

CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM DA RAMA DA BATATA DOCE EMURCHECIDA E ADICIONADA DE FUBÁ DE MILHO COMO ADITIVO¹

A. A. CORRÊA², A. A. BACKES², J. L. FAGUNDES², L. T. BARBOSA², B. M. L. SOUSA², V. S. OLIVEIRA², A. L. MOREIRA^{3*}

¹Recebido para publicação em 14/03/2016. Aceito para publicação em 03/11/2016.

²Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

³Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Alta Sorocabana, Presidente Prudente, SP, Brasil.

*Autor correspondente: aluciane@apta.sp.gov.br

RESUMO: Objetivou-se investigar as características fermentativas e nutricionais da rama da batata doce (*Ipomoea batatas*) na forma de silagem utilizando níveis de fubá de milho como aditivo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com sete níveis de aditivo (fubá de milho) (0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30%) e quatro repetições, totalizando 28 mini silos laboratoriais (unidades experimentais). Efeito quadrático foi observado nos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e carboidratos totais das silagens da rama da batata doce com diferentes níveis de aditivo. Houve aumento no teor de MS com adição do aditivo, e a PB reduziu de 11,23% (zero aditivo) para 9,46% (30% aditivo) nas silagens da rama da batata doce. Os teores da PIDN e PIDA foram menores das silagens da rama da batata com 30% de aditivo (1,15% e 0,70%, respectivamente). Não foi observada diferença significativa nos teores de matéria orgânica, cinzas, extrato etéreo, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais nas silagens da rama da batata doce em relação aos níveis de aditivos. Na avaliação dos parâmetros fermentativos, foi observado efeito quadrático no pH, nitrogênio amoniacal, em porcentagem do nitrogênio total [N-NH₃ (%NT)], perda por gases e perda por efluentes das silagens da rama da batata doce com diferentes níveis de aditivo. Menor valor de pH foi observado no nível de 15% de aditivo (3,31) e maiores nos níveis 20%, 25% e 30% de aditivo (3,88; 3,89 e 3,88, respectivamente). Os valores de N-NH₃ (%NT) variaram de 2,84% (zero aditivo) a 3,59% (15% aditivo), e a menor perda por gases e efluentes foi de 2,38% MS e 199 kg/t nas silagens da rama da batata doce com 30% e 10% de aditivo, respectivamente. A rama da batata doce representa um volumoso alternativo de boa qualidade que pode ser armazenado na forma de silagem, desde que se utilize aditivo absorvente de umidade, como o fubá de milho, em nível não inferior a 20%.

Palavras-chave: carboidratos totais, efluente, gases, nitrogênio amoniacal, pH.

CHARACTERIZATION OF SILAGE MADE FROM SWEET POTATO VINES USING CORN MEAL AS ADDITIVE

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the fermentative and nutritional characteristics of sweet potato (*Ipomoea batatas*) vine silage using different levels of corn meal as additive. A completely randomized design consisting of seven levels of the additive (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30% corn meal) and four replicates was used, totaling 28 laboratory mini-silos (experimental units). The different levels of additive in sweet potato vine silage exerted quadratic effects on the content of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent insoluble protein (NDIP), acid detergent insoluble protein (ADIP), and total carbohydrates. There was an increase in DM content with inclusion of the additive and CP was reduced from 11.23% (no additive) to 9.46% (30% additive) in sweet potato vine silage. NDIP and ADIP content was lower in sweet potato vine silage containing 30% additive (1.15% and 0.70%, respectively). No significant differences in organic matter, ashes, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, or total digestible nutrients were observed between the different levels of additive. Regarding fermentative parameters, a quadratic effect of sweet potato vine silage containing different additive levels was observed on pH, ammoniacal nitrogen as a percentage of total nitrogen [N-NH₃ (%NT)], and losses

from gases and effluent. A lower pH was observed at a level of the additive of 15% (3.31) and higher values at levels of 20%, 25% and 30% (3.88, 3.89 and 3.88, respectively). The N-NH₃ values (%NT) ranged from 2.84% (no additive) to 3.59% (15% additive), and the lowest loss from gases and effluents was 2.38% DM and 199 kg/t in sweet potato vine silages containing 30% and 10% additive, respectively. Sweet potato vine is a good-quality roughage alternative that can be stored as silage, as along as a water-absorbing additive such as corn meal is used at a level no less than 20%.

Keywords: total carbohydrates, effluent, gases, ammoniacal nitrogen, pH.

