso na alimentação de cabras leiteiras**

**RESUMO:** Objetivou-se com esta pesquisa determinar o melhor nível de inclusão de tanino condensado no processo de ensilagem do terço superior da mandioca, considerando as características qualitativas da ensilagem e sua relação com a produção e perfil químico do leite de cabras leiteiras. Foram confeccionados 84 minissilos, sendo 21 minissilos por nível de inclusão de tanino condensado (0; 2,5; 5; 7,5% da MS), os quais foram abertos em triplicata em sete momentos (1, 3, 5, 7, 14, 28, 56 dias de ensilagem), caracterizando um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 7. No segundo experimento utilizou-se 8 cabras Anglonubianas com peso corporal de  $40 \pm 2$ kg, distribuídas em um delineamento em quadrado latino duplo 4x4, com 4 períodos e 4 níveis. As dietas totais foram compostas, com base na MS, de 80% de silagem 20% de concentrado, ofertadas após a ordenha. Houve efeito linear crescente para perdas de gases e bolores no período de fermentação ( $P < 0,01$ ). As características fermentativas, o pH, e as concentrações de MS e de PB foram influenciadas de forma linear decrescente com a inclusão dos níveis de tanino condensado ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,01$  e  $P = 0,01$ ), respectivamente. Dentre os AGCC apenas o ácido acético foi influenciado pelo nível de tanino, aumentando linearmente ( $P = 0,01$ ). Os dados de produção de gases pelas silagens abertas no 28º dia foram influenciados quadraticamente, com ponto de mínima no nível de 4,66% de tanino condensado. Por outro lado, nas silagens abertas aos 56 dias não foram afetadas pelos níveis de tanino ( $P > 0,05$ ). Com 56 dias foram observados efeitos quadráticos com níveis de inclusão máxima de 3,38%; 6,59% e mínima de 5,23% para as frações a, b e c, respectivamente. A inclusão de tanino influenciou as degradabilidades potenciais, cujos pontos máximos se revelaram nos níveis de 3,53% e 3,38%, para os dias 28 e 56, respectivamente. Conclui-se que a adição de tanino condensado alongou a fase fermentativa e fez com que a silagem estivesse estabilizada apenas aos 56 dias de ensilagem. No segundo experimento, não houve impacto da inclusão de tanino sobre o consumo de água, de MS, de FDN e de PB ( $P > 0,05$ ). A ruminação foi afetada com o maior tempo de ruminação correspondendo ao nível de incorporação de 4,74%. A digestibilidade de PB, FDN, CNF e o teor de NDT sofreram efeito significativo com comportamento linear decrescente ( $P = 0,02$ ;  $P = 0,04$ ;  $P = 0,03$ ;  $P = 0,03$ ). Houve efeito quadrático dos níveis de tanino adicionados no material ensilado ( $P < 0,05$ ) sobre as quantidades de nitrogênio retido e do balanço de n, cujos pontos de máxima ocorreram nos níveis de 3,95% e 3,69% de tanino. A inclusão de tanino não afetou a produção de leite ( $P > 0,05$ ), mas teve efeito significativo

( $P=0,02$ ) na concentração de N ureico no leite, que apresentou comportamento linear decrescente. A adição de tanino condensado a 3,95% na ensilagem do terço superior da mandioca promove maior retenção de nitrogênio que pode favorecer nos aspectos produtivos de cabras em lactação.

**Palavras-chave:** aditivos na silagem, leite caprino, *Manihot esculenta*, nutrição de ruminante, produção de gases.

## **Upper third of cassava ensiled with condensed tannin: silage quality and use in the diet of dairy goats**

**ABSTRACT:** The objective of this research was to determine the best condensed tannin inclusion level in the process of ensiling the upper third of cassava, considering the qualitative characteristics of silage, silage quality and its relationship production and chemical profile of dairy goats milk. We made 84 minissilos, 21 minissilos by level of inclusion of condensed tannin (0, 2.5, 5, 7.5 % DM), these were opened in triplicate and in seven times (1, 3, 5, 7, 14, 28, 56 days of ensiling), featuring a completely randomized design in a factorial 4 x 7. In the second experiment was evaluated the productive performance, in this experiment were used 8 anglonubianas goats with body weight of  $40 \pm 2$  kg, distributed to a randomized double Latin square with four periods and four levels. The total diets were composed, based on DM, 80% silage and 20% concentrate were offered after milking. The losses were increased linearly for gases and mold at opening days ( $P < 0.01$ ). Fermentative characteristics, pH, and concentrations of MS and CP showed significant effects with decreased linearly with the addition of condensed tannin levels ( $P < 0.01$ ,  $P < 0.01$  and  $P = 0.01$ ), respectively. Among the AGCC only acetic acid was affected tannin level, with increasing linear behavior ( $P = 0.01$ ). The gas production data by silages open on the 28th day were influenced quadratically with minimal point at the level of 4.66% of condensed tannin. Moreover, silages open at 56 days were not affected by tannin levels ( $P > 0.05$ ). At 56 days were observed quadratic effect with maximum inclusion levels of 3.38% (fraction b); and minimum 6.59 and 5.23% for fractions a and undegradable, respectively. The inclusion of tannin affected the potential degradability, whose peaks are revealed in the levels of 3.53% and 3.38% for the 28 and 56, respectively. We concluded that addition of condensed tannin lengthened the fermentative stage and caused the silage was stabilized only after 56 days of ensiling. In the second experiment, there was not impact of the addition of tannin on the consumption of water, DM, NDF and CP ( $P > 0.05$ ). The rumination was affected due to the inclusion of tannin, this behavior was quadratic, with the largest rumination corresponding to the level of incorporation of 4.74%. The CP, NDF, NFC digestibility and TDN suffered significant effect ( $P = 0,02$ ;  $P = 0.04$ ;  $P = 0.03$ ;  $P = 0.03$ ), with a decreasing linear behavior as increased the condensed tannin level. Quadratic effect of tannin levels added in the ensiled material ( $P < 0.05$ ) on the quantities of nitrogen retained and nitrogen balance, whose maximum points occurred at the level of 3.95% and

3.69% of tannin. The inclusion of tannin did not affect milk production ( $P > 0.05$ ), but had a significant effect ( $P = 0.02$ ) in concentrations of urea N milk, which showed decreasing linear effect. The addition of condensed tannin levels in 3.95% of dry matter in the upper third of cassava silage favors the nitrogen retained can increase of productives characteristics for dairy goats.

**Keywords** :. Nutritional alternative, caprine milk, *Manihot esculenta*, Ruminant Nutrition

## 01. INTRODUÇÃO

A utilização de coprodutos, subprodutos e resíduos da agroindústria, assim como as tecnologias de conservação de forragem, podendo ser usadas em associação, são alternativas para minimizar os efeitos da oscilação da oferta de forragem durante o período seco. Mesmo animais altamente adaptados a pouca oferta de alimentos e água como os caprinos, sofrem o impacto da redução da qualidade e quantidade de forragem no período seco, em especial em sistemas de criação extensivos (LOPES, 2006; SILVA et al., 2007; TORREÃO et al., 2008).

A parte aérea da mandioca, desprezada pelo produtor, que utiliza como produto principal a raiz da planta e apenas 20% do terço médio (maniva) para serem replantadas, restando o terço superior da planta o qual pode ser utilizada na alimentação animal (PINHO et al., 2004; SOUZA et al., 2012). Sendo esta, uma excelente alternativa alimentar por ser tolerante a seca, resistente ao ataque de insetos e ervas daninhas (SENA et al., 2014) e por apresentar produtividade que pode passar de 100 ton MV/ha/ano (SILVA e FERREIRA FILHO, 2007).

Entretanto, este resíduo ainda é pouco utilizado na alimentação animal, em virtude da presença de compostos tóxicos como glicosídeos cianogênicos, o que torna quase obrigatória a necessidade do processamento deste resíduo.

Devido o terço superior da mandioca apresentar baixo teor de matéria seca de 20,7 a 27% (FERNANDES et al., 2008), abaixo do preconizado por McDonald (1981) que o teor de matéria seca ideal para ensilagem deve variar de 28 a 34% de MS. Somado ao elevado teor de proteína bruta de 15 a 25% (FERREIRA et al., 2007; FERNANDES et al., 2008), dificulta a conservação na forma de silagem, pois há riscos de fermentações indesejáveis que podem elevar as perdas de nutrientes (VIEIRA et al., 2004; SILVA e FERREIRA FILHO, 2007; FERNANDES et al., 2008; KUNG Jr., 2010) o que proporciona a viabilidade de uso aditivos neste processo (McDONALD et al., 1991; VIEIRA et al., 2004).

O elevado teor de proteína bruta do terço superior da mandioca, pode dificultar a queda do pH da silagem em virtude da proteólise, liberando amônia e aumentando o pH, o que pode favorecer a proliferação de bactérias de fermentação secundária como clostrídios e enterobactérias, que deterioram o material ensilado causando o aumento

das perdas, redução da aceitabilidade da silagem, presença de odores desagradáveis e queda da qualidade do material (KUNG Jr., 2010).

A inclusão de aditivos na ensilagem pode promover redução das perdas por efluentes e fermentações indesejáveis, destacando-se o tanino que, ao se ligar as proteínas reduz a possibilidade da fermentação butirica, pois minimiza o acesso das bactérias do gênero *Clostridium* à proteína, reduzindo a proteólise e a deaminação, preservando a qualidade do material conservado (KHIAOSA-ARD et al., 2009).

Na literatura, a inclusão de taninos na dieta de ruminantes, a depender da concentração, pode exercer efeito deletério bem como favorável (TORAL et al., 2016). A respeito do efeito deletério, Lima Júnior et al. (2010) observaram que concentrações > 4% de tanino condensados (TC) na MS pode causar redução da aceitabilidade, degradabilidade e do valor nutritivo das forrageiras, agindo como fator antinutricional, entretanto, efeitos positivos do tanino na dieta de ruminantes foram observados na prevenção do timpanismo; aumento do fornecimento de proteína *by-pass* e proteína digestível no intestino delgado.

Os trabalhos mostram que o nível máximo de tanino que pode trazer efeitos benéficos ou deletérios é variável em torno de 4 a 5% da MS da dieta, e estas variações de resultados ocorrem em virtude de características dos taninos utilizados, e de como é a interação destes taninos com as proteínas de cada alimento, sendo importante destacar que as características estruturais, perfil aminoácidico, ponto isoelétrico da proteína (MINIERI et al., 2014; CARREÑO et al., 2015; TORAL et al., 2016).

A interação entre o tanino e a proteína pode favorecer uma melhor utilização de aminoácidos essenciais da dieta oriundos da redução da proteína degradada no rúmen, aumento da eficiência da utilização do nitrogênio no rúmen, consequente da redução da produção de nitrogênio amoniacal, minimiza a população de bactérias metanogênicas, mitigando a produção de metano que é apontado como uma das causas do efeito estufa (SLIWINSKI et al., 2002; MAKKAR, 2003, REIS et al., 2006; OLIVEIRA e BERCHIELLI, 2007).

Diante o exposto, objetivou-se com a realização desta pesquisa determinar o melhor nível de inclusão de tanino, considerando as características fermentativas do processo da ensilagem do terço superior da mandioca, bem como o desempenho de cabras leiteiras.



## 02. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Silagem como reserva estratégica de forragem

Sistemas de criação extensivos e semiextensivos sofrem com a oscilação da quantidade e qualidade da oferta de forragem para a alimentação animal, principalmente em virtude da lignificação da parede celular e do decréscimo nos teores de proteína bruta nas plantas (BHATTA et al., 2015). A conservação do excedente de forragem de qualidade produzido no período chuvoso sob a forma de silagem pode reduzir o impacto negativo da oscilação de forragem, ou a utilização de resíduos com alto teor de proteína bruta como a parte aérea das plantas da família das Euphobiaceas que vem despertando o interesse de vários pesquisadores (FAUSTINO et al., 2003; MODESTO et al., 2004; PINHO et al., 2004, FALKENBERG et al., 2005).

Dentre as plantas deste gênero, destaca-se a mandioca, por ser endêmica do semiárido brasileiro, ser resistente a períodos de seca prolongada, por apresentar elevado poder de rebrota após o início das chuvas, além de possuir elevados teores de proteína bruta na parte aérea e de carboidrato não fibroso nas raízes sendo superiores às gramíneas tropicais (MODESTO et al., 2004; FERREIRA et al., 2009).

A silagem, mesmo podendo ser utilizada na alimentação animal em períodos críticos de escassez de água e alimentos, pode apresentar perdas durante o processo de ensilagem, como a perda de nutrientes por efluentes ou ainda decorrentes de fermentações indesejáveis, a exemplo da fermentação butírica (VIEIRA et al., 2004), que compromete a qualidade da silagem. Como forma de minimizar esta perda de nutrientes, a inclusão de produtos externos, como os aditivos pode promover uma redução das fermentações secundárias, aumentando o valor nutritivo e melhorando a estabilidade aeróbia do material conservado (HENDERSON, 1993; COSTA et al., 2001).

Segundo Henderson (1993) e Woolford (1984) os aditivos dividem-se em três categorias: estimulantes da fermentação (inoculantes bacterianos e enzimas), fontes de nutrientes e/ou adsorventes de umidade (polpa cítrica peletizada, resíduos de frutas e leguminosas) e inibidores de fermentação (sais, ácidos orgânicos: propiônico, acético e fórmico; ácidos inorgânicos: sulfúrico e fosfórico, ureia, tanino).

Aditivos que são inibidores de fermentação podem proporcionar no material ensilado aumento do teor de MS, redução da produção de efluentes e podem gerar algumas melhorias no valor nutritivo de silagens (McDONALD et al., 1991), conseqüentemente favorecer a produção animal.

## **2.2 Uso de parte aérea da mandioca na alimentação animal**

O Brasil produziu 23,4 milhões de toneladas de raízes de mandioca, sendo a região nordeste responsável por 7,5 milhões de toneladas (IBGE, 2013). Porém desta produção, apenas as raízes são comercializadas e da parte aérea da planta, apenas se aproveita o caule (manivas) para o replantio, restando o terço superior da planta que pode ser utilizada na alimentação de animais, ou como fonte de energia (VEIGA et al., 2016).

O terço superior da mandioca é de grande produtividade, podendo alcançar a produção de 70 a 130 tonMV/ha/ano (SILVA e FERREIRA FILHO, 2007), resistente ao estresse hídrico, comum no período seco da região nordeste (SENA et al., 2014). É considerada uma alternativa alimentar de qualidade por possui teor de proteína bruta variando de 15,4 a 20,3% (FERNANDES et al., 2008), podendo chegar até 25% (FERREIRA et al., 2007), o perfil de aminoácidos são próximos ao do farelo de soja (WANAPAT, 2009) e alto teor de umidade, que serve como fonte indireta de água aos animais, com teor de matéria seca de 20,7 a 28% (FERNANDES et al., 2008).

Na literatura encontra-se alguns trabalhos correlacionando o consumo da parte aérea ou folhas de mandioca, com o desempenho animal em diferentes espécies, seja como forragem ou como substituto da fração proteica no concentrado (THANG et al., 2010) (Quadro 1). Estes autores mencionam que a utilização das folhas (folhas e pecíolos), do terço superior (folhas, pecíolos e finos galhos) e da parte aérea (folhas, pecíolos, finos galhos, maniva) são importantes fontes de proteína bruta e carboidratos, com maior concentração para os carboidratos fibrosos.

O feno do terço superior da mandioca, apresenta um teor de carboidratos totais em média de 65% da MS, em que cerca de 45% são carboidratos fibrosos e 20% são carboidratos não fibrosos (CNF). Possui 7,41% de nitrogênio não proteico (fração A),

17,50% de proteínas de rápida degradação (fração B1), 44,24% de proteínas de degradação intermediária (fração B2), 29,49% de proteína de degradação lenta (fração B3) e 1,34% fração indegradável (C). Com relação a degradabilidade total dos carboidratos, estes se dividem em 20% de fração prontamente degradável, que são representadas por açúcares mono, di e polissacarídeos não estruturais (A+B1), 60% de fração potencialmente degradável (B2) e 20% de fração indegradável (C) (SOUZA et al., 2012).

Silva et al.(2012) avaliando a degradabilidade e produção de gases *in vitro*, afirmaram que a parte aérea da mandioca com e sem emurchimento, apresentou degradabilidade efetiva da matéria seca de 74,6 a 76,6% nas primeiras 24h e quando alcançada as 96h de incubação, atingiu cerca de 88% da degradabilidade. Porém, Marques et al. (2013) trabalhando com 4 variedades de mandioca e com a silagem feita do terço superior (da sobra de plantio e da planta inteira), encontraram resultados diferentes, com degradabilidade potencial da matéria seca de 42,60 a 55,70 e degradabilidade efetiva variando de 28,80 a 42,31% atribuindo esta diferença a variedade de mandioca e a idade da planta, que estão relacionados a proporção dos carboidratos fibrosos e não fibrosos, a estrutura dos tecidos vegetais através da maior lignificação da parede celular tendo por principal consequência a redução da degradabilidade. Ambos autores encontraram valores de tempo de colonização em cerca de 1,5h.

Quadro 1. Desempenho produtivo de animais alimentados com parte aérea de mandioca

<b>Categoria animal</b>	<b>Alimentos</b>	<b>CMS (kgMS/dia)</b>	<b>GPD (g/dia)</b>	<b>GPT (kg)</b>	<b>PL (kg/dia)</b>	<b>Autor</b>
Tourinhos 110kgPV	0,26kg Farelo de soja	3,831	520a	46	-	Thang et al., 2010
	0,95kg Folha de mandioca*	3,834	337b	30	-	
	1,01kg Estilosandes*	3,859	408ab	37	-	
	0,49kg Folha de mandioca* + 0,49kg estilosandes*	3,911	477ab	43	-	
Cabritos 3 meses	Capim panico	0,569	62,77	-	-	Ananth e James, 2013
	(45% folha de mandioca+ 15% residuo de chá)	0,554	59,38	-	-	
Cabritos de 10kg e 4 meses	0% feno de folhas de mandioca	0,464	6c	0,5b	-	Hang e Ledin, 2012
	15% feno de folhas de mandioca	0,459	14b	1,4b	-	
	30% feno de folhas de mandioca	0,454	46a	4,2a	-	
	45% feno de folhas de mandioca	0,449	48a	4,3a	-	
Cordeiros 9kg	Capim	-	-13,5b	-0,66b	-	Anaeto et al., 2013
	Capim + 1,5%PV silagem de mandioca	-	2,00a	40,8a	-	
	Capim + 1,5%PV casca de raiz de mandioca	-	2,33a	47,6a	-	
Cabras leiteiras	0gMS de feno de mandioca	1,124	-3,1a	-	0,882e	Dung et al., 2010
	100gMS de feno de mandioca	1,147	-2,0c	-	0,979d	
	200gMS de feno de mandioca	1,207	-2,2b	-	1,164c	
	300gMS de feno de mandioca	1,248	-1,4d	-	1,327b	
	400gMS de feno de mandioca	1,188	-0,50f	-	1,532a	
	500gMS de feno de mandioca	1,154	-0,70e	-	1,381ab	

\*folhas secas utilizadas como concentrado; a,b letras minúsculas diferentes são significativamente diferentes na coluna

Apesar de apresentar características nutricionais favoráveis, a mandioca apresenta em sua composição, compostos tóxicos como os glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina), que algumas vezes impedem os produtores de utilizá-la na alimentação animal, pois estes compostos originam o ácido cianídrico (HCN) após sofrerem algumas reações (SOTO-BLANCO e GÓRNIAK, 2010).

