

## Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho

### Physical, chemical and microbiological dynamics of wet corn gluten feed silage

André Madeira Silveira França<sup>1</sup> Isabel Cristina Ferreira<sup>II</sup> Ísis da Costa Hermisdorff<sup>I</sup>  
Eliane Pereira Mendonça<sup>1</sup> Evandro de Abreu Fernandes<sup>1</sup> Daise Aparecida Rossi<sup>1</sup>

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar aspectos físico-químicos e microbiológicos do farelo úmido de glúten de milho (FUGM) em função do tempo de ensilagem. O FUGM foi avaliado em silos experimentais e, nos dias um, três, sete, 14, 21, 28 e 42, foram realizadas as avaliações físicas, químicas e microbiológicas da silagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e obtidas equações de regressão em função do tempo. O tempo de ensilagem não afetou ( $P > 0,05$ ) o percentual de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta, matéria mineral, extrativos não-nitrogenados, nutrientes digestíveis totais e contagem de clostrídios. Os teores de matéria seca, extrato etéreo, perdas por efluentes, perdas por gases e população de bactérias lácticas variaram entre 46,54 e 49,05%; 0,96 e 1,71%; 17,97 e 35,14g kg<sup>-1</sup>; 1,90 e 5,68% e 5,0 e 6,9log UFCg<sup>-1</sup> de silagem, respectivamente, todos com equações com  $r^2 \leq 0,6$ . O pH ( $Y = 4,12926 - 0,00894\text{dias} + 0,00024126\text{dias}^2, r^2 = 0,75$ ) e a temperatura ( $Y = 19,82657 + 0,11734\text{dias} - 0,00502\text{dias}^2, r^2 = 0,73$ ) tiveram seus menores e maiores valores, respectivamente, em 18,5 e 11,7 dias. A contagem de bolores e leveduras sofreu redução em função do tempo de ensilagem ( $Y = 6,8983 - 0,0363\text{dias}, r^2 = 0,84$ ). A ensilagem permite eficiente conservação dos aspectos químicos, microbiológicos e físicos do FUGM até 42 dias de ensilagem.

**Palavras-chave:** *Clostridium* sp., conservação, coproduto, *Lactobacillus* sp., *Zea mays*.

#### ABSTRACT

This study aimed to evaluate physicochemical and microbiological aspects of wet corn gluten feed (WCGF) according to time of ensilage. The WCGF was evaluated in experimental silos and after one, three, seven, 14, 21, 28 and 42 days, physical, chemical and microbiological evaluation of the silage was carried out. The results were analyzed as a completely randomized design with four replications and regression equations as a function

of time. The number of days of ensiling did not affect neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude protein, mineral matter, non-nitrogenous extract and total digestive nutrients percentages, as well as clostridia count. Dry matter, ether extract, effluents losses and percentages of gas losses and lactic acid bacteria count with variations of 46.54 and 49.05%; 0.96 and 1.71%; 17.97 and 35.14g kg<sup>-1</sup>; 1.90 and 5.68% and 5.0 and 6.9log CFUg<sup>-1</sup> of silage, respectively, all had low coefficient of determination ( $r^2 \leq 0.6$ ). The pH ( $Y = 4.12926 - 0.00894\text{days} + 0.00024126\text{days}^2, r^2 = 0.75$ ) and temperature ( $Y = 19.82657 + 0.11734\text{days} - 0.00502\text{days}^2, r^2 = 0.73$ ) had their minor and major values, respectively, in 18.5 and 11.7 days. Moulds and yeasts count decrease with time of ensilage ( $Y = 6.8983 - 0.0363\text{days}, r^2 = 0.84$ ). The ensiling allows efficient conservation of the chemical, microbiological and physical aspects of WCGF until 42 days of ensilage.

**Key words:** byproducts, *Clostridium* sp., *Lactobacillus* sp., preservation, *Zea mays*.

#### INTRODUÇÃO

A competição na utilização de matérias primas vegetais entre a nutrição humana e de animais de produção leva a uma necessidade crescente de se desvincular ambas as atividades. Para que, de forma independente, haja maior oferta de alimentos e com custo mais reduzido.

O aumento no interesse da inclusão de coprodutos agroindustriais na nutrição animal ocorre devido aos preços baixos em relação a commodities historicamente utilizadas em dietas animais, como milho e soja em grãos. Entretanto, verificam-se

<sup>I</sup>Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, Brasil.

