

# MÉTODO DE RECONSTITUIÇÃO DA UMIDADE DE GRÃOS DE MILHO E A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MASSA ENSILADA

## RECONSTITUTING METHODS OF HUMID FOR DRIED GRAINS AND CHEMICAL COMPOSITION OF MOISTURE CORN SILAGE

Ana Beatriz Rocha de Castro LOPES<sup>1</sup>; Marco Antônio Martim BIAGGIONNI<sup>2</sup>; Dirlei Antonio BERTO<sup>3</sup>; José Roberto SARTORI<sup>3</sup>; César Eduardo BOFF<sup>4</sup>

**RESUMO:** O ensaio objetivou avaliar os efeitos dos métodos de reconstituição de grãos de milho sobre a qualidade da silagem obtida. Os tratamentos foram: **T1**- Grãos inteiros misturados com água a temperatura ambiente seguido de acondicionamento em geladeira à 4°C, por 72 hs; **T2**- Grãos inteiros misturados com água a 75°C e; **T3**- Grãos moídos e misturados com água a temperatura ambiente. Os grãos de milho com umidade inicial de 16% bu foram reumedecidos para atingir uma umidade final de 33%, bu. O monitoramento de temperatura ocorreu durante 21 dias. As análises de qualidade foram: teor de umidade, pH, perfil de ácidos orgânicos e quantificação do amido total. Os valores de umidade final ficaram próximos ao desejado (**T1**= 33,48, **T2**= 34,81; **T3**= 34,57 % bu). Os valores de pH variaram de 4,25 (**T1** e **T2**) a 4,29 (**T3**). No **T2** obteve-se porcentagem maior de ácido láctico (69,09%) e menor porcentagem de ácido butírico (3,21%). Em todos os tratamentos, a temperatura da silagem praticamente acompanhou a temperatura do ambiente. Os três métodos de reconstituição foram eficientes permitindo atingir a umidade desejada. O melhor método de reconstituição foi o **T2**, proporcionando maior porcentagem de ácido láctico e menor de ácido butírico.

**UNITERMOS:** Grãos reumedecidos, Milho, Silagem, Temperatura.

## INTRODUÇÃO

Segundo Biagi (1990), processamento é qualquer tratamento que uma ração ou ingrediente de uma ração recebe antes de ser consumida pelos animais.

O processamento de grãos nas rações tem sido utilizado para melhorar sua utilização pelos animais. Segundo Theurer (1986) são considerados grãos processados aqueles tratados com aquecimento a vapor, extrusados, ensilados com alta umidade e reconstituídos.

O processo de reconstituição do milho, isto é, o reumedecimento dos grãos secos até o teor de umidade adequado para ensilagem, pode parecer, a princípio, um processamento desnecessário e “energeticamente irracional”, dificultando a utilização do cereal nas rações e desprezando a energia térmica consumida durante a etapa de secagem.

Em ocasiões específicas, entretanto o processo de reconstituição pode representar uma alternativa viável, agregando benefícios ao pecuarista e ao pesquisador. Nas propriedades rurais, em função dos graves problemas de infra-estrutura de armazenagem local, a tendência é que ocorram, após alguns meses de acondicionamento impróprio, significativas perdas qualitativas e quantitativas. Esta situação poderia ser revertida com o reumedecimento dos grãos secos e confecção da silagem de grãos úmidos, obtendo-se um sistema de armazenamento mais duradouro e seguro da safra, além da disponibilização de um alimento de elevada qualidade para os animais. Lopes et al. (2001 a, b) verificaram que a silagem de grãos úmidos de milho apresentaram melhor valor nutricional para leitões e suínos em crescimento e terminação, comparado ao milho seco.

Na área científica, por outro lado, maior

<sup>1</sup> Pós-Graduada da FMVZ/UNESP. Depto. de Produção Animal. Botucatu – SP. [bia@fca.unesp.br](mailto:bia@fca.unesp.br)

<sup>2</sup> Professor da FCA/UNESP, Botucatu – SP.

<sup>3</sup> Professores da FMVZ/UNESP, Botucatu – SP.

<sup>4</sup> Graduando do curso de Engenharia Agrônômica, CAV/UDESC, Lage/SC.

Received 10/11/03 Accept 10/07/04

flexibilidade seria obtida nos ensaios relacionados à ensilagem de grãos úmidos, permitindo a realização de pesquisas em quaisquer épocas, independentemente do período da safra.

