

**ADITIVOS NO PROCESSO DE ENSILAGEM****SILAGE PROCESS ADDITIVES**

LALA, B.<sup>1\*</sup>

PEREIRA, V.V.<sup>1</sup>

POSSAMAI, A.P.S.<sup>1</sup>

DINIZ, P.P.<sup>1</sup>

SILVA, S.C.C<sup>1</sup>

GRANDE, P.A.<sup>1</sup>

**RESUMO**

O objetivo desta revisão foi relacionar os diferentes tipos de aditivos utilizados para ensilagem, seus efeitos e formas de utilização. O processo de ensilagem visa a boa conservação da cultura para utilizar com animais confinados em períodos de alimentação escassa, e para um melhor aproveitamento do material ensilado, o uso de aditivos é necessário. Dentre os aditivos destacam-se os estimuladores da fermentação, os inibidores da fermentação, os estimuladores da estabilidade aeróbia e os nutrientes. A decisão sobre qual aditivo usar dependerá principalmente do custo de utilização e a relação deste com os benefícios alcançados.

**Palavras-chave:** conservação, estabilidade aeróbia, processo fermentativo.

**ABSTRACT**

The aim of this review was to relate the different types of additives used for silage, its effects and ways of use. The ensiling process is aimed at proper preservation of culture for use with animals confined in periods of scarce food, and making better use of silage, the use of additives is required. Among the additives that include the promoters of the fermentation, the fermentation inhibitors, stimulators aerobic stability and nutrients. The decision about which additive to use depends mainly on the cost of use and its relation to the benefits achieved.

**Key-words:** preservation, aerobic stability, fermentative process.

---

<sup>1</sup> Curso de Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá – UEM, Paraná. \*[brunolala@hotmail.com](mailto:brunolala@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

O processo de ensilagem é complexo, dinâmico e afetado por vários fatores. Sua fermentação é descontrolada e as condições nem sempre são ideais para garantir a silagem de alta qualidade, havendo numerosas tentativas de se melhorias para este processo (McDonald et al., 1991). Tradicionalmente, o objetivo é garantir a boa conservação da cultura para alimentação de gado confinado através de fermentação satisfatória, resultando em boa silagem.

Aditivos de silagem tem sido usados para melhorar a fermentação e evitar a produção de ácido butírico na silagem úmida, e para reduzir as perdas de matéria seca e preservar os nutrientes durante ou após a fermentação (Jaster, 1994), além de outros benefícios, tais como: inibir o crescimento de microorganismos aeróbios; inibir o crescimento de organismos indesejáveis anaeróbios; inibir a atividade microbiana de planta

## Revisão de Literatura

Muitos aditivos tem sido utilizados para estimular o processo de ensilagem. Os mais estudados incluem a inoculação de bactérias ácido lácticas (BAL), as enzimas degradantes da parede celular e o melaço. O uso de inoculantes microbianos para melhorar o processo de ensilagem tem uma história longa e diversificada. Hoje, muitos tipos de formulações e bactérias são vendidos comercialmente para este fim, dentre as quais se destacam algumas, listando os prós (+) e os contras (-) para essa utilização.

a) *Lactobacillus plantarum*, *acidophilus*, *bulgaricus*. Produção rápida e dominante de ácido láctico. (+) Melhor energia e recuperação da MS. (+) Diminui a proteólise. (-) Baixos níveis de ácido acético pode resultar em piora na estabilidade aeróbia. (-) Algumas cepas são lentas para

e proteases e deaminases; melhorar o fornecimento de substratos fermentáveis para bactérias ácido lácticas; adicionar microorganismos benéficos para dominar a fermentação; fornecer ou liberar nutrientes para estimular o crescimento de microrganismos benéficos; alterar as condições de ensilagem para otimizar a fermentação (absorventes); formar produtos finais benéficos que estimulam o consumo e a produtividade animal, e; melhorar a recuperação de nutrientes e de matéria seca (MS). Os aditivos de silagem foram classificados de acordo com sua capacidade de influenciar a fermentação (McDonald et al., 1991) e não por seus efeitos sobre o valor da alimentação ou da produção animal. Portanto objetivou-se com esta revisão relacionar os diferentes tipos de aditivos utilizados para ensilagem, seus efeitos e formas de utilização.

