

# EFEITO DO EMURCHECIMENTO E DA ADIÇÃO DE ADITIVO BIOLÓGICO NA DEGRADABILIDADE *IN SITU* E COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA SILAGEM DE *Arachis pintoi* CV BELMONTE<sup>1</sup>

ROSANA APARECIDA POSSENTI<sup>2</sup>, EVALDO FERRARI JÚNIOR<sup>2</sup>, VALDINEI TADEU PAULINO<sup>2</sup>, IVANI POZAR OTSUK<sup>3</sup>, PATRÍCIA BRÁS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 18/05/10. Aceito para publicação em 26/08/10.

<sup>2</sup>Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Nutrição Animal e Pastagens (CDPNAP), Instituto de Zootecnia (IZ), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA) Rua Heitor Penteado, 56, Caixa postal 60, Centro, Nova Odessa, SP, Brasil. E-mail: [possenti@iz.sp.gov.br](mailto:possenti@iz.sp.gov.br)

<sup>3</sup>Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Genética e Reprodução Animal (CPDGRA), IZ, APTA, SAA, Rua Heitor Penteado, 56, Caixa postal 60, Centro, Nova Odessa, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Programa de Pós-graduação em Produção Animal Sustentável, IZ, APTA, SAA, Rua Heitor Penteado, 56, Caixa postal 60, Centro, Nova Odessa, SP, Brasil.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do emurchecimento e da adição de aditivo biológico comercial sobre a composição química, perfil de fermentação e degradabilidade *in situ* das silagens de *Arachis pintoi* cv Belmonte. Os tratamentos aplicados a biomassa da leguminosa ensilada foram: T1-*Arachis in natura*; T2- *Arachis in natura* + aditivo biológico; T3 – *Arachis* emurchecido por 4 horas; T4- *Arachis* emurchecido por 4 horas + aditivo biológico. Para o ensaio de degradabilidade *in situ* foram utilizados três bovinos machos mestiços. O aditivo biológico não afetou a composição da silagem e a degradabilidade *in situ* dos nutrientes MS, FDN e PB e não melhorou o processo fermentativo das silagens. Entretanto o emurchecimento atuou de maneira positiva aumentando os teores de matéria seca, proteína bruta e hemicelulose e diminuindo as concentrações de N-NH<sub>3</sub>, valores de pH, degradabilidade da fração solúvel “a” da MS, FDN e PB das silagens emurchecidas. Pelas características analisadas conclui-se que o *Arachis pintoi* cv Belmonte pode ser armazenado após o processo de emurchecimento de 4 horas na forma de silagem, sendo desta forma capaz de manter qualidade nutricional da forragem.

**Palavras-chave:** ácido láctico, fibra detergente neutro, matéria seca, nitrogênio amoniacal, proteína bruta

## WILTING AND BIOLOGICAL ADDITIVE EFFECT ON *IN SITU* DEGRADABILITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF *Arachis pintoi* CV BELMONTE SILAGE

**ABSTRACT:** The purpose of this work was to evaluate the effect of wilting and biological additive amendment on chemical composition, fermentation and ruminal degradability of *Arachis pintoi* cv Belmonte silage. The following treatments were analysed: T1- *Arachis pintoi* cv Belmonte fresh forage; T2 - *Arachis pintoi* cv Belmonte fresh forage plus bacterial additive added to the forage prior to the ensilage; T3- *Arachis pintoi* cv Belmonte wilted by the sun for 4 hours; T4- *Arachis pintoi* cv Belmonte wilted by the sun plus bacterial additive. The degradability assay was carried out using three rumen-fistuled steers. The biological additive did not affect the chemical composition of silages, *in situ* degradability of nutrients DM, NDF and CP and of silage fermentation. However, the wilting treatments of the silages increased DM, CP, hemicelulose and decreased N-NH<sub>3</sub> concentration, pH value, degradability of soluble fraction “a” from DM NDF and CP. The analysed characteristics suggest that *Arachis pintoi* cv Belmonte could satisfactorily preserve the forage quality if wilted by the sun during 4 hours, after harvested.

**Key words:** lactic acid, neutral detergent fiber, dry matter, ammonium nitrogen, crude protein

## INTRODUÇÃO

Apesar da grande produção de biomassa atribuída às gramíneas tropicais, a qualidade da forragem notadamente no período seco deixa a desejar. A utilização de leguminosas forrageiras é apontada como opção viável para amenizar a referida sazonalidade. Em geral, as leguminosas apresentam taxas de degradação e degradabilidade dos nutrientes mais altas que as gramíneas. A utilização da silagem de leguminosas como o *Arachis* tem despertado o interesse de pecuaristas. Entretanto, o *Arachis in natura*, como a maioria das leguminosas, apresentam baixos teores de MS, elevado poder tampão e baixos conteúdos de carboidratos solúveis que podem dificultar sua preservação como silagem.

A redução da umidade pelo emurchecimento e a adição de inoculantes microbianos tem sido propostos como formas de otimizar os resultados, PAULINO *et al.* 2009. Os inoculantes bacterianos adicionados durante o processo de ensilagem visam o aumento da população de bactérias que estimulam a fermentação láctica e reduzem o pH (PEREIRA e REIS, 2001; EVANGELISTA *et al.* 2004; LOURES *et al.*, 2005).

A produção de efluentes representa perdas de valor nutricional e risco de poluição ambiental, que podem ser evitados com a utilização de forragens emurchecidas. Embora os inoculantes microbianos não sejam utilizados com o objetivo de reduzir perdas por efluentes, estes aditivos biológicos aplicados a silagem apresentam resultados contraditórios segundo a literatura corrente (LOURES *et al.*, 2005).

