

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**META-ANÁLISE DA INOCULAÇÃO COM *Lactobacillus*
buchneri NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Polliana Assis Vilela

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Agosto de 2017

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

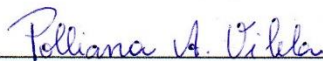
Nome completo do autor: Polliana Assis Vilela

Título do trabalho: META-ANÁLISE DA INOCULAÇÃO COM *Lactobacillus buchneri* NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

3. Informações de acesso ao documento:


Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²
Edgar Alzira Collo Szefer

Data: 15 /01/2019

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**META-ANÁLISE DA INOCULAÇÃO COM *Lactobacillus*
buchneri NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Polliana Assis Vilela

**Orientador: Prof. Edgar Alain Collao
Saenz**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

AGOSTO DE 2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Vilela, Poliana Assis

META-ANÁLISE DA INOCULAÇÃO COM *Lactobacillus buchneri* NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR [manuscrito] / Poliana Assis Vilela. - 2017.

XXXII, 32 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Edgar Alain Collao Saenz; co-orientadora Dra. Vera Lúcia Banys.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Jataí, 2017.

Bibliografia.


Inclui gráfico, tabelas.

1. Estabilidade aeróbia. 2. Etanol . 3. Inoculantes. 4. Perda de MS. I. Saenz, Edgar Alain Collao, orient. II. Título.

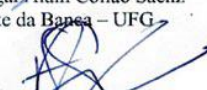


SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

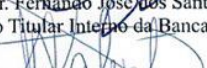
ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE POLLIANA ASSIS VILELA – Aos quinze dias do mês de agosto do ano de dois mil e dezessete (15/08/2017), às 15:00 horas, reuniu-se no auditório do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Regional Jataí da UFG, A Banca Examinadora, composta pelos Professores Doutores: Edgar Alain Collao Saenz (Orientador), Fernando José dos Santos Dias (Membro Interno) e André Luis da Silva Valente (Membro Externo), sob a presidência do primeiro, procederem na forma da resolução vigente a Defesa de Dissertação” de **POLLIANA ASSIS VILELA**, discente do PPGA, curso de Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal. Prova oral versou sobre o tema de sua dissertação com o título: **“META-ANÁLISE DA INOCULAÇÃO COM *Lactobacillus buchneri* NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR”**. A sessão foi aberta pelo Presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Edgar Alain Collao Saenz, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida ao autor da dissertação que, entre 30 a 45 minutos procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinando, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo em vista a Resolução nº.1143/2013 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia e procedidas às correções recomendadas. A Comissão Examinadora emitiu seu parecer sobre a defesa realizada pela discente, considerando-a: **(X) APROVADA () REPROVADA** por unanimidade, a “Defesa de Dissertação” para fins da obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA pela Universidade Federal de Goiás. Lembrando que o encerramento deste processo avaliativo se dará após a entrega da versão definitiva da dissertação com as devidas correções sugeridas pela Banca Examinadora, bem como a entrega do artigo científico ou comprovante de submissão do mesmo em periódico nacional e, ou, internacional, depois de procedidas as modificações sugeridas em detrimento da autorização do Professor Orientador. Cumpridas as formalidades de pauta, às 17:20 horas, a Prof. Dr. Edgar Alain Collao Saenz, Presidente da Banca Examinadora encerrou a sessão, e para constar, lavrou-se a ATA, assinada em três vias de igual teor.



Prof. Dr. Edgar Alain Collao Saenz
Presidente da Banca – UFG



Prof. Dr. Fernando José dos Santos Dias
Membro Titular Interno da Banca – UFG



Prof. Dr. André Luis da Silva Valente
Membro Titular Externo da Banca – UFG

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos.....	7
2.2 Processos fermentativos na produção de forragens	8
2.3 Ensilagem de cana-de-açúcar.....	11
2.4 Aditivos microbianos na ensilagem de cana-de-açúcar.....	12
2.5 Meta-análise.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Estabilidade aeróbia.....	18
4.2 Produção de etanol.....	20
4.3 Perda de matéria seca.....	23
4.4 Produção de leite.....	25
5. CONCLUSÃO.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

META-ANÁLISE DA INOCULAÇÃO COM *Lactobacillus buchneri* NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO – O principal problema na silagem da cana-de-açúcar é a fermentação alcoólica realizada por leveduras durante o período de armazenamento. Assim o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inoculação com *Lactobacillus buchneri* na qualidade de silagens de cana de açúcar. Uma meta-análise foi realizada a partir de dados de experimentos dos últimos 10 anos. Inicialmente foram encontrados, 70 trabalhos entre artigos, teses e dissertações que trabalharam com *L. buchneri* em silagens de cana-de-açúcar. Os trabalhos que não compararam a silagem inoculada com silagem sem inoculante ou por não apresentarem medidas de variância, foram descartados. Oito trabalhos foram considerados para o efeito na estabilidade aeróbia, doze para produção de etanol, dez para perda de matéria seca e apenas quatro para produção de leite. Foi encontrada diferença significativa para estabilidade aeróbia e produção de etanol. Não houve diferença para perda de matéria seca e produção de leite. A utilização de aditivo pode diminuir as perdas gerais no sistema de produção. Pode ser necessária a associação de mais de uma cepa de *L. buchneri* ou outra espécie de bactéria para confirmar outras vantagens como a diminuição de perdas na matéria seca verificadas por alguns autores.

Palavras-chave: estabilidade aeróbia, etanol, inoculantes, perda de MS.

EFFECT OF INOCULATION WITH *Lactobacillus buchneri* ON SILAGE OF SUGAR CANE

SUMMARY - The main problem in sugarcane silage is the alcoholic fermentation carried out by yeasts during the storage period. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of inoculation of *Lactobacillus buchneri* on sugarcane silages quality. A meta-analysis was performed with data collected from experiments carried out the last 10 years. Initially, 70 papers were found between articles, theses and dissertations that worked with *L. buchneri* on sugarcane silages. The studies that did not compare the inoculated silage with silage without inoculant or studies without measures of variance were discarded. Eight studies were considered for the effect on aerobic stability, twelve for ethanol production, ten for dry matter loss and only four for milk production. Significant difference was found for aerobic stability and ethanol production. There was no difference for dry matter loss and milk production. The use of additive can reduce overall losses in the production system. It may be necessary to associate more than one strain of *L. buchneri* or with another species of bacteria to confirm other advantages such as the reduction of losses in DM verified by some authors.

Keywords: aerobic stability, ethanol, inoculants, loss of DM.

1. INTRODUÇÃO

A criação de bovinos a pasto é altamente influenciada pelos efeitos climáticos. O Brasil central tem estacionalidade na produção de forragem ao longo do ano. De maio a outubro, devido às baixas precipitações (seca) e baixas temperaturas, tem-se uma redução no crescimento das forragens e conseqüente queda de desempenho animal. Na outra metade do ano, o verão chuvoso permite maior oferta de forragens e aumento da produtividade por animal. Em razão disso, é necessário um bom planejamento alimentar para os animais durante todo o ano e a conservação de alimentos permite diminuir as variações na produção animal devido a oferta de alimentos reduzida no período de escassez.

Entre as alternativas para suplementação de forragens na época seca, a cana-de-açúcar se apresenta com grande potencial de produção de matéria seca e energia por área e isto permite manter o desempenho dos animais quando corretamente suplementadas com outras fontes de proteínas e minerais. Além de ser fornecida fresca, a cana pode ser conservada na forma de silagem e dessa maneira, evita-se o seu corte diário, o que pode ser complicado se o número de animais for grande, além de correr o risco de perda por incêndios acidentais no campo.

Por outro lado, a silagem da cana-de-açúcar normalmente apresenta fermentação alcoólica com conseqüente redução do conteúdo de carboidratos solúveis e consumo quando comparada com a cana *in natura*. Nesse sentido, o uso de aditivos com potencial para controlar os microrganismos que promovem a deterioração do material ensilado pode ser imprescindível.

Os aditivos bacterianos que tem sido mais recomendados são os produtores de ácido láctico, que fazem com que a massa ensilada atinja um nível de acidez no qual o desenvolvimento de microrganismos deterioradores seja inibido. A adição da bactéria heterolática *Lactobacillus buchneri* tem obtido maior atenção por parte dos criadores por apresentar resultados positivos na qualidade da silagem e no desempenho dos animais.

É de suma importância para nutricionistas e produtores de leite saber a eficácia destes produtos sobre os parâmetros de qualidade nutricional, viabilidade de uso ou desempenho animal, pois somente desta forma será

possível tomar decisões apropriadas sobre o uso destes produtos em seus sistemas de gestão.