produzir ácido láctico a um pH inferior a 5.

b) *Pediococcus acidilactici*, *cerevisae*, *pentosaceus*. Produção rápida e dominante de ácido láctico. (+) Cresce rapidamente em pH elevado (podendo dominar durante a fermentação inicial). (-) Baixos níveis de ácido acético pode resultar em piora da estabilidade aeróbia.

c) *Enterococcus faecium*. Crescimento rápido e produção dominante de ácido láctico. (+) Cresce rapidamente em pH elevado e em presença de O<sub>2</sub> (podendo dominar durante a fermentação inicial). (-) Baixos níveis de ácido acético pode resultar em piora da estabilidade aeróbia. (-) Algumas cepas podem ser proteolíticas.

d) *Lactococcus lactis*. Produção rápida e dominante de ácido láctico. (+) Cresce rapidamente em pH

elevado (dominar durante a fermentação inicial). (-) Baixos níveis de acético pode resultar em piora da estabilidade aeróbia.

e) *Propionibacterium arabinosum*. Pode usar ácido láctico e glicose como fontes de energia para produzir ácido acético e propiônico. (+) Ácido acético e propiônico são altamente fungistática em pH baixo. (-) Organismos de crescimento lento, relativamente ácido intolerante e anaeróbios obrigatórios.

f) *Lactobacillus buchneri*. Anaerobicamente pode metabolizar o ácido láctico a ácido acético. Às vezes também associativo com fermentações maiores em ácido propiônico. (+) Ácido acético e propiônico são altamente fungistática em pH baixo. (-) Pequenos aumentos na perda de matéria seca durante a ensilagem.

Acrescentar BAL homoláticas (BAL<sup>ho</sup>) que crescem rapidamente, foi a melhor hipótese para melhorar o processo de ensilagem, e isso ganhou popularidade no final dos anos 1970 e início de 1980. Os inoculantes para silagem continham cepa de BAL<sup>ho</sup>, selecionada e avaliada com base em critérios propostos por Whittenbury (1961) e Wieringa & Beck (1964), que afirmavam que os organismos em inoculante de silagem deve ser capaz de dominar a flora epífita, devem ser homofermentativos, ácido-tolerantes, devem crescer e acidificar a silagem rapidamente, capazes de usar ampla gama de açúcares solúveis, não devem degradar os ácidos orgânicos, ter crescimento ótimo em ampla gama de condições e temperaturas, e não devem possuir atividade proteolítica em excesso.

Lindgren *et al.* (1985) relataram a mistura de *Pediococcus acidilactici* e *Lactobacillus plantarum*; foi o inoculante mais eficaz do que o contendo apenas *Enterococcus spp.* ou ácido fórmico. Em geral, as taxas de crescimento para *Enterococcus* e *Pediococcus* são mais rápidos que os

lactobacilos quando o pH é elevado (> 5,0) e em aerobiose, mas em processos de silagem natural, espécies de *Enterococcus* tendem a diminuir de forma acentuada (provavelmente devido à intolerância ao ácido) em relação à dominância por organismos como *L. plantarum* e *P. pentosaceus*. Assim, estas espécies sozinhas geralmente são incapazes de melhorar a qualidade da silagem (Cai, 1999).

