

Qualidade da silagem de grão úmido em função da temperatura ambiente e pressão interna de armazenagem

Marco Antônio Martin Biaggioni^{1*}, Ana Beatriz de Castro Lopes², Samir Paulo Jasper¹, Dirlei Antônio Berto² e Elisa Vidal Gonçalves¹

*Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Fazenda Experimental Lageado, s/n, Cx. Postal 237, 18603-970, Botucatu, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Produção e Exploração Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: biaggioni@fca.unesp.br*

RESUMO. Visando estabelecer a contribuição dos parâmetros físicos na qualidade final da silagem de grãos úmidos de milho, foi conduzido experimento, no interior de câmara climatizada, simulando cinco condições de temperatura ambiente (5°C 24h⁻¹ por dia; 25°C 24h⁻¹ por dia; 40°C 24h⁻¹ por dia; 20°C 16h⁻¹ por dia + 5°C 8h⁻¹ por dia; 30°C 16h⁻¹ por dia + 20°C 8h⁻¹ por dia) e duas condições de pressão no interior dos tambores de armazenagem (com e sem pressão interna). Para se determinar os efeitos sobre o grau de disponibilidade do amido na silagem pronta, procedeu-se a análises para avaliar a qualidade final da silagem (teor de umidade, pH, ácidos orgânicos, amido total e granulometria). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente ao acaso, num fatorial 5 x 2, com três repetições. Os resultados obtidos indicaram influência significativa tanto da temperatura quanto da pressão, sendo os efeitos mais benéficos verificados nos tratamentos '30°C 16h⁻¹ por dia + 20°C 8h⁻¹ por dia', '25°C 24h⁻¹ por dia' e 'ausência de pressão'.

Palavras-chave: silagem, qualidade, temperatura, pressão.

ABSTRACT. High-moisture grain silage quality in function of room temperature and internal storage pressure. In order to establish the contribution of the physical parameters in the final quality of high-moisture corn silage, an experiment was conducted in the interior of a climate-controlled chamber, simulating five conditions of room temperature (5°C 24 hours⁻¹ per day; 25°C 24 hours⁻¹ per day; 40°C 24 hours⁻¹ per day; 20°C 16 hours⁻¹ per day + 5°C 8 hours⁻¹ per day; 30°C 16 hours⁻¹ per day + 20°C 8 hours⁻¹ per day) and two conditions of pressure in the interior of plastic storage recipient (with and without internal pressure). To determine the effect on the degree of availability of the starch in the ready silage, analyses were carried out to evaluate the final quality of the silage (moisture content, pH, organic acid, total starch and granulometry). The experimental design was completely randomized, with 5x2 factorial schemes, with three repetitions. The obtained results indicated a significant effect of both temperature and pressure parameters, with the better quality index observed in the treatments '30°C 16 hours⁻¹ per day + 20°C 8 hours⁻¹ per day', '25°C 24 hours⁻¹ per day' and 'absence of internal pressure'.

Key words: silage, quality, temperature, pressure.

Introdução

A utilização do grão de alta umidade na nutrição animal apresenta algumas vantagens agrônomicas, como significativa redução das perdas no campo, liberação antecipada da área, o que é favorável para integração de lavoura e pecuária, além de beneficiar a instalação da pastagem (CRUZ et al., 2008), redução dos custos com o processo de secagem, entre outras.

No Brasil, a realização de estudos com silagem de grãos úmidos tem-se justificado em função da grande utilização do milho na alimentação animal e

da possibilidade de redução dos custos de armazenagem pós-colheita do grão seco. Os graves problemas de armazenagem nas propriedades, com grandes perdas qualitativas e quantitativas, podem ser substancialmente reduzidos com a utilização dessa tecnologia de baixo custo, além de permitir a antecipação na retirada da cultura, reduzindo significativamente as perdas no campo.

Um aspecto interessante e que deve agregar esforços de pesquisa visando ao aproveitamento do grão úmido como silagem refere-se à qualidade do alimento obtido. A ensilagem do grão úmido tem

como característica diferenciadora proporcionar alimento com melhor digestão enzimática do amido pelo animal. Para Silva et al. (2005), a substituição do grão de milho seco por silagem de grãos úmidos de milho, na dieta de suínos, não afeta os balanços do nitrogênio e da energia, além de a silagem de grão úmido de milho apresentar teores digestíveis de matéria seca, energia bruta e metabolizável superiores quando comparados aos do grão de milho seco.

