

ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGENS DE MILHO E SOJA EXCLUSIVAS OU ASSOCIADAS

AEROBIC STABILITY OF CORN AND SOYBEAN SILAGE MIXED AT DIFFERENT RATIOS

L. A. BARBOSA¹, A. V. REZENDE^{2*}, C. H. S. RABELO²,
F. H. S. RABELO¹, D. A. NOGUEIRA³

RESUMO

Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar as características de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas em aerobiose. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, estudando-se 5 tratamentos (100% de silagem de milho - SM; 95% SM + 5% de silagem de soja - SS; 90% SM + 10% SS; 85% SM + 15% SS; 100% SS), com quatro repetições. Notou-se menor temperatura e pH médio para a silagem de milho exclusiva (23,69°C e 5,39), assim como pH máximo (8,25) e temperaturas mais elevadas nas massas com 10 e 15% de silagem de soja (25,36 e 25,29°C). As silagens de milho e soja exclusivas apresentaram menor taxa de aquecimento (0,082 e 0,072°C/hora) em relação às outras silagens. As massas que levaram maior tempo para apresentar sinais de instabilidade aeróbia foram àquelas compostas por 100% de silagem de milho e 100% de silagem de soja (56 horas). Portanto, não se recomenda a associação entre as silagens de milho e soja em virtude de favorecer a deterioração das massas.

PALAVRAS-CHAVE: Deterioração. Microrganismos. pH. Temperatura.

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the aerobic parameters of exclusive or associated corn and soy silages. This experiment was conducted in design randomized, evaluating 5 treatments (100% of corn silage - CS; 95% CS + 5% of soy silage - SS; 90% CS + 10% SS; 85% CS + 15% SS; 100% SS), with four replicates. The lower average temperature and pH were observed to corn silage exclusive (23.69°C and 5.39), as maximum pH (8.25) and temperatures higher in the mass with 10 and 15% of soy silage (25.36 and 25.29°C). In relation to average of the maximum temperatures, the corn and soy silages presented lower values (26.25 and 27.50°C), however, wasn't effect on the hours necessary to attain the maximum temperature. The corn and soy silages exclusives presented lower heating rate (0.082 and 0.072°C/hora) in relation to other silages. The mass that took higher time to present instability aerobic were those composite for 100% of corn silage and 100% of soy silage (56 hours). So, isn't recommended the association between the corn and soy silages in virtue to favor the deterioration of the mass.

KEY-WORDS: Deterioration. Microorganisms. pH. Temperature.

¹ Departamento de Agronomia da Universidade José do Rosário Vellano/UNIFENAS. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq

² Departamento de Zootecnia da UNIFENAS, Rodovia MG 179, km 0, Campus Universitário (Alfenas), CEP: 37130-000. *E-mail para correspondência: adauton.rezende@unifenas.br

³ Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL

INTRODUÇÃO

A estacionalidade na produção forrageira em países de clima tropical resulta em baixo desempenho de animais mantidos em sistemas de criação extensiva. Portanto, a utilização de forragens conservadas é uma alternativa viável para que se possa garantir o fornecimento de forragem de alta qualidade, durante o período de escassez de alimentos (PEREIRA et al., 2008), melhorando os índices produtivos.

Para a produção de silagem, sem dúvida, o milho é uma das espécies mais utilizadas, devido à facilidade de cultivo, adaptabilidade, alta produção de massa, facilidade de fermentação no silo, bom valor energético e alto consumo pelos animais (GIMENES et al., 2006). Porém, a silagem de milho apresenta baixo teor protéico, o que constitui uma limitação ao seu uso exclusivo, principalmente, para animais de altas exigências nutricionais (RIGUEIRA, 2007).

Neste contexto, a utilização de silagem de leguminosa apresenta-se como opção, por aumentar o teor protéico da dieta (MARCHEZAN et al., 2002), fornecer maior quantidade de cálcio e fósforo, reduzindo assim, o custo de produção por meio da menor necessidade de suplementação com concentrado protéico (BAXTER et al., 1984), além de melhorar a degradação da matéria seca no rúmen (DAMASCENO et al., 2002). Contudo, existem fatores que dificultam a conservação da soja na forma de silagem, como a baixa concentração de matéria seca e o elevado teor de proteína, de óleo e de matéria mineral no momento do corte, que a caracterizam como forrageira de difícil ensilagem, por apresentar elevada capacidade tampão (PEREIRA et al., 2009).

