

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CAMPUS SÃO LUIS DE MONTES BELOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
MESTRADO PROFISSIONAL

AMELINA DE OLIVEIRA SOUZA

SILAGEM DE MILHO COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE POLPA CÍTRICA

São Luís de Montes Belos

2019

AMELINA DE OLIVEIRA SOUZA

SILAGEM DE MILHO COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE POLPA CÍTRICA

Dissertação apresentada a Universidade Estadual de Goiás, Campus São Luís de Montes Belos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de Pesquisa: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. José Henrique da Silva Taveira

Coorientador: Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos

São Luís de Montes Belos

2019

AMELINA DE OLIVEIRA SOUZA

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Goiás,
Campus São Luís de Montes Belos
para obtenção do título de Mestre
em Desenvolvimento Rural
Sustentável.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Henrique da Silva Taveira – UEG
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Medeiros - UEG
Membro

Prof. Dra. Patrícia Costa – UEG Câmpus Santa Helena
Membro

Dedico aos meus queridos pais, Lourêncio Correia de Souza e
Tânia Lúcia Araújo de Oliveira Souza, que me ensinaram a
não ter medo das situações difíceis
e procurar sempre superá-las.

AGRADECIMENTOS

A Deus que foi meu sustento e minha força nos momentos em que julguei não conseguir seguir em frente.

Ao Professor Jose Henrique da Silva Taveira, por ter me orientado, pelo apoio e pela amizade.

Aos Professores Alessandro José Marques Santos e Clarice Backes pela valiosa colaboração, tempo e dedicação empenhados, pelo conhecimento que transmitiram e pela amizade.

Aos meus pais Lourêncio Correia de Souza e Tânia Lúcia Araújo de Oliveira Souza, ao meu irmão Denner Araújo de Souza sempre presentes apoiando-me de forma incondicional para a realização desta dissertação. A minha avó Gilda Maria Araújo Oliveira (*in memoriam*) que durante a realização deste trabalho partiu, mas que sempre me ensinou a ser perseverante na realização dos meus sonhos.

Aos meus familiares pelo apoio sempre com palavras de força e motivação.

Aos amigos do Grupo de Oração Divino Espírito Santo os quais sempre me motivaram e intercederam por mim.

A minha amiga Shara de Lima pela amizade, motivação e ajuda incondicional em todos os momentos da condução do experimento.

Ao amigo Pedro Henrique por todo apoio e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Ao amigo Yuri Luiz pela amizade e pelo companheirismo durante o período de mestrado.

A colega de mestrado Weslian Vilanova pela ajuda nas análises realizadas no laboratório.

Ao colega de mestrado Lucas Matheus pela ajuda com a estatística e nas demais dúvidas.

Aos funcionários e amigos da Universidade Estadual de Goiás de São Luís de Montes Belos pela ajuda e amizade, em especial o técnico do Laboratório de Bromatologia do Câmpus, Jorge pelo empenho e ensinamentos na realização das análises.

As estagiárias do Laboratório de Forragicultura do Instituto Federal Goiano de Rio Verde, o técnico Wender e a Professora Kátia Aparecida pela disponibilidade do

laboratório.

Ao programa de pós graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável Mestrado Profissional, ao programa de bolsa Stricto Senso-UEG.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

Que Deus os abençoe!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise bromatológica do milho no dia da ensilagem (M) e da polpa cítrica (PC)30

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis, potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT), capacidade tampão (CT) e digestibilidade *in vitro* (DIVMS).....31

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis, matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).....32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fases de fermentação durante o processo de ensilagem	7
Figura 2. Valor de pH para silagem de milho, com níveis crescentes de polpa cítrica.....	32
Figura 3. Curva de resposta de N-NH ₃ /NT das silagens acrescidas com polpa cítrica.....	33
Figura 4 Valor da capacidade tampão de acordo com níveis crescentes de polpa cítrica.....	34
Figura 5. Concentrações de proteína bruta com níveis crescentes de PC.....	35
Figura 6. Incremento nas concentrações de extrato etéreo em diferentes níveis de PC.....	36
Figura 7. Concentrações de FDA em diferentes níveis de PC.....	36
Figura 8. Curva de demonstração das concentrações dos teores de FDA das silagens.....	37
Figura 9: Concentrações de matéria mineral das silagens em função da adição de polpa cítrica.....	39
Figura 10. Concentrações de digestibilidade in vitro das silagens.....	39

.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AOAC - Association Official Analytical Chemists

DIVMS - Digestibilidade in vitro da matéria seca

EE - Extrato Etéreo

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro

MM - Matéria mineral

MS - Matéria seca

NS - Não significativo

N-NH₃/NT - Nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total)

PB - Proteína bruta

PC - Polpa cítrica

pH - Potencial Hidrogeniônico

RESUMO

É de grande importância o conhecimento e avaliação de novas alternativas que possam ser utilizadas na alimentação animal, bem como os impactos que esses resultados produzirão nos animais que farão uso desses alimentos. A realização deste trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes proporções de polpa cítrica adicionada a silagem de milho. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. A polpa cítrica foi através de processo de secagem natural, e posteriormente a mesma foi adicionada a silagem de milho numa proporção de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 %. A ensilagem foi realizada em silos de PVC e fechados com duas camadas de plástico, para impossibilitar a entrada de oxigênio. Um total de quatro silos por tratamento foram preparados. Os resultados dos parâmetros fermentativos e bromatológicos, foram avaliados, estatisticamente por meio da análise de variância e regressão. A polpa cítrica se mostrou um bom aditivo na proporção de 50% aumentando linearmente os teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e acarretando efeito linear descendente sobre os valores de pH. Para os teores de N-NH₃/NT, CT, FDN, FDA e MM observou-se comportamento quadrático para as curvas obtidas. Não foram observados efeitos sobre os valores de MS.

Palavras chave: Forragem. Produção. Lignina.

ABSTRACT

It is a great importance the knowledge and evaluation of new alternatives that can be used in animal feed, as well as the impacts that these results will produce in the animals that will make use of these foods. The objective of this work was to evaluate the effect of different proportions of citrus pulp added to corn silage. The experimental design was a completely randomized design. The citrus pulp was through a natural drying process, and thereafter the corn silage was added in a ratio of 0, 10, 20, 30, 40 and 50%. The ensiling was performed in PVC silos and closed with two layers of plastic, to prevent the entry of oxygen. A total of four silos per treatment were prepared. The results of the fermentative and bromatological parameters were statistically evaluated through analysis of variance and regression. The citrus pulp showed a good additive in the proportion of 50% increasing linearly the in vitro digestibility of dry matter, crude protein and ethereal extract and causing a linear downward effect on the pH values. For the N-NH₃ / NT, CT, NDF, FDA and MM contents, quadratic behavior was observed for the obtained curves. No effects on MS values were observed.

Keywords: Forage. Production. Lignin.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Silagem de milho.....	15
2.2 Processo de ensilagem	16
2.3 Uso de aditivos em silagem	18
REFERÊNCIAS.....	21
CAPÍTULO 2 – Silagem de Milho com diferentes proporções de polpa cítrica.	25
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	40

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

A agropecuária brasileira se destaca como uma atividade, que além de ser fundamental para a economia é também muito importante para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), a agropecuária cresceu 0,7% no terceiro trimestre de 2018, e o (PIB) Produto Interno Bruto teve alta de 0,8%, mostrando assim a tamanha importância que este setor tem para o desenvolvimento do país.

Na bovinocultura, tanto de corte como de leite, tem-se na alimentação dos animais o principal fator que influencia diretamente a sustentabilidade dessas atividades. Nas estratégias utilizadas para tornar sua economia eficiente está o manejo alimentar e nutricional adequado, principalmente na época seca do ano, associado ao uso de sistemas intensivos e alternativos de produção com alimentos de bom valor nutritivo e baixo custo (MARTINS et al., 2000; RODRIGUES FILHO et al., 2001)

A elevação e a oscilação nos preços dos componentes dos concentrados pode ser fator limitante na criação de bezerros. Dessa forma, a busca de alternativas viáveis para a substituição de alguns ingredientes por alimentos de menor custo e que sejam capazes de manter a produção dos rebanhos é de interesse de técnicos e produtores, visando redução dos custos e consequentemente a viabilização da criação desses animais (PIMENTEL et al., 2012).