No entanto, estudos que avaliam aditivos, em geral, têm mostrado resultados contraditórios em relação a sua eficiência. A falta de significância estatística encontrada pode acontecer pelo fato de possuírem um tamanho reduzido de amostra ou erros na metodologia empregada que podem diminuir o poder estatístico e dificultam a determinação de possíveis diferenças significativas nas medidas analisadas.

Neste sentido, um levantamento de dados bibliográficos e posterior meta-análise foi realizado para estimar o efeito do inoculante microbiológico de bactéria heterolática *L. buchneri* em parâmetros de qualidade da silagem de cana-de-açúcar e produção de leite em vacas alimentadas com esta forragem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos

A cana-de-açúcar tem sido muito utilizada pelos pecuaristas em dietas para os animais ruminantes por ser uma planta forrageira com baixo custo de produção comparada a silagem de milho e, devido ao seu alto potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área e pelo fato de estar apta ao consumo em épocas onde coincide seu ponto de maturação com a escassez hídrica e a baixa capacidade produtiva e nutritiva das pastagens, longe de atender as necessidades nutricionais dos animais (Athayde, 2012).

A sua utilização como suplementação animal no período seco do ano tem como função principal o suprimento de nutrientes, e assim compensar a queda da qualidade das forrageiras. Ao utilizá-la em quantidades que atendam as exigências dos animais, obtêm-se a manutenção ou ganho de peso e leite, dependendo dos objetivos traçados para o sistema de produção (Hoffmann et al., 2014).

A cana é considerada uma boa opção para cobrir a deficiência forrageira na época seca quando ocorre a sua maturidade fisiológica com síntese máxima de sacarose e armazenamento no colmo, aproximadamente 40 a 50% da matéria seca. Os teores de proteína bruta variam de 1,91 a 3,81%, por isso, normalmente são fornecidas adicionadas a outras fontes de proteína, como a uréia (Bonomo et al., 2009). Vantagens importantes a serem consideradas são

a alta produtividade de massa verde por área (80 a 120ton/ha) comparado à cultura do milho para silagem (40ton/ha), baixo custo de produção (R\$217,00/ton MS) comparado a cultura do milho (R\$274,00/ton MS), e a manutenção do seu valor nutritivo por um período de tempo mais longo que o do milho (Bernardes et al., 2007; Balieiro Neto et al., 2007; Siqueira et al., 2007; Mendes et al., 2008 e Informa Economics FNP e Bürgi Consultoria Agropecuária, 2017).

Apesar das deficiências nutricionais da cana-de-açúcar, seu potencial para propiciar adequado desempenho de bovinos leiteiros em dietas formuladas para alto desempenho tem sido demonstrado. Silagem de cana como única forrageira pode deprimir o consumo e a produção de vacas de alta produção, pois o desempenho está diretamente relacionado ao consumo do alimento. Por isso recomenda-se usar juntamente com outra fonte de alimento. Outro fator relatado frequentemente, que limita o uso da cana-de-açúcar na alimentação animal, é a necessidade de colheita manual e diária. Em propriedades rurais onde a demanda diária pelo alimento é pequena e existe disponibilidade de mão-de-obra capaz de executar trabalho braçal árduo, é possível este tipo de manejo de corte da cana, apesar de não ser muito encontrado. Por isso, torna-se necessário que todo esse trabalho seja executado de uma só vez, assim diminui problemas com mão-de-obra e todo o material será colhido com a mesma qualidade (Pereira, 2012).

2.2 Processos fermentativos na conservação de forragens

Os microrganismos existentes na silagem são dependentes da presença ou ausência de oxigênio no interior do silo, pois esse fator determina o desenvolvimento dos mesmos. São três os tipos de microrganismos encontrados: aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos, apesar de que as plantas forrageiras normalmente são contaminadas por microrganismos epífitas e o desenvolvimento de cada tipo de organismo dependerá das condições encontradas no meio (Santos et al., 2010).

A primeira fase do processo fermentativo da silagem inicia-se com a fermentação aeróbia, que tem início logo no enchimento do silo e estende-se enquanto houver oxigênio. A concentração elevada de oxigênio permite o desenvolvimento e crescimento de microrganismos aeróbicos que, em conjunto

com o processo respiratório da forrageira, causam a redução do oxigênio na silagem (Zanine et al., 2006). As bactérias aeróbias continuam crescendo e se multiplicando, utilizando como substratos os carboidratos solúveis presentes, dando início então ao processo fermentativo. Num período aproximado de quatro a seis horas, sendo influenciado pela qualidade da compactação, todo o oxigênio disponível é consumido, e em contrapartida, são produzidos outros componentes, como gás carbono e água (Deminicis & Martins, 2014).

Quando acaba o oxigênio, tem-se início a fermentação anaeróbia. Nesta fase, tem-se a formação de ácidos sintetizados através de bactérias produtoras de ácido láctico. Este processo se encerra após o fechamento do silo, passando pelas fases de enchimento, compactação e armazenamento. A princípio ocorre uma pequena produção de ácidos graxos voláteis, principalmente o ácido acético pelas enterobactérias, então o pH do ambiente começa a cair. Em seguida, com essa queda do pH, ocorre mudança na população de bactérias, ganhando destaque as produtoras de ácido láctico, que começam a proliferar fazendo com que o pH caia com mais rapidez, promovendo uma preservação eficiente do material ensilado (Bughardi et al., 1980).

Quando todo carboidrato disponível for consumido e/ou os microrganismos tiverem seu crescimento interrompido devido a presença de ácidos, significa que o processo está em fase de preservação anaeróbia (Holzer et al., 2003). Essa fase tem duração média de 24 a 72 horas (Deminicis & Martins, 2014). De acordo com Van Soest (1994) o teor de carboidratos solúveis, a capacidade tampão e do teor de umidade da forragem são os principais fatores que determinam o tempo de fermentação que dura normalmente entre 10 e 14 dias. Os principais componentes da fração de açúcares solúveis são a sacarose, a glicose e a frutose, que são os substratos utilizados no processo de respiração.

Após a abertura do silo, inicia-se uma terceira fase, pois com a exposição ao oxigênio tem-se o crescimento de microrganismos aeróbios facultativos que eventualmente levam a deterioração da silagem. O processo de deterioração aeróbia é iniciado por leveduras ácido tolerantes, sendo que conforme os ácidos orgânicos oriundos da fermentação são oxidados, o pH se eleva e outros microrganismos começam a proliferar. Este processo resulta em

perda de nutrientes, reduzindo a qualidade e quantidade da silagem produzida (Balieiro Neto et al., 2006).

A estabilidade da silagem é determinada pela fermentação aeróbia que ocorre após a abertura do silo. Quanto melhor for a qualidade da silagem, mais intenso será esse tipo de fermentação, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido lático residuais, que são os principais substratos utilizados pelos microrganismos envolvidos no processo, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia (Deminicis & Martins, 2014).

Segundo Pitt et al. (1991) temperatura, concentração de carboidratos solúveis, população de fungos e leveduras e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os que mais afetam a estabilidade das silagens após abertura.

A estabilidade aeróbia de silagens é medida como o tempo que a massa ensilada leva para ultrapassar em 2°C a temperatura ambiente desde o início da exposição ao ar. Teoricamente, indicaria o início da deterioração com conseqüente aumento na produção de CO₂, utilização de O₂, redução na concentração de substratos prontamente utilizáveis e aumento de temperatura, pH e do número de microrganismos espoliadores (Reis et al., 2013).

O grupo de bactérias anaeróbias mais indesejável é o grupo de *Clostridium*, que tem efeito pronunciado na qualidade da silagem, se os valores de pH não forem suficientemente baixos. Este grupo estritamente anaeróbio fermenta açúcares, ácido lático e aminoácidos, produzindo ácido butírico e aminas. Este tipo de fermentação tem como consequência a perda de matéria seca, redução do fator de aceitabilidade e em consequência o consumo, o que leva a queda do desempenho animal (Reis & Moreira, 2001).

O sucesso na conservação de silagens de gramíneas e leguminosas é dependente do conteúdo de matéria seca, da quantidade de carboidratos prontamente fermentáveis e do poder tampão presentes na forragem. Com o efeito da entrada de ar na massa ensilada, inicia a atuação de microrganismos deterioradores e há a redução de açúcares solúveis e ácidos orgânicos, o que tem como consequência o aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia, resultando em perdas econômicas elevadas e baixo desempenho animal (Reis e Moreira, 2001).

2.3 Ensilagem de cana-de-açúcar

Os princípios básicos da conservação de forragens são preservar o valor nutritivo e armazenar o excedente, de modo que permaneça estável até a necessidade de fornecimento (Silva et al., 2014). Esta conservação ocorre por meio de um rápido abaixamento do pH, inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis, mas para isso é necessário cumprir um conjunto de boas práticas do processo de conservação, desde o campo até o cocho (Faria et al., 2015).