INTRODUÇÃO

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é considerada uma hortaliça de bom valor nutritivo, sendo atualmente um alimento consumido em 111 países, sendo que aproximadamente 90% da produção é obtida na Ásia, 5% na África e 5% no restante do mundo, e apenas 2% da produção está em países industrializados como os Estados Unidos e Japão (FAO, 2010).

Utilizada tanto na alimentação humana, na alimentação animal e como matéria prima para a indústria de etanol, a batata doce possui parte aérea abundante com folhas e talos suculentos e que geralmente são descartados na própria lavoura para servir como adubo natural. MONTEIRO *et al.* (2007) relataram que ramas de batata doce consistem em importantes fontes de alimentos também para animais (bovinos e suínos), podendo ser fornecida na forma de forragem verde ou silagem.

A produção de silagem é um processo importante na conservação de plantas forrageiras para servir como alimento principalmente durante o período de escassez de pastagens, processo este de grande importância econômica para a maioria dos países do mundo, inclusive o Brasil, em virtude da produção irregular das plantas forrageiras durante as estações do ano (ANDRIGUETTO, 2002). No entanto, este processo apresenta riscos que podem levar a perda de nutrientes decorrentes de fermentações indesejáveis (VIEIRA *et al.*, 2004).

Quando a forragem apresenta baixo teor de matéria seca, inferior a 25%, o emurhecimento prévio é uma prática interessante, pois eleva o teor matéria seca e reduz a produção de efluentes. EVANGELISTA *et al.* (2004), observaram que a remoção parcial de água da planta, por meio do emurhecimento, garantiu vantagens operacionais na ensilagem e sobre a qualidade da silagem de capim-marandu.

Outra forma de aumentar o teor de matéria seca do material antes da ensilagem é o uso de aditivos, pois reduz os riscos do processo, tornando

uma alternativa para melhorar a qualidade final da silagem. Segundo BERGAMASCHINE *et al.* (2006) e SILVA *et al.* (2007), o ingrediente usado como aditivo nas silagens deve apresentar alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação. Devem ser, também, de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição. Dentre os aditivos mais utilizados atualmente é a polpa cítrica e o fubá de milho.

Muitos estudos realizados com o objetivo de avaliar a qualidade de silagens de capim adicionadas de aditivos têm mostrado bons resultados (TAVARES *et al.*, 2009 e ANDRADE *et al.*, 2012). No entanto, estudos que avaliam as características nutricionais da rama da batata doce ensilada são escassos.

O presente trabalho teve como objetivo investigar as características fermentativas e nutricionais da rama da batata doce na forma de silagem utilizando níveis de fubá de milho como aditivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Zootecnia, São Cristóvão, SE, no período de 08/08 a 01/11/2011. A rama da batata doce (*Ipomoea batatas*) utilizada foi o acesso 149, desenvolvido e cedido pela Universidade Federal de Sergipe, cultivada no Campus Rural da mesma Instituição. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com sete níveis de aditivo (fubá de milho) (0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30%) e quatro repetições, totalizando 28 mini silos laboratoriais (unidades experimentais). Foram utilizados mini silos confeccionados a partir de tubos de PVC (Figura 1).

As ramas da batata doce foram obtidas em agosto de 2011 após a colheita, espalhadas sobre uma lona preta e expostas ao sol durante quatro horas (emurhecimento), em seguida as ramas foram trituradas em máquina forrageira estacionária (PN PLUS 2000) e ensiladas nos mini silos juntamente com o aditivo.

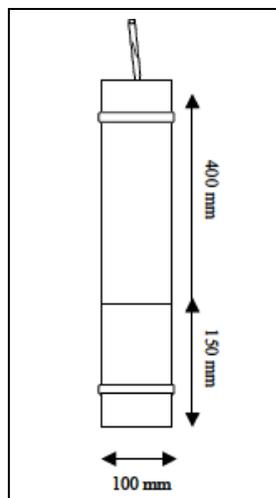


Figura 1. Tipo de silo de laboratório utilizado para avaliação das silagens.

A quantidade do fubá de milho adicionado foi calculada na base da matéria seca da rama da batata doce e adicionada aleatoriamente, conforme os tratamentos (níveis), enquanto a silagem foi compactada com um socador de madeira. Os níveis de fubá de milho foram estabelecidos em função do que normalmente é utilizado para gramíneas de clima tropical e também do custo, já que níveis acima de 30% de aditivo torna-se antieconômico. Depois de preenchidos os mini silos foram fechados com tampa de PVC adaptadas com válvula tipo "Bunsen" para permitir a saída de gases e impossibilitar a entrada de ar e vedados com fitas adesivas transparentes.