A escassez de alimentos volumosos é um problema que se repete anualmente, refletindo na baixa produtividade dos rebanhos. Em função disto, recomendam-se a suplementação dos animais nos períodos de escassez com o fornecimento de forragens conservadas e/ ou alimentos concentrados, visando corrigir as deficiências nutricionais, o que geralmente onera os custos produtivos e reduz a lucratividade. Dessa forma, a utilização de fontes alimentares alternativas com melhor relação custo/benefício pode ser estratégia de grande impacto na viabilidade da pecuária praticada (SILVA et al., 2014).

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).

Os Coprodutos resultantes de atividades agroindustriais e que podem ser utilizados na alimentação animal, têm potencial para manter e até aumentar os níveis de produção do rebanho. Além disso, podem contribuir para o aumento da eficiência dos sistemas de produção, caso promovam a redução dos custos (GOBBI E al., 2014).

No Brasil na safra 2017/ 2018 de laranja foram colhidas 385,2 milhões de caixas de 40,8 quilos cada, avanço de 57,2% ante o ciclo anterior. O país se destaca como o maior produtor da fruta no mundo, tendo como concorrente os Estados Unidos em segundo lugar (IBGE, 2017). A principal região produtora de laranja no Brasil é o cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste de Minas Gerais, composto por 349 municípios. Anualmente, são mais de US\$ 14,5 bilhões movimentados, gerando US\$ 6,5 bilhões de PIB, US\$ 180 milhões em arrecadação de impostos e 200 mil empregos diretos e indiretos (CITRUSBR, 2017).

A ensilagem de resíduos provenientes da agroindústria frutícola vem surgindo como uma alternativa às culturas tradicionais, tendo como vantagem o baixo custo de aquisição do material a ser ensilado, além disso, o aproveitamento destes resíduos contribui para minimizar o impacto causado pelo acúmulo destes no meio ambiente (NEIVA JUNIOR et al., 2007).

Os produtores vêm fazendo uso deste material na alimentação animal, porém sem um balanceamento adequado, sendo este de extrema importância para permitir bons rendimentos em produção de leite e de carne. Ainda que o bagaço de laranja se constitua em uma alternativa para ser usado na dieta alimentar dos animais, como uma opção aos grãos de cereais por diminuir os custos e eliminando resíduos com potencial de poluição ambiental, não deixa de ser imprescindível o balanceamento citado (TEIXEIRA, 2001).

Outro fator a ser ressaltado é a importância de estudos com alimentos que não competem com a alimentação humana, sempre alvo de críticas de entidades internacionais. Hoje cerca de 80% da produção nacional de milho é destinada a

formulação de ração animal, sendo este o ingrediente de maior participação nas rações (BUTOLO, 2002).

Vários autores vêm afirmando que alimentos ricos em pectina, quando associados com alimentos ricos em amido vêm demonstrando bons resultados no tocante ao desempenho animal, porém, estudos mais abrangentes são necessários para elucidar as melhores tomadas de decisões quanto a esses processos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Silagem de milho

O terceiro prognóstico de milho em grão, para 2019, estimou uma produção de 88,2 milhões de toneladas, crescimento de 8,4% em relação ao ano anterior, o que representou um aumento de 6,9 milhões de toneladas. Para o milho 2ª safra, a estimativa da produção é de 61,8 milhões de toneladas, crescimento de 11,1% em relação a 2018 (IBGE, 2019).

O milho de primeira safra, que teve aumento de 0,4% na área a ser cultivada que deve resultar em uma produção de 27,5 milhões de toneladas. Com esse desempenho, a expectativa é que o produto tenha um desempenho 12,9% superior à obtida em 2017/18, registrando uma produção de 91,2 milhões de toneladas, quando somadas as duas safras do grão (CONAB, 2019).

A ensilagem é um processo fermentativo de conservação de forragem em condições anaeróbias e com alta acidificação do material ensilado. Com um tamanho de partícula ideal e boa compactação no processo de ensilagem, em poucas horas, os microrganismos aeróbios consomem o oxigênio presente no material, transformando carboidratos solúveis (açúcar) em dióxido de carbono, calor e água (WEISS, 1996).

A utilização de alimentos conservados, principalmente na forma de silagem, é de extrema importância dentro do contexto de sistemas pecuários, independentemente se o mesmo é voltado para a produção de carne ou leite. Tal alimento poderá ser utilizado como fonte alimentar para épocas de déficit no crescimento de pastagens ou primordialmente como alimento constante de dietas (VIEIRA et al., 2013).

Dentre as espécies utilizadas em silagem, o milho é a mais utilizada 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/ha, variando de 9,7 a 14,0 tonha⁻¹ (PEREIRA et al., 2008). POSSENTI et al., (2005) destacam que 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.

DEMINICIS et al., (2009), relataram que a silagem de milho é considerada padrão por preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem com teor de matéria seca entre 30% a 35%, contendo no mínimo 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por ser capaz de proporcionar uma boa fermentação microbiana e apresentar elevada produtividade, quando colhido no momento correto e devidamente armazenado.

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

2.2 Processo de ensilagem

Uma das estratégias conhecidas para armazenamento de forragens é o processo denominado ensilagem. Este processo está baseado em conservar a matéria seca de determinada forrageira verde mediante a fermentação em condições de anaerobiose, para que, as características nutricionais do alimento sejam preservadas até o momento da sua utilização (NEUMANN et al., 2014).

O principal objetivo com a ensilagem não é melhorar a qualidade da forragem ali presente, mas sim conservar ao máximo a quantidade de matéria seca e nutriente, possibilitando bons resultados quando fornecida aos animais (KUNG, 2013).

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 processo de ensilagem ocorre através da conversão de carboidratos solúveis em ácido lático, pelas bactérias ácido-láticas provocando a queda no pH da massa ensilada a níveis que inibem a atividade microbiana indesejáveis, preservando suas características e sua qualidade (FERRARI JUNIOR et al., 2009).

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 (Figura 1). 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).

Figura 1.

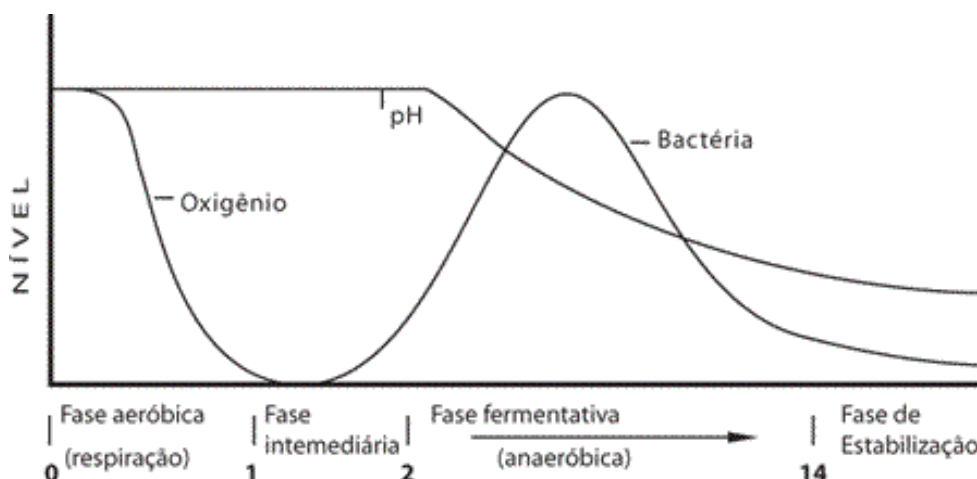


Figura 1- Fases de fermentação durante o processo de ensilagem
Adaptado de Guim (2002)

A qualidade da silagem depende da eficiência do processo fermentativo do material ensilado, que é afetado pelas condições do meio do armazenamento (umidade, temperatura, presença de oxigênio, concentração de carboidratos solúveis e características particulares da composição física e química da planta ensilada), podendo proporcionar a obtenção de silagens com variados valores nutritivos a partir de um mesmo tipo de forragem (NEUMANN et al., 2005).