A utilização da cana-de-açúcar na forma de silagem além da praticidade no uso em todo o sistema de produção tem sido uma alternativa para contornar os problemas do corte diário, principalmente quando há intensificação da produção, em confinamentos de gado de leite e corte (Queiroz et al., 2008; Balieiro Neto et al., 2009). Num sistema com concentração do corte em uma determinada época, tem-se o uso da mão-de-obra em um único período, uniformidade da rebrota e facilidades dos tratos culturais, por isso são mais vantajosos para o produtor. Além da facilidade na colheita que é realizada na época seca, ocorre também facilidade nas atividades de corte, transporte, compactação e vedação, diferente das outras culturas tradicionais, que são colhidas durante ou no final do período das chuvas (Balieiro Neto et al., 2007).

Quando a cana-de-açúcar atinge o ponto ideal de colheita para ensilagem, no estágio correto de maturidade, apresenta teor de matéria seca entre 29 e 33% e abundância de carboidratos solúveis (de 40 a 50% da MS), que permitem rápido crescimento microbiano e abaixamento do pH (Pedroso et al., 2005). O pH ideal para silagens de boa qualidade varia entre 3,8 e 4,2. Assim, quanto mais rápida for a queda do pH, menores serão as perdas na ensilagem devido à maior conversão dos carboidratos solúveis da planta em ácido láctico, com uma recuperação de 96,9% da energia. Após o fechamento do silo, nos primeiros dias (1 a 3 dias) as enterobactérias e bactérias produtoras de ácido láctico, normalmente dominam todos os outros microrganismos (Silva et al., 2014).

Devido ao alto teor de sacarose e a população epifítica de leveduras da cana-de-açúcar (Ávila et al., 2010), normalmente acontece fermentação alcoólica que promove redução da matéria seca e até 70% no teor de carboidratos solúveis e aumenta o percentual dos componentes da parede

celular (Pedroso et al., 2005). Teores de etanol de 8 a 17% da MS têm sido relatados para cana-de-açúcar ensilada sem o uso de aditivos, sendo que o ideal é de 1 a 2%, resultando em perdas de até 32% da MS durante o processo (Kung Jr & Stanley, 1982; Freitas et al., 2006; Pedroso et al., 2007). Como consequência, tem-se redução no valor nutritivo, e prejuízo no desempenho dos animais (Nussio & Schmidt, 2004; Pedroso et al., 2006; Schmidt et al., 2014).

Um tipo comum de aditivo da cana-de-açúcar são os inoculantes microbianos, que basicamente, se dividem em dois grupos principais de microrganismos: as bactérias homofermentativas que representam microrganismos capazes de maximizar a produção de ácido lático e acelerar a queda no pH das silagens, e um segundo grupo que são as bactérias heterofermentativas, onde são encontrados microrganismos capazes de produzir outros ácidos além do lático, como o acético, que é um fator determinante para a redução da atividade de leveduras e fungos durante a fase de utilização da silagem, evitando perdas por fermentação indesejáveis e promovendo aumento da estabilidade aeróbia (Schmidt et al., 2014; Reis et al., 2013).

Normalmente, para auxiliar nesta questão de fermentação, na ensilagem são utilizados inoculantes bacterianos baseados em microrganismos homoláticos que tem como principais características: rápida redução do pH e alta produção de ácido lático. Porém, nas silagens de cana-de-açúcar, existem problemas relacionados à sua estabilidade aeróbia das silagens, os quais geraram buscas por microrganismos com características distintas daquelas antes pesquisada. Por isso, a partir do final dos anos 90, a bactéria *L. buchneri* (heterolática) começou a ser utilizada por pesquisadores dos EUA e da Europa (Siqueira et al., 2009).

2.4 Aditivos microbianos na ensilagem de cana-de-açúcar

O objetivo do uso dos aditivos é a redução de perdas no armazenamento e na posterior utilização, conservação dos nutrientes, aumento da estabilidade aeróbia e consequentes benefícios ao desempenho animal. É importante salientar que, para considerar um aditivo viável, ele não precisa apresentar efeito sobre todas as fases do processo fermentativo. Ou seja, a

redução das perdas de matéria seca, sem que haja aumento no desempenho animal, pode ser um critério que classifica o aditivo como viável, técnica e economicamente (Reis et al., 2013).

Na produção de silagem de cana, a principal limitação é a produção de etanol que ocorre em consequência da intensa atividade de leveduras que convertem os açúcares a etanol, CO₂ e água. Assim, o uso de aditivos na sua ensilagem tem como finalidade interferir no processo fermentativo diminuindo o pH da massa de forragem. Dessa maneira, procura-se inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação (Santos, 2007).

Diversas substâncias, orgânicas ou inorgânicas, bióticas ou abióticas, têm sido estudadas como aditivos no intuito de modificar o processo fermentativo, reduzir perdas e manter o valor nutricional das silagens. Espera-se que os aditivos usados no processo de ensilagem reduzam a perda de nutrientes e energia da forragem, com conseqüente benefício no desempenho dos animais (Kung Jr, 2009). Nesse contexto, os resultados obtidos são extremamente variáveis e muitas vezes inconclusivos (Schmidt et al., 2014).

Por ter se demonstrado mais eficiente na acidificação do meio nas silagens de cana, tem-se optado por utilizar aditivos com bactérias heterofermentativas, tipo *L. buchneri* (Queiroz, 2006). Segundo Pereira (2012), as silagens inoculadas com essa cepa bacteriana apresentaram maiores concentrações de acetato e propionato e menores concentrações de levedura e etanol. Porém existe uma grande variabilidade nos resultados de pesquisas disponíveis até o momento (Freitas et al., 2006; Siqueira et al., 2007; Mendes et al., 2008; Santos et al., 2010; Ávila et al., 2012; Moraes, 2015).

De uma maneira resumida, um bom aditivo para ensilagem da cana-de-açúcar deve inibir as leveduras, manter o teor de matéria seca e estabilidade aeróbia após a abertura dos silos (Junges et al., 2009; Schmidt et al., 2011; Schmidt et al., 2014). Outros fatores a serem levados em consideração são: proporcionar segurança no seu manuseio, propiciar melhoria da qualidade higiênica da silagem, manter o seu valor nutritivo, restringir ou inibir fermentações secundárias e estimular a fermentação propiciando condições que favoreçam a atividade de microrganismos desejáveis (Por exemplo, *L. buchneri*) e iniba a atividade dos não desejáveis (*Clostridium* matéria

secapp, etc.) (Deminicis & Martins, 2014). Contudo, dificilmente todas essas características serão encontradas em um único aditivo (Schmidt et al., 2014).

A escolha de um aditivo para aplicação no campo deve ser baseada em critérios bem definidos, para evitar frustrações técnicas, que tem forte apelo econômico. Embora não haja dados oficiais, apenas uma pequena parte dos fazendeiros usa aditivos na ensilagem, e os que o fazem muitas vezes são influenciados por informações leigas ou comerciais. Novinski (2013) ao realizar um levantamento de dados no campo, verificou que em apenas 24% das fazendas os aditivos eram usados nas silagens de milho. Nas propriedades assistidas por técnicos, esse valor era de 31,4%. Em pesquisa realizada por Bernardes & Rêgo (2014), verificou-se que apenas 29% dos produtores usavam aditivos nas ensilagens de milho, sorgo, gramíneas tropicais e cana-de-açúcar, e 59% dos técnicos entrevistados recomendavam o uso de algum aditivo.

A maioria dos trabalhos com silagem de cana-de-açúcar dizem respeito a estudos realizados sobre os efeitos do inoculante no processo fermentativo e a composição química da silagem produzida. São escassos os resultados sobre consumo de alimento e o ganho de peso ou conversão alimentar de animais que recebem o volumoso tratado (Balieiro Neto et al, 2009). De acordo com Schmidt et al. (2011), existe variação nos resultados experimentais com o uso de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar, provavelmente em decorrência da variação na população da microbiota epifítica da forragem usada na confecção das silagens. No entanto, ainda permanecem desconhecidas as razões para resultados divergentes quando é usada a mesma espécie de microrganismos.

2.5 Meta-análise

A pesquisa é imprescindível em todas as áreas e, na atualidade, com a facilidade dos meios de comunicação, é possível encontrar inúmeros estudos sobre um mesmo assunto. A meta-análise é o método estatístico aplicado à uma revisão que integra resultados de dois ou mais estudos sobre uma mesma questão de pesquisa. O objetivo da avaliação meta-analítica é extrair a informação adicional de dados preexistentes por meio da união de resultados de diversos trabalhos e pela aplicação de uma técnica estatística. A idéia é

combinar os resultados de cada estudo para obter uma estimativa global do efeito avaliado, possibilitando a análise das fontes de heterogeneidade. A realização da meta-análise necessita da existência de, no mínimo, dois estudos que respondam a uma mesma pergunta, utilizem pelo menos um desfecho em comum e tenham desenhos de estudo semelhantes (Rodrigues & Ziegelmann, 2010).

