



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 18, Nº 05, set/out de 2021

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

RESUMO

No Brasil, a sazonalidade climática é um desafio para os indicadores de desempenho e pode gerar efeitos negativos na estação seca. Por isso, é fundamental o planejamento, a produção e o estoque de volumoso e a ensilagem é o principal método de conservação. Algumas propriedades rurais, por questões operacionais ou estratégicas, necessitam realizar a compra do volumoso. Esse processo envolve a compra, transporte e reensilagem do material na fazenda de destino. Durante essa operação, ocorre exposição do material ensilado ao ar que pode comprometer o valor nutricional do alimento devido à reativação de microrganismos, principalmente fungos e leveduras. Os inoculantes microbianos são compostos por cepas homofermentativas, heterofermentativas ou uma combinação entre elas, os quais modulam o processo fermentativo da silagem produzindo ácidos graxos voláteis capazes de controlar o crescimento de microrganismos e aumentar a estabilidade aeróbia. Silagens de milho inoculadas com *L. buchneri* apresentaram maior ($p < 0,01$) estabilidade aeróbia (185,5 horas) em relação ao grupo controle (50,5 horas), aumento de 3,7 vezes. O aumento da estabilidade da silagem mantém o valor nutricional durante os processos de desensilagem e comercialização.

Palavras-chave: reensilagem, deterioração aeróbia, silagem de milho, inoculantes microbianos.

Efeito do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade de silagem de milho e o desempenho animal

Reensilagem, deterioração aeróbia, silagem de milho, inoculantes microbianos.

Rafael Araújo de Menezes^{1*}

Guilherme Lobato Menezes²

Alan Figueiredo de Oliveira²

Frederico Patrus Ananias de Assis Pires²

Diogo Gonzaga Jayme³

¹ Mestrando na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. *E-mail: rafaelaraujodemeneses@gmail.com.

² Doutorando na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

³ Professor Associado na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

EFFECT OF THE USE OF MICROBIAL INOCULANTS ON QUALITY OF CORN SILAGE AND ANIMAL PERFORMANCE

ABSTRACT

In the Brazil, the climatic seasonality challenges the performance indexes and can take negative effects in the dry season. Therefore, planning, production and stock of roughage are necessary. Silage is the main method of preserving these foods, being a good source of fiber and energy in the feeding of ruminants. Some rural properties for operational or strategic reasons, need to purchase the bulky. This process involves the purchase, transportation and re-ensiling of the material at the destination farm. During this operation, the ensiled material is exposed to air, which can compromise the nutritional value of the food due to the reactivation of microorganisms, mainly fungi and yeasts. Microbial inoculants are composed of homofermentative, heterofermentative strains or a combination of them. They are able to modulate the fermentation process and to control growth of microorganisms, increasing aerobic stability and maintaining the nutritional value of the silage. Corn silages inoculated with *L. buchneri* increased ($p < 0.01$) aerobic stability (185.5 hours) compared to the control group (50.5 hours). The increase in the stability of the silage maintains the nutritional value during the processes of desensilage and commercialization.

Keyword: re-ensiling, aerobic deterioration, corn silage, microbial inoculants.

INTRODUÇÃO

O Brasil, apesar do destaque pecuário, convive com padrões produtivos muito heterogêneos. A sazonalidade da produção de forrageiras tropicais é um fator impulsionador dos baixos índices de desempenho (DOMINGUES et al., 2011). Nesta época, é necessário planejamento da produção e armazenamento de volumosos para alimentação dos animais. Os alimentos volumosos contribuem com a maior fração na dieta de ruminantes e a ensilagem é o principal método de conservação destes alimentos, sendo uma boa fonte de fibra e energia na alimentação de ruminantes (BERNARDES et al., 2014). O milho é a forragem mais utilizada para ensilagem nas propriedades brasileiras, já que ele apresenta elevado valor nutritivo, alta produção de matéria seca e características ideais ao processo fermentativo (BACKES et al., 2001; DANIEL et al., 2011).

O número de propriedades que compram volumosos cresce a cada ano no país em função da falta de planejamento, inaptidão agrícola das propriedades, falta de mão de obra e maquinário especializado (MICHEL et al., 2016; LIMA et al., 2017; DOS ANJOS et al., 2018). Este processo envolve a compra, transporte e reensilagem do material na fazenda de destino. Durante a exposição do material ao ar, pode ocorrer diminuição do valor nutritivo em um processo denominado deterioração aeróbica (MICHEL et al., 2016). Estudos recentes estão sendo realizados com o objetivo de entender o impacto dessa prática na qualidade do alimento e desenvolver estratégias para diminuir estas perdas.

