INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILAGEM DE MILHO COM DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA DESIDRATADA E *IN NATURA*

Autora: Karolyna Oliveira Marques
Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Kátia Cylene Guimarães

Rio verde - GO
Dezembro– 2015

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILAGEM DE MILHO COM DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA DESIDRATADA E *IN NATURA*

Autor: Karolyna Oliveira Marques
Orientadora: Profa. Dra. Kátia Cylene Guimarães

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde – Área de Produção Animal.

Rio Verde – GO
Dezembro – 2015

Marques, Karolyna Oliveira

Cutter Silagem de milho com níveis de polpa cítrica desidratada e *in natura* / Karolyna Oliveira Marques. – Rio Verde. – 2015.

60 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, ano.
Orientadora: Dra. Katia Cylene Guimarães.

Bibliografia

1. Alimento. 2. Forrageira. 3. Pectina. I. Título. II. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde.

CDD

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILAGEM DE MILHO COM DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA DESIDRATADA E *IN NATURA*

Autora: Karolyna Oliveira Marques
Orientadora: Kátia Cylene Guimarães

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia–Área de concentração–Zootecnia e Recursos Pesqueiros

APROVADA em 14 de Agosto de 2015

Dr. Wilson Aparecido Marchesin
Avaliador externo
Comigo

Prof.ª. Drª. Fabiana Ramos dos Santos
Avaliadora interna
IF Goiano/Rio Verde

Prof.ª. Drª. Kátia Cylene Guimarães
Presidente da banca
IF Goiano/RV

Rio Verde – GO
Agosto – 2015

DEDICATÓRIA

Ao meu Pai, exemplo de pessoa e dedicação aos filhos que, se não fosse pelo destino reservado por Deus, com certeza estaria aqui para comemorarmos juntos mais esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida e pela oportunidade de estar concluindo esse mestrado, aos meus familiares pelo apoio em especial minha mãe Maria Divina, meus irmãos Eduardo e Bruno, minha avó Joana, meus padrinhos Marlos e Márcia e minha filha Bárbara.

Minha orientadora Kátia Cylene, exemplo de profissional, a quem devo todo esse título, nesses últimos anos de convivência se tornou mais que uma orientadora, uma amiga que poderei contar sempre que precisar e a amizade é reciproca.

Ao corpo docente do IFGoiano, professora Fabiana Ramos, por tirar minhas dúvidas, a sinal foram bastantes, tenho em você uma profissional muito dedicada, professor Francisco Neto por tentar me ensinar estatística e depois se tornou um grande amigo, Professora Mariana Melo pelo suporte em todo meu projeto, vocês contribuíram bastante.

Aos meus amigos e colegas, que foram os irmãos que escolhi, Thanielly, Hiago, Fernanda, Patrícia, Olívia, Ana Cláudia, Natalia, Fausto, Ludymilla, obrigada pela ajuda e paciência de vocês, sem vocês não teria conseguido.

Muito obrigada a Todos!!

SUMÁRIO

Página

LISTA DE QUADROS, TABELAS E FIGURAS vii

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIAÇÕES E UNIDADES ix

RESUMO xi

ABSTRACT xiii

1. INTRODUÇÃO 13

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15

2.1. Silagem: ensilamento e fermentação 15

2.2. Silagem de milho 17

2.3. Aditivos para silagem 18

2.3.1 Tipos de aditivos 19

2.3.2. Polpa cítrica como aditivo 20

2.4. Estabilidade aeróbia da silagem 21

2.5. Microrganismos encontrados na silagem 22

3. OBJETIVOS 24

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 25

5. ARTIGO CIENTÍFICO I - Silagem de milho ensilada com diferentes níveis de polpa cítrica desidrata 33

6. ARTIGO CIENTÍFICO II- Silagem de milho ensilada com diferentes níveis de polpa cítrica *in natura* 48

LISTA DE QUADROS, TABELAS E FIGURAS

Página

ARTIGO CIENTÍFICO I

Tabela 1-	Análise bromatológica do milho no dia da ensilagem (M) e da polpa cítrica (PC).	36
Tabela 2 -	Teores médios de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e pH registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão	38
Tabela 3 -	Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.	39
Tabela 4 -	Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.	40
Tabela 5 -	Teores médios de ácido acético (ACE), ácido lático (LAT), ácido butiríco (BUT), ácido propiônico (PROP) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.	41
Tabela 6-	Contagem de fungos e leveduras (log UFG/g) por tratamento e dia em silagem de milho com diferentes percentagens de polpa cítrica desidratada e *in natura*	43
Figura 1-	Tempo para aumento da temperatura em 2ºC nos diferentes tratamentos. Quanto maior o tempo para elevação da temperatura maior a estabilidade da massa	42

ARTIGO CINETÍFICO II

Tabela 1-	Análise bromatológica do milho no dia da ensilagem (M) e da polpa cítrica (PC).	51
Tabela 2 -	Teores médios de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e pH registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão	53
Tabela 3 -	Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.	54

Tabela 4 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão. 55

Tabela 5 - Teores médios de ácido acético (ACE), ácido lático (LAT), ácido butiríco (BUT), ácido propiônico (PROP) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão. 56

Tabela 6- Contagem de fungos e leveduras (log UFG/g) por tratamento e dia em silagem de milho com diferentes percentagens de polpa cítrica desidratada e *in natura* 58

Figura 1- Tempo para aumento da temperatura em 2ºC nos diferentes tratamentos. Quanto maior o tempo para elevação da temperatura maior a estabilidade da massa. 57

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIAÇÕES E UNIDADES

AOAC	Association Official Analytical Chemists
ACE	Ácido Acético
BAL	Bactérias ácido láticas
BDA	Agar Batata Dextrose
BUT	Ácido Butírico
CEL	Celulose
cm	Centímetros
DIVMS	Digestibilidade *in vitro* da matéria seca
EE	Estrato Estéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
HEM	Hemicelulose
Kg	Quilogramas
LAT	Ácido Lático
LIG	Lignina
M	Metro
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
N-NH_3	Nitrogênio Amoniacal
PB	Proteína Bruta
PC	Polpa Cítrica
PE	Perdas por Efluentes
PG	Perdas por Gases
pH	Potencial Hidrogênionico
PROP	Ácido Propiônico
Rpm	Rotação por minuto
SG	Silagem de Milho
SMPC	Silagem de milho mais polpa cítrica

T	Tratamentos
UFC	Unidade Formadora de Colônia
°C	Graus Celsius
%	Por cento
µm	Micrometro

RESUMO

MARQUES, Karolyna Oliveira. **Silagem de milho com níveis de polpa cítrica desidratada e *in natura.*** 61p. dissertação (Pós-graduação em zootecnia). Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2015.

O uso da silagem como forma de conservação da forragem, é uma alternativa cada vez mais empregada, como estratégia alimentar aos animais no período de escassez de alimentos, e outros benefícios como: maximização do uso da terra e melhoria na rentabilidade do sistema produtivo. Com frequência vem se utilizando como forrageira padrão para a produção de silagem, o milho, que apresenta características nutricionais favoráveis, mas mesmo essas silagens podem ser melhoradas com o uso de aditivos, que melhoram o padrão de fermentação ou evitam perdas durante esse processo, ou até mesmo substituem alimentos tradicionais como o próprio milho. Os coprodutos da agroindústria vem sendo bastante utilizados na alimentação de animal, entre eles se destaca a polpa cítrica. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal, do Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde (IFGoiano), com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de polpa cítrica como aditivo em silagem de milho. Foram realizados dois experimentos com polpa cítrica desidratada e polpa cítrica *in natura*. Para ambos experimentos foram utilizadas as seguintes inclusões: CON= Controle (silagem de milho), SMPC5= Silagem de milho mais 5% de polpa cítrica; SMPC10= Silagem de milho mais 10 % de polpa; SMPC15= Silagem de milho mais 15% de polpa cítrica; SMPC20=Silagem de Milho mais 20 % de polpa cítrica. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições em cada tratamento. Para o experimento 1 (silagem de milho com polpa cítrica desidratada) e experimento 2 (silagem de milho com polpa cítrica *in natura*), a inclusão de polpa cítrica melhorou ($p>0,05$) os parâmetros fermentativos, e bromatológicos, com destaque para o experimento 1 do tratamento SMPC15 e o experimento 2 o tratamento SMPC20. Para estabilidade aeróbia e microbiológica no experimento 1 o melhor tratamento foi SMPC10 e no experimento 2 foi o SMPC15 com menor quantidade de fungos e leveduras. A polpa cítrica tanto na forma desidratada quanto *in natura* revelou-se um bom aditivo para silagens de milho.

Palavras-chave: Alimento, forrageira, pectina, peletizada

ABSTRACT

The use of silage as a way of preserving forage, is an alternative increasingly used as a food strategy to animals in the food shortage period, and other benefits such as maximizing the use of land and improved profitability of the production system. Often it has been using as forage standard for the production of silage, corn, which has favorable nutritional characteristics, but even these silages can be improved by using additives which improve the fermentation pattern or avoid losses during this process, or even replace traditional foods like corn itself. The co-products of agro-industry has been widely used in animal feed, among them stands out the citrus pulp. The experiment was conducted at the Animal Nutrition Laboratory of the Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (IFGoiano), in order to evaluate the effect of different levels of citrus pulp as an additive in silage corn. Two experiments were conducted with dried citrus pulp and citrus pulp *in natura*. For both experiments the following additions were used: CON = control (corn silage), SMPC5 = Corn silage plus 5% of citrus pulp; SMPC10 = Corn silage plus 10% of pulp; SMPC15 = Corn silage plus 15% of citrus pulp; SMPC20 = Corn silage plus 20% citrus pulp. The design was completely randomized, with three replicates for each treatment. For the experiment 1 (silage corn with dried citrus pulp) and Experiment 2 (silage corn with citrus pulp *in natura*), the inclusion of citrus pulp improved ($p > 0.05$) the fermentation parameters, and bromatological, especially the experiment 1 SMPC15 treatment and the experiment 2 the SMPC20 treatment. For aerobic and microbiological stability in experiment 1 the best treatment was SMPC10 and in experiment 2 was the SMPC15 with less fungi and yeasts. The citrus pulp both in dried form as in nature proved to be a good additive to corn silage.

Keywords: food, feed, pectin, pelleted

1 INTRODUÇÃO

A procura por menor custo de produção em produtos de origem animal tem sido direcionada para a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis. O setor produtivo busca alternativas de fontes alimentares de menor custo, utilizando resíduos de colheita e coprodutos da agroindústria. Os ruminantes possuem elevada capacidade de utilização de resíduos e coprodutos agroindustriais, os quais muitas vezes são usados sem o conhecimento dos seus aspectos nutritivos (PINHEIRO et al., 2012).

Esses coprodutos podem ser ensilados juntos a outros alimentos para gerar um bom volumoso, que podem ser utilizados no período de escassez de pastagens. O armazenamento de forragem na forma de silagem é prática adotada para minimizar os problemas ocasionados pela estacionalidade de produção de forrageiras.

Dentre as forrageiras mais utilizadas para á pratica da ensilagem, se destaca o milho (*Zea mays*). O milho é um dos cereais mais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria, constitui-se no principal alimento para as atividades de criação, é rico em carboidratos, sendo considerado uma fonte de energia, óleo e fibras além de fornecer pequenas quantidades de vitaminas E, B1, B2, ácido pantotênico e alguns minerais, como fósforo e potássio (MATOS et al., 2006).

No processo de ensilagem o princípio de conservação da forragem é a redução do pH pela fermentação dos açúcares solúveis da planta. Assim sendo, as melhores forrageiras para ensilagem são aquelas com elevado teor de açúcares solúveis. Durante o armazenamento da forrageira no silo pode ocorrer fermentações indesejáveis, comprometendo a qualidade da silagem, levando à perdas de nutrientes da massa ensilada, nesse sentido, a utilização de aditivos é cada vez mais adotada para melhorar a fermentação e reduzir perdas de nutrientes (COELHO, 2002).

As silagens podem ser melhoradas ou beneficiadas com o uso de aditivos absorventes como a polpa cítrica. Os aditivos absorventes de umidade são, normalmente, fontes de carboidratos, cereais, farelos, entre outros, utilizados para elevar o teor de matéria seca das silagens, reduzir a produção de efluentes e aumentar o valor nutritivo das mesmas (McDONALD et al., 1991). A polpa cítrica é um coproduto fibroso da indústria de suco de laranja, é também um concentrado energético rico em sacarose, pectina, fibra de boa

digestibilidade e pode ser utilizada em rações para ruminantes como ingrediente de alta densidade energética para animais em crescimento e lactação (BAMPIDIS & ROBINSON, 2006).

A polpa cítrica vem sendo utilizado na alimentação de ruminantes, na forma natural (úmida), peletizada ou conservado na forma de silagem. A forma peletizada, entretanto, apresenta excelente valor energético e alta digestibilidade da fração fibrosa, porém seu custo é elevado. Com isso, tem-se buscado alternativas para utilização do bagaço úmido, entre elas, a conservação em forma de silagem (RÊGO et al., 2013).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SILAGEM: ENSILAMENTO E FERMENTAÇÃO

A adoção da ensilagem, como forma de conservação da forragem, é uma alternativa cada vez mais empregada, como estratégia alimentar para o período de escassez, maximização do uso da terra e melhoria na rentabilidade do sistema produtivo (OLIVEIRA et al., 2007).

