

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E PERDAS DE NUTRIENTES DURANTE A  
FERMENTAÇÃO E ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGEM DE MILHO  
INOCULADAS COM *Lactobacillus Buchneri***

Eduardo Caramori Priamo\*  
Fernando Reimann Skonieski\*\*

Resumo

A produção animal tem se intensificado em todo país. Dentro dessa área, a bovinocultura de leite tem grande destaque. A conservação de forragens é empregada no mundo todo, sendo que o armazenamento de forragem na forma de silagem possibilita o fornecimento de alimento volumoso aos ruminantes nos períodos de escassez de pastagens. O presente trabalho objetivou avaliar as possíveis perdas de nutrientes durante o processo fermentativo da silagem de milho, com uso do inoculante microbiano *Lactobacillus buchneri* e os efeitos da exposição da silagem ao ar sobre o padrão de fermentação no momento da desensilagem de milho. O experimento foi conduzido em propriedade rural particular situada no município de Santo Antônio do Sudoeste. O local está situado na região do Sudoeste do Paraná, Brasil. Aproximadamente 23 plantas foram trituradas, em partículas de tamanho médio de dois cm para confecção de cada silo, ensiladas em mini-silos laboratoriais, com densidade de compactação aproximada de 611,5 kg/m<sup>3</sup> de matéria verde. Avaliou-se a eficiência do aditivo microbiano a partir da avaliação de silos inoculados e sem inoculação após 42 dias de fermentação, para determinar as perdas de nutrientes após a fermentação e após abertura dos silos. As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Realeza. Os teores médios da composição nutricional da silagem inoculada para PB, FDN, FDA foram de 7,61, 59,19 e 26,43%, respectivamente. Os dados de padrão fermentativo médios foram pH de 4,16 e 4,42 e matéria seca de 38,05% e 35,8% para silagens sem inoculante e inoculadas com *L. buchneri*, respectivamente.

Palavras-chave: Armazenamento. Alimentação animal. Qualidade de forragem.

\*Acadêmico do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS, Campus de Realeza - PR. Endereço eletrônico: educpriamo@hotmail.com

\*\* Professor do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul -UFFS, Campus de Realeza - PR.

## Introdução

A produção animal tem se intensificado em todo país. Dentro dessa área a bovinocultura de leite tem grande destaque. Contudo, sabe-se que para se manter níveis de produtividades constantes durante o ano produtivo, bem como manter o índice de escore corporal das vacas leiteiras é necessário o fornecimento de forragens de qualidade o ano todo.

A prática de conservação de forragens é empregada no mundo todo. O armazenamento de forragem na forma de silagem possibilita o fornecimento de alimento volumoso aos ruminantes nos períodos de escassez de pastagens. O processo de ensilagem não tem por objetivo melhorar as qualidades nutricionais da forragem, mas sim de tentar manter a qualidade do material original (VAN SOEST, 1994).

Segundo Junges (2010) a silagem de milho quando bem confeccionada, tem potencial de manter as qualidades originais da planta, apresentando perdas mínimas tanto em quantidade quanto em qualidade. A qualidade da silagem de milho depende de fatores extrínsecos como a confecção da mesma, manejo do silo e as condições climáticas (MAHANNA, 1997). Morais (1995) também destacou fatores intrínsecos que afetam a qualidade, como teor de matéria seca e a taxa de carboidratos solúveis.

Alguns fatores são fundamentais para que se mantenha a qualidade nutricional do material original ensilado, como manter o ambiente em anaerobiose durante o armazenamento e boa estabilidade durante o fornecimento aos animais. Ao se expor a silagem ao oxigênio é inevitável o início da degradação da silagem, e resulta em perda de matéria seca (WOOLFORD, 1990).

O processo de ensilagem convive concomitantemente com perdas de nutrientes, através principalmente da produção de efluentes e gases intermediada por microrganismos indesejáveis, que consomem carboidratos solúveis (OLIVEIRA et al., 2010). Segundo Mc Donald et al. (1991) o efluente da silagem tem em sua composição grandes quantidades de compostos orgânicos como proteínas, ácidos, açúcares, minerais entre outros.

Com o objetivo de minimizar as perdas de nutrientes durante o processo fermentativo da silagem, tem se incrementado o uso de aditivos microbianos (Mc DONALD et al., 1991). Na silagem, esses aditivos visam promover uma fermentação láctica máxima, resultando em

uma silagem com menos perdas durante a fermentação. Segundo Kung Jr. (2009) o uso desses aditivos deve inibir o crescimento de microrganismos aeróbios, como fungos e leveduras.

Considerando a importância da silagem no contexto da armazenagem de forragens na propriedade rural e os problemas decorrentes do crescimento de microrganismos, os inoculantes microbianos visam também conferir maior estabilidade aeróbia após a abertura dos silos, visando manter a qualidade da silagem ao entrar em contato com o ar após a fermentação, inibindo crescimento desses microrganismos indesejáveis (SILVA et al., 2010).