De acordo com Poppy et al., (2012), a meta-análise nas ciências agrárias pode resultar em maior credibilidade dos resultados no campo por propiciar aos investigadores a sintetização do conhecimento sobre a questão direcionada ao tema a ser investigado. Os resultados dessas avaliações independentes podem oferecer informações sobre melhores intervenções a serem realizadas, destacar as áreas onde não há evidência suficiente da eficácia das intervenções ou onde há falhas metodológicas na pesquisa disponível e, assim, fornecer orientação para pesquisas futuras (Canellas, 2015).

A possibilidade de estabelecer diagnósticos, a partir de bancos de dados já existentes, com a meta-análise, é uma perspectiva promissora, já que o uso da informação já disponível pelo avanço da pesquisa permite uma possibilidade de integrar o conhecimento produzido de forma fragmentada, podendo, estes diagnósticos serem utilizados para a implantação de um sistema de gestão de controle de qualidade na atividade de produção animal, contribuindo para determinar o conjunto de práticas gerenciais desenvolvidas, as quais, se utilizadas eficientemente, poderão garantir o sucesso das empresas do setor leiteiro (Machado et al., 2009).

No caso da conservação de forragens pela ensilagem, apresenta variabilidade nos resultados de experimentos avaliando aditivos microbianos e dificulta a tomada de decisão na escolha do produto certo para cada tipo de forragem a ser ensilada. Baseados nessa premissa, Zopollatto et al. (2009) compararam resultados do uso de inoculantes microbianos em silagens de milho, sorgo, cana-de-açúcar e gramíneas tropicais no Brasil, e verificaram que para a maior parte das variáveis estudadas, a frequência de respostas positivas é inferior a 40%.

Uma fase essencial de uma meta-análise é a análise gráfica dos dados, a qual é realizada através de um gráfico chamado *forest plot*. Através dele é

possível identificar rapidamente as informações e relações importantes (Lovatto et al., 2007). Através deste gráfico é possível visualizar informações individuais dos estudos e os resultados gerais da meta-análise. Para cada estudo, o gráfico mostra a medida de efeito e seu intervalo de confiança. A medida de efeito é representada por um quadrado, onde seu tamanho é proporcional ao peso do estudo na meta-análise, quanto maior o peso, maior o tamanho do símbolo da medida de efeito. Este outro símbolo é exibido em torno da estimativa da medida de efeito, é uma linha horizontal que representa o intervalo de confiança, sendo que quanto maior esta linha, maior é a variabilidade dentro do estudo (Rodrigues & Ziegelmann, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de artigos científicos, dissertações e teses que tenham estudado o efeito da inoculação com *Lactobacillus buchneri* na estabilidade aeróbia, produção de etanol, perda de matéria seca e produção de leite de vacas alimentadas com silagem de cana-de-açúcar. Com este objetivo, as palavras-chave “silagem de cana-de-açúcar”, “*L. buchneri*”, “estabilidade aeróbia”, “produção de leite”, “perda de matéria seca” e “inoculantes microbiológicos” foram inseridos nos sites de busca na internet. Não foi aplicada nenhuma restrição de ano de publicação ou de idioma. No entanto, os primeiros trabalhos consultados para a presente análise são de 2006.

Uma base de dados com as informações da metodologia e resultados de cada trabalho encontrado foi transcrita para uma planilha eletrônica do Microsoft Excel®. Para isso foi realizada uma triagem de cada estudo, e analisado se o trabalho avaliava silagem de cana-de-açúcar tratada apenas com o *L. buchneri* e se o mesmo comparava o tratamento com silagem controle (cana sem nenhum tipo de inoculante). Todos os estudos consultados foram realizados no Brasil. Com base nesses critérios, dos 70 trabalhos encontrados, por exemplo, 12 estudos foram excluídos porque compararam a silagem inoculada com *L. buchneri* com cana *in natura*.

Da base de dados restante, 15 trabalhos avaliaram estabilidade aeróbia, porém apenas 8 possuíam as informações necessárias para serem incluídos na análise, os demais foram excluídos por não apresentarem medidas de variância ou por compararem com silagens de outras espécies. Do total de

trabalhos consultados, apenas 8 foram considerados para o efeito na estabilidade aeróbia (Siqueira, 2005; Queiroz, 2006; Valeriano, 2007; Mari, 2008; Mendes et al., 2008; Balieiro Neto et al., 2009; Schmidt et al., 2011; Sá Neto et al., 2013), 12 trabalhos mensuraram produção de etanol (Campos e Rigo, 2004; Freitas et al., 2006; Schmidt, 2006; Schmidt et al., 2007; Santos, 2007; Mari, 2008; Mendes et al., 2008; Siqueira, 2009; Ávila et al., 2010; Schmidt et al., 2011; Freitas, 2013; Moraes, 2015), 10 trabalhos avaliaram perda de matéria seca (Freitas et al., 2006; Queiroz, 2006; Schmidt, 2006; Santos, 2007; Mari, 2008; Mendes et al., 2008; Balieiro Neto et al., 2009; Siqueira et al., 2010; Siqueira et al., 2011; Rocha et al., 2014), e 4 trabalhos com produção de leite (Azevedo, 2008; Santos et al., 2012; Andrade, 2013; Santos, 2015).

Foi visto que 31 trabalhos avaliaram o desempenho animal, vários deles usando ovinos, bovinos de corte e 17 mensuraram a produção de leite. No entanto, apenas 4 trabalhos tiveram dados suficientes para sua inclusão na meta-análise. Os outros 13 foram excluídos por não possuírem suficientes medidas de variância ou não incluírem o tratamento controle na alimentação dos animais. Publicações com mais de um tratamento comparativo foram consideradas como estudos separados, a fim de obter o máximo de dados possíveis.

Finalmente, os experimentos que apresentaram todas as exigências citadas, foram incluídos na análise quantitativa para estimar a diferença padronizada entre médias dos grupos controle e tratamento, e seu intervalo de confiança de 95%. Todas as análises foram realizadas pelo programa CMA® utilizando a diferença da média para ambos os modelos de efeito aleatórios da meta-análise, pois partiu-se do pressuposto, de que a heterogeneidade entre os estudos estava presente, tal como descrito por Borenstein et al. (2010).

Os dados foram coletados de estudos com efeitos estatísticos tanto de modelos fixos como modelos mistos. A meta-análise foi conduzida usando um modelo de efeitos aleatórios com o objetivo de determinar a variação ou heterogeneidade entre estudos para confirmar a distribuição normal das observações. De acordo com Borenstein et al. (2010) devido à variação dentro do estudo e no efeito verdadeiro entre os estudos, o modelo de efeitos aleatórios pondera de forma mais adequada esses efeitos para modelar ambas

fontes de variação. As análises foram executadas usando o programa CMA® ver. 3.

O Modelo utilizado para estimar esses efeitos aleatórios foi:

$$Y_i = \mu + \theta_i + \epsilon_i$$

Onde:

Y_i = efeito do estudo i

μ = efeito verdadeiro (medida meta-analítica)

θ_i = efeito aleatório do estudo i

ϵ_i = erro aleatório do estudo i

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estabilidade Aeróbia

De oito trabalhos que foram incluídos, no total, onze experimentos foram avaliados com *L. buchneri*. Destes, oito experimentos observaram efeito da inoculação na silagem de cana. Os trabalhos incluídos assim como as médias e o valor de P estão na Tabela 1.

Tabela 1. Estudos sobre estabilidade aeróbia incluídos na meta-análise

Estudo	Fonte	Cidade	LB(h)	CTRL(h)	P
Queiroz, 2006	Dissertação	Piracicaba – SP	37,75	47,75	NS
Schmidt et al., 2011	Artigo	Curitiba– PR	40,8	34,7	S
Sá Neto et al., 2013	Artigo	Piracicaba – SP	57,92	68,85	NS
Valeriano, 2007 A	Dissertação	Lavras – MG	66,6	31,3	S
Valeriano, 2007 B	Dissertação	Lavras – MG	58,3	31,3	S
Valeriano, 2007 C	Dissertação	Lavras – MG	67,3	31,3	S
Valeriano, 2007 D	Dissertação	Lavras – MG	86	31,3	S
Siqueira 2005	Dissertação	Jaboticabal – SP	60	32	S
Mendes et al., 2008	Artigo	Piracicaba – SP	92	56	S
Mari, 2008	Tese	Piracicaba – SP	65	51	NS
Balieiro Neto et al., 2009	Artigo	Ribeirão Preto – SP	57,6	45,6	S

LB: *Lactobacillus buchneri*, CTRL: controle, h: horas

Os resultados encontrados na meta-análise foram significativos para estabilidade aeróbia em silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri*, ou seja, no geral, o uso do inoculante microbiológico a base desta

bactéria heterolática melhorou a estabilidade aeróbia das silagens estudadas (Figura 1). Esse efeito pode ter acontecido pela elevação da produção de ácido acético na massa ensilada, o qual é o principal inibidor do crescimento de fungos responsáveis pela elevação da temperatura após a abertura da silagem.