A utilização dos inoculantes microbianos propõe aumento da estabilidade aeróbia, diminuição das perdas e melhora nos padrões fermentativos no processo de ensilagem. Entretanto, os resultados são muito inconsistentes (MICHEL et al., 2016; DOS ANJOS et al., 2017; COELHO et al., 2018). A escolha da espécie microbiana a ser utilizada deve estar alinhada ao objetivo de utilização e aos desafios proporcionados pelo sistema produtivo. Os custos adicionais e as perdas do material ensilado devem ser mensurados para avaliação do retorno sobre o capital investido na tecnologia e possibilitar decisões assertivas.

O alimento reensilado, assim como a silagem, geral-

mente representa a base da dieta dos ruminantes. Logo, o uso de inoculantes age de forma indireta em relação ao desempenho e produção animal, pois visa reduzir as perdas quantitativas e qualitativas do volumoso durante os processos de ensilagem e reensilagem, bem como manter os parâmetros fermentativos e o seu valor nutritivo. Entretanto, há controvérsias sobre a significativa influência do uso de inoculantes microbianos em silagens sobre o desempenho animal. Não o bastante, parece haver também divergências entre os resultados para os diferentes tipos de inoculantes (compostos por bactérias ácido lácticas homofermentativas e/ou heterofermentativas).

Objetivou-se avaliar a influência do uso de inoculantes com cepas heterofermentativas sobre a estabilidade aeróbia, os parâmetros fermentativos e o valor nutricional de silagens de milho convencionais e reensiladas e sobre o desempenho de animais.

PRODUÇÃO DE SILAGEM COM USO DE ADITIVO MICROBIANO

Ensilagem

A ensilagem é um método de conservação de alimentos. A realização adequada do processo passa por uma compactação contínua até remover o máximo de oxigênio (O₂) possível da massa ensilada e por uma vedação do silo (CHEN; WEINBERG, 2014). O processo envolve o armazenamento do material no silo e sua conservação pela fermentação anaeróbia e abaixamento do pH. As bactérias ácido lácticas (BAL) homofermentativas ou heterofermentativas, convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico. O ambiente anaeróbio, associado ao baixo pH, inibe o crescimento de microrganismos e preserva os nutrientes da planta (RANJIT et al., 1999). O ambiente anaeróbio é criado após a vedação do silo a partir do processo de respiração até que o oxigênio seja esgotado da massa de forragem, ocorrendo a produção de ácido láctico e a queda do pH (ASHBELL et al., 2002).

O sucesso da técnica envolve a rápida queda do pH e o estabelecimento de ambiente anaeróbio. O objetivo é conservar o maior percentual de nutrientes digestíveis da forragem original (WOOLFORD, 1990; MCDONALD et al., 1991; LIMA et al., 2017).

Segundo McDonald (1991) e Weinberg & Muck (1996), o processo de ensilagem pode ser dividido em quatro fases:

a) Fase 1- Pré-fechamento do silo ou fase aeróbia: Essa fase envolve a colheita, a picagem e o transporte do material para o local onde será ensilado. O objetivo é remover O_2 o mais rápido possível, pois nessa fase ocorre respiração das plantas, atividades de proteases e microrganismos aeróbios;

b) Fase 2 – Fermentação ativa: Ocorre após o meio ficar anaeróbio. Nessa fase, há predomínio de BAL, diminuindo o pH e inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis;

c) Fase 3 – Fermentação estável: Ocorre estabilização dos processos fermentativos, as BAL dominam a massa ensilada e o pH se mantém estável em torno de 4. Não há presença de oxigênio;

d) Fase 4 – Abertura do silo: Durante essa fase, ocorre exposição do material ao O_2 . Microrganismos aeróbios principalmente leveduras, fungos e bactérias ácido acéticas são reativados, consumindo ácido láctico e açúcares solúveis residuais. Esses microrganismos aumentam o pH do material ensilado e diminuem o valor nutricional.

As perdas de matéria seca (MS) podem ocorrer em qualquer uma dessas fases, porém, os principais ocasionadores de perdas são o processo de respiração que ocorre no campo, a fermentação no silo, a produção de efluentes e a deterioração aeróbia por exposição ao oxigênio (BORREANI et al., 2017). O gerenciamento das operações que ocorrem nas fases 1 e 4 é fundamental para mitigar as perdas por processos de respiração e deterioração aeróbia.