Segundo SANTOS et al., (2011), um dos principais fatores que afetam a qualidade da silagem são os tamanhos da partícula e a compactação do material no silo, estas características influenciam diretamente a qualidade da fermentação, pois material com tamanho ideal de partículas e bem compactado resulta em ambiente anaeróbio, fundamental para o desenvolvimento de bactérias ácido lácticas.

De acordo com MARTIN (1997), durante o processo de ensilagem ocorrem importantes modificações na massa, que, quando adequadamente manipulada, resultará em fermentações desejáveis e, conseqüentemente, no menor volume de perdas possíveis. Os fenômenos ocorridos nesse processo passam por duas etapas distintas: a respiratória e a fermentativa. Após completar estas, ocorre uma estabilização do processo com aproximadamente 20 dias. Não havendo entrada de ar ou água, o material se conserva por longos períodos.

2.3 Uso de aditivos em silagem

Sabe-se que a utilização de subprodutos na alimentação animal possibilita melhorar proteína bruta, energia, consumo de matéria seca e digestibilidade dos alimentos utilizados para alimentação dos ruminantes (MENEGETTI, 2008). Além de diminuir a necessidade de grãos na dieta, minimiza custos com alimentação no sistema produtivo (ALMEIDA et al., 2014).

Os aditivos têm duas principais funções no processo da silagem: influenciar o processo fermentativo favorecendo a conservação e melhorar o valor nutritivo (FERRARI JUNIOR et al., 2009). Ainda, segundo o autor, o aditivo tem outros propósitos como a diminuição de perdas superficiais e na camada exposta da silagem, aumento da vida útil, aumento do valor energético, melhora da digestibilidade da fibra e da matéria seca e melhora no desempenho animal, também são observados em silagem com o uso de aditivos bacterianos.

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.

Os aditivos químicos são classificados em subgrupos de acordo com sua forma de atuação, podendo citar os agentes alcalinizantes, os aditivos nutrientes e os aditivos conservantes. Durante o processo de ensilagem, a finalidade desses é para que interfiram na dinâmica fermentativa, alterando o pH e a pressão osmótica da massa de forragem e, por conseguinte, inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação do volumoso (SANTOS, 2007).

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.

Como alternativa para a redução da umidade, têm-se adicionado produtos ricos em matéria seca ou efetuado tratamentos que eliminem o excesso de umidade pelo processo de emurchecimento da forragem. Os aditivos mais utilizados na ensilagem com essa finalidade são fubá de milho, farelo de trigo, polpa cítrica e resíduos regionais da agroindústria (SILVA et al., 2007).

2.4 Uso de polpa cítrica como aditivo

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a laranja é a principal fruta produzida pelo país. Em 2017, a fruta adicionou R\$ 8,5 bilhões à economia nacional, valor 2% superior ao ano de 2016, totalizando uma área de 631.686 hectares e 17.459.908 toneladas colhidas.

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

Após a extração do suco, a polpa úmida, composta de casca, pedaços de membranas e bagaço, vesículas de suco e sementes, contabiliza de 44 - 50% do peso total da fruta. Seu valor para a alimentação de ruminantes é alto, semelhante aos grãos, com 83 a 88% de NDT, 7,0% de PB, 23% de FDN, 22% de FDA, 3% de lignina e 84% de digestibilidade aparente da MS (ÍTAVO et al., 2000).

Dentre as formas de uso na alimentação animal, PINHEIRO et al., (2000), destacam a forma *in natura* ou peletizado. O uso *in natura* dificulta sua utilização por fatores como alto teor de água, transporte, armazenamento e distribuição nos comedouros. Uma das alternativas é utilizá-la como aditivo na ensilagem. Apesar de o uso na forma desidratada e peletizado ser mais racional, o custo para este processamento é alto aumentando o custo final do produto.

A silagem de bagaço de laranja proporciona melhor cinética ruminal de degradação do que a silagem de milho, normalmente utilizada no arrazoamento 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 cítrica aumenta a eficiência alimentar, o percentual e a produção de gordura no leite (MULLER e PRADO, 2004).

Em estudos realizados por COIMBRA et al., (2017), a utilização de polpa cítrica em substituição ao milho no concentrado de bezerros até 60 dias de idade alterou o consumo de concentrado, porém não reduziu desempenho dos animais e nem alterou os parâmetros da fermentação ruminal. SCERRA et al., (2001), confeccionaram silagens a partir do bagaço de laranja juntamente com palha de trigo, resultando no incremento dos teores de matéria seca no produto final.

Já PINTO et al. (2012), verificaram que o bagaço de laranja apresentou baixo poder tampão o que contribui para que seja armazenado em forma de silagem, sem a utilização de aditivos. Essa inclusão pode acontecer de diversas formas e maneiras, sendo por substituição ou em paralelo com a alimentação convencional. Também pode ser oferecido *in natura*, como silagem, ou também uma mistura, com silagem de bagaço e alguma cultura, sendo as mais comuns o milho, sorgo, capim elefante, entre outras.

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, a adição de polpa cítrica pode ser recomendados como técnicas para ensilagem de *Brachiariabrizantha* (cv Marandu) colhida aos 60 dias de rebrota com 24% de massa seca, pois melhorou a qualidade da silagem ao diminuir os teores de nitrogênio amoniacal e estimularem o consumo de matéria seca.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. S. Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11 n. 03, p. 3430-3443, 2014.

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**, v. 11, n. 4, p. 443-451, 2013.

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. brizanthacv. Marandu*) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal** UNESP. Botucatu, 2002. 430p.

CÂNDIDO, M. J. D. Importância da silagem nos sistemas de produção animal nos trópicos. **Reserva de forragem para a seca: produção e utilização de silagem**

. Universidade Federal do Ceará – UFC; Fortaleza, 2012. Disponível em:<http://www.pecnordestefaec.org.br/wp-content/uploads/2012/06/livro-ensilagemcompleto-Bovino.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018

CITRUSBR – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS. **O retrato da citricultura brasileira**. Disponível em :http://www.citrusbr.com.br/download/biblioteca/o_retrato_da_citricultura_brasil_eira_baixa.pdf > Acesso em: 15 mai. 2018.

COIMBRA, E.P.; AZEVEDO, R.A.; REIS, R.B.; SATURNINO, H.M.; COELHO, S.G, Substituição total do milho pela polpa cítrica no concentrado de bezerros leiteiros. **Archivos de Zootecnia**, vol. 66, n. 255, p. 352, 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2644-levantamento-de-graos-indica-producao-de-237-3-milhoes-de-toneladas-em-4-estimativa>> Acesso em: 20 fev. 2018.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; JARDIM, J.G.; ARAÚJO, S.A.C.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V.C.; LIMA, E.S. Silagem de milho - Características agronômicas e considerações. **Revista eletrônica de Veterinária**, v.10, p.1695- 7504, 2009

FERRARI JUNIOR, E.; PAULINO, V.T.; POSSENTI, R.A.; LUCENAS, T.L. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*pennisetum hybridum* cv. paraíso). **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.185-194, 2009.

GOBBI, K. F.; ABRAHÃO, J.J.S.; MOLETTA, J. L.; SANTOS, T. M.; BATT, V.; LUGÃO, S.M.B; Desempenho e características de carcaça de tourinhos alimentados com dietas contendo silagem de bagaço de laranja substituindo a silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.4, p.917-927, 2014.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, p. 35-56, 1993.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE prevê safra de grãos 3,1% maior em 2019**. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23539-ibge-preve-safra-de-graos-3-1-maior-em-2019> > Acesso em 12 jan.2019.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Brasileira de Laranja em 2017**. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf> Acesso em: 18 abr. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da produção agrícola janeiro de 2018**. Disponível em:<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201801.pdf>Acesso em: 19 mai. 2018.

ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T. dos; JOBIM, C. C.; VOLTOLINI, T. V.; FARIA, K. P.; FERREIRA, C. C. B. Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1485-1490, 2000.