O valor nutritivo é decisivo para avaliar a qualidade de uma forrageira e entre as técnicas utilizadas a degradação ruminal dos alimentos é uma excelente ferramenta para avaliar a qualidade e a quantidade de nutrientes disponíveis aos microrganismos no rúmen e que chegam ao intestino (HUNTINGTON e GIVENS, 1995). Esta técnica possui como vantagem ser rápida e de relativamente fácil execução, utiliza amostras pequenas e permite o contato íntimo do alimento no ambiente ruminal. Sendo assim, é considerada a técnica ideal para simular o ambiente do rúmen dentro de determinado regime alimentar específico (JOBIM *et al.* 2007).

O objetivo do presente trabalho é de realizar a avaliação físico-química e degradabilidade *in situ* da silagem de *Arachis pintoi* cultivar Belmonte submetida a diferentes processos de ensilagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Instituto de Zootecnia em Nova Odessa/SP, situado à latitude 22 42' S, longitude 47 18' W e altitude de 550 m.

As amostras da biomassa de *Arachis pintoi* cv Belmonte obtidas na área experimental foram ceifadas aos 60 dias de crescimento vegetativo com segadeira de barra, regulada para corte na altura de 5 cm do solo. Imediatamente após, a leguminosa fresca (*in natura*) foi picada em desintegrador, regulado para corte de 1 cm de comprimento e ensilada

Os tratamentos aplicados à biomassa de *Arachis* ensilada foram designados como se segue: T1 - *Arachis in natura* = leguminosa fresca *Arachis pintoi* cv Belmonte; T2 - *Arachis in natura* + aditivo biológico = leguminosa fresca adicionada do aditivo biológico comercial Silomax diluído de forma a garantir segundo especificação do fabricante a proporção de: *Lactobacillus plantarum*  $2,5 \times 10^{10}$  unidades formadoras de colônia por grama e *Pediococcus pentosaceus*  $2,5 \times 10^{10}$  unidades formadoras de colônia por grama, o produto foi aspergido sobre a biomassa através de bomba costal na dosagem recomendada para o produto, sendo misturado e ensilado; T3 - *Arachis* emurchecido = leguminosa *Arachis pintoi* cv Belmonte exposto ao sol durante período de 4 horas; T4 - *Arachis* emurchecido + aditivo biológico = leguminosa e adicionada do aditivo biológico comercial Silomax, pelo mesmo procedimento realizado no tratamento da ensilagem do *Arachis in natura*.

As biomassas de *Arachis* submetidas aos tratamentos acima citados foram acondicionadas em recipientes plásticos com tampas a uma massa média específica de 630 kg de silagem/m<sup>3</sup>. Utilizaram-se cinco repetições para cada tratamento.

Após o período de fermentação de 90 dias, os silos foram abertos e amostras das silagens foram retiradas para determinação do pH, ácidos graxos voláteis e nitrogênio amoniacal. O extrato das silagens, foi extraído através de prensa hidráulica (2 kgf cm<sup>-3</sup>) e imediatamente preparado conforme exigência do método analítico. Os ácidos orgânicos das silagens foram determinados em cromatografia gasosa, conforme metodologia preconizada por ERWIN *et al.* (1961). O N-amoniaco (N-NH<sub>3</sub>) de acordo com o descrito por FERNNER (1965). O pH foi mensurado em peagâmetro digital imediatamente após a prensagem.

Parte do material ensilado foi seco em estufas com circulação de ar forçado à 50°C por 72 horas e o material que passou por peneiras de 1 mm de crivos foi submetido às seguintes análises: fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulose e lignina, matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), nitrogênio em FDN (N-FDN) e FDA (N-FDA). As metodologias utilizadas estão descritas em Silva e Queiroz (2009). Os carboidratos totais (CHO totais) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a equação de SNIFFEN *et al.* (1992).

As determinações das degradabilidades da MS, FDN e PB das silagens foram realizadas pela técnica de sacos de náilon *in situ*, com três bovinos machos castrados, mestiços, portadores de cânulas ruminais. As amostras foram incubadas no rúmen por 6, 9, 24, 48, 72 e 96 horas de maneira reversa, sendo retirados todos os sacos de náilon simultaneamente e efetuadas a lavagem e a secagem em estufa a 60°C. Conforme a técnica *in situ* de MEHREZ e ORKOV (1977) e seguindo a padronização descrita por HUNTINGTON e GIVENS (1995).

Os dados de degradabilidade foram calculados pela diferença de pesagens dos sacos de náilon antes e após a incubação, foram ajustados segundo a equação:  $p = a + b(1 - e^{-ct})$ , ORSKOV e McDONALD (1979) em que ( $p$ ) é a quantidade degradada no tempo ( $t$ ). As constantes  $a$ ,  $b$  e  $c$  da equação exponencial foram utilizadas para calcular a degradabilidade potencial ( $a+b$ ) e a degradabilidade efetiva ( $De$ ), pela seguinte fórmula (AFRC, 1992):  $De = a + (b \times c) / c + K$ ; onde ( $a$ ) é a fração solúvel, ( $b$ ) é a fração potencialmente degradável no rúmen e ( $c$ ) a taxa de degradação por hora. O valor ( $a + b$ ), representa o potencial máximo de degradabilidade ou a fração que poderá ser degradada no rúmen quando o tempo não for limitante. Para a ( $De$ ) foi considerada a taxa de passagem do conteúdo ruminal de  $k=0,05$ /hora.

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições e a análise de variância utilizada foi o procedimento GLM do Sistema SAS (Statistical Analysis System), SAS INSTITUTE (2002), onde foram estudados quatro tipos de silagens de *Arachis*: *Arachis in natura*, *Arachis in natura* + Aditivo biológico, *Arachis Emurchecido* e *Arachis Emurchecido* + aditivo biológico. O nível de significância adotado para a análise de variância foi de 5%. Os graus de liberdade dos tratamentos foram desdobrados nos seguintes contrastes ortogonais:

*Arachis in natura* X *Arachis Emurchecido*; *Arachis in natura* + aditivo biológico X *Arachis Emurchecido* + aditivo biológico; *Arachis in natura* sem aditivo biológico X *Arachis Emurchecido* sem aditivo biológico.