No processo de ensilagem a forragem é armazenada em ambiente fechado para que ocorra o processo de fermentação dos carboidratos solúveis da planta até ácido lático. A ensilagem refere-se a etapas básicas, sendo estas: corte do material (tamanho de partícula), compactação, vedação e utilização de forma adequada de uma boa forrageira (CÂNDIDO et al., 2012).

O estádio de maturidade da planta também possui papel importante na confecção de uma boa silagem, uma vez que o processo de ensilagem visa conservar a planta com o valor nutritivo do momento em que a mesma foi cortada, pois assegura a quantidade necessária de açúcares para a fermentação bacteriana (NASCIMENTO et al., 2013).

Durante a etapa de vedação ocorre a fermentação da ensilagem, que é dividida em quatro fases: fase aeróbia, fase de fermentação ativa, fase estável e fase de descarga (retirada da silagem). Durante a ensilagem observa-se os parâmetros fermentativos como pH, bem como as perdas decorrentes desse processo que são: perdas por gases, perdas por efluentes e perdas de matéria seca (McDONALD, 1981). Alguns fatores podem interferir no processo fermentativo da silagem, entre eles o corte e tamanho de partículas, compactação, vedação e pH.

O corte das plantas forrageiras destinadas à ensilagem deve ser feito no estádio vegetativo, ocasião em que a planta se encontra no seu “ponto de equilíbrio” entre produção de matéria seca e qualidade nutricional (PEREIRA e REIS, 2001). A forragem recolhida e picada deve ter tamanho de partícula entre 2,0 a 3,0 cm o que facilita sua distribuição, compactação no silo e posterior retirada (NASCIMENTO et al., 2013).

A redução no tamanho da partícula pode promover redução na fermentação butírica, proporcionar maior compactação e queda mais rápida do pH do material ensilado, além de menores perdas na desensilagem (SANTOS et al., 2010). De acordo com NEUMANN et al., (2007) quanto menor a partícula melhores os efeitos positivos sobre a disponibilidade de

carboidratos solúveis, e consequentemente, maior estímulo ao crescimento de bactérias láticas.

Durante a ensilagem a compactação é um dos fatores-chave que proporciona condições para que os processos químicos e biológicos que ocorrem durante a fermentação da forragem no interior do silo se processem de forma adequada, resultando em silagem de boa qualidade e sem perdas nutritivas (LIMA, 2008).

Para produzir silagem de boa qualidade, o silo deve ser compactado para retirada de ar da silagem e vedado no menor espaço de tempo possível, para excluir o oxigênio e garantir condições anaeróbias para preservação dos nutrientes (SENGER et al., 2005). Quanto mais rápido e eficaz for o enchimento, compactação da forragem e fechamento dos silos, menores serão as perdas que ocorrem desde o corte até que se esgote todo o oxigénio no interior do silo e melhor será o processo fermentativo e o alimento conservado resultante.

Um dos principais objetivos de uma boa compactação é eliminar o máximo de oxigênio presente na massa ensilada. Além de estimular fermentações indesejáveis, a presença de oxigênio em silagens acarreta aumento da temperatura. Em temperaturas acima de 30 °C há um estímulo à ação de bactérias produtoras de ácido butírico, que é indicativo de fermentação inadequada (AMARAL et al., 2007; SANTOS et al., 2010).

A vedação de forma correta é fator primordial para o sucesso da conservação do resíduo e a inexistência de oxigênio dentro do silo promove a conservação do material por maior período em boas condições de uso (GERON e ZEOULA, 2008).

Fase aeróbia ocorre durante o enchimento do silo até o esgotamento do oxigênio presente na massa ensilada ocorre. A presença de O_2 favorece o crescimento de microrganismos aeróbicos, como fungos, leveduras e algumas bactérias aeróbias estritas e facultativas. Esses componentes bióticos oxidam os carboidratos graças à presença de oxigênio e umidade na massa ensilada. A duração dessa fase varia com o tamanho de partícula e pressão de compactação, mas geralmente fica entre quatro e seis horas. Além da compactação, se a vedação do material não for bem feita haverá excesso de oxigênio, que induzirá maior taxa de fermentação aeróbia (NEUMANN et al., 2007).

Após a fermentação aeróbia ocorre a fermentação ativa, caracterizada por apresentar queda acentuada no pH da silagem, prolongando-se até que o pH caia para valores abaixo de 5. É ocasionada pela formação de ácidos orgânicos a partir de açucares e promovida inicialmente por bactérias enterobactérias e heterofermentativas. Nas fases finais, predominam as bactérias homofermentativas, e essas bactérias formam o ácido lático que auxilia no declínio do pH (SANTOS e ZANINE, 2006). Com desenvolvimento dos

microrganismos anaeróbicos, como as bactérias ácido láticas, elas preservam o material ensilado (GOBETTI et al., 2013).

Em seguida, a massa passará pela estável que ocorre se o silo estiver corretamente vedado sob ausência total de O_2 e com valor de pH abaixo de 3,8, onde a estabilização do material ensilado se dá à baixa atividade biológica, nessa fase temos somente a atividade de bactérias lácticas (GOBETTI et al., 2013).

Com a abertura do silo para a alimentação dos animais, ocorre a fase de descarga, nela há o contato da silagem com o oxigênio novamente, podendo desenvolver fungos e leveduras e mofos. O oxigênio ativa os esporos de fungos e bactérias aeróbias desencadeando uma cascata de reações que oxidam a massa ensilada através do consumo de carboidratos residuais do processo de conservação e produzem calor e dióxido de carbono (BERNARDES et al., 2009).

A medida do valor de pH em silagens foi considerada, no passado, como um importante indicador da qualidade de fermentação, sendo inclusive possível classificar as silagens em termos de qualidade. Nesse sentido, pH elevados, acima de 4,2, foi utilizado para classificar uma silagem como de qualidade pobre. Isso porque ela atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium,* sensíveis à pH abaixo de 4. Nesse sentido, o pH elevado indica perda de nutrientes, principalmente, proteínas resultando em material menos palatável e de odor desagradável (JOBIM et al., 2007).

Perdas durante processo de fermentação são de perdas totais de matéria seca e perdas por gases e efluentes (JOBIM et al., 2007) A ensilagem de forragem está sujeita a perdas por gases e efluentes, que estão associadas ao teor de umidade (ZANINE et al., 2006).

Os processos de conservação de forragem convivem rotineiramente com perdas de nutrientes de diversas magnitudes e eventualmente essas perdas ocorrem ao longo do período de ensilagem, na forma de efluente, sendo está indesejável e deve ser evitada para não ocasionar prejuízos no processo fermentativo, como o aumento da proteólise e o estabelecimento de bactérias do gênero *Clostridium* (ELFERINK et al., 2000).

2.2 SILAGEM DE MILHO

O milho é espécie mais utilizada na produção de silagens em virtude do alto conteúdo de energia, facilidade de mecanização na ensilagem e alta produção de matéria seca por hectare. O milho é cortado com 100 a 120 dias com 28-35% de matéria seca e o rendimento

médio é de 11,7 toneladas de matéria seca/há, variando de 9,7 a 14,0 ton/ha (PEREIRA et al., 2008).

O milho é muito consagrado na confecção de silagem, por apresentar elevada produtividade de massa verde com excelente qualidade de fermentação no ponto ótimo de corte. O milho é, cada vez mais, recomendado entre as várias plantas aptas à produção de silagem como o sorgo, girassol, aveia, azevém, milheto, etc, sendo a cultura de maior expressão no Brasil (OLIVEIRA et al., 2007). Assim, a silagem de milho é uma das melhores opções de suplementação no período da seca, pela boa aceitação por parte dos bovinos e ganhos de pesos satisfatórios em confinamentos (RESTLE et al., 2006).

Essa cultura apresenta bom valor nutritivo na forragem colhida, adequado teor de matéria seca e carboidratos solúveis, no momento propício ao corte, o que lhe confere ótimas condições para sua conservação na forma de silagem (POSSENTI et al., 2005), promovendo a conservação do alimento com alto valor nutritivo, além do fácil preparo. Segundo TOMICH et al. (2006) em silagens de milho são encontrados valores aproximados de 27,3% de MS, 7,2% de PB, 51,5% de FDN, 32,4% de FDA e 4,0% de lignina. Já MELLO et al. (2004) encontrou valores aproximados de 68,26 para digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Na cultura do milho, vários aspectos causam variações na qualidade da silagem, como o híbrido utilizado, estádio de maturação na colheita, além de aspectos relativos ao solo e ao clima (NEUMANN et al., 2007).

2.3 ADITIVOS PARA SILAGEM

Os aditivos são produtos comerciais ou não, que aplicados no momento da ensilagem, podem reduzir perdas de nutrientes, estimular ou inibir fermentações, ou interagir no valor nutritivo da planta originalmente ensilada (MALDONADO et al., 2004). Ultimamente tem se utilizado como aditivo, o coproduto, que além de melhorar as silagens tanto no aspecto fermentativo e nutricional, é uma forma de não poluir o meio ambiente.

A inclusão de aditivos absorventes que possuem valor nutritivo superior ao da forragem a ser ensilada deve ser sempre cogitada ou preferida, pois esses aditivos, além de possibilitar melhor perfil fermentativo da forragem, garantem maior manutenção da qualidade e ainda elevam o valor nutritivo da silagem (LOPES et al., 2007).

O uso de aditivos absorventes ou sequestrantes de umidade é uma das técnicas mais recomendadas para o controle da produção de efluente em silagens. Alguns aditivos

absorventes, além de favorecerem o aumento do teor de MS, proporcionam incremento do valor nutritivo (ANDRADE et al., 2010).

2.3.1 TIPOS DE ADITIVOS

O aditivo ideal a ser empregado à silagem é aquele que proporciona segurança no seu manuseio, que contribua na redução de perdas de matéria seca, propicie a melhoria da qualidade higiênica da silagem, restrinja a fermentação secundária (atuação de bactérias clostrídicas ou enterobactérias), aumente o valor nutritivo, melhore a estabilidade aeróbica e ofereça o maior retorno em produção animal em relação ao custo apresentado pelo uso do aditivo (HENDERSON, 1993). Os aditivos são classificados em biológicos, químicos e coprodutos.

KUNG JR. (2001) relatou que os inoculantes biológicos para silagem podem ser organizados em estimulantes da fermentação, que agem por meio de adição de culturas de microrganismos e propõe direcionar a fermentação e melhorar a característica nutricional da forragem ensilada. Segundo ZOPOLLATTO et al. (2009) os inoculantes microbianos usados como aditivos incluem bactérias homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas.

Os aditivos químicos inibidores (preservadores) são substâncias que possuem a função de controlar reações químicas e biológicas na ensilagem, porém o desconhecimento técnico a respeito do aditivo, dosagem e métodos de aplicação do mesmo, pode gerar consequências negativas ao desenvolvimento de microrganismos benéficos à fermentação, como as bactérias homoláticas, agindo de modo inibitório na produção de ácido lático e consequente redução na palatabilidade da silagem (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

O termo coproduto foi originado para caracterizar aqueles produtos resultantes de um processamento industrial, onde o objetivo final da produção é um outro produto. Um volume muito grande de coprodutos agroindustriais é produzido anualmente no Brasil, a partir do processamento de uma grande variedade de culturas para a produção de alimento. Alguns são restritos a determinadas regiões, enquanto outros são facilmente encontrados em todo país. A utilização bem sucedida destes é muitas vezes limitada pelo escasso conhecimento de suas características nutricionais e de seu valor econômico como ingredientes para ração, como pela falta de dados de desempenho de animais alimentados com este tipo de alimento, outro foco para a utilização desses coprodutos é pela eliminação de produtos potencialmente poluentes pelas indústrias (MENEGHETTI e DOMINGUES, 2008).

2.3.2 POLPA CÍTRICA COMO ADITIVO

A polpa cítrica, que é um coproduto da extração do suco da laranja, tornou-se um importante ingrediente alternativo, pois pode substituir parcialmente o milho (AMORIM et al., 2013).

A polpa cítrica se destaca devido ao grande volume de produção de laranjas no país. Com mais de 1 milhão de hectares de plantas cítricas, o Brasil se tornou, na década de 80, o maior produtor mundial (ABECITRUS, 2013). Essa polpa cítrica pode ser utilizada como aditivo em silagens de forrageiras.

A polpa cítrica é classificada como um concentrado pois possui menos de 18% de FB, energético, com menos de 20% de PB, porém, em função dos teores de FDN e FDA e das características de fermentação ruminal, ela se enquadra como um produto intermediário entre volumoso e concentrado (RODRIGUES e GUIMARÃES JÚNIOR, 2005).

Em relação ao milho, a polpa cítrica proporciona melhor padrão de fermentação ruminal, devido ao menor conteúdo de amido, maior concentração de pectinas e baixo teor de lignina, uma das características deste coproduto que também deve ser destacada é sua grande capacidade de absorver água (CASTRO NETO, 2004). A polpa cítrica apresenta tendência em manter o pH ruminal mais elevado e aumentar a produção de ácido acético, em comparação aos alimentos energéticos tradicionais, como o milho (LIMA, 2004).