Os principais fatores que influenciam o processo de ensilagem são a respiração, a atividade enzimática após fechamento do silo e a atividade de clostrídios e de microrganismos aeróbios após abertura do silo (MUCK, 1988). Por essa razão, é importante colher a forragem no momento correto e realizar a vedação o mais rápido possível.

O objetivo de ensilar o volumoso é manter a distri-

buição de alimentos de qualidade ao longo do ano. Entretanto, o processo de conservação adequado é importante na manutenção do valor nutricional do alimento. Variações de 3 a 12 unidades no teor de FDN na MS podem influenciar o valor nutritivo da silagem (ROTZ; MUCK, 1994).

Durante o período de estabilidade da silagem é necessário manter a anaerobiose. A entrada de oxigênio pode reativar alguns microrganismos aeróbios como as leveduras e pode causar processo de deterioração (LIMA et al., 2017).

Silagem e reensilagem de milho

A silagem de milho destaca-se como o volumoso mais utilizado na pecuária brasileira durante o período seco do ano. É uma boa fonte de volumoso para ser utilizada em sistemas de produção de animais confinados em função do elevado valor nutritivo, da alta produção de matéria seca e por possuir características ideais ao processo de ensilagem. Entre as características preconizadas são observados teor de MS adequado (30 a 35 %) com bom valor nutritivo, concentração mínima de 3% de carboidratos solúveis na matéria natural, baixo poder tampão e boa fermentação microbiana (NUSSIO et al., 2001). Esses fatores associados à facilidade de plantio, alta produtividade e boa aceitação pelos animais viabilizam a utilização desta cultura na alimentação de ruminantes. Em um levantamento realizado em 270 fazendas no Brasil, 82,7% utilizavam apenas milho ou em combinação com outras espécies forrageiras na alimentação animal (BERNARDES et al., 2014).

O valor nutricional da silagem de milho está diretamente relacionado com as características do material ensilado. Em culturas produzidas com este objetivo é preconizada elevada produção de matéria seca, altas concentrações de proteína bruta (PB), energia e fibras de boa qualidade (PAZIANI et al., 2009). O sucesso da técnica envolve a queda do pH rapidamente e o estabelecimento de ambiente anaeróbio (LIMA et al., 2017).

Os cuidados na reensilagem são semelhantes aos realizados na ensilagem e as etapas do processo não podem ser negligenciadas. O material quando exposto ao ar, pode ter seu valor nutricional comprometido pelo fato de propiciar um ambiente

aeróbico favorável à reativação e proliferação de microrganismos, principalmente fungos e leveduras (MICHEL et al., 2016). Os microrganismos utilizam os ácidos orgânicos e carboidratos solúveis para seu crescimento, o que reduz o potencial de redução do pH durante a fermentação. Esse consumo de nutrientes reduz a quantidade de energia, a digestibilidade e o valor nutritivo da silagem (LIMA et al., 2017; DOS ANJOS et al., 2018).

Inoculante microbiano

A utilização de inoculante microbiano é uma ferramenta auxiliar no processo de ensilagem. Nesse processo, podem ser utilizadas cepas homofermentativas, heterofermentativas ou uma combinação entre elas (ZOPOLLATO et al., 2009). No Brasil apenas 27,7% das propriedades utilizavam algum aditivo para ensilar suas culturas (BERNARDES et al., 2014).

É válido ressaltar que o uso de inoculantes para a produção e armazenamento de silagens é uma ferramenta adicional e complementar ao processo, que pode ser adotada após o domínio e a realização adequada de todas as etapas da ensilagem. Logo, estes aditivos devem ser usados de maneira estratégica e avaliados quanto ao custo-benefício para cada sistema de produção.

As bactérias homofermentativas (*Lactobacillus plantarum*, *L. curvatus*, *L. acidophilus*, *Lactobacillus* spp., *Streptococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus* e *P. acidilactici*) aumentam a taxa de fermentação e a produção de ácido láctico, aceleram a queda do pH, diminuem a proteólise e estabilizam o processo fermentativo de forma mais rápida. Já as bactérias heterofermentativas (*L. buchneri*, *L. brevis* e *Propionibacterium* sp.) utilizam ácido láctico e glicose como substratos para produção de ácido acético e propiônico, atuando no controle de fungos sob baixo pH (ZOPOLLATO et al., 2009). Silagens de boa qualidade apresentam pH entre 3,8 a 4,2, faixa esta que potencializa a ação do ácido acético o qual possui propriedades favoráveis no controle de fungos e leveduras (MCDONALD et al., 1991).