No momento do fechamento do silo, as enterobactérias produzem ácido acético e iniciam a queda do pH. Posteriormente, estas bactérias não são mais capazes de sobreviver em meio ácido e então dão espaço as bactérias ácido lácticas, que irão produzir ácido lático diminuindo ainda mais o pH e, fazendo com que o material ensilado se conserve. O ácido acético formado inibe o crescimento de leveduras após a abertura do silo (presença de O₂) e retarda a deterioração da silagem. Se não ocorrer a adição de inibidores de leveduras, estes microrganismos aeróbios facultativos utilizarão carboidratos solúveis como substratos e produzirão etanol, dióxido de carbono e água. Estes processos de fermentação indesejáveis promovem aumento de temperatura após a abertura e aumento na perda de matéria seca.

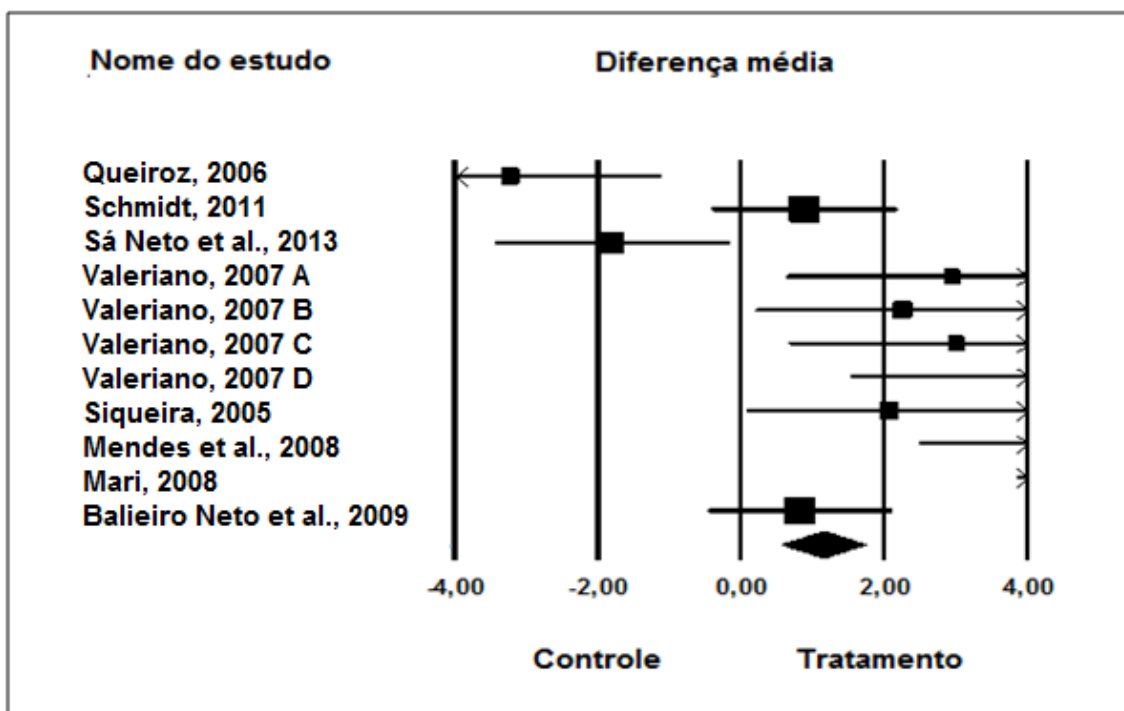


Figura 1. Efeito do aditivo microbiológico *L. buchneri* na estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar inoculadas (tratamento) ou não (controle).

Siqueira (2005) observou que silagens inoculadas com *L. buchneri* (60h)

foram superiores as silagens controle (32h), para atingir a estabilidade aeróbia da massa ensilada. O autor também justifica a diferença pela ação do ácido acético produzido que inibiu o crescimento de fungos. Da mesma maneira Ávila (2007) verificou que a utilização de *L. buchneri* resultou em silagens com maior estabilidade aeróbia, atribuindo esse ganho à ação do ácido acético. Neste trabalho, atingiu-se estabilidade aeróbia com 2°C acima da temperatura ambiente com 33h, e para o grupo controle com 24h.

Assim mesmo, Valeriano (2007) observou maior estabilidade na silagem inoculada (69,5h) com relação ao controle (31,3h). O autor também justifica a maior estabilidade devido a maior produção de ácido acético em face do poder fungicida. Mendes et al. (2008), Balieiro Neto et al. (2009) e Schmidt et al. (2011) também observaram aumento na estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar em 64,0%, 21% e 15%, respectivamente.

Segundo Queiroz (2006), no entanto, os resultados não apresentaram diferenças entre os tratamentos, sendo a média de 39h. Os autores comentam que o aumento de estabilidade está normalmente associado à diminuição do teor de carboidratos entre os períodos de abertura das silagens. Da mesma maneira Mari (2008), não encontraram efeito significativo para o tratamento com *L. buchneri*.

Finalmente Sá Neto et al. (2013) concluíram que o tratamento contendo exclusivamente *L. buchneri* não melhorou a estabilidade aeróbia, quando a diferença entre a população epífita de bactérias ácido lácticas e a concentração de lactobacilos utilizada foi menor do que 1,5 log ufc g⁻¹.

4.2 Produção de etanol

Como resultado da análise geral dos trabalhos, houve redução da produção de etanol em silagens de cana inoculadas (Figura 2). A meta-análise permitiu observar que o uso do inoculante microbiológico a base desta bactéria heteroláctica é importante e deseja-se produzir silagens com menor teor de álcool. De doze trabalhos que foram incluídos na análise, quinze experimentos avaliaram o uso de *L. buchneri* em silagens de cana-de-açúcar. Destes, oito experimentos verificaram redução da produção de etanol nas silagens inoculadas (Tabela 2). A redução do teor de etanol pode ter acontecido pela ação do *L. buchneri* que, tem finalidade de diminuir o pH da forragem,

auxiliando no controle da população de leveduras por meio da produção de ácido acético, diminuiu a fermentação de carboidratos solúveis e como consequência, diminuiu a produção de etanol.

Tabela 2. Estudos sobre produção de etanol incluídos na meta-análise

Estudo	Fonte	Cidade	LB(h)	CTRL(h)	P
Campos e Rigo, 2004	Artigo	Uberaba – MG	0,5	0,77	S
Freitas et al., 2006	Artigo	Viçosa – MG	19,3	17,8	NS
Schmidt, 2006 A	Tese	Piracicaba – SP	0,42	1,53	S
Schmidt, 2006 B	Tese	Piracicaba – SP	0,46	1,53	S
Schmidt et al., 2007	Artigo	Piracicaba – SP	0,33	0,41	NS
Santos, 2007	Dissertação	Piracicaba – SP	5,97	4,78	NS
Mari, 2008	Tese	Piracicaba – SP	0,58	1,16	S
Mendes et al., 2008	Artigo	Piracicaba – SP	2,8	3,2	NS
Siqueira, 2009	Tese	Jaboticabal – SP	0,566	0,637	NS
Ávila et al., 2010 A	Artigo	Lavras – MG	2,1	6,14	S
Ávila et al., 2010 B	Artigo	Lavras – MG	2,85	6,14	S
Ávila et al., 2010 C	Artigo	Lavras – MG	2,15	6,14	S
Schmidt et al., 2011	Artigo	Curitiba – PR	15,32	14,41	NS
Freitas, 2013	Dissertação	Goiânia – GO	2,54	4,35	S
Moraes, 2015	Dissertação	Viçosa – MG	4,42	4,03	NS

