

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**USO DE ADITIVO QUÍMICO E/OU MICROBIANO EM
SILAGENS DE MILHETO (*Pennisetum americanum* L.)**

Danilo Carlos Castro dos Santos

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2018**

USO DE ADITIVO QUÍMICO E/OU MICROBIANO EM SILAGENS DE MILHETO (*Pennisetum americanum* L.)

Danilo Carlos Castro dos Santos

Zootecnista

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2015

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal (Nutrição e Alimentação de Ruminantes)

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Soraya Maria Palma Luz Jaeger

Coorientador: Dr. Ossival Lolato Ribeiro

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

S237u Santos, Danilo Carlos Castro dos.
Uso de aditivo químico e/ou microbiano em silagens de milheto (*Pennisetum americanum* L.) / Danilo Carlos Castro dos Santos._ Cruz das Almas, BA, 2018.
55f.; il.

Orientadora: Soraya Maria Palma Luz Jaeger.
Coorientador: Ossival Lolato Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Plantas forrageiras – Silagem. 2.Plantas forrageiras – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.2

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas
(Bibliotecário - CRB5 / 1615). Os dados para catalogação foram enviados
Pelo usuário via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**USO DE ADITIVO QUÍMICO E/OU MICROBIANO EM SILAGENS
DE MILHETO (*Pennisetum americanum* L.)**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Danilo Carlos Castro dos Santos

Aprovada em _____ de _____ de _____

Prof (a). Dr (a). Soraya Maria Palma Luz Jaeger
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Orientador (a)

Prof (a). Dr. (a). Daniele Rebouças Santana Loures
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador (a). Interno (a)

Prof. Dr. Fleming Sena Campos
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Examinador Externo

EPÍGRAFE

*“Consulte, não a seus medos, mas as suas esperanças e sonhos;
Pense, não sobre suas frustrações, mas sobre seu potencial não usado;
Preocupe-se, não com o que você tentou e falhou, mas com aquilo que ainda é possível a você fazer.”*

Papa João XXIII

USO DE ADITIVO QUÍMICO E/OU MICROBIANO EM SILAGENS DE MILHETO (*Pennisetum americanum* L.)

RESUMO: O milheto (*Pennisetum Americanum* L.) se caracteriza por apresentar adaptação a ambientes com diferentes condições climáticas. Em climas quentes e com solos pouco férteis, apresenta potencial de produção e boa qualidade nutritiva, sendo indicado para a produção de silagem no Nordeste. O uso de alguns aditivos químicos e/ou microbianos na silagem podem melhorar o seu padrão fermentativo. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a bromatologia, perdas fermentativas e estabilidade aeróbia da silagem de milheto *Pennisetum americanum* L. aditivado com ureia e/ou *Lactobacillus plantarum*. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, as silagens foram confeccionadas em mini silos de PVC. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 onde foram avaliados quatro níveis de ureia (0%; 1,0%; 2,0% e 4,0 %) com ou sem a presença do aditivo microbiano, totalizando oito tratamentos com cinco repetições cada. As silagens com o aditivo microbiano apresentaram 0,66% de perdas por gases, 6,39% de perdas de matéria seca e levaram 102,91 horas para quebrarem a estabilidade aeróbia; estas diferiram das silagens sem aditivo microbiano ($P < 0,05$) que apresentaram 0,87%, 8,51% e 68,16 respectivamente para perdas por gases, perdas de matéria seca e horas para quebra da estabilidade aeróbia. A adição de ureia teve efeito linear decrescente sobre os teores de matéria seca, e efeito linear crescente sobre os valores de proteína bruta, proteína indigestível em detergente ácido, fibra em detergente ácido, lignina, pH, perdas por gases, perdas de matéria seca e capacidade tampão. Houve interação entre os aditivos ($P < 0,05$) para as variáveis perdas de matéria seca e nitrogênio amoniacal. O uso da ureia em doses crescentes aumentou a estabilidade aeróbia das silagens e cada unidade de ureia adicionada elevou em 12,43 horas o tempo para quebra da estabilidade aeróbia ($P < 0,05$). A adição do *Lactobacillus plantarum* por sua vez reduziu ($P < 0,05$) as perdas por gases, perdas de matéria seca e aumentou a estabilidade das aeróbia das silagens.

Palavras chave: Ensilagem; *Lactobacillus plantarum*; Perdas fermentativas; Ureia

THE USE OF CHEMICAL AND/OR MICROBIAL ADDITIVES IN PEARL MILLET SILAGE (*Pennisetum americanum* L.)

ABSTRACT: Pearl millet (*Pennisetum Americanum* L.) is characterized by adapting to environments with different climatic conditions. In hot climates and with little fertile soils, it presents production potential and good nutritional quality, being indicated for the production of silage in the Brazilian Northeast. The use of some chemical and/or microbial additives in the silage can improve its fermentative pattern. The objective of this research was to evaluate the bromatology, fermentative losses and aerobic stability of pearl millet *Pennisetum americanum* L. silage added with urea and/or *Lactobacillus plantarum*. The experiment was carried out at the Federal University of Recôncavo of Bahia, silages were made in small PVC silos. The experimental design was completely randomized in a 4x2 factorial scheme where four urea levels (0%, 1,0%, 2,0% and 4,0%) with or without the presence of the microbial additive were evaluated, totaling eight treatments with five replicates each. The silages with the microbial additive presented 0,66% of losses by gases, 6,39% of losses of dry matter and took 102,91 hours to break down the aerobic stability; They differed from the silage without microbial additive ($P<0,05$) and showed 0,87%, 8,51% and 68,16, respectively, for gas losses, and losses of dry matter of hours to breakage aerobic stability. The addition of urea had a linear decreasing effect on the dry matter content, and linear effect increasing on the values of crude protein, indigestible protein in acid detergent, acid detergent fiber, lignin, pH, gas losses, dry matter losses and buffer capacity. There was interaction between the additives ($P<0,05$) for the dry matter and ammoniacal nitrogen losses. The use of urea at increasing doses increased the aerobic stability of the silages and each unit of urea increased the time to break the aerobic stability ($P<0,05$) by 12,43 hours. The addition of *Lactobacillus plantarum* reduced ($P<0,05$) the losses by gases, losses of dry matter and increased the stability of the aerobics of the silages.

Keywords: Ensiling; *Lactobacillus plantarum*; Fermentative losses; Urea;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1	Silagem de milho	2
2.2	Processo fermentativo da silagem	4
2.2.1	Perdas no processo fermentativo	5
2.2.2	Indicadores qualitativos da silagem	7
2.3	Aditivos	9
2.3.1	Ureia	11
2.3.2	<i>Lactobaculus plantarum</i>	12
CAPÍTULO 1 - ARTIGO 1		15
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		45

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os métodos de conservação de forragem são estratégias que podem ser utilizadas para garantir o fornecimento contínuo de volumoso para os animais durante todo o ano. Dentre estes, a ensilagem quando feita de maneira adequada, apresenta como vantagem uma melhor conservação do valor nutricional da forrageira, proporcionando ao animal um alimento de melhor qualidade.

Na busca de atender a demanda de forragem durante o período seco, o cultivo de forrageiras resistentes e adaptadas, com potencial para serem empregadas na ensilagem torna-se uma importante ferramenta a ser utilizada pelo produtor.

Dentre as muitas espécies recomendadas para produção de silagem em regiões com períodos longos de restrição hídrica, destaca-se o milheto. De acordo com Kollet *et al.* (2006), esta gramínea apresenta boas características como: adaptação a diversos ambientes e diferentes condições de clima e solo, bem como eficiente acúmulo de biomassa. Guimarães Jr. *et al.* (2009) afirmaram que o milheto é uma gramínea de ciclo curto, com crescimento rápido, com boa capacidade de rebrota e alto valor nutritivo, além de boa tolerância ao estresse hídrico, o que permite o plantio na época conhecida como safrinha, após a colheita da soja, nos meses de fevereiro e março.

O processo de ensilagem, ainda que seja eficaz na conservação de forragens, tem a desvantagem de ocasionar perdas. Estas perdas podem ser expressivas quando decorrentes de fermentações secundárias, e devem ser atenuadas, com a aplicação de técnicas tais como a utilização de aditivos químicos e/ou microbianos.

As bactérias heterofermentativas facultativas teoricamente apresentam a capacidade de acelerar a queda do pH das silagens e melhoram a estabilidade aeróbia (SCHMIDT *et al.*, 2014). A ureia, por sua vez, além de contribuir para a melhoria na composição bromatológica, pode alterar o perfil fermentativo e reduzir a perda de nutrientes (WOOLFORD, 1984).

Objetivou-se com este trabalho, avaliar a qualidade da silagem de milheto com aditivo químico e/ou microbiano, visando o desenvolvimento de tecnologias adequadas à sua conservação, para redução das perdas no processo de ensilagem e a melhoria qualitativa deste alimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Silagem de milho

A produção de forragem nos trópicos é caracterizada por períodos em que ocorre produção forrageira quantitativamente e qualitativamente superior, seguida também por períodos com volumes de produção menores e de qualidade inferior o que apresenta efeito direto na produção animal (CORRÊA *et al.*, 2006; AMARAL *et al.*, 2008;).

Neste sentido, há a necessidade de se adotar estratégias que possibilitem a alimentação do rebanho durante o período de escassez de forragem. Dentre outros, o método da ensilagem, consiste na conservação de forragens por meio da fermentação anaeróbia tendo como principal objetivo a máxima preservação de nutrientes, possibilitando o armazenamento e fornecimento de volumoso durante a época de escassez (KUNG JR., 2009).

O milho *Pennisetum americanum* L. segundo Kollet *et al.* (2006), é uma forrageira que apresenta fácil implantação e manejo, tendo como destaque sua adaptação a uma grande variedade de ambientes bem como diferentes condições de clima e solo.

A silagem do milho pode ser uma alternativa para a produção de ruminantes em regiões onde as precipitações pluviárias ocorrem de forma irregular. Uma vez que esta gramínea apresenta resistência a escassez de água, tolerância a elevadas temperaturas, ciclo vegetativo curto, baixa exigência em fertilidade e capacidade de manter o seu valor nutritivo mesmo com o avançar da sua maturidade, tendo assim potencial para produção de silagem nestas condições a menor custo que outras culturas (PAYNE, 2000; VITAL *et al.*, 2015; BRUNETTE *et al.*, 2016).

Em pesquisa que buscou avaliar a qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho Amaral *et al.* (2008) encontraram características como: odor agradável, coloração verde parda, textura firme, ausência de partes mofadas, além de teores de nitrogênio amoniacal inferiores a 5% e afirmaram que tais

características seriam adequadas para classificar as silagens como de muito boa qualidade de acordo com Rotz e Muck (1994).

Foram identificados ainda neste trabalho teores médios de 27,7% de matéria seca (MS); 7,13% de proteína bruta (PB); 64,39 % fibra em detergente neutro (FDN); 41,54 % fibra em detergente ácido (FDA) e 3,62 pH para os cultivares BRS 1501, BN 1 e comum ensilados com 90 dias de idade.

Pinho *et al.* (2013) avaliaram genótipos de milho para silagem no semiárido e encontraram valores médios de MS, PB, FDN e pH iguais a: 18,36%; 10%; 66%; e 3,27 para os cultivares Sauna B, CMS 01, ADR 500, BRS 1501 e CMS 03 cortadas após 42 dias de rebrota.

O baixo teor de MS do milho no momento da ensilagem, pode ser um limitante para a produção de silagem de boa qualidade, contudo, é possível produzir silagens de milho com bom padrão fermentativo sem o uso de aditivos sequestradores de umidade (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2009).

Os teores de carboidratos solúveis desta gramínea de acordo com Pinho *et al.* (2014), podem conduzir a uma queda de pH abaixo da faixa considerada ótima, culminando em fermentações secundárias e conseqüentemente em perdas sob a forma de gases e efluentes, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (McDONALD *et al.*, 1991;).

O uso de aditivos químicos a exemplo da ureia e inoculantes na silagem de milho pode ser estratégico, uma vez que estes aditivos de acordo com Kung Jr. (2003), podem reduzir a fermentação indesejável por parte dos microrganismos e aumentar a vida útil da silagem após a abertura dos silos.

A transformação da ureia em amônia através da enzima urease, durante o processo fermentativo tem poder antimicrobiano, inibindo o desenvolvimento de fungos e leveduras que utilizam o ácido láctico e carboidratos solúveis após a abertura do silo (SCHMIDT *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2010).

O uso do inoculante, objetiva favorecer a fermentação com produção mais eficiente de ácidos orgânicos, tendo o potencial de acelerar a queda do pH e inibir fermentações indesejáveis que resultam em perdas de nutrientes durante o metabolismo fermentativo no interior do silo e no momento da abertura (KUNG JR. E RANJIT, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

2.2 Processo fermentativo da silagem

A ensilagem é um processo de conservação das forragens, baseado na ação fermentativa de microrganismos que pode contribuir para a preservação da qualidade forrageira. O valor nutritivo da forragem é conservado pela produção de ácidos orgânicos principalmente o ácido lático, a partir de açúcares solúveis por bactérias ácido-láticas (BAL) (SANTOS *et al.*, 2006a).

O processo de produção do ácido lático resulta na redução do pH, impedindo o desenvolvimento de microrganismos deletérios e requer condições anaeróbias asseguradas pela adequada compactação e vedação dos silos (McDONALD, 1981).

A exclusão do oxigênio na massa ensilada é um dos mais importantes fatores a serem considerados para obtenção de uma silagem de qualidade. Neste sentido a demora para fechamento do silo e a presença de muito oxigênio residual na massa ensilada devem ser evitadas (KEARNEY e KENNEDY, 1962).

De acordo com Santos e Zanine (2006), o processo fermentativo se dá em quatro fases: a fase aeróbia; a fase de fermentação ativa; a fase de estabilidade; e a fase de descarga.

A fase aeróbia ocorre durante o enchimento até poucas horas depois do fechamento do silo. É caracterizada pelo desenvolvimento de microrganismos aeróbios como fungos, leveduras e algumas bactérias. A atuação destes microrganismos, juntamente com o processo respiratório da planta, promove redução do O₂ e dá início à segunda fase (SANTOS e ZANINE, 2006).

De acordo com McDonald *et al.* (1991), erros durante o processo de ensilagem como baixa densidade de compactação e atraso no fechamento do silo, prologam a fase aeróbia, e conseqüentemente a respiração da planta e predominância das bactérias do gênero *Clostridium* em detrimento das bactérias ácido láticas resultando em aumento no tempo para redução do Ph, redução do O₂ e elevação da temperatura podendo levar a reações de *Maillard* que causam danos a qualidade da silagem.