O *Lactobacillus buchneri* é uma bactéria pertencente ao grupo das heteroláticas. Kleinschmit e Kung Jr (2006) em seus estudos obteve melhor estabilidade aeróbia durante processo fermentativo de silagem. O *L. buchneri* produz ferulato-esterases, enzima que degrada parede celular vegetal liberando carboidratos solúveis para fermentação (NSEREKO et al., 2008).

Dentre os trabalhos realizados com inoculantes bacterianos pode-se citar a importância de bactérias como o *Lactobacillus buchneri*. Autores como Taylor et al., (2002) tiveram resultados positivos, assim como também houveram resultados negativos para Weinberg e Muck (1996) referente a estabilidade aeróbia após abertura.

No entanto, Moon (1983) coloca que a maior vantagem do *L. buchneri* no uso como inoculante está no período após a abertura do silo, onde atua produzindo o acetato, controlando eficientemente o crescimento de leveduras e fungos.

Segundo Yildirim (2001) o uso de *L. buchneri* no aumento da estabilidade aeróbia da silagem de milho, se dá devido além da produção de ácido acético. O *L. buchneri* produz também buchnericina, substância antimicrobiana que tem potencial de aumentar a estabilidade, agindo contra uma gama de microrganismo em faixas de pH de 2 a 9.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar as possíveis perdas de nutrientes durante o processo fermentativo da silagem de milho, com uso do inoculante microbiano a base de *Lactobacillus buchneri*, bem como a estabilidade aeróbia após a abertura dos silos.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em propriedade rural particular situada no município de Santo Antônio do Sudoeste. O local está situado na região do Sudoeste do Paraná, Brasil, com área de 325,74Km<sup>2</sup>, à altitude de 530 m, 26° 3' 35" de latitude Sul e 53° 43' 3" de longitude Oeste. O clima da região é o subtropical úmido classificado como Cfa conforme classificação de Köppen.

A colheita das plantas para confecção das silagens foi realizada no estádio de ½ grão leitoso ½ grão farináceo, a 20 cm acima do nível do solo. Foram coletadas três plantas representativas para avaliação da composição morfológica da planta, através da separação manual dos componentes morfológicos, colmo, folhas secas, folhas verdes, grãos, sabugo e palha da espiga. As amostras contendo os componentes estruturais foram picadas, bem como três plantas inteiras e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por aproximadamente 72 horas para obtenção da estimativa de matéria parcialmente seca (MPS) e determinação da produção da cultura e dos componentes morfológicos em kg/ha de MS.

Aproximadamente 23 plantas foram trituradas, em partículas de tamanho médio de dois cm para confecção de cada silo, ensiladas em mini-silos laboratoriais, com densidade de compactação aproximada de 611,5 kg/m<sup>3</sup> de matéria verde. No momento do enchimento dos silos o material foi inoculado com aditivo microbiano *Lactobacillus buchneri* CNCM I-43231,0x10<sup>11</sup> UFC/g, por meio de pulverização. Para aplicação do inoculante foi utilizado um borifador manual com capacidade de um litro, sendo observadas as instruções de dose recomendadas pelo fabricante O material foi revirado constantemente para bom contato como inoculante antes da compactação. A confecção dos mini silos se deu através de pisoteio em um balde usado como molde, revestidos com sacos plásticos resistentes duplos. Após compactados, os silos foram fechados, e com o auxílio de um aspirador de ar foi feita a retirada de todo ar possível do interior dos silos. A abertura dos silos foi realizada após 42 dias de fermentação.

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus Realeza*.

As amostras contendo aproximadamente 300 gramas foram secas em estufa com ventilação de ar forçada a 55 °C por 72 horas para obtenção da estimativa de matéria parcialmente secas (MPS) e moídas em moinho tipo *Wiley* com peneira com crivos de um milímetro. Das amostras pré secas foram efetuadas determinações de matéria seca (MS),

proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, matéria mineral (MM) através de incineração em mufla a 550°C durante 4 horas, fibra em detergente neutro (FDN) obtida segundo Van Soest et al. (1991), com posterior correção para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose.

Avaliou-se a eficiência do aditivo microbiano a partir da avaliação de silos inoculados e sem inoculação após 42 dias de fermentação, para determinar as perdas de nutrientes após a fermentação e após abertura dos silos.

Para avaliação da estabilidade aeróbia, os silos inoculados e não inoculados foram expostos ao ar em temperatura controlada a 26°C, onde foram avaliadas a temperatura, o pH e o teor de matéria seca (MS) nos tempos 0, 12, 24, 48 e 72 horas após a abertura.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias entre silos com e sem inoculação foram comparadas pelo teste F em nível de 5% de significância. As variáveis em função dos tempos de exposição ao ar foram submetidas à análise de regressão. Interação entre os fatores foi testada no modelo estatístico. Análise de correlação de Pearson foi testada para todas as variáveis.