Evangelista et al. (1983) e Obeid et al. (1992) avaliaram o consórcio soja x milho, sob diferentes arranjos culturais, objetivando aumentar o teor protéico da massa ensilada e relataram que, de fato, as silagens consorciadas resultaram em maiores consumos e ganhos de peso dos animais em relação à silagem exclusiva de milho.

Embora existam na literatura relatos sobre o consórcio milho x soja, estes abordam aspectos inerentes ao processo fermentativo (DIAS et al., 2010) e valor nutritivo das silagens, deixando de lado a fase de pós-abertura dos silos, fase esta que pode resultar em perdas severas de qualidade nutritiva e sanitária (nível de toxinas produzidas por fungos) das silagens, implicando em baixo desempenho dos animais.

Portanto, objetivou-se por meio deste estudo avaliar aspectos envolvidos às características de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas em diferentes proporções em aerobiose.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no setor de Forragicultura na Faculdade de Zootecnia da Universidade José do Rosário Vellano/UNIFENAS, campus de Alfenas em 2010. Utilizou-se para produção de silagem de milho o híbrido comercial (BM3061) e para produção de

silagem de soja o cultivar Conquista, ambos indicados para plantio na região.

O milho foi colhido para ensilagem com 114 dias de desenvolvimento, quando apresentava 31,55% de matéria seca. Realizou-se o corte manualmente a 10 cm da superfície do solo, e as plantas foram desintegradas em picadeira estacional, com tamanho médio de partículas de aproximadamente 0,5 a 2,0 cm e, ensiladas em tambores de PVC com capacidade de 130 kg. As silagens foram compactadas com intuito de obter massa específica próximo a 600 kg/m^3 , permanecendo em processo de fermentação por 55 dias.

As plantas de soja foram colhidas para ensilagem quando se encontravam no estágio R8, fase esta que 95% das sementes apresentam-se maduras. A colheita foi realizada por meio de uma ensiladeira adaptada e a massa foi armazenada em silo de trincheira por 60 dias, realizando-se a compactação mecanicamente.

Após este período, os silos contendo silagem de milho e soja exclusivas foram abertos para realização do experimento. A silagem de soja foi retirada mediante um corte de 30 cm na massa ensilada em diferentes locais no silo. As silagens foram transferidas para bandejas de plástico para posterior homogeneização e confecção dos tratamentos com base no peso verde. Após este procedimento, amostras de 4,0 kg de silagem foram revolvidas, com intuito de haver maior penetração de ar na massa, confeccionando-se os amontoados (mantidos em galpão coberto e cimentado) para estudo da estabilidade em aerobiose.

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso para a condução do experimento, com intuito de se avaliar 5 proporções de silagens de milho e soja em aerobiose, sendo estas: silagem de milho exclusiva - SM; silagem de soja exclusiva - SS; 95% SM + 5% SS; 90% SM + 10% SS; 85% SM + 15% SS, com 4 repetições.

A temperatura ambiente e das silagens foram aferidas três vezes ao dia, com intervalo entre observações de 8 horas, durante 7 dias, com o uso de termômetro inserido a 10 cm no centro da massa de forragem, conforme proposto por Kung Jr. et al. (2003) e Bernardes et al. (2007). No mesmo amontoado foram retiradas a cada aferição de temperatura, aproximadamente 15 g da massa para determinação dos valores de pH, caracterizando desta forma um delineamento experimental com esquema de parcela subdividida no tempo.

Optou-se por conduzir o trabalho em temperatura ambiente, pois segundo Jobim et al. (2007) a condução do ensaio de estabilidade aeróbia em ambiente de temperatura controlada pode ser de baixa acurácia para estimar, de fato, a velocidade de deterioração da silagem em situação de campo. A temperatura média aferida durante o período em que as silagens ficaram em aerobiose foi $22,41^\circ\text{C}$, com temperaturas médias nos horários 6:00, 14:00 e 22:00 horas, respectivamente, de 19,93; 25,63 e $21,21^\circ\text{C}$.