A segunda fase, conhecida com fase de fermentação ativa, é iniciada quando não há presença de oxigênio no interior da silagem. De acordo com Pahlow

et al. (2003), esta fase é caracterizada pela acentuada queda do pH da massa ensilada, intensa produção de gases e efluentes.

Inicialmente durante esta fase há predominância de enterobactérias e bactérias heterofermentativas, e posteriormente, tornam-se dominantes as homofermentativas. Esta fase se prolonga até que o pH alcance valores abaixo de 5,0 (SANTOS *et al.*, 2006a).

A terceira fase é conhecida como fase de estabilidade. Durante este período a silagem desde que não ocorra entrada de oxigênio, permanece estável até o momento da abertura do silo. Durante este período os clostrídios e bacilos encontram-se na forma de esporos, tendo atividade apenas de algumas enzimas e alguns microrganismos, a exemplo dos *Lactobacillus* (ELFERINK *et al.*, 2000).

A fase de descarga por sua vez, é caracterizada pela abertura dos silos e sua exposição a elevadas concentrações de O₂ (SANTOS e ZANINE, 2006). Nesta fase de acordo com Pahlow *et al.* (2003), há intensa atividade microbiana tendo as leveduras e fungos como principais responsáveis pela deterioração aeróbia.

O conhecimento destas fases e de suas características é de extrema importância uma vez que a ensilagem é um processo que apresenta riscos (visto que poderão ocorrer fermentações indesejadas) e envolve custos. Assim sendo, quanto mais eficiente for o processo, desde a colheita até o fornecimento no cocho, mais viável torna-se e melhor a qualidade da silagem obtida (VIEIRA *et al.*, 2004; PAZIANI *et al.*, 2006).

2.2.1 Perdas no processo fermentativo

Durante as diferentes fases do processo fermentativo há perdas de nutrientes inevitáveis, advindas da produção de água, gás e calor. Segundo McDonald *et al.* (1991) estas perdas inevitáveis podem atingir valores de até 15%, por outro lado, as perdas controláveis podem representar até 31% da massa ensilada e estas são originadas pela produção de efluentes, fermentação secundária, degradação aeróbia no armazenamento e na desensilagem.

Desta maneira, a aplicabilidade da ensilagem não deve levar em consideração apenas o valor nutritivo do produto final, mas também as perdas que ocorrem desde a colheita das plantas até após a abertura dos silos e um dos aspectos importantes para se obter o grau de eficiência desse processo é a quantificação destas perdas (ELFERINK *et al.*, 2000; NEUMANN *et al.* 2007).

Durante o processo fermentativo, diferentes gases podem ser formados. Dentre muitos, o gás carbônico é o principal componente, e este pode ser decorrente da respiração da planta, que utiliza o oxigênio residual, e de infiltrações ou proveniente de bactérias anaeróbias, que realizam fermentações indesejáveis, e normalmente crescem em meios com pH mais elevado (JUNGES *et al.*, 2013).

As perdas por gases de acordo com McDonald *et al.* (1991), ocorrem em menor quantidade quando provenientes da ação das bactérias homofermentativas que utilizam a glicose como substrato para a síntese de lactato. Entretanto quando há ação de bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras há um aumento considerável destas perdas, sendo os maiores valores associados à fermentação butírica promovida pelos clostrídios.

Outra perda que apresenta influência na redução do valor nutritivo da silagem é a perda pela produção de efluente. Segundo Loures *et al.* (2003) o volume do efluente produzido no interior do silo é influenciado pelo teor de matéria seca da espécie forrageira ensilada, pelo grau de compactação, tipo de silo, além do pré-tratamento mecânico da forragem, dinâmica de fermentação e fertilização do solo que apresenta relação direta com o desenvolvimento da cultura e com o seu teor de matéria seca.

O efluente apresenta em sua composição uma grande quantidade de componentes nitrogenados, açúcares e minerais, que são provenientes do material ensilado e drenados em solução, ocasionando uma somatória de perdas de matéria seca que podem chegar de 5 a 10% (WOOLFORD 1984; HAIGH, 1999).

Boas técnicas de colheita combinadas com rápido preenchimento do silo, vedação adequada e o uso de aditivos (caso seja necessário) no momento da ensilagem, irão minimizar as perdas de nutrientes e carboidratos solúveis pela respiração aeróbia no campo e no silo, disponibilizando estes para a fermentação ácido láctica e, conseqüentemente, reduzindo as perdas durante as fases do processo fermentativo (ELFERINK *et al.*, 2000).

2.2.2 Indicadores qualitativos da silagem

A qualidade e o valor nutritivo da silagem de acordo com Bishnoi *et al.* (1993), dependem fundamentalmente, da natureza do processo fermentativo, do cultivar utilizado e do estágio de maturação no momento do corte o que refletirá na sua composição química.

Parâmetros como pH, nitrogênio amoniacal, ácidos orgânicos e a quantificação das perdas podem demonstrar a eficácia no processo fermentativo.

O potencial hidrogeniônico (pH) da silagem, tem grande importância na qualidade do produto final. Segundo McDonald *et al.* (1991), o pH ideal para as silagens de forragens tradicionais deve estar entre 3,8 e 4,0, no entanto a sua atividade inibitória depende da velocidade de declínio e do teor de umidade do ambiente, não podendo ser considerado isoladamente para avaliar a qualidade das silagens.

De acordo com Bolsen *et al.* (1995), um baixo pH final não é garantia de que a atividade clostridiana foi prevenida durante o processo de fermentação. Quando a velocidade de abaixamento do pH é lenta, as perdas no processo de ensilagem são maiores, isto reflete de forma negativa a qualidade da silagem (JOBIM *et al.*, 2007).

A capacidade em resistir as alterações de pH (capacidade tamponante) das plantas, é um importante fator que afeta a fermentação na ensilagem (McDONALD *et al.*, 1991). O poder tampão segundo Moisis e Heikonen (1994) é determinado pela quantidade de ácido requerida para diminuir o pH da forragem dentro do silo a níveis estáveis, sendo esta característica variável para diferentes espécies forrageiras e diferentes estágios de maturação.

Os ácidos produzidos durante o processo fermentativo são bons indicativos da qualidade da silagem. Tendo o ácido láctico, de acordo com Vilela (1998), uma importante função pois é o principal responsável pela rápida queda do pH a níveis que inibirão a atividade de bactérias do gênero *Clostridium*.

Segundo Wright *et al.* (2000), altas concentrações de ácido láctico em silagens em muitos casos é sinônimo de forragens bem conservadas, enquanto que altas

concentrações de ácido acético como principal ácido representam silagens mal preservadas. De acordo com Roth e Undersander (1995), os teores de ácido lático de uma silagem com boa qualidade, devem ser superiores a 5% na matéria seca.

O ácido acético apresenta importante função na preservação dos nutrientes após a abertura das silagens, reduzindo as perdas de matéria seca e na inibição do crescimento de fungos e leveduras (MOON, 1983; ELFERINK *et al.*, 2001).

O ácido butírico deve estar em quantidades mínimas. Seu teor não deve ultrapassar 0,1% da matéria seca, pois sua presença indica ocorrência de degradação de proteínas ocasionada por bactérias do gênero *Clostridium* estando diretamente relacionado à má fermentação (McDONALD *et al.*, 1991; ROTH e UNDERSANDER, 1995).

O teor de nitrogênio amoniacal é um importante indicativo de proteólise na silagem. Teores de nitrogênio amoniacal, inferiores a 11% do nitrogênio total, indica que o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia e que os aminoácidos e peptídeos constituem a maior parte do nitrogênio não-protéico (OHSIMA e McDONALD, 1978).

Por ocasião da abertura dos silos e conseqüentemente, exposição da silagem ao ar, há transformação do meio anaeróbico (responsável pela conservação da forragem) em aeróbico, esta transformação pode resultar em mudanças na composição química, alterando o valor nutritivo e perda da qualidade da silagem. De acordo com Amaral *et al.* (2008), estas alterações se devem ao retorno das atividades metabólicas microbianas, uma vez que estes microorganismos na ausência do oxigênio estavam em dormência.

A intensa atividade metabólica na presença do oxigênio, possibilita redução nos componentes solúveis da silagem e o desenvolvimento da microbiota fúngica, que não só hidrolisam açúcares e ácido lático através da respiração, como também elevam o pH e produzem toxinas prejudiciais aos animais e ao homem (ROTZ e MUCK, 1994; GUIM *et al.*, 2002).

Os parâmetros qualitativos da produção da silagem, permitem avaliar e identificar os possíveis problemas ocorridos durante o processo fermentativo, servindo como importantes ferramentas para a tomada de decisões e sucesso neste processo.

2.3 Aditivos

Os aditivos são substâncias que, quando adicionadas à forragem no momento da ensilagem, tem como objetivos melhorar o padrão fermentativo da matéria ensilada, restringir a fermentação secundária, melhorar a estabilidade aeróbia, e oferecer um maior retorno na produção animal em relação ao custo de sua utilização (HENDERSON, 1993; LIMA e EVANGELISTA, 2001).

Na busca pela maximização da preservação dos nutrientes e melhoria da fermentação que ocorre no silo, o uso de aditivos tem sido uma importante ferramenta a ser utilizada, no entanto, não são substitutos das boas práticas de manejo no processo de ensilagem (ELFERINK *et al.*, 2000; KUNG JR. *et al.*, 2003).

O uso de aditivos em silagens de gramíneas tropicais visa contornar as limitações, decorrentes do alto teor de umidade, do baixo teor de carboidratos solúveis e do elevado poder tampão, diminuindo as perdas decorrentes de fermentação secundária, do efluente produzido e de deteriorações aeróbias que podem variar de 7 a 40% (McDONALD *et al.*, 1991; RIBEIRO *et al.*, 2009).

De acordo com McDonald *et al.* (1991) os aditivos podem ser classificados como nutrientes, absorventes, estimulantes da fermentação, inibidores da fermentação e deterioração aeróbia. No entanto, alguns aditivos podem se adequar a mais de uma classificação, diante disso Nussio e Schmidt (2004) propuseram uma classificação para os aditivos utilizados no Brasil em: aditivos químicos, microbianos e sequestrantes de umidade.

Os aditivos químicos atuam principalmente como inibidores de fermentações indesejáveis e retardam a deterioração aeróbia. Alguns, auxiliam na redução do pH, apresentam ação bacteriostática e antifúngica, contribuem para a preservação de nutrientes solúveis, redução da respiração celular do material ensilado e melhoria no teor de proteína (WOOLFORD, 1975; McDONALD *et al.*, 1991; LIMA e EVANGELISTA, 2001; NETO *et al.*, 2007).

Os principais representantes destes aditivos de acordo com Neumann *et al.* (2010) são: ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$), carbonato de cálcio (CaCO_3), hidróxido de sódio

(NaOH), benzoato de sódio (C_6H_5COONa), pirussulfito de sódio (NaS_2O_5), ácido fórmico (CH_2O_2), formol (HCO_2) e misturas compostas por formol e ácido fórmico.

Os inoculantes bacterianos estão entre os principais aditivos utilizados no processo de ensilagem, tendo o objetivo de dominar a fermentação através da rápida produção de ácido láctico e conseqüentemente diminuir o pH e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis sendo eles aeróbios (a exemplo das leveduras) ou anaeróbios (a exemplo das enterobactérias e clostrídeos) (KUNG JR. *et al.*, 2003; ZOPOLLATTO *et al.*, 2009; RÊGO *et al.*, 2014).

Os inoculantes bacterianos utilizados como aditivos compreendem principalmente bactérias homofermentativas produtoras de ácido láctico (BAL), e estas geralmente pertencem aos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* e *Streptococcus*. Estes microorganismos são mesófilos, isto é, podem crescer entre 5°C e 50°C, aeróbios facultativos e com base no metabolismo do açúcar podem ser classificados como homofermentativos obrigatórios, heterofermentativos facultativos ou heterofermentativos obrigatórios (ELFERINK, 2000).

As bactérias homofermentativas obrigatórias produzem quase que exclusivamente (> 85%) ácido láctico a partir de hexoses como a glicose, mas não podem fermentar pentoses devido à ausência da enzima fosfoctolase. As bactérias heterofermentativas facultativas também produzem principalmente ácido láctico a partir de hexoses, mas apresentam a capacidade de degradar algumas pentoses em ácido láctico, ácido acético e/ou etanol. Já as bactérias heterofermentativas obrigatórias degradam hexoses e pentoses, fermentando as hexoses a outros produtos além do ácido láctico (McDONALD *et al.*, 1991; PAHLOW *et al.*, 2003; DAESCHEL *et al.*, 1987).

Resumidamente, os microrganismos homofermentativos caracterizam-se pela taxa de fermentação mais rápida, menor proteólise, maior recuperação de energia e matéria seca, enquanto as bactérias heterofermentativas utilizam ácido láctico e glicose como substrato para produção de ácido acético e propiônico sendo estes efetivos no controle de fungos (ZOPOLLATTO *et al.*, 2009).

O uso de bactérias homofermentativas pode aumentar a deterioração aeróbia das silagens na fase de desabastecimento do silo, pois concentrações elevadas de ácido láctico consistem em substrato para organismos aeróbios e as baixas

concentrações de ácidos graxos de cadeia curta como propiônico e acético, colaboram para insuficiente proteção da massa contra leveduras e fungos. (MOON, 1983; FILYA *et al.*, 2004)

A utilização de bactérias heteroláticas, pode trazer resultados satisfatórios no aumento da estabilidade aeróbia e eficiência na produção de silagens, pois reduzem as perdas de nutrientes durante a fase de desabastecimento dos silos e estas perdas são mais pronunciadas que as perdas ocorridas na fase de armazenamento dos silos (FILYA *et al.*, 2004).

Apesar das inúmeras vantagens citadas, a eficácia do uso de inoculantes no processo de ensilagem é questionável em virtude principalmente da viabilidade biológica do inóculo, das condições de armazenagem, das características intrínsecas da planta ensilada e a relação entre a população de bactérias inoculadas com a população epífita da forragem. (WEINBERG e MUCK, 1996; KUNG 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2011;).

2.3.1 Ureia

A ureia como aditivo apresenta o potencial de aumentar o valor nutritivo da forragem, além de contribuir para a preservação de sua qualidade. Os benefícios de sua utilização em silagens seria sua facilidade de obtenção, sua aplicação simples e a elevação do conteúdo de proteína bruta em silagens (MATOS, 2008; SANTOS *et al.*, 2006b).

O uso da ureia é dirigido para a transformação desta em amônia, por meio da ação da enzima uréase, que reage com a água formando o hidróxido de amônia, tendo este a capacidade de elevar o pH, solubilizar os componentes da parede celular e atuar sobre o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (KUNG JR. *et al.*, 2003; REIS *et al.*, 1990).