LB: *Lactobacillus buchneri*, CTRL: controle, h: horas

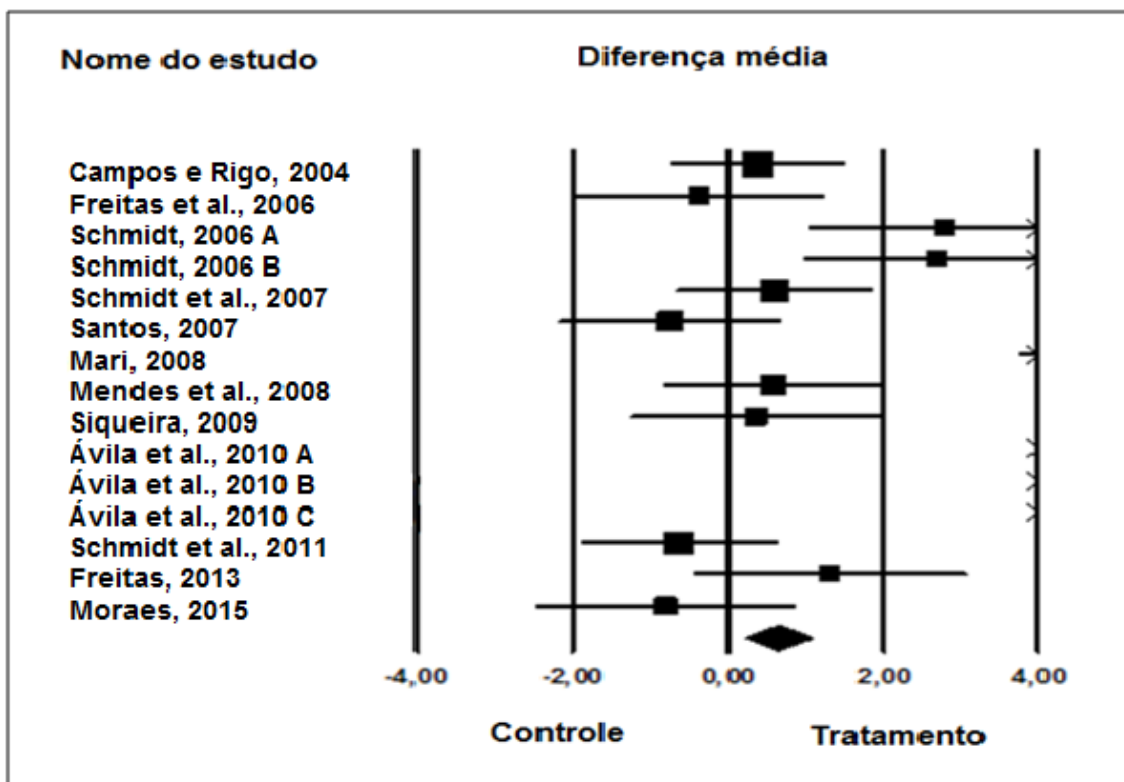


Figura 2. Efeito do aditivo microbiológico *L. buchneri* na produção de etanol de silagens de cana-de-açúcar inoculadas (tratamento) ou não (controle).

Segundo Campos e Rigo (2004) e Ávila et al. (2010), as silagens controle tiveram teores mais elevados de etanol. O efeito positivo na redução de etanol foi justificado pelo aumento da recuperação de carboidratos em silagens tratadas com *L. buchneri*. Segundo Freitas et al. (2006), a maior causa de perda de matéria seca na silagem de cana-de-açúcar é a reação bioquímica da produção de etanol, em que a matéria seca é catalisada via fermentação pelas leveduras, de modo que cada molécula de glicose fermentada gera duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono e duas moléculas de água.

De acordo com McDonald et al. (1991), o etanol produzido nas silagens pode acarretar perdas de até 48% da MS. Diversos trabalhos com silagem de cana afirmam que a menor perda de matéria seca (tratamentos com resíduo) está associada à mais baixa produção de etanol e que o aumento no teor de matéria seca limita a produção de etanol. A alta produção de etanol, mesmo nas silagens com elevado teor de matéria seca, também deve estar associada à grande quantidade de substrato disponível para fermentação.

Schmidt (2006) e Mari (2008) observaram que a adição de *L. buchneri* isolada é eficiente em reduzir a atividade das leveduras na massa ensilada.

Embora os teores de etanol nos dois experimentos possam ser considerados baixos, possivelmente em decorrência da volatilização ocorrida em silos de grande porte, as silagens inoculadas apresentam valores 50 a 70% menores que a silagem controle. Segundo Siqueira (2009), existe dificuldade na quantificação de etanol em silos destinados a alimentação animal, em razão da volatilização desse composto durante a retirada da silagem, já em silos experimentais, onde a coleta é feita somente no momento da abertura tem-se menores valores de volatilização de etanol.

Em outro experimento, Schmidt et al.(2007) verificou teor de etanol reduzido e sem diferença entre as silagens (média de 0,30% da MS). De acordo com autor, o baixo teor de etanol não indica necessariamente baixa produção deste componente, mas possivelmente baixa recuperação nas amostragens realizadas, em virtude do tipo de silo utilizado. Estes resultados indicam que o teor de etanol não é bom padrão de qualidade fermentativa de silagens de cana-de-açúcar produzidas em silos de grande porte, uma vez que a perda por volatilização desse componente parece ser elevada em comparação com silos experimentais.

Da mesma maneira, Santos (2007), não observou diferença entre silagens com ou sem *L. buchneri* e justificou devido ao alto consumo de carboidratos solúveis e o significativo aumento da produção de etanol na fase anaeróbia, houve reduzida disponibilidade de substrato capaz de estimular o desenvolvimento de microrganismos aeróbios durante o período após a abertura.

4.3 Perda de Matéria Seca

A perda de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri* não teve efeito quando comparadas com silagens sem inoculante, de dez trabalhos que foram incluídos na análise, onze experimentos foram avaliados. Deste, apenas dois experimentos apresentaram efeito significativo (tabela 3 e figura 3).

Tabela 3. Estudos sobre perda de matéria seca incluídos na meta-análise

Estudo	Fonte	Cidade	LB(%)	CTRL(%)	P
Freitas et al., 2006	Artigo	Viçosa – MG	33,20	31,10	NS
Queiroz, 2006	Dissertação	Piracicaba - SP	31,88	31,45	NS
Schmidt, 2006	Tese	Piracicaba - SP	17,00	19,80	NS
Santos, 2007	Dissertação	Piracicaba - SP	35,78	34,31	NS
Mari, 2008	Tese	Piracicaba - SP	11,30	6,69	S
Mendes et al., 2008	Artigo	Piracicaba - SP	8,70	14,45	S
Balieiro Neto et al., 2009	Artigo	Ribeirão Preto – SP	23,50	19,51	NS
Siqueira et al., 2010	Artigo	Jaboticabal - SP	19,20	32,50	NS
Siqueira et al., 2011	Artigo	Jaboticabal - SP	38,89	36,50	NS
Rocha et al., 2014 A	Artigo	Janauba - MG	33,93	38,14	NS
Rocha et al., 2014 B	Artigo	Janauba - MG	22,40	22,12	NS

LB: *Lactobacillus buchneri*, CTRL: controle, %: porcentagem

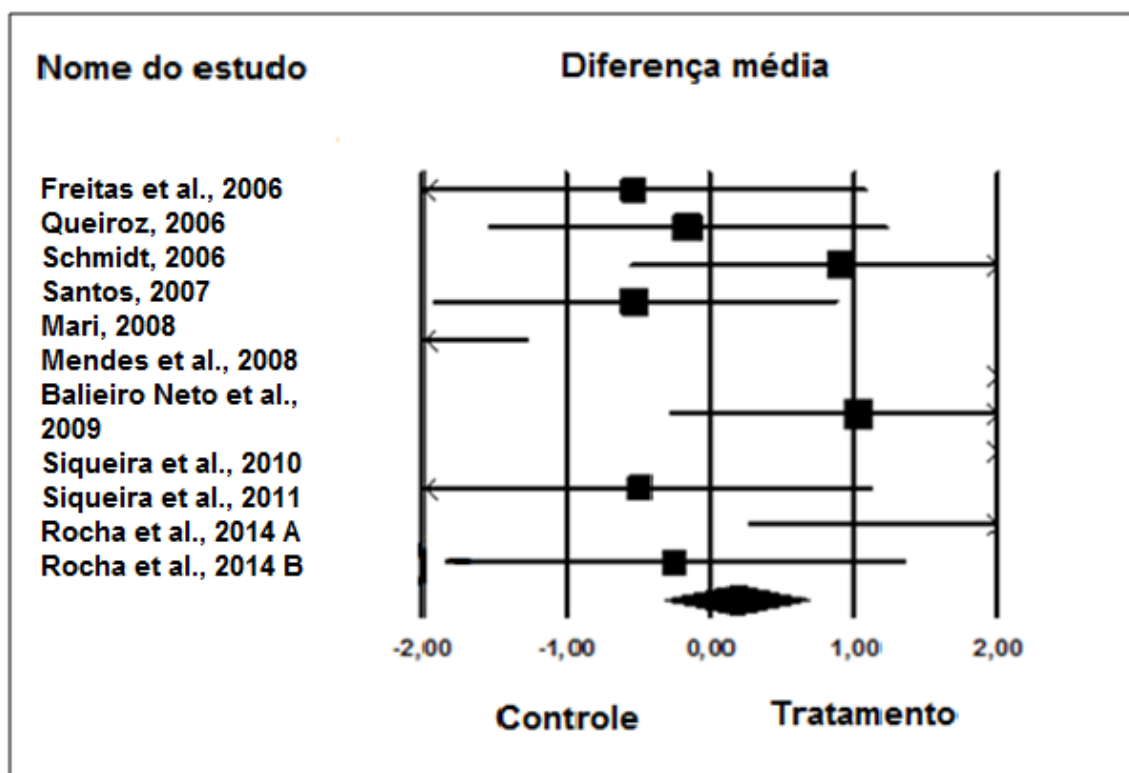


Figura 3. Efeito do aditivo microbiológico *L. buchneri* na perda de matéria seca de silagens de cana-de-açúcar inoculadas (tratamento) ou não (controle).