Comumente encontrados em muitos inoculantes para silagem, o *Pediococcus* pode ser mais tolerantes a alta MS e condições de pH, permitindo-lhe dominar os estágios iniciais da fermentação, quando o crescimento de lactobacilos são lentos. O crescimento da BAL sob temperaturas variáveis também é importante para o sucesso de bactérias em inoculantes para silagem. Por exemplo, Tanaka *et al.* (2000) relataram que *L. curvatus* isolado de silagem de sorgo a 4 ° C estimulou a fermentação de alfafa armazenado a 4 ° C, enquanto a inoculação com *L. plantarum* não teve efeito. *Lactobacillus* homoláticas crescem otimamente a 30-35 ° C, já *Pediococcus* e algumas bactérias heteroláticas tendem a ser mais termotolerantes e preferem temperaturas de 40-45 ° C. Segundo Zimmer (1990) em silagem com alta MS, o uso de inoculantes foi inconsistente, funcionando bem quando a forragem murchara rapidamente, mas ineficazes se murchara lentamente devido a más condições climáticas ou se a quantidade de carboidratos solúveis (CHOS) era baixa.

Esforço considerável tem sido dedicado à compreensão de como inoculantes afetam o desempenho animal, porque tais melhorias são em muitos casos, a principal justificativa econômica para o uso (além da melhora na recuperação de nutrientes e estabilidade aeróbia). Isto tem sido difícil porque muitos aditivos de

silagem contem combinações de bactérias, enzimas e às vezes outros componentes ativos e as melhorias na digestão de matéria seca estão estreitamente ligados ao desempenho animal.

Os dois complexos enzimáticos mais populares adicionados a silagens são os das famílias da celulase e hemicelulase sendo geralmente enzimas multicomponentes. Na celulase o complexo é composto de celulase endoglucanase, exoglucanase e glucohidrolase, que atuam em sinergia para degradar a celulose. Na hemicelulase o complexo é composto pelas enzimas endo-1,4-D-xilanases (que aleatoriamente ataca a xilana liberando xilooligosacarídeos mais curtos); exoxilosidades que libera da xilose (xilooligômeros mais curtos); e exoxilanases (podem remover uma molécula única de xilose a partir de uma xilana) (Bastawde, 1992). Vários tipos de esterases, que removem grupos acetil de xilooligômeros, também foram identificados em *Trichoderma reesei* (Biely et al., 1986).

Enzimas usadas como aditivos de silagem provêm geralmente de *Trichoderma longibrachiatum*, *Aspergillus niger*, *A. oryzae* e *A. awamori*, apesar de enzimas a partir *Acremonium* e *Penicillium* também tem sido pesquisadas. Duas são as razões principais para o uso de enzimas degradantes da parede celular (EDPC) como aditivos de silagem. Primeira, para melhorar o fornecimento de CHOS para a fermentação da silagem em culturas difíceis de ensilar e cujas impurezas são dominadas por clostrídios. A segunda é devido ao fato de reduzirem o teor de fibra da silagem ou melhorarem a digestibilidade.

Em teoria, as melhoras na digestibilidade da fibra também permitem a colheita numa fase posterior de crescimento, quando a produção de matéria seca por hectare é maior, mas o seu valor nutritivo é

baixo. Reduzir as concentrações de fibra e melhorias na digestão das fibras tem efeito benéfico em vacas leiteiras de alta produção, onde a IMS pode ser fisicamente limitada. Há alguns aspectos negativos da adição de EDPC para forragens durante a ensilagem. Aumento de efluentes e uma silagem pobre em MS foi relatado por Jaakkola et al. (1991), além disso, embora o tratamento com EDPC melhore a estabilidade aeróbia em alguns casos piora em vários outros. Spoelstra et al., (1992) acrescentaram uma mistura de enzimas degradantes de carboidratos (celulase, hemicelulase e amilase) na silagem de milho e relataram altas concentrações de etanol, possivelmente devido ao metabolismo de leveduras, e foi aerobicamente instável quando comparada com a silagem não tratada.

A interação negativa entre EDPC e bactérias inoculantes foi observada por Stokes (1992). Aplicação de enzimas para silagem de leguminosas, melhorou a fermentação da silagem, reduziu a fibra da forragem reduzida, e melhorou o desempenho da lactação, mas a combinação de enzima com um inoculante BAL na fermentação teve efeito negativo e reduziu a extensão da fibra.