Os parâmetros para avaliação da instabilidade aeróbia constituíram-se no aumento em 2°C da

temperatura da silagem em relação ao ambiente após a abertura dos silos (MORAN et al., 1996), temperatura máxima, número de horas para atingir a temperatura máxima, temperatura acumulada resultante à soma da diferença média diária das temperaturas nas silagens expostas ao ar em relação à temperatura ambiente de 0 a 7 dias ($t^{\circ}\text{C}_{\text{acumulada}} = \sum (t^{\circ}\text{C}_{\text{silagem}} - t^{\circ}\text{C}_{\text{ambiente}})$), conforme proposto por O'Kiely et al. (1999), e ainda, a taxa de aquecimento (RUPPEL et al., 1995). Outro parâmetro utilizado para avaliação da estabilidade aeróbia das silagens foi o pH, pois segundo Cherney & Cherney (2003), o pH representa um bom indicador da qualidade de silagens com baixo teor de MS.

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do software SISVAR[®] (FERREIRA, 2008), e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, exceto para os dados referentes ao tempo necessário para quebra da estabilidade aeróbia. Quatro dos cinco tratamentos apresentaram valores iguais em todas as repetições, não havendo variação e, portanto, os tratamentos foram descartados devido a esta heterocedasticidade e, como restou apenas um tratamento, não houve maneira de aplicar estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa composta por silagem de milho exclusiva apresentou menor temperatura média ($p = 0,0001$) durante o período de exposição aeróbia, notando-se ainda que as massas compostas por 10 e 15% de silagem de soja apresentaram temperatura média maior do que as demais (Tabela 1). O alto teor de proteína e óleo presentes nos grãos de soja (CALDWELL, 1973), associado ao aporte energético do milho, parece contribuir marcadamente no desenvolvimento de

microrganismos, ocasionando acréscimo da temperatura nas massas associadas.

No decorrer dos dias de avaliação das massas em aerobiose, notou-se pico de temperatura após 48 e 120 horas (Figura 1). Conforme relatado por Gimenes et al. (2006) e Woolford (1990), o aumento inicial da temperatura é causado pelo crescimento de leveduras e bactérias, contudo, após algum tempo outros microrganismos passam a contribuir para a deterioração do material. Por sua vez, Muck & Pitt (1992) concluem que os bacilos, que não são importantes até o pH da silagem estar acima de 5,0, causam o segundo aumento de temperatura do material quando este é exposto ao ar.

As massas em aerobiose compostas por 100% de silagem de milho e 100% de silagem de soja apresentaram menores médias para temperatura máxima ($p = 0,0008$), verificando-se aumento desta variável quando se associaram as duas silagens. Estes resultados estão de acordo com Jobim et al. (2008), que reportaram temperatura máxima de 33,3 e 37,9°C para silagem de grão úmido de milho exclusivo e associação de silagem de grão úmido de milho e grãos de soja, respectivamente.

Embora tenha sido verificado efeito das silagens sobre a variável temperatura máxima, não houve efeito sobre as horas necessárias ($P > 0,05$) para atingir a temperatura máxima. Com relação à temperatura acumulada, verificou-se menor acúmulo ($p = 0,0001$) para a silagem de milho mantida de forma exclusiva, o que está de acordo com a menor temperatura média observada para este tratamento. Da mesma maneira, a associação de silagens de milho e soja, na proporção de 10 e 15% de soja, apresentou maior acúmulo de temperatura durante o período em aerobiose (Tabela 1).

Tabela 1 - Variáveis de temperatura das silagens durante o período de exposição aeróbia¹.

Item	t°C média ²	t°C máx. ³	H t°C máx. ⁴	∑ °C ⁵	°C/hora ⁶
100% SM	23,69 ^c	26,25 ^b	104 ^a	28,25 ^c	0,082 ^b
95% SM + 5% SS	24,40 ^b	29,25 ^a	54 ^a	44,00 ^b	0,167 ^a
90% SM + 10% SS	25,36 ^a	30,75 ^a	68 ^a	65,00 ^a	0,177 ^a
85% SM + 15% SS	25,29 ^a	30,25 ^a	52 ^a	63,50 ^a	0,211 ^a
100% SS	24,43 ^b	27,50 ^b	86 ^a	44,50 ^b	0,072 ^b
CV (%)	7,25	4,48	52,43	17,08	30,5

¹Médias seguidas de mesma letra dentro de colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²t°C média = temperatura média; ³t°C máx. = temperatura máxima; ⁴H t°C máx. = horas necessárias para atingir a temperatura máxima; ⁵∑ °C = temperatura acumulada durante o período de exposição aeróbia; ⁶°C/hora = taxa de aquecimento.