A melhoria da qualidade nutricional pela ação da amônia se dá tanto pela desestruturação do complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), o que oferece aos microrganismos maior área de exposição e, conseqüentemente, aumenta o grau de utilização das diferentes frações de fibra,

quanto pelo incremento proteico por meio do aumento no teor de PB, que é explicado pela adição de nitrogênio não-proteico (GARCIA e PIRES, 1998; CANDIDO e NEIVA, 1999;).

Ao avaliarem dentre outros fatores o uso de aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar, Schmidt *et al.* (2007) notaram que o nível de 0,5 % de ureia na matéria natural reduziu o teor de fibra das silagens apresentando teor de FDN igual a 61,5 % e 39,4 % de FDA enquanto a silagem controle apresentou respectivamente 66,0 % e 42,8 %.

Pedroso *et al.* (2007), em estudo de silagens com adição de ureia (10g/kg), observaram elevação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca em relação à silagem controle, de 45,40% para 50,25%.

Ribeiro *et al.* (2010) verificaram que a ureia aditivada à silagem da cana de açúcar ao nível de 4% da MS foi eficiente na diminuição das perdas e na redução dos constituintes da parede celular das silagens.

Em muitos trabalhos o uso da ureia como aditivo químico, demonstrou aumento no teor de PB das silagens de cana bem como redução dos teores de lignina (SCHMIDT *et al.*, 2007; SIQUEIRA *et al.*, 2007a; SIQUEIRA *et al.*, 2007b; DIAS *et al.*, 2014).

De acordo com Pires *et al.* (2010) para se obter uma boa eficiência no tratamento de forragens utilizando a ureia como fonte de amônia, deve levar em consideração a quantidade do aditivo utilizado, o teor de umidade do material, o período de tratamento, a temperatura ambiente, as características químicas da cultura e a presença da enzima urease.

Pires *et al.* (2010) recomendam o uso de 4% com base na matéria seca para a conservação e de até 7,0% de ureia quando o objetivo for a melhoria na qualidade do material com baixa digestibilidade. Os mesmos autores recomendam o uso de ureia em doses superiores em materiais com no mínimo 30% de umidade.

2.3.2 *Lactobaculus plantarum*

A deterioração da silagem, quer seja no momento da abertura do silo, ou por falhas na armazenagem possibilitando a entrada de ar, promove o crescimento de microrganismos oportunistas como fungos, leveduras e bactérias aeróbias termogênicas consumidoras de nutrientes e produtos finais da fermentação a exemplo do ácido láctico (RANJIT e KUNG Jr. 2000).

O problema relacionados com a proliferação de microrganismos aeróbios deletérios no momento da abertura do silo, geram a necessidade de pesquisas com microrganismos, como os heteroláticos que produzissem além do ácido láctico, outras substancias que apresentassem poder antifúngico (FILYA *et al.*, 2004).

Segundo McDonald *et al.* (1991) o *Lactobacillus plantarum* são microrganismos aeróbios facultativos, tendo uma preferência por condições anaeróbias, crescem em temperaturas de até 50°C, e possuem hábito de crescimento até em substratos com baixo teor de umidade.

As bactérias da espécie *Lactobacillus plantarum* são classificadas com heterofermentativas facultativas que produzem ácido láctico principalmente a partir de hexoses, mas, além disso, elas podem produzir ácido acético ao degradar algumas pentoses (ELFERINK, 2000).

O ácido acético produzido por estas bactérias apesar de pouco eficiente na diminuição do pH, apresenta eficiência no controle do crescimento de leveduras e fungos filamentosos (MOON, 1983).

O ácido acético em solução com pH inferior ao pK_a encontra-se não dissociado, permitindo a sua entrada por difusão passiva nas células dos fungos e leveduras. A dissociação desse ácido e liberação do íon H^+ é tóxica para estes microrganismos, promovendo dessa forma um gasto de energia (ATP) para expulsar o H^+ , proporcionando assim decréscimo na multiplicação desses microrganismos e até mesmo sua morte (McDONALD *et al.*, 1991).

A inibição da atividade antifúngica realizada pelo *Lactobacillus plantarum* em silagens foi comprovada por Dogi *et al.* (2013), onde este microrganismo demonstrou eficiência no controle dos fungos *Aspergillus parasiticus* e *Fusarium graminearum* presentes em diferentes silagens.

Bernardes *et al.* (2013) também confirmaram a eficiência deste inoculante no controle de leveduras e o seu benefício no aumento da estabilidade aeróbia em silagens de capim-elefante.

Com relação as perdas no processo fermentativo e qualidade da silagem a o uso de inoculante com cepas de *Lactobacillus plantarum* em silagens é contraditório. Resultados benéficos foram encontrados nas pesquisas de Moraes *et al.* (2015) e Zanine *et al.* (2007) onde este inoculante reduziu as perdas fermentativas, promoveu maior recuperação de MS e proporcionou eficiente redução do pH.

No entanto, nas pesquisas de Schmidt *et al.* (2011) e Rego *et al.* (2013) o uso deste inoculante não teve efeito na redução das perdas fermentativas.

Alguns destes insucessos podem ser reflexos das características intrínsecas da planta ensilada e a relação entre a população de bactérias inoculadas com a população epífita da forragem (KUNG, 2003).

CAPÍTULO 1 - ARTIGO 1

Artigo a ser submetido ao Periódico Revista Brasileira de Zootecnia, Qualis B1, na área de Zootecnia/Recursos pesqueiros.

USO DE ADITIVO QUÍMICO E/OU MICROBIANO EM SILAGENS DE MILHETO (*Pennisetum Americanum L.*)

Resumo: Objetivou-se avaliar a qualidade da silagem de milho e o efeito da adição de ureia e/ou *Lactobacillus plantarum*. Foram avaliados a composição químico-bromatológica, pH, nitrogênio amoniacal, capacidade tampão, além da quantificação das perdas e avaliação da estabilidade aeróbia. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 com quatro doses de uréia: 0%, 1,0%; 2,0% e 4,0% (com base na matéria seca), com ou sem a presença de *L. plantarum*, foram utilizadas 5 repetições por tratamento. As silagens foram confeccionadas em mini silos experimentais. A adição de doses crescentes de ureia apresentou efeito linear positivo nos teores de proteína bruta onde cada unidade de ureia aplicada elevou em 1,31% os teores para esta variável ($P<0,05$), os valores de fibra em detergente ácido, proteína indigestível em detergente ácido e lignina também tiveram efeito linear positivo ($P<0,05$). Houve efeito linear negativo da adição dos níveis de ureia sobre o teor de matéria seca das silagens, onde para cada unidade de ureia aplicada houve redução de 0,306% no teor de matéria seca das silagens ($P<0,05$). Não houve efeito do inoculante nas características bromatológicas das silagens. Houve interação entre os aditivos ($P<0,05$) para os dados de perdas de matéria seca e nitrogênio amoniacal. As silagens com *L. plantarum* e ureia apresentaram menores valores de perdas de matéria seca e nitrogênio amoniacal quando comparadas com as silagens sem o *L. plantarum* e com ureia. A ureia não apresentou efeito na redução das perdas. As silagens de milho apresentaram valores de 6,39% e 8,51% para perdas de matéria seca com e sem o *L. plantarum* respectivamente. As perdas por gases foram de 0,66% e 0,87% respectivamente para as silagens com e sem o aditivo microbiano. Os valores de pH das silagens aditivadas com uréia de acordo com a equação de regressão encontrada variaram em torno de 3,9 e 6,6 e a capacidade tampão entre 21,09 e 26,34 emg de HCl/100g de matéria seca. As silagens aditivadas com 4% de uréia levaram 65,22 horas a mais para quebrarem a estabilidade aeróbia quando comparadas com as silagens que não receberam este aditivo ($P<0,05$). As silagens aditivadas com *L. plantarum*, levaram 34,75 horas a mais para quebrarem a estabilidade aeróbia quando comparadas com a silagem controle. O uso da ureia e do *L. plantarum* apresentaram benefícios significativos para o aumento da estabilidade aeróbia da silagem de milho. O inoculante demonstrou eficiência na melhoria do padrão fermentativo.

Palavras chaves: Gramíneas tropicais; *Lactobacillus plantarum*; Perdas fermentativas; Ureia

THE USE OF CHEMICAL AND / OR MICROBIAL ADDITIVES IN PEARL MILLET (*Pennisetum americanum* L.) SILAGE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the quality of pearl millet silage and the effect of adding urea and/or *Lactobacillus plantarum*. The chemical-bromatological composition, pH, ammoniacal nitrogen, buffer capacity, as well as quantification of losses and aerobic stability were evaluated. The design was completely randomized in a 4x2 factorial scheme with four urea doses: 0%, 1,0%; 2,0% and 4,0% (based on dry matter), with or without the presence of *L. plantarum*, 5 replicates were used per treatment. The silages were made in experimental mini silos. The addition of increasing doses of urea showed a positive linear effect on the crude protein levels, where each unit of urea increased the contents for this variable ($P<0,05$) by 1,31%, the values of acid detergent fiber, protein indigestible in acid detergent and lignin also had positive linear effect ($P<0,05$). There was a negative linear effect of the addition of urea levels on the dry matter content of the silages, where for each urea unit applied, there was a reduction of 0,306% in the dry matter content of the silages ($P<0,05$). There was no effect of the inoculant on the bromatological characteristics of the silages. There was interaction between the additives ($P<0,05$) for the data of dry matter and ammoniacal nitrogen losses. The silages with *L. plantarum* and urea showed lower values of dry matter and ammoniacal nitrogen losses when compared to silages without *L. plantarum* and urea. Urea had no effect on reducing losses. The pearl millet silages presented values of 6,39% and 8,51% for dry matter losses with and without *L. plantarum*, respectively. Gas losses were 0,66% and 0,87% respectively for silages with and without the microbial additive. The pH values of the urea-added silages according to the regression equation were around 3,9 and 6,6 and the buffer capacity was between 21,09 and 26,34 emg HCl/100g dry matter. The silages added with 4% of urea took 65,22 hours more to break the aerobic stability when compared to the silages that did not receive this additive ($P<0,05$). The silages added with *L. plantarum* took 34,75 hours more to break the aerobic stability when compared to the control silage. The use of urea and *L. plantarum* showed significant benefits for increasing the aerobic stability of pearl millet silage. The inoculant demonstrated efficiency in improving fermentation pattern.fermentation.

Key words: Tropical grasses; *Lactobacillus plantarum*; Fermentative losses; Urea

Introdução

O método da ensilagem consiste na conservação de forragens por meio da fermentação anaeróbica, tendo como principal objetivo a máxima preservação de nutrientes, tornando-se uma importante ferramenta a ser utilizada pelo produtor.

O milho por apresentar características como grande resistência, crescimento rápido, boa capacidade de rebrota e alto valor nutritivo, surge como uma alternativa promissora para a confecção de silagens durante os períodos secos do ano a menores custos que outras culturas (BRUNETTE et al., 2016; GUIMARÃES JR et al., 2009).

O processo de ensilagem, o teor de matéria seca, os níveis de carboidratos solúveis e a presença de oxigênio no interior dos silos, são alguns fatores que podem influenciar o perfil fermentativo aumentando as perdas e refletir negativamente na qualidade final da silagem.

O uso de alguns aditivos microbianos e químicos na silagem de milho são justificados com o fim de promover uma melhor fermentação no material ensilado tendo potencial para o aumento da vida útil da silagem após a sua abertura.

A ureia por meio da ação da amônia, tem a capacidade de inibir o crescimento de fungos e leveduras. O *Lactobacillus plantarum* por meio da produção dos ácidos acético e láctico apresenta capacidade de controlar a fermentação no interior do silos e ambos podem promover a diminuição da deterioração da silagem no momento da exposição aeróbia (PEDROSO et al., 2007; ZOPOLATTO et al., 2009; PIRES et al., 2010)

Estudos sobre o uso de *Lactobacillus plantarum*. em combinação com a ureia visando a melhoria da fermentação bem como da estabilidade aeróbia das silagens são contraditórios. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o uso destes aditivos na silagem de milho visando diminuir as perdas no processo de ensilagem e a melhoria qualitativa deste alimento.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada de acordo com o comitê institucional de uso animal (número de protocolo 23007.0088278/2016-36) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

O experimento foi realizado em área pertencente ao setor de Forragicultura da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na cidade de Cruz das Almas. O plantio do milho e os procedimentos gerais para a confecção das silagens aconteceram durante o período de 09/04/16 abril a julho de 2016.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x2 (cinco níveis de ureia 0%; 1,0%; 2,0% e 4,0 % da MS), com e sem a adição de *Lactobacillus plantarum*, com cinco repetições.

O milho foi plantado em linhas com espaçamento de 60 cm e com profundidade de 2 cm . A colheita foi realizada com 110 dias após o plantio quando os grãos apresentavam consistência pastosa/farinácea.

Para cálculo de predição de matéria seca (MS) e posterior adição dos aditivos, as amostras foram coletadas para estimativa do teor de MS e cálculo da quantidade de ureia a ser adicionada.

O milho foi colhido manualmente com o uso de facão sendo cortado a 10 cm do solo, visando assim evitar a contaminação do material. Após o corte o material foi picado em máquina estacionária regulada para o corte de partículas com tamanho aproximado de 3 cm.

Após a colheita e diminuição da partícula, o material foi inicialmente dividido em duas porções: as que iriam receber a adição do inoculante e os que não receberiam. Após a divisão foi adicionado o inoculante *Lactobacillus plantarum* $3,1 \times 10^{10}$ UFC/g, de acordo com a dose recomendada pelo fabricante, que é de 2g (diluída em 0,8 mL de água não clorada) por tonelada de silagem, de maneira uniforme, com a ajuda de um pulverizador.

O material pulverizado foi dividido em quatro porções. Cada uma das porções foi adicionada do seu respectivo percentual de ureia (0,0%; 1,0%; 2,0% e 4,0%) com base na MS. Esses representaram os tratamentos que receberam inoculante e os níveis de ureia.

Após esta etapa, o montante da mucilagem que não recebeu o inoculante também foi dividido em cinco partes, que representaram os tratamentos que receberam apenas ureia nos níveis de 0,0%; 1,0%; 2,0% e 4,0% com base na MS, afim de obter as silagens com e sem a adição do *Lactobacillus plantarum* nos diferentes níveis de ureia.

Após este procedimento, foram coletadas aproximadamente 500 gramas de amostra do material original determinação da composição bromatológica (Tabela 1).

O material foi ensilado em minisilos laboratoriais com PVC de 10 cm e 50 cm de comprimento, com densidade aproximada de 600 kg/m³ e vedados com tampa adaptada com válvula tipo *Bunsen* e lacrados com fita adesiva. Foram confeccionadas 5 repetições de cada tratamento totalizando 40 unidades experimentais. No fundo de cada silo foram colocados 2 kg de areia, separada da forragem por uma tela de polietileno, de maneira que impedisse a contaminação da silagem com a areia e tornasse possível medir a quantidade de efluente retido.