Stock et al. (1991) encontraram diminuição no consumo de alimentos e ganhos equivalentes na utilização do milho úmido em relação ao milho seco, com consequente melhora da eficiência alimentar. Embora exista alguma variação, principalmente em função do teor de umidade do grão e do nível de inclusão na dieta, um efeito de cerca de 10% na eficiência de ganho tem sido observado. Mais consistente tem sido o efeito sobre a conversão alimentar. Tonroy et al. (1974) obtiveram melhora na eficiência alimentar entre 9 e 25%, com redução de consumo, o que tem sido confirmado na literatura. Este efeito parece ser consistente com um aumento da digestibilidade de uma dieta de alta energia.

Com silagem úmida de milho e sorgo, Lopes et al. (2002) sugeriram que as alterações visíveis sobre o tecido celular e a superfície dos grânulos de amido podem aumentar a susceptibilidade ao ataque enzimático durante a digestão. Essas alterações, possivelmente, foram causadas pela associação dos fatores do processo de fermentação anaeróbia que ocorrem durante a ensilagem: tempo, temperatura, umidade e acidez.

A despeito da dificuldade em se estabelecer, de maneira ponderada, a contribuição de cada parâmetro envolvido, pode-se inferir, com certa segurança, que a temperatura deve ter um efeito significativo, pois se constitui num dos fatores que mais influencia qualquer sistema de armazenamento. O estabelecimento de gradientes térmicos, pelas alternâncias climáticas e pela própria atividade biológica, é suficiente para induzir subsequentes alterações nas condições físicas, químicas e biológicas no interior da massa. A velocidade da maioria das reações químicas aumenta com a elevação da temperatura. As reações baseadas na ação de enzimas, que representa a grande maioria das reações que ocorrem em organismos vivos, normalmente, seguem este mesmo padrão no ambiente de armazenagem. Por outro lado, temperaturas suficientemente altas podem levar à inativação de enzimas e à morte de microrganismos, resultando num retardamento marcante das reações químicas.

A pressão desenvolvida no interior do recipiente de armazenagem do grão úmido também pode ter influência na qualidade final do produto. Para o sucesso da ensilagem, é fundamental que ela se processe em ambiente hermético, não permitindo trocas gasosas com o ambiente externo (anaerobiose). Paralelamente, a respiração anaeróbia que se estabelece quebrando a molécula de carboidratos leva à liberação de gás carbônico e calor para o ambiente de armazenagem. Dessa forma, é esperado que se desenvolva, por algum tempo, uma pressão interna que pode ter efeito (físico) 'catalisador' no processo de rompimento das estruturas.

Tendo em vista a importância de conhecer o comportamento de parâmetros físicos sobre uma massa de grãos úmidos ensilada, como ferramenta útil para auxiliar na avaliação da qualidade operacional do processo, o presente trabalho teve como objetivo correlacionar os efeitos da temperatura e da pressão, obtidos na massa durante as fermentações em diferentes ambientes de armazenagem, com a qualidade final da silagem.

Material e métodos

Grãos de milho da variedade DKB 333B, colhidos com teor de umidade entre 30 e 37% b.u., foram processados e acondicionados em recipientes de plástico (enchimento e compactação manual), vedados hermeticamente e encaminhados para o Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas (FCA/Unesp-Botucatu), permanecendo em ambiente com temperatura controlada (câmara climatizada). Foram utilizados tambores de plástico medindo 0,46 m de diâmetro por 0,72 m de altura, com capacidade para 100 L.

As temperaturas foram medidas por meio de termopares de cobre-constantan (Tipo T), com isolamento em PVC, bitola 2X24 AWG, acoplados a um sistema de aquisição de dados. O sistema de aquisição de dados, gerenciado por programa computacional específico, foi configurado para fazer leituras em intervalos regulares de 10 s. As temperaturas obtidas foram armazenadas pelo sistema que registrava a média a cada hora, além do monitoramento da temperatura do ar ambiente (interior da câmara climatizada). Foram instalados, em cada tambor de plástico, cinco sensores: três deles posicionados no interior da massa, verticalmente, a 20, 40 e 60 cm do piso; os outros dois sensores colocados radialmente, a 5 e 15 cm da parede, a 40 cm do piso.

