

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**CHRISTIAN BLOEMER BRAND**

**VALOR NUTRITIVO DO BAGAÇO DE MAÇÃ COMO  
ADITIVO EM SILAGEM DE MILHO**

**FLORIANÓPOLIS-SC**

**2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

**CHRISTIAN BLOEMER BRAND**

**VALOR NUTRITIVO DO BAGAÇO DE MAÇÃ COMO  
ADITIVO EM SILAGEM DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência para obtenção  
do Diploma de Graduação em Zootecnia da  
Universidade Federal de Santa Catarina.  
Orientador: Prof. Dr. Diego Peres Netto

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2014**

CHRISTIAN BLOEMER BRAND

**VALOR NUTRITIVO DO BAGAÇO DE MAÇÃ COMO  
ADITIVO EM SILAGEM DE MILHO**

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 27 de junho de 2014.

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. DIEGO PERES NETTO

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Alexandre Guilherme Lenzi De Oliveira

---

Prof. Dr. Ricardo Kazama

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Universidade Federal De Santa Catarina- UFSC, pela formação e por disponibilizar excelentes profissionais como Professores e técnicos, em Especial ao Professor Diego Peres Netto pela sua orientação e o seu companheirismo, e claro por toda a sua atenção e ensinamentos repassados. Ao mestre André Luís Ferreira Lima pelo apoio na estatística do trabalho e amizade.

Aos membros do Laboratório de Nutrição Animal, obrigado pelo apoio em todas as etapas das análises.

Aos meus familiares o meu muito obrigado, em especial Tio Nilo, Tia Maria pela paciência, e também meu Primo e amigo Agostinho por me apoiar em todas as horas, e claro a Cida por todo o seu carinho e auxílios. Quero agradecer vários colegas que durante o desenvolver dos trabalhos me auxiliaram, Fernanda Scheuer sempre presente para me auxiliar, e em especial a minha querida amiga Bruna De Matos Stuart pela sua amizade, companheirismo e auxílio na realização de inúmeras análises no laboratório.

E por fim agradeço a todos que de uma forma direta ou indireta me auxiliaram a concluir a minha graduação, aos meus colegas que faziam companhia durante as aulas, ajuda, discussões e claro na hora de confeccionar e apresentar inúmeros trabalhos, em especial; Daniela Bampi, Davi Francisco Massi, Gilnei Bruno Fachin, Jaqueline Kuhnen Mayer e Joel Cordeiro o meu muito obrigado.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de bagaço de maçã sobre a composição química, digestibilidade *in vitro* da MS e perfil fermentativo de silagens de milho. Os tratamentos foram: 0%, 15%, 30%, 45% de bagaço de maçã em substituição a silagem de milho, distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os ingredientes foram armazenados em minisilos experimentais, confeccionados em baldes plásticos de 890 mm de altura e 300 mm de diâmetro. A seguir, cada silo foi fechado e após 90 dias de estocagem foram abertos para a coleta de amostras. Parte das amostras, após secas foram moídas e encaminhadas para análise da composição química. Outra parte, foi prensada para extração do suco da silagem e determinação do pH e nitrogênio amoniacal. Os dados foram submetidos à análise de variância e as equações de regressão, quando significativas, foram estimadas utilizando o procedimento CORR (SAS, 2008). Houve diminuição linear ( $P < 0,05$ ) dos níveis de bagaço de maçã sobre o teor médio de matéria seca e de matéria mineral das silagens. A adição de bagaço à silagem não alterou o teor de extrato etéreo e proteína bruta. A análise de regressão indicou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de bagaço sobre os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos não fibrosos, digestibilidade *in vitro* da MS, perdas de MS e valor de pH das silagens com inclusão do bagaço de maçã. Para os teores de N-NH<sub>3</sub> a análise de regressão indicou efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). A adição do bagaço de maçã em níveis de até 45% revelou ser um bom aditivo para ensilagem, pois não influenciou negativamente o valor nutritivo das silagens de milho comparado ao tratamento sem a inclusão de bagaço. O nível com adição de até 30% de bagaço nas silagens influenciou positivamente a composição química, a digestibilidade *in vitro* da MS e seu perfil fermentativo.