Entretanto, o sucesso na utilização da silagem obtida com grão reconstituído passa, necessariamente, por garantias quanto a técnica de reumedecimento empregada e a qualidade do produto final.

Diversas pesquisas conduzidas a partir de grãos reumedecidos têm sido relatadas na literatura internacional (McNEIL *et al.*, 1971; TONROY; PERRY, 1974; CRENSHAW *et al.*, 1984). A falta de padronização ou omissão no detalhamento da técnica utilizada, constituem empecilho para reprodutibilidade dos ensaios. Existem variações, principalmente, quanto a temperatura da água de reumedecimento e ao estado físico do grão na mistura (inteiro ou moído).

Informações a respeito da qualidade do alimento reconstituído também não são completas, uma vez que, normalmente, análises relativas ao perfil de ácidos orgânicos e caracterização do amido não são apresentadas. De acordo com Vilela (1998), no que se refere à eficácia do processo de ensilagem, os parâmetros normalmente empregados como critérios de classificação abrangem o pH, os ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal.

Huck *et al.* (1999) demonstraram em um experimento com grãos de sorgo reconstituídos com dois teores de umidade (30 e 35%) e grãos de sorgo naturalmente úmidos (25% de umidade) que, aumentando o conteúdo de umidade, aumentou a taxa de produção de ácido láctico e diminuiu o tempo de fermentação requerido para adquirir o pH final nos grãos ensilados. Aos 10 dias de armazenamento, o pH era 4,0, 4,5 e 6,5 para os tratamentos com 35, 30 e 25% de umidade, respectivamente.

A produção de ácidos orgânicos em uma silagem de grãos úmidos, tais como, láctico, acético, propiônico, butírico e vários isoácidos, depende das práticas de confecção, do estágio de maturação e, conseqüentemente, umidade dos grãos, e da população de microrganismos do material ensilado (MAHANNA, 1994).

Diante do exposto, buscando trazer subsídios que auxiliem na padronização de uma técnica de processamento de alimentos para animais, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos métodos de reconstituição de grãos de milho sobre a composição química da silagem obtida.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com grãos de milho reconstituídos e ensilados no período de 23/08/02 a 16/09/02, utilizando a variedade de milho CO 32, num ensaio com três tratamentos e três repetições, num delineamento inteiramente casualizado (Statistic Analysis System- SAS, 1992).

Os tratamentos (**T**), ou métodos de reumedecimento, foram definidos a partir de procedimentos encontrados na literatura:

**T1**- Grãos inteiros misturados com água a temperatura ambiente seguido de acondicionamento em geladeira à 4°C, por 72hs; **T2**- Grãos inteiros misturados com água a 75°C e **T3**- Grãos moídos e misturados com água à temperatura ambiente.

No tratamento T1, a moagem foi realizada quatro dias após a adição da água (período de descanso), em moinho martelo com uma peneira de 6 mm.

Para os tratamentos T2 e T3, a adição de água e moagem (moinho martelo com peneira 6 mm) foram realizados no mesmo dia da moagem do tratamento T1.

Os grãos de milho com umidade inicial de 16% bu<sup>2</sup> foram reumedecidos para que pudessem atingir umidade final de 33% bu, conforme recomendação para silagem de grãos naturalmente úmidos. Para os três tratamentos, os grãos foram colocados em um misturador de ração tipo “Y”, por 10 minutos, com a quantidade de água estimada para o reumedecimento desejado, de acordo com a **Equação 1** adaptada de Ferreira (1983):

$$\Delta H_2 O = [MU \times (U_f - U_i) / 100 - U_f] / \rho \quad (\text{Equação 1}),$$

onde:

$\Delta H_2 O$  = Volume de água a ser adicionada, litros.

MU = Massa do produto úmido, Kg.

$U_f$  = Umidade final, % bu

$U_i$  = Umidade inicial, % bu

$\rho$  = massa específica da água, kg/L

O volume de água encontrado no cálculo foi de 15 litros para uma massa úmida de 60kg de milho. Entretanto, adicionou-se um excesso de 20% para suprir possíveis perdas no processo, fixando-se em 18 litros de água por amostra de 60Kg.

Seguiu-se, então, a imediata ensilagem de todo material, de acordo com as recomendações de Costa *et al.* (1999). Nove tubos de PVC, medindo 0,10m de

<sup>2</sup> %bu: porcentagem em relação à base úmida. Expressão do teor de umidade obtido pela relação entre massa de água contida no produto e massa total (matéria seca + água).

diâmetro por 1,0 m de altura, foram adaptados para simularem silos herméticos, sendo mantidos, durante todo o experimento, em ambiente protegido da radiação solar, à temperatura ambiente.