A opção de ensilar a polpa cítrica com o milho se dá devido ao alto teor de carboidratos solúveis e parede celular altamente digestível, a polpa cítrica apresenta em sua composição a pectina em cerca de 25% da matéria seca. A pectina é um carboidrato estrutural quase totalmente degradável no rúmen (90-100%), seu produto final na fermentação é o ácido acético, sendo este ácido é um dos principais precursores da gordura do leite. (SCOTON, 2003).

A silagem de bagaço de laranja proporciona melhor cinética ruminal de degradação do que a silagem de milho, normalmente utilizada no arraçoamento dos rebanhos leiteiros, indicando que o coproduto da indústria de suco de laranja pode ser utilizado nas dietas desses animais a fim de melhorar sua qualidade. Além disso, a inclusão de polpa de cítrica aumenta a eficiência alimentar, o percentual e a produção de gordura no leite (MULLER e PRADO, 2004).

Em estudos realizados por BERGAMASCHINE et al. (2006), a adição de 10% de polpa cítrica na silagem elevou o teor de matéria seca, sem alterar o teor de carboidratos na

forragem, porém, reduziu o pH na silagem resultante. Ao adicionar 10% de polpa cítrica em silagens RIBEIRO et al. (2009) observaram médias de fermentação mais favoráveis às das silagens com teor de umidade original.

2.4 ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGEM

Manter o ambiente em anaerobiose durante a fase de fermentação e armazenamento, bem como a estabilidade aeróbia durante a fase de fornecimento no cocho, são fatores importantes para a preservação do valor nutritivo do material ensilado (GIMENES et al., 2006).

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser conceituada como a resistência da massa de forragem a deterioração após a abertura do silo, ou seja, a velocidade com que a massa deteriora após exposta ao ar (JOBIM et al., 2007).

A deterioração aeróbia das silagens além de causar perdas de matéria seca e de valor nutricional, também pode apresentar efeitos na qualidade higiênica das silagens com risco de proliferação de microrganismos indesejáveis ou patogênicos como os fungos, bacilos, *Listeria monocytogenes*, dentre outros, podendo acumular suas toxinas na silagem com efeitos negativos na saúde animal (BORREANI e TABACCO, 2010; CHELI et al., 2013).

A alta concentração de nutrientes e carboidratos solúveis residuais do processo fermentativo em silagens de milho pode levá-las a apresentar baixa estabilidade após a abertura dos silos, pois microrganismos oportunistas e indesejáveis utilizam os substratos para se desenvolverem (TAYLOR et al., 2002).

O fornecimento de silagem deteriorada pode resultar em redução da ingestão e performance do animal, além da produção de micotoxinas que são responsáveis por diversas doenças e vários efeitos tóxicos aos animais (HOFFMAN e OCKER, 1997).

O uso de aditivos no momento da ensilagem melhora a fermentação do material ensilado, mantendo suas características nutricionais e aumentando sua estabilidade aeróbia durante o fornecimento no cocho. Isto justificaria sua aplicação como uma alternativa para a preservação do material quando exposto ao ar, conferindo vantagens aos produtores (GIMENES et al., 2006).

2.5 MICRORGANISMOS ENCONTRADOS NA SILAGEM

Os microrganismos de uma forma geral são fundamentais no processo de fermentação de silagens, porém, a identificação da presença de microrganismos em conjunto com a determinação dos produtos da fermentação, são fatores fundamentais na avaliação da qualidade de forragens conservadas (JOBIM et al., 2007).

Nas silagens podemos encontrar os seguintes microrganismos benéficos como as bactérias acidoláticas (bactérias homofermentativas e bactérias heterofermentativas) (ZOPOLLATTO et al., 2009), e microrganismos prejudiciais: fungos, leveduras, mofos, bactérias aeróbias como *Listeria, Bacillus,* Enterobactérias, *bactérias ácido acética,* e bactérias anaeróbias como *Clostridim.* As bactérias láticas epifíticas são as mais abundantes e atuantes no processo fermentativo de silagens (PENTEADO et al., 2007).

As bactérias homofermentativas utilizam a via glicolítica, onde a glicose é decomposta a duas moléculas de piruvato e além disso formam-se duas moléculas de ATP e NADH, que sob condições anaeróbicas tem como produto de fermentação o ácido láctico, esse ácido láctico é responsável pela queda do pH. Enquanto as bactérias heterofermentativas utilizam a rota das hexoses monofosfato, também conhecida como rota das pentoses fosfato para fermentar a glicose à ácido láctico (COSTA et al., 2011).

Os microrganismos homofermentativos caracterizam-se pela taxa de fermentação mais rápida, menor proteólise, maior concentração de ácido lático, menores teores de ácidos acético e butírico, menor teor de etanol e maior recuperação de energia e matéria seca. Bactérias heterofermentativas utilizam ácido lático e glicose como substrato para produção de ácido acético e propiônico, os quais são efetivos no controle de fungos, sob baixo pH. As principais Bacterias homofermentativas são: *Lactobacillus plantarum, Lactobacillus curvatus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus spp., Streptococcus faecium, Pediococcus pentosaceus* e *Pediococcus acidilactici*. As Bactérias heterofermentativas são: *Lactobacillus buchneri, Lactobacillus brevis* e *Propionibacterium* (ZOPOLLATTO et al., 2009).

As enterobactérias são o segundo grupo bacteriano mais numeroso da microflora epifítica ativa no silo, e, portanto, o mais importante em competição com a microflora de bactérias ácido láticas (BAL), produzindo principalmente ácido acético (PAHLOW et al., 2003). As enterobactérias são bactérias aeróbias facultativas e competem com as BAL por carboidratos disponíveis, principalmente durante a fase inicial de fermentação, iniciam a produção de amônia através de variadas reações de deaminação e comprometem severamente o valor nutritivo desse volumoso. Essas bactérias indesejáveis são responsáveis por desarranjos intestinais e mastite em bovinos (SEALE et al., 1986).

Clostridium são bactérias anaeróbias estritas, são indesejáveis no processo de silagem por serem proteolíticos e produzirem amônia, aminas, ácido butírico, durante a fermentação que reduzem a palatabilidade da silagem (FERREIRA et al., 2011). Alem disso, o *Clostridium* e os *coliformes* são responsáveis pelo apodrecimento da silagem (SILVA, 2001).

Silagem de má qualidade, submetida à fermentação inadequadas, com valores de pH superior a 4,0; permite e desenvolvimento de *Listeria.* As bactérias do gênero *Listeria* são consideradas microrganismos aeróbios facultativos, portanto o crescimento e a sobrevivência da *Listeria* na silagem são determinados pela presença de oxigênio residual. *Listeria* causa enfermidades aos animais como: listeriose que causam aborto, mastite e encefalite (OLIVEIRA et al., 2008; DONALD et al., 1995).

As bactérias aeróbias do gênero *Acetobacter,* são bactérias ácido acéticas, são ácido tolerantes, na silagem. Estas bactérias, iniciam a deterioração e diminuem a estabilidade aeróbia da silagem. Os bacilos são bactérias também aeróbias, os bacilos fermentam os carboidratos da silagem formando ácidos orgânicos como acetato, lactato e butirato, reduzindo a estabilidade aeróbia (SPOELSTRA et al., 1988).

Os fungos (Mofos, fungos filamentosos), as leveduras e algumas espécies de bactérias promovem a assimilação aeróbia de lactato da silagem, reduzindo o seu potencial de conservação. O desenvolvimento desses microrganismos está diretamente ligado ao pH da silagem, mas sua perda de viabilidade ocorre somente em pH mais ácido. Os fungos, sobretudo as espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, produzem toxinas que podem intoxicar os animais. A ocorrência de fungos em silagens está associada, principalmente a falhas na compactação, propiciando a entrada de ar no silo, sendo tal fato mais relevante em silagens com alto conteúdo de matéria seca e com tamanho de partículas grandes (McDONALD et al., 1991; WOOFOLD, 1990; DRIEHUIS et al., 1999).

As leveduras oxidam os ácidos orgânicos que atuam como conservantes, geralmente iniciando o processo de degradação aeróbia e, posteriormente, provocando a elevação do pH e o desenvolvimento de outros microrganismos, como fungos, *Bacillus* e *Listeria monocytogenes* (DRIEHUIS e OUDE ELFERINK, 2000).

3 OBJETIVOS

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a composição química, parâmetros fermentativos, digestibilidade *in vitro* e parâmetros microbiologicos de silagens produzidas à base de milho e polpa cítrica. Expandir o conhecimento da polpa cítrica para alimentação de ruminantes, buscando substituir e associar a polpa a alimentos energéticos como o tradicional milho, em um custo benefício satisfatórios.

4 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CÍTRICOS. Acessado em 18 ago. 2013, disponível em http://www.abecitrus.com.br/historia_br.html

AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.532-539, 2007.

AMORIM, A.B.; THOMAZ, M.C.; CASTRO, F.F.; MARTINEZ, J.F.; RUIZ, U.S.; PASCOAL, L.A. F.; WATANABE, P.H.; HUAYNATE, R.A.R. Determinação do valor nutricional da polpa cítrica para suínos em crescimento. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 443-451, 2013.

ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.39, n.12 Viçosa, 2010.

BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.128, p.175-217, 2006.

BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V.V.; ISEPON, J.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; AMARAL, R. C. Chemical and microbiological changes and aerobic stability of marandu grass silages after silo opening. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.1-8, 2009.

BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.2620-2629, 2010.

CANDIDO, A.R.; AMARAL, P.N.C.; JUNGES, L.; SANTOS, C.G.; COUTO NETO, O.; MACHADO, W.K.R. Composição bromatológica da silagem de sorgo submetida a diferentes níveis de aditivo farinha de bocaiúva. ***Anais...***8° ENEPE-UFGD, Acessado Julho de 2015. http://periodicos.uems.br/novo/index.php/enic/article/viewFile/4536/1967

CASTRO NETO, A.G. **Polpa Cítrica na alimentação de bovinos leiteiros**. ReHAgro, 2004. Acessado em 13 de set. de 2013. http://www.sinueloagropecuaria.com.br/newsletter/infotecjulho/doc/67.doc:

CHELI, F.; CAMPAGNOLI, A.; ORTO, V.D. Fungal populations and micotoxins in silages: From occurence to analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.183, p.1-16, 2013.

COELHO, R.M. **Efeitos da concentração de matéria seca e do uso de inoculante bacteriano-enzimático, na silagem de tifton 85 (*Cynodon spp.*), sobre a digestão de nutrientes, parâmetros ruminais e comportamento ingestivo em novilhos de corte em crescimento**. Tese de doutorado, USP, 2002.

COSTA, A.L.P.; BRITO, R.G.U.; BARBOSA, L.P.J.L.; BARBOSA, F.H.F. Avaliação de modificações no meio MRS (seletivo para *lactobacillus spp*) por diferentes sais de amônia e tween 20 em substituição ao citrato de amônio e tween 80. **Ciência Equatorial**, v.1, n.2, 2011.

DRIEHUIS F.; ELFERINK, S.J.W.H.O. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. **Veterinary Quarterly**, v.22, p.212-217, 2000.

DRIEHUIS F.; ELFERINK, S.J.W.H.O. Anaerobic lactic acid degractation during ensilage of whole crop maize inoculated white *lactobacillus buchneri* inhibitis yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of applied Bacteriology**, v. 87, p. 583-594, 1999.

DONALD, A.S.; FENLON, D.R.; SEDDON, B. The relationships between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.79, p.141-148, 1995.

ELFEINK, O.; STEFANIE, J.W.H.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fementation process and their manipulation. In: **Fao eletronic conference on tropical silage**, p.17-30, 2000.

FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; LANA, R.P.; SILVA, W.L.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G. Perfil fermentativo e valor nutritivo de silagem de capim-elefante inoculada com *streptococcus bovis*. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.1223-1228, 2011.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M. Silagem do resíduo úmido de cervejaria: uma alternativa na alimentação de vacas leiteiras. **Pubvet**, Londrina, v. 2, n. 38, 2008.

GIMENES, A.L.G.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B.; PEREIRA, E.S.; RIBEIRO, E.L.A.; MORI, R.M. Composição química e estabilidade aeróbia em silagens de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 153-158, 2006.

GOBETTI, S.T.C.; NEUMANN, M.; OLIBONI, R.M.; OLIVEIRA, R. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, V.9, N.1, 2013.

HOFFMAN, P.C.; OCKER, S.M. Quantification of milk yield losses associated with feeding aerobically unstable high moisture corn. **Journal Dairy Science**, v. 80, p. 234, 1997.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

LIMA, J.A. de Sorgo: **Silagem com bom valor nutritivo**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/SilagemSorgo/index.htm>. Acesso em: 1/12/2014.

LIMA, R.F. **Fracionamento de carboidratos de concentrados energéticos utilizados naalimentação animal.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, RS. p.57, 2004.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.4, p.1155-1161. 2007.

