

Valor nutricional de silagens de teosinto (*Zea luxurians*) com adição de farelo de trigo

Paula Delfino Daniel ^{(1)*}, **Diego Peres Netto** ⁽²⁾, **Rafael Vidal** ⁽³⁾, **Meri Beatriz Zanetti** ⁽⁴⁾,
Mara Borges Piasson ⁽⁵⁾, **Patrícia Senger** ⁽⁵⁾, **Bruna Cristina da Silva Appelt** ⁽⁵⁾

(1) Graduanda de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias - CCA, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Rod. Admar Gonzaga, nº 1346, CEP: 88034-000, Florianópolis/SC;

(2) Zootecnista, Doutor, Professor, Departamento de Zootecnia, CCA/UFSC, Rod. Admar Gonzaga, nº 1346, CEP: 88034-000, Florianópolis/SC, E-mail: d.peres@ufsc.br;

(3) Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando no Programa de RGV, CCA/UFSC, Rod. Admar Gonzaga, nº 1346, CEP: 88034-000, Florianópolis/SC, E-mail: rvidal@fagro.edu.uy;

(4) Técnica Química, Graduanda de Ciência e Tecnologia de Alimentos, CCA/UFSC, Rod. Admar Gonzaga, nº 1346, CEP: 88034-000, Florianópolis/SC, E-mail: meri.zaneti@ufsc.br;

(5) Graduandas de Zootecnia, CCA/UFSC, Rod. Admar Gonzaga, CEP 88034-000, Florianópolis,

* Autor correspondente – E-mail: pauladelfinodaniel@gmail.com

Resumo: Objetivou-se avaliar o valor nutritivo de silagens de teosinto (*Zea luxurians*) com a adição de diferentes níveis de farelo de trigo, determinando a composição bromatológica, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e o perfil fermentativo da silagem. Os tratamentos foram: 0%, 5%, 10% e 15% de adição de farelo de trigo na silagem de teosinto, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Foram avaliados os teores de MS, MM, MO, EE, PB, FDN, FDA, CNF, NDT, DIVMS, pH e N-NH₃/NT. Houve diferença significativa para todas as variáveis, com exceção da MM, MO e pH. Os teores de MS, EE, PB, CNF, NDT e DIVMS aumentaram linearmente com a inclusão do farelo de trigo, e apresentaram médias de 19,4; 4,2; 13,4; 20,8; 56,7 e 61,2 %, respectivamente. Já os teores de FDN, FDA e N-NH₃/NT, decresceram linearmente com a adição do farelo sendo, nesta ordem, iguais a 55,3; 30,4 e 1,31%. Os valores de pH nos tratamentos se mantiveram entre 3,8 e 3,9, sugerindo que ocorreu uma boa fermentação láctica independente da inclusão do aditivo. Sendo assim, a qualidade de silagens de teosinto foi beneficiada com a adição de até 15% de farelo de trigo, pois melhorou a composição química, a digestibilidade e a concentração de energia das mesmas e não prejudicou as características fermentativas das silagens.

Palavras-chave: composição química, digestibilidade, perfil fermentativo

Nutritional evaluation of silage from Teosinte (*Zea luxurians*) with added wheat bran

Abstract: The objective was to evaluate the nutritive value of teosinte silages with the addition of different levels of wheat bran, determining the chemical composition, *in vitro* dry matter digestibility and the fermentation characteristics of silage. The treatments were: 0%, 5%, 10% and 15% wheat bran added silage in teosinte, distributed in a completely randomized design with four treatments and five repetitions. The MS, MM, MO, EE, PB, FDN, FDA, CNF, NDT, DIVMS, pH and N-NH₃/NT, were evaluated and there was significant difference for almost all variables except MM, MO and pH. The MS, EE, PB, CNF, NDT, and DIVMS linearly increased with the inclusion of wheat bran, and presented averages of 19,48; 4,25; 13,43; 20,85; 56,7 and 61,2%, respectively. On the other hand, the FDN, FDA and N-NH₃/NT, decreased linearly with the addition of bran being in this order, equal to 55,3; 30,4 and 1,31%. The pH values in the treatments remained between 3,8 and 3,9, indicating that there was a good lactic fermentation regardless of inclusion of the additive. Thus, the addition of wheat bran can be recommended for silage in teosinte, since the chemical composition and characteristics of the silage fermentation improved.

Key words: chemical composition, digestibility, profile fermentation

Introdução

O teosinto, parente silvestre do milho, pertence ao gênero *Zea* da família das gramíneas (Poaceae), tendo quatro espécies que são nativas do México e América Central: *Z. perennis*, *Z. luxurians*, *Z. diploperennis* e a *Z. mays* (DOEBLEY & ILTIS, 1980). Esta última espécie inclui quatro subespécies, uma que é o milho comum (subsp. *mays*), além de três subespécies de teosinto (subsp. *parviglumis*, *mexicana* e *huehuetenangensis*), cada um com uma distinta ecogeografia (DOEBLEY, 2004). A espécie em estudo (*Zea luxurians* Durieu and Ascherson) Bird, comprovada cromossômica e geograficamente em estudo paralelo (SILVA, 2015), é uma espécie robusta, nativa do sudeste da Guatemala, que pode crescer até 3,5 m de altura. É uma cultura anual de verão que apresenta alto perfilhamento e rebrote após o corte, possui composição nutritiva similar ao milho e apresenta-se como alternativa de cultivo sob condições ambientais desfavoráveis. É uma espécie amplamente utilizada como pastagem para bovinos de leite, entre outras aplicações (MOTTA & MAIA, 1999).