O monitoramento da temperatura foi realizado através de termopares de cobre-constantan (tipo T), com isolamento em PVC, bitola 2 X 24 AWG, acoplados a um sistema de aquisição de dados, dotado de duas placas multiplexadoras para 32 canais cada, módulo de memória e interfaces para comunicação direta com microcomputador. O sistema de aquisição de dados, dotado de software próprio foi programado para fazer leituras em intervalos regulares de 10 segundos. As temperaturas foram armazenadas e o sistema produziu uma média a cada duas horas, registrando também a temperatura do ambiente onde se encontravam os silos experimentais.

As amostras dos três tratamentos, após 21 dias de armazenamento, foram submetidas à análise de pH (LOPES, 2000), análise de perfil de ácidos orgânicos (HPLC) e quantificação de amido total (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION-ISO, 1987). Todas as análises foram realizadas no Centro de Raízes e Amidos Tropicais – CERAT- UNESP- Botucatu.

As análises de umidade dos grãos e da silagem, antes e depois do período de armazenamento, foram realizadas de acordo com American Society of Agricultural Engineers-ASAE (1995) e Association of official analytical chemists - AOAC (1984), respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados médios dos teores de umidade dos grãos (inicial e final) e pH das silagens. Verificou-se, pela análise dos resultados, que todos os métodos de reconstituição utilizados neste ensaio foram efetivos em reidratar os grãos de milho para que atingissem a umidade final preconizada nas silagens de grãos úmidos, isto é, 28 –35%, segundo Costa et al. (1999). A análise estatística realizada não apontou diferenças significativas entre os métodos testados, obtendo-se valores de umidade finais muito próximos ao estimado pela Equação 1. Embora o dimensionamento da quantidade de água a ser adicionada tenha sido baseado num teor de umidade final de 33% bu, pode-se justificar este pequeno aumento obtido a partir da margem de segurança de 20% de inclusão de água, nos três tratamentos.

**Tabela 1.** Resultados médios de umidade inicial e final dos grãos e pH da silagem de grãos de milho reconstituídos.

Variáveis	Métodos de reconstituição		
	T1	T2	T3
Umidade inicial (%)	16	16	16
Umidade final <sup>1</sup> (%)	33,48 a	34,81 a	34,57 a
pH	4,25	4,25	4,29

<sup>1</sup> - Valores seguidos de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05)

Os valores de pH ficaram muito próximos, variando de 4,25 a 4,29, estabilizando-se, entretanto, pouco acima da faixa ideal recomendada pela literatura para silagem naturalmente úmida (3,80 a 4,20). Vale ressaltar, por outro lado, que no momento da abertura dos silos experimentais, para coleta de amostras não foi constatado aparentemente nenhuma diferença entre as silagens com relação ao odor, coloração e textura.

Resultados semelhantes foram encontrados por Huck et al. (1999), que após 10 dias de armazenamento, o pH era de 4,0, 4,5 e 6,5 para os tratamentos com 35, 30 e 25% de umidade, respectivamente. A faixa de pH para silagem de grãos reconstituídos pode ser um pouco maior do que para silagem de grãos naturalmente úmidos

(4,0 a 4,5).

Embora o pH entre 3,8 e 4,2 seja esperado numa silagem naturalmente úmida bem preparada, este indicador não pode ser considerado como critério único para avaliação das fermentações, pois seu efeito inibidor sobre as bactérias depende da velocidade do declínio da concentração iônica e do grau de umidade do meio (WOOLFORD, 1984 apud VILELA, 1998).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados médios de porcentagem de amido total e de ácidos orgânicos das silagens. Os teores de amido apresentaram pequena variação, de apenas 2,55 pontos percentuais, entre o maior (T3 =73,22%) e o menor valor (T2 =70,77% ).

**Tabela 2.** Resultados médios percentuais de amido total e de ácidos orgânicos em relação ao total de ácidos da silagem de grãos de milho reconstituídos.

Variáveis	Métodos de reconstituição		
	T1	T2	T3
Amido * (%)	71,41	70,77	73,22
Lático (%)	62,85	69,09	55,55
Acético (%)	21,14	25,75	23,50
Propiônico (%)	10,28	1,93	14,74
Butírico (%)	5,71	3,21	6,19

- Resultados expressos em 100% Matéria Seca.