MALDONADO, H.; SILVA, J.F.C.D.; MAESTÁ, SA.; LOMBARDI, C. T. Elephantgrass (*Pennisetum purpureum, Schum*) silage with and without acipin, associated with two protein sources for cattle fed under feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 33, n. 6, p. 2095-2103, 2004.

MATOS, M.J.L.F.; TAVARES, S.A.; SANTOS, F.F.; MELO, M.F.; LANA, M.M. **Milho verde**. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/milho_verde.htm. 2006

MULLER, M.; PRADO, I. N. Metabolismo da pectina em animais Ruminantes- uma revisão. **Revista Varia Scientia,** v.04, n.08, p.45-56, 2004.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, p. 207, 1981.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: ChalcombPublications, p.340, 1991.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.

NASCIMENTO, M.C.O.; SOUZA, B.B.; SILVA, F.V.; MELO, T.S. Armazenamento de forragem para caprinos e ovinos no semiárido do nordeste. ACSA – **Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 9, n. 4, p. 20 - 27, 2013.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. R. 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**, v.36, n.5, p.1395-1405, 2007.

OLIVEIRA, M.; GUERRA, M.; BERNARDO, F. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in silages assessed by fluorescent *in situ* hybridization. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, Belo Horizonte, 2008.

OLIVEIRA, J.S.; SOBRINHO, F.S.; REIS, F.A.; SILVA, G.A.; ROSA FILHO, S.N.; SOUZA, J.J.R.; MOREIRA, F.M.; PEREIRA, J.A.; FIRMINO, W.G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.1, p.45-50, 2007.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). Silage science and technology. Madison: **American Society of Agronomy**, **Crop Science Society of America**, **Soil Science Society of America**, 2003.

PENTEADO, D.C.S.; SANTOS, M.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; PEREIRA, O.G.; FERREIRA, C.L.L.F. Inoculação com *lactobacillus plantarum* da microbiota em silagem de capim-mombaça. **Archivos de Zootecnia,** 56 (214): 191-202. 2007.

PEREIRA, R.G.A.; TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865 Junho, 2008.

PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 311-338, 2001.

PINHEIRO, A.A.; VELOSO, C.M.; ROCHA NETO, A.L; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; MENDES, F.B.L.; SANTANA JÚNIOR, H.A.; AZEVEDO, S.T.; CARVALHO, G.G.P. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com níveis de farelo de cacau

(*Theobroma cacao*) na dieta. **Revista Brasileira de Saúde Prodrução Animal**, v.13, n.1, p.224-236. 2012.

POSSENTI, R.A.; FERRARI JR., E.; BUENO, M.S. BIANCHINI, D.; LEINZ, F.F.; RODRIGUES, C.F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005.

RÊGO, F.C.A.; LUDOVICO, A.; LIMA, L.D.; BELAN, L.; CUNHA FILHO, L.F.C.; ZUNDT, M.. Cinética de fermentação ruminal in vitro, composição química e perfil de ácidos graxos da silagem de bagaço de laranja com fubá de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n. 6, p. 4037-4046, 2013.

RESTLE, J.; PACHECO, O.S., ALVES FILHO, D.C.; FREITAS, A.K.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L., PÁDUA, J.T. & ARBOITTE, M.Z. Silagem de diferentes híbridos de milho para produção de novilhos superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2066-2076, 2006.

RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B. 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 Zootecnia**, v.38, n.2, p.230-239, 2009.

RODRIGUES, N.M.; GUIMARAES JUNIOR, R. Utilização de Subprodutos da Agroindústria na Alimentação de Vacas de Leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DENUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 3, 2005, Belo Horizonte, MG. ***Anais...*** BeloHorizonte, MG: EV/UFMG, p.65-91.2005.

SANTOS, M.V.F.; CASTRO, A.G.G.; PEREA, J.M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; HERNÁNDEZ, M. P. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p. 25-43, 2010.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. de M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, p. 32-45, 2006.

SCOTON, R. A**. Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação**. 55p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

SEALE, D.R.; HENDERSON, A.R.; PETTERSON, K.O.; LOWE, J.F. The effect of addition of sugar and inoculation with two commercial inoculants on the fermentation of Lucerne silage. **Grass and Forage Science**, v.41, p.61-70, 1986.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; NETTO, D. P.; LIMA, L. D. Composição e digestibilidade *"in vitro"* de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, 2005.

SILVA, J. M. **Silagem de forrageiras tropicais.** Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS, 2001. Disponível em: http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD51.html Acesso em: Dez. 2014.

SPOELSTRA, S.F.; COURTIN, M.G.; VAN BEERS, J.A.C. Acid acetic bactéria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. **Journal Agriculture Science**, v.111, p. 127-132, 1988.

TAYLOR, C.C.; RANJIT, N.J.; MILLS, J.A.; NEYLON, J.M.; KUNG JUNIOR, L. The effect of treating whole-plant barley with Lactobacillus buchneri 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.85, p.1793- 1800, 2002.

TOMICH, T.R.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVEZ, L.C. et al. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-Sudão em comparação aos volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1249-1252, 2006.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição

bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 6, p. 803-809, 2006.

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

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of applied Bacteriology**, v.68, p. 101-116, 1990.

ARTIGO CIENTIFÍCO I

SILAGEM DE MILHO ENSILADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA DESIDRATA

RESUMO: A polpa cítrica vem sendo considerada um ingrediente de alta densidade energética para animais em crescimento, e sendo utilizada na alimentação de ruminantes, porém esses coprodutos utilizados na dieta animal, sem conhecimento da real condição nutricional, podem mudar sua composição dependendo da safra ou até mesmo índice pluviométrico. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e microbiologia do Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde (IFGoiano), com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de polpa cítrica desidratada como aditivo em silagem de milho. Foram utilizados silos experimentais de PVC, o experimento constitui de silagem de milho com diferentes níveis de polpa cítrica desidratada, foram utilizadas as seguintes inclusões: CON= Controle (silagem de milho), SMPC5= Silagem de milho mais 5% de polpa cítrica; SMPC10= Silagem de milho mais 10 % de polpa; SMPC15= Silagem de milho mais 15% de polpa cítrica; SMPC20=Silagem de Milho mais 20 % de polpa cítrica, com 3 silos por tratamento, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, e após os 60 dias de fermentação os silos foram abertos para serem feitas as análises recomendadas, foram avaliados os parâmetros fermentativos, bromatológicos, digestibilidade *in vitro,* estabilidade aeróbia e analise microbiológica. A inclusão de polpa cítrica influenciou nos resultados positivamente nos parâmetros fermentativos e bromatológicos. Para estabilidade aeróbia e microbiológica o melhor resultado foi encontrado no tratamento SMPC10, com menor quantidade de fungos e leveduras. A polpa cítrica desidratada revelou-se um bom aditivo para silagens de milho.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos, ensilagem, estabilidade aeróbia, ruminantes

ABSTRACT: The citrus pulp has been considered a high energy density ingredient for growing animals, and being fed to ruminants, but these co-products used in animal diet without knowledge of the actual nutritional status, may change their composition depending

on the season or even rainfall. The experiment was conducted at the Animal Nutrition Laboratory of Microbiology of the Instituto Federal Goiano – Canpus Rio Verde (IFGoiano), in order to evaluate the effect of different levels of dried citrus pulp as an additive in silage corn. Experimental PVC silos were used in the experiment is corn silage with different levels of dried citrus pulp, the following additions were used: CON = control (corn silage), SMPC5 = Corn silage plus 5% of citrus pulp; SMPC10 = Corn silage plus 10% of pulp; SMPC15 = Corn silage plus 15% of citrus pulp; SMPC20 = Corn silage plus 20% citrus pulp, with three silos per treatment, the design was completely randomized, and after 60 days of fermentation silos were opened to be made the recommended analyzes evaluated the fermentation characteristics, Bromatological *in vitro* digestibility, aerobic stability and microbiological analysis. The inclusion of citrus pulp positively influence the results in fermentation and Bromatological parameters. For aerobic and microbiological stability the best results found in SMPC10 treatment with less fungi and yeasts. The citrus pulp proved to be a good additive to corn silage

Keywords: Organic acids, silage, aerobic stability, ruminants

INTRODUÇÃO

Em decorrência do ciclo estacional das pastagens, no período seco, as forrageiras tropicais não fornecem quantidades de nutrientes suficientes para os índices produtivos dos animais. Desta forma, são necessárias alternativas que atendam à demanda crescente de volumosos nesse período, como a produção de silagens (OLIVEIRA et al., 2010).

A estacionalidade na produção de forragem associada à frequente variação dos preços dos grãos de cereais e dos suplementos protéicos utilizados na alimentação animal, têm sido responsáveis, entre outros fatores, pela reduzida produtividade dos rebanhos e despertado o interesse no aproveitamento de alimentos alternativos (FERREIRA et al., 2009)

A utilização de coprodutos na alimentação animal se torna alternativa interessante, pois além de visar minimização de custos de produção na pecuária, é uma forma de absorver parte do crescente resíduo da produção industrial melhorando, assim, condições ambientais e induzindo pesquisas para aprimoramento de sua utilização como matéria-prima. Para que estes alimentos possam ser comercializados é necessário validá-los com teste de desempenho animal, por se tratar de dietas com maior teor de umidade e possíveis variações em sua composição química no processo industrial (GONÇALVES et al., 2014).

A polpa cítrica é considerada um ingrediente de alta densidade energética para animais em crescimento, com pouco ou nenhum efeito negativo na fermentação ruminal em comparação a alimentos ricos em amido (BAMPIDIS e ROBINSON, 2006). Aliada a essas características nutricionais, a época de produção da polpa cítrica é favorável, tendo início em maio e término em janeiro, abrangendo justamente a entressafra de grãos como o milho e o período de escassez de forragem. Os ruminantes apresentam um grande potencial de utilização e aproveitamento de uma ampla variedade destes alimentos, entre os quais os coprodutos agroindustriais como a polpa cítrica, que é produzida através do aproveitamento de resíduos sólidos como o bagaço, semente e casca da laranja.

Dentre a forrageiras mais ensiladas, o milho possui um papel de destaque por apresentar alto rendimento de massa verde por hectare associado a alto valor nutritivo (RABELO et al., 2012), a maioria dos híbridos de milho cultivados no Brasil são de endosperma duro, portanto, de baixa digestibilidade do amido (CORRÊA et al., 2002).

Objetivou-se através desse trabalho avaliar a qualidade de silagem de milho aditivada com polpa cítrica desidratada.

MATERIAL E MÉTODOS

O milho para a silagem foi obtido da fazenda Rio Verdinho Barra Grande, BR 060, km 452, Rio Verde-Jataí, zona rural/Rio Verde-GO (17°, 44’ 02.1’’ S; 51°, 13’58,3’’ O). A polpa cítrica foi fornecida por empresa de sucos de laranja da região (Naturanja ®), localizada no município de Rio Verde.

A variedade do milho utilizado foi Nidera NS90. A cultura foi adubada: 150kg de cloreto de potássio/ha; 150kg de MAP 10/50/ha na base, 200 kg de ureia/ha. Foram utilizadas duas aplicações de inseticida sendo as duas com os seguintes produtos: 1 litro Metomil/ha;100ml de Rimon Supra/ha. Tambem realizou-se duas aplicações de fungicida, sendo: 1° aplicação - 450 ml de Priori Extra + 400 ml de Mimbus/ha e 2° aplicação com 450 ml de Azimut/ha + 450 ml de Mimbus/ha.

O milho foi colhido dia 25 de Janeiro de 2015, o estádio vegetativo se encontrava farináceo-duro com 50% linha de leite. A planta foi cortada em ensiladora Jonh Deere ® 5460, tamanho de partícula em torno de 3 a 5 cm.

O ensilamento e as análises do experimento foram realizadas no Instituto Federal Goiano – campus Rio Verde, Laboratório de Nutrição Animal e Microbiologia do Instituto Federal Goiano- campus Rio Verde.

Na tabela 1 observa-se a analise bromatológica do milho no dia da ensilagem e da polpa cítrica.

Tabela 1. Análise bromatológica do milho no dia da ensilagem (M) e da polpa cítrica (PC).

	MS %	PB%	EE%	FDN%	FDA%	LIG%	MM%
M	**30,24**	**7,12**	**5,32**	**58,67**	**29,84**	**20,35**	**5,56**
PC	**33,3**	**9,6**	**4,9**	**24,2**	**22,2**	**16,9**	**7,0**

O experimento constituiu-se de silagem de milho com polpa cítrica desidratada. A polpa cítrica foi desidratada em estufa de ventilação forçada 60° até estabilizar seu peso, chegando ao um teor de matéria seca de 33,3%, posteriormente a mesma foi adicionada a silagem de milho de forma a constituir os seguintes tratamentos: CON= Controle (silagem de milho), SMPC5= Silagem de milho mais 5% de polpa cítrica desidratada; SMPC10= Silagem de milho mais 10 % de polpa cítrica desidratada; SMPC15= Silagem de milho mais 15% de polpa cítrica desidratada; SMPC20=Silagem de Milho mais 20 % de polpa cítrica desidratada.

A ensilagem foi realizada em silos de PVC, com diâmetro de 100 mm, com altura de 0,50 m, com volume de 0,003925 m^3, e fechados com duas camadas de plástico, para impossibilitar a entrada de oxigênio. Um total de três silos por tratamento foram preparados.