## **Resultados e Discussão**

A composição nutricional da silagem (matéria original) confeccionada, com período de fermentação de 42 dias, pode ser considerada segundo Ítavo et al. (2000) como adequada, bem como os parâmetros fermentativos médios, que foram pH de 4,16 e 4,42 e matéria seca foram 38,05% e 35,8% para controle e inoculadas respectivamente, indicam haver satisfatório processo de fermentação. Os valores médios (Tabela 1) encontrados na silagem inoculada com *Lactobacillus buchneri* para: proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose e matéria mineral (MM), foram respectivamente iguais a 7,61; 59,19; 26,43; 32,76 e 3,31%.

Pré-silagem					
Variáveis em %	PB	FDN	FDA	Hemicelulose	MM
Controle	7,50	71,69	28,62	43,06	3,33
<i>Lactobacillus buchneri</i>	8,15	78,21	32,71	45,49	4,13
Média	7,83	74,95	30,67	44,28	3,73
Silagem (Pós-fermentação)					
Controle	7,61	59,19	26,43	32,76	3,31
<i>Lactobacillus buchneri</i>	8,27	56,64	26,77	29,86	3,71
Média	7,94	57,92	26,60	31,31	3,51

Tabela 1. Composição nutricional (%) das silagens de milho inoculadas ou não com *Lactobacillus buchneri*. Pré-silagem (matéria original) e silagem (42 dias de fermentação).

Ao expor esses valores é possível compará-los com alguns estudos descritos na literatura. Avaliando a composição nutricional de silagem de milho, Ítavo et al. (2000) encontraram teores de 8,3% de PB, 45% de FDN, 20% de FDA. Para Tomich et al. (2006) em estudo com silagem de milho, os valores foram de 7,2% de PB, 51,1% de FDN, 32,4% de FDA. Oliveira et al. (2010) ao avaliar a composição nutricional de silagem de milho, encontraram valores de 6,1% de PB, 60,7% de FDN, 41,3% de FDA e 19,4% para hemicelulose.

#### Proteína Bruta (PB)

A silagem inoculada com *L. buchneri* apresentou teor de PB maior que silagens sem inoculação. Fato ocorrido tanto nas amostras pré-silagem (matéria original) quanto (silagem) pós-fermentação. A silagem controle apresentou teor 7,50% de PB enquanto que a silagem inoculada com *L. buchneri* atingiu 8,15% de PB no pré-ensilagem. Após a fermentação (42 dias) os teores de PB no controle foram de 7,61% e no material inoculado de 8,27%.

Rocha et al. (2006) verificaram o efeito de inoculante microbiano contendo *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*, sobre os teores de PB de silagem de milho. Os valores médios encontrados pelos autores para os tratamentos controle e silagem inoculada foram de 6,3% e 6,7% respectivamente, evidenciando o aumento do teor proteico da silagem com inoculante ( $P < 0,05$ ). Para os autores, esse resultado indica menor proteólise

nas silagens inoculadas, o que promoveu melhor conservação dos teores proteicos do material original.

Para Gimenes et al. (2006) os valores médios de PB foram de 7,99% entre as silagens de milho inoculada com *Lactobacillus plantarum* sem inoculante, sem demonstrarem efeito significativo da inoculação. Tal fato foi descrito por Kung et al. (1993) que também não encontraram diferenças nos teores proteicos na utilização de aditivos contendo inoculantes bacterianos.

Silva et al. (2005) relataram variações dos teores médios de PB em silagens em função de inoculantes microbianos contendo *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus* sp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus* sp. e *Pediococcus* sp. em função dos períodos de fermentação. Observaram-se interações entre período e inoculantes ( $P < 0,05$ ) somente nos dias 28 e 56 de fermentação, com teores de 6,77% para o controle e 7,22% para silagens inoculadas.

#### Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Os teores de FDN sofreram variações tanto entre os tratamentos controle como na pré e pós-fermentação. Na pré-silagem a média entre tratamentos foi de 74,95%, sendo que na silagem inoculada obteve-se teor de 78,21%, superior ao tratamento controle. Na silagem os teores de FDN foram superiores no tratamento controle em relação às silagens inoculadas com *L. buchneri*, com valores de 59,19% e 56,64% respectivamente.

No trabalho de Rodrigues et al. (2002) os valores encontrados em relação ao FDN foram de 55% que se considera médio a alto para silagem de milho. Segundo Morais (1995) plantas de origem tropical tendem a apresentar valores de FDN maiores do que plantas de clima temperado. Esse autor obteve resultados de 60,09 e 60,9% para silagem com inoculante bacteriano e controle, respectivamente.

Possivelmente a redução dos teores de FDN da matéria original para as inoculadas pode ser explicada. Segundo Sanderson (1993) e Luther (1986) que encontraram valores semelhantes, isso ocorre devido à degradação da hemicelulose. Por meio da ação de enzimas endógenas da planta ou oriundas da hidrólise ácida como relatada por (JONES et al., (1992).