<sup>II</sup>Embrapa Cerrados, Rodovia BR-020, Km 18, CP 08223, 73310-970, Planaltina, DF, Brasil. E-mail: isabel.ferreira@embrapa.br. Autor para correspondência.

empecilhos no uso de tais produtos, visto a existência de fatores como a sazonalidade de oferta pelas agroindústrias, variações em suas composições e maior predisposição à presença de contaminantes (AGHSAGHALI & SIS, 2008).

O farelo úmido de glúten de milho (FUGM) é um coproduto oriundo do processo industrial de separação dos componentes do grão de milho em fibra, amido, glúten e gérmen, obtendo-se o farelo de glúten de milho que, por meio do enriquecimento com água de maceração, leva à formação do produto úmido (FUNDAÇÃO CARGILL, 1980). A introdução deste ingrediente nas dietas animais tem como empecilho seu armazenamento, devido a perdas qualitativas, ocorridas principalmente pelo elevado teor de umidade, associado à exposição ambiental. Além disso, a obtenção deste coproduto, por necessidade de redução de custos, é realizada em grandes volumes, sendo necessário o seu armazenamento na propriedade sem nenhuma técnica específica, realizando-se por meio da formação de amontoados cobertos ou não por lonas plásticas.

O processo de ensilagem consiste na conservação, em ambiente ácido, de alimentos úmidos ou parcialmente secos, de forma anaeróbica, que causa uma depleção na respiração celular e consequente favorecimento da proliferação de bactérias lácticas. A acentuada redução do pH, devido à maior concentração de ácido láctico na massa ensilada, leva a uma inibição de microrganismos e enzimas putrefativas, capazes de promover à deterioração do alimento com o tempo de armazenamento (TOMICICH et al., 2003).

Com o intuito de verificar a capacidade da conservação do FUGM ensilado em função do tempo, o objetivo deste trabalho foi determinar características físico-químicas e microbiológicas da silagem de FUGM em diferentes dias de abertura dos silos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O FUGM a ser ensilado não passou por processamento prévio nem inclusão de aditivos. A composição química média de MS, PB, FDN, FDA, NDT, MM e EE foi de 46%, 25%, 49%, 13%, 78,5, 7% e 1,5%, respectivamente. Realizou-se a confecção de 28 silos em tubos de policloreto de vinila (PVC), com 10 cm de diâmetro e altura entre 32,5 e 41 cm. Inicialmente, inseriu-se areia fina seca, limpa e peneirada no fundo de cada silo experimental, suficiente para drenar todo o líquido lixiviado durante o período de ensilagem, superposta por uma tela

plástica permeável. O FUGM foi compactado por meio de pressão manual até que todo o volume do tubo fosse preenchido, obtendo densidade média de 671,3 kg m<sup>-3</sup>.

A parte superior do tubo foi vedada por uma tampa em PVC com bico tipo *Bunsen* para a saída dos gases oriundos do processo de fermentação. Por fim, foi utilizada fita adesiva para vedar e tornar o compartimento hermético. Durante a ensilagem do material, foram realizadas aferições da temperatura do FUGM por termômetro de infravermelho DT8530 (Instrutemp) a aproximadamente 20 cm de profundidade no amontoado, obtendo-se temperatura média de 38,2°C. A areia, tela permeável, silos vazios e FUGM ensilado foram pesados por balança de mesa (Toledo) com variação de um grama. Por fim, os silos foram acondicionados em ambiente livre de exposição solar.

Quatro silos experimentais foram abertos aos 1, 7, 14, 21, 28 e 42 dias de ensilagem. No momento da abertura, foi realizada a determinação de temperatura, coloração, odor, peso final da silagem e peso final da areia. Determinou-se a coloração e o odor nos dias de abertura, pelo mesmo observador e condições de luminosidade iguais, variando em uma escala com cinco padrões: amarelo claro, amarelo escuro, esverdeado, marrom e preto; e o odor em seis padrões: fraco, acético, alcoólico, adocicado, rancificado e podre, conforme RIOS et al. (2012). A mensuração da temperatura foi em três pontos (início, meio e final dos tubos) para compor a média final.

A silagem foi homogeneizada e separaram-se amostras que foram pesadas e armazenadas para as análises laboratoriais. As variáveis perda por efluentes (Pefl), massa específica (ME) e perdas gasosas (Pgas) foram determinadas de acordo com JOBIM et al. (2007).

A determinação de pH e análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O valor de pH foi mensurado com medidor eletrônico de pH (MS Tecnoyon) e determinou-se a matéria seca (MS) por meio de secagem em estufa de circulação de ar (Analítica), a 55°C, por 72 horas.