No fundo de cada silo foi adicionado 0,500 kg de areia previamente seca, coberto com um tecido de dimensão de 15 cm de diâmetro em seguida coberto um uma tela de nylon com as mesmas dimensões. Após 60 dias da ensilagem e, antes da abertura dos silos, os mesmos foram pesados para a quantificação dos gases produzidos antes e após processo fermentativo. Para quantificar as perdas por efluentes foi determinada a diferença de peso da areia contida no fundo do silo no momento de sua abertura e antes da ensilagem.

Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos, descartando-se as porções superior e inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e, colocada em bandejas de plástico. Posteriormente esses materiais foram pesados e levados para estufa de ventilação forçada a 55ºC durante 72 horas para determinação dos teores de matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em um moinho do tipo Willey, em peneira com malha de 1 mm.

Após abertura dos silos foram analisados os parâmetros fermentativos como pH, e o nitrogênio amoniacal (N-NH3/NT). O pH foi determinado de acordo com SILVA e QUEIROZ (2002). O N-NH3/NT foi realizado através da metodologia da AOAC (1980),

enquanto que, as análises de perdas por gases (PG) e perdas por efluentes (PE), foram realizadas de acordo com metodologias descritas por ZANINE et al. (2006).

As análises bromatológicas para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FDA) pelo método descrito por SILVA e QUEIROZ (2002).

No ensaio da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), foi utilizada a metodologia descrita por TILLEY e TERRY (1963) modificada para o Fermentador Ruminal DAISY II, seguindo-se a metodologia apresentada no manual de utilização do equipamento (ANKOM® Technology), fornecida pelo fabricante.

Para ácidos orgânicos, foram pesados 25 g de silagem úmida, acrescentados 225 ml de água destilada, batidas no liquidificador por 1 minuto, filtrados em peneira fina, e armazenados em tubos de plásticos e depois congeladas. Após descongelamento, essas amostras foram centrifugadas (15 minutos a 4.000 rpm), filtradas em filtro de náilon com porosidade de 0,45µm e utilizadas para a dosagem dos ácidos lático, acético e butírico, por cromatografia gasosa no equipamento (Agilent 6890®).

Para estabilidade aeróbia e análises microbiológicas, todo o material foi mantido em ambiente aeróbio e temperatura ambiente para análise em quatro momentos distintos, dias 0, 1, 3 e 5; após a abertura dos silos.

As análises microbiológicas para contagem dos fungos e leveduras foram iniciadas com a diluição de 25 gramas de amostra de cada um dos tratamentos e repetições em 225mL de solução salina estéril. Posteriormente foi realizada uma diluição seriada até 10^{-7} na mesma solução. Para contagem dos microrganismos utilizou – se 100µL de cada uma das diluições 10^{-3}; 10^{-4} e 10^{-5} que foram inoculadas em duplicata no meio BDA (Agar Batata Dextrose). Todas as placas foram incubadas a 28ºC por três dias para contagem de leveduras e cinco dias para contagem de fungos filamentosos. Após o período de crescimento foi realizada a contagem das unidades formadora de colônias (UFC) das placas que continham entre 25 e 250 colônias. Para confirmação da contagem de colônias atípicas foram preparadas lâminas por coloração simples que foram analisadas em microscópio óptico. Na análise dos dados, os valores obtidos nas contagens foram submetidos ao cálculo da média, que foi multiplicada pela diluição e a esse valor foi aplicado o logaritmo de base dez.

Para aferição da temperatura foram inseridos *data loggers* no centro das amostras de silagem, de forma que os equipamentos se mantivessem totalmente inseridos no material. Os instrumentos foram programados para realizar medições de temperatura a cada 30 minutos. Além disso, foram posicionados dois *data loggers* para monitorar a temperatura ambiente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, os dados foram analisados utilizando-se o programa R-PROJECT. Os dados foram submetidos à análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de perda por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e pH das silagens são apresentados na Tabela 2. A regressão apresentou efeito quadrático (P<0,05) da inclusão de polpa cítrica desidratada na silagem de milho sobre teor médio de PG e pH, estimando-se valor mínimo de pH igual a 3,66 e PG igual a 0,31%. O ponto de inflexão observado para pH foi de 18,55% e PG foi de 15,66% de inclusão de polpa cítrica (PC).

Valores de pH próximos aos deste experimento foram encontrados por OLIVEIRA et al. (2010) para silagens de milho, pH igual a 3,8. A inclusão da PC até o nível de 15% diminui o pH, que é um ponto positivo pois esse declínio favorece um melhor padrão de fermentação.

A análise de regressão revelou efeito linear (P<0,05) dos níveis de PC desidratada sobre o teor de PE das silagens, observando que o menor valor de PE foi encontrado com a adição de 20% de inclusão de PC. CORRÊA e SANTOS (2006) relataram que a PC pode ser um estimulante da fermentação, reduzindo as perdas por gases e por efluentes.

Tabela 2 - Teores médios de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e pH registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

Níveis de Polpa Cítrica desidratada						
0%	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**	**Equação**	**r2**
		PG(%)				
1,52	0,60	0,47	0,31	0,33	$Y=1,4658-0,1566x+0,0050x^2$	0,78
		PE(%)				
5,72	5,07	3,84	3,49	1,26	Y=5,9800-0,2100x	0,77
		Ph				
3,95	3,87	3,73	3,66	3,71	$Y=3,9750-0,0334x+0,0009x^2$	0,82

Os teores de MS, MM, PB e EE das silagens são apresentados na Tabela 3. Para MS a análise de regressão resultou no efeito linear (P<0,05) dos níveis de PC nas silagens. Para a

MS o menor valor foi observado no controle. Segundo BERGAMASHINE et al, (2006), a adição de 10% de polpa cítrica na silagem proporciona a elevação do teor de MS. Foi observada que a inclusão de PC elevou o teor de MS e que a adição de 20% de PC obteve o melhor resultado uma vez que uma boa silagem deve conter aproximadamente 30% de MS (NUSSIO et al., 2001).

Ao proceder ao estudo de regressão verificou-se efeito quadrático (P<0,05) da inclusão de PC na silagem sobre teor médio de PB, estimando-se o melhor valor com a adição de 20% de PC desidratada. O ponto de inflexão observado para PB foi de 5,56 % da adição de PC. A adição de polpa cítrica elevou as porcentagens de PB das silagens, segundo LOPES et al, (2007), aditivos absorvente podem elevar o valor nutritivo da silagem, apesar da PC não ser uma boa fonte protéica (NRC, 2001). Para MM a regressão revelou efeito linear sobre a inclusão de PC desidratada nas silagens. Os valores encontrados para MM não foram satisfatórios, POSSENTI et al. (2005) encontraram valores maiores para silagens de milho, em torno de (5,8 %) de MM. Para extrato etéreo o estudo de regressão foi linear crescente, a medida que foi aumentando os níveis de polpa cítrica aumentou EE, estudo realizado por SÁ NETO et. (2013) obtiveram valores inferiores de EE em silagens de milho aditivadas com *Lactobacillus buchneri.*

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

Níveis de Polpa Cítrica desidratada						
0%	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**	**Equação**	**r2**
		MS(%)				
22,24	24,50	25,60	29,04	29,78	Y=23,6368+0,0006x	0,73
		MM(%)				
1,54	1,60	1,98	2,05	2,18	Y=1,57+0,0765	0,83
		PB(%)				
7,52	6,52	7,71	7,71	7,90	$Y=7,2807-0,0423x+0,0038x^2$	0,24
		EE				
2,13	2,62	3,70	3,86	4,73	Y=2,1216+0,1290x	0,95

Os teores de FDN, FDA, LIG, HEM e CEL das silagens são apresentados na (Tabela 4). A análise de regressão revelou efeito linear (P<0,05) dos níveis de PC sobre o teor de FDN, FDA, LIG e HEM das silagens. A polpa cítrica se enquadra como um produto intermediário entre volumoso e concentrado (RODRIGUES e GUINARÃES JÚNIOR, 2005), dessa forma esse coproduto na silagem de milho diminuíu as porcentagens de FDN, FDA, LIG e HEM. Estes resultados de estão de acordo com POSSENTI et al, (2005), que observaram valores semelhantes para todos os parâmetros de fibra incluindo CEL, justificando que a adição de PC não prejudicou a fibra da silagem.

Ao proceder ao estudo de regressão verificou-se efeito quadrático (P<0,05) da inclusão de PC na silagem sobre teor médio de CEL, estimando-se valor mínimo de CEL 21,98% com 10% de adição de PC. O ponto de inflexão observado para CEL foi de 14, 62% de PC. Apesar do efeito quadrático da CEL, houve uma queda em relação ao tratamento controle, o que é um aspecto positivo da PC sobre as silagens de milho. A PC tem menores concentrações de CEL e LIG do que a silagem de milho (CASTRO NETO, 2004).

Tabela 4 - Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

Níveis de Polpa Cítrica desidratada						
0(%)	**5(%)**	**10(%)**	**15(%)**	**20(%)**	**Equação**	**r2**
		FDN(%)				
57,30	48,04	45,03	43,61	43,52	Y=53,7074-0,6238x	0,56
		FDA(%)				
35,32	28,64	27,46	26,73	26,48	Y=32,8018-0,3821x	0,52
		LIG(%)				
7,33	5,04	5,00	4,97	4,65	Y=6,4902-0,3370x	0,45
		HEM(%)				
21,97	19,40	17,57	16,88	16,31	Y=21,5125-0,2931x	0,68
		CEL(%)				
27,99	23,60	22,46	21,76	21,83	$Y=27.2736-0.8836x+0.0302x^2$	0,68

Valores médios de acetato (ACE), lactato (LAT), butirato (BUT), propionato (PROP) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) são apresentados na Tabela 5. Para ACE, PROP e DIVMS houve efeito linear crescente com a inclusão da PC desidratada na silagem de milho, já para LAT houve efeito linear decrescente, com a inclusão de PC na silagem. A inclusão de PC não alterou os níveis de BUT entre os tratamentos mas as concentrações nas silagens permaneceram dentro do recomendado na literatura, que seria de menos de 0,2% para caracterização de silagens bem preservadas (CATCHPOOLE & HENZELL, 1971; MCDONALD, 1981).

A vantagem associada ao acréscimo na concentração de ácido acético está no controle do desenvolvimento de microrganismos, principalmente leveduras, durante a fase fermentativa e após a abertura do silo (SALVO et al., 2013), a PC auxiliou nesse aumento de ácido acético e consequentemente houve uma diminuição de fungos e leveduras nesse trabalho (Tabela 6).

Para o LAT a inclusão de PC diminuiu a sua concentração, a planta de milho apresenta características desejáveis ao processo de ensilagem, após a abertura dos silos, a silagem torna-se susceptível à deterioração pela presença de ácido lático e alta concentração de nutrientes, os quais são utilizados como substrato para o desenvolvimento, principalmente, de leveduras e fungos filamentosos, causando a deterioração da silagem, o que afeta o consumo e desempenho animal (SLAVO et al., 2013).

A regressão revelou efeito linear positivo para a concentração de PROP, segundo TOMICH et al. (2003) vários ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação de silagens (láctico, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico), no entanto, tendo em vista a avaliação da qualidade deste processo, os mais comumente utilizados pelos microrganismos são os ácidos láctico, acético, propiônico e butírico.

Houve efeito linear crescente na adição de PC na silagem para a DIVMS, os valores revelados nesse trabalho foram superiores a determinados por RODRIGUES et al., 2004, trabalhando com silagem de milho aditivada com diferentes tipos de inoculantes bacterianos. Com o aumento da polpa cítrica nos tratamentos, consequentemente aumentou o teor de pectina, fibra de alta digestibilidade, com uma maior cinética ruminal.

Tabela 5 - Teores médios de ácido acético (ACE), ácido lático (LAT), ácido butiríco (BUT), ácido propiônico (PROP) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

Níveis de Polpa Cítrica desidratada						
0%	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**	**Equação**	**r2**
		ACE(%)				
9,34	10,12	10,26	10,83	10,92	Y=9,3802+0,5427x	0,93
		LAT(%)				
8,71	8,32	6,83	6,15	5,49	Y=8,6543-1,1000x	0,96
		BUT(%)				
0,203	0,207	0,210	0,208	0,201	Ns	
		PROP				
42,67	42,98	43,75	50, 03	53,32	42,7453+0,8687x	0,97
		DIVMS				
53,80	54,56	54,87	56,34	56,55	Y=53,8177+0,9856 x	0,94

Na Figura 1 observou-se que o tratamento que apresentou maior estabilidade aeróbia, ou seja, que levou mais tempo para elevar sua temperatura em 2ºC foi o SMPC10, seguidos pelos SMPC15, SMPC5 e SMPC20. O SMPC10 consequentemente apresentou menor percentual de aumento (16,79%) de fungos do dia 0 ao dia 5 seguidos pelo SMPC15 (17,11%); SMPC5 (22,35%) e SMPC20 (25,61%). Para as leveduras os tratamentos que apresentaram menor aumento de microrganismos e consequente melhor estabilidade ao ambiente foi SMPC20 (29,77%); SMPC15 (43,22%) e SMPC5 (46,45%) (Tabela 6).