Tabela 1 - Composição bromatológica do milho com diferentes níveis de ureia, sem e com a presença do *L. plantarum*.

Variáveis (% MS)	0/S	0/C	1/S	1/C	2,0/S	2,0/C	4,0/S	4,0/C
MS	26,81	26,67	26,15	26,41	25,94	26,35	25,72	25,44
MM	6,82	6,87	6,80	7,31	6,02	6,45	5,86	5,97
MO	93,18	93,13	93,20	92,69	93,98	93,55	94,14	94,03
PB	10,8	11,05	12,32	12,59	12,95	13,26	14,57	14,61
PIDA	3,01	3,12	3,25	3,44	4,25	4,31	5,02	5,15
PIDIN	19,21	19,31	19,55	19,63	20,15	20,48	20,68	20,77
FDN	63,48	63,36	63,57	62,91	63,41	63,96	63,62	64,65
FDA	39,68	39,24	38,89	38,75	38,86	38,63	38,67	39,25
HEMI	23,80	24,12	24,68	24,16	24,55	25,33	24,95	25,40
CEL	33,09	32,15	32,62	32,32	32,14	32,38	32,51	33,23
LIG	6,59	7,09	6,27	6,43	6,72	6,25	6,16	6,02
DIG	55,78	55,80	55,13	55,28	54,98	54,83	54,68	54,71

MS= Matéria Seca; MM= Matéria Mineral; MO= Matéria Orgânica; PB=Proteína Bruta; FDN= Fibra em Detergente Neutro; FDA= Fibra em Detergente Ácido; HEMI= Hemicelulose; CEL= Celulose; LIG= Lignina; 0/S= 0,0% de ureia, sem *L. plantarum*; 0/C= 0,0% de ureia, com *L. plantarum*; 1/S= 1% de ureia, sem *L. plantarum*; 1/C= 1% de ureia, com *L. plantarum*; 2,0/S= 2,0% de ureia, sem *L. plantarum*; 2,0/C= 2,0% de ureia, com *L. plantarum*; 4,0/S= 4,0% de ureia, sem *L. plantarum*; 4,0/C= 0,0% de ureia, com *L. plantarum*;

Para quantificação das perdas, os minisilos foram pesados antes, após o enchimento e no momento da abertura que aconteceu após 35 dias de sua vedação. Após a abertura, a camada superior da silagem de aproximadamente 5 cm foi desprezada e a silagem foi homogeneizada em baldes plásticos e retirada amostras para posteriores análises.

As análises bromatológicas foram procedidas de acordo com os métodos do INCT-CA descritos por Detman et al. (2012). Dentre elas, análises de porcentagens de matéria seca (MS) (INCT-CA G-003/1), cinzas (INCT-CA M-001/1), proteína bruta (PB) (INCT-CA N-001/1). Além de determinação da fibra em detergente neutro (FDN) (INCT-CA F-002/1), fibra detergente ácido (FDA) (INCA-CA F-004/1) e lignina (INCT-CA F-005/1).

Os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) (INCT-CA N-004/1) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) (INCT-CA N-0,005/1), também foram obtidos de acordo com os métodos descritos em Detmann et al. (2012).

A avaliação da digestibilidade foi feita segundo a metodologia descrita em (HUHTANEN et al., 1994), onde procedeu-se a incubação ruminal das amostras secas e moídas em peneira de 2 mm, acondicionadas em sacos de TNT (tamanho 5cm x 5cm) por um período de 288 horas. Terminado este período, os sacos foram retirados do rúmen, e foram lavados em água corrente até total clareamento sendo transferidos para estufa de ventilação forçada (55°C) onde permaneceram por 72 horas. Sequencialmente, foram secos em estufa não-ventilada (105°C por 45 minutos), acondicionados em dessecador (20 sacos/dessecador) e pesados para obtenção da MS não digerida.

Logo após a abertura dos silos foi realizada a leitura de pH, seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), em triplicatas, foram diluídos nove gramas de silagem fresca em 60 ml de água destilada e após 30 minutos de repouso, procedeu-se a leitura por meio de um phmetro.

Para análise do teor de nitrogênio amoniacal no nitrogênio total (NH_3/NT) utilizou-se a metodologia descrita por Chaney e Marbach (1962), por espectrometria com leitura de 550nm.

A análise da capacidade tampão (CT), foi aferida de acordo com a metodologia descrita por Playne e McDonald (1966). Esta variável foi expressa como equivalente miligrama (e.mg) de álcali requerido para mudar o pH de 4,0 até 6,0 por 100g de matéria seca, após correção para valor da titulação de 250 ml de água destilada.

As variáveis perda total de matéria seca, perdas por gases, efluentes e avaliação da recuperação de matéria seca foram quantificadas por diferença de peso, segundo as equações descritas em Jobim et al. (2007).

A perda total de matéria seca consistiu da diferença do peso bruto de matéria seca inicial e final dos silos experimentais, em relação à quantidade de MS ensilada, descontados o

peso do conjunto silo e areia seca na ensilagem e do conjunto silo e areia úmida na abertura, conforme a equação:

$PMS = [(MSi - MSf)] / MSi \times 100$, onde: PMS = perda total de MS (%); MSi = quantidade de MS inicial, calculada pelo peso (Kg) do silo após enchimento menos o peso do conjunto vazio (Kg), sem a forragem, antes do enchimento (tara seca) multiplicado pelo teor de MS da forragem na ensilagem; MSf = quantidade de MS final, calculada pelo peso (Kg) do silo cheio antes da abertura menos o peso (Kg) do conjunto vazio, sem a forragem, após a abertura dos silos (tara úmida) multiplicado pelo teor de MS da forragem na abertura.

As perdas de matéria seca decorrentes da produção de gases foram calculadas segundo a equação:

$G = \{[(PCen - Pen) \times MSen] - [(PCab - Pen) \times MSab] / [(PCen - Pen) \times MSen]\} \times 100$, onde: G = Perdas por gases em % da MS; PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg); Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + tela) na ensilagem (kg); MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%); PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg); MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

A produção de efluente foi obtida por meio da diferença de pesagens do conjunto silo e areia, depois e antes da ensilagem, em relação à quantidade de matéria verde ensilada (MV), segundo a equação:

$E = [(Pab - Pen) / (MVfe)] \times 1000$, onde: E = Produção de efluente (kg/t de massa verde); Pab = Peso do conjunto (silo + areia + tela) na abertura (kg); Pen = Peso do conjunto (silo + areia + tela) na ensilagem (kg); MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

A avaliação da recuperação da recuperação de matéria seca, foi calculada segundo a equação:

$RMS = (Mfab \times MSab) / (MFfe \times MSfe) \times 100$, onde: RMS = índice de recuperação de matéria seca; Mfab = massa de forragem na abertura; MSab = teor de MS na abertura; MFfe = massa de forragem no fechamento; Msfe = teor de MS da forragem no fechamento.

Para a análise da estabilidade aeróbia utilizou-se a metodologia descrita por Jobim et al. (2007). As amostras foram mantidas em ambiente arejado, foram monitoradas as temperaturas de cada amostra a cada 2 horas, durante 8 dias, para aferição da temperatura, colocou-se termômetros digitais no centro das massas de silagem, a temperatura ambiente foi aferida através de termômetro imerso em água.

A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo, em horas, para que as silagens, após a abertura do silo, apresentem temperatura 2°C mais elevada que a temperatura ambiente

(O'Kiely et al., 2001). Foram observadas a temperatura máxima registrada após a abertura dos silos; número de horas para se atingir a temperatura máxima e tempo para que a silagem eleve a temperatura em 2 °C acima da temperatura ambiente.

As análises estatísticas descritas foram realizadas com ajuda do software SAS versão 9.0 sendo adotado o nível de significância de 5% de probabilidade. Foi realizada análise de variância por meio do procedimento Modelos Lineares Generalizados (GLM), procedeu-se estudo de regressão para o fator quantitativo referente as doses de uréia e teste de Tukey para o fator qualitativo referente inoculação com *Lactobacillus plantarum*, as variáveis que tiveram interação significativa foram desdobradas .

O modelo estatístico foi:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + U_j + T:U_{ij} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = valor observado na unidade experimental que recebeu o fator i do *L. plantarum* (presença ou ausência) e o fator j que representa os diferentes níveis de ureia; μ = Média geral; T_i = efeito do fator *L. plantarum*; U_j = efeito dos níveis de ureia; $T:U_{ij}$ = efeito da interação entre os níveis de ureia e o *Lactobacillus plantarum*; e_{ijk} = efeito do erro experimental associado a observação Y_{ijk} .

Resultados

As médias das variáveis independentes referentes a composição bromatológica, bem como as equações de regressão e a significância da interação das silagens de milho aditivadas com ureia e/ou *Lactobacillus plantarum* estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição bromatológica das silagens de milho aditivadas com ureia e/ou *Lactobacillus plantarum*

Variáveis (%MS)	Ureia (g/100g na MS)				<i>L. plantarum</i>		P-valor		Sig ^b UxL	CV(%)
	0,0	1,0	2,0	4,0	sim	não	U	L		
MS	27,37	27,01	26,34	25,91	26,72	26,59	0,012 ⁽¹⁾	0,671	ns	3,76
MM	7,37	7,42	8,18	8,53	7,64	7,09	0,953	0,414	ns	4,86
MO	92,23	92,58	91,82	91,47	92,36	92,91				
PB	11,96	12,83	14,79	16,41	14,53	13,47	<0,001 ⁽²⁾	0,069	ns	12,72
PIDIN	19,39	19,83	21,07	21,62	20,38	20,58	0,242	0,818	ns	11,66
PIDA	3,36	3,83	5,89	7,81	5,28	5,17	<0,001 ⁽³⁾	0,848	ns	12,65
FDN	65,98	66,12	67,21	68,88	67,09	67,00	0,166	0,934	ns	4,70
FDA	41,17	41,58	43,72	44,06	42,64	42,62	0,005 ⁽⁴⁾	0,918	ns	4,87
CEL	33,82	34,19	35,78	35,97	34,93	34,94	0,291	0,792	ns	5,96
HEMI	24,81	24,54	23,49	24,82	24,45	24,38	0,057	0,810	ns	1,38
LIG	7,35	7,39	7,94	8,09	7,71	7,68	0,001 ⁽⁵⁾	0,842	ns	6,17
DIG	57,40	57,36	56,52	55,76	56,79	56,73	0,270	0,593	ns	3,80

⁽¹⁾ $\hat{Y} = 27,274 - 0,306 * D$ ($R^2=0,85$); ⁽²⁾ $\hat{Y} = 11,543 + 1,314 * D$ ($R^2=0,88$); ⁽³⁾ $\hat{Y} = 2,938 + 1,201 * D$ ($R^2=0,74$); ⁽⁴⁾ $\hat{Y} = 40,057 + 1,349 * D$ ($R^2=0,84$); ⁽⁵⁾ $\hat{Y} = 7,477 + 0,145 * D$ ($R^2=0,87$); CV(%)= Coeficiente de variação; Sig^b UxL=significância da interação entre os aditivos ($P < 0,05$); U= efeito relativo ao uso da uréia; L= efeito relativo a inoculação; MS= Matéria Seca (%); MO= Matéria Orgânica (%MS); PB= Proteína Bruta (%MS); PDIN= Proteína Indigestível em Detergente Neutro (%MS); PIDA= Proteína Indigestível em Detergente Ácido (%MS); FDN= Fibra em Detergente Neutro (%MS); FDA= Fibra em Detergente Ácido (%MS); CEL= Celulose (%MS); HEMI= Hemicelulose (%MS); LIG= Lignina (%MS); DIG= Digestibilidade *in situ* (%MS);

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) da interação das doses de ureia com a presença ou ausência do *Lactobacillus plantarum* sobre nenhuma característica relacionada ao valor nutritivo das silagens de milho.

Os valores de matéria seca (MS) encontrados no presente trabalho variaram entre 25,91 e 27,37% (Tabela 2). Foi realizado o estudo de regressão do efeito das doses de ureia na ensilagem do milho sobre o teor de MS das silagens. Houve efeito linear ($P < 0,05$) negativo para os teores de MS em função das doses de ureia, ou seja, diminuição progressiva dos teores de MS com a adição de doses crescentes deste aditivo.

Para os dados de matéria mineral (MM) não houve diferença ($P>0,05$) entre os valores observados sendo encontrados teores entre 7,09 a 8,53% (Tabela 2).

Para a variável proteína bruta (PB), houve efeito ($P<0,05$), apenas em função das doses de ureia. Observou-se efeito linear positivo ($P<0,05$) para os teores de PB, em função das doses de ureia, ou seja, o aumento da dose de ureia aplicada reflete aumento dos teores de PB das silagens (Tabela 2). Para cada unidade de ureia aplicada na ensilagem de milho, no intervalo experimental considerado, os teores de PB das silagens aumentaram em 1,31 unidades percentuais, em média (Figura 1).

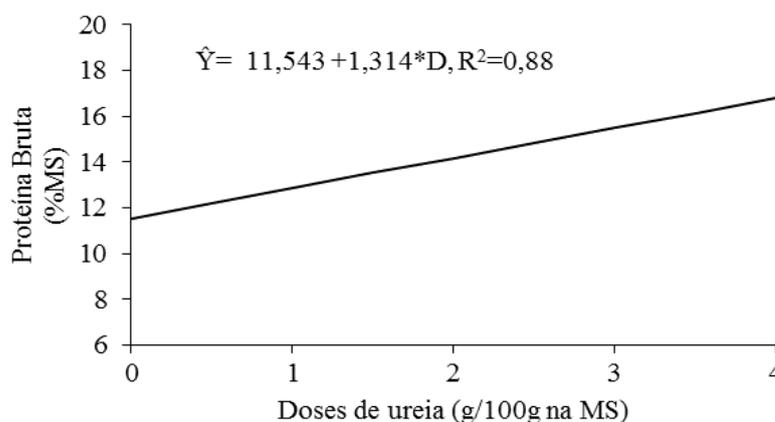


Figura 1 – Teores de proteína bruta (PB) nas silagens de milho, em função das doses de ureia.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDIN) em função das doses de ureia, inoculação nem da interação entre estes dois fatores (Tabela 2).

Com relação aos teores de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) houve efeito ($P<0,05$) em função das doses de ureia, contudo, não foram observados efeitos ($P>0,05$) referentes ao uso de *L. plantarum* e nem da interação entre estes aditivos (Tabela 2).

Através do estudo de regressão para os valores de PIDA, foi constatado efeito linear positivo ($P<0,05$) para os teores desta fração, em função das doses de ureia, ou seja, o aumento das doses de ureia elevou os valores de PIDA das silagens. Para cada unidade de ureia adicionada na ensilagem de milho, no intervalo experimental considerado, os teores de PIDA das silagens aumentaram 1,20 unidades percentuais, em média (Figura 2).