Fatores ambientais também podem afetar a eficácia de enzimas como aditivos de silagem. Se as enzimas liberam substrato fermentável para uso das BAL, elas devem ser ativas no início do processo de ensilagem em maior pH (5,5-6,4) e em temperaturas mais baixas do que irá ocorrer mais tarde. Estas condições podem ser consideravelmente diferente do pH e temperatura considerável ótimos para as enzimas (pH 4,5 e 50°C para celulases fúngicas. A temperatura ideal de EDPC de *T. reesei* é de aproximadamente 50°C, e a atividade é reduzida a mais de 70% quando a 26°C e mais de 90% quando a 10°C.

Wilkinson (1988) indicou que sob

condições difíceis de ensilagem, pelo menos 1% de açúcar deve ser adicionado à cultura, o que era equivalente 15L de melaço por tonelada. Lattemae et al., (1996) relataram que a digestibilidade da silagem de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) não aumentou até o melaço ser aplicado em 100 L por tonelada de matéria verde. Weise (1967) mostrou que a adição de sacarose na silagem de capim estimulou não só o BAL, mas também clostrídios e leveduras. Geralmente, a adição de açúcar resulta em um crescimento acelerado da BAL, no desenvolvimento mais rápido das condições ácidas, e a eliminação inicial de bactérias coliformes. BAL homofermentativa pode utilizar a sacarose de forma tão eficiente quanto

seus componentes, glicose e frutose, enquanto as bactérias heterofermentativas podem converter a frutose a um produto neutro, manitol. No entanto, Anderson & Jackson (1979) observaram que a adição de melaço para silagem de capim diminuiu a relação frutose e glicose, o que levou a redução na produção de manitol.

O melaço tem provado ser aditivo de silagem eficaz em termos de promoção da fermentação de ácido láctico, reduzindo o pH da silagem, diminuindo a fermentação clostridial, a proteólise e geralmente, diminuindo as perdas matéria orgânica (McDonald et al., 1991), porém mais eficiente quando aplicado a culturas forrageiras de baixa concentração de CHOS.

#### *Inibidores da fermentação*

Os ácidos inorgânicos usados incluem os ácidos sulfúrico, clorídrico e fosfórico. Eles podem ser adicionados na ensilagem na forma individual ou na forma de mistura de vários ácidos. Estes ácidos inorgânicos são ácidos fortes e o pH da solução 0,1 M para o ácido clorídrico, sulfúrico e fosfórico é de 1.1, 1.2, e 1.5, respectivamente. Quando utilizados, os ácidos inorgânicos reduzem o pH rapidamente. Isto é benéfico, pois os microrganismos de silagem, principalmente os indesejáveis, são sensíveis a abaixamentos rápidos e a ambientes com baixo pH.

Os ácidos inorgânicos não tem propriedades específicas antimicrobiana e simplesmente agem como agentes acidificantes (Drysdale, 1987). Por causa de sua falta de atividade antimicrobiana direta, ácidos inorgânicos tem sido utilizados em conjunto com agentes antimicrobianos (ácido fórmico e formaldeído) em alguns aditivos comerciais (Ettala et al., 1975). Silagens tratadas com ácido sulfúrico, apresentam pH baixo, redução na proteólise, menor

concentração de ácido láctico, acético e butírico, concentração de CHOS maior quando comparadas com silagens não tratadas. Algumas desvantagens do uso de ácidos inorgânicos em silagens incluem o potencial para a acidose ruminal (Drysdale, 1987) e redução nos níveis de Cu no sangue e fígado (O'Kiely, et al., 1989a). Com a suplementação de Cu na dieta, elimina o último problema (O'Kiely, et al., 1989b).