JÚNIOR, A. P.N.; FILHO, J. C.S.; TIESENHAUSEN, I. M. E.V.V.; FREITAS, R.T.F.; FILHO, C. C. C. C.; NOGUEIRA, D.; Efeito de diferentes aditivos sobre a qualidade fermentativa da silagem de resíduo de maracujá amarelo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 7, p. 1519-1524, 2007.

KUNG, L. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability of silages. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, Campinas. Proceedings... Piracicaba: FEALQ, v.3, p.7-19, 2013.

KUNG Jr., L.; RANJIT N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.5, p.1149-1155, 2001.

MARTIN, L.C.T. **Bovinos – volumosos suplementares**. São Paulo: Nobel, 1997. p.82- 138.

MARTINS, A.S. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 269-277, 2000.

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

MENEGHETTI, C. C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5 n. 02, p. 512-536, 2008.

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

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; NORBERG, J.L.; MELLO, R.O.; SOUZA, A.N.M.; PELLEGRINI, L.G. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 2, p. 224-242, 2005.

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.

NEUMANN, Mikael et al. Cultura de sorgo: potencial dos materiais disponíveis para produção de silagem de qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. **Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Nova Sthampa, 2014. p. 89 - 116.

PEREIRA, R.G.A.; TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Embrapa Rondônia, 2008, 300p.

PIMENTEL, P.G.; REIS, R.B.; LEITE, L.A. et al. Parâmetros da fermentação ruminal e concentração de derivados de purina de vacas em lactação alimentadas com castanha de caju. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v.64, p.959-966, 2012.

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

PINHEIRO, A. D.; PRADO, I. N. do; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, L. M.; NASCIMENTO, W. G. do; TORII, M. S. Efeitos dos níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre a digestibilidade aparente em bovinos mestiços confinados. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.22, n.3, p.793-799, abr. 2000

PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; Avaliação da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n 4, 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.

RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARÃO, A.P.; AZEVEDO, G.P.C. **Utilização da torta de amêndoa de dendê na alimentação de ruminantes**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001 24p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 111).

SANTOS, E. M.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R.; FERREIRA, C. L. L. F.; OLIVEIRA, J. S.; SILVA, T. C.; ROSA, L. O. Microbial populations, fermentative profile and chemical composition of signalgrass silages at different regrowth ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.747- 755, 2011.

SANTOS, R.V.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C. et al. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1184-1189, 2007.

SCERRA, V. Cistru pulp and wheat straw silage as na ingredient in lamb diets: effets on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminants Research** , v. 40, p .51 – 56. 2001.

SILVA, F.F. ; AGUIAR, M.S.M.A.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.V.; BONOMO ,P.; DUTRA, G.S.; ALMEIDA, V.S.; CARVALHO , G.G.P. ; SILVA, R.R.; DIAS, A.M. ; ÍTAVO, L.C.V. Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.719-729, 2007.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO. S. T.; ABREU, C. L.; LEÃO, G.L.; Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. **Revista Comunicata Scientiae**, v.5, n.4, p.370-379, 2014.

TEIXEIRA, J.C. **Utilização da polpa cítrica na alimentação de bovinos leiteiros**. Milkbuzz Tecnol., v. 1, n. 4, 2001, 250p.

VIEIRA, V.C.; MARTIN, T.N.; MENEZES, L.F.G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciência Rural**, v.43, p.1925-1931, 2013.

WEISS, B. **When to consider silage additives**. Proceedings Tri-State Dairy Nutrition Conference. Departament of Animal Sciences. Ohio, USA ,1996, 134p.

CAPÍTULO 2 – Silagem de Milho com diferentes proporções de polpa cítrica

Corn silage with different proportions in citrus pulp

ABSTRACT - The effects of the addition of citrus pulp on fermentative and bromatological quality in corn silage were studied. Corn was ensiled with increasing levels of citrus pulp: 0, 10, 20, 30, 40 and 50% based on fresh matter. The silages were produced in 24 experimental silos (four replications / treatment), made from PVC pipes. The silage opening occurred 65 days after silage, when the fermentative contents and the chemical-bromatological composition of the silages were determined. An increasing linear effect of citrus pulp addition was observed on *in vitro* digestibility of dry matter, crude protein and ethereal extract and linear downward effect on pH values. For the N-NH₃ / NT, CT, NDF, FDA and MM contents, quadratic behavior was observed for the obtained curves. No effects on MS values were observed. The inclusion of 50% of citrus pulp, based on fresh matter, is sufficient to improve the quality and nutritive value of corn silage.

Keywords: Conservation of voluminous. Dry matter. Productivity. Zeamays

RESUMO - Foram estudados os efeitos da adição de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e bromatológica na silagem de milho. O milho foi ensilado com níveis crescentes de polpa cítrica: 0, 10, 20, 30, 40 e 50 % com base na matéria fresca. As silagens foram produzidas em 24 silos experimentais (quatro repetições/ tratamento), confeccionados a partir de canos do tipo PVC. A abertura dos silos ocorreu 65 dias após a ensilagem, quando foram determinados os teores fermentativos e a composição químico-bromatológica das silagens. Foi observado efeito linear crescente da adição de polpa cítrica sobre os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e efeito linear descendente sobre os valores de pH. Para os teores de N-NH₃/NT, CT, FDN, FDA e MM observou-se comportamento quadrático para as curvas obtidas. Não foram observados efeitos sobre os

valores de MS. A inclusão de 50% de polpa cítrica, com base na matéria fresca, é suficiente para melhorar a qualidade e o valor nutritivo da silagem de milho.

Palavras-chave: Conservação de volumoso. Matéria seca. Produtividade. Zeamays.

INTRODUÇÃO

A ensilagem tem como principal objetivo preservar a composição original da planta fresca e maximizar a quantidade de nutrientes ingeridos pelos animais. No entanto, a fermentação dentro do silo é um processo dinâmico e que geralmente resulta em elevadas perdas de nutrientes durante os períodos de armazenagem e fornecimento no cocho (NEUMANN et al., 2014).

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).

O bagaço de laranja é um subproduto oriundo do processamento para obtenção do suco de laranja, e representa 42% do total da fruta. Seu valor nutricional para a alimentação de ruminantes é alto, semelhante aos grãos, com 83 a 88% de NDT, 7% de PB, 23% de FDN, 22% de FDN, 3% de lignina e 84% de digestibilidade aparente da matéria seca (ASHBELL, 1992; VAN SOEST, 1994), porém possui um baixo teor de matéria seca. Este pode ser utilizado na forma *in natura*, peletizado e ainda como silagem.

A crescente industrialização no país tem gerado grande produção de resíduos e subprodutos agroindustriais. Alguns destes são inaproveitáveis e poluentes, porém, outros podem ser utilizados na alimentação animal como fontes alternativas de nutrientes, visando a maximização da produção animal com possibilidade de baixo custo (PORCIONATO et al., 2004).

Portanto, torna-se necessário o conhecimento dos efeitos do processamento bem como da caracterização qualitativa e quantitativa dos alimentos comumente utilizados na alimentação de

51 ruminantes, onde o objetivo final são as respostas, para redução de custos, permitindo
52 estratégias de manejo alimentar que resultem em incremento na produção.

53 Considerando a importância de se conhecer e buscar novas alternativas para a alimentação
54 animal, a proposta do presente estudo é avaliar os parâmetros fermentativos e bromatológicos
55 da silagem de milho adicionada com diferentes proporções de polpa cítrica desidratada

57 MATERIAL E MÉTODOS

58 O milho utilizado no experimento foi obtido na fazenda Esperança GO-060, km, São Luís
59 de Montes Belos-Iporá, zona rural/São Luís de Montes Belos-GO (17°, 44''02.1'''S; 51°,
60 13''58,3'''O). O encilhamento foi realizado na fazenda Córrego São Pedro e as análises do
61 experimento foram realizadas na Universidade Estadual de Goiás – Campus São Luís de
62 Montes Belos, Laboratório de Bromatológica e no Instituto Federal Goiano – Campus Rio
63 Verde, Laboratório de Forragicultura.