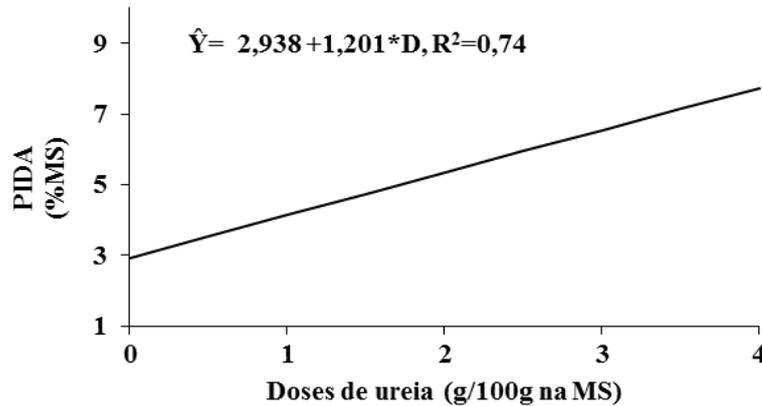


Figura 2 - Teores de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) nas silagens de milho, em função das doses de ureia.

As diferentes doses de ureia, a presença do *L. plantarum* e a interação entre os aditivos não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de milho.

Para os valores aferidos da variável fibra em detergente ácido (FDA) houve efeito significativo ($P < 0,05$) apenas em função das diferentes doses de ureia, com estudo de regressão constatou-se efeito linear positivo (Figura 3). Para cada unidade de ureia adicionada os teores de FDA aumentaram em 1,34 unidades percentuais em média (Tabela 2).

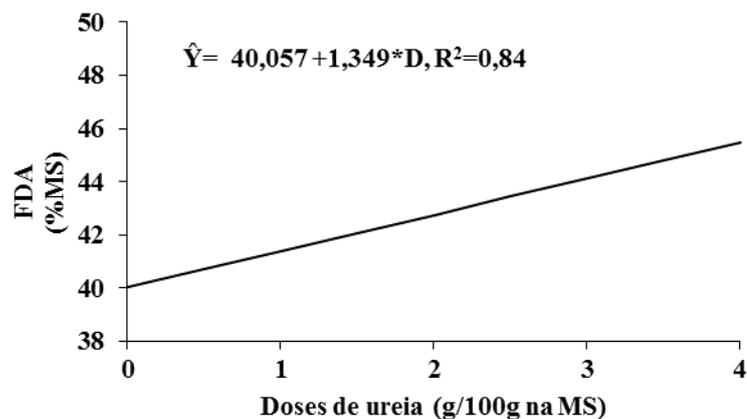


Figura 3 - Teores de fibra em detergente ácido (FDA) nas silagens de milho em função das doses de ureia.

Os valores encontrados para as variáveis celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), para as silagens de milho com relação as diferentes doses de ureia, a presença do *L. plantarum* e a interação dos aditivos (Tabela 2).

Com relação aos teores de lignina (LIG), apenas as doses de ureia tiveram efeito ($P < 0,05$), detectou-se efeito linear positivo para os teores de lignina, em função das doses de ureia (Figura 4). Cada unidade de ureia adicionada na ensilagem de milho, no intervalo experimental considerado, aumentou os teores de lignina em 0,14 unidades percentuais em média (Tabela 2).

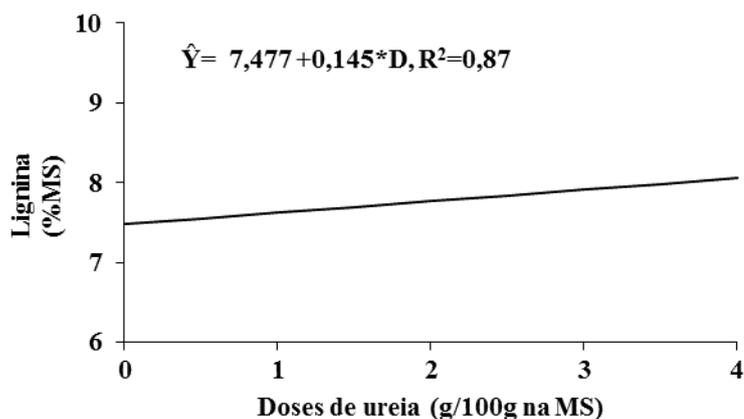


Figura 4 - Teores de lignina (LIG) nas silagens de milho em função das doses de ureia.

Com relação aos valores encontrados para a digestibilidade *in situ* não houve efeito significativo ($P > 0,05$), em função das doses de ureia, inoculação nem da interação entre estes dois fatores (Tabela 2).

Com relação aos valores encontrados para as perdas de matéria seca (PMS) nota-se efeito ($P < 0,05$) para as diferentes doses de ureia, presença do *L. plantarum* e a interação entre estes dois fatores (Tabela 3). Neste caso foi realizado o desdobramento em função das doses de ureia na presença ou ausência do *L. plantarum* (Tabela 4).

Houve efeito linear positivo ($P < 0,05$) para os valores de PMS em função das doses de ureia, com a ausência do *L. plantarum*, ou seja, aumento progressivo dos valores de PMS com a adição de doses crescentes de ureia. O mesmo efeito foi observado para os valores de PMS, em função das doses de ureia na presença do *L. plantarum* (Tabela 4). Para cada unidade de ureia adicionada os teores de PMS aumentaram em 1,43 e 1,23 unidades percentuais em média, para as silagens de milho sem e com o *L. plantarum* respectivamente.

Os valores referentes as perdas por efluente (PE) não apresentaram efeito ($P > 0,05$) para as diferentes doses de ureia, presença do *L. plantarum* nem interação entre estes dois fatores (Tabela 3).

Tabela 3 – Perdas, Recuperação de matéria seca, pH, capacidade tampão e NH₃/NT das silagens de milho aditivadas com ureia e/ou *Lactobacillus plantarum*.

Variáveis	Ureia (g/100g na MS)				<i>L. plantarum</i>		P-valor		Sig ^b UxL	CV (%)
	0,0	1,0	2,0	4,0	sim	não	U	L		
PMS (%MS)	5,20	6,31	8,21	10,09	6,39b	8,51a	<0,001	0,001	***	5,64
RMS (%MS)	94,80	93,69	91,79	89,91	93,61a	91,49b	<0,001	0,002	***	5,69
PE (kg/t)	6,06	5,95	5,43	5,38	5,62	5,79	0,431	0,620	ns	16,31
PG (%MS)	1,23	1,61	1,95	2,35	0,66b	0,87a	<0,001 ⁽¹⁾	0,047	ns	14,13
pH	3,85	4,52	5,58	6,57	5,04	5,22	<0,001 ⁽²⁾	0,118	ns	6,5
CT (mequiv)	21,51	22,38	24,34	25,96	23,57	23,53	<0,001 ⁽³⁾	0,420	ns	6,42
NH ₃ /NT (%NT)	7,08	8,21	10,05	13,15	9,01b	10,24a	<0,001	0,001	***	4,91

⁽¹⁾ $\hat{Y} = 0,219 + 0,29 * D$ ($R^2 = 0,85$); ⁽²⁾ $\hat{Y} = 3,945 + 0,67 * D$ ($R^2 = 0,87$); ⁽³⁾ $\hat{Y} = 21,093 + 1,314 * D$ ($R^2 = 0,77$); CV(%)= Coeficiente de variação; Sig^b UxL=significância da interação entre os aditivos ($P < 0,05$); U= efeito relativo ao uso da ureia; L= efeito relativo a inoculação; Sig^b UxL=significância da interação entre os aditivos ($P < 0,05$); PMS= Perda por matéria seca (%); RMS= Recuperação de matéria seca (% da MS); PE=Perdas por efluentes (kg/t de massa verde); PG= Perdas por gases (% da MS); pH= Potencial hidrogeniônico; CT= Capacidade tampão (mequiv. 100g MS⁻¹); NH₃/NT= Nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total).

Tabela 4- Desdobramento da interação para perda de matéria seca e nitrogênio amoniacal em função das doses de ureia na presença ou ausência do *Lactobacillus plantarum*.

Variáveis	<i>L. plantarum</i>	Equações	CV (%)	R ²
PMS	Ausente	$\hat{Y} = 6,155 + 1,437 * D$	8,18	0,91
	Presente	$\hat{Y} = 4,011 + 1,233 * D$	12,84	0,89
NH ₃ /NT	Ausente	$\hat{Y} = 7,944 + 0,196 * D^2 + 0,723 * D$	5,43	0,97
	Presente	$\hat{Y} = 6,556 + 1,496 * D$	6,36	0,95

CV(%)= Coeficiente de variação; PMS= Pedas de matéria seca (%); NH₃/NT= Nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total).

As perdas por gases (PG) não apresentaram interação ($P > 0,05$) entre os aditivos, contudo, constatou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para os valores desta variável em função das doses de ureia e presença ou ausência do *L. plantarum*

Após o estudo de regressão para sobre o efeito das doses, observou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$), para os valores de PG em função das doses de ureia. A adição de doses crescentes de ureia promoveu o aumento nos valores de PG no intervalo das doses estudadas (Figura 5). Para cada unidade de ureia adicionada os teores de PG aumentaram em 0,29 unidades percentuais em média (Tabela 3).

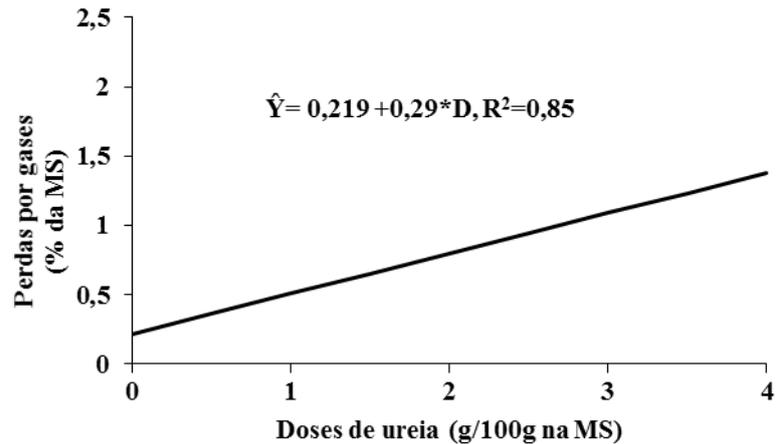


Figura 5 – Perdas por gases (% da MS) das silagens de milho em função das doses de ureia.

O efeito da inoculação sobre as silagens foi analisado por meio do teste de Tukey. A presença do *L. plantarum* resultou em menores valores de PG (0,66%) nas silagens de milho em relação a ausência desta bactéria (0,87%) (Tabela 3).

Para a variável pH houve efeito significativo ($P < 0,05$) em função das diferentes doses de ureia. Para a mesma variável não houve efeito ($P > 0,05$), em função da presença ou ausência do *L. plantarum*, e nem para a interação entre estes aditivos (Tabela 3).

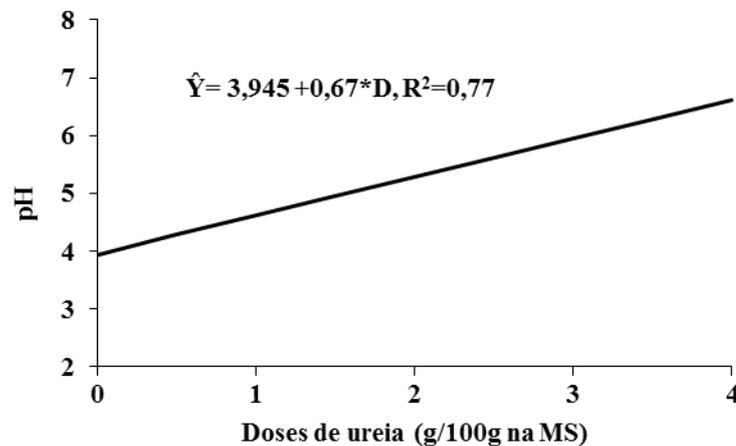


Figura 6 – Valores de pH das silagens de milho em função das doses de ureia.

A equação estimada para caracterizar o efeito das doses crescentes de uréia sobre o pH das silagens, descreve um comportamento linear crescente, onde a cada incremento de uma unidade percentual do aditivo, resultou e, acréscimo de 0,67 no valor do pH das silagens (Figura 6).

Os valores de capacidade tampão (CT) apresentaram efeito significativo para as diferentes doses de ureia ($P < 0,05$) mas não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$) para presença do *L. plantarum* nem interação entre dois fatores (Tabela 3).

Observou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$) em função das doses de ureia, a adição de doses crescentes de ureia promoveu o aumento nos valores de CT no intervalo das doses estudadas. Para cada unidade de ureia adicionada os teores de CT aumentaram em 1,31 unidades percentuais em média (Figura 7).

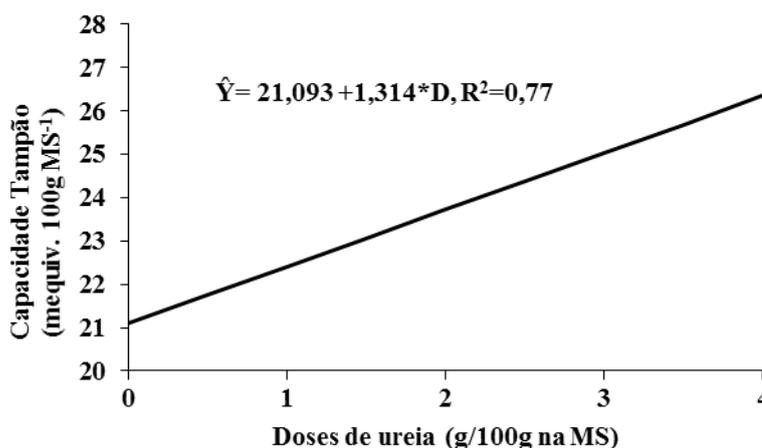


Figura 7 – Perdas por gases (% da MS) nas silagens de milho em função das doses de ureia.

Referente aos teores de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) nota-se efeito significativo ($P < 0,05$) para as diferentes doses de ureia, presença do *L. plantarum* e a interação entre estes dois fatores (Tabela 3). Procedeu-se o desdobramento em função das doses de ureia na presença ou ausência do *L. plantarum* (Tabela 4).

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para os valores de $N-NH_3$ em função das doses de ureia, com a ausência do *L. plantarum* e efeito linear para a mesma variável na presença do *L. plantarum* (Figura 8). Para cada unidade de ureia adicionada os teores de $N-NH_3$ aumentaram em 1,50 unidades percentuais em média, para as silagens de milho com o *L. plantarum*.