A determinação da fibra solúvel em detergente ácido (FDA), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) foi realizada conforme metodologia sugerida pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal Sindrizações (ANFAR, 2009). Os valores de extrativos não nitrogenados (ENN) foram calculados pela fórmula ENN=100-

(PB+EE+MM+FDN), conforme metodologia sugerida por GONÇALVES et al. (2009). Para o cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT), utilizou-se a equação  $NDT=95,88-1,0601(FDA)$ , de acordo com HARLAN et al. (1991).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia Animal Aplicada (LABIO) da UFU. Em amostras das silagens nos dias um, três, sete, 14, 21, 28 e 42, após diluições seriadas, foram quantificadas colônias de lactobacilos, bolores e leveduras e clostrídios. Os resultados obtidos foram multiplicados pela recíproca da diluição utilizada e expressos como UFC.g<sup>-1</sup>. Para análise dos resultados, as contagens foram transformadas em log UFCg<sup>-1</sup>.

As diluições das silagens foram inoculadas utilizando técnica de semeadura *Pour-plate*, conforme *European Union Reference Laboratory for Feed Additives* (EURL, 2011) com ágar Man, Rogosa e Sharpe (MRS-Difco), sendo invertidas e acondicionadas em jarras para anaerobiose do tipo GasPak (Probac), incubadas por 48 horas, a 37°C. A quantificação de bolores e leveduras foi realizada por meio de espalhamento em placa, conforme técnica *Spread-plate* (BASSO et al., 2012), em ágar Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol (DRBC-Difco), incubadas a 25°C durante 72 horas. A quantificação de clostrídios foi realizada por meio

de técnica de semeadura *Pour-plate*, em ágar sulfito polimixina sulfadiazina (SPS-Difco) a 42°C por 48 horas em anaerobiose.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, tendo o tempo como efeito fixo com quatro repetições (abertura dos silos). As equações de regressão e médias foram obtidas pelos PROC REG e PROC MEANS do programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1998). Consideraram-se equações de regressão e coeficientes significativos ( $P<0,05$ ) com  $r^2\geq 0,6$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todo o período de ensilagem, não houve alteração ( $P>0,05$ ) no percentual de FDN, FDA, PB, MM, ENN, NDT e contagem de clostrídios. Já as equações de percentuais de MS, EE, perdas por efluentes (Pefl), perdas gasosas (Pgas) e contagem de bactérias lácticas obtiveram baixos valores de ajuste ( $r^2\leq 0,6$ ). Observou-se comportamento quadrático na dinâmica da temperatura, pH e contagem de bolores e leveduras.

Foi obtida equação de regressão quadrática para a temperatura em função dos dias de abertura dos silos (Tabela 1), as maiores temperaturas, em média 21,5°C foram encontradas próximas aos 12 dias de ensilagem. Nas aferições,

Tabela 1 - Médias e coeficientes de variação de pH, temperatura (°C), matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrativo não-nitrogenado (ENN), nutrientes digestíveis totais (NDT), perdas por efluentes (Pefl), perdas gasosas (Pgas) da silagem de farelo úmido de glúten de milho em diferentes dias de abertura dos silos.

Variável	-----Dias de ensilagem-----							CV%
	1	3	7	14	21	28	42	
pH	4,11	4,10	4,09	4,09	4,04	4,05	4,18	0,55
Temperatura (°C)	22,4	20,3	20,5	20,2	18,9	20,7	15,4	11,00
MS (%) <sup>1</sup>	46,54	47,26	49,05	48,11	47,24	47,34	47,54	0,74
FDN (%) <sup>1</sup>	48,96	50,09	51,30	47,34	49,00	49,77	48,95	6,24
FDA (%) <sup>1</sup>	13,08	12,83	13,31	12,93	13,32	14,10	13,44	2,04
EE (%) <sup>2</sup>	1,63	1,71	1,20	1,35	1,44	1,08	0,96	18,64
PB (%) <sup>1</sup>	25,34	25,70	25,13	26,21	25,67	26,06	25,90	2,93
MM (%) <sup>1</sup>	6,77	7,40	7,15	7,00	7,12	6,73	7,64	8,05
ENN (%) <sup>1</sup>	17,08	15,31	15,22	18,10	16,62	16,62	15,96	20,26
NDT (%) <sup>1</sup>	78,22	77,96	78,07	78,33	78,06	78,56	77,99	0,72
Pefl (g/kgMV) <sup>2</sup>	17,97	19,32	23,76	33,03	35,14	24,95	25,55	19,28
Pgas (%) <sup>2</sup>	-	2,88	1,90	5,68	5,60	5,08	5,07	30,29
	-----Equação de regressão-----					Platô (dias)	r <sup>2</sup>	
pH <sup>4</sup>	Y=4,12926-0,00894dias+0,00024126dias <sup>2</sup>					18,5	0,75	
Temperatura (°C) <sup>3</sup>	Y=19,82657+0,11734dias-0,00502dias <sup>2</sup>					11,7	0,73	