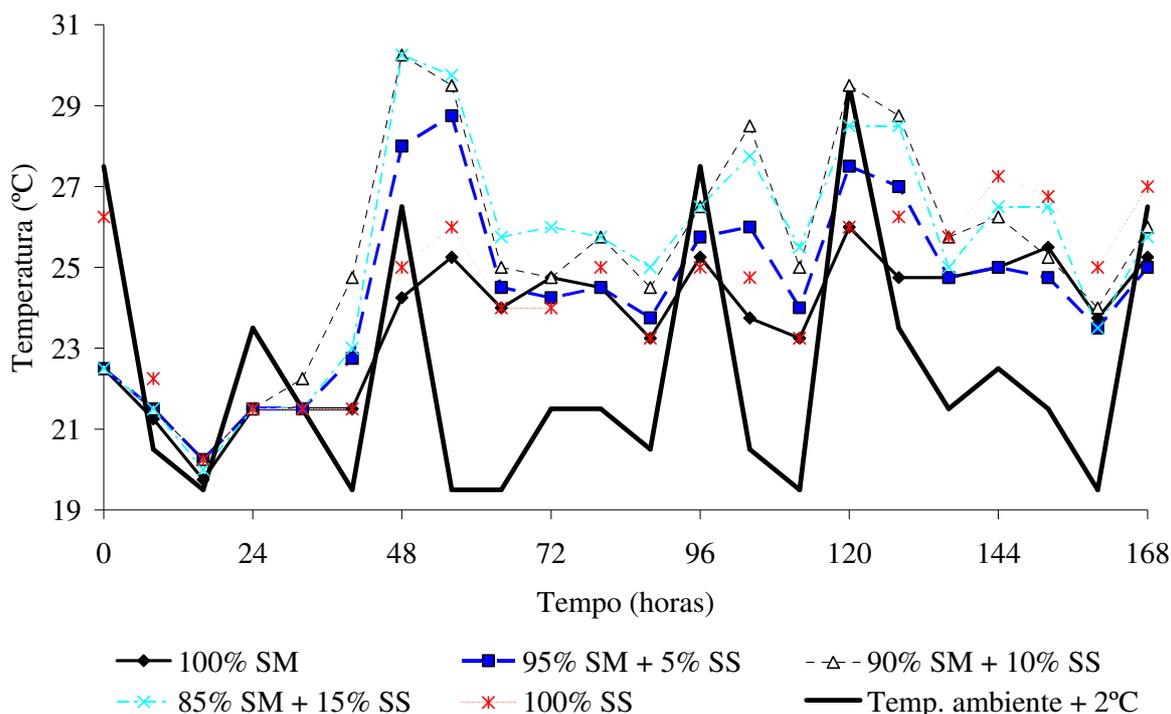


Figura 1 - Comportamento temporal das massas em aerobiose com relação à temperatura.

Tabela 2 - Variáveis dos valores de pH das silagens durante o período de exposição aeróbia¹.

Item	pH médio	H pH >0,2 ²	pH máx. ³	H pH máx. ⁴	□ pH ⁵
100% SM	5,39 ^c	58 ^a	8,25 ^b	114 ^a	118,62 ^c
95% SM + 5% SS	6,01 ^b	50 ^a	8,80 ^a	106 ^a	132,27 ^b
90% SM + 10% SS	6,41 ^a	40 ^b	8,73 ^a	72 ^b	141,17 ^a
85% SM + 15% SS	6,72 ^a	34 ^b	8,79 ^a	84 ^b	147,86 ^a
100% SS	6,70 ^a	36 ^b	8,86 ^a	102 ^a	147,55 ^a
CV (%)	14,84	19,68	3,09	18,49	3,16

¹Médias seguidas de mesma letra dentro de colunas não diferem entre si por Scott-Knott a 5% de significância. ²H pH >0,2 = horas necessárias para o pH aumentar 0,2 unidades (H pH >0,2); ³pH máx. = pH máximo; ⁴H pH máx. = horas necessárias para atingir o valor máximo de pH; ⁵□ pH = somatório dos valores de pH durante os sete dias de avaliação.