As forrageiras podem ser diretamente pastejadas, ofertadas verdes e picadas ou ensiladas para serem fornecidas na forma de silagem aos animais (PEDÓ et al. 2015). A ensilagem visa conservar uma forrageira por meio de fermentação anaeróbica para que seja ofertada aos animais como suplemento alimentar ou em épocas de escassez de alimentos. Durante este processo ocorre a formação de compostos orgânicos que reduzem o pH da massa ensilada, diminuem a atividade de microrganismos indesejáveis e a deterioração da silagem (RUGGIERI et al. 2008). Desta forma, a ensilagem é adotada por ser uma prática eficiente de conservação de forragens de elevado valor nutritivo que permite explorar o potencial produtivo das plantas forrageiras, visando suprir os requerimentos nutricionais dos animais.

Diversas gramíneas podem ser utilizadas para a produção de silagem, sendo as culturas de milho e sorgo consideradas as espécies mais adaptadas ao processo de ensilagem (ZAGO, 1991). Entretanto, em decorrência da importância do milho no mercado de cereais, sendo esta uma das culturas de maior produção de grãos do país, tem sido realizados estudos da viabilidade do emprego de novas opções forrageiras adaptadas à produção de silagem, sem que ocorra a perda de qualidade do produto obtido e possibilitando a redução de custos (PINTO et al. 1999; GUIMARÃES JÚNIOR et al. 2005). Dentre as espécies estudadas na literatura, o teosinto se mostrou promissor por apresentar boa adaptabilidade, ser tolerante às condições de déficit hídrico e em solo fértil apresenta desenvolvimento vigoroso, produzindo até 70 toneladas por hectare de massa verde (SKERMAN & RIVEROS, 1992), contudo, informações sobre sua qualidade na forma de silagem são escassas. Além disso, o teosinto é uma excelente alternativa para os sistemas orgânicos de produção, uma vez que boa parte da produção de milho atualmente é transgênica.

Capins ensilados com elevada umidade podem gerar uma grande quantidade de efluentes que carregam nutrientes digestíveis, como por exemplo, açúcares e ácidos orgânicos, diminuindo o valor nutritivo da silagem. Para minimizar este problema, outros alimentos têm sido adicionados às forrageiras no momento da ensilagem no intuito de elevar o teor de matéria seca de silagens de capim, melhorar o padrão fermentativo e, conseqüentemente, a qualidade da silagem (REZENDE et al. 2008). Segundo Igarasi (2002), o ingrediente usado como aditivo nas silagens de forrageiras deve apresentar elevado teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação. Deve ser também de fácil manipulação, baixo

custo e de fácil aquisição. Ávila et al. (2003), observaram aumentos significativos nos teores de matéria seca de silagens de gramíneas utilizando polpa cítrica e farelo de trigo como aditivos e sugeriram que estes ingredientes podem ser uma alternativa interessante para diminuir as perdas por efluentes, bem como melhorar o valor nutritivo das forragens, além de facilitar a compactação do material ensilado. Assim, este trabalho objetivou avaliar a composição química, a digestibilidade, a concentração de energia e o perfil fermentativo de silagens de teosinto com a adição de farelo de trigo.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Ressacada e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. A área experimental totalizou 177 m² e o preparo do solo foi realizado com duas gradagens e uma adubação com a aplicação de 395,5 kg de NPK por hectare na proporção de 5:20:10. Os cálculos de adubação foram realizados com base na recomendação feita para o sorgo, que apresenta característica de resposta à adubação semelhante ao teosinto (WIETHÖLTER, 2004). Quarenta e cinco dias após o plantio foi realizada a aplicação de 6,3 kg ureia em cobertura. O espaçamento adotado foi de 0,70 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, sendo 20 plantas por linha, com densidade de 60 mil plantas por hectare aproximadamente. As entre linhas foram cobertas com palhada 30 dias após o plantio, a fim de minimizar o crescimento de plantas invasoras e preservar a umidade do solo.

As plantas foram cortadas manualmente 100 dias após o plantio a uma altura em torno de 25 cm do nível do solo. Foram retiradas para ensilagem apenas as plantas centrais. As plantas da bordadura, representadas pelas fileiras externas horizontais e verticais, foram descartadas a fim de minimizar os efeitos do ambiente e possível erro experimental. As plantas colhidas foram picadas em partículas de aproximadamente 2 a 3 cm em picador estacionário. Após determinada a proporção de cada ingrediente nos tratamentos estes foram homogeneamente misturados e armazenados em baldes plásticos de 40 cm de altura e 32 cm de diâmetro, visando uma compactação de 600 kg de silagem/m³. A seguir, cada balde foi totalmente vedado, sem nenhuma saída ou entrada de ar e após 350 dias de estocagem foram abertos para a coleta das amostras.