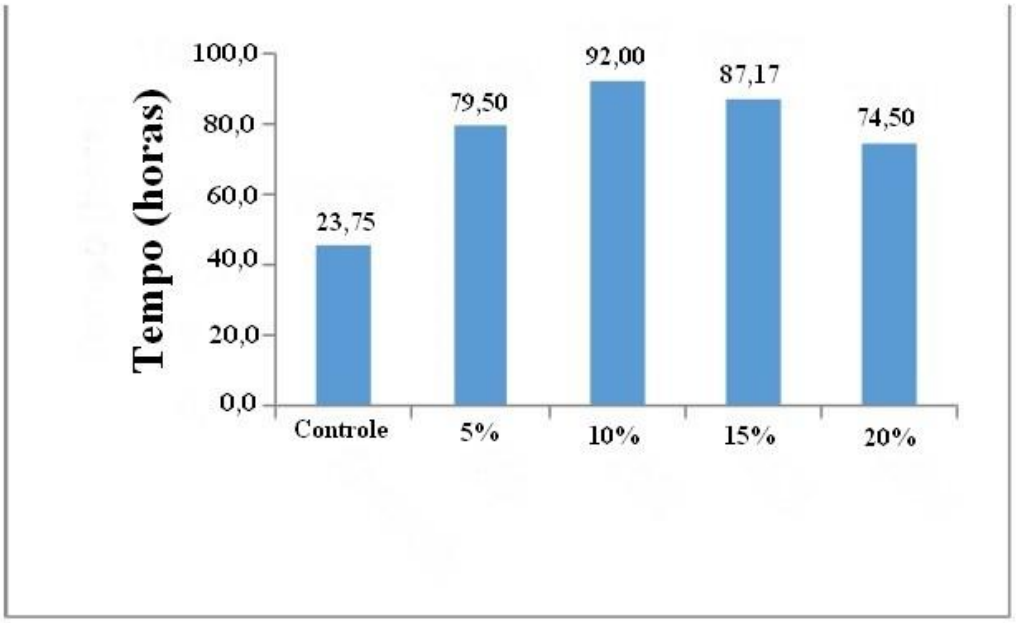

Figura 1:Tempo para aumento da temperatura em 2ºC nos diferentes tratamentos. Quanto maior o tempo para elevação da temperatura maior a estabilidade da massa.

Na Tabela 6, observa-se os valores obtidos a partir das contagens de leveduras e fungos no momento de abertura dos silos (dia 0) até o quinto dia de exposição aeróbia da silagem de milho nos diferentes tratamentos.

No momento da abertura dos silos verificou-se que o número de leveduras foi menor no SMPC10 (5,91) e no CON para fungos (3,70). No decorrer dos dias de exposição aeróbia as UFC aumentaram gradativamente em todos os tratamentos para ambos os microrganismos (fungos/leveduras), exceto o SMPC15 e SMPC20 que apresentaram número inferior de leveduras no primeiro dia de exposição aeróbia (Dia 1). O número de fungos diminuiu no primeiro dia de exposição aeróbia (Dia 1), em todos os tratamentos com polpa cítrica, contudo esse comportamento pode ser explicado pelo mecanismo de reprodução dos fungos, com a silagem exposta ao ar, ao passar dos dias houve um aumento da contagem de UFC.

Tabela 6- Contagem de fungos e leveduras (log UFG/g) por tratamento e dia em silagem de milho com diferentes percentagens de polpa cítrica desidratada e *in natura*

		Polpa cítrica desidratada			
		Leveduras			
Dia	CON	SMPC5	SMPC10	SMPC15	SMPC20
0	6,04	6,17	5,91	6,20	6,47
1	6,05	6,22	6,08	5,61	5,67
3	8,55	7,90	7,45	7,43	7,95
5	8,81	9,03	9,01	8,87	8,40
% de aumento	**45,72**	**46,45**	**52,41**	**43,22**	**29,77**
		Fungos			
Dia	CON	SMPC5	SMPC10	SMPC15	SMPC20
0	3,70	4,70	4,87	4,40	4,64
1	4,86	4,09	4,20	4,00	4,44
3	4,37	3,70	3,70	4,94	5,05
5	5,73	5,75	5,69	5,15	5,83
% de aumento	**54,91**	**22,35**	**16,79**	**17,11**	**25,61**

Houve aumento gradativo no número de microrganismos, principalmente fungos. No quinto dia de exposição aeróbia pode-se observar estruturas filamentosas na silagem o que constata o processo de reprodução dos fungos. Como esperado o processo de aeração da silagem causa o aparecimento de microrganismos indesejáveis, principalmente nas silagens ricas em carboidratos solúveis e amido como as de milho (CASTRO, 2004).

Houve uma queda das UFC/g em todos os tratamentos se comparados ao controle, exceto para os tratamentos SMPC5 e SMP10C. As leveduras são responsáveis pelo início da deterioração aeróbica em silagem (PAHLOW et al., 2003). Pode-se inferir que a adição de polpa cítrica diminui a fonte de alimentos desses microrganismos como ácidos orgânicos e açucares e altera as características físico-químicas da massa de silagem ideais para seu desenvolvimento como pH e temperatura.

CONCLUSÃO

A adição de polpa cítrica desidratada na silagem de milho melhorou os parâmetros fermentativos, diminuiu perdas por efluentes, perdas por gases e diminuiu o pH, favorecendo uma maior conservação da silagem.

A polpa cítrica elevou o teor de matéria seca da silagem, e proteína. A adição de polpa cítrica alterou todas as concentrações de fibras. O acréscimo de diferentes níveis de polpa cítrica à silagem de milho mostrou um potencial redutor de UFC/g de leveduras e principalmente de fungos. A polpa cítrica desidratada revelou-se um bom aditivo para silagens de milho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, Association Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 13. ed. Washington: AOAC, 1015p. 1980.

BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.128, p.175-217, 2006.

BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V.V.; ISEPON, J.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.

CASTRO NETO, A.G. Polpa Cítrica na alimentação de bovinos leiteiros. ReHAgro, 2004. Acessado em 13 de set. de 2013. http://www.sinueloagropecuaria.com.br/newsletter/infotecjulho/doc/67.doc:

CATCHPOOLE, V.R. & HENZELL, E.F. Silage and silage-making from tropical herbage species. **Herbage Abstracts**, v. 41, p.213-221, 1971.

CORREA, L. A.; SANTOS, P. M. **Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais**. SÃO CARLOS: EMBRAPA - CNPPS, 6P. 2006.

CORRÊA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Jounal Dairy Science,** v.85, p.3008-3012, 2002.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E.; BORGES, I. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capimelefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.223-229, 2009.

GONÇALVES, M. F.; OLIVEIRA, M.V; NOGUEIRA, H. C. R.; SANTOS, A. P. S.; FRANÇA, A. M. S.; HERMISDORFF, I. C.; SANTOS, R. M. Desempenho de novilhas alimentadas com co-produtos da indústria do milho ou do ácido cítrico. **Veterinária Noticías**, v.20, n.1, p.28-36, 2014.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York, A Wiley–Interscience Publication. 226p., 1981.

MIRON, J.; YOSEF, E.; BEN-GHEDALIA, D. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproducts feeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v.49, p.2322-2326, 2001.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of dairy cattle.7.ed. rev. Washington, DC: NationalAcademy Press, p.381, 2001.

NUSSIO, L.G. *et al.* Importance of the quality of the vegetative portion of the feeding value of corn silage. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 1., 2001, Maringá. ***Anais...*** Maringá: UEM, p. 319. 2001.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.).

Silage science and technology. Madison: **American Society of Agronomy**, **Crop Science Society of America**, **Soil Science Society of America**, 2003.

PEREIRA, E.M.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; et al. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.216-224, 2007.

POSSENTI, R.A.; FERRARI JR., E.; BUENO, M.S. BIANCHINI, D.; LEINZ, F.F.; RODRIGUES, C.F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.D.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; SENEDESE, S.S.; VIEIRA, P.D.F.; CARVALHO, A. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 368-373, 2014.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A.; RABELO, F.H.S.; SENEDESE, S.S.; VIEIRA, P.F.; BARBOSA, L.A.; CARVALHO, A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.656-668, 2012.

REGO, F.C.A.; LUDOVICO, A.; SILVA, L.C.; LIMA, L.D.; SANTANA, E.W.; FRANÇOZO, M. C. Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 3411-3420, 2012.

RODRIGUES, N.M.; GUIMARAES JUNIOR, R. Utilização de Subprodutos da Agroindústria na Alimentação de Vacas de Leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DENUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 3, 2005, Belo Horizonte, MG. ***Anais...*** BeloHorizonte, MG: EV/UFMG, p.65-91.2005.

RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, J.M.; SENATORE, A.L.; LIMA, F.R.; MELOTTI, L.; MEYER, P.M. Avaliação do Uso de Inoculantes Microbianos sobre a Qualidade Fermentativa e Nutricional da Silagem de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.538-545, 2004.

RUIZ, R.L. **Fungos e seu interesse em zootecnia**. In: Microbiologia zootécnica. São Paulo: Roca, 1992.

R-PROJECT (2014). http://www.r-project.org/

SALVADOR, C.S.; PEREIRA, M.N.; SANTOS, J.F. et al. Resposta de vacas leiteiras à substituição total do milho por polpa cítrica e à suplementação com minerais orgânicos II:

desempenho e economia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.1142-1149, 2008.

SALVO, P.A.R.; BASSO, F.C.1; RABELO, C.H.S.; OLIVEIRA, A.A.; SADER, A.P.; CASAGRANDE, D.R.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Características de silagens de milho inoculadas com *lactobacillus buchneri* e *l. Plantarum*. **Archivos de Zootecnia**, v.62, n.239, p.379-390, 2013.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, p.235, 2002.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stages technique for the "*in vitro*" digestion of forage crope. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.1, p.104-11, 1963.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, (Série Documentos da EMBRAPA), 2003.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, p.803-809, 2006.

ARTIGO CIENTÍFICO II

SILAGEM DE MILHO ENSILADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA *IN NATURA*

RESUMO: O processamento de diversos produtos origina altas quantidades de resíduos (coprodutos), que na maioria das vezes podem ser aproveitados na alimentação animal, reduzindo a contaminação ambiental e ao mesmo tempo os custos de produção animal, uma vez que a alimentação corresponde a 60-70% desses custos, dentre esses coprodutos destaca-se a polpa cítrica O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e Microbiologia, do Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde (IFGoiano), com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de polpa cítrica *in natura* como aditivo em silagem de milho. Foram utilizadas as seguintes inclusões: CON= Controle (silagem de milho), SMPC5= Silagem de milho mais 5% de polpa cítrica; SMPC10= Silagem de milho mais 10 % de polpa; SMPC15= Silagem de milho mais 15% de polpa cítrica; SMPC20=Silagem de Milho mais 20 % de polpa cítrica, armazenadas em silos experimentais de PVC, o delineamento foi inteiramente casualizado, com um total de três silos por tratamento. A inclusão de até 20% de polpa cítrica melhorou os parâmetros fermentativos, e bromatológicos e digesibilidade *in vitro* Para estabilidade aeróbia e microbiológica obteve efeito satisfatório com o tratamento SMPC15, havendo uma menor quantidade de fungos e leveduras. Em virtude do elevado custo de secagem, pode se optar pela utilização da polpa cítrica úmida, conservadas na forma de silagem.

Palavras-chave: digestibilidade, ensilamento, estabilidade, microrganismos

ABSTRACT: The processing various products gives high amounts of waste (byproducts), which in most cases can be utilized in animal feed, reducing environmental pollution while animal production costs, since the power corresponding to 60-70 % of such costs among these co-products stands out the citrus pulp The experiment was conducted at the Animal and

Microbiology Nutrition Laboratory, the Federal Goiano Campus Green River Institute (IFGoiano), in order to evaluate the effect of different levels of citrus pulp in nature as an additive in silage corn. The following additions were used: CON = control (corn silage), SMPC5 = Corn silage plus 5% of citrus pulp; SMPC10 = Corn silage plus 10% of pulp; SMPC15 = Corn silage plus 15% of citrus pulp; SMPC20 = Corn silage plus 20% citrus pulp, stored in experimental PVC silos, the design was completely randomized, with a total of three silos per treatment. The inclusion of up to 20% of citrus pulp improved fermentation characteristics and bromatológicos and digesibilidade vitro for aerobic microbiological stability and satisfactory effect obtained with SMPC15 treatment, with a minor amount of yeast and fungi. Because of the high cost of drying, you can opt for the use of citrus pulp, preserved as silage

Keywords: digestibility , ensilamento , stability , microorganisms

INTRODUÇÃO

A baixa disponibilidade e valor nutritivo das pastagens, no período da seca, são os fatores que mais contribuem para a diminuição produção dos animais. A conservação de alimentos, principalmente de volumosos, tem sido utilizada como uma técnica que permite a utilização desses alimentos em qualquer época do ano. A ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida durante a estação de maior crescimento das plantas forrageiras, garantindo a alimentação adequada na época das secas (PEREIRA et al., 2004).