Os inoculantes com cepas heterofermentativas tem maior probabilidade de aumentar a estabilidade aeróbia em comparação aos inoculantes com cepas homofermentativas em função do perfil fermentativo.

Algumas cepas como o *L. buchneri* são lentas na produção de ácido acético levando 45 a 60 dias para melhorar a estabilidade aeróbica. Esse fator é limitante para sua utilização, uma vez que os produtores geralmente precisam abrir o silo em períodos menores, não obtendo melhora na qualidade das silagens devido à utilização do inoculante (SILVA et al., 2019).

Desempenho animal

Os dados e resultados científicos encontrados na literatura estão focados em aspectos nutritivos do produto final, como o valor nutritivo e perfil fermentativo das silagens. Entretanto, aspectos relacionados ao posterior uso dessas silagens têm ganhado importância nos últimos anos, como a avaliação da estabilidade aeróbica da silagem durante o processo de reensilagem e do desempenho animal, sobretudo de ruminantes alimentados com tais silagens providas de inoculante microbiano. Contudo, os trabalhos sobre desempenho animal são controversos.

Hafez et al. (2012) e Abedo et al. (2013) observaram melhor performance de cabras e cordeiros alimentados com silagens feitas com o uso de inoculante composto por bactérias homofermentativas. Os autores descreveram o aumento da produção, o teor de proteína e de lactose do leite ($p < 0.05$), bem como trouxe benefícios metabólicos, como aumento da glicose e proteínas totais séricas nos caprinos e o aumento no ganho de peso, na conversão alimentar e nas características de carcaça de cordeiros ($p < 0.05$), e a redução do custo de produção unitário (kg). Alinhados a estes resultados, Lara et al. (2018) observaram melhor performance de cordeiros alimentados com silagem de milho feitas com o uso de *Lactobacillus buchneri* e *Bacillus subtilis* comparado com o grupo controle (feitas sem inoculante) ou aquelas feitas com enzimas fibrolíticas. Benefícios quanto aos parâmetros produtivos também foram descritos em novilhas de corte por Pedroso et al. (2006). Segundo os autores, o uso de *L. buchneri* em silagem de cana-de-açúcar (46% da dieta) aumentou o ganho de peso médio diário e a eficiência alimentar, assim como reduziu o custo por quilograma de peso ganho.

Em contrapartida, Basso et al. (2018) concluíram que o uso de *L. buchneri* em silagens de milho melhorou o crescimento e características de carcaça de cordeiros apenas quando os animais receberam dietas com alta proporção de silagem:concentrado (60:40). Bayatkouhsar et al. (2011) estudou o efeito do uso de inoculantes microbianos em dietas de vacas leiteiras e relataram que os efeitos sobre a composição e produção do leite corrigido para 4% de gordura foram mínimos e sem significância estatística ($p>0,145$). Outros autores não encontraram efeitos significativos no desempenho de bovinos machos em terminação (RABELO et al., 2016, ZHANG et al., 2019) ou na produção de leite em vacas leiteiras (SILVA et al., 2017) alimentados com silagens providas de inoculante microbiano.

Com o objetivo de melhor analisar o efeito do uso de inoculantes microbianos no desempenho animal, trabalhos de metanálise vem sendo desenvolvidos. Uma análise mais profunda e detalhada dos diversos dados da literatura científica sobre o assunto até o momento pode ser uma ferramenta para guiar as expectativas dos produtores. Oliveira et al. (2016) realizaram uma metanálise sobre os efeitos do inoculante bacteriano com bactérias ácido lácticas homofermentativas e heterofermentativas facultativas sobre parâmetros microbiológicos e desempenho animal. Os autores concluíram que o uso de inoculante na silagem resultou em aumento da produção de leite em vacas Holandês, mas sem efeito na digestibilidade da dieta e na eficiência alimentar. Em metanálise abrangendo 140 artigos sobre o uso de diferentes espécies de bactérias ácido lácticas (LAB) em silagens de milho, Bernadi et al. (2019) concluíram que o uso de LAB homofermentativas foi favorável ao desempenho animal apenas para o consumo em ovinos e não trouxe benefícios para parâmetros produtivos de bovinos leiteiros ou de corte. Finalmente, Muck et al. (2018) realizaram uma revisão literária que abrangeu estudos desde o ano de 2000 sobre o uso de diferentes tipos de aditivos microbianos em silagens de milho, sorgo e cana-de-açúcar. Foi concluído que o uso de LAB homofermentativas resultou em um aumento da produção de leite por mecanismo que ainda não é claro, enquanto que o uso de LAB heterofermentativa (*L. buchneri*) melhora a estabilida-

de aeróbica da silagem, mas sem efeito na produtividade animal.