A análise de variância utilizada para os parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  e para a degradabilidade efetiva ( $De$ ), foi o procedimento GLM do Sistema SAS (Statistical Analysis System), SAS INSTITUTE (2002) em delineamento inteiramente ao acaso com três repetições, onde foram estudados quatro tipos de silagens de *Arachis*: *Arachis in natura*; *Arachis in natura* + aditivo biológico; *Arachis Emurchecido* e *Arachis Emurchecido* + aditivo biológico. O nível de significância adotada para a análise de variância foi de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os dados referentes às análises bromatológicas das silagens de *Arachis* dos tratamentos desdobrados para estudar os efeitos do emurchecimento e da adição do aditivo comercial. A silagem emurchecida, de acordo com o esperado, apresentou maiores valores de MS e as variáveis relativas a composição química foi alterada em função deste processo. A adição do aditivo bacteriano parece não ter influenciado estas variáveis.

Os teores de matéria seca (MS) das silagens *in natura* (18,00%) estão muito abaixo dos valores sugeridos por Silveira *et al.* (1979) de 30 a 35% de MS para que se obtenha uma boa conservação da forragem. Nas silagens emurchecidas o teor de MS (37,00%) esta ligeiramente acima do preconizado na literatura e um pouco abaixo ao observado por MONTEIRO *et al.* (1998), 40% de MS, em cultivares de alfafa desidratados ao sol por 3 horas.

A exposição da leguminosa à desidratação por 4 horas resultou na elevação de 19 pontos percentuais no teor de MS o que, provavelmente, provocou o aumento da concentração dos componentes da MS, em relação à silagem de *Arachis in natura*. A porcentagem de PB, FDN, N-FDN e hemicelulose foram maiores nas silagens emurchecidas ( $P < 0,05$ ) independente da adição do aditivo bacteriano, Tabelas 1, 2 e 3.

A inclusão da digestibilidade *in vitro* da matéria seca para a classificação de silagens deve-se à sua correlação com a ingestão de matéria seca, além de ser um bom parâmetro para predição do valor nutritivo das forrageiras de uma maneira geral. Os valores

**Tabela 1. Médias das determinações químico-bromatológicas: silagem *Arachis in natura* X Silagem de *Arachis Emurchecido*, resultados em 100% de MS**

Variável	Tratamento das silagens	
	<i>Arachis in natura</i>	<i>Arachis Emurchecido</i>
MS	91,48± 0,18 b	92,47± 0,18a
MST	18,10± 0,46 b	37,41± 0,46a
PB	21,75± 0,29 b	23,91± 0,29a
MM	10,85± 0,08a	10,25± 0,08a
FDA	39,42± 0,30a	36,01± 0,30 b
FDN	46,45± 0,82 b	52,96± 0,82a
Nfda/n total	9,19± 0,29a	6,44± 0,29 b
Nfdn/n total	17,10± 0,59 b	26,97± 0,59a
Celulose	29,91± 0,26a	27,56± 0,26 b
Lignina	9,28± 0,11a	8,54± 0,11 b
CHOT	65,16± 0,33a	64,09± 0,33 b
	7,14± 0,87	16,95± 0,87
Hemicelulose	(2,66±0,11) b	(4,10± 0,11)a
CHNF	18,70± 0,79	12,11± 0,79
	(4,32± 0,11)a	(3,46± 0,11) b
<i>In Vitro</i>	63,37± 0,52 b	64,24± 0,52a

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F (P=0,05).

Médias entre parêntesis foram transformadas para raiz de X.

**Tabela 2. Médias das determinações químico-bromatológicas: Silagem de *Arachis in natura* + aditivo biológico X Silagem de *Arachis Emurchecido* + aditivo biológico, resultados em 100% de MS**

Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i> + aditivo biológico	<i>Arachis Emurchecido</i> + aditivo biológico
MS	91,34± 0,18 b	92,08± 0,18a
MST	18,07± 0,75 b	35,50± 0,75a
PB	21,91± 0,44 b	24,35± 0,44a
MM	10,75± 0,11a	10,22± 0,11 b
FDA	39,84± 0,21a	35,56± 0,21 b
FDN	47,81± 1,34 b	53,79± 1,34a
Nfda/n total	9,44± 0,44a	7,05± 0,44 b
Nfdn/n total	18,06± 0,69 b	25,92± 0,69a
Celulose	30,38± 0,22a	27,25± 0,22 b
Lignina	9,27± 0,15a	8,53± 0,15 b
CHOT	65,09± 0,55a	63,67± 0,55a
	8,18± 1,45	18,22± 1,45
Hemicelulose	(2,85± 0,17) b	(4,24± 0,17)a
	17,11± 1,03	11,84± 1,03
CHNF	(4,13± 0,15)a	(3,42± 0,15) b
<i>In Vitro</i>	61,98± 0,43a	63,71± 0,43a

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F (P=0,05).

Médias entre parêntesis foram transformadas para raiz de X.

**Tabela 3. Médias das determinações químico-bromatológicas: Silagem de *Arachis in natura* (sem aditivo biológico) X Silagem de *Arachis* Emurchecido (Sem aditivo biológico), resultados em 100% de MS**

Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i> Sem aditivo biológico	<i>Arachis</i> Emurchecido Sem aditivo biológico
MS	91,62± 0,25 b	92,85± 0,25a
MST	18,12± 0,66 b	37,32± 0,66a
PB	21,59± 0,38 b	23,47± 0,38a
MM	10,97± 0,12a	10,27± 0,12 b
FDA	39,00± 0,50a	36,45± 0,50 b
FDN	45,09± 0,71 b	52,13± 0,71a
Nfda/n total	8,96± 0,27a	5,83± 0,27 b
Nfdn/n total	16,14± 0,72 b	28,03± 0,72a
Celulose	29,44± 0,41a	27,86± 0,41 b
Lignina	9,30± 0,19a	8,55± 0,19 b
CHOT	65,24± 0,37a	64,51± 0,37a
	6,09± 0,72	15,68± 0,72
Hemicelulose	(2,47± 0,09) b	(3,95± 0,09)a
CHNF	20,30± 0,99	12,38± 0,99
	(4,50± 0,14)a	(3,50± 0,14) b
<i>In Vitro</i>	64,77± 0,57a	64,77± 0,57a

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F (P=0,05).