64 O experimento constituiu-se de silagem de milho com polpa cítrica desidratada. A polpa
65 cítrica foi desidratada através de processo de secagem natural, posteriormente a mesma foi
66 adicionada a silagem de milho de forma a constituir os seguintes tratamentos: CON= Controle
67 (silagem de milho), SMPC10= Silagem de milho mais 10% de polpa cítrica; SMPC20= Silagem
68 de milho mais 20 % de polpa cítrica ; SMPC30= Silagem de milho mais 30% de polpa cítrica ;
69 SMPC40=Silagem de Milho mais 40 % de polpa cítrica ; SMPC50= Silagem de Milho mais
70 50% de polpa cítrica

71 A ensilagem foi realizada em silos de PVC, com diâmetro de 100 mm, com altura de 0,50
72 m, com volume de 0,003925 m³, e fechados com duas camadas de plástico, para impossibilitar
73 a entrada de oxigênio. Um total de quatro silos por tratamento foram preparados no fundo de
74 cada silo foi adicionado 0,300 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 65 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 sacos de papel. Posteriormente esses materiais foram pesados e levados para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas para determinação dos teores de matéria pé-seca. As amostras pé-secas foram moídas em um moinho do tipo Willey, em peneira com malha de 1 mm. O restante do material que não necessitava de secagem foi armazenado em tubos falcão e congelados para posteriormente serem feitas as outras análises.

Foram analisados também os parâmetros fermentativos como pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) e capacidade tampão. O pH foi determinado de acordo com SILVA e QUEIROZ (2002). O N-NH₃/NT foi realizado através da metodologia da AOAC (1980). A capacidade tampão foi avaliada de acordo com a metodologia descrita por PLAYNE & MCDONALD (1966).

As análises bromatológica para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), e fibra solúvel em detergente ácido (FDA) foram realizadas 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.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente causalizado, os dados foram submetidos ao teste de F e análise de regressão utilizando-se o programa SISVAR, de acordo com FERREIRA (2011).

A variedade do milho utilizado foi lidera NS90. A cultura foi adubada com 150kg de cloreto de potássio/ha; 150kg de MAP 10/50/ha na base, 200 kg de ureia/ha. O milho foi colhido no dia 01 de abril de 2018, a umidade do material se encontrava num teor de 66 %, o estágio vegetativo se encontrava farináceo-duro com 50% linha de leite. A planta foi cortada em encilhadora John Deere ® 5460, tamanho de partícula em torno de 3 a 5 cm.

A polpa cítrica foi fornecida pela empresa de sucos de laranja (GynFruit ®), localizada no município de Goiânia. A PC saiu da agroindústria com um teor de água de 70%, e foi disposta em uma lona plástica com aproximadamente 10 cm de altura, onde permaneceu no sol por aproximadamente 8 horas a uma temperatura de 29°C, a cada duas horas o material foi revirado com um rastelo de jardim com o objetivo de remover parte da umidade, no momento da ensilagem a polpa cítrica se encontrava com um teor de umidade de 65%. A PC foi moída em máquina forrageira até atingir tamanho de partícula de 5 cm.

Após a moagem o milho e a polpa cítrica foram misturados em sacos plásticos de acordo com a proporção de cada tratamento e pelo tempo de 1 minuto o saco foi sacudido para que houvesse a mistura do material.

As características bromatológicas do milho no dia da ensilagem e da polpa cítrica foram apresentadas na tabela 1.

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

	MS %	PB%	EE%	FDN%	FDA%	MM%
M	33,62	7,74	2,99	47,73	24,96	3,75
PC	34,88	10,96	4,71	36,87	22,09	4,68

.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH apresentou diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2). As silagens com o nível de 50% de adição de PC obtiveram valores de pH de (3,48), enquanto as silagens com

127 20% de PC apresentaram valor de (3,68). Esses valores de pH indicam que todas as silagens
 128 apresentaram boa fermentação nos silos e que houve boa conservação das silagens. O N-
 129 NH₃/NT apresentou diferença significativa ($p<0,01$) (Tabela 2), variou entre (5,68) no
 130 tratamento controle a (3,46) no tratamento com 50 % de PC (2,37) indicando que houve um
 131 ótimo padrão fermentativo.

132 A capacidade tampão mostrou diferença entre os tratamentos ($p<0,01$) (Tabela 2), o
 133 menor valor encontrado foi no tratamento com 50 % de polpa cítrica, inferindo que a silagem
 134 teve uma boa capacidade de resistir às variações de pH. Quanto a digestibilidade *in vitro* os
 135 dados submetidos à análise de variância (Tabela 2) revelaram que não houve efeito
 136 significativo.

137 **Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis, potencial hidrogeniônico
 138 (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT), capacidade tampão (CT) e digestibilidade *in vitro*
 139 (DIVMS).

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		pH	N-NH ₃ /NT	CT	DIVMS
(%) PC	5	0.030277**	3.487854**	0.613229*	72.817515 ^{NS}
CV (%)	-	2.54	17.81	10.91	9.14

ns: não significativo; **significativo a 1%; *significativo a 5%; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; PC: polpa cítrica; CV: coeficiente de variação.

140 A MS apresentou diferença ($p<0,05$) entre os tratamentos (tabela 3). Quanto aos teores
 141 de MM, PB e FDA não houve diferença significativa de acordo com os níveis de polpa cítrica
 142 adicionados.

143 Para análise de EE verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos
 144 ($p<0,01$) (tabela 3), os valores para extrato etéreo variaram entre 3,75 no tratamento controle a

145 5,87 no nível de 50% de adição de polpa cítrica, infere-se que o teor de lipídeos da PC (4,71%),
146 antes da ensilagem, contribuiu para este resultado.

147 Para os teores de FDN os resultados apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) (tabela
148 3). A polpa cítrica se enquadra como um produto intermediário entre volumoso e concentrado
149 (RODRIGUES e GUIMARÃES JÚNIOR, 2005), dessa forma esse co-produto na silagem de
150 milho diminuiu as porcentagens de FDN.

151 **Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis, matéria seca (MS), matéria
152 mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e
153 fibra em detergente ácido (FDA).

154

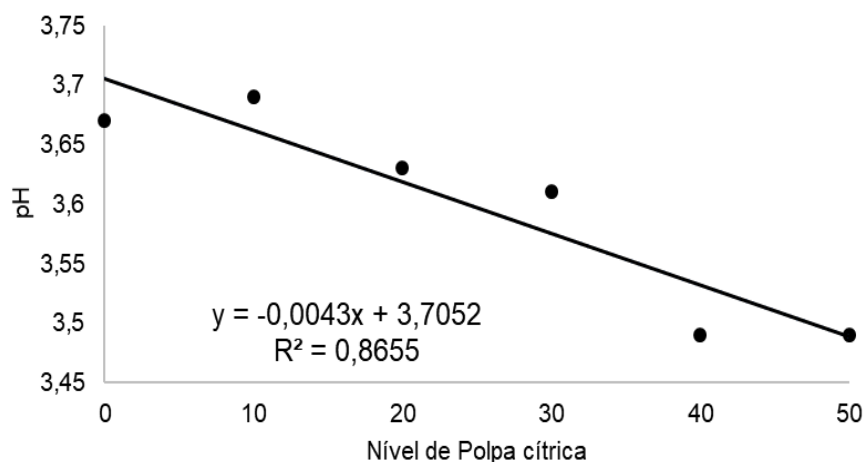
FV	QUADRADOS MÉDIOS					
	MS	MM	PB	EE	FDN	FDA
(%) PC	0.198650*	0.435614 ^{ns}	0.227514 ^{ns}	4.567027**	40.397914**	8.853654 ^{ns}
CV (%)	0.24	9.53	5.63	9.68	6.40	5.76

ns:não significativo; **significativo a 1%; *significativo a 5%; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; PC: polpa cítrica; CV: coeficiente de variação.

155

156 A adição da polpa cítrica promoveu um comportamento linear descendente dos valores
157 de pH, observando que quanto maior a quantidade de polpa cítrica adicionada, menor o valor
158 do pH (Figura 2). Isso mostra que a polpa cítrica promoveu maior acidificação do material
159 ensilado, pois, a diminuição do pH se deve a grande quantidade de carboidratos solúveis que a
160 (PC) possui, sendo que estes, são responsáveis pela queda do pH em consequência do processo
161 de fermentação.