Ácidos orgânicos servem como acidificantes e agentes antimicrobianos que podem modificar o processo de ensilagem. Os principais ácidos orgânicos estudados incluem os ácidos fórmico, propiônico, láctico, acético, acrílico, sulfâmico, benzóico e sórbico. Yahara & Nishibe (1975) classificou os ácidos orgânicos na seguinte ordem para diminuir pH: fórmico > láctico > acético > propiônico. O declínio do pH depende do nível de ácido fórmico aplicado, concentração de água e capacidade de tamponamento das forrageiras. O uso de tratamento com ácido fórmico muitas vezes aumenta a produção (ou

escoamento silagem) de efluentes em silagens de baixa matéria seca.

O formaldeído é conhecido como conservante e desinfetante. Sua utilização como aditivo de silagem tem diminuído ao longo dos anos, pois tem sido associada com carcinogenicidade em animais. Agente antimicrobiano

#### *Estimuladores da estabilidade aeróbia*

O ácido propiônico tem sido usado como aditivo para forragens para inibir o crescimento de bolores e leveduras e, assim, melhorar a estabilidade aeróbia. É caracterizado por ser fungicida ou fungistático. Assim, os sais de ácido (propionato de sódio, cálcio e amônio) tem sido utilizados em alguns produtos comerciais. A eficácia do ácido propiônico e de seus sais está intimamente relacionado com a sua solubilidade em água.

A taxa de aplicação ideal do aditivo ácido propiônico varia dependendo da concentração de umidade, tempo de armazenamento (Fink, 1971), e formulação com outros conservantes. Altos níveis de ácido propiônico tem sido utilizados com sucesso para melhorar a estabilidade aeróbia de silagens de grãos úmidos. Altos níveis de ácido propiônico foram benéficos controlando o processo de ensilagem. Combinações de agentes antifúngicos tem sido utilizados na esperança de se ter efeitos sinérgicos sobre a estabilidade aeróbia das silagens. Por exemplo, em cultura pura, Razavi-Rohani & Griffiths (1999) relataram que o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) melhorou o efeito antimicótico de ácidos sórbico e propiônico.

Na silagem de milho, Kleinshimit et al.(2002) relataram que a adição de

#### *Nutrientes*

Vários aditivos nitrogenados não proteicos (NÑP), como NH<sub>3</sub>, ureia, misturas de água ou de melaço com NH<sub>3</sub>, ou ureia e minerais, tem sido

mais eficaz, ele inativa proteínas através da formação de ligações covalentes cruzadas com grupos funcionais orgânicos em proteínas, inibindo assim a atividade microbiana. Em baixos níveis de aplicação, clostrídios podem ser estimulados, o que é indesejável.

uma mistura de 0.5 g kg<sup>-1</sup> de sorbato de potássio e EDTA foi eficaz como 1.0 g kg<sup>-1</sup> de ácido benzóico em melhorar a estabilidade aeróbia de silagem de milho. Onde a silagem de milho não tratada estagava em cerca de 40hs, silagens tratadas mantiveram-se estáveis por mais de 140hs.

NH<sub>3</sub> afeta principalmente o processo de ensilagem pelo aumento de pH e pelo seu efeito direto sobre o processo metabólico. A amônia é também um agente antimicrobiano. O tratamento de silagens com amônia pode melhorar a digestão, pois pode alterar algumas das ligações entre a hemicelulose e outras partes da parede celular vegetal.

Oude-Elferink et al. (2001) relataram que *L. buchneri* possui uma via anaeróbica que degrada o ácido láctico em ácido acético, 1,2 propanodiol e etanol. O acúmulo de ácido acético em silagens tratadas com *L. buchneri* tem sido sugerido como a principal razão para melhorias na estabilidade aeróbia em silagem de milho, trigo, capim, sorgo, cevada e grãos úmidos de milho, porém em alguns estudos também resultou em um aumento na concentração de ácido propiônico, o que também melhorar a estabilidade aeróbia (Taylor et al., 2002).

adicionados às forragens no momento da ensilagem. Aditivos NÑP foram adicionados a forragens para aumentar o teor de proteína bruta

(ureia ou NH<sub>3</sub>) de silagem e para melhorar a estabilidade aeróbia. Recentemente, uso de compostos NNP como aditivos de silagem tem sido diminuído devido aos preços baixos para os suplementos de proteína e aditivos alternativos de silagem.