Outros pesquisadores como Kung Jr e Ranjit (2001) apresentaram resultados em silagens de milho tratadas com inoculantes microbianos contendo *L. buchneri* e *L. plantarum* sem apresentar redução do teor de FDN. Silva et al. (2005) analisaram silagens de milho inoculadas com *L. plantarum*, *Lactobacillus* sp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus* sp. e

*Pediococcus* sp. sobre os teores de FDN. Observaram que nos dias 28 e 56 de fermentação os teores de FDN nas silagens inoculadas com aditivos microbianos foram menores que no controle.

Os autores acima atribuem esses resultados a maior disponibilidade de substratos fermentativos na silagem inoculada, como celulose e hemicelulose. Isso ocorre por causas não totalmente esclarecidas, estima-se que é uma interrelação entre microorganismos e enzimas endógenas da própria planta. Essa interação interfere na velocidade da queda do pH e em certo ponto a ação fermentativa dos microorganismos (KUNG Jr e RANJIT, 2001).

No trabalho de Junges (2010) a média de FDN da matéria original foi de 49% e após 120 dias de armazenamento o teor de FDN foi reduzido para 46,3% na média dos tratamentos inoculados com *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* e *Enterococcus faecium*. De acordo com o autor, a redução desse percentual indica que parte da matéria fibrosa foi solubilizada, o que se considera positivo por fornecer carboidratos solúveis aos microrganismos para fermentação. Segundo Pedroso (2003) esses teores ocorreram em virtude do passar do tempo de fermentação se tornam mais concentrados na matéria seca, devido às perdas desta por diferentes formas.

Zapollatto et al. (2009) fizeram um trabalho de levantamento de artigos científicos publicados em revistas nacionais entre os anos de 1999 e 2009, somente relacionados a culturas como o milho, sorgo e capins tropicais. Concluíram que em 22,2% dos seus estudos em relação à silagem de milho, houve menores teores de FDN em silagens aditivadas com bactérias tanto homofermentativas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus acidophilus*) quanto heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus Brevis*) em relação a silagens sem inoculantes.

Por sua vez, Senger et al. (2005) observaram que os teores de FDN foram reduzidos durante o processo de fermentação devido à redução de hemicelulose, consumida durante a fermentação. Portanto, essas diferenças podem ser atribuídas às variações bioquímicas que ocorrem durante o processo de ensilagens (TOSI e JOBIM, 2001).

#### Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Os teores de FDA sofreram efeito da inoculação, no pré e pós-silagem. Os teores encontrados foram de 28,62% no controle e 32,71% na silagem inoculada com *L. buchneri*. Comparando entre pré-silagem e silagem os teores médios variaram de 30,67% e 26,60% para pré e pós-fermentação respectivamente.



Para Silva et al. (2005) aos 56 dias de abertura dos silos em seu trabalho, verificaram na silagem de milho teores menores de FDA nas silagens tratadas com inoculantes microbianos contendo *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus* sp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus* sp. e *Pediococcus* sp. Em estudos com *Lactobacillus plantarum*, Ranjit & Kung Jr. (2000) igualmente observaram redução de FDA em silagens tratadas, após 100 dias de fermentação.

No entanto, Rocha (2006) cita que os teores de FDA não foram influenciados pelo fator inoculante, e estimou valores de 30,27% com 25 dias de fermentação. Zapollatto et al. (2009) relataram redução de 1,7% nos teores de FDA com uso de bactérias homofermentativas como *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus acidophilus* como inoculantes em silagens.

#### Hemicelulose

As frações de hemicelulose tiveram diferentes valores em relação à pré-silagem e após a fermentação. Comparando as médias, a pré-silagem resultou em um teor de 44,28% enquanto que após a fermentação foi de 31,31%. Em relação a pré-silagem os valores foram de 43,06 para o controle e 45,49% inoculada com *L. buchneri*. Nas análises após 42 dias de fermentação, os resultados foram de 32,76 e 29,86% para silagem controle e inoculada, respectivamente.

No trabalho de Rocha et al. (2006), obtiveram valores de hemicelulose para o tratamento controle de 23,4% e para os tratamentos inoculados média de 22,45%. Os autores usaram inoculantes microbianos a base de entre outros, *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*.

Zapollatto et al. (2009) relataram redução nos teores de hemicelulose em silagem de milho inoculadas de 8%, essa redução dos teores da silagem inoculada em relação a controle possivelmente pode ser devido à ação de enzimas associados às bactérias.

#### Avaliação da estabilidade aeróbia

Ao compararmos os resultados obtidos entre os tratamentos controle e inoculado com *Lactobacillus buchneri*, após abertura dos silos constatou-se que os teores de MS no tratamento controle foram superiores que no inoculado. No tempo zero (abertura dos silos) os teores eram de 38,05% e 35,5% para controle e inoculado respectivamente. Essa diferença

entre os teores de MS na matéria original, possivelmente devem-se a problemas de amostragem, onde as amostras demoraram um período aproximado de 12 horas até chegar ao laboratório para pré-secagem em estufa. Podendo estas ter sofrido algum processo fermentativo nesse período.