A pressão desenvolvida no interior dos recipientes-testes foi monitorada por meio de transdutores PX202-

030GV, com faixa de medição entre 0 e 30 psi, dotados de filtro, rosca para fixação nas tampas dos recipientes e cabo para conexão no mesmo sistema de aquisição de dados utilizado para monitorar as temperaturas. Os canais destinados à leitura da pressão foram programados com intervalos regulares de 10 s, e as pressões assim obtidas eram armazenadas pelo sistema que registrava a média a cada 60 min.

No estudo do efeito da variação da temperatura, os tratamentos obtidos por meio da regulação da sala climatizada foram: temperatura constante de 5°C, 24h por dia (5°C); temperatura constante de 25°C, 24h por dia (25°C); temperatura constante de 40°C, 24h por dia (40°C); termoperíodo de inverno, alternando 20°C por 16h e 5°C por 8h (5/20°C) e termoperíodo de verão, alternando 30°C por 16h e 20°C por 8h (20/30°C). Cada condição de ambiente permanecia na sala por um período de 30 dias, após o qual os tambores eram retirados. Realizava-se, então, a próxima regulação de temperatura e novos tambores, recém-preparados, ocupavam o espaço. Cada tratamento teve três repetições (tambores).

O estudo do efeito da variação da pressão ocorreu no mesmo espaço e ao mesmo tempo que o estudo da temperatura, diferenciando-se dois tratamentos: *PN* (recipiente representado por tambor plástico de 100 L contendo milho úmido e submetido à pressão normal de operação) e *PA* (recipiente representado por tambor plástico de 100 L contendo milho úmido e submetido à ausência de pressão). A ausência de pressão foi obtida com a adaptação de uma válvula de evacuação na tampa do recipiente, a fim de não permitir qualquer acúmulo de gás proveniente da fermentação.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, com os tratamentos dispostos num esquema fatorial 5 x 2 (cinco níveis de temperatura de armazenagem e dois níveis de pressão interna).

Para a determinação do teor de umidade, granulometria e pH, adotaram-se as recomendações de Zanotto e Bellaver (1996). A determinação de ácidos orgânicos foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, Estado de São Paulo. Os ácidos acético, propiônico e butírico foram determinados por meio de análise de AGV por cromatografia gasosa, segundo Erwin et al. (1961), Wilson (1971) e Sigma-Aldrich (1998), e o ácido láctico, por HPLC, segundo Molnár-Perl (2000). O amido total foi determinado, segundo Pereira e Rossi Junior (1995), enquanto a análise bromatologia seguiu as recomendações da Associação Nacional dos Fabricantes de Rações (1992) e AOAC (1990).

Resultados e discussão

Na Tabela 1, são apresentados os resultados médios de umidade, pH, granulometria, amido total, além de outros constituintes avaliados pela análise bromatológica (matéria mineral, extrato etéreo, fibra bruta, proteína bruta, cálcio e fósforo), obtidos em amostras coletadas junto aos tambores que contêm silagem de milho úmido (MU) e milho seco moído (MS).

Tabela 1. Resultados médios da caracterização da silagem de milho úmido e do milho seco.

Variáveis	MS	MU 5°C	UM 25°C	MU 5/20°C	MU 20/30°C	MU 40°C
Umidade (% b.u.)	13,1	37,5	35,8	37,3	32,0	37,2
Matéria Mineral (%)	1,19	1,18	0,94	1,10	1,01	1,35
Extrato Etéreo (%)	3,90	5,02	5,03	5,27	4,34	4,89
Fibra Bruta (%)	2,64	2,98	3,42	3,44	2,05	3,03
Proteína Bruta (%)	8,54	9,02	10,26	10,16	9,05	8,93
Cálcio (%)	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
Fósforo (%)	0,24	0,25	0,29	0,27	0,30	0,30
Amido (%)	78,86	71,69	70,67	70,61	65,32	70,34
Granulometria (DGM μm)	809	1439	1168	1118	1291	1408
Compactação (kg m^{-3})	863	1001	1040	1019	1029	1063
pH	5,39	3,80	3,89	3,84	3,91	3,83

A proximidade entre os valores de umidade, granulometria e os percentuais dos componentes determinados pela análise bromatológica demonstra boa uniformidade do material submetido aos tratamentos.

O diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas de silagem de grãos úmidos de milho foi maior que o das partículas do milho seco. Resultados semelhantes foram obtidos por Lopes et al. (2001) que, apesar do maior DGM, obtiveram a silagem de milho úmido apresentando vantagem em comparação ao milho seco para leitões.

Os valores de pH, variando entre 3,80 e 3,91, deve considerar, que os valores de pH observados são adequados para conservação da silagem, estando na faixa de 3,8 a 4,2, citada por Roth e Undersander (1995) como a ideal para uma boa conservação.

Pela análise, ainda, da Tabela 1, verifica-se que o híbrido utilizado possuía 78,86% de amido. No processo de ensilagem do milho úmido, em ação enzimática, parte desse conteúdo de amido é convertida em ácidos orgânicos. Por isso, ao final do processo, os teores de amido das silagens de milho úmido apresentaram reduções. Numa primeira análise, a maior redução do amido pode ser relacionada à melhor qualidade da silagem, pois pode ser interpretado como melhor conversão de açúcares em ácidos orgânicos, importantes agentes de conservação da silagem. Entretanto, o perfil dos ácidos originados é importante na averiguação da

qualidade da silagem, porque o maior teor de ácido láctico é indicativo de uma silagem de melhor qualidade, enquanto o alto teor de ácido butírico indica perdas significativas de matéria seca, redução da aceitabilidade e da estabilidade do alimento.

Efeito sobre amido total

Nas Tabelas de 2 a 4, são apresentados os valores médios relativos à redução do amido, submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2. Médias dos valores de redução do amido (%), em função das duas pressões.

Pressão	Redução do Amido	
PA	9,3080	A
PN	9,0560	A

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Médias dos valores de redução do amido (%), em função das cinco temperaturas.

Temperatura (°C)	Redução do Amido	
5	7,1067	C
40	8,2467	BC
25	8,9917	B
5/20	8,7133	B
20/30	12,8517	A

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se, pela análise das Tabelas 2 e 3, que não houve efeito significativo da pressão, isoladamente, sobre a redução no teor de amido. Por outro lado, pôde-se observar o efeito isolado da temperatura do ambiente de ensilagem. O tratamento de 20/30°C proporcionou a maior redução, diferenciando-se, significativamente, dos demais tratamentos. Em segundo lugar, sem diferenças significativas, apareceram os tratamentos 25°C, 5/20°C e 40°C. A condição de ambiente menos favorável, isto é, aquela que levou à menor redução do amido total, foi com a ensilagem a 5°C.

Tabela 4. Médias dos valores de redução do amido, em %, resultantes da interação entre a pressão e temperatura.

Temperaturas (°C)	Pressão					
	PA		PN			
5	6,7833	C	a	7,4300	C	a
40	7,6733	C	a	8,8200	BC	a
25	9,9933	B	a	7,9900	BC	b
5/20	7,8167	C	b	9,6100	B	a
20/30	14,2733	A	a	11,4300	A	b

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se analisar a interação 'temperatura x pressão' (Tabela 4), que também foi significativa, verifica-se, na condição 'PA' (pressão ausente), que o melhor tratamento continuou sendo a temperatura de 20/30°C,

seguido pelo de 25°C e, por último, sem diferenças significativas, ficaram as temperaturas de 5/20, 40 e 5°C. Na condição 'PN' (pressão normal), o termoperíodo de verão (20/30°C) e, em seguida, o termoperíodo de inverno (5/20°C) destacaram-se; o pior tratamento apontou para 5°C. A presença ou ausência de pressão não interferiu na redução do amido nas temperaturas extremas. Por outro lado, os resultados indicaram que a ausência de pressão foi mais benéfica que a presença nas temperaturas termoperíodo de verão (20/30°C) e 25°C. Para a condição de termoperíodo de inverno (5/20°C), a existência de gases em condições normais de pressão (PN) proporcionou maior redução do amido.