De acordo com a análise de variância, a taxa de aquecimento das massas foi maior ($p = 0,0011$) por ocasião da associação entre milho e soja, obtendo-se menores valores para as silagens mantidas exclusivas. Rodrigues et al. (2003) relataram taxa de aquecimento de 0,074°C/hora quando trabalharam com capim-elefante sem aditivos, valor este muito próximo dos verificados neste estudo para as silagens exclusivas.

As médias dos tratamentos para o tempo (em horas) de quebra da estabilidade aeróbia das silagens estão descritas na Figura 2. Mesmo que sem aplicação estatística, nota-se, numericamente, que as silagens de milho e soja exclusivas quebraram a estabilidade em

aerobiose mais tardiamente, o que pode estar associado ao baixo teor de proteína presente na silagem de milho e ao alto teor de óleo presente na silagem de soja, já que ambos os fatores inibem ou dificultam o desenvolvimento de microrganismos aeróbios deterioradores. A deterioração aeróbia das silagens, além de reduzir o valor nutritivo, pode aumentar o risco de proliferação de microrganismos potencialmente patogênicos ou daqueles indesejáveis (DRIEHUIS et al., 2001), afetando de forma significativa o desempenho dos animais alimentados com estas silagens.

Os resultados encontrados neste estudo não corroboram Griffin (2000), que avaliando dados associados à silagem de leguminosa, conduzido no período de 1997-2000, em quatro países da Comunidade Econômica Européia, relatou que das 264 silagens de leguminosas avaliadas, nenhuma apresentou aquecimento ou deterioração fúngica quando expostas ao ar por quatro dias, e que 90% das silagens se mantiveram estáveis por sete dias. Este efeito muito provavelmente está associado a menor temperatura ambiente nestes países, o que dificulta o desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Por outro lado, o clima tropical é propício para o desenvolvimento destes microrganismos.

Dias (2007) avaliou a estabilidade em aerobiose de silagens de soja em vários estádios de desenvolvimento, verificando que estas mantiveram as temperaturas próximas à temperatura ambiente, inferindo que as mesmas apresentaram-se estáveis durante o período de avaliação (7 dias). Jobim et al. (2008) avaliaram a estabilidade aeróbia de silagens de grãos úmidos de milho exclusivas ou associadas aos grãos de soja, e verificaram que não houve efeito sobre as horas necessárias para detectar aspectos relacionados à instabilidade aeróbia (quebra da estabilidade para ambas as silagens com 20 horas). A silagem de milho exclusiva apresentou menor pH médio ($P < 0,01$) em relação às demais silagens e, a inclusão de 10 e 15% de silagem de soja às massas provocou acréscimo dos valores de pH, assim como observado para a silagem de soja exclusiva (Tabela 2). Isto ocorre em virtude da soja apresentar alta porcentagem de proteína bruta, e os produtos do

desdobramento destas promovem grande aumento da capacidade tampão (NILSON, 1959). Os resultados observados nesta pesquisa para a silagem de milho são inferiores ao valor relatado por Gimenes et al. (2006), que observaram valor médio de pH de 6,64 em silagem de milho após 72 horas de exposição aeróbia.

Por sua vez, o valor encontrado no presente trabalho, na silagem de soja exclusiva foi superior aos valores observados por Dias et al. (2010), que relataram valor médio de pH de 5,30 para silagens de soja no momento da abertura dos silos, o que também foi constatado por Paula et al. (2009), que notaram pH de 5,54 para silagem de soja. Leonel et al. (2008) relataram que o pH de silagens de gramíneas foi menor do que aquele observado para silagens associadas de gramíneas e leguminosas.

O comportamento do pH durante o período em que as silagens permaneceram em aerobiose está representado na Figura 3. É notável o acréscimo nos valores de pH com o decorrer das horas de avaliação, o que se deve ao consumo dos ácidos orgânicos que preservam a silagem por microrganismos (PAHLOW et al., 2003). Nota-se que, de maneira geral, os valores de pH se mantêm baixos somente até 36 horas de exposição aeróbia (exceto para a massa composta por 95% de silagem de milho e 5% de silagem de soja), o que inibe o desenvolvimento de microrganismos, pois como descrito por Leibensperger & Pitt (1987), o pH é o principal fator de supressão do crescimento clostridiano, e o desenvolvimento dos clostrídios são restritos quando a forragem apresenta pH inferior a 4,2.