O gênero *Manihot* possui diversas espécies que podem ser confundidas por possuem folhas semelhantes, destacando-se a mandioca, macaxeira, maniçoba e pornunça, porém com diferentes concentrações de glicosídeos cianogênicos que variam em torno de 0,20 a 1,68 g/kg MS (BORIN et al., 2005; SOTO-BLANCO e GÓRNIAK, 2010). Soto-Blanco e Górnjak (2010) relatam que este composto pode provocar perda de peso, modificações no tecido da tireoide e degeneração nos axônios da substância branca do cérebro. Estes autores observaram que os caprinos ao ingerirem folhas de mandioca com teor máximo de 4,5 mg HCN/kg PV/dia, apresentaram os sintomas supracitados e com teor de 6 mg HCN/kg PV/dia promoveu intoxicação aguda nos animais, podendo leva-los a óbito.

O processamento de folhas e raízes, seja por calor, desidratação, hidrólise, bem como a ensilagem e a fenação, seria uma possível solução para a utilização de mandioca na alimentação animal, pois este processamento promove a volatilização do ácido cianídrico, reduzindo 63% a 78% comparado ao valor do material sem processamento (BORIN et al., 2005). A concentração de glicosídeos cianogênicos após a volatilização apresentam valores que são considerados de pouca ou nenhuma toxicidade de acordo com Wobeto et al. (2004).

### **2.3 Uso de tanino na alimentação animal**

Os taninos são compostos fenólicos, que possuem como principais características: a possível solubilidade em água (a depender do seu peso molecular) e a possibilidade de se complexar com diversas substâncias, tais como proteínas, polissacarídeos e íons metálicos, através de ligações covalentes, interações de pontes de hidrogênio e ligações iônicas (COSTA et al., 2008).

Plantas contendo tanino, estão presentes em todo reino vegetal, tanto em espécies gimnospermas como angiospermas, sendo mais comum em plantas dicotiledôneas, em especial, nas leguminosas *Anacardiaceas*, *Combretaceas*, *Rhizophoracea*, *Mirtacea*, *Polinaceae* (BATTESIN et al., 2004; MORO et al., 2010; VALENTE et al., 2011).

O tanino normalmente é encontrado nos vacúolos das plantas, sem função e sem interferir no metabolismo vegetal, porém quando as células são lesionadas ou morrem, o tanino exerce função de reduzir a proliferação de microrganismos e favorecer a reabsorção dos nutrientes contidos nas células lesadas (BATTESIN et al., 2004).

Na nutrição de ruminantes, o tanino apresenta efeitos benéficos, tais como a prevenção do timpanismo, aumento da eficiência do uso do nitrogênio oriundo da uréia salivar e o aumento do fornecimento de proteína *by-pass*, ou seja, aumento da proteína não degradada no rúmen e que é digestível no intestino delgado, melhorando a utilização de aminoácidos essenciais da dieta, modificação no processo de biohidrogenação (TORAL et al., 2016), porém esses efeitos são observados com até 5% de tanino na dieta (COSTA et al., 2008). Diversos trabalhos mostram como principais efeitos negativos: a redução da digestibilidade de fibras, proteínas e por consequência da matéria seca através da inibição de enzimas digestíveis e perdas de proteínas endógenas fatos relacionados a ligação do tanino com proteínas; ou a ação bactericida do tanino sobre as bactérias fibrolíticas. Ainda podendo haver redução no consumo de matéria seca, que é explicada pela formação de complexos entre o tanino e glicoproteína salivar (BATTESIN et al., 2004; VALENTE et al., 2011).

Longo (2002) e Béelen (2002), em pesquisas com o tanino presente em algumas espécies vegetais como leucena, jurema preta, sabiá e mororó observaram que o aumento da concentração de tanino interfere negativamente na digestibilidade da fibra. Béelen (2002) ainda observou em caprinos, uma redução no consumo de matéria seca e atribuiu esta redução a uma inibição da adesão microbiana às folhas das forrageiras, que consequentemente reduziu a atividade enzimática do conteúdo ruminal. Reis et al. (2006) destacaram que a presença de tanino pode não prejudicar a síntese de proteína microbiana apesar de reduzir a taxa de degradação ruminal, que pode melhorar a sincronização da liberação dos nutrientes e, consequentemente, um aumento na

eficiência da síntese de proteína, com menores perdas de nitrogênio na forma de amônia e de energia na forma de metano.

Os taninos condensados (TC), por interagirem com a proteína, reduzem a utilização proteica pela formação de complexos indigestíveis; pela inativação das enzimas proteolíticas; por interferência com o muco epitelial protetor do intestino; ou pela alteração na absorção dos nutrientes digeridos (MOLINA et al., 2003). De acordo com Khiaosa-Ard et al. (2009) a utilização de taninos condensados, inibe a liberação de amônia e metano devido a formação de complexos com as proteínas e fibras. A inclusão de tanino, através de composto químico isolado de plantas do gênero *Acacias* ou com a utilização de forragens que tem este composto secundário (BÉELEN, 2002, KHIAOSA-ARD et al., 2009), tem o efeito de reduzir o nitrogênio amoniacal oriundo da degradação proteica e suprimir a liberação de metano por unidade de matéria orgânica degradada (KHIAOSA-ARD et al., 2009).

Bhatta et al. (2009) demonstraram que o TC afeta os microrganismos do gênero *Archaea* (metanogênicos), promovendo redução na emissão de metano. A interferência neste gênero, infere uma modificação no bioma ruminal, alterando outros elementos como o pH, que tem relação direta com a eficiência fermentativa do rúmen. A formação de metano é um mecanismo de eliminar o hidrogênio do rúmen, entretanto este vem acompanhado da perda de carbono, que promove perda de energia, as quais estão entre 4% e 9% da energia bruta do alimento ingerido, reduzindo o desempenho animal (USEPA, 2000; TORAL et al., 2016).

### **2.3.1 Influência do tanino da dieta nos produtos de origem animal**

O aumento do fornecimento de proteína não degradada no rúmen (PNDR), é indiretamente relacionado a melhor utilização de aminoácidos essenciais da dieta (COSTA et al., 2008), sendo associadas a maior eficiência na síntese de proteína microbiana no rúmen (REIS et al., 2006). Outros efeitos benéficos é que podem reduzir a carga parasitária, favorecendo a presença de maiores áreas com integridade das

paredes intestinais e assim torna mais eficiente a absorção dos nutrientes (VILLALBA et al., 2010), aumentando a produção de leite, lã e carne.

Estes efeitos foram relatados por Aerts et al. (1999), em estudos realizados na Nova Zelândia com ovinos alimentados de forragens contendo diferentes teores de TC (*Lotus corniculatus* 2-5%; *Lotus pedunculatus* 6-10% e *Acacia aneura* 12% na MS), estes alimentos proporcionaram aumento na absorção intestinal de aminoácidos (metionina e cistina), visualizados através da produção de lã e de leite, assim como nos teores de proteína do leite e taxa de ovulação para os animais que consumiram dietas com 4 a 6% de TC na MS.

Alguns estudos também indicaram melhora da composição da gordura do leite e da carne de ruminantes, pela menor saturação de ácidos graxos no rúmen quando adicionado TC nas dietas. Vasta et al. (2009) relataram aumento da concentração de ácido linoleico conjugado (CLA) no líquido ruminal e aumento da concentração de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) nos músculos de ovinos alimentados com dietas que continham TC.

Existem evidências que a presença de TC na dieta afeta a biodrogenação e por consequência o aumento da presença de ácidos graxos insaturados na carne e no leite, sendo que estes estão ligados também a taxa de passagem do alimento (MORALES e UNGERFELD, 2015), Khiaosa-Ard et al.(2009) relatam que o TC interfere na etapa terminal da biohidrogenação, fazendo com que haja um maior aporte de ácidos graxos insaturados para serem absorvidos no intestino.



### 03. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, R. J., BARRY, T. N., McNABB, W. C. Polyphenols and Agriculture: beneficial effects proanthocyanidins in forages. **Agriculture Ecosystem and Environment**, v.75, p.1-12, 1999.

AHUYA, C. O.; OKEYO, A. M.; MWANGI-NJURU; PEACOCK, C., Developmental challenges and opportunities in the goat industry: The Kenyan experience. **Small Ruminant Research** v. 60, p.197-206, 2005.

ANAETO, M.; SAWYERR A. F.; ALLI, T. R.; TAYO, G. O.; ADEYEYE, J. A.; OLARINMOYE, A. O. Cassava Leaf Silage and Cassava Peel as Dry Season Feed for West African Dwarf Sheep **Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary Sciences**, v.13, I.2, p. 1-4, 2013.

ANANTH, D.; JAMES, C. S. Performance evaluation of cassava hay based complete pelleted ration on growing malabari kids Indian **Journal of Animal Nutrition**, v.30, n.4, p.358-364, 2013.

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.

BÉELEN, P. M. G. **Taninos condensados de leguminosas nativas do semi-árido nordestino**. Jaboticabal, 2002. 71 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

BHATTA, R.; MALIK, P. K.; PRASAD, C. S.; BHATTA, R.; TAKAHASHI, J.; KOHN, R. A. Enteric Methane Emission: Status, Mitigation and Future Challenges—An Indian Perspective. **Livestock Production and Climate Change**, v. 6, p. 229, 2015.

BHATTA, R.; UYENO, Y.; TAJIMA, K.; TAKENAKA, A.; YABUMOTO, Y.; NONAKA, I.; ENISHI, O.; KURIHARA, M. Difference in the nature of tannins on in

*in vitro* ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 11, 2009.

BORIN, K.; LINDBERG, J. E.; OGLE, R. B. Effect of variety and preservation method of cassava leaves on diet digestibility by indigenous and improved pigs. **Journal of Animal Science**, n.80, p.319–324, 2005.

BRANDES, D.; FREITAS, E. A. G. Taninos condensados – uma ferramenta para melhorar o desempenho de ruminante. **Agropecuária Catarinense**, v.5, n.3, p. 44-48, 1992.

CARREÑO, D.; HERVÁS, G.; TORAL, P. G.; BELENGUER, A.; FRUTOS, P. Ability of different types and doses of tannin extracts to modulate *in vitro* ruminal biohydrogenation in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 202, p. 42-51, 2015.

COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; BERTO, D. A.; ALMEIDA JÚNIOR., G. A. A.; Lopes, A. B. R. C. 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**, v.10, p.108-116, 2008.

COTTON, W. R.; PIELKE, R. A. **Human impacts on weather and climate**. Cambridge: Cambridge University, 1995, 288p.

DUNG, N. T.; BINH, D. V.; MUI, N. T.; PRESTON, T. R. Effect of cassava hay supplementation on milk production in lactating goats. **Livestock Research for Rural Development**, v. 22, 2010.

FALKENBERG, J. R.; NORNBORG, J. L.; AZEVEDO, E. B. de; DAVID, D. B. de; KESSLER, J. D.; BRUNING, G. Características fermentativas e bromatológicas de silagens da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROOM.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO statistical databases. Rome, 2006. Disponível em <http://faostat.fao.org>. Acesso em 4 de junho de 2015.

FAUSTINO, J. O.; SANTOS, G. T. dos; MODESTO, E. C.; SILVA, D. C. da; JOBIM, C. C.; SAKAGUTI, E. S.; DAMASCENO, J. C.; MARQUES, J. de A.; ZAMBOM, M. A. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.403-410, 2003.

FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F.G. Composição Química de Folhas e da Parte Aérea de Acessos de Mandioca de Industria aos Seis Meses de Rebrotção. In: IX Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. **Anais...** Brasília-DF, outubro de 2008.

FERREIRA, G. D. G.; OLIVEIRA, R. L.; CARDOSO, E. C.; MAGALHÃES, A. L. R.; BRITO, E. L. Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.

FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A. de; ARAÚJO, G. G. L. de Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

HANG, B. P. T; LEDIN, I. Utilisation of Melastoma (Melastoma affine, D. Don) foliage as a forage for growing goats with cassava (Manihot esculenta, Crantz) hay supplementation, **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n.9, p. 1388-1394, 2012.

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

IÑIGUEZ, L. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and the Inter-Andean valleys. **Small Ruminant Research**, v. 51, p.137-144, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [2013].

**Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil.** v.26, n.10. 80p. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=15](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=15)> Acessado em 11 jan 2016.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC (Genebra, Suíça). **Climate change 1994: radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios.** Cambridge: University Press, 1995. 339p.

KHIAOSA-ARD, R.; BRYNER, S. F.; SCHEEDER, M. R. L.; WETTSTEIN, H. R.; LEIBER, F.; KREUZER, M.; SOLIVA, C. R. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal alpha-linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.1, p.177-188, 2009.

KUNG Jr., L. Understanding the biology of silage preservation to maximize quality and protect the environment. **In: Proceedings**, 2010 California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference, Visalia, December, 2010. UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, Davis, CA 95616. Acesso online:

<[http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/files/talks/CAS05\\_KungBiologyOfSilage.pdf](http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/files/talks/CAS05_KungBiologyOfSilage.pdf)> acessado em 29 de junho de 2015

LIMA JÚNIOR, D. M. de; MONTEIRO, P. de B. S.; RANGEL, A. H. do N.; MACIEL, M. do V.; OLIVEIRA, S. E. O.; FREIRE, D. A. Fatores antinutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasília**, v.3, n. 4, p. 132-143, 2010.

LONGO, C. **Avaliação do uso da leucaena leucocephala na dieta de ovinos da raça Santa Inês sobre consumo, digestibilidade e retenção de Nitrogênio**. 62p. Dissertação (Mestrado em energia nuclear na agricultura) Piracicaba, UNESP, 2002.

LOPES, B. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 221p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Zootecnia), Viçosa, UFV, 2006.

MARQUES, K. M. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T. dos; SOUZA, V. M. de; PIRES, D. A. de A.; PALMA, M. N. N. de; SILVA, G. W. V. da S.; ANTUNES, A. P. da S. Cinética de fermentação *in vitro* de silagens da parte aérea de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.233-247, 2013.

MAKKAR, H. P. S. Effect 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.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 207p., 1981.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p

MINIERI, S.; BUCCIONI, A.; RAPACCINI, S.; PEZZATI, A.; BENVENUTI, D.; SERRA, A.; MELE, M. Effect of Quebracho tannin extract on soybean and linseed oil

biohydrogenation by solid associated bacteria: an in vitro study. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, n. 3, 2014.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T. dos; VILELA, D.; SILVA, D. C. da; FAUSTINO, J. O.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M. A.; MARQUES, J. de A. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum**, v.26, n.1, p.137-146, 2004.

MOLINA, L. R.; RODRIGUEZ, N. M.; SOUSA, B. M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, Avaliados pela Técnica *in Situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p.222- 228, 2003.

MORALES, R.; UNGERFELD, E. M. Use of tannins to improve fatty acids profile of meat and milk quality in ruminants: A review **Chilean Journal of Agricultural Research**,v.75, n.2, p. 239-248, 2015.

MORO, G. V. ; SCHEFFER-BASSO, S. M.; ABDALLA, A. L.; REGINATTO, F. H.; PEÇANHA, M. R.; COSTA, G. M. Aspectos químicos do gênero *Lotus* l. com ênfase em metabólitos secundários **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, SP, v.26, n.2, p.113-119, 2010.

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.

PAPACHRISTOFOROU, C.; MARKOU, M. Overview of the economic and social importance of the livestock sector in Cyprus with particular reference to sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v. 62, p. 193-199, 2006.

PINHO, E. Z.; COSTA, I.; ARRIGONI, M. de B.; SILVEIRA, A. C.; PADOVANI, C. R.; PINHO, S. Z. de Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Scientia Agricola**, v.61, n.4, p.364-370, 2004.

REIS, R. A., MORAIS, J. A. da S., SIQUEIRA, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA [2006]. Disponível em < [http://www.unb.br/posgraduacao/stricto\\_sensu](http://www.unb.br/posgraduacao/stricto_sensu) > Acesso em: 20/5/15.

SENA, L.S.; ROCHA JÚNIOR, V.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**, v.15, n.3, p. 249-258, 2014.

SILVA, C. F. P. G.; FIGUEIREDO, M. P.; PEDREIRA, M. S.; BERNARDINO, F. S.; FARIAS, D. H.; AZÊVEDO, J. A. G. Cinética e parâmetros de fermentação ruminal in vitro de silagens de parte aérea e raízes de mandioca **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1639-1648, 2012.

SILVA, J. da; FERREIRA FILHO, J. R. Produção de biomassa de mandioca. **Mandioca em Foco, comunicado 34**, EMBRAPA. 2p., 2007.

SILVA, S. L.; LEME, P. R.; PUTRINO, S. M.; VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LANNA, D. P. D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.5, p. 1426-1434, 2007.

SILVA, T. M.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; DANTAS, F. R.; BAGALDO, A. R.; MENEZES, D. R.; GARCEZ NETO, A. F.; FERREIRA, G. D. G. Degradabilidade ruminal e valor nutritivo da maniçoba ensilada com níveis do resíduo de vitivinícola **Archivos de Zootecnia**, v.60, n. 229, p.93-103, 2011.

SLIWINSKI, B. J.; SOLIVA, C. R.; MACHMÜLLER, K. M. Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to modify rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v.101, p.101-114, 2002.

SOTO-BLANCO, B.; GÓRNIK, S. L., Toxic effects of prolonged administration of leaves of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to goats. **Experimental and Toxicologic Pathology** n.62, p.361–366, 2010.

SOUZA, A. S.de; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MOTA, A.D. S.; ROCHA, W. J. B.; OLIVEIRA, C. R.; AGUIAR, A. C. R.de; SANTOS, C. C. R.dos; MENDES, G. A. Potencial forrageiro e valor nutricional do feno de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.604-618, 2012.

THANG, C.; LEDIN, I.; BERTILSSON, J. Effect of feeding cassava and/or *Stylosanthes* foliage on the performance of crossbred growing cattle. **Tropical Animal Health and Production**, n.42, v.1, p.1–11, 2010.

TORAL, P. G.; HERVÁS, G.; MISSAOUI, H.; ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F. J.; JELLALI, S.; FRUTOS, P. Effects of a tannin-rich legume (*Onobrychis viciifolia*) on in vitro ruminal biohydrogenation and fermentation. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 1, p. 0602, 2016.

TORREÃO, J. N. C.; PIMENTA FILHO, E. C.; MEDEIROS, A. N.; GONZAGA NETO, S.; CATANHO, M. T. J. A; BARRETO, L. M. G.; SILVA, J. O. Retorno da atividade cíclica reprodutiva em ovelhas da raça Morada Nova submetidas a diferentes níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 621-630, 2008.



UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA.

**Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs** In: PEER REVIEW DRAFT. Washington, D.C, 2000, 48p.

VALENTE, T. N. P.; LIMA, E.da S.; HENRIQUES, L. T.; MACHADO NETO, O. R.; GOMES, D. I.; SAMPAIO C. B.; COSTA, V. A. C. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes. **Veterinária e Zootecnia**, n.18, v.3, p.347-358, 2011.

VASTA, V.; MELE, M.; SERRA, A.; SCERRA, M.; LUCIANO, G.; LANZA, M.; PRIOLO, A. Metabolic fate of fatty acids involved in ruminal biohydrogenation in sheep fed concentrate or herbage with or without tannins. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2674-2684, 2009.

VEIGA, J. P. S.; VALLE, T. L.; FELTRAN, J. C.; BIZZO, W. A. Characterization and productivity of cassava waste and its use as an energy source. **Renewable Energy**, v. 93, p. 691-699, 2016.

VIEIRA, F. A. P.; BORGES, I.; STEHLING, C. A. V.; GONÇALVES, L. C.; COELHO, S. G.; FERREIRA, M. I. C.; RODRIGUES, J. A. S. Quality of sorghum silages with additives. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 56, p.764-772, 2004.

VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F.D.; HALL, J. O.; LISONBEE, L. D. Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection. **Journal of Animal Science**, v. 88, p.2189-2198, 2010.