Estabilidade aeróbia

Estabilidade aeróbia é o número de horas gasto para a silagem mostrar aumento de 2°C acima da temperatura ambiente (HU et al., 2009). Leveduras e bactérias produtoras de ácido acético são as principais causadoras da deterioração das silagens, essas metabolizam ácido láctico aumentando o pH, ocasionando o crescimento de fungos e bactérias aeróbias (TANGNI et al., 2013; WILKINSON; DAVIES, 2012). As perdas são maiores quanto maior a intensidade de exposição ao ar, tempo e qualidade da silagem, sendo maior a perda quanto melhor a silagem devido às altas concentrações de lactato (MCDONALD et al., 1991; MUCK, 2010).

Silagens bem conservadas quando expostas ao ar apresentam boa estabilidade aeróbia. Silagem de milho, não inoculadas, expostas ao ar durante 12, 24, e 48 horas e reensiladas, não apresentaram diferença na estabilidade aeróbia por até 200 horas (LIMA et al., 2017).

Entretanto, alguns trabalhos demonstraram estabilidade aeróbia em silagens não inoculadas entre 51,0 e 65,5 horas (HU et al., 2009; NETO et al., 2013), que são suficientes para manter a qualidade do alimento durante o fornecimento diário aos animais. Todavia, quando considerada a comercialização de silagem, o tempo gasto durante o processo pode superar o período de estabilidade aeróbia da silagem e causar perdas. Essas podem ser acentuadas em temperaturas superiores a 30°C por acelerar o crescimento de microrganismos (KOC et al., 2009). Como fatores relacionados à temperatura não podem ser controlados, estudos recentes têm avaliado inoculantes microbianos ácido-lácticos heterofermentativos no controle da deterioração que ocorre pela maior concentração de ácido acético, com propósito de melhorar a estabilidade aeróbia dos materiais ensilados (ZOPOLLATO et al., 2009; TABACCO et al., 2011; SALVO et al., 2013). Silagens de milho inoculadas com *L. buchneri* apresentaram maior ($p<0,01$) estabilidade aeróbia (185,5 horas) em relação ao grupo controle (50,5 horas), aumento de 3,7 vezes

(HU et al., 2009). Em um estudo avaliando estabilidade aeróbia em silos coletados a campo, silagens inoculadas com *L. buchneri* aumentaram ($p=0,02$) 1,65 vezes a estabilidade aeróbia, esses silos permaneceram estáveis por 76 horas (MARI et al., 2009). Silagem de milho inoculada com *L. buchneri*, *L. plantarum* e um grupo controle durante 0, 7 e 14 dias de exposição ao ar, a inoculação com *L. buchneri* manteve a estabilidade aeróbia por 12 dias (TABACCO et al., 2011).

Os resultados de estabilidade aeróbia encontrados na literatura são muito controversos. NETO et al. (2013), não observaram diferença ($p>0,05$) neste parâmetro em silagens de milho armazenadas por 150 dias inoculadas com *L. buchneri*, *L. buchneri* + *L. plantarum* e sem inoculante, em média as perdas da estabilidade ocorreram após 63,09 h. O efeito da exposição ao ar e reensilagem em silagens de milho e sorgo inoculadas com *L. plantarum*, *P. acidipropionici*, não apresentaram alteração sobre a estabilidade aeróbia (MICHEL et al., 2016; DOS ANJOS et al., 2018; COELHO et al., 2018).

Parâmetros fermentativos

Os principais parâmetros para avaliação dos processos fermentativos são teor de MS, pH, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (NH₃-NT) e teor de ácidos orgânicos (TOMICH et al., 2003).