O teosinto utilizado para a confecção das silagens foi cultivado na Fazenda da Ressacada e as sementes adquiridas no município de Anchieta - SC, e o farelo de trigo foi obtido de uma agroindústria da região da Grande Florianópolis - SC. A composição

bromatológica dos alimentos utilizados no experimento antes da ensilagem são apresentados na Tabela 1. Os tratamentos foram: 0%, 5%, 10% e 15% de adição de farelo de trigo em silagens de teosinto, distribuídas num delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento.

Tabela 1. Composição química dos alimentos antes da ensilagem expressa em % MS.

Parâmetro (% MS)	Teosinto	Farelo de trigo
Matéria Seca	16,4	83,5
Matéria Orgânica	94,0	95,6
Matéria Mineral	6,0	4,4
Proteína Bruta	10,1	18,0
Extrato Etéreo	1,7	4,2
Fibra em Detergente Neutro	62,9	40,6

Fonte: Autor (2015)

Após a abertura dos silos, as massas foram homogeneizadas e três subamostras retiradas de cada silo experimental. A primeira foi utilizada para a determinação do pH em potenciômetro digital de mesa (TECNAL, Modelo: TEC-3MP), calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002).

Uma segunda amostra, após seca em estufa com circulação de ar forçado (55° C por 72 horas), foi moída em peneira com porosidade de 1 mm (moinho Willey, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA) e armazenado para posterior análise. O teor de matéria seca (MS) foi determinado por secagem a 105° C por pelo menos 12 horas. A matéria mineral (MM) foi determinada após combustão a 600° C por 3 horas e a matéria orgânica (MO) por diferença de peso. O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl (Método 984.13 - AOAC, 1997) e a proteína bruta (PB) calculada ($N_{total} \times 6,25$). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi determinado pelo método descrito por Mertens (2002) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada no Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) conforme proposto por Tilley & Terry (1963). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado segundo o NRC (2001) e os carboidratos não fibrosos (CNF) calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que: $CNF = 100 - (\%PB +$

%EE + %CINZAS + %FDN). Uma terceira amostra foi congelada para posterior determinação da concentração do nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) de acordo com Mizubuti et al. (2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico MINITAB (MCKENZIE & GOLDMAN, 1999) e quando significativo realizou-se a análise de regressão para os parâmetros avaliados.

Resultados e Discussão

A análise dos alimentos é um dos principais pontos a serem observados na nutrição animal. O conhecimento da composição química, além de indicar a qualidade da silagem, é fundamental para avaliar os fatores que podem limitar o desempenho animal. Neste sentido, Neumann et al. (2004) afirmaram que conhecer o valor nutritivo do alimento ensilado permite o planejamento da taxa de ganho de peso dos animais, com base em um material homogêneo e de composição química mensurável, possibilitando a elaboração de dietas nutricionalmente equilibradas.

Na Tabela 2 é apresentada a composição química, a digestibilidade *in vitro* da MS e os valores de pH das silagens com suas respectivas equações de regressão.

O teor de matéria seca (MS) diferiu entre tratamentos ($P \leq 0,01$; Tabela 2) e aumentou linearmente nas silagens à medida que se adicionou o farelo de trigo. Em média, este teor foi de 21,8% para as silagens com farelo de trigo versus 12,5% na silagem sem a inclusão do aditivo, sugerindo que o mesmo foi eficiente em absorver água dentro do silo, colaborando assim, para a estabilidade do material fermentado. Em silagens de capim elefante com adição de 10% farelo de trigo, Lucatto Júnior & Mello (2008) verificaram teor correspondente a 29,6% de MS, enquanto, Fernandes et al. (2012) avaliando o teor de matéria seca em silagem de capim-piatã com a adição de cinco níveis de farelos energéticos verificaram que dentre os farelos utilizados, o de trigo foi o que mais incrementou o teor de MS no nível máximo de adição.

É conhecido que para obtermos silagens de capins com boa qualidade, estes devem apresentar teor entre 25 a 35 % de matéria seca (Pinto et al 1999), entretanto, como se desconhece o ponto de corte ideal para do teosinto para ensilagem, partimos da suposição no presente trabalho que as plantas não estavam no ponto ideal de corte, o que é evidenciado pelo elevado teor de umidade (83,6%) da espécie antes da ensilagem (Tabela 1), o que provavelmente contribui para o reduzido teor de MS das silagens.