162 **Figura 2.** Valor de pH para silagem de milho, com níveis crescentes de polpa cítrica (Nível
163 de significância 5%).



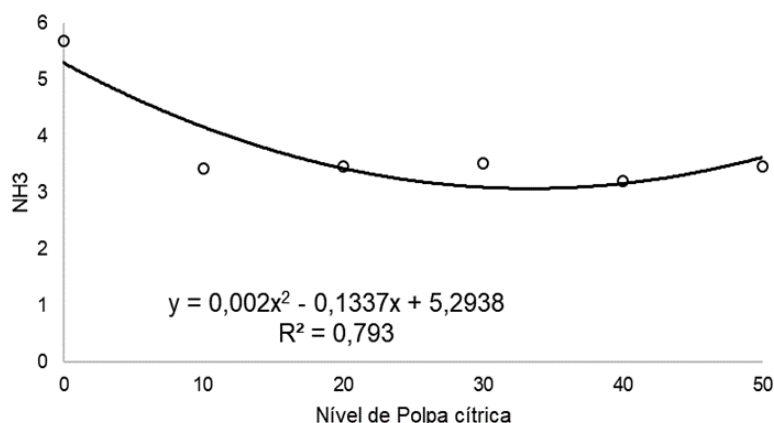
164

165

166 A faixa ideal de pH recomendada por MIZUBUTTI et al., (2009) é abaixo de 4,2. Sendo
167 assim, o acréscimo de polpa cítrica à silagem do milho pôde ser considerado estimulante para
168 a melhor fermentação do material. Além disso, valores de pH próximos aos deste experimento
169 para silagens de milho, com pH igual a 3,8 (OLIVEIRA et al., 2010).

170 Para os teores de nitrogênio amoniacal, ocorreu efeito em função dos níveis de polpa
171 cítrica testados, e a curva que melhor representa o comportamento dessa variável foi a regressão
172 quadrática. (Figura 3). Levando em consideração que o valor obtido de pH nos tratamentos
173 ficou numa faixa considerada ideal para a conservação das silagens, pôde-se observar que os
174 teores de N-NH₃/NT também ficaram baixos, o que indica uma boa fermentação. A
175 determinação do nitrogênio amoniacal pode ser utilizada como indicativo da qualidade da
176 fermentação das silagens.

Figura 3. Curva de resposta de N-NH₃/NT das silagens acrescidas com polpa cítrica.

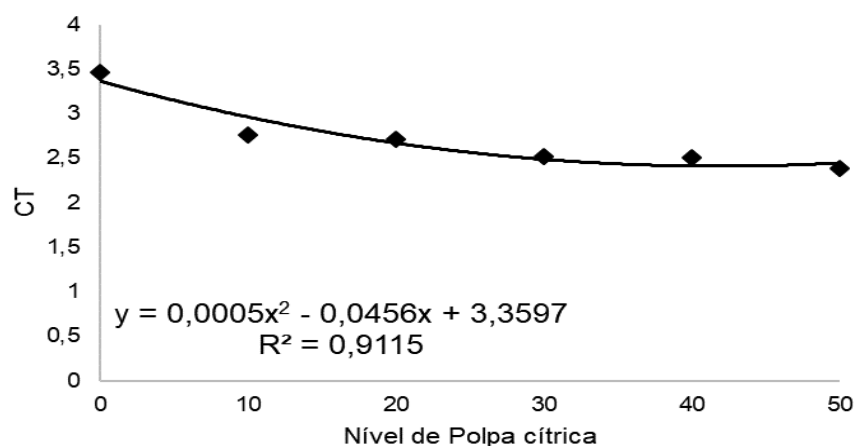


Para os níveis de adição de polpa cítrica utilizados, as médias dos valores de nitrogênio amoniacal foram inferiores a 10 % relacionando ao nitrogênio total. Isso indica um bom perfil fermentativo, sugerindo assim que houve pouca proteólise da proteína no interior do silo, devido que a atividade destas enzimas ocorre em pH superior a 5,0 e no presente trabalho verificou-se pH abaixo de 4,0. O baixo pH evita a proteólise e com isso mantém o N-NH₃/NT dentro dos limites recomendados (BACKES et al., 2014).

Silagens com valores inferiores a 10% são consideradas de excelente qualidade (MCDONALD et al., 1991). Os valores obtidos neste estudo sugerem que houve ausência de fermentações indesejáveis nas silagens, de acordo com TOMICH et al., (2003), valores de N-NH₃/NT abaixo de 10% são indicativos de uma boa fermentação e valores acima de 15% de N-NH₃/NT na silagem indicariam proteólise em demasia.

Em relação aos teores de capacidade tampão, a incorporação da polpa cítrica na silagem de milho promoveu resposta quadrática, indicando que o nível de 45,6 % de polpa cítrica promoveu um menor índice de capacidade tampão (Figura 4). A partir dos níveis obtidos em x conforme foi adicionando a polpa cítrica eles foram aumentando. A capacidade tampão do material ensilado é um importante fator no processo de acidificação da massa ensilada, estando diretamente relacionada com o abaixamento do pH (TOSI E JOBIM, 2001).

Figura 4. Valor da capacidade tampão de acordo com níveis crescentes de polpa cítrica

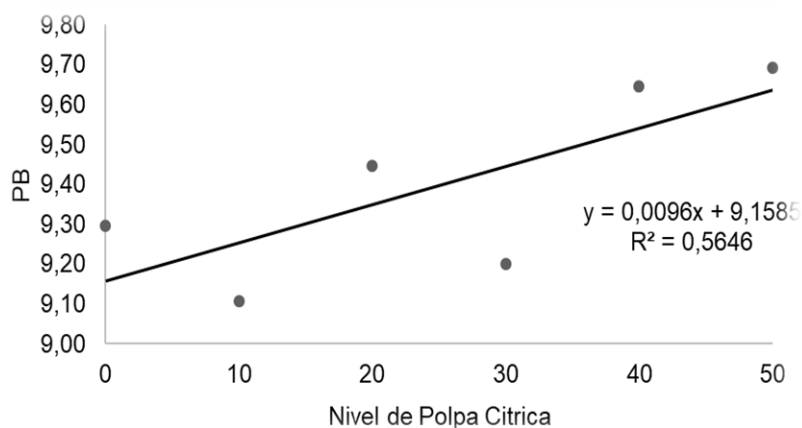


A capacidade tampão representa a resistência de determinada substância em alterar o pH. Na ensilagem deseja-se que a forragem apresente baixa capacidade tampão, pois isso facilita a redução do pH, em virtude da produção de ácidos orgânicos durante o processo de fermentação (SIQUEIRA et al., 2001).

O conhecimento da CT da forragem a ser utilizada é um fator importante, pois fornece informações em relação à alteração do pH JOBIM et al., (2007), sendo que em casos onde a CT é alta, a queda do pH ocorre de forma mais lenta resultando em maiores perdas durante o processo de ensilagem, o que implica em menor qualidade da silagem produzida (CHERNEY; CHERNEY, 2003)

Para proteína bruta (PB) a regressão revelou efeito linear crescente (Figura 5), à medida que foi aumentando os níveis de polpa cítrica aumentou também os índices de PB. A adição de polpa cítrica elevou as porcentagens de PB das silagens, segundo LOPES et al, (2007), aditivos absorventes podem elevar o valor nutritivo da silagem, apesar da polpa cítrica não ser uma boa fonte proteica (NRC, 2001). BHATTACHARYA E HARB (1973), destacam que o teor de proteína da polpa cítrica é baixo e sua constituição aminoacídica, de reduzido valor.

Figura 5. Concentrações de proteína bruta com níveis crescentes de PC.



De acordo com REIS, BERNARDES E SIQUEIRA (2004), as alterações na composição da proteína que ocorrem durante o processo de fermentação no silo, são devido à ação de proteases da planta ou degradação pela atividade microbiana indesejável.