De acordo com as equações de regressão encontradas (Tabela 4), as silagens com o *L. plantarum*, apresentaram valores de $N-NH_3$ iguais a: 7,94; 8,85; 10,17 e 13,91. Enquanto que as silagens sem o *L. plantarum* apresentaram valores de $N-NH_3$ iguais a: 6,55; 8,05; 9,54 e 12,54 para as doses de 0, 1, 2 e 4% de ureia respectivamente.

Os valores de N-NH₃, em função das doses de ureia, foi explicado em 97 e 95% pelas equações de regressão, respectivamente, para o estudo de doses de ureia dentro da ausência do *L. plantarum* e para o estudo de doses dentro da presença do *L. plantarum*.

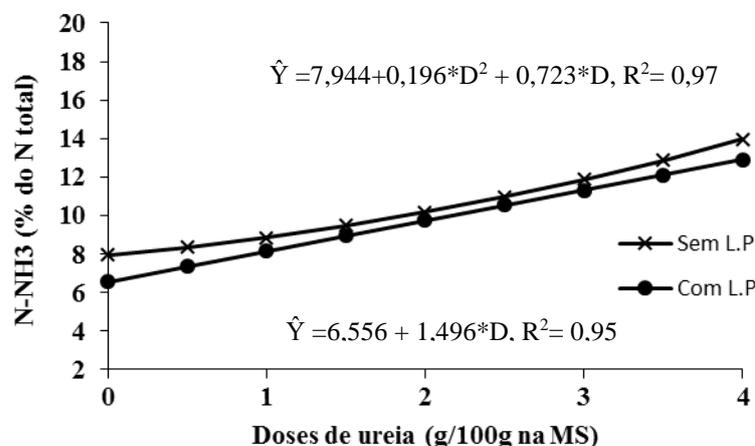


Figura 8 - Teores de N-NH₃ (% N total) nas silagens de milho em função das doses de ureia e inoculação com *L. plantarum*.

Para as variáveis temperatura máxima em °C (T-Max), temperatura máxima em horas; amplitude de temperatura da silagem (Ts/Ta), não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para as diferentes doses de ureia, presença do *L. plantarum* nem interação entre estes dois fatores

Tabela 5 – Estabilidade aeróbia das silagens de milho aditivada com os ureia e/ou *L. plantarum*.

Variáveis	Ureia (g/100g na MS)				<i>L. plantarum</i>		P-valor		Sig ^b UxL	CV (%)
	0,0	1,0	2,0	4,0	sim	não	U	L		
T-Max (°C)	28,83	28,16	27,83	27,16	27,91	28,08	0,150	0,232	ns	18,43
T-Max (h)	110,51	124,66	137,12	138,20	138,50	117,16	0,091	0,082	ns	18,12
Ts/ Ta (h) 24°C	4,81	4,23	3,89	3,28	4,08	3,91	0,110	0,091	ns	12,14
HQ- (h)	60,33	73,21	83,31	125,55	102,91	68,16	0,001 ⁽¹⁾	0,001	ns	16,21

⁽¹⁾ $\hat{Y} = 43,690 + 12,434 * D$ ($R^2 = 58$); CV(%)= Coeficiente de variação; Sig^b UxL=significância da interação entre os aditivos ($P < 0,05$); U= efeito relativo ao uso da uréia; L= efeito relativo a inoculação; T-Max=Temperatura máxima em °C atingida pela silagem em aerobiose; Ts/Ta (h)=amplitude entre temperatura da silagem e temperatura ambiente, considerando T ambiente média de 24 °C; HQ= Horas para quebra da estabilidade.

Para a variável horas para a quebra da estabilidade (HQ) foi constatado efeito significativo ($P < 0,05$), em função das diferentes doses de ureia. Constatou-se também para a mesma variável o efeito ($P < 0,05$), em função da presença ou ausência do *L. plantarum* e como já descrito não houve efeito de interação entre estes aditivos ($P > 0,05$)

Foi realizado estudo de regressão, na busca para obter a equação referente as alterações sobre as estimativas da (HQ), em função das doses de ureia. Para avaliar o efeito da presença ou ausência do *L. plantarum* procedeu-se o teste de Tukey.

Houve efeito linear positivo ($P < 0,05$) para os valores de HQ em função das doses de uréia, apresentando esta variável valores crescentes com o aumento das doses. De acordo com a equação para cada unidade de ureia adicionada os valores de HQ aumentaram em 12,434 horas (Tabela 5).

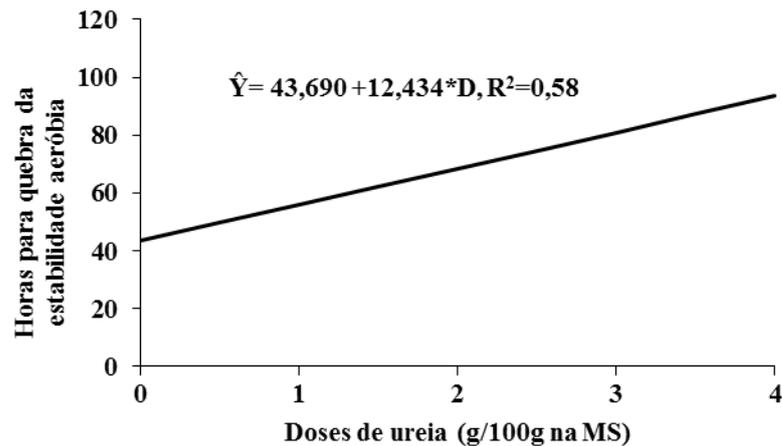


Figura 9 – Horas para a quebra da estabilidade aeróbia (HQ) nas silagens de milho em função das doses de ureia.

Referente a inoculação com *L. plantarum* nota-se que as silagens com este aditivo demoraram em média 34,75 horas a mais para quebrarem a estabilidade quando comparadas as silagens que não foram inoculadas (Figura 10).

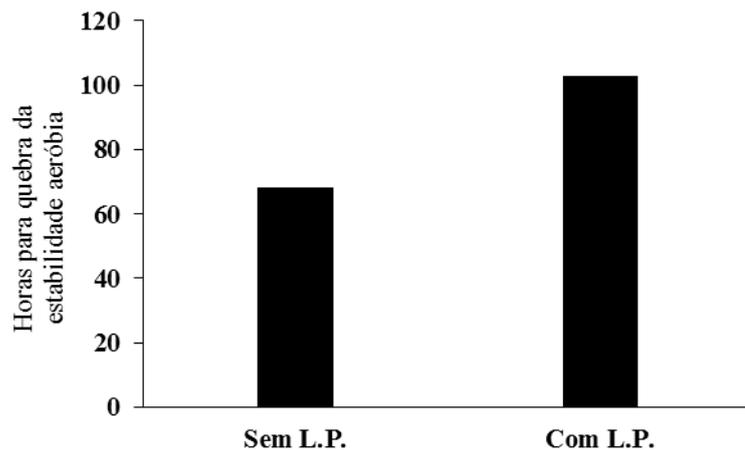


Figura 10 – Horas para a quebra da estabilidade aeróbia (HQ) nas silagens de milho em função da inoculação com *L. plantarum*.

Discussão

O *L. plantarum* no presente estudo não influenciou nas variáveis relacionadas com a composição química das silagens de milho, a ausência de efeitos do *L. plantarum* sobre o valor nutricional da silagem de milho também foi comprovado por Hassanat et al. (2007).

Os teores de MS encontrados variaram em média 25,31 a 27,37%, e encontram-se próximos aos aferidos por Freitas et al. (2017), que variaram entre 24,22 a 26,35%. Estes valores encontram-se próximos aos valores de mínimos 30% de MS determinados por McCullough (1977) para obtenção de silagens sem fermentações indesejáveis.

Os valores aferidos de MS, foram maiores em comparação com o teor de MS do material original (Tabela 1), podem ter sido decorrentes de perdas pelo processo de fermentação. Vários autores observaram este mesmo comportamento com relação aos teores de MS das silagens (COSTA et al., 2012; FIALHO et al., 2003).

Os teores de MM não diferiram entre as silagens e variaram de 7,09 a 8,53%, valores próximos aos 8,25 e 8,77% encontrados em silagens de milho por Trevisoli et al. (2017).

Referente aos teores de PB (Figura 1), o aumento desta variável com a adição das diferentes doses de uréia nas silagens é justificado pelo fato da ureia conter entre 42 e 45% de nitrogênio (N), e ter equivalente proteico ($N \times 6,25$) de aproximadamente 281% (NEUMANN et al., 2010).

Resposta lineares e positivas aos teores de PB em silagens com a adição de doses de ureia tem sido observados por diversos autores. Andrade e Melotti (2004) aferiram aumentos percentuais de 2,95% nos teores de PB, em relação a silagens controle de capim-elefante, utilizando a doses de 0,5% de ureia.

A variação dos teores de PDA foram crescentes com o aumento nos níveis de uréia (Tabela 2). De acordo com Buettner et al. (1982) o aumento dos teores de PDA com o uso de doses crescentes de ureia sugerem a ocorrência de reações de amoniólise, uma vez que o N dosado foi retido na porção insolúvel em detergente ácido (celulose e lignina).

Com relação aos dados de FDN, HEM e CEL estes não sofreram alterações entre as silagens (Tabela 2).

Segundo Kung e Muck (1997), o uso de inoculantes microbianos em silagens, apresentam pouco ou nenhum efeito sobre os teores de fibra das silagens, isto se deve

ao fato de que a maioria das bactérias ácido láticas contém pouca ou nenhuma capacidade de degradar a parede celular vegetal.

O uso de ureia em silagens promove alterações físico-químicas nos constituintes da parede celular e geralmente os teores de FDN e hemicelulose diminuem de forma linear com a adição crescente de fonte de amônia (Pires et al., 1999). Por outro lado, os efeitos da amonização sobre os constituintes da parede celular têm sido variáveis, com aumentos, reduções ou inalterações nos teores dessas frações (Garcia & Pires, 1998).

Com relação aos teores de FDA e LIG, nota-se aumento linear destas variáveis com o aumento das doses de ureia (Tabela 3).

O aumento nos teores de FDA e LIG em silagens aditivadas com uréia, também foram encontrados por Freitas et al. (2017) e por Martins et al. (2015). A elevação destes teores em silagens com ureia pode ser resultado da produção de gases durante o processo fermentativo, utilizando os carboidratos solúveis e conseqüente resultando em aumento proporcional da fração menos fermentável e insolúvel em água, como os constituintes da parede celular (NETO et al., 2010).

Segundo Schmidt et al. (2007), por mais que o aumento relativo nos teores de componentes da parede celular esteja associado à perda de CHO, a correlação com o teor dessa fração nas silagens não pode ser precisamente determinada, uma vez que parte dos carboidratos solúveis é convertida a AGV, sem constituir perda de MS.

Não houve diferença nos teores de digestibilidade das silagens (Tabela 2). De acordo com Pires et al. (2003) para aumentar o teor de digestibilidade de materiais amonizados, são indicadas doses de 7 a 8 % de ureia na matéria seca, as doses utilizadas no presente trabalho tiveram como foco a melhoria da conservação do material ensilado e estes mesmos autores recomendam para este objetivo doses de 3 a 5 % de ureia.

Além das doses utilizadas outro fator que explica a pouca influência da uréia na melhoria da composição química das silagens de milho seria o seu alto valor nutritivo, uma vez que segundo Pires et al (2010), as melhores respostas a amonização são em materiais que apresentam alto conteúdo de parede celular e baixa digestibilidade.

Com relação aos valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), houve efeito de interação entre as doses de ureia e a presença do *L. plantarum*.

Os teores de NH₃/NT foram crescentes com o aumento nas doses de ureia, e menores na presença do *L. plantarum*.

O aumento do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em relação ao nitrogênio total é afetado principalmente por ação de microrganismos. Esse parâmetro juntamente com a concentração de ácidos orgânicos e o pH, é utilizado para definir a qualidade do processo fermentativo. Segundo McGechan (1989) maiores teores de N-NH₃ indicam maior intensidade de proteólise, e isto se deve principalmente pela fermentação dos aminoácidos pelos clostrídeos proteolíticos via deaminação de valina e leucina e reações de oxi-redução entre alanina e glicina.

O valor tolerável NH₃/NT segundo Oshima e McDonald (1978) e Henderson (1993); está situado entre 8 a 11% no nitrogênio total, valores superiores a 11% foram encontrados apenas nas silagens aditivadas com 4% de ureia.

Os teores crescentes de pH (Tabela 3), podem ter propiciado o aumento nos valores de NH₃/NT uma vez que a proteólise de acordo com McDonald (1991), se estende durante a fermentação quando não ocorrem condições ácidas suficientes para que os microrganismos indesejáveis sejam inibidos.

Segundo Vieira et al., (2004), o uso de ureia como fonte de amônia em silagens pode elevar os teores de NH₃/NT sem alterar a qualidade destas silagens.

O teor de pH das silagens foi bastante variável apresentando valores entre 3,85 e 6,57 tendo comportamento linear crescente com a adição das doses de ureia (Tabela 3).

De acordo com McDonald et al., (1991), os valores ideais de pH em silagens devem estar entre 3,8 e 4,2. Apenas as silagens que não foram aditivadas com uréia apresentaram pH dentro desta faixa (3,85). Observa-se que os valores de pH das silagens aumentaram com maiores níveis de ureia.

O aumento dos valores de pH com a elevação das doses de ureia nas silagens, de acordo com Pereira et al. (2007) e Kung Jr. et al. (2003) ocorre devido a reação de transformação da uréia em amônia que é um poderoso tamponante alcalinizante.

Não houve diferença estatística (P<0,05) para os valores de pH das silagens com e sem o inoculante (Tabela 3), nas silagens que também foram aditivadas com ureia, o efeito tamponante deste aditivo pode ter dificultado a queda do pH por meio dos ácidos produzidos pelo *L. plantarum*.

Segundo Vieira et al., (2004), o pH isoladamente, não pode ser considerado como critério seguro para avaliação das silagens, pois seu efeito inibidor sobre as bactérias e enzimas das plantas depende da velocidade do declínio, da concentração iônica e do grau de umidade do meio.

A capacidade tampão apresentou diferença significativa apenas para os níveis de ureia (Tabela 3). De acordo com McDonald et al. (1991) a capacidade tamponante das plantas, é a sua capacidade em resistir às alterações de pH e para adequado processo fermentativo deve ser de até 20 emg de HCl/100 g de MS.

As médias para esta variável apresentaram valores crescentes com maiores níveis de ureia, tendo as silagens aditivadas com 4% os maiores valores. O valor encontrado nas silagens que não receberam ureia de acordo com a equação foi de 21,0 emg de HCl/100. Nota-se que os valores de capacidade tampão foram proporcionais com os valores de pH. Segundo Castro Neto et al. (2008), a amônia absorve íons H⁺ presentes no meio, neutralizando-o, e limita, assim, a queda do pH nestas silagens.