Tabela 2. Composição química expressa em % MS, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e valores de pH registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

	Níveis de Farelo de Trigo (%)				Equação de regressão	R ²
	0	5	10	15		
Matéria Seca (%)	12,5	16,5	21,7	27,2	$y = 0,9848x + 12,092^*$	0,92
Matéria Mineral (%)	6,1	6,3	5,9	6,6	ns	-
Matéria Orgânica (%)	93,9	93,7	94,1	93,4	ns	-
Extrato Etéreo (%)	2,9	4,0	4,8	5,3	$y = 0,1569x + 3,0578^*$	0,69
Proteína Bruta (%)	10,8	13,2	15,0	14,7	$y = 0,2704x + 11,385^*$	0,79
Fibra em Detergente Neutro (%)	62,9	56,8	52,0	49,5	$y = -0,9032x + 62,058^*$	0,91
Fibra em Detergente Ácido (%)	38,1	31,5	26,8	25,2	$y = -0,8686x + 36,91^*$	0,92
Carboidratos Não Fibrosos (%)	17,3	19,7	22,4	24,0	$y = 0,458x + 17,398^*$	0,78
Digestibilidade <i>in vitro</i> (%)	57,9	57,2	62,1	67,6	$y = 0,6832x + 56,064^*$	0,50
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	53,7	52,7	57,4	63,0	$y = 0,6518x + 51,772^*$	0,46
Valores de pH	3,8	3,8	3,9	3,9	ns	-

*Significativo ($P \leq 0,01$); ns: não significativo; R² - Coeficiente de determinação.

Fonte: Autor, 2015.

O teor de MM e MO (Tabela 2), foi similar ($P>0,01$) entre os tratamentos. Apesar de serem exigidos em pequenas quantidades pelos animais, os elementos minerais exercem papel fundamental no metabolismo de todos os demais nutrientes, sendo especialmente importantes no metabolismo energético. Existem diversos fatores que contribuem com a variação da composição mineral das plantas forrageiras, entre elas a idade da planta, diferenças entre espécies, estações do ano, fertilidade do solo e adubação, entre outros (SANTOS et al. 2007). Isley et al. (1983) afirmaram que uma baixa concentração de elementos minerais na planta é decorrente da baixa disponibilidade do mineral no solo, da baixa capacidade genética da planta em acumular o elemento ou ser indicativo de baixa exigência do elemento mineral para o crescimento da planta.

No estudo de Ferrari Júnior & Lavezzo (2001), o teor de MM de silagens de capim elefante com diferentes níveis de aditivo energético, foi em média de 6,1%, valor este semelhante ao encontrado no presente trabalho (6,2%). Já para os resultados de MO, no trabalho realizado por Pinto et al. (1999), a silagem de teosinto apresentou teor de 68,2%, valor inferior ao obtido no presente estudo no tratamento sem a inclusão do farelo (93,9% MO). Embora não tenha sido objetivo deste estudo, sugere-se em uma próxima pesquisa determinar individualmente os elementos minerais para qualificação desta fração, dada a sua importância, especialmente no que tange aos teores de cálcio e fósforo.

O teor de EE diferiu entre tratamentos ($P\leq 0,01$; Tabela 2) e aumentou linearmente nas silagens à medida que se adicionou o farelo de trigo. A equação de regressão estimou um incremento de 0,15 pontos percentuais no teor de EE para cada 1% de inclusão do aditivo. O maior teor de EE (5,3%) foi verificado com a inclusão de 15% de farelo de trigo o que representou um aumento de 82,7% desta fração energética em comparação a silagem sem a inclusão do aditivo. Independente dos níveis de inclusão do farelo, os teores de EE não ultrapassaram 6 a 7 % na MS. De acordo com o NRC (2001), o total de gordura na dieta não deve ultrapassar esses valores, pois pode acarretar reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem.

A adição do farelo de trigo aumentou linearmente ($P\leq 0,01$) o teor de proteína bruta (PB) do material ensilado e se verificou o acréscimo destes níveis à medida que houve a inclusão do aditivo (Tabela 2). Os tratamentos com a adição do energético apresentaram, em média, teor de 14,3% de proteína bruta, resultado superior quando comparado ao tratamento sem a inclusão do aditivo (10,8%). Diante disto, pode-se inferir que a adição do farelo contribui positivamente para que as silagens de teosinto

apresentassem um elevado teor proteico.

Cabe ressaltar que mesmo no tratamento que continha 100% de silagem de teosinto o teor de PB foi superior ao teor mínimo exigido pelo animal (7% de PB) para suprir as necessidades das bactérias ruminais (FERNANDES et al. 2012). O NRC (2001) recomenda teores de aproximadamente 12% de PB para bovinos em lactação, sendo que no presente trabalho, a partir do nível de 5% de adição do farelo (Tabela 2) já se verificou valores superiores ao recomendando pelo NRC. Avaliando o teor de PB de silagens de capim-piatã com diferentes níveis de farelos energéticos (trigo, milho e sorgo) Fernandes et al. (2012) observaram que o farelo de trigo se destacou ao apresentar os maiores teores de PB, quando comparado aos farelos de milho e sorgo. Os autores afirmaram que este resultado está correlacionado ao maior teor de PB contido no farelo de trigo (17,1%), quando comparado aos demais aditivos. Santos et al. 2002, avaliando o valor nutricional de silagem de milho, encontraram teor de 4,94% PB, resultado este inferior ao obtido no presente estudo.