A abertura dos silos ocorreu aos 50 dias após a ensilagem. Após a abertura, foram retiradas amostras homogêneas da silagem da rama da batata doce e congeladas. Parte das amostras foi pré-seca em estufa de circulação forçada de ar com temperatura controlada a 55°C por 72 h, e posteriormente moído em moinho tipo Willey usando-se peneira de 1 mm.

Para determinação da quantidade de efluentes foi inserido em cada mini silo 1 kg de areia esterilizada a 105°C, separada por tela de náilon da área útil que recebeu a forragem a ser conservada. As perdas por efluente foram estimadas conforme descrito pela equação proposta por SCHMIDT *et al* (2007): $E = \{(Pab - Pen) / MVfe\} \times 100$; onde E = produção de efluente (kg/t de massa verde); Pab = peso do conjunto (silo+areia+tela) na abertura (kg); Pen = peso do conjunto (silo+areia+tela) na ensilagem (kg); MVfe = massa verde de forragem ensilada (kg).

As perdas por gases foram calculadas por meio

da equação proposta por RIBEIRO *et al.* (2008): $PG = (PSI - PSF) / MSI \times 100$; onde PG = perda por gases (% da MS); PSI = peso do silo no momento da ensilagem (kg), PSF = peso do silo no momento da abertura (kg); MS = matéria seca e MSI = matéria seca ensilada (quantidade de forragem em kg x % MS).

As análises laboratoriais da silagem para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), potencial hidrogeniônico (pH) e a aferição dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foram realizadas de acordo com metodologias descritas por SILVA e QUEIROZ (2002). O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi determinado conforme a seguinte equação: $NDT = 74,49 - 0,5635 \times FDA$ ($R^2=0,84$) (CAPPELLE *et al.*, 2001). Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT) foram seguidas equações descritas por SNIFFEN *et al.* (1992).

As análises estatísticas foram realizadas usando os procedimentos de modelos lineares gerais e de regressão do Sistema para Análises Estatísticas SAS (SAS Inst. Inc. Cary, NO, 2002). Uma vez que os fatores níveis de adição de aditivo são quantitativos seus efeitos foram avaliados por meio de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria seca para os diferentes níveis de aditivos apresentaram efeito quadrático (Figura 2), sendo observado que a silagem sem aditivo apresentou o menor teor de matéria seca. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por ANDRADE *et al.* (2012), que utilizaram casca de soja e fubá de milho como aditivos na silagem de capim elefante e também observaram que a silagem sem aditivos apresentou menor teor de matéria seca.

Determinados tipos de aditivos possuem a função de elevar o teor de matéria seca pela absorção do excesso de umidade (ZANINE *et al.*, 2006) melhorando a fermentação microbiana e o valor nutricional em silagem de gramíneas. No presente trabalho este fato foi observado com a adição do fubá de milho o qual funcionou como eficiente aditivo para aumento do teor de matéria seca da silagem. No entanto, os teores médios de matéria seca ($22,20 \pm 1,84$ %) verificados neste trabalho (Tabela 1), mesmo com a adição do aditivo, foi considerado baixo, provavelmente, devido ao fato

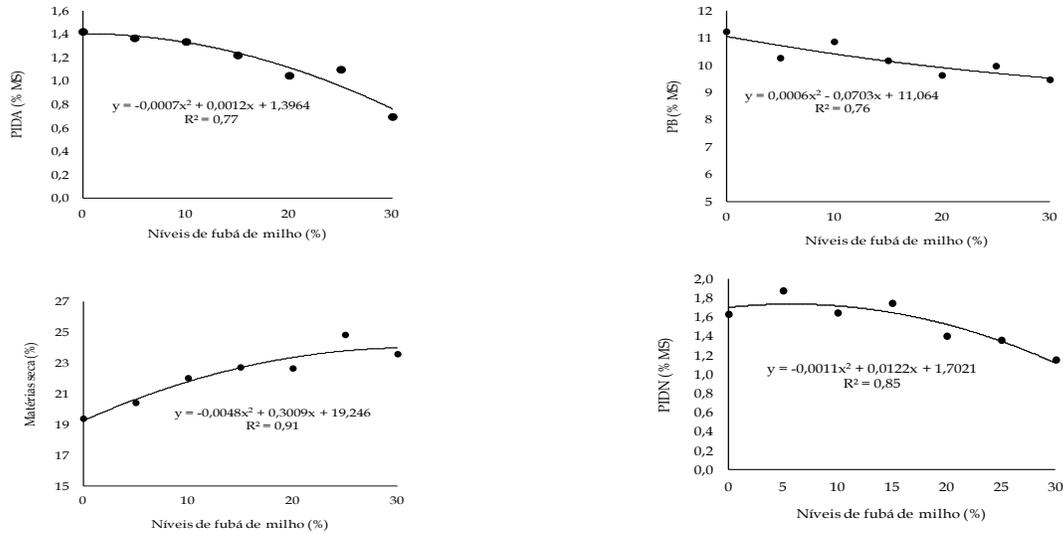


Figura 2. Teor de matéria seca, proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) na silagem da rama de batata doce em função dos níveis de aditivo.