<sup>1</sup>Variável com equação de regressão não significativa ( $P>0,05$ ); <sup>2</sup>Variável com equação de regressão com baixo coeficiente de determinação ( $r^2<0,6$ ); <sup>3,4</sup>Variáveis com platô (em dias), representando o maior e menor valor no período de observação, respectivamente; (-) Dado inexistente.

os valores absolutos de temperatura variaram entre 14,3 (dia 42) e 22,9°C (dia 1).

BORREANI & TABACCO (2010) afirmam que há uma correlação direta entre a temperatura e a qualidade da silagem, tanto que utilizam a elevação da temperatura como parâmetro para verificar o aumento da deterioração aeróbica de silagem de milho. Os autores encontraram médias de 18,6 e 30,6°C em amostras profundas e periféricas, respectivamente, de silagens de milho no norte da Itália. SÁ NETO et al. (2013) encontraram valores máximos de temperatura de 37,9; 36,2 e 36,4°C, respectivamente, nas silagens de milho sem inoculantes, inoculada com *Lactobacillus buchneri* e inoculada com *L. buchneri* e *Lactobacillus plantarum* em exposição aeróbica por cinco dias.

CHERNEY (2000) ressalta que o aumento de temperatura na silagem é decorrente da deterioração por microrganismos aeróbicos, permitindo o aumento de perdas de matéria seca, principalmente decorrentes das reações de Maillard em altas temperaturas. Entretanto, não foram observados valores absolutos de temperaturas maiores que 22,9°C neste experimento, impedindo elevadas perdas nutricionais, decorrentes das reações de Maillard, ocorridas em temperaturas bem superiores às encontradas em nosso trabalho (NUNES & BAPTISTA, 2001).

Dessa maneira, acredita-se que as temperaturas encontradas na silagem de FUGM não são capazes de promover perdas nutricionais, principalmente pelo fato de que este material, em seu processo industrial de obtenção, tenha sofrido processamento termo-químico por tempo prolongado, possibilitando possíveis perdas já nesta fase.

O pH apresentou comportamento quadrático (Tabela 1), com decréscimo do pH até 18,5 dias, tendendo à elevação até 42 dias. TOMICH et al. (2003) afirmam que o pH capaz de promover a eficiente conservação da silagem está relacionado à

umidade do ambiente, ao período de incidência solar e ao teor de matéria seca do material, fatores estes que influenciam diretamente a umidade da silagem. Considerando tais variáveis, em condições ótimas em silagens com teor de matéria seca acima de 40%, os valores de pH devem encontrar-se abaixo de 4,6. Tal faixa de pH foi observada neste trabalho em todo o período de ensilagem.

A ausência de alterações nos percentuais de FDN, FDA, PB, MM, ENN e NDT do FUGM do primeiro ao 42º dia de ensilagem mostra que esta forma de conservação, desde que seja feita em condições adequadas, permite a manutenção das características nutricionais deste ingrediente. A inexistência no aumento de P<sub>gas</sub> e P<sub>efl</sub> com o tempo de ensilagem pode indicar eficiente conservação do FUGM por meio da ensilagem, fazendo com que a deterioração aeróbica, responsável por grande parte das perdas de matéria seca, tenha sido decorrente apenas da presença de oxigênio existente no interior da massa durante a ensilagem do material e não devido à multiplicação de microrganismos indesejados.

A contagem de bactérias lácticas variou entre zero e 42 dias em 2log UFCg<sup>-1</sup> de silagem (Tabela 2). COAN et al. (2007) observaram, entre zero e 56 dias de ensilagem, aumento da contagem de bactérias lácticas em silagens de capim Tanzânia (0 vs 5log UFCg<sup>-1</sup> de silagem) e Marandu (2 vs 5log UFCg<sup>-1</sup> de silagem). A contagem de bactérias lácticas nos diferentes dias de abertura da silagem de FUGM está próxima aos números observados por SÁ NETO et al. (2013) em silagens de milho e cana-de-açúcar, que encontraram valores (em log UFCg<sup>-1</sup> de silagem) de 5,32 e 6,96 após 150 dias de ensilagem, respectivamente.