### Matéria Seca (MS)

Ao longo do tempo de exposição foram analisados os teores de MS (Figura 1), e foram encontrados estes acima de 25% de MS em todos os períodos, valores preconizados por McDonald et al. (1991) para que ocorra menor formação de efluentes no silo durante a fermentação e conseqüentemente melhor manutenção do valor nutricional.

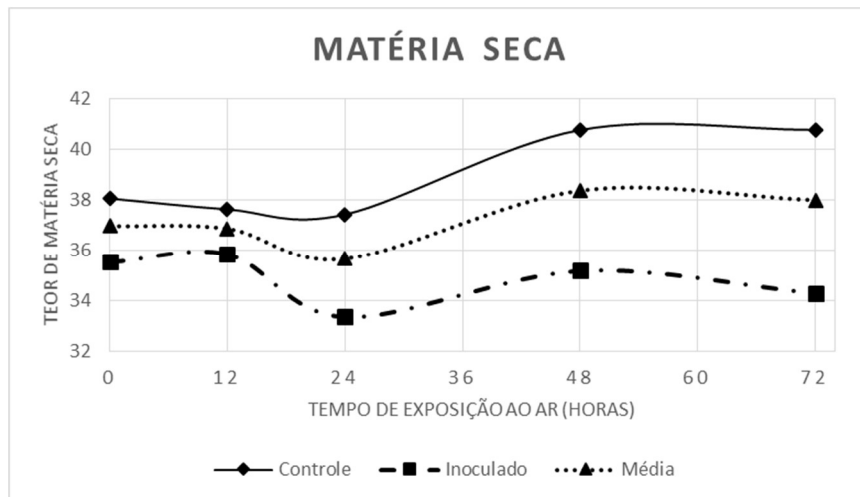


Figura 1. Teores de matéria seca (MS) em silagens inoculadas ou não com *Lactobacillus buchneri* no momento da abertura em diferentes tempos de exposição ao ar.

Os teores de MS às 72 horas de exposição ao ar também se diferenciaram entre os tratamentos. Os valores foram de 40,76 e 34,28% para os tratamentos controle e inoculado com *L. buchneri*, respectivamente. Constatando perda de MS no material inoculado em relação à silagem controle.

Esses resultados estão condizentes com outros autores. Borreani et al. (2007) verificaram ao inocular silagem de milho com bactérias homo e heterofermentativas, teores de MS igual a 34%. No trabalho de Junges (2010), houve redução do teor de MS de 30,7 para 29,7 para controle e inoculado com *L. plantarum* e *L. brevis* respectivamente, após 120 dias de fermentação. O autor relaciona a perda de MS em decorrência do processo fermentativo e respiração das células vegetais e do metabolismo de microrganismos.

Segundo Mc Donald et al. (1991), a fermentação heterolática produzida pelo inoculante bacteriano pode oferecer essa desvantagem, possibilitando perdas de MS durante a fermentação. Gimenes et al. (2006) relataram nos seus resultados que a silagem controle apresentou maior teor de MS, de 30,9% em relação à silagem inoculada com *Lactobacillus curvatus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus sp.* que apresentou teor de 30,6% de MS.

Entretanto, Silva et al. (2005) obtiveram resultados diferentes, com efeito do tempo de armazenamento em relação ao inoculante e teor de MS. Os teores de MS foram influenciados segundo os autores, somente no 1º e no 28º dias de fermentação, sendo registrados menores valores para o material controle em relação ao inoculado. Aos 56 dias de armazenamento não registraram diferenças relevantes entre as silagens controle e inoculada com *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sp.*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus sp.*, *Pediococcus sp.*, com teores médios de 29,4 e 29,6% de MS respectivamente.

Rocha et al. (2006) observaram os efeitos da interação entre inoculante enzimo-bacteriano a base de *Streptococcus (Enterococcus) faecium*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* com os períodos de armazenamento e os teores de MS. Relataram que independentemente do período analisado, os valores de MS foram maiores nas silagens inoculadas que nas não tratadas com inoculante, com valores aos 56 dias de 39,4% para o controle e 43,2% para inoculada. Os autores atribuem essas variações nos teores de MS, a ocorrência de problemas de amostragem, pois não há alterações biológicas que justifiquem os resultados.

## PH

Os valores de pH não apresentaram variações significativas durante o período de exposição ao ar em ambos os tratamentos, controle e inoculado com *L. buchneri* (Figura 2). No tempo 0 (abertura dos silos) a média do pH para o controle foi de 4,16, enquanto no inoculado com *L. buchneri* o pH foi de 4,42. Às 72 horas de exposição ao ar, as médias de pH foram de 4,49 e 4,46 para os tratamentos controle e inoculado, respectivamente.