WOBETO, C.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P. de; SANTOS, C. D. dos. Cianeto na farinha e folhas de mandioca (*Manihot esculenta*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.1115-1118, 2004.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p

## **CAPÍTULO I**

**Características fermentativas, cinética de degradação e produção de gases do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado**

## **Características fermentativas, cinética de degradação e produção de gases do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as características fermentativas e a cinética de produção de gases *in vitro* na ensilagem do terço superior da mandioca com adição de níveis de tanino condensado. O material ensilado foi composto pelo terço superior da mandioca (*Manihot esculenta*) com adição de tanino condensado nos níveis de 0; 2,5; 5; e 7,5% da MS da silagem. Foram confeccionados 84 minissilos com os quatro níveis de tanino, avaliados em triplicata em 7 momentos (1, 3, 5, 7, 14, 28, 56 dias de ensilagem). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 × 7 (níveis de inclusão de tanino × dias de ensilagem). Na abertura dos silos, o pH foi avaliado e uma amostra foi recolhida para avaliação de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB). As amostras também foram submetidas a avaliação cinética de produção de gases. As perdas por gases e bolores apresentaram comportamento linear crescente no período de fermentação ( $P < 0,001$ ). As características fermentativas, o pH, MS e PB sofreram efeito significativo da inclusão de tanino, com comportamento linear decrescente,  $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$  e  $P = 0,01$ , respectivamente. Entre os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), apenas o teor de ácido acético foi influenciado pela inclusão de tanino, com comportamento linear crescente ( $P = 0,01$ ). Os níveis de tanino provocaram efeito quadrático na produção de gases aos 28 dias de ensilagem, cuja produção foi menor na silagem com 4,66% de inclusão. Aos 56 dias, porém, os níveis de tanino não tiveram efeito significativo ( $P > 0,05$ ) na produção de gases da silagem. Aos 28 dias de ensilagem, a degradabilidade da fração b (potencialmente degradável) também apresentou comportamento quadrático, com ponto de máxima na silagem com inclusão de 3,56% de tanino. O mesmo ocorreu com as frações a, b e indegradável aos 56 dias de ensilagem, cujos pontos de máxima (fração b), e mínima (frações a e indegradável) nos níveis de inclusão de tanino de 3,38; 6,59 e 5,23%, respectivamente. A inclusão de tanino na ensilagem teve efeito significativo na degradabilidade potencial das silagens aos 28 e 56 dias, com comportamento quadrático e pontos de máxima nos níveis de 3,53% e 3,38% de inclusão, respectivamente. A adição de tanino condensado alongou a fase fermentativa e fez com que a silagem estivesse estabilizada apenas aos 56 dias de ensilagem.

**Palavras-chave:** composição química, características fermentativas, *Manihot esculenta*.

## **Fermentation characteristics, degradation kinetics and production of gas in silage of upper third parts of cassava added tannin**

**ABSTRACT:** Aimed to evaluate the kinetics of *in vitro* gas production of upper third part of the cassava silage with added levels of tannin. The ensiled material was composed of the upper third part of the cassava (*Manihot esculenta*) added condensed tannin (0, 2.5, 5 and 7.5%) to DM. It was made 84 minissilos with four tannin levels assessed in triplicate in 7 times (1, 3, 5, 7, 14, 28, 56 days of ensiling). The experimental design was completely randomized in a 4 × 7 factorial (tannin inclusion levels × days of ensiling). At the opening of the silos, the pH was evaluated and a sample was taken for evaluation in neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and crude protein (CP). The samples were also subjected to evaluation of kinetics of *in vitro* gas production. The losses of gas and molds showed in the opening days a increasing linear behavior ( $P < 0.001$ ). Fermentative characteristics, pH, DM and CP were significantly effect the addition of tannin, with a decreasing linear behavior,  $P < 0.001$ ;  $P < 0.001$  and  $P = 0.01$ , respectively. Among the short chain fatty acids (SCFA), only the acetic acid content was influenced by the inclusion of tannin with linear increase ( $P = 0.01$ ). The tannin levels caused quadratic effect on gas production to 28 days of silage, whose production was lower in silage with 4.66% of inclusion. After 56 days, however, tannin levels had no significant effect ( $P > 0.05$ ) in the gases production of silage. After 28 days of ensiling, the degradability of fraction b (potentially degradable) also showed a quadratic behavior with maximum point in addition of 3.56% silage with of tannin. The same happened with the fractions a, b and undegradable after 56 days of ensiling, whose maximum (fraction b) and minimum points (fractions and the undegradable) were in tannin levels inclusion of 3.38; 6.59 and 5.23%, respectively. The inclusion of tannin on the silage had a significant effect on the degradability of silages at 28 and 56 days, with quadratic behavior and maximum points in the levels of 3.53% and 3.38% of inclusion, respectively. The addition of condensed tannin lengthened the fermentative stage and caused the silage was stabilized only after 56 days of ensiling.

**Keywords:** chemical composition, *Manihot esculenta*, fermentation characteristics

## 1 – INTRODUÇÃO

A sazonalidade produtiva de forragem em alguns biomas afetam negativamente a produção animal, em virtude da variação na produção e composição bromatológica das forrageiras (LIMA JÚNIOR et al., 2013). A técnica de conservação de forragem é uma alternativa para reservar o excedente de produção dos períodos favoráveis e manter um volumoso com valor nutricional e qualidade adequados para nutrição animal.

Entre as técnicas de conservação de forragem, destaca-se a ensilagem, que possibilita a conservação do alimento mantendo suas características bromatológicas próximas do material original (LONGHI et al., 2013). A técnica de ensilagem possibilita a utilização de alguns resíduos agroindustriais que possuem compostos tóxicos, como a parte aérea da mandioca, uma vez que, com a fermentação, ocorrem a dissipação e modificação de alguns compostos do material ensilado (SOTO-BLANCO e GÓRNIAK, 2010).

O uso de resíduos da produção agrícola na alimentação animal pode reduzir os custos da produção animal (SILVA et al., 2012). Entretanto, o uso da parte aérea da mandioca na alimentação de ruminantes ainda é pouco empregado, em virtude da presença de glicosídeos cianogênicos. Assim, produtores evitam fornecer esse resíduo ao plantel, mesmo com o alto potencial produtivo de parte aérea, que, segundo Silva e Ferreira Filho (2007), corresponde a aproximadamente 100t/ha/ano de matéria natural. A ensilagem da parte aérea de mandioca possibilita a volatilização do ácido cianídrico e a redução das concentrações de glicosídeos cianogênicos a praticamente zero (SOTO-BLANCO e GÓRNIAK, 2010).

A parte aérea da mandioca contém alto teor de proteína bruta, variando de 15,4 a 20,3% (FERNANDES et al., 2008), podendo chegar a até 25% (FERREIRA et al., 2007), baixa concentração de carboidratos solúveis em água (ONI et al., 2014) e baixo teor de matéria seca, de 20,7 a 28% (FERNANDES et al., 2008), que podem promover fermentações secundárias durante a ensilagem, reduzindo o valor nutritivo da silagem, principalmente proteólises, e afetando o consumo, pela presença de odores desagradáveis, ou ainda provocar patologias, quando ocorrem bactérias patogênicas, como *clostridium* e enterobactérias.

O uso de aditivos pode evitar a deterioração por fermentações secundárias e favorecer a colonização por determinados microrganismos, facilitando a colonização da massa ensilada por bactérias que atuam fermentando parcialmente os carboidratos solúveis (YITBAREK e TAMIR, 2014), promovendo a mudança de pH adequada à estabilização microbiológica da silagem com a produção de ácido lático e a conservação da massa ensilada (KUNG JR., 2010).

O tanino é um composto polifenólico, solúvel ou não em água, presente em plantas dicotiledôneas. Como principal característica, tem alta afinidade com proteínas, polissacarídeos e aminoácidos (MUELLER-HARVEY, 2006) e, por conseguinte, tem efeito adsorvente e pode exercer ação bacteriostática (OLIVEIRA e BERCHIELLI, 2007), fatores que permitem a redução nas perdas por gases e efluentes (TABACCO et al., 2006) e diminuição da ação proteolítica de alguns grupos de microrganismos (SALAWU et al., 1999). Entretanto, a inclusão de tanino em níveis superiores a 5% da dieta pode inibir o consumo e a proliferação de bactérias do rúmen (OLIVEIRA e BERCHIELLI, 2007).

Assim com este trabalho objetivou-se avaliar as características fermentativas, a cinética de produção de gases e a degradabilidade *in vitro* do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e duração do experimento**

O experimento foi realizado no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), localizado no município de Petrolina, PE (latitude 9° 4' S ; longitude 40° 19' O) e teve duração de 56 dias, incluindo a avaliação dos minissilos. No mesmo município, foi coletado o terço superior da mandioca, produzida em sistema de irrigação.

Este experimento foi conduzido em estrita concordância com o Conselho Guia Nacional para o Controle de Experimentação Animal (CONCEA), sob protocolo de experimentação aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Pernambuco, Brasil (Número de permissão: 0001/040713).

## 2.2 Confeção da silagem

Na composição do material a ser ensilado, foram utilizadas folhas + hastes finas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), caracterizando o terço superior. Utilizaram-se plantas com aproximadamente seis meses de crescimento e 2,00 m de altura oriundas de plantações comerciais de raízes e colhidas no perímetro irrigado. Depois de arrancadas do solo para retirada das raízes, as plantas tiveram seus terços superiores coletados com uso de facão. O material foi colhido e processado em máquina forrageira trituradora estacionária regulada para cortes de 2-2,5 cm. O material triturado foi homogeneizado manualmente e amostrado como material não ensilado (material original), que foi submetido a análise de matéria seca, em média de 27%, e ensilado em minissilos experimentais feitos com tubos de cloreto de polivinil (PVC) com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento.

De acordo com o fabricante, o tanino condensado utilizado, Weibull da marca TANAC<sup>®</sup>, é obtido do extrato aquoso de *mimosa* e tem poder tanante de  $72 \pm 2\%$  na matéria natural, pH em solução de 20% variando de 4,5 – 5,0 e teor de matéria seca máximo de 93,5%.

As silagens do terço superior da mandioca foram classificadas de acordo com os níveis de tanino condensado adicionados no material ensilado: nível 0% = sem tanino; e níveis 2,5%; 5%; 7,5% de inclusão de tanino na MS do terço superior da mandioca ensilado.

Foram confeccionados 21 minissilos por nível de tanino testado, totalizando 84 minissilos, preenchidos com o terço superior da mandioca e adicionados de tanino condensado até 45 cm de altura. O material foi colocado no cano previamente equipado com uma bolsa de tecido algodão contendo cerca de 600 g de areia, para avaliação das perdas por efluentes e em seguida compactado com auxílio de um êmbolo de madeira no intuito de se obter densidade próxima de  $600 \text{ kg/m}^3$  em cada minissilo. Em seguida, os minissilos foram fechados com tampa de PVC providas de válvulas do tipo “Bunsen” para avaliação das perdas por gases. Os minissilos foram levados ao Laboratório de Bromatologia da UNIVASF, onde foram realizadas as pesagens, a abertura dos minissilos, a coleta e o armazenamento das amostras, além das análises laboratoriais. As características bromatológicas do material pré-ensilado estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica do material pré-ensilado

Itens	Níveis de tanino na ensilagem (%)			
	0	2,5	5	7,5
Matéria seca	30,51	31,76	33,96	36,95
Matéria orgânica	91,29	91,45	91,60	91,76
Proteína bruta	15,76	15,39	15,00	14,62
Fibra em detergente neutro	53,13	51,82	50,50	49,19
Fibra em detergente ácido	21,48	20,94	20,41	19,87
Carboidratos não-fibrosos	18,24	17,78	17,33	16,87
Lignina	9,03	8,80	8,58	8,35
Celulose	28,09	27,39	26,69	25,98
Hemicelulose	16,01	15,61	15,21	14,81
Extrato etéreo	4,16	4,06	3,97	3,87
Cinzas	8,71	8,55	8,40	8,24
NDT	65,44	65,29	65,10	64,90

NDT = nutrientes digestíveis totais. (%) = valores estimados com base nas equações do NRC (2001).

### 2.3 Perdas e perfil fermentativo

Os minissilos foram pesados no fechamento e mantidos armazenados à temperatura ambiente. Posteriormente, foram novamente pesados antes da abertura para avaliação das perdas por gases. As aberturas foram feitas nos dias: 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 após a ensilagem, quando também foram pesadas as bolsas de areia para avaliação das perdas por efluentes. No momento das aberturas dos minissilos, a silagem foi manualmente removida e recolhida em recipiente plástico para homogeneização das alíquotas de cada nível e em cada data de abertura. As partes que apresentaram aparência de contaminação fúngica foram retiradas e pesadas e consideradas como perdas por bolores (fungos filamentosos).

As perdas de matéria seca foi calculada por equação descrita por Schmidt (2006):

$$PMS = \frac{[(MSi - MSf)]}{MSi} \times 100,$$

onde:

PMS= Perda Total de MS;

MSi = Quantidade de MS inicial. Peso do silo após enchimento – peso do conjunto vazio, sem a forragem, antes do enchimento (tara seca) x teor de MS da forragem na ensilagem.



MSf = Quantidade de MS final. Peso do silo;

As perdas por gases foram calculadas através da formula adaptada de Mari (2003):

$$PG = \frac{[(PSf - PSa)] \times 100}{MFf \times MSf}$$

onde:

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

As perdas por efluentes foram determinadas pela equação descrita por Jobim et al.(2007):

$$PE = \frac{Pef \times 1000}{MVi}$$

onde:

PE = perdas por efluente;

Pef = peso de efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura – peso do conjunto vazio antes do enchimento);

MVi = quantidade de massa verde de forragem ensilada.

Uma porção da silagem foi amostrada e pré-seca em estufa de ventilação forçada a 60°C e até apresentar peso constante, enquanto outra porção foi utilizada fresca para avaliação do pH e do conteúdo de N-NH<sub>3</sub>/NT. Para determinação do pH, foram coletados 9 g da parte central dos silos. Essas amostras foram homogeneizadas em 60 mL de água destilada, onde foram mantidas por 30 minutos para posterior leitura em potenciômetro da marca Kasvi®, Modelo: K39-0014P (WILSON e WILKINS, 1972). O teor de nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT, em %) foi determinado utilizando-se 50 g de silagem fresca. Essa amostra foi transferida para liquidificador e juntamente com 200 mL de solução de cloreto de potássio 2 mol/L foi homogeneizada por 10 minutos, sendo filtrados e coletados 10 mL. O material foi

transferido para um tubo digestor contendo 250 mg de óxido de magnésio calcinado e posteriormente destilado e titulado para determinação da amônia (TOSI et al., 1973).

A avaliação do perfil dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), láctico, acético, propiônico e butirico foi realizado de acordo com a método descrito por Palmquist e Conrad (1971).

O material pré-seco (material original e silagens) foi moído em partículas de 2 mm em moinho de facas do tipo Willey e acondicionado em frascos de plásticos para posteriores análises. Uma porção das amostras foi moída a 1 mm para análises dos teores de matéria seca (MS), realizadas em estufa a 105 °C pelo método nº 934.01 (AOAC, 1990), matéria mineral (MM), método nº 930.05 (AOAC, 1990), extrato etéreo (EE), método nº 920.39 (AOAC, 1990), e proteína bruta (PB), pelo método de Kjeldhal, nº 981.10 (AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, FDN, FDA (VAN SOEST et al., 1991) e lignina (LIG) Van Soest (1963). As outras frações da parede celular foram estimadas de acordo com equações descritas por Van Soest et al. (1991), em que a hemicelulose foi obtida pela equação % hemicelulose = FDN – FDA e a celulose, pela equação % celulose = FDA – lignina, todas feitas em duplicata.

## **2.4 Cinética de produção de gases e degradabilidade *in vitro***

As amostras foram pré-secas e moídas a 2 mm para a realização dos ensaios de degradabilidade e cinética produção de gases *in vitro*.

A avaliação da cinética da fermentação ruminal do material ensilado e aberto aos 28 e 56 dias foi realizada pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases proposta por Maurício et al. (2003). Um grama de amostra foi acondicionado em sacos de nylon de 5 × 3 cm e colocado dentro dos frascos de fermentação (160 mL) previamente injetados com CO<sub>2</sub> (MENEZES et al., 2015). Foram utilizadas sete caixas de isopor contendo 26 frascos por caixa, em triplicatas de cada nível e período de fermentação (3 × 4 × 2), somando 24 frascos mais 2 frascos controles contendo apenas líquido ruminal e meio de cultura (tampão).

Para cada frasco, foram adicionados manualmente, utilizando-se uma proveta, 90 mL de meio de cultura e 10 mL do líquido ruminal filtrado, conforme metodologia de Theodorou et al. (1994) adaptada por Maurício et al. (2003).

O líquido ruminal utilizado como inóculo foi obtido de um bovino macho castrado da raça Holandesa provido de cânula ruminal. O animal era mantido em dieta à base de capim-elefante e concentrado composto por milho moído e farelo de soja. O líquido ruminal coletado foi filtrado em camada dupla de gaze e mantido sob injeção contínua de CO<sub>2</sub>, sendo armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas a 39 °C e levado ao laboratório. No laboratório, foi mantido sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e em banho-maria a 39 °C. Em seguida, o líquido ruminal e o meio de cultura foram colocados em frascos contendo as amostras e vedados com rolhas de borracha (14 mm), posteriormente, colocados em caixas de isopor, que foram manualmente agitadas e mantidas na sala climatizada a 39 °C.

A pressão, em PSI, originada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida usando-se um transdutor de pressão (tipo T443A, BAILEY e MACKEY, Inglaterra) 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 144 horas).

Os dados da produção cumulativa dos gases foram analisados pelo modelo bicompartimental citado por Schofield et al. (1994):  $V(t) = Vf1/[1+e^{(2-4m1(L-T))}] + Vf2/[1+e^{(2-4m2(L-T))}]$ , no qual: V(t) representa o volume máximo total de gases produzido; Vf1, o volume máximo de gás para a fração de rápida fermentação (CNF); Vf2, o volume máximo de gás para a fração de lenta fermentação (CF); m1 equivale à taxa de produção de gases para a fração de rápida degradação; m2, à taxa de produção de gases para a fração de lenta degradação; L representa a duração dos eventos iniciais (fase de latência) de digestão, comum às duas fases; e T, o tempo de fermentação.

A degradabilidade da MS foi estimada a partir da inserção de sacos de cetim Faith com malhas de 50 µm, contendo amostras dos ingredientes e das dietas testadas no interior dos frascos de fermentação. Os sacos foram retirados após 2, 6, 12, 24, 48, 96 e 144 horas de incubação *in vitro*, lavados em água destilada e posteriormente secos em estufa a 105 °C por 12 horas (MENEZES et al., 2015). O tempo zero foi obtido com a imersão dos sacos em água destilada a 37 °C por 5 minutos, anteriormente a secagem.

Para 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); t, o tempo de incubação, em horas; e a letra “e”, 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 (MAURÍCIO et al., 2003).

## 2.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial  $4 \times 7$ , composto dos quatro níveis de inclusão de tanino condensado e dos sete períodos de fermentação dos silos (1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias), considerando os níveis parcelas e os subparcelas. Para avaliação da cinética de produção de gases e da degradabilidade *in vitro*, foram analisados apenas os dias 28 e 56, considerando a curva fermentativa padrão de silagem de milho, em que a estabilidade fermentativa ocorre após os 21 dias da ensilagem.

Os dados foram analisados inicialmente pelo procedimento UNIVARIATE para avaliação da normalidade das variáveis resposta. Posteriormente, como os períodos de fermentação não foram equidistantes, foi necessária também a utilização do procedimento IML do SAS para formular os vetores. Em seguida, foram utilizados os procedimentos da análises de variância (ANOVA) e regressão com contrastes ortogonais e, por meio dos comandos PROC GLM e PROC MIXED.