Observou-se, ainda uma relação inversa entre o teor de amido total e a porcentagem de ácido láctico formada, isto é, o tratamento com menor teor de amido **T2 (70,77%)** foi também o que apresentou maior porcentagem de ácido láctico (**69,09%**).

A melhor conversão de açúcares para ácidos orgânicos do **T2** pode estar relacionada com a temperatura da água no momento do reumedecimento (75°C), pois este fato pode ter propiciado condições semelhantes à da germinação (alta umidade e temperatura), ativando as enzimas presentes no próprio grão, quebrando, assim, as ligações do amido e disponibilizando, mono e dissacarídeos, para a produção de ácidos.

Por outro lado, a produção de ácidos orgânicos em uma silagem de grãos úmidos, tais como, láctico, acético, propiônico, butírico e vários isoácidos, depende das práticas de manejo, do estágio de maturação e umidade, conteúdo de carboidratos solúveis, da capacidade tampão e da população de microrganismos do material (MAHANNA, 1994; ROTZ; MUCK, 1994 apud JOBIM, 1996).

A silagem de grãos inteiros reconstituídos com água a 75°C (**T2**) obteve maior porcentagem de ácido láctico (69,09%) e menor porcentagem de ácido butírico (3,21%) em relação as demais silagens. Resultado próximo ao encontrado por Jaster, (1994) apud Jobim, (1996), onde o teor de ácido láctico da silagem de grão úmido representava 60% do total de ácidos orgânicos produzidos.

O maior teor de ácido láctico é indicativo de uma silagem de melhor qualidade, enquanto que o teor de ácido butírico indica perdas significativas de matéria seca, redução da aceitabilidade e da estabilidade da silagem. Segundo Mahanna (1994), em silagem de grãos naturalmente úmidos de boa qualidade, o ácido láctico deve ser dominante e estar presente de 1 a 3%, o ácido butírico

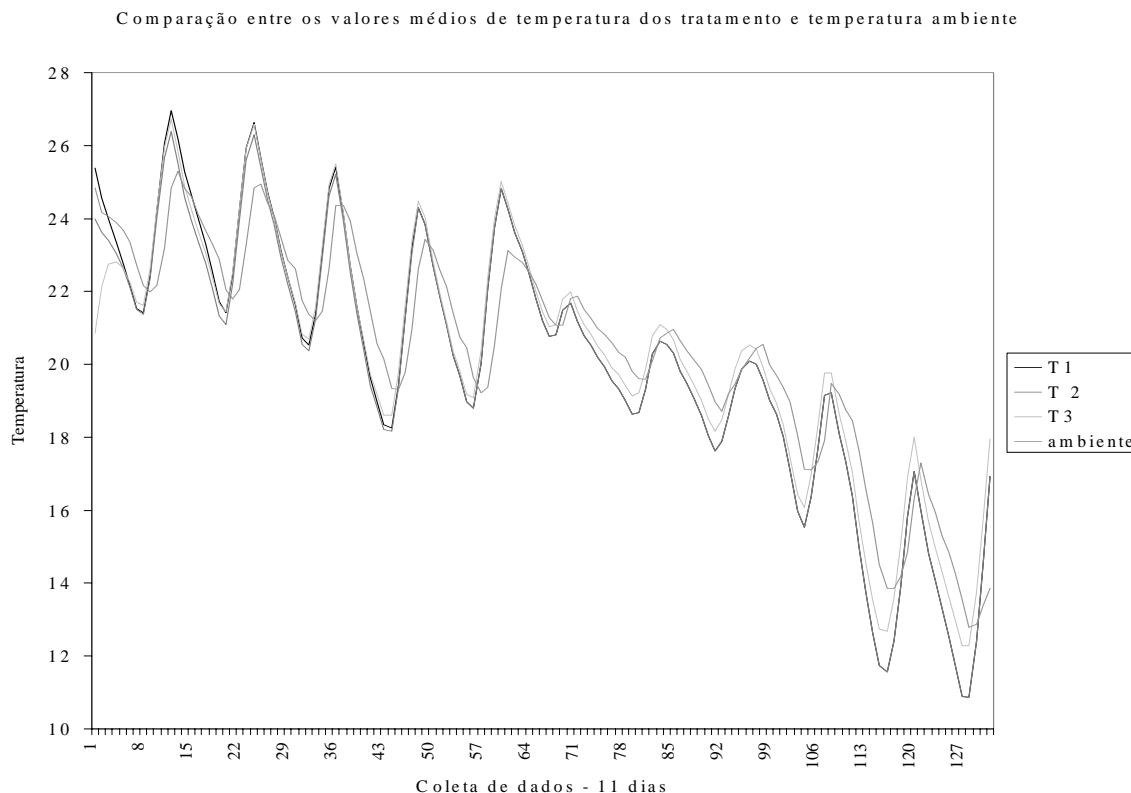
e acético em níveis menores que 0,1% e o ácido propiônico em torno de 1% na matéria seca da silagem, sendo que estas porcentagens, representam em relação aos demais ácidos orgânicos, que o ácido láctico pode variar de 24 a 73% e que o ácido butírico teria um valor menor ou igual a 2,4%. Portanto, além do critério teor de amido total, a análise de qualidade pelo perfil de ácidos orgânicos também indicou a tendência da melhor qualidade da silagem do tratamento **T2**.