O milho, tradicionalmente, é a cultura mais utilizada para produção de silagem. Além de possuir composição bromatológica que preenche as exigências para confecção de uma boa silagem, proporciona boa fermentação microbiana (NUSSIO et al., 2001).

É vital para os ruminantes a ingestão de material fibroso, o ruminante é capaz de transformar a fibra bruta em alimento e essa fibra é liberada no rúmen após a fermentação, tanto milho quanto polpa cítrica são alimentos ricos em fibras. Para melhorar as condições de fermentação ou para melhorar o valor nutritivo das silagens, alguns aditivos podem ser usados, como é o caso de fenos, palhas, fubá, ureia, melaço etc. Os aditivos são substâncias contribuintes na redução de perdas, estimuladores de fermentação desejada e enriquecedores do valor nutritivo, contribuindo com a melhoria da palatabilidade e o consumo da silagem

resultante além de outros benefícios, tais como: inibir o crescimento de microorganismos aeróbios; inibir o crescimento de organismos indesejáveis anaeróbio; inibir a atividade microbiana de planta (LALA et al., 2010).

Ultimamente tem se utilizado com aditivos, os coprodutos, que são resíduos da agroindústria, entre esses coprodutos tem-se a polpa cítrica. A polpa cítrica é um coproduto da fabricação de suco concentrado pela indústria citrícola, sendo constituída por cascas, sementes, bagaço e frutas descartadas, o carboidrato presente em maior abundância na polpa cítrica é a pectina, carboidrato altamente degradado no rúmen. Em média, para cada 100 kg de frutas frescas, se obtém 7,3 kg de polpa cítrica (MENEGHETTI e DOMINGUES, 2008).

A polpa cítrica pode ser utilizada em rações para ruminantes como ingrediente de alta densidade energética para animais em crescimento e lactação e tem pouco ou nenhum efeito negativo na fermentação ruminal em comparação a alimentos ricos em amido (BAMPIDIS e ROBINSON, 2006). É disponibilizada no mercado interno nos últimos anos a um preço razoável.

Objetivou-se através desse trabalho avaliar as potencialidades da polpa cítrica *in natura* como aditivo em silagens de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O milho para a silagem foi obtido da fazenda Rio Verdinho Barra Grande, BR 060, km 452, Rio Verde-Jataí, zona rural/Rio Verde-GO (17°, 44’ 02.1’’ S; 51°, 13’58,3’’ O). A polpa cítrica foi fornecida por empresa de sucos de laranja da região (Naturanja®), localizada no município de Rio Verde.

A variedade do milho utilizado foi Nidera NS90. A cultura foi adubada: 150kg de cloreto de potássio/ha; 150kg de MAP 10/50/ha na base, 200 kg de ureia/ha. Foram utilizadas duas aplicações de inseticida sendo as duas com os seguintes produtos: 1 litro Metomil/ha;100ml de Rimon Supra/ha. Também realizou-se duas aplicações de fungicida, sendo: 1° aplicação - 450 ml de Priori Extra + 400 ml de Mimbus/há e 2° aplicação com 450 ml de Azimut/ha + 450 ml de Mimbus/ha.

O milho foi colhido dia 25 de Janeiro de 2015, o estádio vegetativo se encontrava farináceo-duro com 50% linha de leite. A planta foi cortada em ensiladora Jonh Deere® 5460, tamanho de partícula em torno de 3 a 5 cm.

O ensilamento e as análises do experimento foram realizadas no Instituto Federal Goiano – campus Rio Verde, Laboratório de Nutrição Animal e Microbiologia do Instituto Federal Goiano- campus Rio Verde.

Na tabela 1 observa-se a análise bromatológica do milho no dia da ensilagem e da polpa cítrica.

Tabela 1. Análise bromatológica do milho no dia da ensilagem (M) e da polpa cítrica (PC).

	MS %	PB%	EE%	FDN%	FDA%	LIG%	MM%
M	**28,63**	**6,71**	**5,01**	**55,63**	**28,98**	**20,24**	**5,33**
PC	**33,3**	**9,6**	**4,9**	**24,2**	**22,2**	**16,9**	**7,0**

O experimento constituiu-se de silagem de milho com polpa cítrica *in natura*, com os seguintes tratamentos: CON= Controle (silagem de milho), SMPC5= Silagem de milho mais 5% de polpa cítrica *in natura*; SMPC10= Silagem de milho mais 10 % de polpa cítrica *in natura*; SMPC15= Silagem de milho mais 15% de polpa cítrica *in natura*; SMPC20=Silagem de Milho mais 20 % de polpa cítrica *in natura*.

A ensilagem foi realizada em silos de PVC, com diâmetro de 100 mm, com altura de 0,50 m, com volume de 0,003925 m^3, e fechados com duas camadas de plástico, para impossibilitar a entrada de oxigênio. Um total de três silos por tratamento foram preparados.

No fundo de cada silo foi adicionado 0,500 kg de areia previamente seca, coberto com um tecido de dimensão de 15 cm de diâmetro em seguida coberto um uma tela de nylon com as mesmas dimensões. Após 60 dias da ensilagem e, antes da abertura dos silos, os mesmos foram pesados para a quantificação dos gases produzidos antes e após processo fermentativo. Para quantificar as perdas por efluentes foi determinada a diferença de peso da areia contida no fundo do silo no momento de sua abertura e antes da ensilagem.

Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos, descartando-se as porções superior e inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e, colocada em bandejas de plástico. Posteriormente esses materiais foram pesados e levados para estufa de ventilação forçada a 55ºC durante 72 horas para determinação dos teores de matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em um moinho do tipo Willey, em peneira com malha de 1 mm, para serem analisadas.

Após abertura dos silos foram analisados os parâmetros fermentativos como pH, e o nitrogênio amoniacal (N-NH3/NT). O pH foi determinado de acordo com SILVA e

QUEIROZ (2002). O N-NH3/NT foi realizado através da metodologia da AOAC (1980), enquanto que, as análises de perdas por gases (PG) e perdas por efluentes (PE), foram realizadas de acordo com metodologias descritas por ZANINE et al. (2006).

As análises bromatológicas para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FDA) pelo método descrito por SILVA e QUEIROZ (2002).

No ensaio da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), foi utilizada a metodologia descrita por TILLEY e TERRY (1963) modificada para o Fermentador Ruminal DAISY II, seguindo-se a metodologia apresentada no manual de utilização do equipamento (ANKOM® Technology), fornecida pelo fabricante.

Para ácidos orgânicos, foram pesados 25 g de silagem úmida, acrescentados 225 ml de água destilada, batidas no liquidificador por 1 minuto, filtrados em peneira fina, e armazenados em tubos de plásticos e depois foram congeladas. Após descongelamento, essas amostras foram centrifugadas (15 minutos a 4.000 rpm), filtradas em filtro de náilon com porosidade de 0,45µm e utilizadas para a dosagem dos ácidos lático, acético e butírico, por cromatografia gasosa no equipamento (Agilent 6890®).

Para estabilidade aeróbia e analises microbiológicas, todo o material foi mantido em ambiente aeróbio e temperatura ambiente para análise em quatro momentos distintos, dias 0, 1, 3 e 5; após a abertura dos silos.

As análises microbiológicas para contagem dos fungos e leveduras foram iniciadas com a diluição de 25 gramas de amostra de cada um dos tratamentos e repetições em 225mL de solução salina estéril. Posteriormente foi realizada uma diluição seriada até 10^{-7} na mesma Solução. Para contagem dos microrganismos utilizou – se 100µL de cada uma das diluições 10^{-3}; 10^{-4} e 10^{-5} que foram inoculadas em duplicata no meio BDA (Agar Batata Dextrose). Todas as placas foram incubadas a 28ºC por três dias para contagem de leveduras e cinco dias para contagem de fungos filamentosos. Após o período de crescimento foi realizada a contagem das unidades formadora de colônias (UFC) das placas que continham entre 25 e 250 colônias. Para confirmação da contagem de colônias atípicas foram preparadas lâminas por coloração simples que foram analisadas em microscópio óptico. Na análise dos dados, os valores obtidos nas contagens foram submetidos ao cálculo da média, que foi multiplicada pela diluição e a esse valor foi aplicado o logaritmo de base dez.

Para aferição da temperatura foram inseridos *data loggers* no centro das amostras de silagem, de forma que os equipamentos se mantivessem totalmente inseridos no material. Os

instrumentos foram programados para realizar medições de temperatura a cada 30 minutos. Além disso, foram posicionados dois *data loggers* para monitorar a temperatura ambiente.

O delinemanto experimental foi inteiramente casualizado, os dados foram analisados utilizando-se o programa R-PROJECT. Os dados foram submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão revelou efeito linear (P<0,05) dos níveis de PC *in natura* sobre o teor de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e pH (Tabela 2). O aumento de PC favoreceu a redução do pH e de PG das silagens, RODRIGUES et al. (2004), obteve para pH em silagens de milho igual a 3,76, valor semelhante ao observado neste trabalho, ressaltando que a polpa cítrica reduz o pH em silagens que é um aspecto positivo para o processo de ensilagem. As perdas por gases nas silagens com PC foram inferiores às das silagens do tratamento controle, esses resultados foram similares aos observados por RÊGO et al. (2013), trabalhando com silagem de bagaço de laranja.

A silagem com maior quantidade de PC produziu maiores quantidades de efluente em relação às demais silagens. O volume do efluente produzido em um silo é influenciado principalmente pelo conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada e pelo grau de compactação, além de outros, como o tipo de silo (OLIVEIRA et al., 2010), então observa-se que o aumento de PC *in natura*, por se coproduto úmido influenciou o aumento dessa perda.

Tabela 2 - Teores médios de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e pH registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão

Níveis de Polpa Cítrica *in natura*						
0%	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**	**Equação**	**r2**
		PG(%)				
1,31	1,29	1,24	1,25	1,15	Y=1,3233-0,0077x	0,79
		PE(%)				
2,69	4,23	4,77	5,35	5,49	Y=3,1850+0,8545x	0,85
		pH				
3,71	3,66	3,64	3,59	3,52	Y=3,7150-0,0087x	0,96

Na (Tabela 3), a inclusão de PC *in natura* resultou em efeito linear sobe todos os parâmetros analisados(P<0,05) dos níveis de PC sobre nas silagens. A MS teve menor valor

na silagem com a adição de 20% de PC, isso é explicado pelo fato da grande umidade da PC *in natura*, Outro fator que pode influenciar a matéria seca é a compactação, pois segundo SENGER et al. (2005) em experimento utilizando dois tipos de compactação em silagem de milho também obteve valores baixos para MS (25,8% para mal compactado e 26,2% para bem compactado).

Para MM, PB e EE os maiores níveis de PC nas silagens aumentou esses valores, portanto considerando essas características a inclusão de PC é uma ótima escolha de aditivo. COSTA et al. (2013) trabalhando com silagem de milho com diferentes densidades de plantas/ha obteve valores de PB igual a 7,75% próximo aos verificados neste estudo. Porém, para EE os valores foram inferiores, pois o melhor resultado que COSTA et al. (2013) observou foi de 3,10%. Já a MM apesar de ter aumentado seu nível nas silagens com a inclusão de PC, ela se encontra um pouco abaixo de outras silagens de milho e superiores a outras silagens, COSTA et al., 2013 obteve para MM 5,35% em silagem de milho, mais valores inferiores foi encontrado por SALVO et al., (2013) analisando silagem de milho (controle, 3, 43%).

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

Níveis de Polpa Cítrica *in natura*						
0%	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**	**Equação**	**r2**
		MS(%)				
29,55	29,43	28,44	27,78	26,59	Y=29,8767-0,1514x	0,94
		MM(%)				
2,18	2,75	3,35	3,60	3,81	Y=2,3166+0,0823x	0,95
		PB(%)				
6,09	6,17	6,69	7,15	7,64	Y=5,9387+0,0814x	0,96
		EE(%)				
3,30	3,78	4,34	4,62	4,96	Y=3,3689+0,0832x	0,98

Houve efeito linear em todos parâmetros fibrosos com a inclusão de PC nas silagens (Tabela 4), reduzindo os teores de FDN, FDA, LIG e CEL.

Os valores de FDN estão bem próximos aos preconizados pelo NRC, que são de 51,00% e 52,00%, para silagens de milho NRC, (1984) e NRC, (1996), respectivamente.

Valer ressaltar que o teor de FDA está relacionado com a digestibilidade da forragem, pois é ela que contém a maior proporção de lignina, que é a fração da fibra indigestível, indicando assim a quantidade de fibra que não é digestível (OLIVEIRA et al., 2010). RABELO et al. (2014) trabalhando com diferentes características agronômicas em silagens de milho obteve valores semelhantes para LIG, 6,29.

Para os teores de CEL, verificou-se redução linear com a inclusão da PC. A redução nos teores de CEL está relacionada à menor concentração desse componente na PC em relação ao milho. A CEL corresponde à maior fração da FDA. A importância na redução dos teores de CEL se deve ao fato de ser um dos componentes da parede celular com menor digestibilidade (LOUSADA JUNIOR et al., 2005)

Os teores de HEM aumentaram-se linearmente com os níveis crescentes de adição do coproduto, o maior valor encontrado nesse trabalho foi de 22,19 com a inclusão de 20% de polpa cítrica. Valor aproximado para HEM foi encontrado por VELHO et al., (2007) em silagem de milho com diferentes tipos de compactação, em alta densidade de compactação com valor de 23,95% de hemicelulose.