Os parâmetros do modelo de produção de gases e degradabilidade foram estimados pelo procedimento de regressão não linear (PROC NLIN) do SAS (SAS Institute, 2003).

Foram considerados efeito a 5% de probabilidade e tendência, entre  $0,05 \leq P \leq 0,10$ , no programa SAS – Statistic Analysis System (SAS 9.1, 2003).

### 3- RESULTADOS

Não houve efeito do nível de inclusão de tanino sobre as perdas total de matéria seca, por gases, efluentes e bolores ( $P>0,05$ ), porém houve efeito do período de fermentação dos minissilos sobre as perdas por gases e bolores ( $P<0,05$ ; Tabela 2).

O período de fermentação do minissilo influenciou de forma linear crescente ( $P<0,01$ ) sobre as perdas por gases ( $\hat{Y} = 8,4747 + 0,4908x$ ), mesmo comportamento observado para as perdas por bolor ( $\hat{Y} = 8,8531 + 3,7777x$ ) não havendo interação níveis de tanino *versus* período de fermentação ( $P>0,05$ ).

As características fermentativas de pH, MS e PB foram afetadas pelos níveis de inclusão de tanino e pelo período de fermentação ( $P<0,05$ ), com interações significativas desses fatores para o pH ( $P<0,01$ ). Os conteúdos de FDN, FDA e  $\text{NH}_3$ , no entanto, não sofreram efeito dos níveis de tanino nem do período de fermentação (Tabela 3).

A inclusão de tanino condensado na ensilagem provocou efeito linear crescente no pH e nos valores de MS ( $P<0,001$ ), com equações  $\hat{Y}_{\text{pH}} = 5,2403 + 0,0434x$  e  $\hat{Y}_{\text{MS}} = 32,3057 + 0,2257x$ , respectivamente. No teor de PB, os níveis de tanino tiveram efeito quadrático positivo com teor máximo de PB (16,54%) alcançado no nível de 5,54% de inclusão de tanino condensado (Tabela 3). Houve interação entre o nível de tanino e o período de fermentação para os valores de pH ( $P<0,001$ ; Figura 1). O período de fermentação afetaram de forma linear decrescente o teor de PB das silagens (Tabela 3).

Tabela 2. Perdas total de matéria seca, por efluentes, bolores e gases, em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado

Perdas	Nível de tanino (% da MS)				EPM	P-valor					
	0,0	2,5	5,0	7,5		Tanino	PF	T × PF			
Total MS(%)	6,54	4,94	7,29	10,4	0,75	0,86	-	0,39			
Gases (g/kgMS)	17,9	16,2	16,5	15,3	1,22	0,54	-	0,57			
Efluentes (g/kgMV)	0,73	1,36	0,95	1,33	0,52	0,90	-	0,29			
Bolores (g/kgMV)	74,8	72,8	67,5	66,4	9,06	0,88	-	0,44			
Perdas	Período de fermentação (dias)							EPM	Tanino	PF	T × PF
	1	3	5	7	14	28	56				
Total MS(%)	8,40	4,95	7,80	5,67	6,06	6,42	11,75	0,59	-	0,21	0,39
Gases (g/kgMS)	3,54	9,30	10,3	12,6	20,7	26,0	32,8	0,56	-	<0,01 <sup>1</sup>	0,57
Efluentes (g/kgMV)	0,79	1,41	0,48	1,56	1,69	0,44	1,29	0,08	-	0,11	0,29
Bolores (g/kgMV)	0	0	0	44,2	111	139	199	3,07	-	<0,01 <sup>1</sup>	0,44

<sup>1</sup> Efeito linear; T= Tanino; PF= Período de fermentação

Tabela 3. Características fermentativas de silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado

% <sup>1</sup>	Nível de tanino (% da MS)				EPM	P-valor					
	0,0	2,5	5,0	7,5		Tanino	PF	PF			
pH	4,91	5,11	5,08	5,13	0,04	<0,01 <sup>2</sup>	-	<0,01 <sup>4</sup>			
MS	32,1	32,4	32,9	33,8	0,31	<0,01 <sup>2</sup>	-	0,83			
FDN	53,1	53,8	52,9	53,0	0,67	0,93	-	0,99			
FDA	40,0	40,8	37,8	37,9	0,75	0,88	-	1,00			
PB	14,9	14,5	14,8	14,5	0,26	<0,01 <sup>3</sup>	-	0,99			
NH <sub>3</sub> /NT	3,94	3,81	3,84	3,78	0,17	0,67	-	0,55			
%*	Período de fermentação (dias)							EPM	Tanino	PF	PF
	1	3	5	7	14	28	56				
pH	5,73	5,62	5,37	5,19	4,97	4,75	3,78	0,14	-	<0,01 <sup>2</sup>	<0,01 <sup>4</sup>
MS	33,0	34,1	35,0	32,8	31,5	31,6	31,6	0,33	-	<0,01 <sup>2</sup>	0,84
FDN	50,6	52,6	54,5	52,2	54,8	53,1	54,7	0,57	-	0,45	0,99
FDA	41,7	37,4	39,7	39,2	37,9	37,4	40,3	0,60	-	0,43	1,00
PB	17,5	14,6	13,9	14,4	14,9	13,9	13,6	0,37	-	<0,01 <sup>2</sup>	0,99
NH <sub>3</sub> /NT	3,34	3,51	4,00	3,99	3,84	3,76	4,47	0,16	-	0,14	0,55

<sup>1</sup> todos os parâmetros expressos em % exceto pH; <sup>2</sup> Efeito linear; <sup>3</sup> Efeito quadrático; <sup>4</sup> Interação dos efeitos tanino (linear) × período de fermentação (linear).

EPM = Erro padrão da média

Entre os AGCC, apenas o ácido acético teve sua produção influenciada pela inclusão de tanino condensado no material ensilado ( $P=0,011$ ; Tabela 4), comprovando efeito significativo, com o comportamento linear crescente ( $P=0,01$ ), expresso pela equação:  $\hat{Y}_{\text{Acetico}} = 82,7865 + 1,3441x$ .

O período de fermentação, no entanto, teve efeito significativo sobre as produções dos ácidos láctico, acético e butírico. O ácido láctico apresentou comportamento linear crescente ( $\hat{Y}_{\text{Lactico}} = 590,1334 + 15,5505x$ ). O ácido acético apresentou comportamento semelhante, com equação  $\hat{Y} = 86,149 + 0,103x$ , e o butírico, efeito quadrático positivo, com maior concentração, de 775,63 ppm, no dia 30,09 (Tabela 4).

Houve interação entre os níveis de inclusão de tanino condensado e o período de fermentação para o ácido láctico, com comportamento linear decrescente para os níveis de tanino e linear crescente para o período de fermentação dos silos ( $P=0,04$ ). A interação observada para o ácido acético e os níveis de inclusão de tanino provocou efeito linear crescente e o período de fermentação, efeito quadrático ( $P=0,001$ ) (Tabela 4).



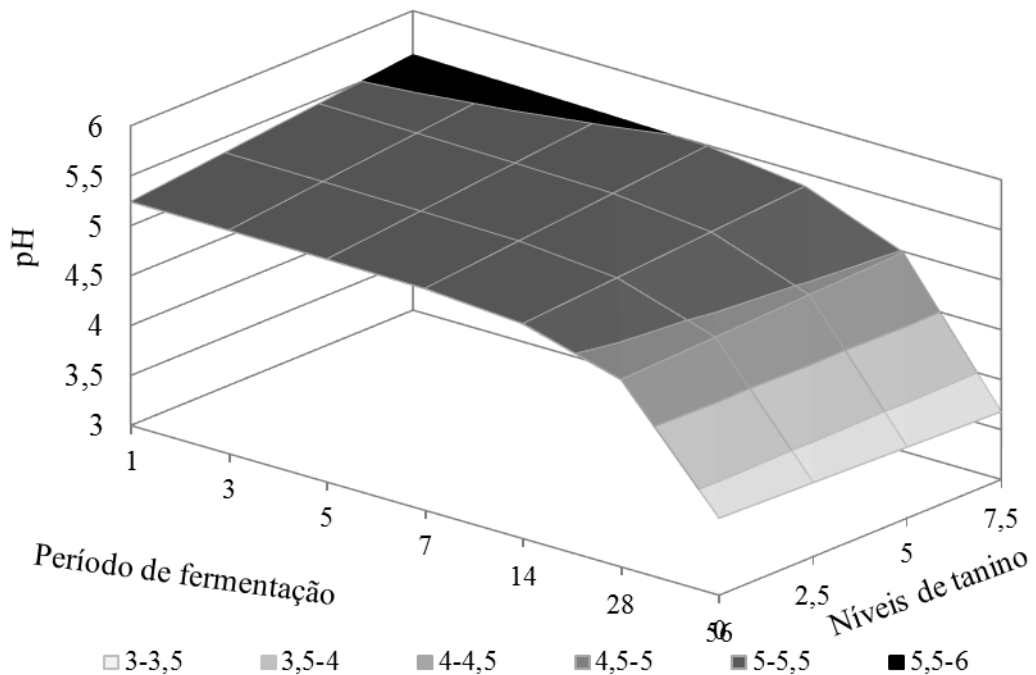
Tabela 4. Valores de ácidos orgânicos (AcO), em ppm, em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado

AcO (ppm)	Nível de tanino (% da MS)							EPM	P-valor		
	0	2,5	5	7,5	Tanino	PF	T × PF				
Lático	866	809	768	815	35,1	0,19	-	0,04 <sup>3</sup>			
Acético	83,5	88,1	88,7	91,1	3,68	0,01 <sup>1</sup>	-	<0,01 <sup>4</sup>			
Propiônico	36,3	36,2	40,6	39,0	1,85	0,08	-	0,31			
Butírico	455	447	449	438	6,40	0,13	-	0,07			
AcO (ppm)	Período de fermentação (dias)							EPM	Tanino	PF	T × PF
	1	3	5	7	14	28	56				
Lático	928	763	818	487	425	539	1641	98,5	-	<0,01 <sup>1</sup>	0,04 <sup>3</sup>
Acético	82,3	77,5	86,2	103	84,7	81,4	94,4	3,39	-	<0,01 <sup>1</sup>	<0,01 <sup>4</sup>
Propiônico	35,9	37,3	30,9	43,7	33,1	42,0	43,2	1,51	-	0,50	0,31
Butírico	96,4	325	378	623	667	664	377	44,6	-	<0,01 <sup>2</sup>	0,07

<sup>1</sup> Efeito linear; <sup>2</sup> Efeito quadrático; <sup>3</sup> Interação dos efeitos tanino (linear) × período de fermentação dos silos (linear); <sup>4</sup> Interação dos efeitos tanino (linear) × período de fermentação dos silos (quadrático).

Houve variações no pH entre o período de fermentação das silagens e os níveis de tanino, comprovando que o pH reduz com o passar dos dias (Figura 1).

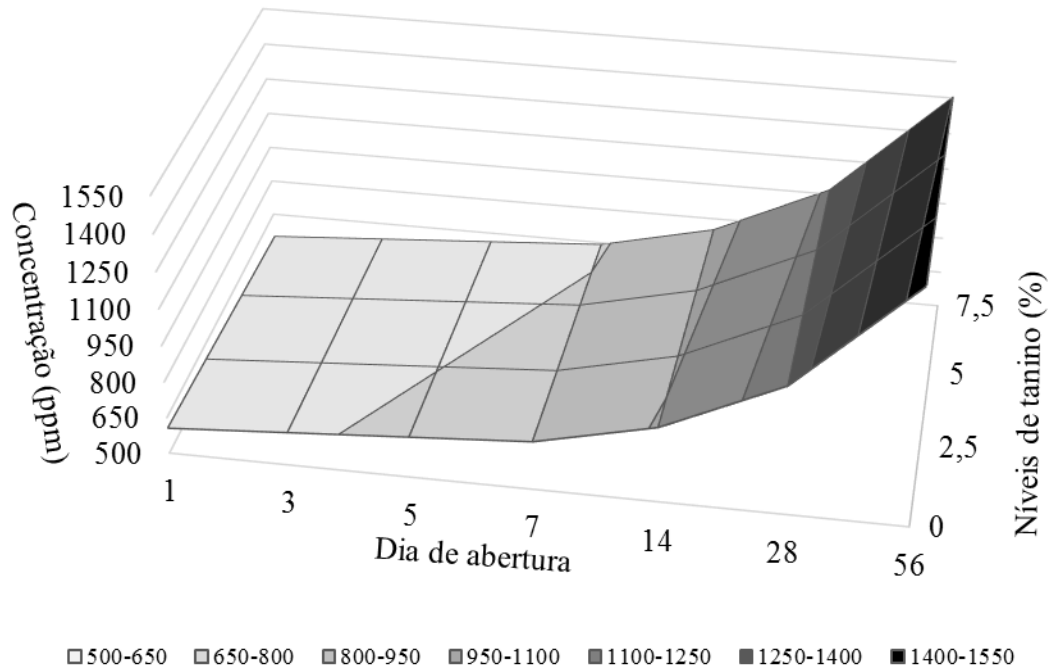
Figura 1- pH da silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado.



Os níveis de 2,5 e 5% de inclusão de tanino condensado na ensilagem da parte aérea de mandioca ocasionaram comportamentos semelhantes nos período de fermentação dos silos, entretanto, no nível 0%, a queda do pH foi mais acentuada e diferente de todos os níveis a partir do 5º dia e até o 28º dia. Ao 56º dia, o comportamento foi semelhante entre todos os níveis de inclusão de tanino. O ponto mínimo foi encontrado no dia 56 no tratamento 0% com pH 3,67.

Houve interação entre o dia de abertura dos silos e o nível de tanino condensado na silagem para a produção de ácido láctico, descrita na Figura 2.

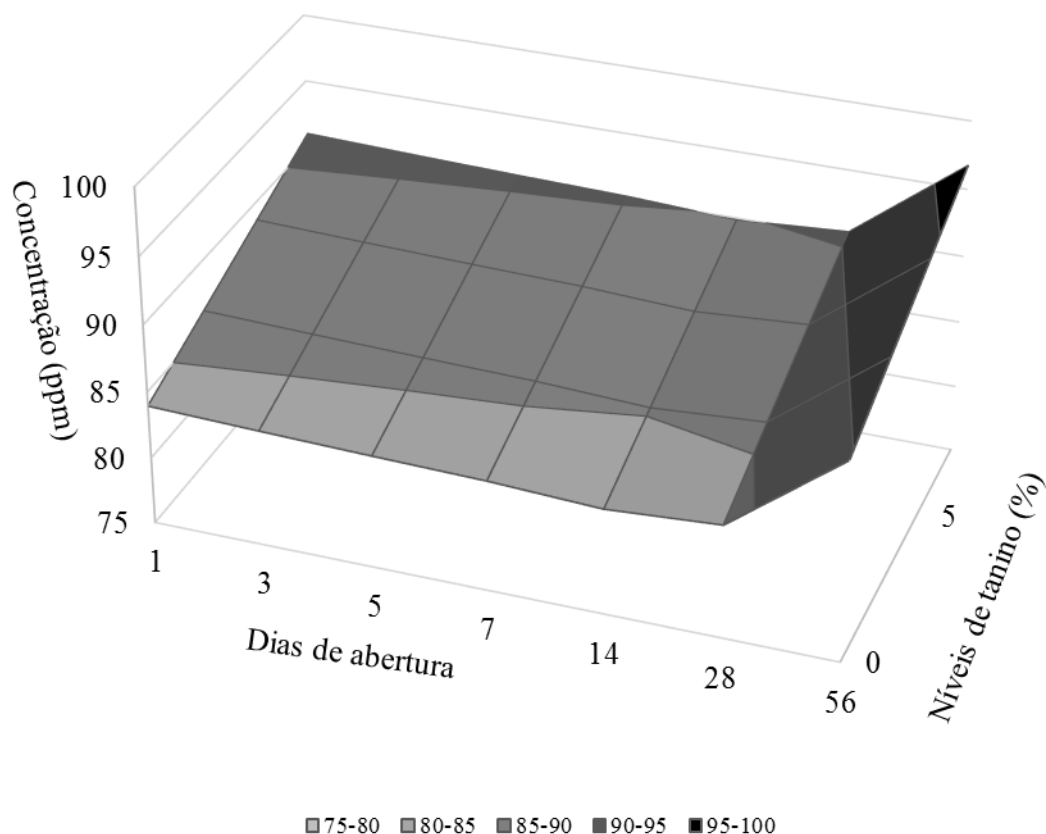
Figura 2- Concentração de ácido láctico em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado.



A inclusão do tanino condensado no momento da ensilagem atrasou a produção de ácido láctico. Como demonstrado na Figura 2, o aumento da produção de ácido láctico no nível zero iniciou-se no dia 3, enquanto a inclusão de tanino proporcionou aumento após o dia 5. Nos períodos de fermentação, a produção de ácido láctico foi maior na silagem sem tanino condensado, cujo ponto de máxima foi observado no dia 56 deste tratamento 1670 ppm.

Foi observada interação entre período de fermentação e níveis de tanino para a produção de ácido acético, conforme desdobramento expresso na figura abaixo (Figura 3).

Figura 3- Concentração de ácido acético em silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado.



A produção de ácido acético foi favorecida pela inclusão de tanino na ensilagem. Houve interação entre os níveis de tanino e o período de fermentação, uma vez que a inclusão de tanino até o dia 7 fez com que o nível de 7,5% de tanino condensado provocasse maior produção de ácido acético, mesma diferença observada aos 28 e 56 períodos de fermentação (Figura 3). O ponto de máxima foi observado no dia 56 no tratamento 7,5% de inclusão de tanino com concentração 106ppm.

Não houve diferença estatística para os parâmetros de produção de gás, mesmo com a variação do nível de adição do tanino na silagem no dia 56 (Tabela 5).

Tabela 5. Cinética de produção de gases de ensilagem, do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado aos 28 e 56 dias

Variáveis	Níveis de tanino %				EPM	P-valor	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
Vf1 (mL/gMS)	22,46	24,76	23,85	24,86	0,56	0,27	0,50
Vf2 (mL/gMS)	23,98	18,05	20,29	19,07	1,30	0,13	0,12
m1 (mL/g de MSh)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,69	0,44
m2 (mL/g de MSh)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,95	0,92
V (mL/gMS)	46,44	42,81	44,14	43,92	0,76	0,18	0,04 <sup>1</sup>
M (mL/g de MSh)	0,08	0,09	0,09	0,08	0,00	0,89	0,83
L (h)	10,88	10,73	10,68	10,92	0,06	0,93	0,76

Variáveis	Níveis de tanino %				EPM	P-valor	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
Vf1 (mL/gMS)	26,78	24,43	24,03	24,29	0,64	0,30	0,44
Vf2 (mL/gMS)	20,92	20,36	23,47	20,01	0,78	0,96	0,74
m1 (mL/g de MSh)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,10	0,22
m2 (mL/g de MSh)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,98	0,80
V (mL/gMS)	47,70	44,79	47,50	44,30	0,76	0,32	0,63
M (mL/g de MSh)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,00	0,73	0,73
L (h)	11,10	10,72	11,50	10,51	0,22	0,58	0,64

EPM - erro-padrão médio, R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; <sup>1</sup> Equação de regressão:  $\hat{Y}_{V28} = 46,1157 - 1,2722x + 0,1364x^2$ ; Produção de gases da fração não fibrosa (Vf1) e fibrosa (Vf2); taxa de produção de gases dos carboidratos não-fibrosos (m1) e fibrosos (m2); produção de gases dos carboidratos totais (V); taxa de produção de gases total (M); fase de latência (L)

No período de fermentação de 28 dias da ensilagem, o potencial máximo de produção de gases *in vitro* dos carboidratos totais (V) apresentou comportamento quadrático (P=0,001), com menor produção, de 43,15 mL/g MS, no nível de 4,66% de inclusão de tanino condensado na ensilagem do terço superior da mandioca.