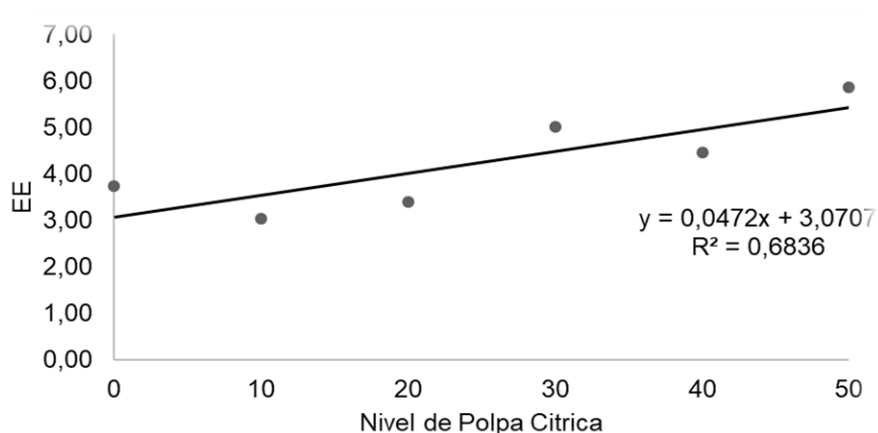
O fato de a proteína não ter sofrido diminuição de acordo com os tratamentos, inferi que houve perdas fermentativas reduzidas na matéria seca durante o período de conservação e que a polpa cítrica colaborou para que não houvesse degradação de proteínas em demasia, o que acarretou no incremento de PB na silagem.

Os tratamentos com a adição de polpa cítrica apresentaram, em média, teor de 9,7% de proteína bruta versus 9,3% no tratamento sem a inclusão do aditivo (Figura 5). Este resultado difere do encontrado por PEDREIRA et al., (2001), que observaram declínio no teor de proteína bruta com a adição de polpa cítrica.

Diversos estudos são realizados para caracterizar o valor nutricional de silagens. POSSENTI et al., (2005) avaliando os parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol verificaram teores em torno de 9,4% de PB. Já SANTOS et al., (2010) ao avaliarem características de fermentação da silagem de seis variedades de milho encontraram uma média 8,3% de proteína bruta

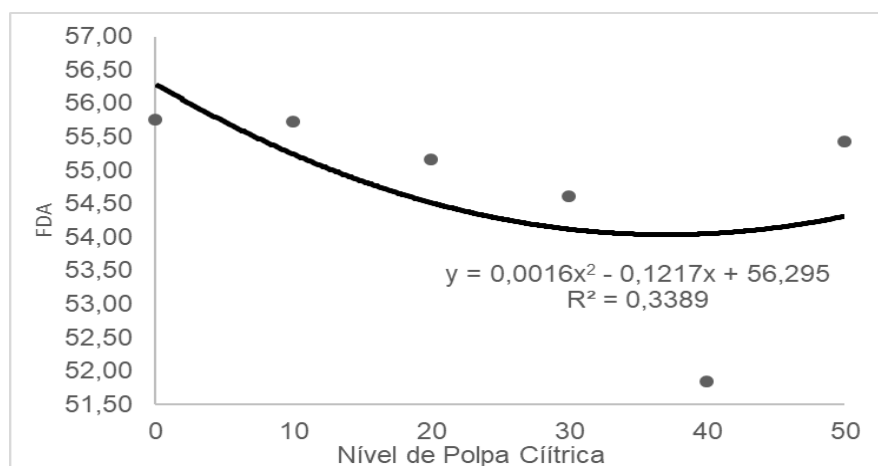
Para extrato etéreo o estudo de regressão foi linear crescente, a medida que foi aumentando os níveis de polpa cítrica aumentou EE, NETO et. al., (2013) ao avaliarem silagens de milho aditivadas com *Lactobacillus buchneri* obtiveram valores inferiores de EE em silagens. O maior teor de EE (5,87%) foi verificado com a inclusão de 50% de PC. A equação de regressão estimou um incremento de 0,11 pontos percentuais no teor de EE para cada 1 % de inclusão do aditivo (Figura 6).

Figura 6. Incremento nas concentrações de extrato etéreo em diferentes níveis de PC



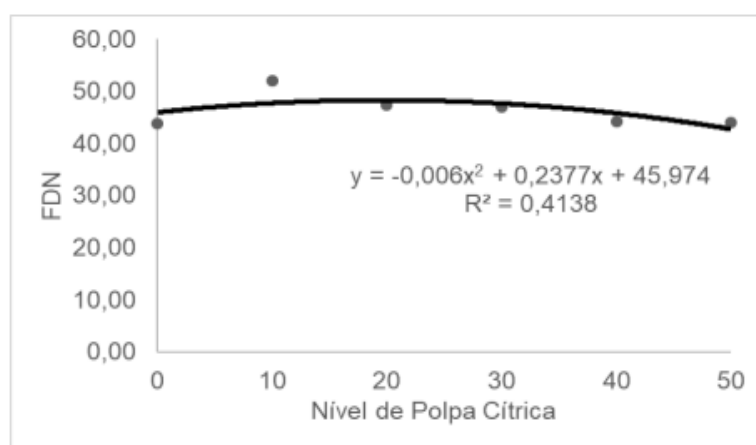
Para os teores de FDA, ocorreu efeito em função dos níveis de polpa cítrica testados, e a curva que melhor representa o comportamento dessa variável foi a regressão quadrática. O valor encontrado para o ponto de inflexão foi de 60,5%, porém o valor calculado através da equação foi superior ao testado que foi de 50 % de nível de polpa cítrica (Figura 7).

Figura 7. Concentrações de FDA em diferentes níveis de PC



Sobre o teor de FDN a equação de regressão revelou efeito quadrático com ponto de inflexão de 19,75 % de polpa cítrica (Figura 8), apontando onde ocorreu menor nível do índice em função da aplicação da polpa. O teor obtido de FDN neste experimento para os tratamentos com a adição de polpa cítrica foi de 46,9% de FDN versus 43,7 sem a inclusão. Houve pouca diferença no teor de FDN devido ao fato da polpa cítrica (36,87) ser um aditivo com menor teor de FDN em comparação ao milho (47,73).

Figura 8. Curva de demonstração das concentrações dos teores de FDN das silagens.



No presente estudo, o teor de matéria seca foi similar entre os tratamentos e não houve efeito significativo. A média foi de 34,59%, de modo geral, o teor de MS das silagens se mantiveram na faixa ideal, que, segundo NUSSIO (1991), é de 30 a 37% para que se tenha uma boa fermentação do material ensilado e garanta condições para obtenção de silagens de boa qualidade.

Outro fator que pode ter colaborado para que o teor de MS não tenha aumentado é o tipo de fruta utilizado pela empresa esmagadora, assim como os demais processos de prensagem, segundo TEIXEIRA (2001), para facilitar o desprendimento da água e atenuar a natureza hidrofílica da pectina, principal carboidrato presente na polpa, muitas empresas adicionam hidróxido de cálcio ou óxido de cálcio antes das prensagens.

Para MM os valores encontrados para não foram satisfatórios, POSSENTI et al. (2005) encontraram valores maiores para silagens de milho, em torno de (5,8 %) de MM. O valor que a equação indicou para os teores de matéria mineral foram inferiores, não se adequando ao gráfico, porém, a média dos valores encontrados nos tratamentos ficou em 4,63% (Figura 9).

Baixa concentração de elementos minerais na planta pode ser devido à baixa disponibilidade do mineral no solo, reduzida capacidade genética da planta em acumular o elemento ou ser indicativo de baixa exigência do elemento mineral para o crescimento da planta. De outra forma, elevadas concentrações, em níveis tóxicos, podem indicar excesso de disponibilidade no solo, elevada capacidade genética da planta para altas taxas de acumulação ou elevada exigência para o crescimento da planta UNDERWOOD, (1983).

Outro fato que pode ter colaborado para os teores encontrados de MM é a contaminação do material dentro da indústria, o que prejudica a “pureza” dos subprodutos a quantidade de energia presente no material.

A digestibilidade *in vitro* da MS da silagem aumentou linearmente com a inclusão da polpa cítrica, de acordo com SCHULTZ et al., (1993), isso se deve possivelmente devido aos altos coeficientes de digestibilidade da MS deste subproduto. O estudo da regressão para o teor de DIVMS mostrou-se linear crescente, quanto mais polpa cítrica foi sendo adicionada à silagem de milho mais o teor de DIVMS aumentou (Figura 10). O maior teor de DIVMS (70,08%) foi verificado com a inclusão de 50% de PC.