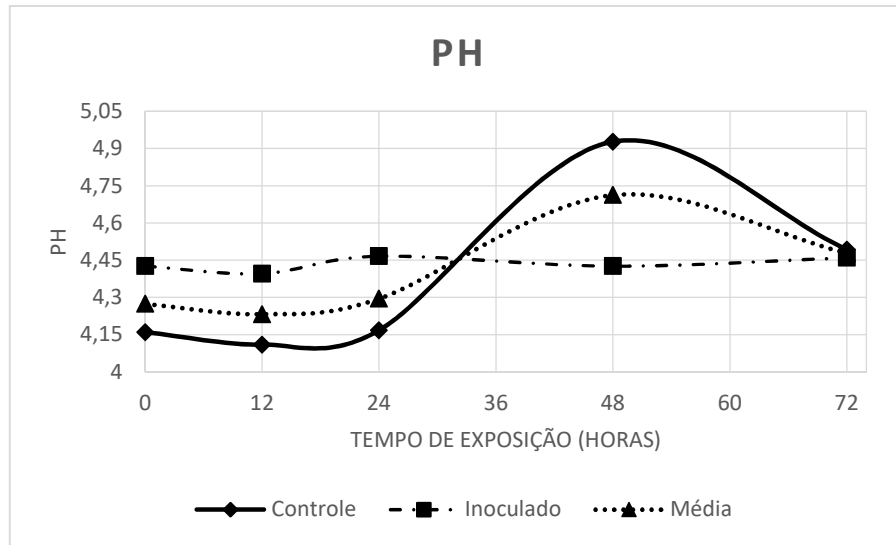


Figura 2. Valores de pH dos diferentes tratamentos em função dos tempos de exposição ao ar.

Esses valores de pH estão pouco acima dos considerados por Kung e Stokes (2002) dentro dos ideais para que a silagem seja bem preservada. Os autores colocam que esses valores não deveriam passar de 4,2 para que ocorra uma boa qualidade de fermentação, considerando silagem de milho. Segundo Mülbach (1999) a silagem de milho que é destinada a alimentação de ruminantes deve ter pH abaixo de 4,0, para que não haja redução da palatabilidade da silagem.

Da mesma forma que os resultados apresentados neste trabalho, Rodrigues et al. (2004) não encontraram diferenças referentes aos valores de pH, quanto a inoculação de silagens de milho, utilizando inoculantes contendo *L. plantarum*, *S. faecium* e *Lactobacillus* sp. Descreveram valores médios de 4,03 e 4,05 para controle e inoculados, respectivamente.

Diferindo desses resultados, Weinberg et al. (2007) obtiveram diferenças estatísticas nas silagens inoculadas com *Enterococcus faecium*, com pH igual a 3,8, comparadas com inoculantes contendo *E. faecium* e *L. plantarum* com pH de 4,2 e o tratamento controle (sem inoculante) com pH igual 3,7. Os autores concluíram que os efeitos desses aditivos combinados, pode reduzir a produção de ácidos pelos microrganismos, reduzindo consequentemente a queda do pH.

Salvo et al. (2013) compararam os valores de pH em tratamentos com silagem de milho inoculadas com *L. buchneri*, comparando com tratamentos contendo *L. buchneri* associado a *L. plantarum* e controle (sem inoculante). Ao analisarem os resultados, verificaram menor valor de pH no tratamento associando *L. buchnerie L. plantarum* (4,06) em relação ao controle (4,12), e valor intermediário para silagem inoculada com *L. buchneri* somente (4,03).

Segundo Pahlow et al. (2003) as variações de pH durante os períodos de exposição aeróbia, devem-se principalmente aos ácidos acético e propiônico e à contagem de leveduras e fungos na silagem. O metabolismo de leveduras pressupõe segundo o autor, a oxidação de substratos como ácidos orgânicos, incluindo ácido lático que faz com que o pH da silagem aumente.

## Temperatura

As temperaturas médias apresentaram variações entre os tratamentos em relação ao tempo de exposição ao ar. No tempo 0 (abertura dos silos) a temperatura mensurada foi de 30,25°C para o tratamento controle e 30,0°C para os silos inoculados com *L. buchneri*. A variação de temperatura após abertura dos silos em relação aos tempos de exposição diferiu entre os tratamentos (Figura 3). Foi possível observar que o aumento de temperatura considerando os tratamentos nos diferentes períodos foi diferente.

O início do aumento da temperatura para o tratamento controle ocorreu a partir das 12 horas de exposição ao ar, enquanto para o tratamento inoculado o início da elevação da temperatura ocorreu a partir das 24 horas. Observou-se ainda, que os picos de temperatura foram atingidos às 72 horas de exposição para ambos os tratamentos. Os picos de temperatura médios mensurados foram para o tratamento controle de 36,25°C enquanto para o tratamento inoculado com *Lactobacillus buchneri* foi de 31,0° C.