Médias entre parêntesis foram transformadas para raiz de X.

de digestibilidade *in vitro* da MS, N-FDA e lignina também foram favorecidos (P < 0,05) pelo processo de emurchecimento (Tabela 1), a adição do aditivo bacteriano não afetou a DIVMS (P > 0,05), Tabelas 2 e 3. A prática do emurchecimento pode diminuir os teores de carboidratos solúveis e consequentemente aumentar os constituintes fibrosos (VAN SOEST, 1994).

Nos tratamentos avaliados foi observada menor porcentagem de carboidratos não fibrosos nas silagens emurchecidas (P < 0,05), Tabelas 1, 2 e 3. Esta diminuição também foi observada por RUGGIERI *et al.* (2001) em silagens de alfafa emurchecidas, entretanto, LOURES *et al.* (2005) trabalhando com silagens de gramínea emurchecida obteve efeito inverso nos teores de carboidratos solúveis no material tratado por este processo, os autores ainda destacam, que silagens de gramíneas submetidas ao emurchecimento apresentaram menores teores da fração fibrosa. No presente estudo a diminuição obtida na fração fibrosa FDN das silagens *in natura* pode ter sido devido ao processo fermentativo. Segundo AMARAL *et al.* (2007) os microrganismos consomem principalmente a fração mais digestível o que pode promover maior proteólise do material em virtude do pH nestas silagens ser maior. A adição do aditivo biológico não foi capaz de reverter o processo, para adequada conservação da biomassa. Observamos o aumento dos teores de hemicelulose (P < 0,05) Tabelas 1, 2 e 3, e também, uma

pequena, mas significativa (P < 0,05) diminuição nos teores de nitrogênio ligado a fibra insolúvel em detergente ácido (N-FDA) nas silagens emurchecidas. As menores concentrações de hemicelulose observados nas silagens *in natura* podem ser devido à hidrólise ácida da hemicelulose causada pelos ácidos orgânicos produzidos durante o processo de fermentação ou também, pela ação de hemicelulases provenientes dos microrganismos (AMARAL *et al.* 2007).

Aumentos nos teores de N-FDA podem ocorrer se houver excessiva produção de calor comprometendo desta forma a integridade e disponibilidade da fração nitrogenada. A proteína reage com os carboidratos da planta, passando a fazer parte da fração FDA, este processo é denominado como Reação de Maillard (VAN SOEST, 1994) afeta negativamente o valor nutricional das silagens. O excesso de umidade na presença de carboidratos solúveis e frações nitrogenadas produz os polímeros de Maillard e estes são altamente resistentes a degradação sendo considerados indisponíveis tanto no rúmen como no restante do trato gastro intestinal. Entretanto, apesar dos tratamentos apresentarem diferenças (P < 0,05) os valores apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 não indicaram alterações marcantes e podem ser considerados baixos de acordo com os valores observados por ALMEIDA *et al.* (2003) que encontraram variações de 25 a 39 % do N-FDA nas silagens de milho e sorgo respectivamente.

O conteúdo de nitrogênio ligado à fibra insolúvel em detergente neutro (N-FDN) aumentou nas silagens tratadas pelo emurchecimento ( $P < 0,05$ ). CASTRO (2002) encontrou também, este efeito em silagens de gramíneas emurchecidas, segundo o autor este fenômeno pode ser devido a menor atividade proteolítica na fração N-FDN dessas silagens. Na literatura consultada o efeito do emurchecimento sob a concentração de carboidratos solúveis, tem diferentes observações, pois a variação da concentração está em função de diversos fatores como: tempo de secagem, espécie, momento de corte e idade da planta. EVANGELISTA *et al.* (2004) relata que certas espécies de plantas, quando sofrem emurchecimento, podem conter quase o dobro de carboidratos solúveis da matéria original. Por outro lado, o aumento excessivo do teor de MS pode causar redução na fermentação pela diminuição da concentração de carboidratos solúveis em água, como consequência de um processo de emurchecimento prolongado.

Para as concentrações de PB, em silagens previamente emurchecidas, a literatura mostra diferentes resultados obtidos sobre esta fração: BERGAMASCHINE *et al.* (2006), observaram diminuição na porcentagem de PB em silagens de gramíneas emurchecidas, entretanto outros autores afirmam que aumentar o teor de MS do material a ser ensilado diminui a extensão da proteólise, reduzindo perdas mais acentuadas da concentração protéica das silagens (PEREIRA e REIS 2001; CASTRO, 2002; EVANGELISTA *et al.*, 2004; LOURES *et al.*, 2005). No presente trabalho, o emurchecimento favoreceu a manutenção de uma maior concentração de proteína nas silagens tratadas por este processo ( $P < 0,05$ ) e menores teores ( $P < 0,05$ ) de nitrogênio insolúvel em FDA. A formação de produtos de Maillard, em silagens causa diminuição na digestibilidade da proteína, esta reação pode ser observada pelo aumento nos teores de N-FDA e o nitrogênio, desta fração, não estará disponível aos microrganismos ruminais.