A alta recuperação de matéria seca apresenta-se como um dos principais desafios relacionados à ensilagem da cana-de-açúcar (Siqueira et al., 2011). Maiores perdas de matéria seca, normalmente estão associadas a maiores teores de etanol, uma vez que, a maior causa de perda de matéria

seca é a utilização de glicose para gerar álcool. A síntese de etanol pelos microrganismos indesejáveis, principalmente levedura, é feita com base na utilização dos carboidratos, gerando com isso água, etanol e CO₂ e aumentando a perda por formação de gases e, conseqüentemente, pelo aumento em perdas totais de matéria seca. Queiroz (2006) observou alta correlação entre o teor de etanol e as perdas de matéria seca total e gasosa (61,2% e 63,5% respectivamente) sem verificar efeito da adição de inoculante.

4.4 Produção de leite

Nenhum dos trabalhos que avaliaram a produção de leite encontraram diferenças estatísticas no leite produzido por vacas alimentadas com silagens inoculadas ou não com *L. buchneri*. No entanto, apenas quatro trabalhos puderam ser incluídos na meta-análise (Tabela 4 e Figura 4). A falta de efeito na produção de leite pode ter acontecido porque os autores também não encontraram diferenças no consumo de matéria seca ou na composição bromatológica nas silagens estudadas. As diferenças numéricas foram de menos de 1 litro e em alguns casos o controle produziu mais leite.

Tabela 4. Estudos sobre produção de leite incluídos na meta-análise

Estudo	Fonte	Cidade	LB(L)	CTRL(L)	P
Azevedo, 2008	Dissertação	Itapetinga - BA	11,59	12,18	NS
Santos et al., 2012	Artigo	Colina - SP	12,2	11,3	NS
Andrade, 2013	Dissertação	Viçosa - MG	18,3	19,1	NS
Santos, 2015	Dissertação	Lavras - MG	18,1	18	NS

LB: *Lactobacillus buchneri*, CTRL: controle, L: litros de leite

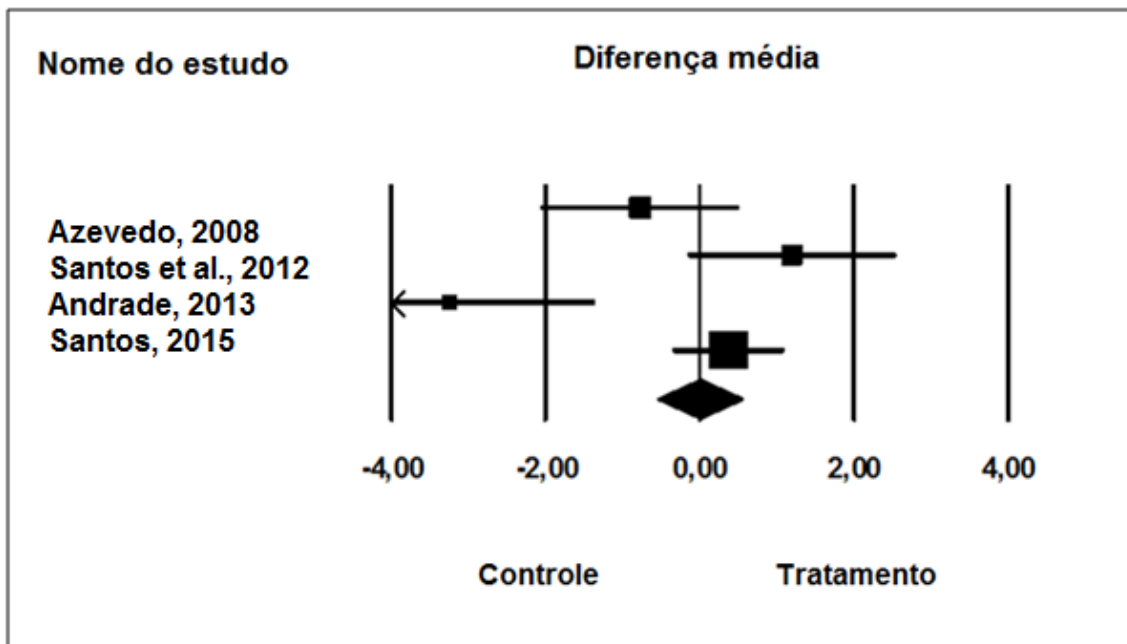


Figura 4. Efeito do aditivo microbiológico *L. buchneri* na produção de leite (kg/d) de vacas leiteiras alimentadas com silagens de cana-de-açúcar inoculadas (tratamento) ou não (controle).

5. CONCLUSÕES

O inoculante com apenas *L. buchneri* parece ser uma boa alternativa para produção de silagens de cana a fim de reduzir processos fermentativos indesejáveis que afetam a qualidade deste volumoso, é eficiente em diminuir o tempo para a estabilidade aeróbia e diminuir a produção de etanol.

Existe, no entanto, controvérsia sobre sua aplicabilidade, uma vez que, o uso isolado de uma única espécie ou cepa, pode não ser eficiente para reduzir os principais problemas desta silagem. Possivelmente para se obter resultados mais vantajosos pode ser necessário associar mais de uma cepa ou espécie de microrganismo num único produto.

A elevada proporção de trabalhos consultados que não tem indicadores de variância chama a atenção na qualidade dos dados publicados, uma vez que, o erro padrão ou coeficiente de variação indicam a precisão dos resultados apresentados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, F.L. **Silagem de cana-de-açúcar para vacas em lactação**. 2013. 38f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2013.
- ATHAYDE, A.A.R. **Avaliação de aditivos associados no processo de ensilagem de cana-de-açúcar *Saccharum officinarum***. Lavras. Nucleus, v.9, n.2, out 2012.
- ÁVILA, C.L.S.; VALERIANO, A.R.; PINTO, J.C.; FIGUEIREDO, H.C.P.; REZENDE, A.V.; SCHWAN, R.F. **Chemical and microbiological characteristics of sugar cane silages treated with microbial inoculants**. R. Bras. Zootec., v.39, n.1, p.25-32, 2010
- AZEVEDO, S.T. ***L. buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar e cana fresca na dieta de vacas leiteiras**. 2008. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga – BA. 2008.
- BALIEIRO NETO, G.; FERRARI JUNIOR, E.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R.; PAULINO, V.T.; BUENO, M.S. **Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químico e microbiano**. Pesq. agropec. Bras. Brasília, v.44, n.6, p.621-630, jun. 2009.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. **Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar**. R. Bras. Zootec., v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. **Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar com doses de óxido de cálcio após abertura do silo**. Pesquisa & Tecnologia, vol. 3, n.2, Jul-Dez 2006.
- BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. **Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farm**. Journal of Dairy Science Vol. 97 No. 3, 2014.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. **Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar**. R. Bras. de Zootec., Jaboticabal, v.36, n.2, p.269-275, 2007.
- BONOMO, P.; CARDOSO, C.M.M.; PEDREIRA, M.S.; SANTOS, C.C.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. **Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 31, n. 1, p. 53-59, 2009
- BORENSTEIN M, HEDGES LV, HIGGINS JPT, ROTHSTEIN HR. **A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis**. *Res Synth Method*. 2010;1:97-111.
- BURGHARDI, S.R.; GOODRICH, R.D.; MEISKE, J.C. **Evaluation of corn silage treated with microbial additives**. University of Minnesota, 1980.