O tempo de ensilagem do FUGM gerou efeito linear negativo na contagem dos bolores e leveduras, decrescendo de 7,2 para 5,5 log UFCg<sup>-1</sup> de silagem entre 1 e 42 dias de ensilagem. Este comportamento

Tabela 2 - Contagem e coeficientes de variação de unidades formadoras de colônias de bactérias lácticas, bolores e leveduras e clostrídios, por grama de silagem de farelo úmido de glúten de milho, em diferentes dias de abertura dos silos.

Variável	-----Dias de ensilagem-----							CV%
	1	3	7	14	21	28	42	
Bactérias lácticas (log UFCg <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	6,4	6,9	5,0	6,7	6,3	5,8	4,9	14,16
Bolores e leveduras (log UFCg <sup>-1</sup> )	7,2	6,7	6,4	-	6,0	5,8	5,5	9,50
Clostrídios (log UFCg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	2,0	1,7	2,1	1,8	1,9	1,5	1,9	25,28
	-----Equação de regressão-----							r <sup>2</sup>
Bolores e leveduras (log UFCg <sup>-1</sup> )	Y = 6,8983-0,0363dias							0,84

<sup>1</sup>Variável com equação de regressão não significativa (P>0,05); <sup>2</sup>Variável com equação de regressão com baixo coeficiente de determinação (r<sup>2</sup><0,6); (-) Dado inexistente.

é decorrente das condições de anaerobiose mantidas durante todo o período de ensilagem, visto que o desenvolvimento fúngico é dependente da presença de oxigênio. Nas silagens, esta característica foi observada por BORREANI & TABACCO (2010), que observaram maiores contagens de bolores e leveduras em regiões periféricas de silos, áreas com maiores concentrações de oxigênio. A redução na contagem destes microrganismos também sugere que o teor de matéria seca e o tamanho de partícula do FUGM possibilita uma compactação eficiente da massa com alta capacidade de expulsão do ar contida nela.

Em ensilagem experimental de milho com inoculante bacteriano e abertura aos 110 dias, DOLCI et al. (2011) observaram contagens de bolores inferiores às deste experimento, com 4,9 e 2,6log UFCg<sup>-1</sup> de bolores e leveduras, respectivamente, para a ensilagem padrão em bags permeáveis ao oxigênio e ensilagem com material fundido, adicionado de barreiras contra oxigênio, havendo diferença entre os valores (P<0,001). Os autores afirmam que a deterioração de silagens por leveduras dos gêneros *Saccharomyces*, *Candida*, e *Pichia*, pela utilização do ácido láctico, levam ao aumento da temperatura e do pH da massa.

A contagem de clostrídios variou entre médias de 1,5 (dia 28) e 2,1 (dia 7) log UFCg<sup>-1</sup> de silagem, não ocorrendo variação significativa entre os dias de abertura dos silos. É desejável que, em todo período de ensilagem, ocorra uma população reduzida de clostrídios, pelo fato de que, as perdas por gases, decorrentes da fermentação de carboidratos, ácidos orgânicos e aminoácidos, realizadas por estes microrganismos, ocasionam intensa perda de nutrientes (MUCK, 1988).

BORREANI & TABACCO (2010) avaliaram a qualidade de silagens de milho, em 54 propriedades de exploração leiteira na Itália, e observaram médias de contagens de esporos viáveis de clostrídios de 1,36log, número mais provável (NMP), por grama de silagem em porções profundas da massa ensilada, sendo, nas porções periféricas, média de 2,75 (log NMPg<sup>-1</sup> de silagem). MCENIRY et al. (2006) avaliaram silagens de gramíneas de clima temperado e encontraram valores médios de clostrídios entre 3,04 e 3,7log UFCg<sup>-1</sup> de silagem. Estes resultados mostram que a ensilagem como método de conservação do FUGM permite a manutenção adequada da população de clostrídios.

Na abertura dos silos, identificou-se odor alcoólico nos dias um, três, sete, 14, 21 e 28. No 42º dia, a silagem possuiu odor predominantemente acético.

Não houve alteração da cor do produto ensilado, permanecendo sempre de coloração amarela média, característica do FUGM não ensilado, indicando que a silagem permaneceu de boa qualidade.