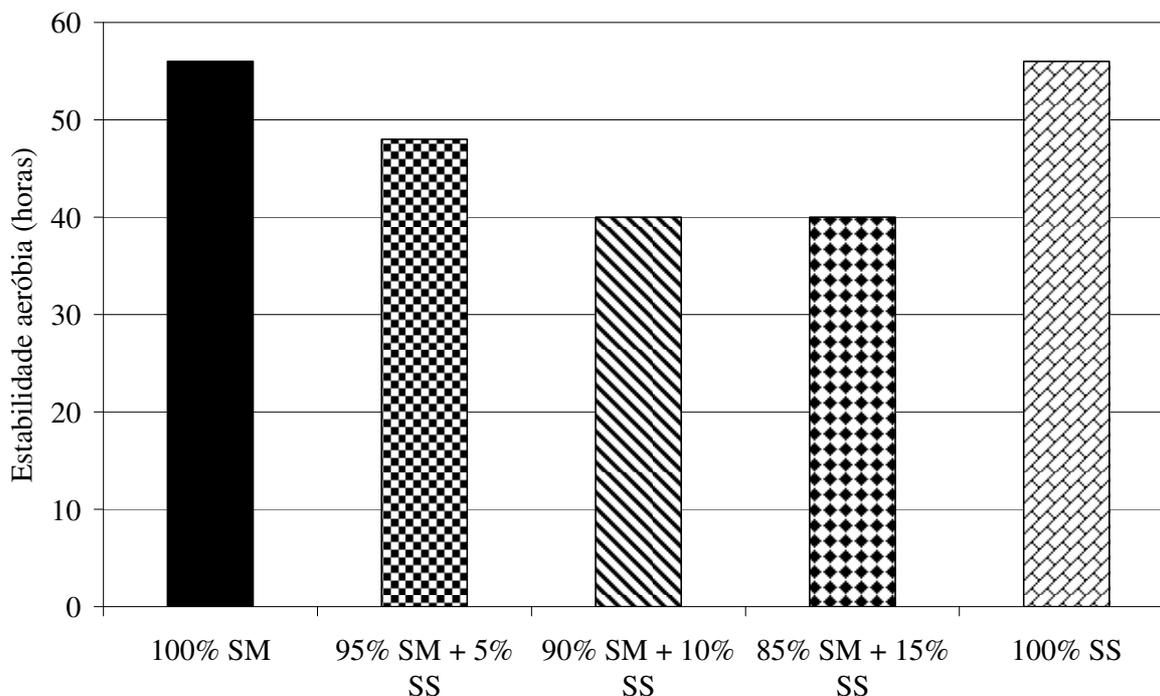


Figura 2 - Médias de quebra de estabilidade aeróbia de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas em diferentes proporções.