As perdas por gases diferiram ($P < 0,05$) entre as doses de uréia e com a inoculação (Tabela 3). Nota-se que as maiores perdas por gases ocorreram nos maiores níveis de uréia das silagens. Este fato de acordo com Freitas et al. (2017), pode estar relacionado com a maior volatilização da amônia presente nas silagens que receberam doses crescentes de ureia.

Os valores elevados de pH podem ter influenciado as maiores perdas por gases nas silagens que receberam doses crescentes de ureia, pois de acordo com Muck (1996), A formação de gases na silagem, é resultante de fermentações secundárias, exercida por enterobactérias, bactérias clostrídicas e microrganismos aeróbios, que normalmente crescem em meios com pH mais elevado.

Embora não tenham causado efeito na redução do pH final a presença do *L. plantarum* apresentou eficiência ($P < 0,05$), em reduzir as perdas por gases (Tabela 3). De acordo com McDonald et al. (1991) e Balsalobre et al. (2001) este fato é explicado provavelmente em função da fermentação da glicose em ácido lático pelas bactérias lácticas, e por esta reação não produzir compostos voláteis.

Refente aos valores de PMS, houve efeito de interação entre as doses de uréia e a presença do *L. plantarum* (Tabela 3). No desdobramento desta interação, analisando as doses dentro da presença do *L. plantarum*, detectou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$), as silagens com o *L. plantarum* apresentaram valores de PMS iguais a: 4,01%; 5,24%; 6,47% e 8,94%. Enquanto que as silagens sem o *L. plantarum* apresentaram valores de PMS iguais a: 6,155; 7,592; 9,029 e 11,903 para as doses de 0, 1, 2 e 4% de ureia respectivamente.

As silagens que não foram aditivadas com o *L. plantarum* apresentaram maiores valores de perdas de matéria seca em comparação com as silagens não

inoculadas (Tabela 4). O aumento da perdas de MS com a elevação das doses de ureia tem relação com o elevado teor de pH que de acordo com Rotz e Muck (1994), tem o potencial de aumentar as perdas por gases e de matéria seca devido o desenvolvimento de microrganismos.

Por mais que não tenha sido efetivo na diminuição do pH, nota-se que o inoculante foi efetivo na redução das perdas de matéria seca, provavelmente este efeito está relacionado com o efeito do *L. plantarum* na redução das perdas por gases, segundo Santos et al. (2008), quando as silagens apresentam menores valores de perdas por gases, demonstram maior recuperação de matéria seca.

Com relação as perdas por efluentes, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para as diferentes silagens, todas elas apresentaram valores abaixo das 20kg/ton preconizado por McDonald et al. (1991) para classifica-las como de boa qualidade neste parâmetro (Tabela 3).

Os baixos valores das perdas por efluente encontrados são resultados do teor de matéria seca do material original que foram superiores a 25% aliado a uma adequada vedação e compactação que segundo Loures et al. (2003), são alguns dos fatores que influenciam as perdas por efluentes (Tabela 1). De acordo com McDonald et al. (1991) em culturas ensiladas com matéria seca entre 25% e 35% muito pouco efluente é produzido.

Para os dados de estabilidade aeróbia nota-se que houve efeito ($P < 0,05$) crescente das doses de ureia e da inoculação aumento de horas para a quebra da estabilidade aeróbia, contribuindo para a manutenção da qualidade das silagens na presença de O_2 (Tabela 5).

Nota-se que para cada 1% de dose de ureia adicionada, as silagens levaram 12,434 horas a mais para a quebra da estabilidade (Tabela 5).

Segundo Woolford (1990) os principais microrganismos relacionados com a deterioração das silagens expostas ao ar são os fungos, com destaque para as leveduras, e as bactérias do gênero *Bacillus*.

O principal fator que contribuiu para o aumento da estabilidade aeróbia das silagens com maiores doses de ureia pode ter sido a reação de transformação da ureia em amônia propiciando maiores teores desta substância em doses crescentes de ureia. A amônia segundo Kung Jr. et al. (2003) apresenta ação direta sobre o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que atuam principalmente na presença de oxigênio. A

melhora da estabilidade aeróbia das silagens pelo uso da ureia, quando os silos são descarregados é confirmada por Yitbarek e Tamir (2014).

O aumento da temperatura de acordo com Hill e Leaver (2002) está diretamente relacionado à oxidação da matéria seca, que provoca perdas na forma de dióxido de carbono. Embora tenham sido variáveis o aumento da temperatura não foi significativo entre as silagens ($P > 0,05$) (Tabela 5).

O *L. plantarum* apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) durante a estabilidade aeróbia para a variável horas para a quebra da estabilidade (Figura 10). Estes microrganismos são bactérias heterofermentativas facultativas produtoras principalmente de ácido láctico a partir de hexoses, mas além disso podem produzir ácido acético ao degradar algumas pentoses (EUFERINK, 2000).

O ácido acético em solução com pH inferior ao pKa encontra-se não dissociado, permitindo a sua entrada por difusão passiva nas células dos fungos e leveduras. A dissociação desse ácido e liberação do íon H^+ promove um gasto de energia (ATP) para expulsá-lo, este gasto de energia pode diminuir a multiplicação e causar até mesmo a morte destes microrganismos (McDONALD et al., 1991).

A ureia e o *L. plantarum* contribuíram para o aumento da estabilidade aeróbia das silagens de milho trazendo benefícios para a manutenção da qualidade destas silagens quando expostas ao ar.

Conclusão

O *L. plantarum* e a ureia demonstram-se eficientes no aumento da estabilidade aeróbia das silagens de milho. O *L. plantarum* por sua vez também foi eficiente para reduzir as perdas fermentativas.

REFERÊNCIAS

- Amaral, P.N.C.; Evangelista, A.R.; Salvador, F.M.; Pinto, J.C. 2008. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milheto. *Ciência e Agrotecnologia*, 32: 611-617.
- Andrade, S.J.T.; Melotti, L. 2004. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade de capim-elefante cultivar napier (*Pennisetum purpureum*, Shum). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 41: 409-415.
- Balsalobre, M.A.A.; Nussio, L.G.; Martha JR., G.B. 2001. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba. Anais.. 890-911.
- Brunette, T.; Baurhoo, B.; Mustafa, A.F. 2016. Effects of replacing grass silage with forage pearl millet silage on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 99: 269-279.
- Buettner, M.R.; Lechtenberg, V.L.; Hendrix, K.S 1982. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb). *Journal of Animal Science*, 54: 172-178.
- Castro Neto, A.G.; Molina, L.R.; Goncalves, L.C.; Jayme, C.G. 2008. Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 60: 1150-1156
- Chaney, A. L. e Marbach, E. P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin Chem* 8:130.
- Costa, K.A.P.; Guerra Filho, A.; de Assis, R. L.; Guimarães, K. C.; Cruvinel, W.S.; Epifânio, P.S.; Gouveia, R.R. 2012. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. *Semina: Ciências Agrárias*, 33: 1189-1198.
- Detmann, E.; Souza, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Berchielli, T. T.; Saliba, E. O. S.; Cabral, L. S.; Pina, D. S.; Ladeira, M. M. e Azevedo, J. A. G. 2012. Métodos para análise de alimentos-INCT.
- Elferink, S.J.W.H.O.; Driehuis, F.; Gottschal, J.C. Spoelstra, S.F.2000. Silage fermentation process and their manipulation. Silage making in the tropics with emphasis on smallholders. *Proceeding Rome: FAO* 17-30.
- Fernandes, F.E.P; Garcia, R.; Pires, A.J.V; Pereira, O.G.; Carvalho, G.G.P.; Olivindo, C. de S. 2009. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 2111-2115.
- Fialho, M. P.; Travaim, M. F.; Dias, M.; Rosa, R. B.; Rezende, L. H. G. S.; Albertini, T. Z.; Detmann, E.; Ítavo, C. C. B. F.; Morais, M. G. 2003. Avaliação da silagem de milheto (*Pennisetum americanum*) submetida a diferentes aditivos. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, Santa Maria: UFSM, Anais.

- Freitas, P. M. D. D.; Carvalho, G. G. P. D.; Santos, E. M., Araújo, G. G. L.; Oliveira, J. S. D.; Pires, A. J. V.; Pinto, L. F. B. 2017. Qualitative parameters of pearl millet silage ammoniated with urea, at different compaction densities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52: 679-689.
- Garcia, R. e Pires, A. J. V. 1998. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia, Minas Gerais Viçosa, 33-61.
- Grise, M.M.; Jobim, C.C.; Cecato, U.; Gonçalves, G.D. 2001. Efeito do uso de inoculantes na composição química e pH da silagem de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leke). In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba 38.
- Guimarães JR, R.G.J.G.; Gonçalves, L.C.; Rodrigues, J.A.S. 2009. Utilização do milho para produção de silagem. Embrapa Cerrados.
- Hassanat, F.; Mustafa, A.F.; Seguin, O. 2007. Effects of inoculation on ensiling characteristics, chemical composition and aerobic stability of regular and brown midrib millet silages. *Animal Feed Science and Technology* 139: 125-140.
- Henderson, N. 1993. Silage additives animal. *Feed Science and Technologies* 45:35-56.
- Henriques, L. T.; Detmann, E.; Queiroz, A. C. 2007. Frações dos compostos nitrogenados associados à parede celular em forragens tropicais. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59:258-263.
- Hill, J.; Leaver, J.D. 2002. Changes in chemical composition and nutritive value of urea treated whole crop wheat during exposure to air. *Animal Feed Science and Technology* 102: 181-195.
- Huhtanen, P.; Nousiainen, J.; Rinne, M. 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agriculture Food Science* 15:293-323.
- Huhtanen, P.; Kaustell, K. e Jaakkola, S. 1994. The use of internal markers to predict digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. *Animal Feed Science and Technology* 48:211-227.
- Jobim, C. C.; Nussio, L. G.; Reis, R. A.; Schmidt, P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36:101-119.
- Kung Jr., L.; Muck, R.E. 1997. Animal response to silage additives. In: *SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK*, Reg. Agric. Eng. Serv., 200-210.
- Kung Jr. L. e Ranjit, N. K. 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science* 84:1149-1155.
- Kung Jr. L.; Stokes, M.R.; Lin, C.J. 2003. Silage additives. In: D.R. Buxton,

- Kung Jr., L.; Stokes, M. R.; Lin, C. J. 2003. Silage additives. In: Buxton, D. R.; Muck, R. E. e Harrison, J. H. Silage science and technology. Madison: American Society of Agronomy 251-304.
- Loures, D.R.S.; Garcia, R.; Pereira, O.G.; Cecon, P.R.; Souza, A.L. 2003. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. Revista Brasileira de Zootecnia 32:1581-1858.
- Martins, S.C. dos S.G.; Carvalho, G.G.P.; Pires, A.J.V.; Silva, R.R.; Leite, L.C.; Pereira, F.M.; Mota, A.D.S.; Nicory, I.M.C.; Cruz, C.H. 2015. Parâmetros qualitativos de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio. Semina: Ciências Agrárias, 36:1135-1144.
- McDonald, P.; Henderson, A. R. e Heron, S. J. E. 1991. The biochemistry of silage. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, Bath, England.
- McGechan, M. B. A. 1989. Review of losses arising during conservation of grass forage: Storage losses. Journal Agricultural Engineering Research. 45: 1-30.
- McCullough, M.E. 1977. Silage and silage fermentation. Feedstuffs, 49: 49-52.
- Neto, G. B., Junior, E. F., Nogueira, J. R., Possenti, R., Paulino, V. T., & Sartori, M. B. 2010. Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químico e microbiano. Pesquisa Agropecuária Brasileira 44: 621-630.
- Neumann, M.; Oliboni, R.; Oliveira, M. R.; Faria, M. V.; Ueno, R.K.; Reinerh, L.L. e Durman, T. 2010. Chemicals additive used in silages. Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia 37:847-854.
- O'Kiely, P. O.; Clancy, M. e Doyle, E. M. 2001. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: International.
- Oshima, M. e McDonald, P. 1978. A review of changes in nitrogenous compounds in herbages during ensiling. Journal of the Science of Food and Agriculture 29:497-505.
- Pedroso, A. F.; Freitas, A. R.; Souza, G. B. 2000. Efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. Revista Brasileira de Zootecnia 29: 48-52.
- Pereira, C.A.; Silva, R.R.; Gonçalves, L.C.; Borges, A.L.C.C.; Borges, I.; Gomes, S.P.; Rodrigues, J.A.S.; Saliba, E.O.S.; Ferreira, J.J.C.; Silva, J.J. 2007. Avaliação da silagem fazer híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) BR 601 Com Aditivos -pH, amoniacal nitrogênio, Matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 6: 211-222.
- Pinho, R.M.A.; Santos, E.M.; Rodrigues, J.A.S.; Macedo, C.H.O.; Campos, F.S.; Ramos, J.P.D.F.; Pezarro, A.F. 2013. Avaliação de genótipos de milho para silagem. Revista Brasileira Saúde Produção Animal, 14:426-436

- Pires, A.J.V.; Garcia, R.; Cecon, P.R.C. 1999. Amonização da quirera de milho com alta umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28: 1186-1193,
- Pires, A. J. V.; Carvalho, G. G. P. e Ribeiro, L. S. O. 2010 Chemical treatment of roughage. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:192-203.
- Pires, A. J. V.; Garcia, R.; Souza, A. L.; Silva, F. F.; Veloso, C. M.; Cardoso, G. C.; Oliveira, T. N. e Silva. P. A. 2003. Avaliação do consumo de silagens de sorgo tratadas com amônia anidra, e, ou, sulfeto de sódio na alimentação de novilhas $\frac{3}{4}$ indubrazil/holandês. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:1525-1531.
- Playne, M. J. e McDonald, P. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal Science Food and Agriculture*, 17:264-268.
- Kung Jr.; L. e Muck, R.E. 1997. Effects of Silage Additives on Ensiling. *Proceedings from the Silage: Field to Feedbunk North American Conference, Hershey. NRAES 99: 187-199.*
- Rotz, C. A.; Muck, R. E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. *Proceedings 1: 828-868.*
- Santos, E.M.; Zanine, A.M.; Dantas, P.A.S.; Dórea, J.R.R.; Silva, T.C.; Pereira, O.G.; Lana, R.P.; Costa, R.G. 2008. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim elefante com níveis de inclusão de jaca. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9: 64-73.
- Schmidt, P.; Mari, L.J.; Nussio, L.G.; Pedroso, A.F.; Paziani, S.F.; Wechsler, F.S. 2007. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36: 1666-1684.
- Silva, D. J. e Queiroz, A. C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. *Imprensa Universitária, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Trevisoli, F.C.A.; França, A.F.S.; Corrêa, D.S.; Trevisoli, P.A.; Oliveira, L.G. 2017. Nutritional composition of silage from pearl millet cultivars with the inclusion of soy hulls. *Revista Ciência Agronômica*, 48: 540-547.
- Vieira, F.A.P.; Borges, I.; Stehling, C.A.V.; Gonçalves, L.C.; Coelho, S.G.; Ferreira, M.I.C.; Rodrigues, J.A.S. 2004. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56: 764-772.
- Woolford, M. K. 1984. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 322.
- Woolford, M. K. 1990. The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 68:101-116.
- Yitbarek, M. B.; Tamir, B. 2014. Silage Additives: Review. *Open Journal of Applied Sciences*, 4: 258-274.
- Zanine, A.; Santos, E. M.; Ferreira, D.; Pinto, F. B.; Pereira, O. G. 2007. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com

ou sem *Lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. *Ciência Animal Brasileira*, 8: 621-628.