O emurchecimento, em geral, é relacionado ao aumento do potencial osmótico da massa ensilada, o que pode favorecer a crescimento de microrganismos desejáveis ao processo de conservação da forragem (LOURES *et al.*, 2005; RANGRAB *et al.* 2000). No presente trabalho, podemos destacar o efeito favorável do processo de emurchecimento para conservação da forragem, devido as menores concentrações de N-NH<sub>3</sub> e valores de pH mais baixos (4,7), nas silagens assim processadas (Tabelas 4, 5 e 6).

Os valores de pH, N-amoniaco e ácidos orgânicos

(Tabelas 4, 5 e 6) costumam ser empregados na avaliação da qualidade da silagem, pois são bons indicadores das mudanças ocorridas durante o processo de fermentação, (RANGRAB *et al.*, 2000). Nos valores de pH houve diferença ( $P < 0,05$ ), os menores valores encontrados foram nas silagens emurchecidas, este tratamento diminuiu o pH e a formação de N amoniaco, que foi maior na silagem de *Arachis in natura* ( $P < 0,05$ ), demonstrando que provavelmente pode ter ocorrido intensa proteólise no material com maior teor de umidade. TOSI *et al.* (1995), observaram redução no conteúdo de nitrogênio amoniaco com o aumento de teor de MS da silagem e segundo JOBIM *et al.* (2007), os valores de pH e a concentração de N-NH<sub>3</sub> são importantes no julgamento da qualidade do processo fermentativo das silagens, entretanto de acordo com VAN SOEST (1994) em silagens com alto teor de MS, o valor de pH tem uma menor importância, podendo-se obter silagens de boa qualidade, mesmo com valores de pH mais altos.

**Tabela 4. Médias das concentrações dos ácidos orgânicos: Silagem de *Arachis in natura* X Silagem de *Arachis* Emurchecido**

Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i>	<i>Arachis</i> Emurchecido
% N-NH <sub>3</sub>	18,43 ± 0,23 (4,29 ± 0,05)a	4,05 ± 0,23 (2,00 ± 0,05) b
% Acético	2,24 ± 0,62 (1,20 ± 0,26)a	1,09 ± 0,62 (0,98 ± 0,26)a
% Propiônico	1,08 ± 0,16 (0,99 ± 0,08)a	0,01 ± 0,16 0,12 ± 0,08) b
% Butírico	0,84 ± 0,13 (0,88 ± 0,07)a	0,02 ± 0,13 (0,13 ± 0,07) b
% Láctico	0,47 ± 0,16 (0,66 ± 0,10)a	0,98 ± 0,16 (0,93 ± 0,10)a
pH	5,33 ± 0,07a	4,69 ± 0,07 b

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F ( $P = 0,05$ ).

Médias entre parêntesis foram transformadas para raiz de X.

Segundo EVANGELISTA e LIMA (2001) todos ácidos orgânicos formados no processo de fermentação das silagens contribuem para a redução do pH, entretanto o ácido láctico, por apresentar uma maior constante de dissociação, possui papel fundamental nesse processo, enquanto os aumentos nas concentrações de ácido acético e butírico estão relacionados a menores taxas de decréscimo e valores absolutos de pH maiores. Com relação aos ácidos orgânicos (Tabelas 4, 5 e 6) a produção de ácido láctico não foi eficiente para manter baixo o pH (<4,5) das silagens e sua concentração foi igual nos contrastes estudados ( $P > 0,05$ ). As concentrações dos ácidos propiônico e butírico foram

muito baixas, entretanto ligeiramente menores ( $P < 0,05$ ) nas silagens de *Arachis* emurchecido. Enquanto, os teores de ácido acético foram iguais entre os tratamentos *in natura* vs. emurchecimento (Tabela 4) e maiores quando comparados ao tratamento *in natura* mais aditivo biológico vs. emurchecido mais aditivo biológico (Tabela 5).

**Tabela 5. Médias das concentrações dos ácidos orgânicos: Silagem *Arachis in natura* + aditivo biológico X Silagem de *Arachis* Emurchecido+ aditivo biológico**

Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i> + aditivo biológico	<i>Arachis</i> Emurchecido + aditivo biológico
% N-NH <sub>3</sub>	18,73± 0,44 (4,33± 0,10)a	3,94± 0,44 (1,97± 0,10) b
% Acético	4,38± 0,39 (2,08± 0,11)a	1,57± 0,39 (1,23± 0,11) b
% Propiônico	0,52± 0,09 (0,71± 0,06)a	0,02± 0,09 0,12± 0,06) b
% Butírico	0,47± 0,04 (0,68± 0,03)a	0,02± 0,04 (0,16± 0,03) b
% Láctico	0,28± 0,17 (0,53± 0,11)a	0,88± 0,17 (0,90± 0,11)a
pH	5,18± 0,11a	4,67± 0,11 b

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F ( $P=0,05$ ).

Médias entre parêntesis foram transformadas para raiz de X.

O predomínio da fermentação por bactérias lácticas depende da interação entre vários fatores, incluindo suprimento de substrato disponível para fermentação, poder tampão da forragem, quantidade numérica, tipos e atividades das bactérias lácticas e outros microrganismos indesejáveis. Uma eficiente produção de ácido láctico é um importante fator de inibição do crescimento de bactérias indesejáveis e consequentemente promove uma redução das perdas durante o processo de fermentação, segundo McDONALD *et al.* (1991). De acordo com a classificação destes autores para silagens, os valores obtidos nas concentrações de ácido láctico nos tratamentos testados, do presente estudo, classificam estas silagens como inadequadas. Com relação, ao valor de pH e concentração de N-NH<sub>3</sub> as silagens de *Arachis in natura* podem ser classificadas como insatisfatórias, entretanto as que passaram pelo processo de emurchecimento podem ser consideradas como de boa qualidade. Segundo os autores EVANGELISTA *et al.* (2004) e AMARAL *et al.* (2007) a presença de amônia na silagem é fator constantemente determinado para a avaliação de sua qualidade, os autores indicam valores ao redor de 8% do N-total como níveis adequados para silagens bem fermentadas, concentração de N-NH<sub>3</sub> acima deste valor seria um indicativo de intensa proteólise, principal-