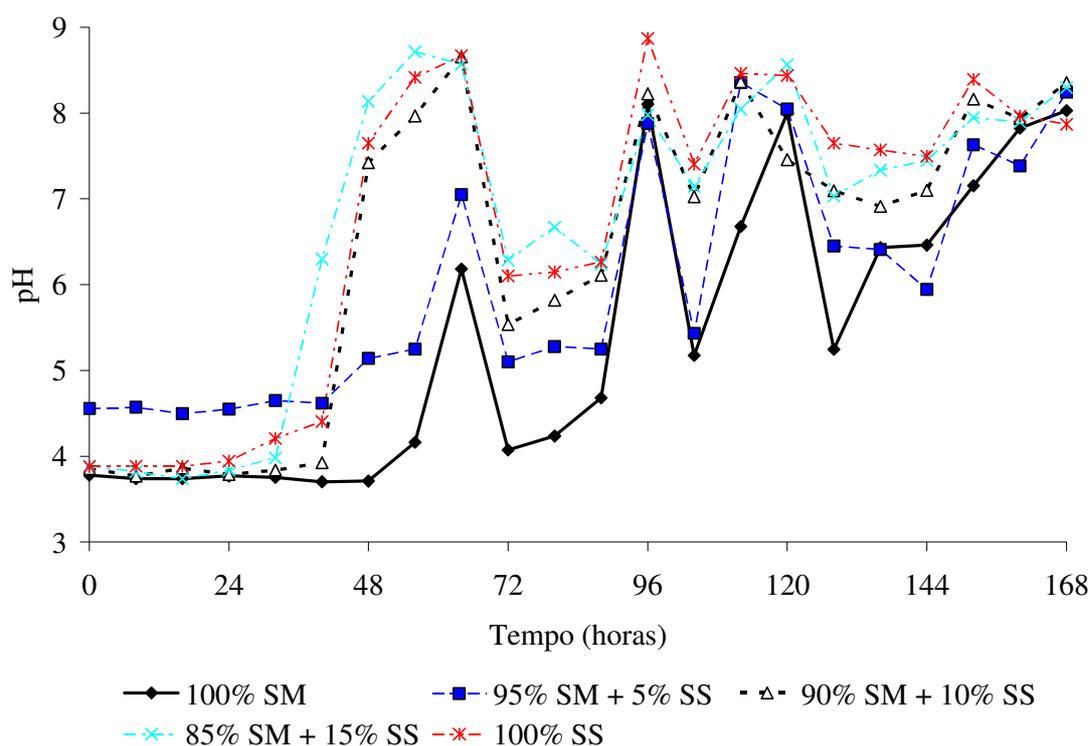


Figura 3 - Comportamento temporal das massas em aerobiose com relação ao pH.

Houve grande variação nos valores de pH durante o período de exposição aeróbica (Figura 3), verificando-se valores próximos a 3,5 até superiores a 8,0; o que segundo Kung Jr. et al. (2003) pode ser um indicativo prático de que a silagem está sendo deteriorada devido à degradação dos ácidos orgânicos pela atuação indesejável de bactérias e fungos oportunistas que reduzem a qualidade da silagem em contato com o ar (KLEINSCHMIT et al., 2005).

No intuito de observar as variações de pH durante o período de exposição aeróbica das silagens (JOBIM et al., 2007), foram verificadas as horas necessárias para que as massas apresentassem aumento de pH em 0,2 unidades. Desta maneira, verificou-se efeito das massas sobre esta variável ($p = 0,0059$), sendo que as massas compostas por 100% de silagem de milho e 95% de milho e 5% de silagem de soja levaram mais tempo para aumentar o pH em 0,2 unidades (58 e 50 horas, respectivamente).

Reportou-se efeito das massas ($p = 0,0340$) sobre os máximos valores de pH, em que a silagem de milho exclusiva apresentou menor valor médio (8,25), não havendo diferença entre as outras massas (Tabela 2). Do mesmo modo, as silagens de milho e soja exclusivas, assim como a massa composta por 95% de silagem de milho e 5% de silagem de soja, levaram mais tempo para atingir os valores de pH máximo ($p =$

0,0257). Gimenes et al. (2006) relataram valor médio de pH de 6,64 em silagem de milho sem utilização de inoculantes após 72 horas de exposição aeróbica, com acréscimo em 3,22 unidades, comparativamente ao momento da abertura do silo.

Como esperado, a silagem de milho exclusiva apresentou menor pH acumulado ($P < 0,01$) em relação às demais silagens, em virtude dos menores valores de pH verificados durante os sete dias em que as massas permaneceram em aerobiose.

CONCLUSÕES

Há uma deterioração mais rápida da silagem de milho associada à silagem de soja, não sendo recomendado o fornecimento destas silagens associadas, por favorecer a instabilidade das massas.

REFERÊNCIAS

BAXTER, H. D.; MONTGOMERY, M. J.; OWEN, J. R. Comparison of soybean grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.1, p.88-96, 1984.

- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; AMARAL, R. C.; PIRES, A. J. V. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.754-762, 2007.
- CALDWELL, B. E. (ed.) **Soybeans: Improvement, production, and uses**. Agronomy Monograph 16. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, 1973.
- CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing Silage Quality. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R.; HARRISON, J. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.141-198.
- DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T.; CÔRTEZ, C.; REGO, F. C. A. Aspectos da alimentação da vaca leiteira. In: SUL-LEITE SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUARIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Toledo: **Anais...** Toledo: Universidade Estadual de Maringá, 2002. (CD-ROM).
- DIAS, F. J. **Valor nutritivo de silagens de gramíneas de inverno com ou sem leguminosas e da planta de soja**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2007. 83p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, 2007.
- DIAS, F. J.; JOBIM, C. C.; SORIANI FILHO, J. L.; BUMBIERIS JÚNIOR, V. H.; POPPI, E. C.; SANTELLO, G. A. Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. **Acta Scientiarum**, v.32, n.1, p.19-26, 2010.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, n.4, p.330-343, 2001.
- EVANGELISTA, A. R.; GARCIA, R.; FONTES, L. A. N.; CARDOSO, A. A. Efeito da associação milho-soja no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, n.1, p.50-59, 1983.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.
- GIMENES, A. L. G.; MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, E. L. A.; MORI, R. M. Composição química e estabilidade aeróbia em silagem de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. **Acta Scientiarum**, v.28, n.2, p.153-158, 2006.
- GRIFFIN, T. **Soybean silage as an alternative silage**. 2000. Disponível em: <http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean_silage.htm> Acesso em: 14/01/2011.
- JOBIM, C. C.; LOMBARDI, L.; MACEDO, F. A. F.; BRANCO, A. F. Silagens de grãos de milho puro e com adição de grãos de soja, de girassol ou uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.5, p.649-656, 2008.
- JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007. (Suplemento especial).
- KLEINSCHMIT, D. H.; SCHMIDT, R. J.; KUNG JR., L. The Effects of Various Antifungal Additives on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2130-2139, 2005.
- KUNG JR., L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Wisconsin: ASA; CSSA; SSSA, 2003. p.305-360.
- LEIBENSPERGER, P. Y.; PITT, R. E. A model of clostridial dominance in silage. **Grass and Forage Science**, v.42, p.297-317, 1987.
- LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCO JÚNIOR, P. D.; LARA, L. A.; SOUSA, D. P.; SILVA, C. J. Consórcio capim-braquiária e soja, produtividade das culturas e características qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2031-2040, 2008.
- MARCHEZAN, E.; VIZZOTTO, V. R.; ROCHA, M. G.; MOOJEN, E. L.; SILVA, J. H. S. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.303-308, 2002.
- MORAN, J. P.; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; OWEN, T. R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, 1996. p.162-163.
- MUCK, R. E.; PITT, R. E. Aerobic losses at the silo face. **American Society Agricultural Engineering**, n.92, p.1003, 1992.
- NILSON, G. Biochemical changes in microbes free silage. **Archives of Microbiology**, v.34, n.1, p.30-35, 1959.
- OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E. Silagem consorciada de milho (*Zea mays* L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.33-38, 1992.
- O'KIELY, P.; MOLONEY, A.; KEATING, T.; SHIELS, P. **Maximizing output of beef within cost**

efficient, environmentally compatible forage conservation systems. Dunsany: Grange Research Centre, 1999. 64 p. (Beef Productions Series, 10).

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Ed.). **Silage science and technology.** Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-94.

PAULA, M. R.; AMORIM, T. R.; ARAÚJO, C. A. M.; NAKANISHI, E. Y.; ALDRIGHI, J.; CHIQUITELLI NETO, M. Composição químico-bromatológica de silagens mistas de soja e sorgo. In: ZOOTEC, 2009. **Anais...** Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Zootecistas, 2009. (CD-ROM).

PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, K. G.; RIGUEIRA, J. P. S.; MELO FILHO, O. L.; SOUZA, W. F. Otimização de dietas à base de silagens de soja. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa. **Anais...** Viçosa: VI SIMCORTE, 2008.

PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, K. G. Strategies to enable the use of legume silage in ruminant production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2009, São Paulo. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.109-136.

RIGUEIRA, J. S. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, 2007.

RODRIGUES, P. H. M.; LOPES, T. F. T.; ANDRADE, S. J. T.; MELOTTI, L.; LUCCI, C. S.; LIMA, F. R.; MEYER, P. M. Adição de inoculantes microbianos sobre a composição química e perfil fermentativo da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.397-402, 2003.

RUPPEL, K. A.; PITT, R. E.; CHASE, L. E.; GALTON, D. M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on Dairy Farms. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.141-153, 1995.

WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.