A forma mais prática pode ser feita adicionando à silagem de milho e sorgo durante o processo de ensilagem 0,5 % de ureia (5 kg por tonelada de silagem), administrada uniformemente durante o preparo. Pode ser usada tanto em silos trincheira, vertical e embalados (tipo bags ou barris), apresentando a vantagem de retardar a fermentação secundária que ocorre após a abertura do silo, aumentando, assim, sua vida útil. Outra forma desta associação é a incorporação da ureia a silagem na hora do arraçamento. Essa aplicação deve ser feita progressivamente, passando por um período de adaptação de 1 a 3 semanas dos animais. (Andriguetto, 1999). Culturas com alta umidade são propensas a fermentações pobres e perda de nutrientes devido à produção excessiva de efluentes que também é um contaminante potencial do

### Considerações finais

A decisão de se utilizar aditivo de silagem deve ser baseada na economia - o custo do aditivo deve ser recompensado pelos ganhos em benefícios.

Nenhum aditivo é ideal, mas aditivos de silagem pode ser úteis e

ajudar a melhorar a qualidade da silagem em diferentes circunstâncias. Vários absorventes foram testados, como a palha de cereais, cubos de alfafa, polpa cítrica peletizada, argilas, cereais e polpa de beterraba (Ferris & Mayne, 1994). Concluiu-se que a inclusão de polpa de beterraba era boa alternativa e tinha possíveis efeitos aditivos; como absorvente de umidade, a polpa cítrica peletizada é importante aditivo, pois em contato com forragens úmidas pode elevar seu peso em até 145%, preservando nutrientes que seriam perdidos pela fermentação secundária. O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da polpa cítrica para ruminantes é similar ao dos grãos, entre 83 e 88% (Ashbell, 1992). A casca de soja, estudada visando à substituição de ingredientes concentrados, apresenta em média 80,0% de NDT (NRC, 1996) e digestibilidade *in vitro* de 95,7% da parede celular (Zambom et al., 2001), o que indica que esse subproduto pode ser excelente absorvente de umidade podendo ser utilizada na forma peletizada. Em geral, a adição de absorventes é difícil, porque é grande o trabalho e há a necessidade de boa distribuição do material na massa de silagem.

ajudar a melhorar a qualidade da silagem em diferentes circunstâncias.

Dos aditivos que poderiam ser usados, tem havido aumento na popularidade nos biológicos (inoculantes bacterianos e enzimas).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição Animal**. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Nobel, 1999. p.395.  
ANDERSON, B. K., JACKSON, N. Conservation of wilted and unwilted grass ensiled in air-tight metal containers with and without the addition of molasses. 21:235-241. **Journal Science Food Agriculture**.

1979.

ASHBELL, G. Conservation of citrus peel by ensiling for ruminant feed. In: simpósio de utilização de subprodutos agroindustriais e resíduos de colheita na alimentação de ruminantes. **Anais...** p.189-190. EMBRAPA - CPPSE, São Carlos. 1992.

BIELY, P.; MACKENZIE, C. R.;