mente pela degradação de aminoácidos por clostrídios proteolíticos. Segundo os autores Mc DONALD *et al.* (1991) e AMARAL *et al.* (2007) a proteólise estende-se durante a fermentação quando não ocorrem condições ácidas suficientes, para que microrganismos indesejáveis possam ser inibidos. Segundo os mesmos autores as bactérias ácido-láticas normalmente não são proteolíticas mas agem como tais quando tem pouca concentração de nutrientes como exemplo: baixos teores de carboidratos solúveis. O maior conteúdo de MS promoveu menores valores de pH e marcante diferença na concentração de N-NH<sub>3</sub> e consequentemente melhorou o processo fermentativo do material ensilado (Tabelas 4, 5 e 6).

**Tabela 6. Médias das concentrações dos ácidos orgânicos: Silagem *Arachis in natura* (sem aditivo biológico) X Silagem de *Arachis* Emurchecido (sem aditivo biológico)**

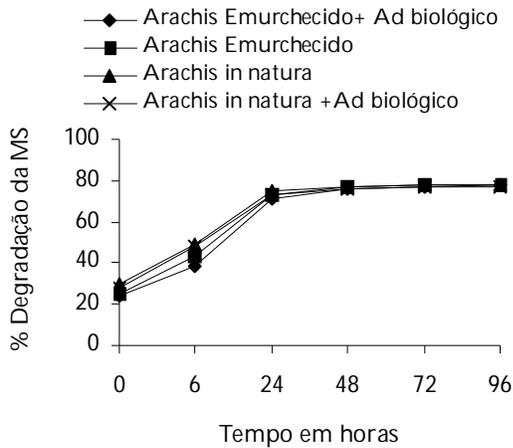
Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i> Sem aditivo biológico	<i>Arachis</i> Emurchecido Sem aditivo biológico
% N-NH <sub>3</sub>	18,12± 0,15 (4,26± 0,03)a	4,16± 0,15 (2,04± 0,03) b
% Acético	0,10± 0,13 (0,31± 0,11) b	0,60± 0,13 (0,73± 0,11)a
% Propiônico	1,64± 0,09 (1,28± 0,03)a	0,01± 0,09 (0,11± 0,03) b
% Butírico	1,21± 0,19 (1,08± 0,08)a	0,01± 0,19 (0,11± 0,08) b
% Láctico	0,65± 0,29 (0,80± 0,17)a	1,09± 0,29 (0,96± 0,17)a
pH	5,49± 0,09a	4,70± 0,09 b

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F ( $P=0,05$ ).

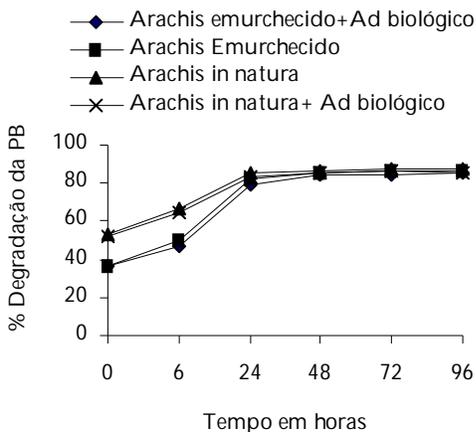
Médias entre parêntesis foram transformadas para raiz de X.

Em relação, a aplicação do inóculo bacteriano, segundo CASTRO (2002) outros autores não observaram efeitos marcantes para o uso deste, quando aplicado em condições desfavoráveis como: baixo conteúdo de MS, baixa concentração de carboidratos solúveis e alto poder tampão. MUCK e KUNG (1997) ao revisarem diferentes trabalhos com aditivos bacterianos, em silagens de gramíneas, chamam a atenção para o fato de que reduções significativas no pH, aumento de ácido láctico e redução dos teores de N-NH<sub>3</sub>, apresentam resultados diversos dependendo da planta forrageira em questão e que para alfafa o emurchecimento prévio desta leguminosa parece melhorar o efeito de tais produtos, em nosso trabalho o emurchecimento associado ao inoculante bacteriano não mostrou diferenças marcantes sobre os parâmetros avaliados.

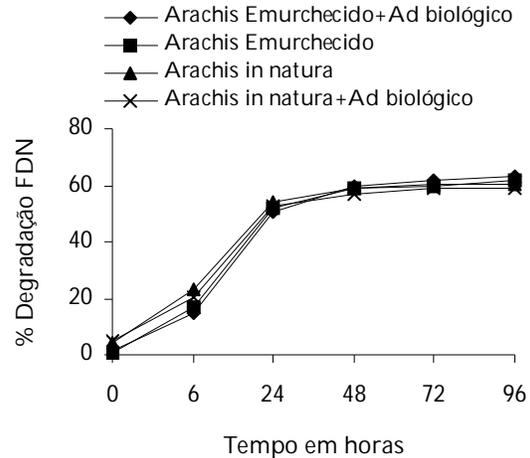
As Figuras 1, 2 e 3 traçam os perfis médios dos tratamentos ao longo dos tempos para a % porcentagem de degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra detergente neutra, respectivamente, das quatro silagens estudadas. Observamos que as curvas de degradação da MS e FDN (Figura 1 e 3) seguem um mesmo padrão de degradação ao longo dos tempos de incubação, entretanto para a % porcentagem de degradação da PB podemos observar que o emurchecimento da leguminosa (Figura 2) promoveu uma menor velocidade de desaparecimento ruminal desta fração nas primeiras 24 horas de incubação, após este período as curvas apresentam perfil semelhante de degradação.