Na Figura 1 verifica-se a variação das temperaturas, a cada duas horas, obtidas nos três tratamentos (média das três repetições) e no ambiente, durante um período de 11 dias de monitoramento. Verificou-se, que em todos os tratamentos a temperatura da silagem praticamente acompanhou a temperatura do ambiente, registrando temperaturas médias de 20,07, 19,96, 20,35 e 20,44 °C para os tratamentos **T1**, **T2**, **T3** e ambiente, respectivamente. Se por um lado, a comparação entre os valores absolutos das temperaturas registradas na massa ensilada e ambiente não apontou desvios significativos, a análise do comportamento das curvas dessas temperaturas indicou uma variação interessante. Verificou-se, até o sexto dia após o início do processo (136 horas), a tendência da temperatura da silagem manter-se mais alta em relação ao ambiente, durante o dia. A partir do sexto dia essa diferença foi diminuindo até inverterem-se as posições, com a temperatura do ambiente maior, durante quase todo o período.

Tal comportamento corrobora com os dados obtidos por Biaggioni et al (2002), sugerindo ser uma consequência da fermentação mais intensa, característica do início do processo, gerando maior aquecimento do produto ensilado. Estudando a transferência de calor em silagem de milho úmido acondicionada em recipientes de plástico, com capacidade para 100 e 200L, os autores

encontraram a tendência da temperatura da massa manter-se mais alta nos primeiros dez dias de monitoramento, enquanto a temperatura ambiente registrou os valores mais altos entre o 11º e o 20º dia. A

explicação para este descompasso entre as temperaturas registradas na massa e no ambiente foi relacionada ao processo de fermentação anaeróbia que ocorre durante a ensilagem, com a geração de calor interno.



**Figura 1.** Variação da temperatura do material ensilado, respectivo aos tratamentos e do ambiente.

Tendo em vista o elevado teor de umidade com que o produto foi armazenado, a ação dos microrganismos (fermentações) iniciou-se imediatamente estendendo-se, possivelmente, durante os primeiros dias de armazenagem, quando a massa ensilada praticamente estabilizou-se.

No presente ensaio, não se pode detectar o pico da temperatura esperado nos primeiros dias de armazenamento da silagem, que refletiria mais claramente a intensa fermentação inicial. Esta baixa sensibilidade pode ser explicada, principalmente, pelas dimensões dos silos, reduzindo a inércia térmica do sistema e expondo o produto às variações do ambiente. Desta forma, toda energia térmica eventualmente gerada no processo, possivelmente, foi rapidamente dissipada para o ambiente.

O método de obtenção das médias das temperaturas, processadas pelo próprio sistema de aquisição de dados, também pode ter mascarado o pico

de aquecimento. Como os valores de temperatura gerados eram obtidos a partir de uma média das temperaturas lidas a cada 10 segundos, durante um período de 2 horas, é possível que tenha ocorrido uma redução importante do pico de temperatura, devido a rápida dissipação de calor.

## CONCLUSÕES

Os três métodos de reconstituição são eficientes para obtenção do teor de umidade desejado.

Há indicação da melhor qualidade do método de reconstituição, segundo o perfil de ácidos orgânicos, quando os grãos inteiros são misturados com água a 75°C.

Novas pesquisas devem buscar a seleção de um grupo de análises que permitam avaliar integralmente a qualidade da silagem de grãos úmidos.