A adição do farelo de trigo na ensilagem apresentou efeitos marcantes sobre o teor de FDN e FDA (Tabela 2) das silagens de teosinto. Conforme se incluiu o farelo, os teores de FDN diminuíram linearmente nas silagens, assim como os teores de FDA. O teor médio obtido de FDN neste experimento para os tratamentos com o aditivo foi de 52,8%, sendo que sem a inclusão foi de 62,9% de FDN. Com base na equação de regressão obtida neste experimento, espera-se um decréscimo de 0,9% no valor de FDN para cada ponto percentual de inclusão farelo de trigo. Desta forma, pode-se esperar um incremento no consumo das silagens, devido à conhecida correlação entre FDN e o consumo voluntário de MS. De acordo com estudos realizados por Resende et al. (1994) decréscimos na quantidade de FDN do alimento proporcionam aumentos na ingestão de matéria seca. Zanine et al. (2006) avaliando o valor nutritivo de silagens de capim-elefante com adição de farelo de trigo ao nível de 15%, obtiveram teor superior de FDN (56,3%) quando comparado ao mesmo nível de adição neste trabalho (49,5%).

Ainda na Tabela 2 é possível verificar com base na equação de regressão $FDA = - 0,8686x + 36,91$ que o aumento da inclusão do farelo de trigo em um ponto percentual, ocasionou um decréscimo de 0,86% no teor de FDA. O teor mínimo de FDA foi observado no tratamento com 15% de inclusão do aditivo (25,2%) e o maior no tratamento sem a inclusão do farelo (38,1%). Com isto, infere-se que a adição do farelo de trigo aumente o valor nutritivo das silagens, visto que existe uma correlação positiva

entre baixos teores de FDA e a digestibilidade da MS, devido ao decréscimo dos componentes menos digestíveis ao nível de rúmen (VAN SOEST, 1994). Lima et al. (1999), avaliando a adição de farelo de trigo em silagens de capim coastcross (*Cynodon dactylon*), verificaram que ao incluir 15% de farelo de trigo houve uma redução de 72% para 62,3% no teor de FDA quando comparado ao tratamento sem inclusão do aditivo. Os autores concluíram que este nível de inclusão (15 %) foi suficiente para proporcionar melhoria na qualidade das silagens, assim como no presente experimento.

Em relação ao teor de carboidratos não fibrosos (CNF) estes aumentaram linearmente à medida que o farelo de trigo foi adicionado as silagens. Conforme a equação de regressão $CNF = 0,458x + 17,398$ (Tabela 2) para cada 1% de inclusão do farelo de trigo na silagem de teosinto, espera-se um aumento de 0,45% nos teores de CNF, variando de 17,3% na silagem de teosinto sem inclusão até 24% na silagem com nível máximo de adição do farelo de trigo. Avaliando silagens de capim elefante com inclusão de farelo de vagem de algaroba, Rêgo (2008) verificou que houve aumento de 0,44 pontos percentuais nos teores de CNF das silagens para cada acréscimo de 1% da inclusão do farelo, resultado este semelhante ao encontrado no presente trabalho. Segundo Van Soest (1994) os carboidratos não fibrosos servem de substratos para as bactérias do gênero *Lactobacillus* melhorando a qualidade da silagem, aumentando seu valor nutritivo e contribuindo para que haja boa fermentação a partir dos carboidratos solúveis. Portanto, no presente estudo, a inclusão do farelo de trigo influenciou positivamente o teor de CNF (Tabela 2) das silagens de teosinto.

A adição do farelo de trigo aumentou linearmente ($P \leq 0,01$) o valor da DIVMS do material ensilado, ou seja, verificou-se o acréscimo desta variável à medida que se aumentou a inclusão do aditivo (Tabela 2). Espera-se, segunda a equação de regressão, que este acréscimo seja de 0,68% na DIVMS para cada 1% do farelo de trigo adicionado na silagem de teosinto. O aumento linear da DIVMS dos tratamentos com adição do farelo de trigo pode ser atribuído à diminuição da concentração de FDN e FDA observada em relação ao tratamento sem a adição do farelo. Os valores encontrados para DIVMS foram similares aos registrados por Pinto et al. (1999), onde avaliaram o valor nutritivo das silagens de capim-sudão, milheto, teosinto e milho, e obtiveram valor de digestibilidade igual a 66,25% na silagem de teosinto.

Em média, o valor da DIVMS das silagens foi de 61,2%, variando de 57,9% na silagem de teosinto sem o aditivo, até 67,6% na silagem com maior nível de inclusão do

farelo de trigo, sendo que todos os valores são considerados satisfatórios para a nutrição animal porque foram superiores a 50%, conforme sugere Almeida (1992).