- SCHNEIDER, H.; PULS, J. The role of fungal acetyl xylan esterases in the degradation of acetyl xylan by fungal xylanases, p. 283–289. In J. F. Kennedy, G. O. Phillips, and P. A. Williams (ed.), **Wood and cellulose**. Ellis Horwood, Ltd., New York. 1987
- CAI, Y. (1999). Identification and characterization of Enterococcus species isolated from forage crops and their influence on silage fermentation. **Journal Dairy Science** v.82, p.2466-2471
- DRYSDALE, A.D. ACIDS AND SALTS AS PRODUCTS TO IMPROVE SILAGE PRESERVATION. P.37-46. In: J.M. Wilkinson and B.A. Stark(ed.) **Developments in silage**. Chalcombe Publications, Marlow, UK. 1987.
- ETTALA, E.; POHJANHEIMO, O.; LAMPILA, M. Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. 1. Preservation and composition of silages. v.14, p.286-303. **Annales Agriculturae Fenniae**. 1975.
- FERRIS, C.P.; MAYNE, C.S. The effects of incorporating sugar-beet pulp with herbage at ensiling on silage fermentation, effluent output and in-silo losses. v.49, p.216–228. **Grass and Forage Science**. 1994.
- FINK, F. 1971. Preserving grains and shelled corn with propionic acid. **Landt**. 13:334.
- JAAKKOLA, S.; HUHTANEN, P. The effect of cell wall degrading enzymes or formic acid on fermentation quality and on digestion of grass silage by cattle. v.46, p.75–87. **Grass and Forage Science**. 1991.
- JASTER, E.D. Complex interactions from inoculants, enzymes explored. **Feedstuffs**, Dec. 19, 1994.
- LATTEMAE, P.; OHLSSON, C.; LINGVA LL, P. Influences of molasses or molasses-formic acid treated red clover silage on feed intake and milk yield. V.26, p.91-100. **Swedish Journal of Agricultural Research**. 1996.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 339p. New York: Chalcombe Publications, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 242p. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1996.
- O'KIELY P., FLYNN V.A.; POOLE D.B.R. Sulphuric acid as a silage preservative. 1. Silage preservation, animal performance and copper status. V.28, p.1–9. **Irish Journal of Agricultural Research**, 1989a.
- O'KIELY, P.; FLYNN, AV.; POOLE, D.B.R. Sulphuric acid as a silage preservative. 2. application rate, silage composition, animal performance and copper status. v.28, p.11-23 **Irish Journal of Agricultural Research**, 1989b.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J.C. *et al.* Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. v.67, p.125-132. **Applied and Environmental microbiology**. 2001.
- RAZAVI-ROHANI, S. M.; GRIFFITHS, M. W. Antifungal effects of sorbic acid and propionic acid at different pH and NaCl conditions. v.19, p.109-120. **Journal of Food Safety**. 1999.
- SPOELSTRA, S. F.; VAN WIKSELAAR, P. G. The effects of ensiling whole crop maize with a multi-enzyme preparation on the chemical composition of the resulting silages. v.60, p.223-228. **Journal Science Food Agriculture**. 1992.
- STOKES, M. R. Effects of an enzyme mixture, an inoculant, and their interaction on silage fermentation and dairy production. v.75, p.764-770. **Journal Dairy Science**. 1992.
- TANAKA, O.; MORI, K.; OMOMO, S. Effect of inoculation with *Lactobacillus curvatus* on ensiling. v.46, p.148–152. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**. 2000.
- TAYLOR, C.C.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic

stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1526-1532, 2002.

WEISE, F. The action of feed quality sugar as safe additive for grass silage. v.20, p.171-184. **Landwirtsch. Forsh.** 1967.

WIERINGA, G. W.; BECK, T. Investigations on the use of cultures of lactic acid bacteria in the preparation of silage in small containers. 1. Obtaining active *Lactobacillus* cultures for inoculation trials. v.10, n.34. **Wirtschaftseigene Futter.** 1964.

WHITTENBURY, R. **An investigation of the lactic acid bacteria.** Ph.D. thesis. Univ. Of Edinburgh. UK. 1961.

WILKINSON, J.M. Silage UK. **Chalcombe Publ.** Marlow, UK. 1988.

YAHARA, N.; NISHIBE, S. Effect of formic acid as a preservative on the qualities of high moisture Grass silage. v.111, p.111-118. **Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn.** 1975

ZIMMER, E. Evaluation of fermentation parameters from the silage experiments. P. 19-44. In S. Lindgren and K.L. Petterson (Ed.) **Procedures EUROBAC Conf.** Swedish University of Agric. Science Uppsala. 1990.

ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. *et al.* Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. v.23, n.4, p.937-943. **Acta Scientiarum.** 2001.