Silagens inoculadas com cepas heterofermentativas podem apresentar maior perda de MS em função da fermentação dos carboidratos solúveis (MCDONALD et al., 1991). O teor de MS em silagens de milho inoculadas com *L. buchneri* e ensiladas por 45, 90 e 150 dias não diferiu entre os tratamentos (HU et al., 2009; TABACCO et al., 2011; NETO et al., 2013; SILVA et al., 2019). Um estudo realizado em silos inoculados ou não com *L. buchneri* coletados no campo, Mari et al. (2009), também não observaram alterações nos teores de MS. Hu et al. (2009) encontraram pequenas diferenças ($p=0,04$) nos teores de MS em silagens armazenadas por 240 dias. Segundo os autores esta variação ocorreu devido ao efeito aleatório da amostragem. Quando exposta ao ar por 7 e 14 dias, silagens inoculadas com *L. buchneri* por até 7 dias apresentaram menor perda de MS em decorrência da melhora na estabilidade aeróbia. Já aos 14 dias, em decorrência

da perda de estabilidade, ocorreu perda de MS (TABACCO et al., 2011).

Os valores de pH em silagens inoculadas com bactérias heterofermentativas podem ser elevados devido a menor concentração de ácido láctico. Hu et al. (2009) observaram maior ($p<0,01$) teor de pH em silagens inoculadas com *L. buchneri* (3,69) em relação ao controle (3,57). Corroborando com os dados encontrados, Tabacco et al. (2011), observaram maior ($p<0,01$) teor de pH em silagens inoculadas com *L. buchneri* (3,69) em relação ao controle (3,57). No entanto, Neto et al. (2013) não observaram diferença significativa nos valores de pH em silagens de milho inoculadas com *L. buchneri* ou *L. buchneri* associado ao *L. plantarum* e um grupo controle, os valores médios de pH encontrados foram 3,75. Silagens de milho inoculadas com quatro diferentes cepas de *L. buchneri* e desensiladas após 45 dias apresentaram menor ($p<0,01$) pH, com exceção de uma cepa de *L. buchneri*, em relação ao grupo controle ($p=0,002$) (SILVA et al., 2019).

Em silagens inoculadas com *L. buchneri* foram observados aumentos ($p<0,01$) nas concentrações de ácido acético, os valores foram 2,40 (TABACCO et al., 2011) e 2,59 (HU et al., 2009) vezes maiores em relação à média dos grupos não tratados. Neto et al. (2013) não observaram os mesmos resultados, neste estudo as concentrações de ácido acético no tratamento inoculado com *L. buchneri* foram menores ($p=0,02$) em comparação ao grupo controle, enquanto as silagens do tratamento com *L. buchneri* + *L. plantarum* obtiveram valores intermediários. Nestes trabalhos em que os autores relataram maiores concentrações de ácido acético, também foram observadas menores ($p=0,02$) valores em comparação ao grupo controle, enquanto as silagens do tratamento com *L. buchneri* + *L. plantarum* obtiveram valores intermediários. Nestes trabalhos em que os autores relataram maiores concentrações de ácido acético, também foram observadas menores ($p<0,01$) concentrações de ácido láctico (HU et al., 2009; TABACCO et al., 2011). Já Neto et al. (2013) não observaram

nenhuma diferença entre os tratamentos.

As silagens podem apresentar maiores concentrações de $\text{NH}_3\text{-NT}$ como resultado da inoculação de *L. buchneri* em função do aumento do pH (DRIEHUIS et al., 2001). Hu et al. (2009) encontraram maiores ($P<0,01$) concentrações de $\text{NH}_3\text{-NT}$ em silagens inoculadas com *L. buchneri* em comparação ao grupo controle. Entretanto, em alguns trabalhos essa diferença não tem sido observada (MARI et al., 2009; TABACCO et al., 2011).

As silagens de milho inoculadas com *L. plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* expostas ao ar por 36 horas não apresentaram alterações em nenhum dos parâmetros fermentativos (COELHO et al., 2018).

Valor nutricional

O valor nutricional da silagem como produto final está diretamente relacionado ao processo de fermentação dentro do silo, que por sua vez é influenciado pelas características bioquímicas do material ensilado e pela forma como são feitas as etapas da ensilagem. Quando ocorre a perda da estabilidade aeróbia, o valor nutricional do alimento pode ser comprometido pelo crescimento de microrganismos (fungos e bactérias) indesejáveis, aumentando as frações fibrosas e diminuindo a digestibilidade dos nutrientes no alimento (LIMA et al., 2017). Amostras de silagens colhidas em 31 fazendas localizadas em Wisconsin, Pensilvânia e Minnesota com e sem inoculante *L. buchneri*, não apresentaram alterações nos percentuais de MS, PB, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) (MARI et al., 2009). Tabaco et al. (2011) avaliaram o efeito da inoculação do *L. buchneri* e o tempo de exposição ao ar pós abertura do silo de milho por 0, 7 e 14 dias, o tratamento com inoculante após 14 horas de exposição ao ar diminuiu ($p<0,001$) em 47,94 % as concentrações de PB e 18,17 % as de lignina em detergente ácido (LDA) ($p=0,023$) em relação ao grupo controle. O tempo de exposição ao ar influenciou todos os parâmetros, exceto extrato etéreo (EE) e as hemiceluloses. A perda da estabilidade aeróbia do tratamento com inóculo ocorreu com 12 dias, este fato contribui efetivamente