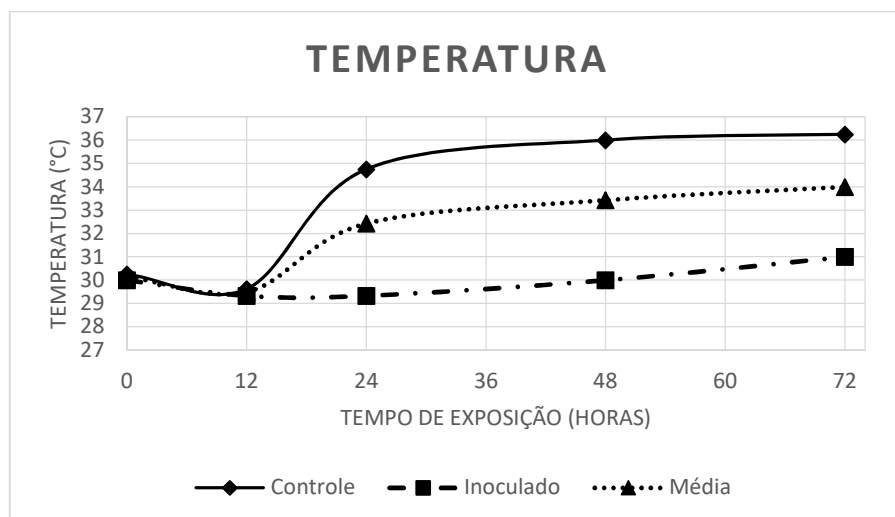


Figura 3. Temperatura dos silos com e sem inoculação com *Lactobacillus buchneri* na abertura dos silos e em função dos tempos de exposição ao ar.

Segundo Kung e Stokes (2002) o aumento da temperatura durante a ensilagem, está relacionado com a proliferação de microrganismos, geralmente indesejáveis e que causam a deterioração do material. Durante a desensilagem, ocorre a desestruturação da massa antes compactada, e propicia a entrada de O<sub>2</sub> e ativação de processos químicos e microbiológicos que atuam em detrimento da composição nutricional da silagem (Mc DONALD et al. 1991).

Gimenes et al. (2006) ao considerarem o efeito de inoculantes contendo *Lactobacillus plantarum* sobre a temperatura, retrataram que a temperatura do tratamento controle apresentou um pico maior em menor tempo comparando com o tratamento com inoculante. A silagem sem inoculante chegou ao pico de 42°C levando 34 horas para atingi-lo, enquanto o tratamento inoculado com *L. plantarum* chegou a 38° C às 49 horas exposta ao ar. Os autores citados relataram durante o período de observação, que a silagem controle apresentou um segundo momento de aumento de temperatura. Esse fato justificado se impõe ao maior pico de temperatura da silagem sem inoculação com *L. buchneri*.

Embora o aquecimento inicial ocorra devido ao crescimento de leveduras e bactérias, com o passar do tempo há crescimento de outros microrganismos que passam a contribuir para o aumento da temperatura. Alguns bacilos que não tem importância significativa com pH abaixo de 5, são responsáveis por aquecimento do material em exposição ao ar (MUCK e PITT, 1992).

## **Conclusão**

A silagem inoculada com *Lactobacillus buchneri* apresentou teores de proteína superiores em relação a silagem sem inoculação. Houve redução da FDN em ambos os tratamentos após fermentação. O teor de FDA reduziu após a fermentação, porém não houve diferença dos valores na silagem (pós-fermentação) entre controle e inoculado. O teor de matéria seca do material ensilado foi reduzido com a inoculação contendo *L. buchneri*. A exposição da silagem ao ar eleva a temperatura do material ao longo do tempo. A inoculação com *L. buchneri* confere controle sobre a elevação da temperatura das silagens ao longo do período de exposição aeróbia.

**NUTRITIONAL ASSESSMENT AND LOSSES NUTRIENTS DURING  
FERMENTATION AND AEROBIC STABILITY OF CORN SILAGE INOCULATED  
OF WITH *Lactobacillus Buchneri***

Abstract

Livestock production has intensified throughout the country. Within this area the dairy cattle has great featured. The corn silage is used worldwide, and the forage storage in the form of silage allows the supply of roughage fed to ruminants in periods of shortage of pasture. This study aimed to evaluate the possible losses of nutrients during the fermentation of corn silage, with the use of microbial inoculant and the effects of exposure of silage on the air, about the pattern of fermentation, during desensilagem. The experiment was conducted in a private country estate in the municipality of Santo Antônio do Sudoeste. The site is located in southwestern Paraná region, Brazil. Approximately 23 plants were mashed in average particle size from two cm for confection of mini silos with compaction density approximate 611.5 kg / m<sup>3</sup> of green matter. We evaluated the efficiency of microbial additive from the evaluation of inoculated silos and without inoculation after 42 days of fermentation to determine nutrient losses after the fermentation and after opening silos. As analyzes were performed in Bromatology Laboratory of the Federal University Frontier South Campus Realeza. The average levels of the nutritional composition of silage inoculated for PB, NDF, ADF were 7.61; 59.19; 26,43 respectively. The average fermentative standard data pH 4.16 and 4.42 and 38.05% dry matter and 35.8% for control and inoculated with *L. buchneri*, respectively.