Tabela 1. Composição química do fubá de milho e parâmetros nutricionais e fermentativos da silagem da rama de batata doce em função dos níveis de aditivo

Variáveis	Níveis de fubá de milho (%)							Fubá de milho
	0	5	10	15	20	25	30	
Parâmetros nutricionais								
Matéria seca (%)	19,4	20,4	22,0	22,7	22,6	24,8	23,6	87,5
Matéria orgânica (%MS)	88,1	88,3	89,3	89,0	87,5	88,0	88,1	98,7
Cinzas (%MS)	11,9	11,7	10,8	11,0	12,5	12,0	11,9	1,35
Proteína bruta (%MS)	11,2	10,3	10,9	11,2	9,62	9,96	9,46	8,20
Proteína insolúvel em detergente neutro (%MS)	1,63	1,87	1,64	1,74	1,40	1,36	1,15	1,08
Proteína insolúvel em detergente ácido (%MS)	1,42	1,37	1,34	1,22	1,05	1,24	0,70	0,67
Extrato Etéreo (%MS)	8,30	7,50	7,70	7,80	7,70	7,80	7,90	4,25
Fibra em detergente neutro (%MS)	64,5	39,8	48,4	58,4	46,5	62,8	43,5	11,0
Fibra em detergente ácido (%MS)	45,3	37,5	40,7	37,1	36,0	42,8	39,3	6,89
Lignina (%MS)	8,43	8,35	8,25	8,05	8,04	7,93	7,77	1,96
Carboidratos totais (%MS)	69,0	69,9	70,5	70,4	70,1	70,4	70,8	85,2
Nutrientes digestíveis totais (%MS)	49,0	53,3	51,6	53,6	54,2	50,4	52,4	70,6
Parâmetros fermentativos								
pH	3,78	3,47	3,47	3,31	3,88	3,89	3,88	-
Nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total)	2,84	3,44	3,18	3,59	3,38	3,55	3,49	-
Perda por gases (%MS)	3,59	3,54	4,05	4,27	2,82	2,54	2,38	-
Perda por efluente (kg/t)	201	207	199	210	234	234	248	-

desta forragem possuir elevado teor de umidade (13,5%) e o tempo de emurchecimento ter sido de apenas quatro horas. Segundo VALVASORI *et al.* (1998), os teores de matéria seca recomendados para silagem são próximos de 30%.

Nos teores de matéria orgânica ($P=0,1957$) e cinzas ($P=0,2658$) não foram observadas diferenças significativas, médias de 88,3% e 11,7% (Tabela 1), respectivamente. Efeito quadrático ($P=0,0137$) foi observado nos teores de proteína bruta (Figura 2), em que a adição do fubá de milho na ensilagem da rama da batata doce reduziu os teores de proteína nas silagens de 11,23% (nível zero de aditivo) para 9,46% (nível 30% de aditivo) (Tabela 1). Isso pode ser atribuído ao baixo teor de proteína bruta (8,20%) do aditivo (fubá de milho), sendo menor que a proteína bruta da forragem ensilada (11,2%). Estes resultados corroboram com SOUZA *et al.* (2003), que ao utilizarem casca de café como aditivo em silagem de capim-elefante observaram que níveis superiores a 20,82% deste aditivo proporcionou queda no teor de proteína bruta, e concluíram que isso pode ter sido causado por um efeito de diluição, pois a casca de café possuía menor teor de proteína bruta em relação à forrageira utilizada. FERRARI JR. e LAVEZZO (2001), em seu experimento com adição de farelo de mandioca em silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), observaram que o teor de proteína bruta da silagem diminuiu à medida que se aumentava o farelo de mandioca, os autores atribuíram este fato também ao efeito de diluição. No entanto, no presente trabalho, as silagens com 0% de fubá de milho apresentaram 11,2% de proteína bruta (Tabela 1), valores superiores aos 7% considerados como nível mínimo para que ocorra bom desenvolvimento da microbiota ruminal (VAN SOEST, 1994). MONTEIRO *et al.* (2007), encontraram valores semelhantes para silagem de ramos de batata-doce, variando de 10,06% a 13,16% de proteína bruta, valores semelhante ao encontrado no presente trabalho.