Zopollatto, M.; Nussio, L. G.; Paziani, S. F.; Ribeiro, J. L.; Sarturi, J. O. e Mourão, G. B. 2009. Relações biométricas entre o estágio de maturação e a produtividade de híbridos de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:256-264.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a análise bromatológica e os parâmetros de fermentação podemos inferir que a silagem de milho sem aditivos apresentou qualidade satisfatória.

O uso da ureia nas doses consideradas, aumentaram os teores de fibra em detergente ácido e lignina das silagens.

A ureia como aditivo na silagem de milho elevou os valores de proteína bruta, contudo elevou também os valores de NH_3 , CT e pH, incrementando as perdas de matéria seca e as perdas por gases, não apresentando justificativa para a sua utilização.

O *L. plantarum* foi eficaz na redução das perdas de matéria seca, perdas por gases e na redução da proteólise tendo potencial para uso nas silagens de milho.

Ambos os aditivos em relação a silagem controle, aumentaram a estabilidade aeróbia das silagens de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, P.N.C.; EVANGELISTA, A.R.; SALVADOR, F.M.; PINTO, J.C. 2008. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho. **Ciência e Agrotecnologia** 32: 611-617.
- AMIN, W.G. 2009. Avaliação da produtividade das silagens de girassol, milho, sorgo e milho em diferentes espaçamentos. **Nucleus**. 6: 69.
- Association of Official Analytical Chemists – International [AOAC]. 2005. Official Methods of Analysis. 18 edição. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.
- BANDYOPADHYAY, R.; KUMAR, M.; LESLIE, J. 2007. Relative severity of aflatoxin contamination of cereal crops in West Africa. **Food Additives and Contaminants: Part A** 24: 1109-1114.
- BERNARDES, T.F.; SOUZA, N.S.S.; SILVA, J.S.L.P.; SANTOS, I.A.P.; FATURI, C.; DOMINGUES, F.N. 2013. Uso de inoculante bacteriano e melaço na ensilagem de capim Elefante. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences** 56: 173-178.
- BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W. V.; ISEPON, O. J.; CORRÊA, L. D. A. 2006. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (B. brizantha cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheada. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 1454-1462.
- BISHNOI, U.R.; OKA, G.M.; FEARON, A.L. 1993. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums harvested at different growth stages. **Tropical Agriculture** 70: 98-102.
- BOLSEN, K. K. 1995. Silage: basic principles. **Forages**. Ames: Iowa State University 5: 163-176.
- BRUNETTE, T.; BAURHOO, B.; MUSTAFA, A.F. 2016. Effects of replacing grass silage with forage pearl millet silage on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science** 99: 269-279.
- BUSO, W.H.; FRANÇA, A.F.; MIYAGI, E.S.; FERREIRA, R.N.; CORRÊA, D.S. 2016. Effects of nitrogen fertilizer on carbohydrate and protein fractions in pearl millet (*Pennisetum glaucum*) cultivars. **Tropical Grasslands–Forrajes Tropicales**. 4: 47-53.
- BUSO, W.H.D.; MACHADO, A.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. 2011. Uso do milho na alimentação animal. **PUBVET- Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia** 5 : 22.
- BUETTNER, M.R.; LECHTENBERG, V.L.; HENDRIX, K.S. 1982. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinacea*, Schreb.) hay. **Journal of Animal Science** 54: 172-178.
- CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. 1999. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia** 28: 928-935,
- CORRÊA, L. D. A.; SANTOS, P. M. 2006. Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Circular Técnica** 48:6,
- DAESCHEL, M.A.; ANDERSSON, R.E; FLEMING, H.P. 1987. Microbial ecology of fermenting plant materials. **FEMS Microbiology Reviews** 46:357–367.

- DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C. V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; BLAN, L.R.; GOMES, E.N.O.; SOARES, C. M.; COELHO, E.M. 2014. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 66: 1874-1882.
- DOGI, C.A; FOCESATO, A., ARMANDO, R.; PRIBULL, B., SOUZA; M.M.S; DA SILVA COELHO, I.; ARAÚJO DE MELO, D.; DALCERO, A.; CAVAGLIERI, L. 2013. Seleção de bactérias produtoras de ácido láctico para promover uma fermentação de silagem eficiente, capaz de inibir a atividade de *Aspergillus parasiticus* e *Fusarium graminearum* e produção de micotoxinas. **Journal off Applied Microbiology** 114: 1650-1660.
- ELFERINK, S.J.W.H.O; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J.C.; SPOELSTRA, S.F.; FABER, F.; DRIEHUIS, F. 2001. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2- propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied Environmental and Microbiology** 67:125-132.
- .ELFERINK, S.J.W.H.O.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. SPOELSTRA, S.F.2000. Silage fermentation process and their manipulation. Silage making in the tropics with emphasis on smallholders. **Proceeding Rome**: FAO 17-30.
- FREITAS, P. M. D. D., CARVALHO, G. G. P. D., SANTOS, E. M., ARAÚJO, G. G. L., OLIVEIRA, J. S. D., PIRES, A. J. V; PINTO, L. F. B. 2017. Qualitative parameters of pearl millet silage ammoniated with urea, at different compaction densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 52: 679-689.
- FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. 2004. The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. **Journal Applied Microbiology** 97: 818-821.
- GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. 1998. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: Congresso nacional dos estudantes de zootecnia, Viçosa, **Anais..** 33-60.
- GUIM, A.; ANDRADE, P.; ITURRINO-SCHOCKEN, R.P.; FRANCO, G.L.; RUGGIERI, A.C.; ALHEIROS, E.B. 2002 Estabilidade aeróbica de silagem de capim-elefante (*Pennisetumpurpureum*, Schum) emurcheado e tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31: 2176-2185.
- GUIMARÃES JR, R.G.J.G.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. 2009. Utilização do milho para produção de silagem. Embrapa Cerrados.
- HAIGH, P.M. 1999. Effluent production from grass treated with additives and made in large scaler bunker silos. **Grass and forage Science** 54: 208-218.
- HASSANAT, F.; MUSTAFA, A.F.; SEGUIN, P. 2007. Effects of inoculation on ensiling characteristics, chemical composition and aerobic stability of regular and brown midrib millet silages. **Animal Feed Science and Technology** 139: 125-140.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology** 45:35-56.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 101-119.
- JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; NOVINSKI, C. O. E DANIEL, J. L. P. 2013. Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** 35:371-377.
- KEARNEY, P.C.; KENNEDY, W.K. 1962 Relationship between losses of fermentable sugars and changes in organic acids of silage. **Agronomy Journal** 54: 114-115.

- KOLLET, J.L.; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. 2006. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.). **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 1308-1315.
- KUNG JR. L. 2009. Potential factors that may limit the effectiveness of silage additives. In Proc. XV International Silage Conference, 37-45.
- KUNG JR. L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. 2003. Silage additives. In: **D.R. Buxton**,
- KUNG JR., L.; RANJIT, N. K. 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science** 84 :1149-1155.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R. 2001. Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*). Lavras: Editora UFLA. 28.
- LOURES, D. R. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SOUZA, A. L. D. 2003. Effluent characteristics and chemical-bromatologic compound of elephantgrass silage under different levels of pressure. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32:1851-1858.
- MATOS, B.C. 2008. Aditivos químicos e microbianos em silagens de cana de açúcar: ação sobre o padrão fermentativo e degradabilidade ruminal da massa ensilada e possíveis incrementos no desempenho animal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia** 11-22:321.
- .McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. 1991. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe. Bath, England.
- MOISIO, T.; HEIKONEN, M. 1994. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology** 47: 107-124.
- MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures 1983.. **Journal of Applied Bacteriology** 55: 453-460.
- MORAIS, M.G.; ÍTAVO, C.C.B.F.; TAVO, L.C.V.; ROSA, R.B. 2015. Silagem de milho (*Pennisetum americanum*) com inclusão de grãos de sorgo e inoculação microbiana. **Boletim de Indústria Animal** 72: 124-128.
- MUCK, R. E. 2010. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 183-191.
- NETO, G.B.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. 2007. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 1231-1239.
- NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. 2010. Chemicals additive used in silages. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia** 3: 197-207.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.,; OST, P. R. 2007. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays L.*) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 1395-1405.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. 2004. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. Maringá. UEM, Anais... 1-33.
- OLIVEIRA, R.M.; NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; GOBETTI, S.T.C.; FARIA, M.V. 2011. Uso de aditivos biológicos na ensilagem de forrageiras. **Ambiência** 7: 589-601.

OSHIMA, M.; McDONALD, P. 1978. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 29: 497-505.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S. J. W. H. O.; SPOELSTRA, S. F. 2003. Microbiology of ensiling. **Agronomy** 42: 31-94.

PAYNE, W.A. 2000. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. **Crop Science** 92: 808-814.

PAZIANI, S.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; PEDROSO, A.F.; MARI, L.J. 2006. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia. **Acta Scientiarum, Animal Sciences** 28: 265-271.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO L.G.; LOURES D.R.S.; PAZIANI, S.F; IGRASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORI, J.; RODRIGUES, A.A. 2007. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 558-564.

PEDROSO, A. F.; FREITAS, A. R.; SOUZA, G. B. 2000. Efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29: 48-52.

PEREIRA, CA; SILVA, RR; GONÇALVES, LC; BORGES, ALCC; BORGES, I .; GOMES, SP; RODRIGUES, JAS; SALIBA, EOS; FERREIRA, JJC; SILVA, JJ. 2007. Avaliação da silagem fazer híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) BR 601 COM Aditivos 1 -pH, amoniacal nitrogênio, Matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 6: 211-222.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P. de F.; MACEDO, C.H.O.; BEZERRA, H.F.C.; PERAZZO, A.F. 2014. Silagens de milho submetidas à adubação nitrogenada. **Ciência Rural** 44: 918-924.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; RODRIGUES, J.A.S.; MACEDO, C.H.O.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.D.F.; PEZARRO, A.F. 2013. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 14: 426-436.

PIRES, A.J.V; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. 2010. Chemical treatment of roughage. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 192-203.

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; CECON, P.R.C. 1999. Amonização da quirera de milho com alta umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia** 28: 1186-1193.

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

REIS, R.A., GARCIA, R., SILVA, D.J. 1990. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a digestibilidade do feno do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia** 19 :201-208.

RÊGO, F.C.A.; LUDOVICO, A.; DA SILVA, L.C.; DE LIMA, L.D.; SANTANA, E.W.; FRANÇOZO, M.C. 2013. Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. **Semina: Ciências Agrárias** 33: 3411-3420.

RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; SCHIMIDT, P. 2009. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 230-239.

- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A. J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SANTOS, A.B.; FERREIRA, A. R.; BONOMO, P.; SILVA, F.F. 2010. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 1911-1918.
- RIBEIRO, R.E.; MIYAGI, E.S.; GUIMARÃES, C.M.; RIBEIRO, P.P.; RODRIGUES, P.P. 2014. Composição bromatológica da rebrota do milheto forrageiro: altura de corte residual x interceptação luminosa. **Nucleus** 11: 1982-2278.
- ROSA, B; REIS, R.A.; RESENDE, K.T.; KRONKA, S.N.; JOBIM, C.C.1998. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. *Basilisk* submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia** 27: 815-822.
- ROTH, G.; UNDERSANDER, D. 1995. Silage additives. In: CORN SILAGE PRODUCTION MANAGEMENT AND FEEDING. Madison: Madison American Society of Agronomy 27-29.
- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. *Proceedings* 1: 828-868.
- SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. 2010. Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia** 59: 25-43.
- SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. 2006 A. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae** 2: 32-45.
- SANTOS, E.M; ZANINE, A. M; Silva, O.J. 2006 B. Produção de silagem de gramíneas tropicais. **REDVET- Revista Electrónica de Veterinária** 7: 1-16.
- SANTOS, R.V.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C.; 2006 C. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia** Lavras, v.30, n.6, p.1184-1189,
- SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.D.F.; PAZIANI, S.D.F.; WECHSLER, F.S. 2007. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 1666-1675.
- SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; JUNGES, D.; DIAS, L.T.; ALMEIDA, R.; MARI, L. J. 2011. Novos aditivos microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbia. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40: 543-549.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M.; TOLEDO FILHO, S.G.; DANIEL, J.L.P. 2014. Effects of *Lactobacillus buchneri* on the nutritive value of sugarcane silage for finishing beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia** 43: 8-13.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. 2007a. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36 : 789-798.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. 2007b. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36 : 2000-2009.
- .VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V.; GONÇALVES, L.C.; COELHO, S.G.; FERREIRA, M.I.C.; RODRIGUES, J.A.S. 2004. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 56: 764-772.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. 1998. In: Simpósio sobre aditivos na produção de ruminantes e não ruminantes, Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais 73-108.

VITAL, A. D. F. M.; SANTOS, D.; DOS SANTOS, R. V. 2015. Características agronômicas do milho adubado com diferentes fontes orgânicas. **Revista Agropecuária Técnica** 36: 303-309.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PINTO, F.B.; PEREIRA, O.G. 2007. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *Lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. **Ciência Animal Brasileira** 8: 621-628.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. FERREIRA, D.J. 2006. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia** 55: 75-84.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. 2009 Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 170-189.

WEINBERG, ZG; MUCK, R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews** 19: 53-68.

WRIGHT, D.A.; GORODON, F.J.; STEEN, R.W.J.; PATTERSON, D.C. 2000. Factors influencing the response in intake of silage and animal performance after ensiling: a review. **Grass and Forrage Science** 55: 1-13.

WOOLFORD, M.K. 1984. The silage fermentation. New York: Marcel Dekker. 322.

WOOLFORD, M.K. 1975. Microbiological screening of linear (C1-C12) fatty acids as potential silage additive. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 26: 219-228.