Keywords: Quality forage. animal feed. Storage.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, Rafael Camargo do. **Estratégias de controle da deterioração aeróbia em silagem de milho e seu valor alimentício para vacas em lactação**. 2011. 175 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; CAVALLARIN, L. A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.90, n. 10, p. 4701-4706, out. 2007.
- GIMENES, A. L. G. et al. Composição química e estabilidade aeróbia em silagens de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 153-158, abr./jun. 2006.
- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Base de dados do estado**. Curitiba: IPARDES, 2011.
- ÍTAVO, L. C. V. et al. Substituição da silagem de milho pela silagem do bagaço de laranja na alimentação de vacas leiteiras: consumo, produção e qualidade do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29, n.5, p.1498-1503, 2000.
- JONES, Beth A.; HATFIELD, Ronald D.; MUCK, Richard E. Effect of fermentation and bacterial inoculation on lucerne cell walls. **Journal of Science Food Agriculture**, v.60, n.2, p. 147-153, 1992.
- JUNGES, Daniel. Aditivo microbiano na silagem de milho em diferentes tempos de armazenamento e avaliação da estabilidade aeróbia por termografia em infravermelho. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- KLEINSCHMIT, D. H.; KUNG JR, L. A meta-analysis of the effects of lactobacillus buchneri on the fermentation and aerobic stability of corn, grass and small grain silages. **Journal Dairy Science**, v.89, n. 10, p.4005-4013, out. 2006.
- KUNG JR., L. et al. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3763-3770, dez. 1993.
- KUNG JR., L.; RANJIT, N. K. The effect of lactobacillus buchneri and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 5, p. 1149- 1155, maio 2001.
- KUNG JR., L.; STOKES, M.R. **Analyzing silages for fermentation end products**. 2002.
- LUTHER, Richard M. Effect of microbial inoculation of whole-plant corn silage on chemical characteristics, preservation and utilization by steers. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1329-1336, 1986.
- MAHANNA, B. **Troubleshooting silage problems**. 1997.



Mc DONALD, P. et al. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Merlow: Chalcomb,1991.

MOON, N. J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n. 3, p.453-460, dez. 1983.

MORAIS, R.P.G.de. **Avaliação do efeito de inoculantes bacterianos sobre a qualidade de silagem e desempenho animal**. 1995. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1995.

MUCK, R.E.; PITT, R.E. Aerobic losses at the silo face. **American Society of Agricultural Engineers**,n. 92, p. 1003, 1992.

MÜHLBACH, P. R. F. Additives to improve the silage making process with tropical forages. In: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. Proceedings... Rome: FAO, 2000.

NSEREKO, V. L. et al. Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, n. 1-4, p.122- 135, ago. 2008.

OLIVEIRA, L. B. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

PAHLOW, G. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.31-94.

PEDROSO, A. F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). 2003. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 3, p. 526-535, mar. 2000.

ROCHA, K. D. et al. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimo-bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.389-395, 2006.

RODRIGUES, P. H. M et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil de fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.6, p.2373-2379, 2002.

SALVO, P.A.R. et al. Características de silagens de milho inoculadas com *Lactobacillus Buchneri* e *L. plantarum*. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 62, n. 239, p. 379-390, 2013.

- SANDERSON, M.A. Aerobic stability and *in vitro* fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 2, p.505-514, fev. 1993.
- SENGER, C.C.D. et al. Composição e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.
- SILVA, Almir Vieira et al. Consumo e digestibilidades dos nutrientes em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.6, p.2469-2478, Nov./dez. 2006.
- SILVA, Almir Vieira et al. Composição bromatológica e digestibilidade in vitro da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1881-1890, nov./dez. 2005.
- SILVA, J. M. et al. Influência de inoculante bacteriano-enzimático sobre a microbiota e qualidade nutricional de silagens de grãos úmidos de milho. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 1, p.62-72, jan./mar. 2010.
- TAYLOR, C.C. et al. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 7, p. 1793-1800, jul.2002.
- TOMICH, T. R. et al. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.6, p.1249-1252, 2006.
- TOSI, H.; JOBIM, C. C. Conservação de forragens: silagem. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; CHMIDELL, W.; LIMA, U. A. (Coord.). *Biotecnologia industrial na produção de alimentos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed.Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trend and opportunities in the development and use of inoculant for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 53-68, out. 1996.
- WEINBERG, Z.G. et al. Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 10, p. 4754–4762, out. 2007.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, London, v. 68, p. 101-116, 1990.
- YILDIRIM, M. Purification of buchnericin LB produced by *Lactobacillus buchneri* LB. **Journal of Biology**, v.25, p.59-65, 2001.

ZOPOLLATTO, M. et al. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG**, v. 38, p.170-189, jul. 2009.