Nos teores da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) ($P=0,0014$) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) ($P=0,0078$) das silagens da rama da batata doce foi observado efeito quadrático (Figura 2), em que a silagem com 30% de aditivo apresentou o menor teor de PIDN (1,15%) e PIDA (0,70%) (Tabela 1). O aditivo (fubá de milho) possui, em média, 1,08% de PIDN e 0,67% de PIDA, enquanto a silagem possui 1,63% e 1,42% destas mesmas frações, respectivamente (Tabela 1). Portanto, o menor teor de PIDN e PIDA na silagem com 30% de aditivo é devido aos baixos valores destas frações no referido aditivo utilizado.

Os teores de PIDN e PIDA estão relacionados com a quantidade de proteína do alimento os quais compõem a fração parcialmente ou totalmente indisponível, respectivamente. A PIDN é degradada mais lentamente que a proteína solúvel, e a fração PIDA corresponde ao nitrogênio indisponível, sendo insolúvel em detergente ácido (SNIFFEN *et al.*, 1992). A PIDA representa a proteína associada à lignina, a taninos e a compostos Maillard, altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática, sendo considerada indisponível, tanto no rúmen como no intestino. Portanto, quanto maior a quantidade de PIDN e principalmente PIDA de um alimento, menor ou mais lenta é a degradação desta proteína (FREITAS, 2011).

Não houve diferença significativa para o teor de EE ($P=0,2168$), porém verifica-se que a porcentagem média de extrato etéreo (7,67%) das silagens, está abaixo do limite de 8% EE na dieta, recomendado por MCGUFFEY e SCHINGOETHE (1980) para que não ocorra redução na ingestão de alimento, diminuindo o desempenho animal.

Não foram observados efeitos no teor de fibra em detergente neutro (FDN) ($P=0,729$) e fibra em detergente ácido (FDA) ($P=0,3521$) em função dos níveis de fubá de milho adicionados à silagem da rama da batata doce. O valor médio encontrado para FDN das silagens foi de 51,9% (Tabela 1). O teor de FDN é um importante parâmetro que define a qualidade da forragem, sendo que valores acima de 60% correlacionam-se negativamente com o consumo voluntário dos animais (VAN SOEST, 1994). De acordo com FIGUEIREDO *et al.* (2012), os valores de FDN e FDA fazem parte da fração fibrosa do volumoso e valores muito altos podem ser prejudiciais, pois dificultam a digestão pelos microrganismos no trato digestível dos animais, diminuindo a qualidade nutricional. MONTEIRO *et al.* (2007), também encontraram valores de FDN menores que 60% em seu trabalho com silagens de rama de batata doce, sendo observados teores de FDN entre 37,86 e 58,18%. A fração FDA está mais relacionada com a digestibilidade, pois a fração indigestível da fibra (lignina) representa a maior proporção da FDA. O valor médio para este parâmetro, no presente estudo, foi de 39,8% (Tabela 1), valores próximos ao encontrado por VIANA *et al.* (2011), que observaram valores médios de FDA de 38,39% em silagem da rama batata doce emurchecida. De acordo com NUSSIO *et al.* (2001), forragens com teores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam baixo consumo e digestibilidade. O valor de FDA ainda pode variar com o cultivar ou acesso como relatado por MONTEIRO *et al.* (2007),

os quais verificaram valores de FDA variando de 34,33% a 50,76% em silagens de diferentes cultivares e clones de batata doce.

Houve efeito linear nos teores de lignina ($P=0,0012$) (Figura 3) em relação aos níveis de fubá de milho adicionados. Segundo VAN SOEST (1994), a lignina é o fator mais significativo que limita a disponibilidade da parede celular da planta aos animais herbívoros nos sistemas de digestão anaeróbios. Em função da lignina do fubá de milho ser baixo (1,96%), provavelmente isto tenha ocasionado a queda no teor de lignina da silagem (Tabela 1), observado no presente trabalho.