## CONCLUSÃO

A ensilagem experimental do FUGM não gera influência importante em sua composição química e, apesar do pH sofrer influência do tempo de ensilagem, é mantido em uma faixa ideal. A contagem de bolores e leveduras e clostrídios encontrados permitem uma boa preservação da silagem de FUGM.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro na realização deste trabalho por meio do processo 01/12 CVZ APQ 00568/12, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. Aos Laboratórios de Nutrição Animal e de Biotecnologia Animal Aplicada da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pela disponibilização de estrutura e reagentes.

## REFERÊNCIAS

- AGHSAGHALI, A.M.; SIS, N.M. Nutritive value of some agro-industrial by-products for ruminants – A review. **World Journal of Zoology**, v.3, n.2, p.40-46, jun., 2008. Disponível em: <[http://idosi.org/wjz/wjz3\(2\)2008/2.pdf](http://idosi.org/wjz/wjz3(2)2008/2.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2013.
- ANFAR. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal - Métodos Analíticos**. São Paulo, 2009. 204p.
- BASSO, F.C. et al. Fermentation and aerobic stability of high-moisture corn silages inoculated with different levels of *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.11, p.2369-2373, nov., 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982012001100011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982012001100011)>. Acesso em: 31 jan. 2014. doi: S1516-35982012001100011.
- BORREANI, G; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.6, p.2620-2629, jun., 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20494171>>. Acesso em: 31 jan. 2014. doi: 10.3168/jds.2009-2919.
- CHERNEY, D.J.R. Characterization of forages by chemical analysis. In: GIVENS, D.I. et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. New York: CABI Publishing, 2000. p.281-300.
- COAN, R.M. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, supl., p.1502-1511, set./out., 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982007000700007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000700007)>. Acesso em: 11 set. 2013. doi: 10.1590/S1516-35982007000700007.
- DOLCI, P. et al. Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films.

- Applied and Environmental Microbiology**, v.77, n.21, p.7499-7507, ago., 2011. Disponível em: <<http://aem.asm.org>>. Acesso em: 07 jan. 2014. doi: 10.1128/AEM.05050-11.
- EURL. EUROPEAN UNION REFERENCE LABORATORY FOR FEED ADDITIVES. **Evaluation report on the analytical methods submitted in connection with the application for the authorisation of new feed additives according to regulation (EC) no. 1831/2003**. Geel, Bélgica, 2011. 12p. Online. Disponível em: <<http://imm.jrc.ec.europa.eu/SiteCollectionDocuments/FinRep%20FAD-2013-0025-L-Tryptophan.doc.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2014.
- FUNDAÇÃO CARGILL. **Produtos de milho processados por via úmida para o uso em rações**. Campinas, SP, 1980. 20p.
- GONÇALVES, L.C. et al. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 576p.
- HARLAN, D.W. et al. Detergent fiber triats to predict productive energy of forages fed free choice to non lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1337-1353, abr., 1991.
- JOBIM, C.C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl. esp., p.101-119, jul., 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982007001000013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000013)>. Acesso em: 16 out. 2013. doi: 10.1590/S1516-35982007001000013.
- MCENIRY, J. et al. The microbiological and chemical composition of baled and precision-chop silages on a sample of farms in County Meath. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.45, n.1, p.73-83, fev., 2006. Disponível em: <[http://www.teagasc.ie/research/journalarchives/vol45no1/p73\\_83.pdf](http://www.teagasc.ie/research/journalarchives/vol45no1/p73_83.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2014.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p. 2992-3002, nov., 1988.
- NUNES, C.S.; BAPTISTA, A.O. Implicações da reação de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.96, n.538, p. 53-59, abr./jun., 2001. Disponível em: <[http://www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf6\\_2001/Maillard.pdf](http://www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf6_2001/Maillard.pdf)>. Acesso em: 03 fev. 2014.
- RIOS, M.P. et al. Aspectos físicos das silagens de capim elefante com diferentes níveis de inclusão de farelo úmido de glúten de milho. **Veterinária Notícias**, v.18, n.2, supl. p.110-113, jul./dez., 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/22861>>. Acesso em: 27 dez. 2013.
- SÁ NETO, A. et al. Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L.plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.5, p.528-535, mai., 2013. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/13174>>. Acesso em: 22 out. 2013. doi: 10.1590/S0100-204X2013000500009.
- SAS INSTITUTE. **SAS User's guide: statistics**. 6.ed. Cary, 1998. 956p.CD.
- TOMICH, T.R. et al. **Características químicas para a avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para a qualificação da fermentação**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. Acesso em: 11 out. 2013. Online. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC57.pdf>>.