Efeito sobre os ácidos orgânicos

Nas Tabelas de 5 a 8, são apresentados os valores médios dos ácidos orgânicos, em função da pressão, temperatura e da interação 'temperatura x pressão', respectivamente, submetidos à análise estatística e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 5. Resultados médios de ácidos orgânicos, em relação ao total de ácidos nas silagens de milho úmido, obtidos nas pressões ausente (PN) e normal (PA).

Pressão	Ácidos Orgânicos (g 1000 g ⁻¹ M.S.)							
	Lático		Butírico		Acético		Propiônico	
PA	2,5677	A	0,0093	A	0,4077	A	0,0084	A
PN	2,3826	B	0,0083	A	0,4015	A	0,0063	A

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Resultados médios de ácidos orgânicos, em relação ao total de ácidos nas silagens de milho úmido, obtidos em diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Ácidos Orgânicos (g 1000 g ⁻¹ M.S.)							
	Lático		Butírico		Acético		Propiônico	
5	1,3882	D	0,0135	A	0,6252	A	0,0242	A
40	1,4070	D	0,0053	B	0,5343	B	0,0057	B
25	3,6897	A	0,0128	A	0,2988	C	0,0015	B
5/20	3,1128	B	0,0123	A	0,3340	C	0,0028	B
20/30	2,7780	C	0,0000	B	0,2308	D	0,0027	B

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Médias dos valores de ácido láctico, em g 1000 g⁻¹ M.S., resultantes da interação entre a pressão e temperatura.

Temperaturas (°C)	Pressão					
	PA		PN			
5	1,4007	C	a	1,3757	B	a
40	1,4320	C	a	1,3820	B	a
25	4,1363	A	a	3,2430	A	b
5/20	3,1403	B	a	3,0853	A	a
20/30	2,7290	B	a	2,8270	A	a

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se, pela análise da Tabela 5, que a ausência de pressão proporcionou aumento significativo na produção do ácido láctico, melhorando a qualidade da

silagem. Avaliando o efeito das temperaturas, isoladamente (Tabela 6), observa-se que o tratamento 25°C foi a condição que resultou na maior produção de ácido láctico, seguida pelos tratamentos termoperíodos de inverno e verão. Não houve diferença significativa entre as silagens submetidas às temperaturas extremas, as quais apresentaram a pior qualidade (baixa produção de ácido láctico). Pela análise da Tabela 7, nota-se que o efeito da pressão só foi significativo na temperatura de 25°C, com a condição 'PA' gerando a maior produção de ácido láctico. Por outro lado, o efeito significativo da temperatura foi detectado tanto na ausência quanto na presença de pressão. Observa-se que a condição de ausência de gases da fermentação (PA) estratificou os tratamentos de temperatura de ensilagem em três níveis, sendo o ambiente com temperatura de 25°C o melhor. Em segundo lugar, vieram os ambientes que simularam os termoperíodos e, por último, os ambientes com temperaturas extremas (5 e 40°C). Na condição de presença de gases de fermentação (PN), embora só tenha sido possível a estratificação em dois grupos de médias, o comportamento ficou semelhante à condição obtida com 'PA', com os ambientes a 25°C e termoperíodos gerando os maiores níveis de ácido láctico e as temperaturas extremas, os mais baixos.

Tabela 8. Médias dos valores de ácido propiônico, em g 1.000 g⁻¹ M.S., resultantes da interação entre a pressão e temperatura.

Temperaturas (°C)	Pressão					
	PA			PN		
5	0,0233	A	a	0,0250	A	a
40	0,0113	B	a	0,0000	B	b
25	0,0007	C	a	0,0023	B	a
5/20	0,0033	BC	a	0,0023	B	a
20/30	0,0033	BC	a	0,0020	B	a

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na produção de ácido butírico (Tabelas 5 e 6), só foi verificada influência da temperatura, não havendo efeitos significativos da pressão, isoladamente, bem como da interação 'temperatura x pressão'.

Pela análise da Tabela 6, verifica-se que, mais uma vez, a temperatura de 20/30°C foi a que mais favoreceu a qualidade da silagem, não permitindo a produção de ácido butírico. Na condição de temperatura extrema, a 40°C, apesar de ter sido detectada a presença desse ácido indesejável, a concentração foi tão baixa que se igualou, estatisticamente, à temperatura de 20/30°C. Os demais tratamentos já produziram teor maior de ácido, desmerecendo-se em relação aos dois tratamentos anteriores. Não houve, porém, diferença significativa entre as temperaturas de 5, 25 e 5/20°C na produção de ácido butírico.