Em relação aos carboidratos totais, observou-se um efeito quadrático ($P=0,0195$) (Figura 3). A silagem que apresentou o menor valor de carboidratos totais foi a silagem sem aditivo (69,0%) e maior valor foi a silagem com 30% de aditivo (70,8%) (Tabela 1). Os valores de carboidratos totais obtidos neste estudo corroboram com os relatados por VAN SOEST (1994), o qual afirmou que o teor de carboidratos totais, em qualquer tipo de forrageira, pode variar de 50 a 80% do teor de matéria seca. O parâmetro carboidratos totais é calculado levando-se em conta os níveis de proteína, extrato etéreo e cinzas e, no presente trabalho, observou-se que a proteína apresentou variações de acordo com os níveis de aditivo e isto, possivelmente, interferiu nos resultados finais para carboidratos totais

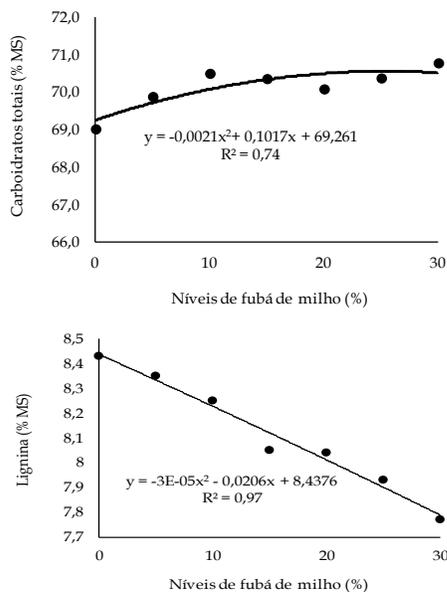


Figura 3. Teor de carboidratos totais e lignina na silagem da rama de batata doce em função dos níveis de aditivo.

proporcionando um efeito quadrático para este parâmetro, constituindo 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras.

Não houve diferença significativa do nutrientes digestíveis totais (NDT) ($P=0,3175$) da silagem em relação aos níveis de fubá de milho adicionados. O conteúdo de NDT é importante, uma vez que a energia e proteína são frequentemente os fatores mais limitantes para ruminantes (OLIVEIRA *et al.* 2010). No presente estudo, o valor médios de NDT das silagens foi de 52,1%, inferior ao valor mínimo recomendado por KEPLIN (1992) de 64 a 70% de NDT para a silagem de boa qualidade. No estudo de VIANA *et al.* (2011) foi utilizado silagens da rama de batata doce emurchecida, e os autores observaram valores médios de NDT de 60,95%, valor maior ao do presente trabalho, porém também inferior ao recomendado por KEPLIN (1992) para silagem.

Efeito quadrático foi observado nos valores de pH ($P=0,0086$) (Figura 4) das silagens em relação ao nível de aditivo adicionado, com pH mínimo de 3,31 no nível de 15% de aditivo. TOMICH *et al.* (2004) relataram que valores de pH entre 3,8 e 4,2 são considerados adequados às silagens bem conservadas, pois nessa faixa se tem a restrição das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídeos suficiente para preservar o material ensilado. Considerando os parâmetros descritos pelo referido autor, observamos que no presente estudo somente a partir da adição de 20% de fubá de milho como aditivo (Tabela 1) foi observado valores maiores que 3,8 e menores que 4,2. Resultados semelhantes de pH foram verificados por MONTEIRO *et al.* (2007) em silagem de ramos de batata doce, com valor médio de 3,68. O pH de um alimento é um dos principais fatores que determina a proliferação e sobrevivência dos microrganismos presentes, além de ser empregado como parâmetro de qualidade da silagem (AMARAL *et al.*, 2007). A eficiência do aditivo na melhoria da qualidade de fermentação pode ser explicada pelo fornecimento de carboidratos solúveis, aumento do teor de MS ou redução do poder tampão da forragem, o que vai influenciar na redução do pH da silagem (ÁVILA *et al.* 2003).

O nitrogênio amoniacal, expresso em porcentagem do nitrogênio total [$N-NH_3$ (%NT)], indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação. Portanto, esse parâmetro é um dos mais importantes na determinação da qualidade do processo fermentativo da massa ensilada (SANTOS *et al.*, 2010). No presente estudo, verificou-se efeito quadrático para os valores de $N-NH_3$ ($P=0,032$) (Figura 4), com variação de