O teor de NDT diferiu entre os tratamentos ($P \leq 0,01$) e verificou-se efeito linear crescente do mesmo, com a inclusão do farelo de trigo nas silagens de teosinto. Na Tabela 2, observando a equação de regressão $NDT = 0,6518x + 51,772$, infere-se que a cada 1% do farelo adicionado à silagem espera-se uma elevação de 0,65% no teor de NDT. Sugere-se, portanto, que a inclusão de até 15% de farelo de trigo influenciou positivamente o teor de NDT das silagens de teosinto. Andrade & Lavezzo (1998) estudando o valor nutritivo de silagens de capim elefante com 0, 8, 16 e 24 % de MS de sacarina, farelo de trigo e rolão de milho encontraram valor médio de 54,5% de NDT com a inclusão do farelo de trigo. Esta média foi semelhante à registrada no presente trabalho (56,7% NDT).

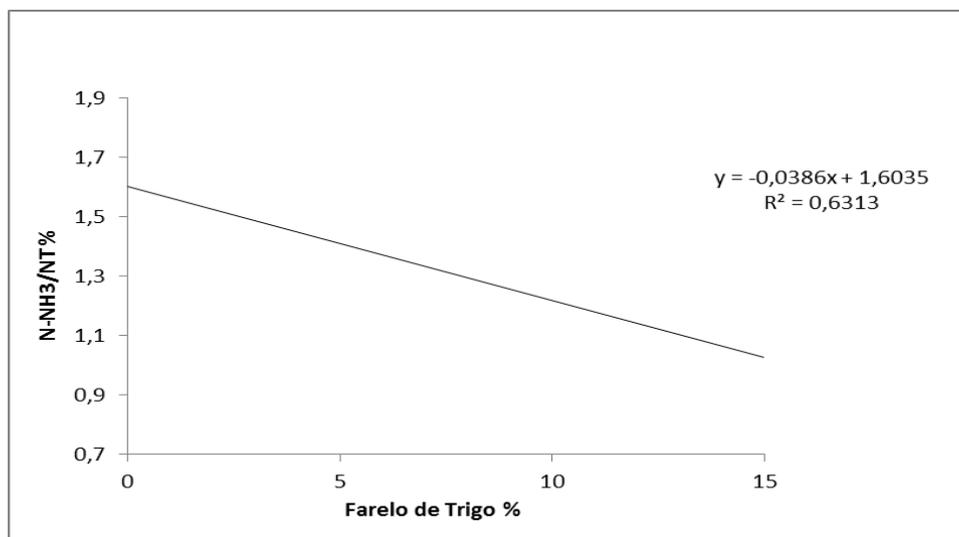
Os valores de pH das silagens foram similares entre os tratamentos ($P > 0,01$; Tabela 2). O máximo valor de pH obtido foi nos tratamentos com a adição de 10 e 15 % de farelo de trigo (média de 3,9) e o valor mínimo (média de 3,8) nos tratamentos com 0 e 5 % de inclusão, valores estes considerados satisfatórios para conservação do material ensilado. Mizubuti et al. (2009) preconizam que a qualidade fermentativa das silagens é considerada satisfatória quando o valor de pH é inferior a 4,2. No presente trabalho, em todos os tratamentos, este valor foi inferior a 4,0 sugerindo que ocorreu uma boa fermentação láctica independente da adição ou não de farelo de trigo.

Em relação aos teores de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3/NT$) os valores diminuíram linearmente conforme houve a adição do farelo de trigo nas silagens de teosinto. De acordo com a equação de regressão $N-NH_3/NT = - 0,0386x + 1,6035$ (Figura 1), para cada 1% de inclusão do farelo na silagem, espera-se um decréscimo de aproximadamente 0,04% nos teores de $N-NH_3/NT$. Os valores de nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total aos níveis de adição 0, 5, 10 e 15 % de farelo de trigo, foram de 1,64; 1,39; 1,14 e 1,08 %, respectivamente, e encontram-se na Figura 1.

Os níveis de $N-NH_3/NT$ mantiveram-se dentro de uma faixa adequada, os quais são consequências de um pH adequado (3,8) e, portanto, de uma boa fermentação. De acordo com Guim (2002), níveis de $N-NH_3/NT$ de até 6% são considerados dentro dos limites aceitáveis. Isso sugere que houve uma baixa atividade das proteases no interior do silo, uma vez que a maior atividade destas enzimas ocorre com pH entre de 5,0 e 6,0 (BACKES et al. 2014), sendo que no presente trabalho o pH ficou abaixo de 4,0, fato este que,

provavelmente inibiu o aumento da proteólise e por consequência manteve o N-NH₃/NT dentro dos limites recomendados.

Figura 1. Concentração de N-NH₃/NT (%) em silagens de teosinto com adição de farelo de trigo.



Fonte: Autor, 2015.

Os valores obtidos neste estudo sugerem que houve ausência de fermentações indesejáveis nos tratamentos, de acordo com Tomich et al. (2003), valores de N-NH₃/NT abaixo de 10% são indicativos de uma boa fermentação e valores acima de 15% de N-NH₃/NT na silagem indicariam proteólise em demasia.