- CAMPOS, L.C.C.; RIGO, E.J. **Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.** CADERNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FAZU, V. 2 (2011)
- CANELLAS, J.M. **Revisão sistemática e meta-análise do perfil lipídico da carne de bovinos de corte.** 2015. 104f. Dissertação (Mestrado em Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2015.
- DEMNICIS, B.B.; MARTINS, C.B. **Tópicos especiais em Ciência Animal III.** Alegre, ES: CAUFES, 2014. 366 p.
- DOMINGUES, J.L. **Uso de volumosos conservados na alimentação de eqüinos.** R. Bras. Zootec., v.38, p.259-269, 2009.
- FARIA, M.F.C.G.; TORRES, A.M.S.; ARAÚJO, J.P.P.; CERQUEIRA, J.O.L. **Estudo de fatores associados à produção e conservação de silagens de erva em explorações de vacas leiteiras do conselho de Barcelos.** In: XIX Congresso de zootecnia – diversidade na produção. Ponte de Lima, abril de 2015.
- FREITAS, A.W. de P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; COSTA, M.G.; LEONEL, F. de P.; RIBEIRO, M.D. **Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja.** Viçosa. R. Bras. Zootec., v.35, n.1, p.38-47, 2006.
- FREITAS, F.M.C. **Utilização de aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar.** 2013. 55f. Dissertação (Mestrado em Veterinária) Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia – GO. 2013.
- HOFFMANN, A.; MORAES, E.H.B.K.; MOUSQUER, C.J.; SIMIONI, T.A.; JUNIOR GOMES, F.; FERREIRA, V.B.; SILVA, H.M. **Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco.** Nativa. Sinop, v. 02, n. 02, p. 119-130, abr./jun. 2014.
- HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; DANNER, H; BRAUN, R. **The role of *L. buchneri* in forage preservation.** TRENDS in Biotechnology Vol.21 No.6. Tulln, Austria. June, 2003.
- INFORMA ECONOMICS FNP E BÜRGEL CONSULTORIA AGROPECUÁRIA. **Custo de Produção de Silagens.** São Paulo, 2017.
- JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; TEIXEIRA, L.T.D.; ROSSI JUNIOR, P.; SANTANA, M.H.A. **Bactérias heteroláticas e a estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar.** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Maringá, PR – UEM. Julho de 2009.
- KUNG JUNIOR, L.; STANLEY, R.W. **Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage.** Journal of Animal Science, v.54, p.689-696, 1982.
- KUNG Jr., L. **Effects of microbial additives in silages: facts and perspectives.** In: ZOPOLLATTO, M.; MURARO, G.B.; NUSSIO, L.G. (Ed.). International symposium on forage quality and conservation, São Pedro, 2009. Proceedings...Piracicaba: FEALQ, 2009. v. 1, p.7-22.
- MARI, L.J. **Desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada e**

o padrão de fermentação e a estabilidade aeróbia das silagens aditivadas. Tese de doutorado da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP. 2008.

MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D.; SILVA, A.L. da **Método de gestão em sistema de produção animal.** R. Bras. Zootec., v.38, p.405-411, 2009.

McDONALD, P., HENDERSON, N., HERON, S. 1991. **The biochemistry of silage.** Marlow Bucks. Chalcombe Publications. 340 p.

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G. et al. **Efeito do *L. buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar.** Piracicaba. R. Bras. de Zootec., v.37, p.2191-2198, 2008.

MORAES, R.L. **Composição química, perfil fermentativo e populações microbianas em silagem de cana-de-açúcar tratadas com inoculantes bacterianos.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2015.

NOVINSKI, C.O. **Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho.** 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Veterinária) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. **Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar.** In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2004. p.1-33.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI Jr., W. et al. **Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *L. buchneri*.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.649-654, 2006.

PEDROSO, A.D.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.D.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. **Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage.** Scientia Agricola, v.62, p.427-432, 2005.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.; RODRIGUES, A.A. **Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar.** R. Bras. Zootec., v.36, n.3, p.558-564, 2007.

PEREIRA, M.N.; PEREIRA, R.A.N.; LOPES, N.M. **Novos conceitos em cana-de-açúcar fresca e ensilada.** In: Simpósio Internacional em formulação de dietas para gado leiteiro. Lavras, MG, 2012.

PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. **A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability.** Grass and Forage Science, v.46, p.301-312, 1991.

POPPY, G. D.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J.; SANCHEZ, W. K.; DORTON, K. L. AND MORLEY, P. S. **A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows.** Journal of Dairy Science Vol. 95 No. 10, 2012.

- QUEIROZ, O.C.M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais.** Dissertação da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. 2006.
- QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M. **Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção.** R. Bras. Zootec., v.37, n.2, p.358-365, 2008.
- REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros.** Jaboticabal. Gráfica Multipress, Jaboticabal – SP. 2013. 714p.
- REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. **Conservação de forragem como estratégia para otimizar o manejo das pastagens.** Revisão de Literatura. Jaboticabal. 2001. 27p.
- ROCHA, W.J.B.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; SILVA, G.W.V.; REIS, S.T.; RUAS, J.R.M.; SOARES, C.; MENEZES, J.C.; BORGES, L.D.A. **Fermentative characteristics of sugar cane silages with additives.** Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.15, n.4, p.801-814 out./dez., 2014
- RODRIGUES, C. L.; ZIELGEMANN, P. K. **Metanálise: um guia prático.** Rev HCPA v.30, n.4, p.436 - 447, 2010.
- SÁ NETO, A.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; JUNGES, D. E BISPO, A. W. **Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *L. buchneri* exclusivamente ou em associação com *L. plantarum*.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.48, n.5, p.528-535, maio 2013.
- SANTOS, W.P. **Resposta de vacas leiteiras à silagem de cana-de-açúcar inoculada com *L. hilgardii*.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. 2015.
- SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M. **Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais.** Arch. Zootec., v.59, p.25-43, 2010.
- SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar in natura e ensilada (*Saccharum officinarum* L.).** Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Esalq USP. 2007.
- SANTOS, A.B.; PEREIRA, M.L.A.; AZEVEDO, S.T.; SIGNORETTI, R.D.; SIQUEIRA, G.R.; MENDONÇA, S.S.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, T.C.J.; ALMEIDA, P.J.P.; RIBEIRO, L.S.O.; PEREIRA, C.A.R. **Vacas lactantes alimentadas com silagem de cana-de-açúcar com e sem aditivo bacteriano: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite.** Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.13, n.3, p.720-731 jul./set., 2012.
- SIQUEIRA, G. R.; REIS, R.A.; ITURRINO, R.P.S.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C. **Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos.** R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.2000-2009, 2007

SIQUEIRA, G.R., R.A. REIS, R.P. SCHOCKEN-ITURRINO, T.F. BERNARDES, A.J.V. PIRES, M.T.P. ROTH E R.C. AMARAL. Em: **Influência da queima e aditivos químicos e bacterianos na composição química de silagens de cana-de-açúcar**. Arquivos de zootecnia, 2009. vol. 58, núm. 221, p. 44.

SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos**. Dissertação de mestrado da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal – SP. 2005.

SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; JUNGES, D.; DIAS, L. T.; ALMEIDA, R.; MARI, L.J. **Novos aditivos microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbia**. R. Bras. Zootec., v.40, n.3, p.543-549, 2011.

SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.F.; PAZIANI, S.F.; WECHSLER, F.S. **Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo**. R. Bras. Zootec., v.36, n.5, p.1666-1675, 2007.

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M.; TOLEDO FILHO, S.G.; DANIEL, J.L.P. **Effects of *L. buchneri* on the nutritive value of sugar cane silage for finishing beef bulls**. R. Bras. Zootec., v.43, n.1, p.8-13, 2014.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP. 2006.

SILVA, T.C.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; CAMPOS, F.S.; OLIVEIRA, J.S.; MACEDO, C.H.O.; PERAZZO, A.F.; BEZERRA, H.F.C. **Conservação de forrageiras xerófilas**. RED VET Rev. Electrón. vet. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> 2014 Volume n 15 Nº 03.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; AMARAL, E.R.C. **Influência da queima e aditivos químicos e bacterianos na composição química de silagens de cana-de-açúcar**. Arch. Zootec. 58 (221): 43-54. 2009.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; ROTH, M.T.P. **Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar**. R. Bras. Zootec., v.39, n.1, p.103-112, 2010.

SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ROTH, M.T.P.; DOMINGUES, F.N.; FERRAUDOS, A.S.; REIS, R.A. **Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada**. R. Bras. Zootec., v.40, n.11, p.2347-2358, 2011.

VALERIANO, A.R. **Aditivos bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar**. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. 2007.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University Press. 476 p.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.D.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PEREIRA, O.G. **Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo**. Archivos de Zootecnia, v.55, n.209, p.75-84, 2006.

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**. R. Bras. Zootec., v.38, p.170-189, 2009.