**Figura 1.** Perfis médios nos tratamentos ao longo dos tempos para a % de degradação da Matéria Seca das quatro silagens de *Arachis*



**Figura 2.** Perfis médios dos tratamentos ao longo dos tempos para a % de degradação da Proteína Bruta das quatro silagens de *Arachis*



**Figura 3.** Perfis médios dos tratamentos ao longo dos tempos para a % de degradação da FDN das quatro silagens de *Arachis*

O emurchecimento induz a uma drástica redução do conteúdo celular, segundo VAN SOEST (1992), isto ocorre devido ao maior tempo de exposição e consequentemente maior respiração celular; a aplicação desse processo resultou também, na diminuição ( $P < 0,05$ ) da solubilidade da fração prontamente degradável (a) e maior degradação potencial da fração degradável no rúmen (b) ( $P < 0,05$ ) da matéria seca nas silagens tratadas por este processo (Tabela 7), sendo que a adição do inóculo bacteriano parece não ter exercido marcante influência na solubilidade destas frações (Tabelas 8 e 9). Entretanto, a maior redução na fração solúvel ( $P < 0,05$ ) foi observada para a PB que diminuiu ao redor de 20 pontos percentuais em todos os contrastes estudados.

De acordo com PEREIRA *et al.* (2002) a diminuição da degradação da proteína é de particular importância, uma vez que as leguminosas em geral permanecem menor tempo no rúmen que gramíneas, podendo refletir em uma maior quantia de proteína disponível e absorvida no intestino delgado. O melhor aproveitamento da proteína ingerida produz efeitos benéficos aos animais. BARCELLOS e VILELA (1994), observaram tais benefícios em trabalhos de produtividade animal quando utilizaram o *Arachis* como fonte protéica. Segundo TEDESCHI *et al.* (2001), o perfil de aminoácidos do *Arachis* é bastante próximo ao da alfafa.

Com relação a fração (a) da FDN a solubilidade desta foi nula nas silagens emurchecidas, mas a re-

dução ( $P < 0,05$ ) mesmo sendo significativa não foi tão evidente quanto ao observado na fração protéica.

Quanto ao parâmetro (*c*) apesar das diferenças somente entre alguns contraste estudados ( $P < 0,05$ ), as variações foram pequenas nesta taxa de desaparecimento. RUGGIERI *et al* (2001) observaram resultados semelhantes, trabalhando com

silagens de alfafa emurcheçada e *in natura*, segundo os autores diferentes tratamentos aplicados em plantas forrageiras não alteram de forma geral a taxa de degradação ruminal. A prática do emurcheçamento pode diminuir os teores de carboidratos não fibrosos, conseqüentemente aumenta os constituintes fibrosos e proporciona uma menor degradação ruminal dos nutrientes.

**Tabela 7. Médias dos parâmetros da degradação ruminal da MS, PB e FDN: Silagem de *Arachis in natura* X Silagem de *Arachis* Emurchecido**

Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i>	<i>Arachis</i> Emurchecido
MS		
Parâmetro <i>a</i>	28,60± 0,51a	23,49± 0,51 b
Parâmetro <i>b</i>	49,15± 0,46b	54,73± 0,46a
Parâmetro <i>c</i>	0,09± 0,003a	0,07± 0,003a
Dp	77,75± 0,36a	78,22± 0,36a
De	60,65± 0,75a	56,51± 0,75 b
PB		
Parâmetro <i>a</i>	52,32± 0,26a	34,25± 0,26 b
Parâmetro <i>b</i>	34,59± 0,21 b	52,62± 0,21a
Parâmetro <i>c</i>	0,091± 0,003a	0,069± 0,003 b
Dp	86,91± 0,25a	86,87± 0,25a
De	74,61± 0,55a	64,86± 0,55 b
FDN		
Parâmetro <i>a</i>	3,21(1,77) ± 0,08(1)a	0,01(0,1)± 0,08(1)b
Parâmetro <i>b</i>	57,05± 0,47 b	63,37± 0,47a
Parâmetro <i>c</i>	0,077± 0,003a	0,063± 0,003 b
Dp	60,26± 0,45 b	63,38± 0,45a
De	37,78± 0,81a	35,33±0,81a

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F ( $P=0,05$ ). Médias entre parêntesis foram transformadas para Raiz de X. <sup>(1)</sup> Desvio Padrão das médias transformadas. a, b e c referem-se aos parâmetros de ORSKOV e McDONALD (1979). Dp = a+b. De = degradabilidade efetiva para as taxas de passagem iguais a 0,05/hora.

**Tabela 8. Médias dos parâmetros da degradação ruminal da MS, PB e FDN: Silagem *Arachis in natura* + aditivo biológico X Silagem de *Arachis Emurchecido* + aditivo biológico**

Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i> + aditivo biológico	<i>Arachis Emurchecido</i> + aditivo biológico
MS		
Parâmetro <i>a</i>	27,68± 0,66a	22,62± 0,66 b
Parâmetro <i>b</i>	49,22± 0,88b	55,34± 0,88 a
Parâmetro <i>c</i>	0,09± 0,006a	0,07± 0,006a
Dp	76,89± 0,45a	77,96± 0,45a
De	59,77± 1,04a	55,17± 1,04 b
PB		
Parâmetro <i>a</i>	51,72± 0,25a	33,90± 0,25 b
Parâmetro <i>b</i>	34,73± 0,35 b	52,49± 0,35a
Parâmetro <i>c</i>	0,088± 0,006a	0,066± 0,006a
Dp	86,45± 0,19a	86,39± 0,19a
De	73,76± 0,68a	63,61± 0,68 b
FDN		
Parâmetro <i>a</i>	3,16(1,74)± 0,18a	0,01(0,1) ± 0,18 (1)b
Parâmetro <i>b</i>	56,44± 0,55 b	64,33± 0,55a
Parâmetro <i>c</i>	0,075± 0,006a	0,059± 0,006a
Dp	59,60± 0,31 b	64,34± 0,31a
De	36,88± 1,55a	34,77± 1,55a

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F (P=0,05). Médias entre parêntesis foram transformadas para Raiz de X. <sup>(1)</sup> Desvio Padrão das médias transformadas. a,b e c referem-se aos parâmetros de ORSKOV e McDONALD (1979). Dp = a+b. De = degradabilidade efetiva para as taxas de passagem iguais a 0,05/hora.