A concentração de N-NH₃/NT do presente trabalho foi inferior a verificada por Zanine et al. (2006), que avaliaram silagens de capim-elefante com adição de farelo de trigo, em três níveis de inclusão (0, 15, 30 %). Os resultados obtidos por este autor apresentaram efeito linear crescente para os teores de N-NH₃/NT das silagens. Porém, segundo o autor, a inclusão de 15% de farelo de trigo foi suficiente para atingir melhorias consideráveis na qualidade da silagem de capim-elefante, o que corrobora com os resultados obtidos no trabalho atual.

Conclusão

A adição de até 15% farelo de trigo beneficiou a qualidade de silagens teosinto, pois melhorou a composição química, a digestibilidade e a concentração de energia das mesmas e não prejudicou as características fermentativas das silagens.

Referências

ALMEIDA, M. F. **Composição química, digestibilidade e consumo voluntário das silagens de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers) em dois momentos de corte, girassol (*Helianthus annuus*, L.) e milho (*Zea mays*, L.) para ruminantes.** (Dissertação - Mestrado em Zootecnia), Lavras: ESAL, p. 100, 1992;

ANDRADE, J. B; LAVEZZO, W. **Aditivos na ensilagem do capim-elefante.** III Valor nutritivo e consumo voluntário e digestibilidade em ovinos. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 33, n. 12, p. 2015-2023, 1998. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/84399/1/pab40495.pdf>>, Acesso em: 5 nov. 2015;

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis.** 16. ed. Gaithersburg: AOAC International, p. 1298, 1997;

ÁVILA, C. L. S. et al. **Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos teores matéria seca e proteína bruta,** XL Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais, UFSM, Santa Maria/RS, 2003;

BACKES, A. C. et al. **Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo.** *Rev. Bras. de Saúde e Prod. Animal*, Universidade Federal da Bahia, v. 15, n. 1, p. 182-191, 2014. Disponível em:<<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/2867>>, Acesso em: 10 out. 2015;

DOEBLEY, J. F. **The genetics of maize evolution.** *Annual Review of Genetics* 38: 37-59, 2004. Disponível em: <<http://teosinte.wisc.edu/pdfs/DoebleyAnnRev2004.pdf>>, Acesso em: 22 set.2015;

DOEBLEY, J. F; & ILTIS. H. H. **Taxonomy of *Zea* (Gramineae):** I Subgeneric classification with key to taxa. *Amer. J. Bot.* 67: 982-993, 1980. Disponível em: <http://teosinte.wisc.edu/pdfs/AJB_1980_1.pdf>, Acesso em: 22 set.2015;

FERNANDES, P. B. et al. **Teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo da silagem de capim-piatã sob diferentes níveis de farelos energéticos.** I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Rio Verde do IFGoiano, 2012. Disponível em: <<http://rioverde.ifgoiano.edu.br/wp-content/uploads/dppg/resumos/iniciacao/zootecnia>>

/Teores-de-mat%C3%A9ria-seca-prote%C3%ADna-bruta-e-extrato-et%C3%A9reo-da-silagem-de-capim-piat%C3%A3-sob-diferentes-n%C3%ADveis-de-farelos-energ%C3%A9ticos.pdf>, Acesso em: 12 out. 2015;

FERRARI JÚNIOR, E; LAVEZZO, W. **Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Emurchecido ou Acrescido de Farelo de Mandioca.** Rev. Bras. Zootec., v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n5/6677.pdf>>, Acesso em: 04 set. 2015;

GUIM, A. **Produção e avaliação de silagem.** In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 2002. Anais, Areia: UFPB, 2002. CD-ROM

GUIMARÃES JÚNIOR, R. et al. **Matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal e pH das silagens de três genótipos de milho [*Pennisetum glaucum* (L.) r. br.] em diferentes períodos de fermentação.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 4, n. 2, p. 251-258, 2005. Disponível em: <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/145/145>>, Acesso em: 04 nov. 2015;

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP, Piracicaba, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-12082002-151258/pt-br.php>>, Acesso em: 17 mai. 2015;

ISLEY, W. L; UNDERWOOD, L. E; CLEMMONS, D. L. **Dietary Components that Regulate Serum Somatomedin-C Concentrations in Humans.** Departments of Medicine and Pediatrics, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, v. 71, p. 175-182, 1983. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC436855/pdf/jcinvest00151-0007.pdf>>, Acesso em: 01 nov. 2015;

LIMA, J. A. et al. **Aditivos na silagem de coastcross (*Cynodon dactylon* L. pers.) II farelo de trigo e polpa cítrica.** XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, UFViçosa, 1999.