Não houve efeito (P>0,05) dos níveis de tanino adicionados na ensilagem sobre a fração solúvel (a) na degradabilidade da matéria seca avaliada aos 28 dias da ensilagem (Tabela 6).

Tabela 6. Fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), fração indegradável (I), taxa de degradação da fração b (c), degradação potencial (DP) e degradação efetiva (DE), em taxas de passagem, aos 28 e aos 56 dias de ensilagem, do terço superior da mandioca ensilado com tanino condensado

28 dias							
Variáveis	Níveis de tanino (%)				EPM <sup>(1)</sup>	P-valor*	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
a, % MS	24,27	24,57	22,42	24,47	0,58	0,62	0,27
b, % MS	30,28	45,54	47,00	25,17	2,79	0,10	0,01 <sup>1</sup>
I, % MS	43,36	28,60	26,26	45,84	8,93	0,88	0,01 <sup>2</sup>
c, %/h	8,09	8,82	7,97	8,38	0,80	0,69	0,43
DP% MS**	54,55	70,11	69,41	49,64	2,72	0,09	0,01 <sup>3</sup>
DE 2%/h	39,66	42,44	54,56	41,65	1,59	0,99	0,89
DE 5%/h	30,51	33,92	44,22	36,13	1,24	0,89	0,70
DE 8%/h	33,15	30,90	38,92	41,65	1,00	0,91	0,61
56 dias							
Variáveis	Níveis de tanino(%)				EPM <sup>(1)</sup>	P-valor*	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
a, % MS	25,83	24,27	23,90	27,14	0,50	0,36	0,02 <sup>4</sup>
b, % MS	24,87	31,94	49,04	29,80	3,03	0,32	0,01 <sup>5</sup>
I, % MS	44,94	40,85	25,45	40,26	2,58	0,10	0,03 <sup>6</sup>
c, %/h	8,71	8,53	8,47	8,97	0,21	0,75	0,51
DP% MS**	50,19	56,21	72,94	56,94	2,91	0,11	0,04 <sup>7</sup>
DE 2%/h	42,04	42,85	44,87	43,11	2,31	0,45	0,40
DE 5%/h	37,29	35,77	35,31	36,82	1,82	0,97	0,34
DE 8%/h	34,46	32,61	31,74	34,13	1,83	0,88	0,11

\*Significativo P <0,05. \*\* Degradabilidade potencial calculada pela soma das frações a e b. <sup>(1)</sup> Erro-padrão da média. <sup>1</sup>  $\hat{Y}_{b28} = 29,80242 + 10,57163x - 1,48353x^2$ ; <sup>2</sup>  $\hat{Y}_{I28} = 45,15100 - 13,09493x + 1,72853x^2$ ; <sup>3</sup>  $\hat{Y}_{DP28} = 54,40883 + 9,98153x - 1,41320x^2$ ; <sup>4</sup>  $\hat{Y}_{a56} = 22,95183 - 1,29727x + 0,191867x^2$ ; <sup>5</sup>  $\hat{Y}_{b56} = 22,88500 + 11,01173x - 1,05227x^2$ ; <sup>6</sup>  $\hat{Y}_{I56} = 44,95333 - 6,15422x + 0,44274x^2$ ; <sup>7</sup>  $\hat{Y}_{DP56} = 48,50350 + 7,87073x - 0,86040x^2$ .

Aos 28 dias da ensilagem, a fração potencialmente degradável (b) teve comportamento quadrático positivo, com ponto de máxima de 48,64% da MS no nível de 3,56% de tanino condensado. Comportamento quadrático negativo foi observado para a fração indegradável, cuja menor quantidade, 20,35% da MS, foi registrada no nível de 3,79% inclusão de tanino. A degradabilidade potencial da fração (b) teve resultado semelhante no nível 3,53%, com valor de 72,03% da MS. Esse comportamento foi melhor ilustrado na avaliação da dinâmica da degradabilidade da matéria seca de acordo com os tempos de incubação e os níveis de inclusão de tanino condensado (figura 4).

Como demonstrado na Tabela 6, a inclusão de tanino provocou efeito quadrático na degradabilidade da fração (a), com o menor valor, 20,76% aos 56 dias no nível de 3,38% de adição de tanino condensado. A fração indegradável também sofreu efeito quadrático ( $P=0,01$ ), com valor de 23,57% da MS no ponto mínimo no nível de 6,59% de inclusão de tanino. Em compensação, a fração potencialmente degradável (b) teve comportamento quadrático positivo, com ponto máximo de 51,69% no nível de 5,23% de inclusão de tanino. Houve efeito quadrático positivo sobre degradabilidade potencial da matéria seca, com valor de 66,50% no nível de 4,57% de inclusão, enquanto nas silagens com inclusão de tanino no nível de 5% (tabela 6), a degradabilidade potencial do tratamento alcançou 72,94%.

#### 4 - DISCUSSÃO

Não houve efeito da inclusão de tanino condensado sobre as perdas por gases, que foram influenciadas, no entanto, pelos períodos de fermentação dos silos (Tabela 2). Esse tipo de perdas está relacionado à fermentação heterofermentativa ou a fermentações secundárias causadas por enterobactérias, bacilos, bolores e leveduras que fermentam as moléculas de piruvato em acetato, lactato e  $CO_2$ . Outros gases também podem ser produzidos e liberados, como amônia, decorrente de proteólise, e óxido de nitrogênio, oriundo do metabolismo de algumas enterobactérias (McDONALD et al., 1991; OUDE ELFERINK et al., 1999; MUCK, 2010). Várias espécies de enterobactérias usam nitrato como acceptor de elétrons, reduzindo nitrato a nitrito, que volatiliza, computando as principais perdas por gás nos silos (MUCK, 2010). As perdas por bolores também foram influenciadas pelos períodos de fermentação dos silos, logo, o tempo de ensilagem pode ser outra possível explicação para as perdas por gases.

As perdas por bolores ocorreram no topo dos silos, onde pode ter havido contato com oxigênio. Esses bolores podem ser de diversos gêneros, como *Monascus*, *Geotrichum*, *Bissochlamys*, *Mucor*, *Monilia*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Segundo McDonald et al. (1991), além dessa causa, a alta temperatura também pode provocar a proliferação desses fungos.

O teor de matéria seca variou de 30,30 a 35,64%, valores próximos aos de 28 a 34% de MS preconizados por McDonald et al. (1991) como teores de matéria seca ideais para favorecer o processo fermentativo.

A partir do dia 28, as silagens controle apresentaram valores de pH próximos aos preconizados para silagens de boa qualidade, de 3,8 a 4,2 (McDONALD et al., 1991; MOTA et al., 2011). A inclusão do tanino condensado retardou o tempo para que o pH alcançasse esta margem, o que ocorreu apenas no dia 56. Apesar disso, a inclusão de tanino condensado no nível 5,54% aumentou as concentrações de PB, possivelmente por promover a ligação tanino-proteína (COSTA et al., 2008), protegendo-a. Entretanto, os valores de pH foram reduzindo e, ao atingirem valor abaixo de 4,9 (Figura 1), a ligação tanino-proteína foi desfeita (HANGERMAN e BUTLER, 1981), reduzindo a ação bacteriostática e permitindo a proliferação de bactérias homofermentativas e, conseqüentemente, o pH, aumentando a produção de ácido lático, resultando em pH condizentes com de silagens de boa qualidade no dia 56 de abertura dos silos.

A produção dos ácidos orgânicos responsáveis pela queda do pH da silagem, principalmente o ácido lático que foi maior no nível 0% (Tabela 4), provocando a queda do pH de forma mais acentuada (Figura 1). Os dados levam a supor que até o 28º dia, o tanino pode ter exercido efeito inibitório na proliferação de bactérias homofermentativas (Figura 1) (SANTOSO et al., 2011), alongando a fase de colonização do processo de ensilagem (KAISER et al., 2003). A maior concentração de ácido acético com níveis crescentes de inclusão de tanino é indicio da maior presença das bactérias heterofermentativas (YITBAREK e TAMIR.2014; TOKITA et al., 2015). Outra possível explicação pode estar nos maiores valores de ácido butírico encontrados, que podem ter decorrido de fermentações secundárias, o que reduziu a velocidade de queda do pH (Tabela 4) (DEAVILLE et al., 2010; TOKITA et al., 2015).

Os períodos de fermentação e os níveis de tanino adicionados não influenciaram no teor de FDN das silagens, que variaram de 49,03 a 56,90%. Esses dados são próximos aos encontrados por Modesto et al. (2004), que observaram teor de 50,75% de FDN na silagem do terço superior da mandioca, e aos descritos por Valadares Filho et al. (2015), que registraram valor médio de 50,75% de FDN em silagens da parte aérea da mandioca e de 51,27% de FDN em silagens da parte aérea emurchecida.

Houve efeito quadrático positivo da inclusão de tanino condensado sobre o teor de



PB, cujo valor máximo, de 16,54% de PB, foi encontrado no nível de 5,54%, fato que pode ser explicado pela ligação do tanino à proteína, o que, neste nível, pode ter inibido a ação das enzimas vegetais e microbianas (Tabela 3) (MOHAMMADABADI e CHAJI, 2012).

A redução nos teores de PB com o passar do período de ensilagem ( $P < 0,01$ ), não foram acompanhados de diferença ( $P = 0,14$ ) dos teores de  $\text{NH}_3/\text{NT}$  (Tabela 3). McDonald et al. (1991) afirmam que a proteólise tem como principal metabólito o  $\text{NH}_3$ . Apesar disso, os valores de  $\text{NH}_3/\text{NT}$  encontrados neste trabalho mantiveram-se na faixa ideal ( $< 10\%$ ) preconizada por esses autores.

Os valores de PB encontrados neste trabalho foram superiores aos relatados na literatura. Por exemplo, Almeida e Ferreira Filho (2005) e Valadares Filho et al. (2015) relataram valores de 11,5% de PB na silagem da parte aérea da mandioca e 12,15% de PB em silagens do terço superior da mandioca, respectivamente, valores inferiores aos descritos por Man e Wiktorsson (2001), de 18,8 a 21,5%, e Silva et al. (2012), de 18,01%. A diferença nos conteúdos de proteína bruta em relação aos trabalhos supracitados pode ser devido ao cultivar, ao estágio fisiológico da planta no momento de coleta e à adubação (MARQUES et al., 2013).

Na avaliação da cinética de produção de gases, o *lag time* ou tempo de colonização encontrado variou de 10,51 a 11,50 horas (Tabela 5), tempo que pode ser extrapolado a uma correlação ao início da degradação do alimento no rúmen. Quanto maior esse tempo, menor a degradabilidade no rúmen, em virtude do maior tempo gasto para o início da degradação no rúmen. A inclusão de tanino não afetou o *lag time*, apesar de este tempo estar superior aos relatados por Figueredo et al. (2006), de 1,5 hora para feno da parte aérea de mandioca, e Marques et al. (2013), de 1,28 a 1,69 hora para silagem da parte aérea de diferentes variedades de mandioca, porém foi próximo aos relatados por Silva et al. (2012), que trabalharam com silagem da parte aérea de mandioca e encontraram *lag time* em média de 8 horas.

O fato de ter havido diferença na produção de gases no dia 28 e esta diferença não ter sido observada no dia 56 pode estar relacionado à redução do pH para abaixo de 5,0 (Figura 1). De acordo com Oliveira et al. (2009), o pH pode desfazer a ligação do tanino adicionado à proteína do material e, por conta disso, não exercer ação sobre os microrganismos do inóculo de líquido ruminal e, assim, não afetar a produção de gases.

A importância da criação do complexo tanino-proteína remete a possível relevância na nutrição de ruminantes. Os complexos podem permanecer intactos durante a ruminação, sendo desfeitos no abomaso, devido à modificação de pH, permitindo um aporte de proteínas não degradadas no rúmen (MAKKAR, 2003).

O efeito quadrático positivo da degradação potencial está relacionado ao percentual de fração potencialmente degradável (b) e ao percentual de fração indegradável, uma vez que o nível de inclusão de 3,56% teve o maior efeito sobre a degradação da fração (b). Além disso, a menor quantidade de fração indegradável foi encontrada no nível de inclusão de 3,79%, próximo ao nível de inclusão de tanino (3,53%) que promoveu maior degradabilidade potencial de 72,03%, tornando-se possível deduzir que nesse nível existe maior degradabilidade potencial da MS, em razão da proximidade ao ponto de menor quantidade de fração indegradável que promove melhor aproveitamento do material pelo animal (Tabela 6). O tanino condensado reduz a degradabilidade da proteína a aminoácidos por meio de sua ligação com a proteína e, assim, reduz a fração solúvel (a) e a ligação com a proteína reduz a velocidade de degradação da fração potencialmente solúvel(b) (MLAMBO e MAPIYE, 2015).

De acordo com os resultados da Tabela 6, pode-se supor que os níveis entre 2,5% e 5% de inclusão de tanino condensado reduz a disponibilidade da proteína o que aumenta a sincronia de disponibilidade de nitrogênio e carboidrato, favorecendo a maior degradabilidade da MS (VAN SOEST, 1994). No nível de 7,5%, existe a possibilidade de um excesso de tanino livre e esse excesso pode afetar as bactérias fibrolíticas por alteração na sua membrana (MAKKAR, 2003), pela redução da atividade enzimática e pela possibilidade de o tanino se ligar as enzimas, diminuindo sua ação e, conseqüentemente, causando menor degradabilidade (TOKITA et al., 2015).

Associando a degradabilidade (Tabela 6) e a produção de gases total (V) aos 28 dias (Tabela 6), verifica-se que houve maior potencial degradabilidade e menor produção de gases em um nível entre 3,53% e 4,66% de inclusão de tanino, que pode ser relacionado a menor perda por eructação e flatulências. Entretanto, também pode ser indicativo de menor aproveitamento dos nutrientes, tendo em vista a ação bacteriostática do tanino que afeta a utilização dos nutrientes da silagem para as produções de proteína microbiana e ácidos graxos voláteis.

A inclusão de 5% de tanino condensado ao material ensilado fez com que a silagem aberta aos 56 dias alcançasse valores de degradabilidade potencial próximos aos descritos por Figueredo et al. (2006), que trabalharam com feno da parte aérea de mandioca, e essa semelhança pode estar relacionada ao fato de esses autores terem encontrado concentrações de fração solúvel (a) parecidas. Apesar do nível de inclusão de 5% ter se destacado dos demais, a partir da 48ª hora de ensilagem, ao se utilizar esses dados para possível correlação para a degradabilidade *in vivo* do alimento em torno de 48 horas no trato gastrointestinal, pode-se inferir que os níveis de tanino adicionados no momento da ensilagem não alteram a degradabilidade quando o material é mantido ensilado por 56 dias.

Os teores de tanino utilizados neste trabalho não afetaram a qualidade das silagens, as perdas, as características fermentativas, a produção de ácidos graxos cadeia curta (AGCC), a degradabilidade e a produção de gases *in vitro* do terço superior da mandioca aos 56 dias de ensilagem.

## 5 – CONCLUSÕES

A adição de tanino condensado alongou a fase fermentativa e fez com que a silagem estivesse estabilizada apenas aos 56 dias de ensilagem.

## 6 – REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.; FERREIRA FLHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**. v.7, n.1, p.50-56, 2005. disponível em: <[http://www2.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia3\\_v7n1.pdf](http://www2.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia3_v7n1.pdf)>. Acesso em 29 ago. 2013.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, D.C., 1990. 1094p.

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.

DEAVILLE, E. R.; GIVENS, D. I.; MUELLER-HARVEY, I. Chestnut and mimosa tannin silages: Effects in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilisation and losses. **Animal feed science and technology**, v. 157, n. 3, p. 129-138, 2010.

ELFERINK, S. J. W. H. O.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOELSTRA, S. F. Silage Fermentation process and their manipulation. **Proceedings...** In: ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999.

FIGUEREDO, M. P. de; SOUZA, L. F.; FERREIRA, J. Q. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tratada com uréia **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 1, p. 11-17, 2006.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions **Journal of Biological Chemistry**, v.256, n.9, p. 4494–4497, 1991

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.;SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 101-119, 2007.

KAISER, A. et al (2003). **Successful silage**. Dairy Australia and New South Department of Primary Industries, Australia, Disponível em <  
<http://www.dairyaustralia.com.au/Pastures-and-Feeding/Pastures-forages-and-crops/Silage-and-hay/Successful-silage.aspx>> Acessado em 13 jan 2016.

KUNG Jr., L. Understanding the biology of silage preservation to maximize quality and protect the environment. **In: Proceedings**, 2010 California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference, Visalia, December, 2010. UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, Davis, CA 95616. Acesso online: <http://>

[http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/files/talks/CAS05\\_KungBiologyOfSilage.pdf](http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/files/talks/CAS05_KungBiologyOfSilage.pdf) acessado em 29 de junho de 2014.

LONGHI, R. M.; DOMINGUES, F. N.; MOTA, D. A.; OAIGEN, R. P.; CALONEGO, J. C.; ZUNDT, M. Composição bromatológica e pH da silagem de diferentes frações da parte aérea da mandioca tratada com doses crescentes de óxido de cálcio. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p. 337-341, 2013.

LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; OLIVEIRA, J. P. F. de; ARAÚJO, T. L. A. C. de Silagem para vacas leiteiras no semiárido. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 9, n. 2, p. 33-42, 2013.

MAKKAR, H. P. S. Effect 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.

MAN, N.V., WIKTORSSON, H. Cassava tops ensiled with or without molasses as additive effects on quality, feed intake and digestibility by heifers. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, n.14, p.624 - 630, 2001.

MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A.Rich.) Stapf cv. Marandu): produção valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). - Escola Superior Agrícola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 159p., 2003.

MARQUES, K. M. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T. dos; SOUZA, V. M. de; PIRES, D. A. de A.; PALMA, M. N. N. de; SILVA, G. W. V. da S.; ANTUNES, A. P. da S. Cinética de fermentação *in vitro* de silagens da parte aérea de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.233-247, 2013.

MAURICIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. 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.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

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 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.636-641, 2015.

MLAMBO, V.; MAPIYE, C. Towards household food and nutrition security in semi-arid areas: What role for condensed tannin-rich ruminant feedstuffs?. **Food Research International**, v. 76, p. 953-961, 2015.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T. dos; VILELA, D.; SILVA, D. C. da; FAUSTINO, J. O.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M. A.; MARQUES, J. de A. Caracterização química-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.1.137-146, 2004.

MOHAMMADABADI, T.; CHAJI, M. The Influence of the plant tannins on *in vitro* ruminal degradation and improving nutritive value of sunflower meal in ruminants. **Pakistan Veterinary Journal**, v.32, p. 225-228, 2012.

MORO, G. V.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; ABDALLA, A. L.; REGINATTO, F. H.; PEÇANHA, M. R.; COSTA, G. M. Aspectos químicos do gênero *Lotus* l. com ênfase em metabólitos secundários **ARS VETERINARIA**, v.26, n.2, p.113-119, 2010.

MOTA, A. D. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SOUZA, A. S. de; REIS, S. T. dos; TOMICH, T. R.; CALDEIRA, L. A.; MENEZES, G.C. de C.; COSTA, M. D. da Perfil

de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1466-1473, 2011.

MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.86, p.2010– 2037, 2006.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.183-191, 2010 (supl. especial).