Ao analisar-se a produção de ácido acético, a partir dos dados apresentados nas Tabelas 5 e 6, verifica-se, novamente, apenas o efeito significativo da temperatura do ambiente de armazenagem, a qual foi capaz de diferenciar os tratamentos em quatro grupos de médias. Neste caso, a melhor qualidade foi obtida na ensilagem submetida à condição de 20/30°C, com a menor produção de ácido acético. Em segundo lugar, sem apresentar diferenças estatísticas, ficaram as condições de 25 e 5/20°C. As maiores produções de ácido acético foram encontradas nas silagens submetidas às temperaturas de 40 e 5°C (pior qualidade).

Na produção de ácido propiônico, observa-se que não houve influência da pressão, isoladamente (Tabela 5), e o efeito da temperatura (Tabela 6), embora detectado, só foi significativo para condição de ensilagem a 5°C, na qual se obteve a pior qualidade. Analisando-se a interação, na Tabela 8, observou-se o efeito da pressão somente na temperatura de 40°C, com a fermentação produzindo mais ácido propiônico na condição de ausência de pressão (PA). À pressão normal (PN), o efeito da temperatura só foi verificado para o ambiente de armazenagem a 5°C. Na ausência de pressão, a melhor condição de qualidade foi obtida à temperatura de 25°C, enquanto as piores foram obtidas a 40 e 5°C, respectivamente.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, puderam-se obter as seguintes conclusões:

A temperatura do ambiente de armazenagem influenciou, significativamente, todas as variáveis de qualidade analisadas, enquanto a condição de pressão no interior dos tambores só apresentou efeito isolado para a produção de ácido láctico.

As condições de temperatura de armazenagem que mais favoreceram a qualidade final da silagem, independentemente da pressão interna nos tambores, foram aquelas com temperaturas de 20/30°C e 25°C.

A armazenagem em ausência de pressão no interior dos tambores (PA), quando significativa, foi mais benéfica que a condição normal (PN).

Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington, 1990.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES. **Métodos analíticos de controle de alimentos para uso animal**. São Paulo: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de

- Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Animal. Divisão de Laboratório Animal, 1992.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivados em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 733-739, 2008.
- ERWIN, W. S.; MARCO, G. J.; MERY, E. M. Volatile fat acid analyses of blood an rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.
- LOPES, A. B. R. C.; BERTO, D. A.; COSTA, C.; MUNIZ, M. H. B.; ROSA, G. J. M. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Boletim de Industria Animal**, v. 58, n. 2, p. 191-200, 2001.
- LOPES, A. B. R. C.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; BERTO, D. A. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características microscópicas do amido. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, n. 96, p. 177-181, 2002.
- MOLNÁR-PERL, I. Role of chromatography in the analysis of sugars, carboxylic acids an amino acids in food. **Journal of Chromatography A**, v. 891, n. 3, p. 1-32, 2000.
- PEREIRA, J. R. A.; ROSSI JUNIOR, P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: Fealq, 1995.
- ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **CORN silage production management and feeding**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 27-29.
- SIGMA-ALDRICH. **Analyzing fatty acids by packed column gas chromatography**. Canada, 1998. (Supelco-bulletin 856B).
- SILVA, A. A.; MARQUES, B. M. F. P. P.; HAUSCHILD, L. Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 877-882, 2005.
- STOCK, R. A.; SINDT, M. H.; CLEALE, R. M. High-moisture corn utilization in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 4, p. 1645-1656, 1991.
- TONROY, B. R.; PERRY, T. W.; BEESON, W. M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 39, n. 5, p. 931-936, 1974.
- WILSON, R. K. A. **A rapid accurate method for messureng volatile fatty acids and lactic acid in silage**. Dublin: Agricultural Institute, Dunsinea Research Centre, 1971.
- ZANOTTO, L. D.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa-CNPISA, 1996. (Comunicado técnico).

Received on October 31, 2007.

Accepted on June 18, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.