**ABSTRACT:** An experiment was carried out in order to evaluate the effects of reconstituting corn grains on the quality of obtained silage. The treatments were: T1- whole dried grains, at 16 % w.b. moisture content, was reconstituted to 30-35 % w.b. by adding water, at ambient temperature, followed by conditioning at 4 °C, during 72 hours and grinded after; T2 – whole dried grains, at 16 % w.b. moisture content, was reconstituted to 30-35 % w.b. by adding water, at 75 °C and and grinded after T3 – grinded dried grains, at 16 % w.b. moisture content, was reconstituted to 30-35 % w.b. by adding water, at ambient temperature and grinded after. The temperature monitoring occurred during 21 days. The quality analyses were: moisture content, pH, organic acids profile and qualification of total starch percentage. The values final moisture were very similar obtained contents desirable (T1 = 33.48; T2 = 34.81 and T3 34.57 % w.b.), and pH values (T1 and T2=4.25, T3= 4.29). T2 showed the largest percentage of lactic acid (69.09%) and the smallest percentage of butyric acid (3.21%). The silage temperature followed the ambient air temperature. The three reconstitution methods were efficient in obtaining final moisture contents desirable. The best reconstitution method according to quality analyses (organic acids profile) was T2.

**UNITERMS:** High moisture grains, Corn, Silage and temperature.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 1995:** standards engineering practices data. 42. ed. St. Joseph; 1995. 463 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **AOAC:** official methods of analysis. 14. ed. Washington, D.C., 1984. 1121 p.

BIAGGIONI, M. A. M. et al. Estudo da transferência de calor na direção axial em tambores plásticos contendo silagem de grão úmido de milho. **Anais...** Salvador, CONBEA, 2002.

BIAGI, J. D. Tecnologia de peletização de rações. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1990. p. 37-59.

COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C.; CHARDULO, L. A. L. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999 **Anais ...** p. 69-87.

CRENSHAW, J.D.; PEO JR., E. R.; LEWIS, A. J.; MOSER, B. D. e CRENSHAW, T. D. The nutritional value of high moisture and reconstituted sorghum grain for swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 5, p. 1222-1230, Sept. 1984.

FERREIRA, W. A. Armazenamento de grãos de cereais. In: Manual de armazenamento e embalagem de produtos agropecuários. CEREDA, M.P.; SANCHES, L. (Eds). FEPAF. UNESP. Botucatu, 1983, p. 96-128.

HUCK, G. L.; KREIKEMEIER, K. K.; BOLSEN, K. K. Effect of reconstituting field-dried and early-harvested sorghum grain on the ensiling characteristics of the grain and on growth performance and carcass merit of feedlot heifers. **Journal Animal. Science** Champaign, v. 77, p. 1074 – 1081, 1999.

JOBIM, C. C. **Avaliação das características microbiológicas, químicas e digestibilidade das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho.** 1996. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Norme Internacionale:** dosage l'amidon. Suisse, 1987. 4 p (ISO., 6647).

LOPES, A. B. R.C. **Silagem de grãos úmidos de milho em rações desuínos nas fases inicial, de crescimento e de terminação.** 2000. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LOPES, A. B. R. C.; BERTO, D. A.; COSTA, C., MUNIZ, M. H. B.; PADOVANI, C. R. Silagem de grãos úmidos de milho em rações de suínos em fase inicial dos 8 aos 30 kg. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 58, n. 2, p 181-190, 2001a.

LOPES, A. B. R. C.; BERTO, D. A.; COSTA, C., MUNIZ, M. H. B.; ROSA, G. J. M. Silagem de grãos úmidos de milho em rações de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.58, n.2,p191-200, 2001b.

MAHANNA, B. Proper management assures high quality silage, grains. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 10, p. 12-23, Jan., 1994.

McNEILL J. W.; POTTER, G. D.; RIGGS, J. K. Ruminal and Postruminal carbohydrate utilization in steers fed processed sorghum grain. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 33, n. 6, p. 1371-1374, Feb., 1971.

SAS. **User's Guide: statistic.** Cary, 1992.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, Nov., 1986.

TONROY, B. R.; PERRY, T. W. Effect of corn preservation treatments on in vitro digestibility, ruminal pH and volatile fatty acid formation. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 38, n. 5, p. 676-680, 1974.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: Simpósio sobre o uso de aditivos na produção de ruminantes e não ruminantes, 1998. Botucatu **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-108.