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

ONI, A. O.; SOWANDE, O. S.; ONI, O. O.; ADERINBOYE, R. Y.; DELE, P. A.; OJO, V. O. A.; ARIGBEDE, O. M.; ONWUKA, C.F.I. Effect of additives on fermentation of cassava leaf Silage and ruminal fluid of West African Dwarf goats. **Archivos de zootecnia**, v. 63, n. 243, p. 449-459, 2014.

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

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v. 54, n. 7, p. 1025-1033, 1971.

SALAWU, M. B.; ACAMOVIC, T.; STEWART, C .S.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, 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**, v.82, p.243–259, 1999.

SANTOSO, B.; HARIADIA, B. T.; 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, n. 2, 2011.

SAS Institute. SAS user's guide: statistics version 9.1. Cary: SAS Institute, 2003. 956 p.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de açúcar**. Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228p. Tese de Doutorado em Agronomia. USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

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.

SILVA, J. da; FERREIRA FILHO, J. R. Produção de biomassa de mandioca. **Mandioca em foco**, n.34, 2007. Acesso online: [www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/folder/Folder\\_Biomassa.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/folder/Folder_Biomassa.pdf) acessado em 29 de junho de 2014.

SILVA, C. F. P. G.; FIGUEIREDO, M. P.; PEDREIRA, M. S.; BERNARDINO, F. S.; FARIAS, D. H.; AZÊVEDO, J. A. G. Cinética e parâmetros de fermentação ruminal *in vitro* de silagens de parte aérea e raízes de mandioca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1639-1648, 2012.

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



SOTO-BLANCO, B.; GÓRNIAK S. L. Toxic effects of prolonged administration of leaves of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to goats. **Experimental and Toxicologic Pathology**, n.62, p.361–366, 2010.

TABACCO, E.; BORREANI, G.; CROVETTO, G. M.; GALASSI, G.; COLOMBO, D.; CAVALLARIN, L. Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis and protein rumen degradability of alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4736–4746, 2006.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLEN, A. B.; FRANCE, J. 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.

TOKITA, N.; OGATA, M.; OSHIRO, S.; HIRAYANAGI, N.; HATORI, M.; SATO, S.; KURITA, T.; YOSHIMURA, I.; TOKITA, T. Quality of reed canary-grass (*Phalaris arundinacea* L.) silage produced using glucose, formic acid, and tannic acid. **Asian Journal of Plant Science and Research**, v. 5, n. 11, p. 21-25, 2015.

TOSI, H.; FARIA, V. P.; SILVEIRA, A. C. Determinação de bases voláteis em silagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGENS, 10., 1973, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Reunião Anual da SBZ. 1973. p. 58-59

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em: [www. ufv. br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em, v. 19, n. 03, 2015.

VALENTE T. N. P.; LIMA, E. da S.; HENRIQUES, L. T.; MACHADO NETO, O. R.; GOMES, D. I.; SAMPAIO C. B.; COSTA, V. A. C. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, n.3, p.347-358, 2011.

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

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

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.51, p.780-785, 1968.

YITBAREK, M. B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, 2014, n.4, p. 258-274. Published Online April 2014 in SciRes.  
<http://www.scirp.org/journal/ojapps> ;<http://dx.doi.org/10.4236/ojapps.2014.45026>  
acessado em 29 de junho de 2014.

WILSON, R. F.; WILKINS, R. J. The ensilage of autumn-sown rye. **Journal of British Grassland Society**. v.27, p.35-41, 1972.

## **CAPÍTULO II**



**Silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino  
condensado na dieta de cabras leiteiras**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o consumo, o comportamento ingestivo, a digestibilidade, o desempenho produtivo e as características físico-químicas do leite em cabras alimentadas com silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado no momento da ensilagem. O material ensilado foi composto pelo terço superior da mandioca (*Manihot esculenta*) adicionado de tanino condensado nos níveis 0; 2,5; 5; e 7,5% na matéria seca (MS) da silagem. Foram utilizadas 8 cabras anglonubianas, com  $40 \pm 2$  kg, em um delineamento quadrado latino duplo com 4 períodos e 4 níveis. Avaliou-se o efeito da dieta na fisiologia do animal utilizando-se as variáveis consumo, comportamento ingestivo, digestibilidade da dieta, desempenho produtivo e variação de peso dos animais, e produção e características físico-químicas do leite. A inclusão de tanino na ensilagem não teve efeito significativo ( $P>0,05$ ) nos consumos de água, matéria seca, fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB), entretanto a relação consumo de MS% Peso Vivo (CMS%PV) apresentou comportamento quadrático, com valores máximos no nível de 2,91% de tanino condensado. O tempo de ruminação apresentou comportamento quadrático ( $P=0,01$ ) com ponto de máxima no nível de 4,74% de tanino. A digestibilidade de PB, FDN, CNF e o teor de NDT sofreram efeito significativo ( $P=0,02$ ;  $P=0,04$ ;  $P=0,03$ ;  $P=0,03$ ), com comportamento linear decrescente à medida que aumentou o nível de tanino condensado. Houve efeito quadrático dos níveis de tanino adicionados no material ensilado ( $P<0,05$ ) sobre as quantidades de nitrogênio retido e do balanço de n, cujos pontos de máxima ocorreram nos níveis de 3,95% e 3,69% de tanino. A inclusão de tanino não afetou a produção de leite ( $P>0,05$ ), mas teve efeito significativo ( $P=0,02$ ) na concentração de N ureico no leite, que apresentou comportamento linear decrescente. A adição de tanino condensado a 3,95% na ensilagem do terço superior da mandioca promove maior retenção de nitrogênio que pode favorecer nos aspectos produtivos de cabras em lactação.

**Palavras-chave:** compostos fenólicos, nutrição animal, resíduos, ruminantes

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the performance, characteristics of the milk of goats fed with upper third part of the cassava silage with added levels of condensed tannin at the time of ensiling. The ensiled material was composed of the upper third of the aerial part of cassava (*Manihot esculenta*) and added tannin. levels (0, 2.5, 5, and 7.5%) in the DM silage. We used 8 anglonubianas goats, with  $40 \pm 2$  kg in a double Latin square design with four periods and four levels. We evaluated the effect of diet on animal physiology using the variable consumption, feeding behavior, diet digestibility, growth performance and animal weight change, and production and physicochemical characteristics of milk. The consumption of water, DM, NDF and CP, no had significant effect ( $P > 0.05$ ) with the addition of tannin, however the dry matter consumption / body weight (DMC/BW) showed a quadratic behavior with maximum at the level of 2.91% of condensed tannin. For feeding behavior only related to rumination parameter showed a quadratic behavior ( $P=0.01$ ) with 4.74% of tannin as a point of maximum. The rumination time showed a quadratic behavior ( $P = 0.01$ ) with a maximum point at the level of 4.74% of tannin. The CP, NDF, NFC digestibility and TDN suffered significant effect ( $P = 0.02$ ;  $P = 0.04$ ;  $P = 0.03$ ;  $P = 0.03$ ), with a decreasing linear behavior as increased the condensed tannin level. Quadratic effect of tannin levels added in the ensiled material ( $P < 0.05$ ) on the quantities of nitrogen retained and nitrogen balance, whose maximum points occurred at the level of 3.95% and 3.69% of tannin. The inclusion of tannin did not affect milk production ( $P > 0.05$ ), but had a significant effect ( $P = 0.02$ ) in concentrations of urea N in milk, which showed decreasing linear effect. The addition of condensed tannin levels in 3.95% of dry matter in the upper third of cassava silage favors the nitrogen retained can increase of productives characteristics for dairy goats.

**Keywords:** animal nutrition, byproducts, phenolic compounds, ruminants

## 1 – INTRODUÇÃO

A produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) está estabelecida mundialmente entre as latitudes 30 °N e 30 °S nas zonas tropicais da Ásia, das Américas e da África, sendo base da alimentação de muitos povos (FAOSTAT, 2012). No Brasil a produção é maior nas regiões Norte e Nordeste, entretanto, com a retirada das raízes, todo o terço superior é descartado e apenas o caule (maniva) é utilizado para replantio (PINHO et al., 2004; NUNES IRMÃO et al., 2008).

O aproveitamento de resíduos da agricultura pode reduzir a sazonalidade da oferta de forragem aos animais durante o período seco do ano. A parte aérea da mandioca, em virtude de suas características produtivas e bromatológicas, tem grande potencial para uso na alimentação animal. Segundo a literatura, a produção de parte aérea chega a aproximadamente 100 t/MV/ha/ano, com teores de proteína acima de 15% (SILVA e FERREIRA FILHO, 2007; FERNANDES et al., 2008).

A conservação da parte aérea da mandioca na forma de ensilagem tem sido citada por muitas pesquisas (FAUSTINO et al., 2003; MODESTO et al., 2004; PINHO et al., 2004, FALKENBERG et al., 2005), uma vez que a composição bromatológica dessa fração atende à nutrição de ruminantes somado ao fato da planta ser resistente ao estresse hídrico e adaptada ao clima semiárido. Entretanto, o seu teor de proteína pode chegar a 25% (FERREIRA et al., 2007) e o de matéria seca varia entre 20 e 28%, o que pode favorecer fermentações secundárias e proteólise excessiva do material, reduzindo a velocidade de queda do pH e comprometendo o perfil fermentativo da silagem, com consequente redução do seu valor nutritivo e consumo pelos animais. Por isso, a utilização de aditivos pode ser necessária para controle da fermentação (HENDERSON, 1993).

Gxasheka et al. (2015) afirmam que o tanino tem efeito bacteriostático e bactericida, tanto pela redução da disponibilidade de proteínas e polissacarídeos (COSTA et al., 2008), quanto pela destruição da membrana celular das bactérias gram-negativas (BHATTA et al., 2009) ou, ainda, pela inibição de enzimas (VALENTE et al., 2011). Khiaosa-Ard et al. (2009) observaram que alguns compostos, como o tanino, reduzem a liberação de amônia e metano, promovendo a utilização mais eficiente da energia e proteína fornecidas na dieta e a modificação no processo de biohidrogenação

dos lípidos (MORALES e UNGERFELD, 2015), favorecendo o desempenho produção animal. Estudos trazem, no entanto, dados variáveis sobre os efeitos desse produto. Além disso, não foram ainda testadas a inclusão de tanino na ensilagem de forrageiras nativas do Nordeste nem seus efeitos no desempenho de caprinos leiteiros.

O tanino pode também ter efeito antinutricional, reduzindo o consumo e a digestibilidade da dieta, por sua afinidade com proteínas e polissacarídeos, que provoca indisponibilização e precipitação desses compostos (LIMA JÚNIOR et al., 2010). Dessa forma, dietas contendo tanino podem causar diminuição do consumo e alterações nos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio (DADO e ALLEN, 1995), mudanças no comportamento ingestivo e na absorção de nutrientes que afetarão os produtos finais (carne e leite).

Surge, então, a necessidade de estudar os efeitos da inclusão de tanino na alimentação de caprinos leiteiros para quantificar as respostas animais, em termos produtivos, e assim fornecer dados que esclareçam sua ação nos produtos de origem animal.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, produção e composição do leite de cabras leiteiras alimentadas com silagem aditivada de tanino condensado.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e duração do experimento**

O experimento foi realizado no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), localizado no município de Petrolina, PE (latitude 9° 4' S; longitude 40°19' O), e teve duração de 80 dias, incluindo o período de avaliação das dietas nos animais. Nesse mesmo município, foram coletadas nos projetos irrigados as partes aérea de mandioca para ensilagem.

Este experimento foi conduzido em estrita concordância com o Conselho Guia Nacional para o Controle de Experimentação Animal (CONCEA), sob protocolo de experimentação aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Pernambuco, Brasil (Número de permissão: 0001/040713).

### **2.2 Manejo dos animais e das dietas**

Foram utilizadas 8 cabras da raça Anglonubiana, múltíparas, pesando em  $40 \pm 2,0$  kg de peso vivo, aos  $30 \pm 5$  dias de lactação e 3 e 4 anos de idade. Os animais foram tratados contra endoparasitas (Cydectin®, Moxidectina 0,2%, Fort Dodge) e, em seguida, mantidos alojados em baias individuais de piso ripado equipadas com comedouro, para fornecimento individualizado da dieta total, além de bebedouro e saleiro, com água e sal mineral à vontade.

O experimento teve duração de 80 dias, em delineamento de quadrado latino duplo, sendo composto pelos quatro níveis de tanino adicionados ao material ensilado e dividido em quatro períodos de 20 dias. Os primeiros 15 dias de cada período foram destinados à adaptação dos animais às dietas experimentais e os 5 dias seguintes, à coleta dos dados, à quantificação da produção de leite e à coleta de amostras de leite.

As dietas foram compostas de silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado no momento da ensilagem, aberta com 56 dias, perfazendo cerca de 80% da MS total da dieta ofertada. Os animais receberam ainda suplementação de 20% de concentrado/animal/dia (20% PB e 85% NDT) à base de grãos de milho moído e farelo de soja para atender às necessidade de cabras leiteiras produzindo 1,5 kg de



leite/dia, com consumos de MS de 4%, NDT 65% e PB 12,7%, em percentagem do peso vivo (PV), de acordo com NRC (2007).

Na confecção dos silos, foram utilizados 32 tambores de polietileno com capacidade para 200 L (oito por tratamento), que foram preenchidos com o terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado nos níveis: 0% = controle, sem tanino condensado; 2,5%; 5%; e 7,5% da MS do material ensilado.

Os silos foram compactados por pisoteamento e fechados com tampas com lacre metálico, com intuito de obter uma densidade de 600Kg/m<sup>3</sup> (Mc DONALD et al., 1991). O período de abertura dos silos para utilização da silagem foi de 56 dias após o fechamento.

Os animais foram alimentados com mistura completa duas vezes ao dia, logo após as ordenhas, às 7:30 e 16:30, em quantidades ajustadas diariamente para possibilitar 10 a 15% de sobras. Amostras dos ingredientes foram coletadas e submetidas a análise bromatológica para avaliação da composição dos alimentos fornecidos (Tabela 1).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes usados na confecção das dietas experimentais

Variáveis	Silagem de mandioca				Milho moído	Farelo de soja
	0%	2,5%	5%	7,5%		
Matéria seca (%)	32,34	34,56	35,93	36,33	93,91	95,09
Matéria mineral <sup>1</sup> (%)	8,71	8,85	9,17	9,29	2,68	3,44
Proteína bruta <sup>1</sup> (%)	15,76	15,53	15,42	15,49	9,89	44,72
Extrato etéreo <sup>1</sup> (%)	4,16	4,16	4,07	4,08	4,97	1,76
FDNcp <sup>1-2</sup> (%)	41,21	41,84	40,15	40,42	13,10	15,34
FDA <sup>1</sup> (%)	21,48	20,67	20,05	20,63	10,21	9,33
PIDN <sup>3</sup> (%PB)	34,58	36,82	44,44	45,94	5,91	10,87
PIDA <sup>4</sup> (%PB)	4,56	5,00	5,44	5,47	0,88	0,93
Lignina <sup>1</sup>	7,00	7,11	6,82	6,86	4,00	2,32
Celulose <sup>1</sup>	14,48	13,56	13,23	13,77	6,21	7,01
Hemicelulose <sup>1</sup>	19,73	21,17	20,10	19,79	7,89	6,01
Carboidratos totais <sup>1</sup> (%)	71,37	71,46	71,34	71,14	82,46	50,08
Carboidratos não-fibrosos <sup>1</sup> (%)	30,16	29,62	31,19	30,72	69,36	34,74
Nutrientes digestíveis totais <sup>1*</sup> (%)	65,44	65,29	65,10	65,00	82,45	72,26

<sup>1</sup> Valor expresso em % da matéria seca, <sup>2</sup> Corrigido para cinzas e proteína, <sup>3</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>4</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido, \* Nutrientes digestíveis totais (%) = Valores estimados com base nas equações do NRC (2001).

A composição em ingredientes e químico-bromatológica das dietas está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais

Composição Percentual (%MS)				
Alimento	Níveis de tanino (%)			
	0	2,5	5	7,5
Silagem de mandioca	80,00	80,00	80,00	80,00
Concentrado				
Milho moído na dieta total	14,00	14,00	14,00	14,00
Farelo de soja na dieta total	6,00	6,00	6,00	6,00
Composição químico-bromatológica das dietas experimentais				
Variáveis	Níveis de tanino (%)			
	0	2,5	5	7,5
Matéria seca (%)	44,71	46,49	47,60	47,92
Matéria mineral <sup>1</sup> (%)	7,55	7,66	7,92	8,01
Proteína bruta <sup>1</sup> (%)	16,68	16,49	16,40	16,46
Extrato etéreo <sup>1</sup> (%)	4,13	4,13	4,06	4,07
FDN <sub>cp</sub> <sup>1, 2</sup> (%)	36,42	35,93	35,57	34,79
FDA <sup>1</sup> (%)	18,17	18,53	18,03	18,49
PIDN <sup>3</sup> (%PB)	29,14	30,94	37,03	38,23
PIDA <sup>4</sup> (%PB)	3,83	4,18	4,53	4,56
Carboidratos totais <sup>1</sup> (%)	71,65	71,72	71,62	71,46
Carboidratos não-fibrosos <sup>1</sup> (%)	35,92	35,79	36,05	36,67
Lignina <sup>1</sup>	6,30	6,39	6,16	6,19
Celulose <sup>1</sup>	12,87	12,14	11,87	12,31
Hemicelulose <sup>1</sup>	17,25	18,40	17,55	17,30
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup> (%)	68,33	68,22	68,06	67,98

<sup>1</sup> Valor expresso em % da matéria seca, <sup>2</sup> Corrigido para cinzas e proteína, <sup>3</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>4</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido, \* Nutrientes digestíveis totais (%) = Valores estimados com base nas equações do NRC (2001).

## 2.4 Análises das amostras

### 2.4.1 Alimentos, sobras, fezes e urina

Os alimentos (ingredientes e dietas), as sobras e as amostras de fezes foram pré-secos e triturados em moinho de faca tipo Willey até atingirem 3 mm de granulometria e levados ao laboratório para avaliação bromatológica, realizada segundo recomendações da AOAC (1990).

Foram analisadas os teores de matéria seca (MS), utilizando-se o método nº 934.01, matéria mineral (MM)(nº930.05), e proteína bruta (PB), pelo método Kjeldahl (nº981.10).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método descrito por Van Soest et al. (1991) e os de lignina (LIG), por metodologia relatada por Van Soest (1963). As outras frações da parede celular foram estimadas de acordo com equações descritas por Van Soest et al. (1991), em que % hemicelulose = FDN – FDA e % celulose = FDA – LIG, todas feitas em duplicata. O conteúdo de FDN foi corrigido para cinzas e proteínas e os resíduos da digestão em detergente neutro e detergente ácido foram incinerados em mufla a 600 °C por 2 horas. A correção para proteína foi feita mediante proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) de acordo com a metodologia descrita por Licitra et al. (1996).

Os carboidratos totais (CHOT) e os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com procedimentos descritos por Sniffen et al. (1992) e Mertens (1997), respectivamente.

No 1º, 3º e 5º dias do período experimental, foi realizada a coleta do leite para análises físico-químicas. Após a pesagem do leite pela manhã, o mesmo foi acondicionado em ambiente refrigerado a 4°C, posteriormente, foi homogeneizado com o leite da ordenha da tarde, também previamente pesado, formando uma amostra composta de 200 mL/cabra/dia (120 e 80 mL, manhã e tarde, respectivamente), respeitando-se a proporção de leite produzido por turno manhã:tarde, 60% e 40%, e o intervalo entre as coletas.