para a manutenção do valor nutricional da forragem na avaliação de 7 dias após abertura. Silagens de milho inoculadas com *L. buchneri* ensiladas por 165 dias, não alteraram os teores de MS, matéria orgânica (MO), PB, carboidratos não fibrosos (CNF), EE, FDN, FDA e nutrientes digestíveis totais (NDT) (SALVO et al., 2013).

As digestibilidades da MS e da MO aumentaram ($p=0,0143$ e $p=0,0002$) nas silagens inoculadas, essa melhora na digestibilidade da fibra ocorre possivelmente pela produção da enzima ferulato-esterase pelo *L. buchneri* (SALVO et al., 2013). Coelho et al. (2018) avaliaram o efeito do inoculante microbiano contendo *P. acidipropionici* e *L. plantarum* em reensilagem de milho e não observaram efeito significativo do inóculo sobre a redução nos valores nutritivos. Neste trabalho, os teores de carboidratos não fibrosos e digestibilidade reduziram e os teores de fibras aumentaram. Entretanto, todos foram correlacionados ao efeito da reensilagem e maior produção de efluente devido à compactação dupla.

CONCLUSÃO

A utilização de inoculantes com microrganismos heterofermentativos tem potencial de aumentar a estabilidade aeróbia e diminuir as perdas em silagens. Quanto aos parâmetros fermentativos, os teores de MS e $\text{NH}_3\text{-NT}$ tendem a não alterar com o uso de inoculantes. O valor nutricional não se altera pela adição do inoculante, a não ser em casos de exposição prolongada, em que o aumento da estabilidade aeróbia mantém o valor nutricional do alimento. Há poucos trabalhos avaliando microrganismos heterofermentativos em reensilagem de milho e não apresentam melhora na estabilidade aeróbia, parâmetros fermentativos e valor nutricional. Os trabalhos que abordam o desempenho de animais alimentados com silagens providas de inoculante microbiano são contraditórios na literatura e os estudos que enaltecem a melhoria dos parâmetros produtivos ainda são inconsistentes.

REFERÊNCIAS

ABEDO, A.A. et al. Milk yield and composition of dairy zaraibi goats fed microbial inoculated corn silage, **Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences**, 2013. v. 8, p. 141-151.

- ASHBELL, G. et al. 2002. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, 2002. v. 28, p. 261–263.
- BACKES, A.A.; SANCHEZ, L.M.B.; GONÇALVES, M.B.F. Desempenho de novilhos Santa Gertrudes confinados submetidos a dietas com diferentes fontes proteicas e silagem de milho, com ou sem inoculante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2001. v.30, p. 2121-2125.
- BASSO, F.C. et al. Effects of *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 and forage: Concentrate ratio on the growth performance of finishing feedlot lambs fed maize silage. **Animal Feed Science and Technology**. 2018. v. 244, p. 104-115.
- BAYATKOUHSAR, J.; TAHMASEBI, A.M.; NASERIAN, A.A. The effects of microbial inoculation of corn silage on performance of lactating dairy cows. **Livestock Science**, 2011. v. 142, p. 170–174.
- BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, 2014. v.97, n.3, p.1852-1861.
- BERNARDI, A. et al. A meta-analysis examining lactic acid bacteria inoculants for maize silage: Effects on fermentation, aerobic stability, nutritive value and livestock production. **Grass Forage Science**, 2019. v.00, p.1-17.
- BORREANI, G. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, 2017.v. 101, p. 3952–3979.
- CHEN, Y.; WEINBERG, Z. G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, 2014. v. 97, p. 406-410.
- COELHO, M.M. et al. Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage re-ensiled with bacterial inoculant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2018. v.53, n.9, p.1045-1052.
- DANIEL, J.L.P.; ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G. A escolha do volumoso suplementar na dieta de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2011. v.40, p.261-269.
- DOMINGUES, F.N. et al. Estabilidade aeróbia, pH e dinâmica de desenvolvimento de microrganismos da cana-de-açúcar in natura hidrolisada com cal virgem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2011. v.40, n.4, p.715-719.
- DOS ANJOS, G.V.S. et al. Effect of re-ensiling on the quality of sorghum silage. **Journal of Dairy Science**, 2018. v.101, p.1–8.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, W.H.; VAN WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculant with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass Forage Science**, 2001. v.56, n.4, p.330- 343.
- HAFEZ, Y.H.; ABEDO, A.A.; KHALIFA, E.I. Effect of microbial inoculation of whole plant corn silage on growth performance and carcass characteristics of rahmani lambs. **Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences**, 2012. v. 7, p. 17-29.
- HU, W. et al. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. **Journal of Dairy Science**, 2009. v.92, n.8, p. 3907-3914.
- KOC, F.; COSKUNTUNA, L.; OZDUVEN, M.L. The effects of temperature on the silage microbiology and aerobic stability of corn and vetch-grain silages. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science**, 2009. v.59, p. 239-246.
- LARA, E.C. et al. Inoculation of corn silage with *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis* associated with amylolytic enzyme supply at feeding. 2. Growth performance and carcass and meat traits of lambs, **Animal Feed Science and Technology**, 2018. v. 243, p. 112-124.
- LIMA, E.M. et al. Re-ensiling and its effects on chemical composition, in vitro digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. **Canadian Journal Animal Science**, 2017. v.97, n.2, p.250-257.
- MARI, L.J. et al. Short communication: An evaluation of the effectiveness of *Lactobacillus buchneri* 40788 to alter fermentation and improve the aerobic stability of corn silage in farm silos. **Journal of Dairy Science**, 2009. v.92, n.3, p.1174-1176.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ª ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- MICHEL, P.H.F. et al. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Grass Forage Science**, 2016. v.72, n.3, p.432-440.

- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, 1988. v. 71, p. 2992–3002.
- MUCK, R.E. et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**, 2018. v. 101, n. 5.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010. v.39, p.183-191.
- NETO, A. S. et al. Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L. plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2013. v.48, n.5, p.528- 535.
- NUSSIO, L.G., CAMPOS, F.P., DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais De Simpósio Sobre Produção E Utilização De Forragens Conservada**. Maringá: [s.n.] 2001, p.127.
- OLIVEIRA, A.S. et al. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 2016. v. 100, p. 1-17.
- PAZIANI, S.F. et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009. v.38, n.3, p.411-417.
- PEDROSO, A.F. et al. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 2006. v. 41, n.4, p.649-654.
- RABELO, C.H.S. et al. Influence of *Lactobacillus buchneri* as silage additive and forage:concentrate ratio on the growth performance, fatty acid profile in longissimus muscle, and meat quality of beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, 2016. v. 96, p. 550-562.
- RANJIT, N. K.; KUNG, L. Jr.; ROBINSON, J. M. e KREIKEMEIER, K. K. Moderate to high levels of *Lactobacillus buchneri* markedly improves the aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, 1999. v. 82, p. 125.
- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Forage quality, evaluation, and utilization. **Madison: University of Nebraska**, 1994. p. 828-868.
- SALVO, P.A.R. et al. Características de silagens de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* e *L. Plantarum*. **Archivos de Zootecnia**, 2013. v.62, n.239, p.379-390.
- SILVA, J. et al. Effects of *Lactobacillus buchneri* inoculation or 1-propanol supplementation to corn silage on the performance of lactating Holstein cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2017. v. 46, p. 591-598.
- SILVA, L.D. et al. Fermentative profile of maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Ciências Agrárias**, 2019. v. 62.
- TABACCO, E. et al. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. **Journal of Dairy Science**, 2011. v.94, n.3, p.1409-1419.
- TANGNI, E.K.; PUSSEMIER, L.; VAN HOVE, F. Mycotoxin Contaminating Maize and Grass Silages for Dairy Cattle Feeding: Current State and Challenges. **Journal of Animal Science Advances**, 2013. v.3, n.10, p.492-511.
- WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **Microbiol Reviews**, 1996. v. 19, p. 53-68.
- WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass Forage Science**, 2012. v.68, p.1-19.
- WOOLFORD, M. K. The detrimental effect of air on silage. **Journal of Applied Microbiology**, 1990. v. 68, p. 101–116.
- ZHANG, Y. et al. Effects of Adding Various Silage Additives to Whole Corn Crops at Ensiling on Performance, Rumen Fermentation, and Serum Physiological Characteristics of Growing-Finishing Cattle. **Animals**, 2019. v. 9, p. 695.
- ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009. v.38, p.170-189.