LUCATTO JÚNIOR, A. J; MELLO, S. P. **Avaliação da silagem de capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum*) com diferentes tipos de aditivos.** Nucleus, v. 5, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/115>>, Acesso em: 05 out. 2015;

MCKENZIE, J; GOLDMAN, R. N. **The student edition of Minitab for Windows manual**. Belmont: Softcover ed. Addison-Wesley Longman, v. 12, p. 592, 1999. Disponível em: <<http://it.minitab.com/pt-br/products/minitab/free-trial.aspx>>, Acesso em: 12 nov. 2015;

MERTENS, D. R. **Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a collaborative study**. Journal of Association of Official Analytical Chemists, v. 85, p. 1217-1240, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n7/a20513cr6382.pdf>>, Acesso em: 23 out. 2014;

MIZUBUTI, I. Y. et al. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. Londrina: EDUEL, p. 228, 2009;

MOTTA, W. A; MAIA. M. S. **Condições para o teste de germinação de sementes de teosinto (*Zea mexicana* Schrader)**. Revista Brasileira de Sementes, v. 21, p. 264-268, 1999. Disponível em: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf n=198691>>, Acesso em: 23 out. 2015;

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. rev., ed. Washinton, D.C., 2001;

NEUMANN, M; RESTLE, J; BRONDANI, I. L. **Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 3, n. 3, 2004. Disponível em: <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/121>>, Acesso em: 20 out. 2015;

PEDÓ, T. et al. **Desempenho de sementes, vigor e expressão isoenzimática em plântulas de teosinto (*Euchlaena mexicana* Schrader) sob efeito da restrição hídrica**. R. Bras. de Bioc., Porto Alegre, v. 13, n. 1, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2626>>, Acesso em: 10 jun. 2015;

PINTO, J. C. et al. **Valor nutritivo das silagens de capim-sudão, milheto, teosinto e milho - consumo e digestibilidade aparente**. Ciênc. e Agrotec., Lavras, v. 23, n. 4, p. 980-986, 1999. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/34-volume>>

23-numero-4?download=489:vol23numero4 >, Acesso em: 25 out. 2015;

RÊGO, A. C. **Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) com inclusão do farelo da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*)**, Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, p. 81, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/2223>>, Acesso em: 15 set. 2015;

RESENDE, F. D. D. et al. **Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento**. R. Bras. de Zootec., v. 23, n. 3, p. 366-376, 1994;

REZENDE, A. V. et al. **Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante**. Ciênc. Agrotec., v. 32, n. 1, Lavras, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000100040>, Acesso em: 20 jun. 2015;

RUGGIERI, A. C; REIS, R. A; ROTH, A. P. T. P. **Conservação da forragem de alfafa**. UNESP, p. 40, [2008?]. Disponível em: <<http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/conservacao-de-alfafafinal.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2015;

SANTOS, B. N. R; SALES, R. O; COSTA, M. R. G. F. **Teores de matéria seca e matéria mineral do feno de duas variedades de capim elefante sob quatro períodos de corte**. SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO ANIMAL - UFC, v. 1, 2007. Disponível em: <http://www.higieneanimal.ufc.br/anais/anaisb/aa24_6.pdf>, Acesso em: 02 out. 2015;

SANTOS, C. P. et al. **Avaliação da Silagem de Grãos Úmidos de Milho na Alimentação de Equinos em Crescimento: Valor Nutricional e Desempenho**. R. Bras. Zootec, v. 31, n. 3, p. 1214-1222, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v31n3/13073.pdf> >, Acesso em: 13 set. 2015;

SILVA, D. J; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed., Viçosa: UFV, 2002;

SILVA, N. C. A. et al. **Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) Bird in Southern Brazil: Implications for the Conservation of Wild Relatives of Maize**. PloS one, v. 10, n. 10, 2015. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0139034>>, Acesso em: 15 nov. 2015;

SKERMAN, P. J; RIVEROS, F. **Gramineas tropicales**. (Colección FAO: Producción y protección vegetal, 23), Roma, p. 849, 1992. Disponível em: <http://www4.fao.org/cgi-bin/faobib.exe?database=faobib&rec_id=322443&search_type=ef_copy&de_worksheet=ORDER&de_copy_init=ECORD&de_mail_pft=mailo&lang=eng>, Acesso em: 02 nov. 2015;

SNIFFEN, C. J. et al. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability**. Journal of Animal Science, v. 70, n. 12, 1992. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1459919>>, Acesso em: 23 set. 2015;

TILLEY, J. M. A; TERRY, R. A. **A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops**. J. Br. Grassl. Soc., v. 18, p. 104-111, 1963;

TOMICH, T. R. et al. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003 (Série Documentos da EMBRAPA);

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: Comstock Publishing Associations, p.476, 1994;

WIETHÖLTER, Sírio. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS)**. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2004. Disponível em: <http://www.sbc-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf>, Acesso em: 17 mai. 2015;

ZAGO, C. P. **Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo**. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, Fundação de Estudos Agrários - Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

ZANINE, A. M. et al. **Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo**. Arch. Zootec. v. 55, n. 209, p. 75-84. 2006. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/09_19_47_09AvaliacaoZanine.pdf>, Acesso em: 20 out. 2015.