Alíquotas de urina foram coletadas no 5º dia de coleta e conservadas em ácido sulfúrico a 8M, em relação 10:1 urina ácido para conservação dos compostos nitrogenados (MENEZES et al., 2007) e análise das concentrações de nitrogênio total (AOAC 1990, nº981.10) e creatinina. Os resultados foram utilizados para estimativa do volume urinário diário utilizando-se a equação  $\text{Volume total} = [(\text{constante de excreção média de creatinina} * \text{peso vivo}) * 100] / \text{concentração de creatinina na amostra}$ .

A constante excreção média de creatinina de 26,05 mg/kg PV (FONSECA et al., 2008) e a concentração de creatinina dosada na amostra de urina foram estimadas pelo método Jaffe (*kit* de dosagem de creatinina, LABTEST®).

## 2.5 Determinação do consumo

Os consumos de MS foram obtidos por registros das quantidades de alimento oferecido e das sobras, registradas durante os cinco últimos dias de cada período experimental. A quantidade de alimento fornecida foi diariamente ajustada admitindo-se sobras de 10%-15% do total fornecido, como forma de garantir consumo *ad libitum*. As sobras dos alimentos foram pesadas pela manhã em sua totalidade e acondicionadas em sacos de plásticos com as identificações dos animais, dos níveis de tanino usados na silagem e do período de coleta e, em seguida, foram congeladas a -15 °C. Ao final de cada período, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e pré-secas em estufa com ventilação forçada (55 a 60 °C) por 72 horas e trituradas em moinho tipo Wiley com peneiras de malha de 2 mm, retirando-se uma amostra para cada animal em cada período experimental.

## 2.6 Ensaio de digestibilidade

Para determinação da produção fecal, no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º dia, a cada 24 horas, às 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00, respectivamente, foram coletadas fezes dos animais, diretamente na porção final do reto. As amostras de fezes foram armazenadas a -15 °C para, posteriormente, comporem uma amostra composta por animal e por período.

A estimativa da produção fecal foi feita utilizando-se fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. As amostras de fezes, alimentos e sobras foram incubadas *in situ* por um período de 248 horas em bovino fistulado (CASALI et al., 2008).

A quantidade da amostra incubada foi de 1,0 g para alimentos, sobras e fezes. O material remanescente da incubação foi submetido a fervura com solução de detergente neutro e o resíduo considerado FDNi. Para estimativa da produção de fezes, foi utilizada a equação: 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:  $CDA = \{[(\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (kg)})] / \text{consumo de nutrientes (kg)}\} * 100$ .

O valor energético das dietas (NDT) foi obtido utilizando-se os dados da digestibilidade aparente observados no experimento, conforme descrito por Sniffen et al. (1992):

$$\text{CNDT} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fecal}) + 2,25 * (\text{EE ingerido} - \text{EE fecal}) + (\text{FDN ingerido} - \text{FDN fecal}) + (\text{CNF ingerido} - \text{CNF fecal});$$
$$\% \text{NDT} = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100$$

## 2.7 Desempenho e controle leiteiro

A variação de peso dos animais foi avaliada por meio de pesagens feitas no início e ao final de cada período experimental. O controle leiteiro foi realizado diariamente, após ordenha manual das cabras duas vezes ao dia (às 07:30 e 16:30) pela pesagem individual do leite ordenhado durante os cinco dias finais do período experimental.

Logo após o controle, o leite foi armazenado em tubos coletores estéreis e congelado a - 4 °C. Após cada período de colheita, o leite foi enviado para ser analisado na Clínica do Leite (ESALQ-USP, Piracicaba-SP). Os procedimentos de ordenha e manipulação do leite seguiram recomendações do Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do leite de cabra (BRASIL, 2000). Nas análises físico-químicas do leite, foram determinados os teores de proteína, pelo método Micro-Kjedahl (métodos AOAC, 991.20 e 991.23) (AOAC, 1998); extrato seco total, por secagem até obtenção de peso constante (método AOAC, 925.23) (AOAC, 1998); lipídios, utilizando-se o lactobutirômetro de Gerber (Instituto Adolfo Lutz, 2005); e lactose (em g/100 g), pela redução de Fehling (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

Determinaram-se ainda o índice de densidade por leitura em termolactodensímetro a 15 °C (Instituto Adolfo Lutz, 2005) e a acidez, expressa em °D (método AOAC 947.05) (AOAC, 1998).

## 2.8 Avaliação do comportamento ingestivo

Os dados comportamentais foram coletados durante 24 horas em cada um dos períodos, totalizando quatro dias alternados em observações visuais. As medidas dos padrões comportamentais foram realizadas pelo método de varredura instantânea (*scan sampling*), proposto por Martin e Bateson (1993), a intervalos de 10 minutos. No

mesmo dia, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas MMnb ( $n^\circ$ /bolo) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo MMtb (seg/bolo), com a utilização de um cronômetro digital. Para obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (manhã, tarde e noite). Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

O comportamento ingestivo foi classificado em três atividades principais: alimentação, ruminação e ócio (descanso). Na atividade alimentar, incluíram-se a duração e o tempo das refeições em minutos gastos pelas cabras, em dois horários: das 07:00 às 16:00 e das 16:00 às 07:00. O tempo de alimentação (hora/dia) incluiu a apreensão e manipulação do alimento, mastigação e deglutição do bolo alimentar. No tempo de ruminação (hora/dia), foram incluídos os tempos de regurgitação, remastigação e redeglutição do bolo, assim como o interciclo entre ruminações. Como tempo de descanso (hora/dia) foram considerados os períodos em que os animais estiveram dormindo, deitados, caminhando ou em pé. Os tempos despendidos nessas atividades foram anotados em um etograma comportamental. O tempo gasto em atividade mastigatória (mastigação hora/dia) foi avaliado como sendo a soma dos tempos em alimentação e ruminação. O tempo em que os animais passaram ruminando e mastigando por unidade de matéria seca consumida (MS) e de fibra em detergente neutro (FDN) consumida foi expresso em horas/kgMS e horas/kgFDN, respectivamente.

Outras variáveis referentes ao comportamento ingestivo foram: consumo de matéria seca em kg/dia (CMS, kg/dia), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN, kg/dia) e consumo de matéria seca oriunda da fração do volumoso (CMSv, kg/dia).

A taxa de ingestão de matéria seca (TINGMS, kgMS/h) foi calculada como sendo a divisão do consumo de matéria seca pelo tempo de alimentação (CMS/TAL); a taxa de ingestão de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (TINGFDN, kgFDN/h), como a relação entre o consumo de fibra em detergente neutro e o tempo de alimentação (CFDN/TAL); a taxa ruminação de matéria seca (TRMS, kgMS/h), pela divisão do consumo de matéria seca pelo tempo de ruminação (CMS/TRU); e a taxa de ruminação de fibra em detergente neutro (TRFDN, kgFDN/h), pela divisão do consumo de FDN pelo tempo de ruminação (CFDN/TRU), conforme descrito por Dulphy et al. (1980) e Bürger et al. (2000).

## 2.9 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão através da função PROC MIXED do SAS utilizando o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + a|q + p|q + q + \text{trat} + \text{trat} \times q + e_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  = observação do animal  $i$  no período  $j$  recebendo o tratamento  $k$ ;  $\mu$  = média geral;  $a|q$  = efeito do animal dentro de quadrado;  $p|q$  = efeito do período dentro do quadrado;  $q$  = efeito do quadrado;  $\text{trat}$  = efeito do tratamento;  $\text{trat} \times q$  = efeito da interação tratamento  $\times$  quadrado;  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação. Foram considerados significativos os efeitos quando o valor de  $p$  foi menor que 5% de probabilidade e tendência quando o valor de  $p$  esteve entre 5 e 10% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS

A inclusão de tanino condensado ao material ensilado não afetou ( $P > 0,05$ ) os consumos de água, matéria seca, fibra detergente neutro e proteína bruta, mas influenciou a relação do consumo de matéria seca com o peso vivo (Tabela 3).

A relação consumo de matéria seca:peso corporal foi 5,04%, com efeito quadrático positivo e ponto máximo no nível de 2,91% de tanino condensado.

O consumo de carboidratos não-fibrosos tendeu ( $P = 0,07$ ) a aumentar de forma quadrática com a inclusão de tanino condensado ao material ensilado. Com a inclusão de tanino, os consumos de matéria seca e fibra detergente neutro não diferiram estatisticamente ( $P = 0,16$ ;  $P = 0,13$ ) com a inclusão de tanino.

Tabela 3. Consumos, em kg, de água, matéria seca, fibra em detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos não-fibrosos e relação consumo de matéria seca em relação ao peso vivo em cabras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado

Variáveis	Níveis de tanino (%)				EPM	P -Valor	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
Consumo de água	1,35	1,23	1,24	1,21	0,22	0,70	0,83
CMS	1,96	2,07	1,97	2,04	0,15	0,16	0,29
CFDN	1,00	1,07	1,03	1,08	0,08	0,13	0,42
CPB	0,29	0,31	0,29	0,30	0,02	0,29	0,28
CEE	0,08	0,09	0,06	0,07	0,003	0,39	0,51
CCNF	0,59	0,66	0,59	0,58	0,03	0,16	0,07
CMS%PV	4,47	5,14	4,66	4,75	0,32	0,04	0,01 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Equação de regressão:  $\hat{Y}_{CMS\%PV} = 4,52 + 0,37x - 0,063x^2$ ; EPM erro padrão da média

Os níveis de tanino adicionados na ensilagem não afetaram ( $P > 0,05$ ) o tempo gasto com ingestão de matéria seca nem qualquer dos demais parâmetros relacionados a esta variável do comportamento ingestivo, como o tempo para a ingestão de matéria seca e o tempo gasto para a ingestão de FDN (Tabela 4).

Houve efeito quadrático positivo dos níveis de tanino adicionados na ensilagem sobre a taxa de ruminação, cujo ponto máximo ocorreu aos 513 minutos no nível de 4,74% de tanino condensado.

Tabela 4. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado

Parâmetros	Níveis de tanino (%)				E P M	P -Valor	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
Nº mastigação/ Bocado	59,75	67,50	65,50	63,00	2,02	0,51	0,06
Tempo/Bocado	44,37	48,38	47,38	46,75	1,19	0,44	0,20
Ingestão (min)	338,50	347,00	377,50	357,50	12,16	0,23	0,90
TINGMS (kg/h)	0,325	0,371	0,312	0,331	0,02	0,78	0,68
TINGFDN (kgMS/h)	0,170	0,192	0,162	0,166	0,01	0,61	0,64
Ruminação (min)	402,50	505,00	497,50	482,50	12,84	0,03	0,01 <sup>1</sup>
TRMS (kg/h)	0,249	0,248	0,238	0,257	0,01	0,85	0,46
TRFDN (kgFDN/h)	0,130	0,128	0,123	0,130	0,01	0,88	0,63
Ócio (min)	699,00	588,00	565,00	600,00	40,00	0,07	0,06

TINGMS - taxa de ingestão de matéria seca; TINGFDN - taxa de ingestão de FDN; TRMS - taxa de ruminação da matéria seca; TRFDN - taxa de ruminação do FDN; <sup>1</sup> Equação de regressão:  $Y_{ruminação} = 407,625 + 44,55x - 4,70x^2$ .



As digestibilidades da matéria seca e do extrato etéreo não foram influenciadas pelos níveis de tanino condensado ( $P>0,05$ ), diferente das digestibilidades de FDN, CNF e NDT, que apresentaram comportamento linear decrescente ( $P=0,04$ ;  $P=0,03$ ;  $P=0,03$ ) (Tabela 5).

Tabela 5. Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, fibra detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não-fibrosos e nutrientes digestíveis totais da dieta em cabras alimentadas com silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado, expressa em %

Variáveis	Níveis de tanino (%)				EPM	P -Valor	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
DMS	64,41	64,14	64,29	59,66	0,89	0,07	0,21
DMO	66,71	67,13	66,10	61,14	0,81	0,04 <sup>1</sup>	0,15
DPB	70,50	68,78	68,53	63,71	0,94	0,02 <sup>2</sup>	0,24
DFDN	60,16	59,25	57,90	57,31	1,07	0,04 <sup>3</sup>	0,54
DEE	77,65	75,69	72,32	73,52	0,92	0,06	0,39
DCNF	88,03	87,63	87,13	82,63	1,06	0,03 <sup>4</sup>	0,23
NDT	68,88	68,09	67,20	63,26	0,82	0,03 <sup>5</sup>	0,29

Equações de regressão: <sup>1</sup> $\hat{Y}_{DMO} = 67,93 - 0,70x$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y}_{DPB} = 70,97 - 0,83x$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y}_{DFDN} = 60,14 - 0,40x$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y}_{DCNF} = 88,86 - 0,67x$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y}_{NDT} = 69,52 - 0,71x$ ; EPM erro padrão da média

A inclusão de tanino condensado na ensilagem teve efeito linear decrescente na digestibilidade da proteína bruta ( $P=0,02$ ), dos carboidratos fibrosos (FDN)( $P=0,04$ ) e dos não fibrosos (CNF)( $P=0,03$ ) tendeu a ter efeito nas digestibilidades de matéria seca ( $P=0,07$ ), e extrato etéreo ( $P=0,06$ ) e por consequência reduziu a digestibilidade da matéria orgânica ( $P=0,04$ ) e o teor de NDT da dieta ingerida( $P=0,03$ ).

Não houve efeito dos níveis de tanino adicionados na ensilagem sobre o conteúdo de nitrogênio ingerido e o nitrogênio fecal ( $P>0,05$ ), entretanto houve efeito no teor de nitrogênio retido (Tabela 6).

Tabela 6. Balanço do nitrogênio em cabras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado

Variáveis	Níveis de tanino (%)				EPM	P -Valor	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
N ingerido (g/dia)	41,60	49,60	46,40	48,00	1,38	0,71	0,54
N fecal (g/dia)	12,30	15,58	14,85	17,55	0,60	0,01 <sup>1</sup>	0,78
N digerido (g/dia)	29,31	34,02	31,51	30,28	1,37	0,94	0,09
N urinário (g/dia)	23,91	24,76	23,53	23,80	0,90	0,27	0,59
N ureico leite (g/dia)	0,28	0,26	0,27	0,21	0,02	0,24	0,56
N retido (g/dia)	5,13	9,00	7,71	6,28	1,10	0,40	0,03 <sup>2</sup>
N balanço (%)	11,33	17,97	14,53	11,59	2,24	0,81	0,02 <sup>3</sup>

Equação de regressão: <sup>1</sup>  $\bar{Y}_{N_{\text{fecal}}} = 12,81 + 0,60x$ ; <sup>2</sup>  $\bar{Y}_{N_{\text{retido}}} = 5,41 + 1,70x - 0,22x^2$ ; <sup>3</sup>  $\bar{Y}_{N_{\text{Balanço}}} = 11,94 + 2,73x - 0,37x^2$ ; EPM erro padrão da média

O nitrogênio fecal sofreu efeito linear crescente com a inclusão de níveis de tanino, o conteúdo de nitrogênio retido apresentou comportamento quadrático e, com a equação de regressão, com ponto máximo no nível de inclusão de 3,95% de tanino condensado favoreceu a retenção de N no corpo dos animais, com 8,78 g de nitrogênio. O balanço de nitrogênio sofreu efeito da inclusão de tanino apresentando comportamento quadrático positivo com ponto máximo no nível de inclusão de tanino 3,69% com balanço positivo de 16,98% do nitrogênio.

A variação de peso total foi influenciada pela inclusão de tanino condensado no material ensilado e, segundo a equação de regressão, apresentou no nível de 3,87% de inclusão valor médio total de 2,27 kg (Tabela 7).

Tabela 7. Desempenho produtivo de cabras alimentadas com silagens do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado no momento da ensilagem

Variáveis	Níveis de tanino (%)				E P M	Efeito	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
VPTp (kg)	1,06	2,38	1,69	1,56	0,46	0,82	0,04 <sup>1</sup>
VPMD (g/dia)	53,13	118,75	84,38	78,13	23,18	0,82	0,04 <sup>2</sup>
PTLp (kg)	18,49	18,82	18,59	16,69	2,02	0,55	0,59
PDL (kg/dia)	0,93	0,94	0,93	0,83	0,10	0,55	0,59
PC3,5% (kg/dia)	0,66	0,68	0,64	0,64	0,01	0,45	0,65

VPTp - Variação de peso total por período; VPMD – Variação de peso média diária; PTLp - produção total de leite por período; PDL - produção diária de leite; PC3,5% – produção diária de leite corrigida para 3,5% de gordura; <sup>1</sup>  $\hat{Y} = 1,1844 + 0,5613x - 0,0725x^2$ ; <sup>2</sup>  $\hat{Y} = 61,1938 + 29,9975x - 3,6150x^2$ .

A variação de peso médio diário, da mesma forma, foi afetado pela inclusão de tanino condensado, com valor máximo de 115,40 g no nível de 3,87% de inclusão de tanino. A produção diária de leite, no entanto, não foi influenciada pela inclusão de tanino condensado na ensilagem ( $P>0,05$ ), fato observado também quando as produções foram corrigidas para o teor de 3,5% de gordura.

Também não houve efeito significativo da inclusão de tanino nos teores de proteína e lactose do leite (Tabela 8). O percental de gordura do leite, entretanto, tendeu ( $P=0,08$ ) a comportamento linear decrescente, assim como a presença de nitrogênio ureico no leite ( $P=0,02$ ).

Tabela 8. Composição do leite de cabras alimentadas com silagem do terço superior da mandioca adicionado de tanino condensado no momento da ensilagem

Variáveis	Níveis de tanino(%)				E P M	Efeito	
	0	2,5	5	7,5		L	Q
%Gordura	2,94	2,59	2,48	2,34	0,11	0,08	0,66
%Proteína	3,69	3,45	3,63	3,37	0,08	0,32	0,96
%Lactose	4,29	4,42	4,31	4,30	0,03	0,80	0,26
N ureico (mg/dL)	30,41	28,33	28,36	24,44	0,85	0,02 <sup>1</sup>	0,58
ST(g)	107,44	106,35	105,12	91,94	5,59	0,37	0,61
ESD(g)	82,02	82,33	62,62	72,25	4,50	0,34	0,11

N ureico - nitrogênio ureico no leite; ST – sólidos totais; ESD – extrato seco desengordurado;

#### 4 – DISCUSSÃO

Os caprinos desenvolveram o hábito de se alimentar de uma grande variedade de alimentos e esta evolução os tornou mais adaptado ao consumo de plantas contendo compostos secundários como o tanino (BUENO et al., 2015), por isto há aumento da relação consumo de matéria seca:peso corporal até o nível de 2,91% de inclusão de tanino condensado na dieta e acima deste nível ultrapassa a tolerância do animal e reduz o consumo. Provavelmente em função da característica adstringente do tanino na deglutição, o que reduz a aceitabilidade do alimento. Essa redução na aceitabilidade do alimento está relacionada à ligação do tanino com a saliva do animal, tornando o alimento mais difícil de ser deglutido (MUIR, 2011).

A raça e a aptidão do animal influenciam no consumo de matéria seca calculado em relação ao peso vivo. Em animais SRD nativos, essa relação é de aproximadamente 3-3,4% (SOUZA et al., 2010; CARTAXO et al., 2013), pois evolutivamente esses animais possuem organismos adaptados para melhor aproveitamento do alimento e maior resistência aos períodos de estiagem.

A digestibilidade da matéria seca é uma variável importante e que influencia essa relação. Camara et al. (2015) observaram razão CMS%PV variando de 3,31 a 3,60% em cabras Anglonubianas alimentadas com dietas de leucena, estilosandes e farelo de soja, cujas digestibilidades variaram de 71,38% a 75,64%. Carvalho et al. (2006) observaram em cabras alpinas CMS%PV variando entre 4,20% e 4,86% e correlacionaram a variação de CMS%PV à concentração de FDN na dieta, em nosso trabalho não houve variação do FDN das dietas entretanto a adição do tanino pode ter sido afetada pela digestibilidade das frações da dieta e pode ter contribuído no efeito do CMS%PV, a ligação do tanino com a proteína também pode ter sido um fator que provocou o efeito.