Tabela 4 - Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão

Níveis de Polpa Cítrica *in natura*						
0(%)	**5(%)**	**10(%)**	**15(%)**	**20(%)**	**Equação**	**r2**
		FDN(%)				
53,74	53,01	52,74	52,71	52,02	Y=53,0763-0,6238x	0,94
		FDA(%)				
35,21	33,54	32,29	31,88	29,82	Y=35,0622-0,2489x	0,96
		LIG(%)				
8,92	8,59	6,75	6,23	6,19	Y=9,1017-0,2561x	0,92
		HEM(%)				
18,53	19,51	20,45	20,83	22,19	Y=18,4111+0,1857x	0,99
		CEL(%)				
26,65	26,64	25,62	25,29	23,94	Y=25,9604-0,0722x	0,59

Houve efeito linear crescente (p>0,05) para todos os parâmetros de ácidos orgânicos e também para DIVMS. Quanto aos ácidos orgânicos, o lático é o mais forte e o maior responsável pelo abaixamento do pH para a faixa ideal de 3,8 a 4,2 (BARCELOS et al., 2014). Esses valores estão próximos a encontrados por RÊGO et al. (2012), onde os teores de ácido acético foram em média 11,53% em silagens de bagaço de laranja. Este resultado é decorrente dos elevados teores de pectina presentes na PC, o que, segundo VAN SOEST (1987), favorece a fermentação acética, como ocorreu nesse trabalho.

Para ácido lático a maior concentração observada foi de 8,66%), valores inferiores foram encontrados por RODRIGUES et al. (2004) em estudo de silagens de milho usando diferentes níveis de aditivos microbiológicos, cujo valor encontrado foi de 5,06% para o tratamento usando o aditivo microbiano (Sil-All®).

A inclusão de PC aumentou os níveis de BUT e PROP, à medida que aumenta a quantidade de substrato de fácil fermentação, aumenta concentração desses ácidos, o que evidencia o benefício das inclusões de coprodutos sobre a produção dos ácidos orgânicos (SPRAGUE e LEPARULO, 1995).

A DIVMS da silagem aumentou linearmente com a inclusão de polpa cítrica, provavelmente em virtude dos altos coeficientes de digestibilidade da MS deste coproduto, conforme observaram SCHULTZ et al. (1993). Para DIVMS valores bem aproximados foram encontrados por SENGER et al. (2005) em silagem de milho bem compactada, 57,9%.

Níveis de Polpa Cítrica *in natura*						
0%	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**	**Equação**	**r2**
		ACE(%)				
10,26	10,69	10,90	11,06	11,54	Y=10,3063+0,5870 x	0,96
		LAT(%)				
6,54	7,06	7,89	8,07	8,66	Y=6,6002+1,0488x	0,97
		BUT(%)				
1,27	1,40	1,46	1,50	1,55	Y=1,3063+0,0133x	0,94
		PROP				
55,61	57,70	57,76	62,58	63,68	56,0453+0,8678x	0,95

		DIVMS				
52,85	54,68	56,05	56,93	57,88	Y=53,216+0,9746x	0,97

Tabela 5 - Teores médios de ácido acético (ACE), ácido lático (LAT), ácido butiríco (BUT), ácido propiônico (PROP) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão

Na Figura 1 o tratamento que apresentou maior estabilidade aeróbia, ou seja, que levou mais tempo para elevar sua temperatura em 2ºC foi o SMPC15, seguidos pelos SMPC10, SMPC20 e SMPC5. O SMPC15 consequentemente apresentou menor percentual de aumento (19,43%) de fungos do dia 0 ao dia 5 seguidos pelo SMPC10 (23,18 %); SMPC20 (35,46 %) e SMPC5 (37,70 %). Para as leveduras os tratamentos que apresentaram menor aumento de microrganismos e consequente melhor estabilidade ao ambiente foi SMPC20 (15,20 %); SMPC15 (31,81%) e SMPC10 (42,55%) (Tabela 6).

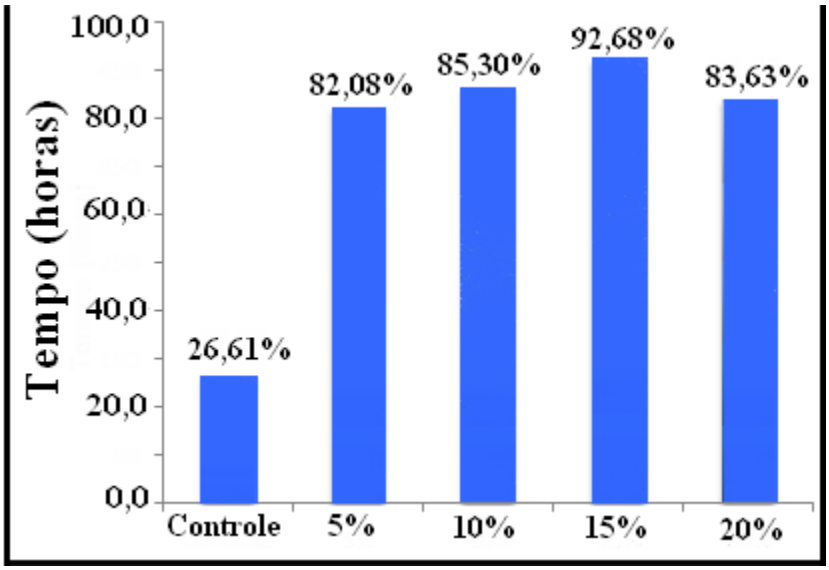

Figura 01: Tempo para aumento da temperatura em 2ºC nos diferentes tratamentos. Quanto maior o tempo para elevação da temperatura maior a estabilidade da massa.

Na Tabela 6, observa-se os valores obtidos a partir das contagens de leveduras e fungos no momento de abertura dos silos (dia 0) até o quinto dia de exposição aeróbia da silagem de milho nos diferentes tratamentos.

No momento da abertura dos silos, o número de leveduras foi menor no SMPC20 (6,45) e no CON para fungos (3,54). No decorrer dos dias de exposição aeróbia as UFC aumentaram gradativamente em todos os tratamentos para ambos os microrganismos (fungos/leveduras), apesar desse aumento que é inevitável, os tratamentos com maior concentração de polpa obtiveram os menores valore de UFC.

Tabela 6- Contagem de fungos e leveduras (log UFG/g) por tratamento e dia em silagem de milho com diferentes percentagens de polpa cítrica desidratada e *in natura*

	Polpa cítrica *in natura*				
	Leveduras				
Dia	CON	SMPC5	SMPC10	SMPC15	SMPC20
0	7,50	7,13	6,51	6,47	6,45
1	8,08	7,22	6,70	6,72	6,62
3	8,45	8,60	7,80	7,98	7,81
5	9,81	8,95	8,06	8,03	7,85
% de aumento	**52,32**	**43,88**	**42,55**	**31,81**	**15,20**
	Fungos				
Dia	COM	SMPC5	SMPC10	SMPC15	SMPC20
0	3,54	4,47	4,34	5,03	4,63
1	3,46	4,49	4,43	5,13	4,78
3	4,12	4,71	4,50	5,15	5,01
5	5,55	5,32	5,11	5,21	5,92
% de aumento	**47,03**	**37,70**	**23,18**	**19,43**	**35,46**

Os fungos e as leveduras reduzem o potencial de conservação, o desenvolvimento desses microrganismos está diretamente ligado ao pH da silagem, os fungos, produzem toxinas que podem intoxicar os animais. A ocorrência de fungos está associada, principalmente a falhas na compactação, propiciando a entrada de ar no silo, as leveduras oxidam os ácidos orgânicos que atuam como conservantes, geralmente iniciando o processo de degradação aeróbia e, posteriormente, provocando a elevação do pH e o desenvolvimento de outros microrganismos, como fungos (DRIEHUIS e OUDE ELFERINK, 2000, DRIEHUIS et al., 1999).

CONCLUSÃO

A inclusão de polpa cítrica nas silagens de milho influenciou todos os parâmetros avaliados, melhorando a qualidade do conteúdo fibroso, elevou o teor de proteína, extrato etéreo e digetibilidade *in vitro,* e redução dos micorganismos que deterioram a silagem, sendo recomendado o nível de até 20% de inclusão da polpa cítrica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICAS

AOAC, Association Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 13. ed. Washington: AOAC, 1015p. 1980.

BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.128, p.175-217, 2006.

BARCELOS, B.; GREGHI, G.F.; SARAN NETTO, A.; VILELA, F.G.; RODRIGUES, P.H.M.; MARINO, C.T. Contribuição da inclusão de polpa cítrica e casca de soja para a qualidade da silagem de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.1, p.277-283, 2014.

COSTA. D.A.; DOMINGUES, F.N.; ZUNDT, M.; MOTA, A.D.A.; OAIGEN, R.P.; CALONEGO, J.; MIRANDA, A.S. Influência do arranjo de plantas sobre a composição bromatológica da silagem de milho. **Veterinária em Foco**, v.10, n.2, 2013.

DRIEHUIS F.; ELFERINK, S.J.W.H.O. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. **Veterinary Quarterly**, v.22, p.212-217, 2000.

DRIEHUIS F.; ELFERINK, S.J.W.H.O. Anaerobic lactic acid degractation during ensilage of whole crop maize inoculated white *lactobacillus buchneri* inhibitis yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of applied Bacteriology**, v. 87, p. 583-594, 1999.

LALA, B.; PEREIRA, V.V.; POSSAMAI, A.P.S.; DINIZ, P.P.; SILVA, S.C.C.; GRANDE, P.A. Aditivos no processo de ensilagem. **BioEng**., v.4 n.3, p. 175-183, 2010.

LOUSADA JUNIOR, J.E.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; LOBO, R.N.B. Consumo e digestibilidade aparente de subprodutos do processamento de frutas em ovinos**. Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.659-669, 2005.

MENEGHETTI, C.C.; DOMINGUES, J.L. Caracteristicas nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletronica Nutrime**, v.5, n.2, p.512-536, 2008.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of beef cattle. Seventh Edition. Washington, D.C. National Academy Press. p. 244, 1996.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of dairy cattle.7.ed. rev. Washington, DC: NationalAcademy Press, p.381, 2001.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

PEREIRA, R.C.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; SALVADOR, F.M.; MACIEL, G.A. Efeitos da inclusão de forragem de leucena (*leucaena leucocephala (lam.) dewit*) na qualidade da silagem de milho (*zea mays l.*). **Ciência agrotécnica**, v.28, n.4, p. 924-930, 2004.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.D.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; SENEDESE, S.S.; VIEIRA, P.D.F.; CARVALHO, A. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 368-373, 2014.

RÊGO, F.C.A.; LUDOVICO, A.; LIMA, L.D.; BELAN, L.; CUNHA FILHO, L.F.C.; ZUNDT, M.. Cinética de fermentação ruminal in vitro, composição química e perfil de ácidos graxos da silagem de bagaço de laranja com fubá de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n. 6, p. 4037-4046, 2013.

REGO, F.C.A.; LUDOVICO, A.; SILVA, L.C.; LIMA, L.D.; SANTANA, E.W.; FRANÇOZO, M. C. Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 3411-3420, 2012.

RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, J.M.; SENATORE, A.L.; LIMA, F.R.; MELOTTI, L.; MEYER, P.M. Avaliação do Uso de Inoculantes Microbianos sobre a Qualidade Fermentativa e Nutricional da Silagem de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.538-545, 2004.

R-PROJECT (2014). http://www.r-project.org/

SALVO, P.A.R.; BASSO, F.C.1; RABELO, C.H.S.; OLIVEIRA, A.A.; SADER, A.P.; CASAGRANDE, D.R.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Características de silagens de milho inoculadas com *lactobacillus buchneri* e *l. Plantarum*. **Archivos de Zootecnia**, v.62, n.239, p.379-390, 2013.

SENGER, C.C.D.; MÜHLBACH, P.R.F.; SÁNCHEZ, L.M.B.; PERES NETTO, D.; LIMA, L.D. Composição química e digestibilidade '*in vitro'* de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, 2005.

SPRAGUE, M.A.; LEPARULO, L. Losses during storage and digestibility of different crops as silage. **Agronomic Journal Madison**, v.57, p.425-457, 1965.

SCHULTZ, T.A.; COLLAR, C.A.; BATH, D.I. et al. Rumen digestion of various dairy feedstuffs compared in tests. **California Agriculture**, v.3, n.1, p.29-38, 1993.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, p.235, 2002.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stages technique for the "*in vitro*" digestion of forage crope. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.1, p.104-11, 1963.

VAN SOEST, P. J. Soluble carbohydrates and the nonfiber components of feeds. **Large Animal Veterinary**, v. 42, n. 1, p. 44-46, 1987.

VELHO, J.P.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; VELHO, I.M.P.H.; GENRO, T.C.M.; KESSLER, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1532-1538, 2007.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, p.803-809, 2006.