Figura 9: Concentrações de matéria mineral das silagens em função da adição de polpa cítrica.

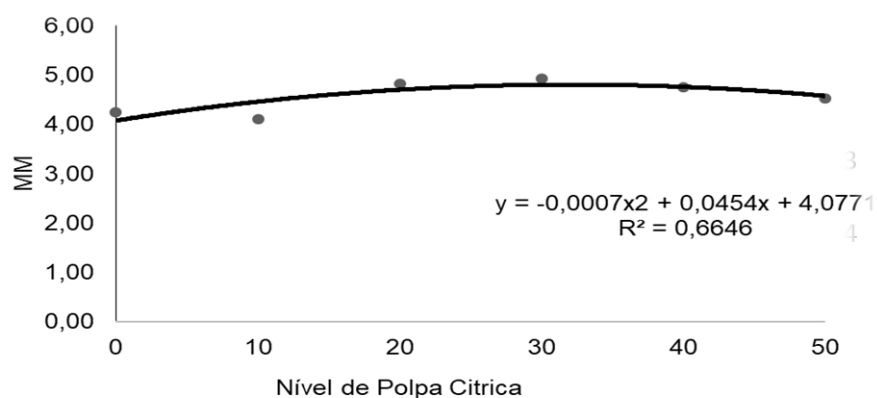
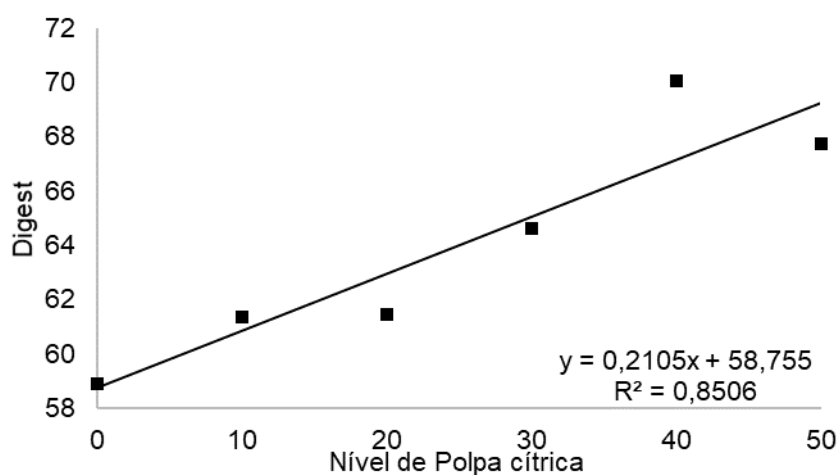


Figura 10. Concentrações de digestibilidade *in vitro* das silagens



Os valores revelados nesse trabalho foram superiores aos resultados determinados por RODRIGUES et al., (2005), trabalhando com silagem de capim elefante aditivada com níveis crescentes de polpa cítrica. Com o aumento da polpa cítrica nos tratamentos, consequentemente aumentou o teor de pectina, fibra de alta digestibilidade, com uma maior cinética ruminal.

De acordo com COAN (2007), a digestibilidade é afetada por diversos fatores, entre eles, a composição e o preparo do alimento; nível de ingestão e taxa de passagem e idade do animal. Sendo assim, é mais dependente do alimento em si do que do sistema digestivo do animal.

CONCLUSÃO

A adição de polpa cítrica desidratada na silagem de milho melhora os parâmetros fermentativos, diminuiu o pH, N-NH₃/NT e diminuiu CT favorecendo uma maior conservação da silagem

A polpa cítrica elevou o teor de extrato etéreo da silagem, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*, porém, reduziu as frações de fibra em detergente ácido e detergente neutro. A polpa cítrica desidratada revelou-se um bom aditivo para silagens de milho

REFERÊNCIAS

- AOAC (1980). AOAC, Association Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1015p. 1980.
- ASHBELL, G. Conservation of citrus peel by ensiling for ruminant feed In: SIMPOSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGRO-INDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos, SP. **Anais**. EMBRAPA/UEPAE. 1992. p. 189-190
- BACKES, A. C. Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 182-191, 2014.
- BHATTACHRYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for awase lambs. **Journal of Animal Science**, v.36, n.4, p.1175-1180, 1973

- 367 CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton *et al.* **Silage**
368 **Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p.141-198
- 369 COAN, R.M. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e
370 marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.
371 36, n. 5, p.1502-1511, 2007.
- 372 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v.
373 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- 374 LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. Valor nutricional da silagem de cana-
375 deaçúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira Zootecnia**,
376 v.36, n.4, p.1155-1161. 2007.
- 377 McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. Marlow,
378 UK: ChalcombePublications, 1991.
- 379 MIZUBUTI, I. Y. **Métodos Laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**.
380 Londrina: Eduei, 2009. 228 p.
- 381 NEUMANN, M. Cultura de sorgo: potencial dos materiais disponíveis para produção de
382 silagem de qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE
383 FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. **Anais...** Produção e utilização de
384 forragens conservadas. Maringá: Nova Sthampa, 2014. p. 89 - 116.
- 385 NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle.7.ed. rev.
386 Washington, DC: NationalAcademy Press, p.381, 2001.
- 387 NETO, A. S.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATO, M.; JUNGES, D.; BISPO, A. W. Silagem de
388 milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com
389 *L. plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.5, p.528-535, 2013.

- 390 NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no
 391 valor alimentício da silagem de milho. **Anais**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E
 392 UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, v. 1, p. 127-145, 2001.
- 393 NUSSIO, L.G. Cultura do milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In:
 394 SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4. 1991, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba:
 395 Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1991. p.58-168
- 396 OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.;
 397 PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro
 398 e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.
- 399 PEDREIRA, M.S.; MOREIRA, A.L; REIS, R.A. et al. Características químicas e fermentativas
 400 do Tifton 85 (*Cynodon ssp.*) ensilado com diferentes conteúdos de matéria seca e níveis de
 401 polpa cítrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.,
 402 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD-ROM.
 403 (Forragicultura. FOR-0192).
- 404 PLAYNE, M.J., McDONALD, P. The buffering constituent so fher bageand of silage. **Journal**
 405 **of the Science of Food and Agricultural**, v.17, p.264-268, 1966.
- 406 PORCIANATO, M.A.F.; BERCHIELLI, T.T.; FRANCO, G.L.; ANDRADE, P.; SILVEIRA,
 407 R. N.; SOARES, W. V. B.; Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen
 408 de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. *Revista Brasileira*
 409 *de Zootecnia*. v.33, n.1, p. 258-266, 2004.
- 410 POSSENTI, R.A.; FERRARI JR., E.; BUENO, M.S. BIANCHINI, D.; LEINZ, F.F.;
 411 RODRIGUES, C.F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e
 412 girassol. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005.

- 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... Belo Horizonte, MG: EV/UFMG, p.65-91.2005.
- SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAGÃO, A.S.L.; DÓREA, J.R.R. Características de fermentação de silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.6, p.1423-1429, 2010.
- 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.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R. A.; ITURRINO, R.P.S.; PIRES, J. V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R. C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n.6, p.2000-2009, 2001.
- TEIXEIRA, J.C., 2001. Utilização da polpa cítrica na alimentação de bovinos leiteiros. Parte II. **Milkbizz Tecnol.**, v. 1, n. 4, p.23-25.
- 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, Luiz Gustavo Ribeiro ; GONÇALVES, Lúcio Carlos ; TOMICH, Renata Graça Pinto ; BORGES, Iran . Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003 (Série Documentos da EMBRAPA).

- 435 TOSI, H.; JOBIM, C.C. Conservação de forragens: silagem. In: AQUARONE, E. (Ed.).
436 Biotecnologia industrial. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 4, p. 491-505.
- 437 UNDERWOOD, E. J. **Los minerales en la nutrición del ganado**. Zaragoza, 1983, 209 p.
- 438 VAN SOEST, PJ. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Assoc.
439 476p.