O tempo de ruminação apresentou comportamento quadrático positivo, fato que pode ser explicado pela ligação do tanino com as proteínas da saliva e pela digestibilidade das frações (Tabela 5), modificando o comportamento ingestivo causado pelo tanino (Tabela 4). Os animais aumentaram ao máximo o tempo de ruminação e tenderam a elevar também o número de mastigações por bocado no intuito de ensalivar mais o bolo alimentar e reduzir a adstringência. Como o tanino condensado não influenciou os consumos de matéria seca e de água, o tempo gasto para ruminar mais o

alimento tendeu a ser retirado do tempo em ócio (OLIVEIRA e BERCHIELLI, 2007; LIMA JÚNIOR et al., 2010).

A redução da eficiência dos microrganismos do rúmen acontece em virtude do efeito bacteriostático do tanino para as bactérias gram-positivas (AL-KINDI et al., 2016). A menor eficiência em degradar a fibra pode ter aumentado a necessidade de ruminação pelos animais na tentativa reduzir a sensação de enchimento, reduzindo o tamanho de partícula com mais ruminação para que a taxa de passagem aumentasse. Essas alterações poderiam provocar redução no consumo (DSCHAAK et al., 2011), porém essa mudança de comportamento não prejudicou o consumo de alimentos (Tabela 3), o que pode ser justificado pela alta capacidade dos caprinos em ingerir alimentos contendo tanino condensado (MUIR, 2011).

Com maior tempo de ruminação e mais mastigações, os alimentos com os diferentes níveis de tanino condensado podem ter tido a mesma velocidade de passagem e, assim, as ingestões de matéria seca, água, FDN e PB não foram afetadas (Tabela 3), entretanto o CMS%PV foram afetados (Tabela 3).

Alguns autores relatam inibição do consumo voluntário e aumento no número e no tempo de mastigação do bolo alimentar com adição de tanino em altas concentrações (<6% na MS), devido à adstringência com a formação de complexos entre proteínas salivares e taninos condensados (CANNAS, 1999; MUIR, 2011), o que não ocorreu neste trabalho, pois não houve influência dos níveis de tanino nos tempos de ingestão, no número de mastigação nem no tempo de mastigação do bolo (Tabela 4), porém o tempo de ruminação foi influenciado pela inclusão de tanino.

A ligação tanino–proteína também pode ter provocado a redução na digestibilidade da PB (AVILA et al., 2015). A formação desse complexo tem a capacidade de precipitar as proteínas, criando uma espécie de gel que impede o ataque de microrganismos e torna a PB não degradável no rúmen (PNDR) (OLIVEIRA e BERCHIELLI, 2007; COSTA et al., 2008; AL-KINDI et al., 2016). Essa complexação ocorre em virtude dos diversos grupos fenólicos do tanino, que são muito reativos com o grupo peptídico das proteínas, pela formação de pontes de hidrogênio e ligações hidrofóbicas. A estabilidade dessa ligação está diretamente relacionada às características das proteínas, podendo em alguns casos serem ligações irreversíveis, fazendo com que a proteína seja eliminada pelas fezes, como foi observado (Tabela 6), em que o nitrogênio

fecal teve efeito linear crescente com a inclusão de níveis de tanino. A alteração do pH no abomaso pode desfazer esse complexo e tornar a proteína capaz de ser absorvida no intestino (REED, 1995; GINER-CHAVES, 1996; FRUTOS et al., 2004; OLIVEIRA e BERCHIELLI, 2007; LIMA JÚNIOR et al., 2010).

A redução da digestibilidade da PB (P=0,02) (Tabela 5) acarretou diminuição da digestibilidade de outras frações nutricionais, como FDN e CNF, confirmando o relatado por Mlambo e Mapiye (2015). Segundo Muir (2011), a formação do complexo tanino–proteína reduz a degradabilidade da proteína no rúmen, tendo por consequência menor replicação microbiana no rúmen, o que afeta de forma indireta a digestibilidade de outras frações do alimento, como CNF e FDN. Outra possibilidade é que a redução da deaminação da PB implica menor liberação de amônia e, conseqüentemente, queda no pH ruminal (MLAMBO e MAPIYE, 2015). Para reduzir esse efeito, o animal passa a aumentar a ruminação na tentativa de tamponar o bolo alimentar e reduzir esse efeito de acidificação, por meio de maior ensalivação do bolo alimentar (COSTA et al., 2008), como observado neste trabalho (Tabela 4). Por consequência, eleva o aporte de ureia salivar, que é uma fonte rápida de nitrogênio não-proteico (NNP) de rápida utilização pela microbiota ruminal e, por conta disso, determinados níveis de tanino condensado podem compensar a baixa disponibilidade da proteína da fonte alimentar e assim aumentar a eficiência de utilização da ureia, não reduzindo a produção de proteína microbiana mesmo com o aumento de PNDR (MLAMBO e MAPIYE, 2015).

A inclusão de tanino na dieta tem efeitos diretos nos microrganismos ruminais, principalmente *Clostridium proteoclasticum* e *Butyrivibrio fibrisolvens*, esse último de efetiva ação fibrolítica (GXASHEKA et al., 2015). Os efeitos sobre as bactérias gram-positivas podem ocorrer de forma direta, com a ligação do tanino à membrana da bactéria causando ruptura, ou afetando a adesão do microrganismo à partícula alimentar, ou ainda pela ligação do tanino às enzimas microbianas extracelulares, diminuindo a efetividade da enzima (TORAL et al., 2016). A redução na degradabilidade do FDN pelas bactérias afeta também a liberação de metano, menor degradação de FDN resulta em menor concentração de ácidos orgânicos em especial o acetato, que em sua produção necessita das bactérias metanogênicas para utilizar o H<sub>2</sub> originado da transformação de glicose a acetato (BUENO et al., 2015), a proporção acetato propionato também promove a mitigação de metano. Essas alterações também afetam a biohidrogenação

ruminal, podendo ocasionar maior passagem de ácidos graxos insaturados, como CLA (BHATTA et al., 2009; MORALES e UNGERFELD, 2015).

O efeito da inclusão de tanino sobre o N retido pode ter ocorrido pela maior efetividade do uso de N pela microbiota ruminal, através da tendência de comportamento quadrático no consumo de CNF pode ter favorecido a uma maior eficiência de utilização do N salivar e consequente produção de proteína microbiana que somada a tendência de efeito quadrático positivo do nitrogênio digerido ( $P=0,09$ ), promove maior aporte de PNDR decorrente da formação do complexo tanino–proteína (MLAMBO e MAPIYE, 2015). Aparentemente, o aumento da eficiência de utilização de N disponível pode não ter impacto acentuado na produção de proteína microbiana e, conseqüentemente, pode ocorrer o favorecimento do balanço de nitrogênio e, *a posteriori*, maior produtividade dos animais com a maior disponibilidade de proteínas, microbiana e PNDR, para formação de músculos e produção de leite (AVILA et al., 2015).

A maior relação CMS%PV, de 5,04%, no nível de 2,91% de tanino condensado está relacionada a ao decréscimo das digestibilidades da PB, do FDN e CNF, que adicionados da tendência a redução da digestibilidade do EE resultou em efeito linear decrescente sobre as concentrações de NDT das dietas (Tabela 5). A combinação de efeitos e tendências desencadeados pela inclusão de taninos pode ter favorecido o aumento de eficiência na utilização dos nutrientes disponíveis como o nitrogênio retido (Tabela 6). Essa maior eficiência no uso de nutrientes pode ter favorecido a variação de peso dos animais por período ( $P=0,04$ ; Tabela 7), entretanto não foi capaz de elevar as produções de leite total e corrigida para 3,5% de gordura (Tabela 7), talvez pela genética dos animais, que, por serem de dupla aptidão, não alcançaram produção de 1,5 kg/dia, conforme critério usado no cálculo da dieta (NRC, 2007).

A redução da digestibilidade de FDN com a inclusão de tanino (Tabela 5) possivelmente tendeu a diminuir a concentração de gordura no leite ( $P=0,08$ ; Tabela 8), que está relacionada à produção de acetato, proveniente da fermentação dos carboidratos fibrosos pelas bactérias celulolíticas do rúmen, refletindo na absorção de acetato no rúmen (DSCHAAK et al., 2011; BUENO et al., 2015), podendo afetar a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados e conseqüentemente o perfil dos ácidos

graxos absorvidos no intestino delgado, os quais serão utilizados pelo animal na formação da gordura no leite (MORALES e UNGERFELD, 2015).

O teor de proteína do leite não sofreu com essa tendência de redução na digestibilidade de PB. A redução linear do N-ureico do leite pode estar intrinsecamente relacionada ao mesmo comportamento na digestibilidade da PB (P=0,02) (Tabela 5). O N-ureico contido no leite (mg/dL) foi afetado linearmente pelos níveis de tanino condensado na ensilagem, mecanismo que ainda não está totalmente esclarecido, entretanto, supõe-se que o N-ureico é um indicativo de reciclagem do N. Teores elevados de N ureico do leite são indicativos de excesso de N na dieta e, por consequência, ocorre alta produção de amônia no rúmen oriundo da degradação excessiva de proteína, que poderia desencadear um maior gasto de energia e reduzir o desempenho animal (DSCHAAK et al., 2011). Como não houve efeito da inclusão de tanino na ensilagem sobre a produção de leite (Tabela 7), pode-se sugerir que o tanino tornou o aproveitamento do nitrogênio mais eficiente, sem afetar os fatores de produtividade, variação de peso e produção de leite.

Para a maioria dos parâmetros avaliados, os melhores índices foram observados nos níveis de 3 a 4% de inclusão de tanino condensado na ensilagem do terço superior da mandioca, o efeito nas características produtivas dos animais podem ter sido ocultados em virtude dos animais não apresentarem alta produção de leite.

## 5 – CONCLUSÕES

A adição de tanino condensado a 3,95% na ensilagem do terço superior da mandioca promove maior retenção de nitrogênio que pode favorecer nos aspectos produtivos de cabras em lactação.

## 6 – REFERÊNCIAS

AL-KINDI, A.; SCHIBORRA, A.; BUERKERT, A.; SCHLECHT, E. Effects of quebracho tannin extract and activated charcoal on nutrient digestibility, digesta passage and faeces composition in goats. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, 2016.



ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, D.C., 1990. 1094p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, **Official Methods of Analysis**, 16<sup>a</sup> ed., 4<sup>a</sup> rev., v.2, 1998.

AVILA, S. C.; KOZLOSKI, G. V.; ORLANDI, T.; MEZZOMO, M. P.; STEFANELLO, S. Impact of a tannin extract on digestibility, ruminal fermentation and duodenal flow of amino acids in steers fed maize silage and concentrate containing soybean meal or canola meal as protein source. **The Journal of Agricultural Science**, v. 153, n. 05, p. 943-953, 2015

BHATTA, R.; UYENO, Y.; TAJIMA, K.; TAKENAKA, A.; YABUMOTO, Y.; NONAKA, I.; ENISHI, O.; KURIHARA, M. Difference in the nature of tannins on *in vitro* ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 11, 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Regulamento **Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite de Cabra**, Instrução Normativa nº 37, Brasília, 2000.

BUENO, I. C.; BRANDI, R. A.; FRANZOLIN, R.; BENETEL, G.; FAGUNDES, G. M.; ABDALLA, A. L.; LOUVANDINI, H.; MUIR, J. P. In vitro methane production and tolerance to condensed tannins in five ruminant species. **Animal Feed Science and Technology**, v. 205, p. 1-9, 2015.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; SILVA, J. F. C. da; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, A. C. de; CECÓN, P. R.; MONTEIRO, H. C. de F. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros Holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado **Revista brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214, 2000.

CABRAL, A. M. D.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, AMORIM, A. G. L.; SILVA, M. J. M. S.; FRANÇA, A. A.; BELO JÚNIOR, G. S. Cana-de-açúcar em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para cabras Saanen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.198-204, 2015.

CÂMARA, C. S.; ALVES, A. A.; MOREIRA FILHO, M. A.; Garcez, B. S.; AZEVÊDO D. M. M. R. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras Anglo-Nubianas de tipo misto em lactação **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 443-450, 2015.

CANNAS, A, **Tannins**: fascinating but sometimes dangerous molecules, Italia, 1999, <http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin.html> acesso em 27 de outubro de 2013,

CARTAXO, F. Q. ; LEITE, M. L. de M. V.; SOUSA, W. H. ; VIANA, J. A. ; ROCHA, L. P. da Desempenho bioeconômico de cabritos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.224-232, 2013.

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.

CASALI, A, O,; DETMANN, E,; VALADARES FILHO, S, C,; PEREIRA, J, C,; HENRIQUES, L, T,; FREITAS, L, G, de; PAULINO, M, F, Influencia 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.

COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; VIEIRA, L. S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, p.108-116, 2008.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk, **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p. 118-133, 1995.

DSCHAAK, C. M.; WILLIAMS, C. M.; HOLT, M. S.; EUN, J. S.; YOUNG, A. J.; MIN, B. R. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 5, p. 2508-2519, 2011.

DULPHY, J.P., REMOND, B., THERIEZ, M. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP. p.103-122, 1980.

FALKENBERG, J. R.; NORNBORG, J. L.; AZEVEDO, E. B. de; DAVID, D. B. de; KESSLER, J. D.; BRUNING, G. Características fermentativas e bromatológicas de silagens da parte aérea de diferentes cultivares de mandioca, In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005. Goiânia, GO, **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005, CD-ROOM.

FAOSTAT. 2012. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**.  
**FAOSTAT**. [http:// faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD](http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD)

FAUSTINO, J. O.; SANTOS, G. T. dos; MODESTO, E. C.; SILVA, D. C. da; JOBIM, C. C.; SAKAGUTI, E. S.; DAMASCENO, J. C.; MARQUES, J. de A.; ZAMBOM, M. A. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.403-410, 2003.

FERNANDES, F.D.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.F.; FALEIRO, F.G. Composição Química de Folhas e da Parte Aérea de Acessos de Mandioca de Indústria aos Seis Meses de Rebrotação. In: IX Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. **Anais...** Brasília-DF, outubro de 2008.

FERREIRA, G. D. G.; OLIVEIRA, R. L.; CARDOSO, E. C.; MAGALHÃES, A. L. R.; BRITO, E. L. Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P.; BOEVER, D. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2129-2138, 2002.

FONSECA, C. E. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; MARCONDES, M. I. Digestion of the nutrients and nitrogen compounds balance in goats fed with different levels of protein. **Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science**, v. 60, n. 1, p. 192-200, 2008

GINER-CHAVES, B.I. **Condensed tannins in tropical forages**. 1996. 196f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Cornell University, Ithaca, 1996.

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 emurhecidas **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, supl.3, 2004.

GXASHEKA, M.; TYASI, T. L.; QIN, N.; LYU, Z. C. An overview of tannins rich plants as alternative supplementation on ruminant animals: A Review, **International Journal of Agricultural Research and Review**, v. 3, n.6, p.343-349, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 2005.

KHIAOSA-ARD, R.; BRYNER, S. F.; SCHEEDER, M. R. L.; WETTSTEIN, H. R.; LEIBER, F.; KREUZER, M.; SOLIVA, C. R. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal alpha-linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins **Journal of Dairy Science**, v.92, n.1, p.177-188, 2009.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LIMA JÚNIOR, D. M de; MONTEIRO, P. de B. S.; RANGEL, A. H. do N.; MACIEL, M. do V.; OLIVEIRA, S. E. O.; FREIRE, D. A. Fatores anti-nutricionais para ruminantes **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour**. 2nd.ed. Cambridge:Cambridge University Press, 1993. p.222.

MARTIN, J. S.; MARTIN, M. M. Tannin assays in ecological studies: Precipitation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase by tannic acid, quebracho, and oak foliage extracts **Journal of Chemical Ecology**, v. 9, n. 2, p.285-294, 1983.

MENEZES, D. R.; ARAÚJO, G. G. L. D.; SOCORRO, E. P. D.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; SILVA, T. M.; SANTOS, A. P. D. Balanço de nitrogênio e medida do teor de uréia no soro e na urina como monitores metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, n. 2, 2007.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.

MILLIGAN, L. P.; SUMMERS, M. The biological basis of maintenance and its relevance to assessing responses to nutrients. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 45, n. 2, p. 185-193, 1986.

MLAMBO, V.; MAPIYE, C. Towards household food and nutrition security in semi-arid areas: What role for condensed tannin-rich ruminant feedstuffs? **Food Research International**, v. 76, p. 953-961, 2015.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T. dos; VILELA, D.; SILVA, D. C. da; FAUSTINO, J. O.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M. A.; MARQUES, J. de A. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.1, p.137-146, 2004.

MORALES, R.; UNGERFELD, E. M. Use of tannins to improve fatty acids profile of meat and milk quality in ruminants: A review **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.75, n.2, p. 239-248, 2015.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, p. 3 - 20, 2001.

MUIR, J. P. The multi-faceted role of condensed tannins in the goat ecosystem. **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1, p. 115-120, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7<sup>th</sup> Revised Edition, Washington, D,C.: National Academy Press, 363p. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, Nutrient requirement of small ruminants, 1, ed. Washington: NAP, 362p., 2007.

NUNES IRMÃO, J.; FIGUEIREDO, M.P.; PEREIRA, L.G.R.; FERREIRA, J.Q.; RECH, J.L.; OLIVEIRA, B.M. Composição química do feno da parte aérea da

mandioca em diferentes idades de corte, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.158-169, 2008.

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.

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

PINHO, E. Z. de; COSTA, C.; ARRIGONI, M. de B.; SILVEIRA, A. C.; PADOVANI, C. R.; PINHO, S. Z. de Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta* Crantz), **Scientia Agricola**, v.61, n.4, p.364-370, 2004.

REED, J. D. Nutritional Toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, v.73, n.5, p.1516-1528, 1995.

SAS Institute, SAS user's guide: statistics version 9.1, Cary: SAS Institute, 2003, 956 p.

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

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

SILVA, J. da; FERREIRA FILHO, J. R. Produção de biomassa de mandioca **Mandioca em Foco, comunicado 34**, EMBRAPA, 2p., 2007.

SILVA, S. L. e; LEME, P. R.; PUTRINO, S. M.; VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LANNA, D. P. D. 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.

SIMPLÍCIO, A. A. A. caprino-ovinocultura na visão do agronegócio, **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n.24, 2001.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II, Carbohydrate and protein availability **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562- 3577, 1992.

SOUZA, C. M. S. de; MEDEIROS, A. N. de; COSTA, R. G.; PEREIRA, E. S.; AZEVEDO, P. S. de; LIMA JÚNIOR, V. de; ROCHA, L. P. da; SOUZA, A. P. Características da carcaça e componentes não integrantes da carcaça de caprinos Canindé suplementados na caatinga **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.723-735, 2015.

SOUZA, E. J. O. de; GUIM, A.; BATISTA, Â. M. V.; ALBUQUERQUE, D. B. de; MONTEIRO, C. C. F.; ZUMBA, E. R. de 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.

TORAL, P. G.; HERVÁS, G.; MISSAOUI, H.; ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F. J.; JELLALI, S.; FRUTOS, P. Effects of a tannin-rich legume (*Onobrychis viciifolia*) on in vitro ruminal biohydrogenation and fermentation. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 1, p. 0602, 2016.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA, **Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs** In: PEER REVIEW DRAFT, Washington, D,C, 2000. 48p.

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

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. IV. Determinations of plant cell-wall constituents. **Journal Association of Official Agricultural Chemists**. v. 50, p. 50–55, 1967.