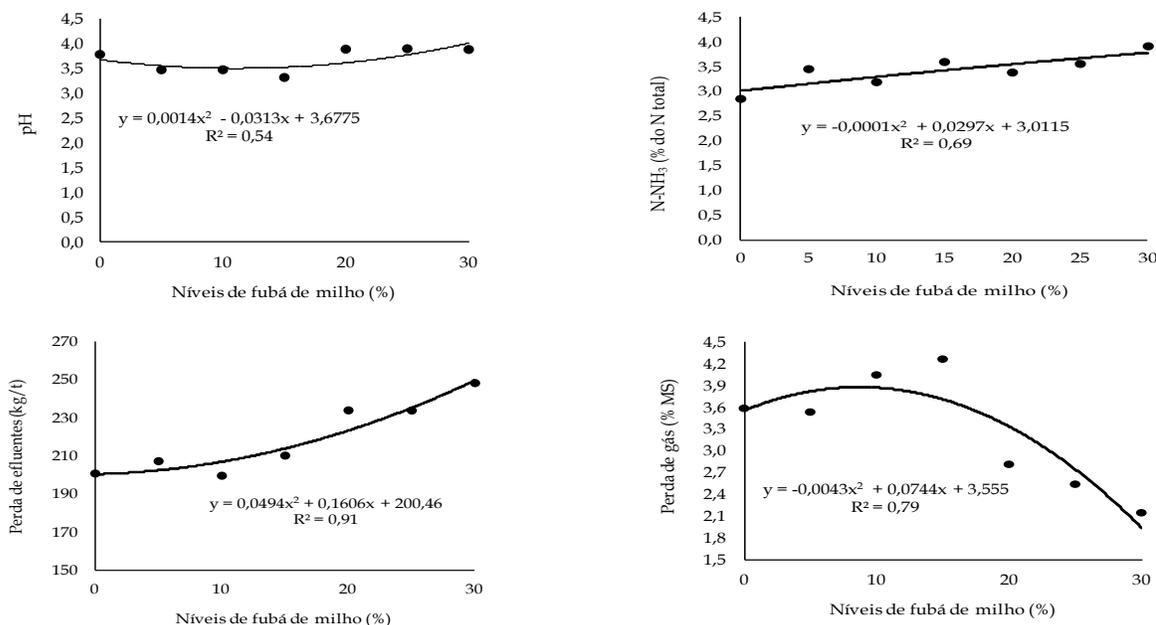


Figura 4. Valores de pH, nitrogênio amoniacal, perdas de efluentes líquidos e perda por gases na silagem da rama de batata doce em função dos níveis de aditivo.

2,84% a 3,59% (Tabela 1). MCDONALD *et al.* (1991) classificaram a silagem conforme o teor de N-NH₃ (%NT), e consideraram a silagem como muito boa quando os valores são inferiores a 10%; aceitável, de 10 a 15%; e insatisfatória, quando os valores se situaram acima de 20%. Nesse aspecto, menores teores de N-NH₃ indicam menor intensidade de proteólise durante o processo de fermentação. As silagens estudadas apresentaram índices inferiores a 10%, o que indica que houve reduzida degradação da proteína.

Foi observado efeito quadrático ($P=0,0068$) perda por gases (Figura 4), tendo atingido um valor máximo de 4,27% da MS no nível de 15% de aditivo. As perdas por gases estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida na ensilagem. Quando a fermentação ocorre via bactérias homofermentativas, utilizando açúcares como substrato para produzir lactato, as perdas de MS são menores. Quando ocorre a produção de álcool (etanol ou manitol), há aumento considerável de perdas por gases e esse tipo de fermentação é promovido por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras (TAVARES *et al.* 2009). No presente trabalho, foi observado valores de 2,38% a 4,27% de perdas de gases (Tabela 1), sendo observado que estes teores começam a diminuir a partir da adição de 20% de fubá de milho. De acordo com PUPO (2002) as perdas gasosas podem atingir de 2 a 5% da matéria seca inicial, portanto

as silagens deste trabalho apresentam uma perda por gases considerada normal. Segundo JOBIM *et al.* (2007), a baixa perda por gases pode ser ocasionada pela baixa manifestação de bactérias do gênero *Clostridium*, que ao atuarem, sobre o lactato ou sobre os açúcares, produzem ácido butírico e CO₂.

O volume do efluente produzido em um silo é influenciado, principalmente, pelo conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada e o grau de compactação, além de outros, tais como: tipo de silo, pré-tratamento mecânico da forragem, dinâmica de fermentação e fertilização do solo que tem influência direta sobre o desenvolvimento da cultura e, em consequência, sobre a percentagem de matéria seca (WOOLFORD, 1984). O efluente proveniente do silo contém grande quantidade de compostos orgânicos e de minerais provenientes do material ensilado (LOURES *et al.*, 2003). No presente estudo, a perda por efluentes foi influenciada em função do nível de aditivo adicionado, e efeito quadrático foi observado ($P=0,0001$) (Figura 4). ANDRADE *et al.* (2010) afirmaram que o uso de aditivos absorventes ou sequestrantes de umidade é uma das técnicas mais recomendadas para o controle da produção de efluente em silagens. Apesar de o aditivo utilizado ter aumentado os teores de matéria seca da silagem da rama da batata doce, este não influenciou positivamente na redução de efluentes (Tabela 1). Este fato, provavelmente, ocorreu pelo alto teor de umidade contida na forragem que pode

ter influenciado negativamente na compactação e gerado maiores quantidades de efluentes, mesmo com o uso de aditivo. Isto está de acordo com Woolford (1984), que afirma que materiais muito úmidos são facilmente compactados, o que resulta em uma barreira física, que dificulta o escoamento do efluente.