**Tabela 9. Médias dos parâmetros da degradação ruminal da MS, PB e FDN: Silagem *Arachis in natura* (sem aditivo biológico) X Silagem de *Arachis Emurchecido* (sem aditivo biológico)**

Variável	Tratamento	
	<i>Arachis in natura</i> Sem aditivo biológico	<i>Arachis Emurchecido</i> Sem aditivo biológico
MS		
Parâmetro <i>a</i>	29,53±0,23a	24,37±0,23 b
Parâmetro <i>b</i>	49,08±0,29 b	54,12±0,29a
Parâmetro <i>c</i>	0,09±0,004a	0,08±0,004a
Dp	78,61±0,22a	78,49±0,22a
De	61,53±0,68a	57,85±0,68 b
PB		
Parâmetro <i>a</i>	52,93±0,21a	34,61±0,21 b
Parâmetro <i>b</i>	34,45±0,29a	52,76±0,29b
Parâmetro <i>c</i>	0,095±0,003a	0,073±0,003 b
Dp	87,37±0,21a	87,36±0,21a
De	75,47±0,39a	65,61±0,39b
FDN		
Parâmetro <i>a</i>	3,16(1,74) ±0,18(1)a	0,01(0,1) ±0,18(1)b
Parâmetro <i>b</i>	57,66±0,42b	62,42±0,42a
Parâmetro <i>c</i>	0,079±0,002a	0,0068±0,002b
Dp	60,93±0,49a	62,43±0,49a
De	38,67±0,60a	35,89±0,60 b

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste F (P=0,05). Médias entre parêntesis foram transformadas para Raiz de X. <sup>(1)</sup> Desvio Padrão das médias transformadas. a,b e c referem-se aos parâmetros de ORSKOV e McDONALD (1979). Dp = a+b. De = degradabilidade efetiva para as taxas de passagem iguais a 0,05/hora.

## CONCLUSÃO

Baseando-se nos dados do presente experimento, o emurhecimento atuou positivamente no processo de ensilagem da leguminosa preservando a qualidade nutricional da forrageira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC - ASSOCIATION OF FOOD AND AGRICULTURE COUNCIL .Technical Committee on Responses to Nutrients. Report N.9. Nutritive requeriments of ruminants animal: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 62 n.12 p. 787-835, 1992.

ALMEIDA, J.C.C. et al. Avaliação das silagens de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers.) cultivados em quatro densidades de semeadura. **Rev. Univ. Rural**, Sér. Ci. Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 23, n. 1, jan. – jun., p.47-57, 2003.

AMARAL et al. Características feremntativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36 n.3, p.532-539, 2007

BERGAMASCHINE, A.F. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.4, p.1454-1462, 2006.

CASTRO, F.G.F. **Uso de pré-emurhecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de Tifton-85 (*cynodun sp*)**. 2002, 136f. Tese (Doutorado). Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2002.

ERWIN, E.S et al. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Animal Feed Science Technology**, v. 44, p.1768-1771, 1961

EVANGELISTA, R.A. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurhecimento. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n.2, p.443-449, 2004.

EVANGELISTA, R.A; LIMA, J.A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. **Anais...** Maringá: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 2001. p.177-217.

FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal Dairy Science**, p. 249-251, 1965.

HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstracts Review**, (série B) v. 65, p.64-93, 1995

JOBIM, C.C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.101-110, 2007.

LOURES, D.R.S. et al. Composição Bromatológica e produção de efluentes de silagens de capim-Tanzânia sob efeitos do emurhecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.3, p. 726-735, 2005.

McDONALD, P. et al. **Biochemistry of silage**. 2ª ed. Marlow Chalcombe Publication, 1991. 340p.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n.6, p.645-650, 1977.

MONTEIRO, A.L.G.; COSTA, C.; SILVEIRA, A.C. Avaliação do potencial para ensilagem de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.5, p.1064-1068, 1998.

MUCK, R.E.; KUNG JR., L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, 99., 1997. Pennsylvania. **Proceedings...** New York: NRAES, 1997. p.187-199.

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

PAULINO, V. T. et al. Silagem de Amendoim Forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) com diferentes aditivos. **Boletim da Indústria Animal**, v. 66, n.1, p. 33-43, 2009.

PEREIRA, J. R. A.; REIS, R .A. **Produção e utilização de forragem pré-secada**. Disponível em: [http:// www.nucleoestudo.ufla.br/neofofor/anais/palestras08.pdf](http://www.nucleoestudo.ufla.br/neofofor/anais/palestras08.pdf), 2001. Acesso em 20/12/2009.

RANGRAB, L.H, MÜHLBACH, P.R.F.; BERTO, J.L. Silagem de Alfafa Colhida no Início do Florescimento e Submetida ao Emurhecimento e à Ação de Aditivos Biológicos- **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.2, p. 349-356, 2000.

RUGGIERI, A. C. et al. Efeito do emurhecimento e da adição de fubá na degradabilidade *in situ* da silagem de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n.1, p.1-9, 2001.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics. Cary: SAS Institute, 2002.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2009.

SILVEIRA, A.C. et al. Efeito de diferentes tratamentos na digestibilidade *in vitro* de silagem de capim Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 8, n.2, p.287-300, 1979.

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

TOSI, H. et al. Ensilagem de capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n.6, p.909-916, 1995

VAN SOEST, P. **Nutricional ecology of ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing, 1994. 476p.