CONCLUSÃO

A rama da batata doce representa um volumoso alternativo de boa qualidade que pode ser armazenado na forma de silagem, desde que se utilize aditivo absorvente de umidade, como o fubá de milho, em nível não inferior a 20%.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-Marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.532-539, 2007.
- ANDRIGUETTO, J.M. **Nutrição Animal**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 2002. v.1.
- ANDRADE, O.V.I.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-efefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2342-2348, 2010.
- ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G.; BEZERRA, A.R.G.; ALMEIDA, J.A.R.; SILVA, P.H.S.; ARAÚJO, J.A.M. Aspectos qualitativos da silagem de capim-efefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.1209-1218, 2012.
- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; MORAIS, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; TAVARES, V.B. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos: teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1144-1151, 2003.
- BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIERI, M.; VERIANO FILHO, W.V. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1454-1462, 2006.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurhecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.443-449, 2004.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. Rome, Italy: FAO, 2010.
- FERRARI JR., E.F.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurcheçado ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1424-1431, 2001.
- FIGUEIREDO, J.A.; ANDRADE JR., V.C.; PEREIRA, R.C.; RIBEIRO, K.G.; VIANA, D.J.S.; NEIVA, I.P. Avaliação de silagens de ramas de batata-doce. **Revista Horticultura Brasileira**, v.30, p.708-712, 2012.
- FREITAS, S.G. **Caracterização nutricional da silagem de co produto da extração do palmito pupunha**. 2011. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007. Suplemento Especial.
- KEPLIN, L.A.S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. **Encarte Técnico da Revista Batavo. CCLPL**, v.1, p.16-19, 1992.
- LOURES, D.R.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, CECON, P.R.; SOUZA, A.L. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-efefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1851-1858, 2003.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2nded. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- McGUFFEY, R.K.; SCHINGOETHE, D.J. Feeding value of high oil variety of sunflowers as silage to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1109-1113, 1980.
- MONTEIRO, A.B.; MASSAROTO, J.A.; GASPARINO, C.F.; SILVA, R.R.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; SANTOS FILHO, J.C. Silagens de cultivares e clones de batata doce para alimentação animal visando sustentabilidade da produção agrícola familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p.978-981, 2007.
- NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.; LIMA, M.L.M. Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. In: WORKSHOP SOBRE MILHO

- PARA A SILAGEM, 2., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p.11-26.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.S.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.61-67, 2010.
- PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras:** formação, conservação, utilização. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2002.
- RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; MARI, L.J.; ZOPOLLATTO, M.; PAZIANI, S.F. Valor nutritivo de silagens de capim-marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1176-1184, 2008.
- SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAGÃO, A.S.L.; DÓREA, J.R.R. Características de fermentação de silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semi-árida brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.1423-1429, 2010.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, V.P.; PIRES, A.V. Aditivos químicos ou biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 2. Parâmetros ruminais e degradabilidade da matéria seca e das frações fibrosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1676-1684, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SILVA, F.F.; AGUIAR, M.S.M.A.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.V.; BONOMO, P.; DUTRA, G.S.; ALMEIDA, V.S.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, R.R.; DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V. Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.719-729, 2007.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. 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, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, F.C.; PIRES, A.J.V. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.828-833, 2003.
- TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; ÁVILA, C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.40-49, 2009.
- TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.258-263, 2004.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P.; ARCARO JR., I. Silagem de cana de açúcar em substituição silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Brasilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, p.224-228, 1998.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2nded. New York: Cornell University Press, 1994.
- VIANA, D.J.S.; ANDRADE JR., V.C.A.; RIBEIRO, K.G.; PINTO, N.A.V.D.; NEIVA, I.P.; FIGUEIREDO, J.A.; LEMOS, V.T.; PEDROSA, C.E.; AZEVEDO, A.M. Potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural**, v.41, p.1466-1471, 2011.
- VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V.; GONÇALVES, L.C.; COELHO, S.G.; FERREIRA, M.I.C.; RODRIGUES, J.A.S. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.764-772, 2004.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, 1984.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; ALMEIDA, J.C.C.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v.55, p.75-84, 2006.