Palavras chave: composição química, perfil fermentativo, resíduo

## LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

CNF - Carboidratos não fibrosos

CV - Coeficiente de variação

DENS - Densidade

DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

EE - Extrato etéreo

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro

HEM - Hemicelulose

LIG - Lignina

MO - Matéria Orgânica

MS - Matéria seca

N-NH<sub>3</sub>/NT - Nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total)

PB - Proteína bruta

pH - Potencial hidrogeniônico

CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono

O<sub>2</sub> - Oxigênio

MST - Matéria seca total

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fases de fermentação durante o processo de silagem .....	17
Figura 2- Perdas de matéria seca no material ensilado.....	27
Figura 3 - Teor de CNF das silagens.....	30
Figura 4- Digestibilidade <i>in Vitro</i> do material ensilado.....	31
Figura 5- Valor de pH do material ensilado.....	32
Figura 6- Teor de N-NH <sub>3</sub> /NT do material ensilado.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Perdas de matéria seca (%) em silagens de milho e de sorgo durante a colheita e o armazenamento em diferentes tipos de silos.....	18
Tabela 2. Perdas de matéria seca (%) na produção de silagens.....	19
Tabela 3. Composição química dos alimentos antes da ensilagem .....	23
Tabela 4. Composição química e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.....	26



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Produção de Maçã ( <i>Malus domestica</i> ) no Brasil.....	12
2.2. O processo de ensilagem .....	13
2.2. Etapas do processo de fermentação .....	14
2.3. Fatores que afetam a qualidade da silagem .....	17
2.4. Uso de subprodutos agroindustriais para ensilagem .....	21
3. OBJETIVOS .....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. Local e época .....	22
4.2. Material experimental.....	23
4.3. Tratamentos e delineamento experimental.....	23
4.4. Análises Laboratoriais.....	24
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
7. CONCLUSÃO .....	34
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

# 1. INTRODUÇÃO

Entre os diversos segmentos econômicos atualmente desenvolvidos, é notório que o agronegócio do leite é de fundamental importância para o setor agropecuário brasileiro, tendo em vista sua participação na formação de renda e emprego de inúmeros produtores (FISCHER et al. 2011). Para Silva & Pedreira. (1996) citado por Bosetti (2012), existe a tendência no surgimento de um novo perfil de produtores, cada vez mais especializados e tendo a atividade leiteira não mais como secundária ou como um complemento de renda na propriedade, mas sim, uma atividade altamente tecnificada, demandando investimentos a fim de melhorar os índices produtivos. Dentre as estratégias para que esta opção seja viável, faz-se necessária atenção especial à alimentação dos rebanhos que necessita ser cada vez mais aprimorada para garantir que suas necessidades de manutenção e de produção sejam atendidas. Uma das estratégias que pode corroborar para isto é a utilização de alimentos conservados como, por exemplo, a silagem.

A utilização da silagem é bastante difundida no Brasil e auxilia na conservação e preservação de alimento de bom valor nutritivo com o mínimo de perdas possíveis, permitindo sua inclusão como parte da alimentação dos animais. Pode ser confeccionada a partir de um único alimento, como por exemplo, a silagem de milho (Jobim, 2010) ou ser resultante da mistura de dois ou mais alimentos como a silagem de capim elefante com resíduo de suco de caju (Ferreira et al. 2004), silagem de capim elefante com casca de café (Souza et al. 2003), silagem de capim elefante com subproduto de abacaxi (Ferreira et al. 2009), silagem de capim elefante com adição de polpa cítrica (Rodrigues et al. 2005), dentre outras.

Santa Catarina é um grande produtor de maçã, que pode ser apreciada *in natura* ou ser industrializada. Um dos produtos da industrialização é o suco da maçã que, após a prensagem tem como subproduto uma massa que consiste no bagaço de maçã, que pode causar danos ambientais se descartado inadequadamente. Uma estratégia para minimizar este problema seria utilizar este subproduto como aditivo na produção de silagens de gramíneas tropicais, visando complementar a dieta de vacas leiteiras, principalmente em situações de baixa disponibilidade de alimento. Esta prática poderia, além de reduzir os custos com alimentação, melhorar as

características fermentativas das silagens, incrementar o consumo de nutrientes e de energia e conseqüentemente a produtividade dos rebanhos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Produção de Maçã (*Malus domestica*) no Brasil**

A produção mundial de maçã na safra de 2010/2011 atingiu o patamar de 75,6 milhões de toneladas, sendo o Brasil responsável pela produção de 1,34 milhões de toneladas, grande parte consumida *in natura*. A safra catarinense de 2011/12 apresentou um volume produzido de 659,7 mil toneladas (Epagri, 2013). De acordo com a IBGE (2013) a área total colhida no Brasil foi de 37,9 mil hectares e o rendimento médio de 35,2 toneladas por hectare.

O consumo de maçã a nível mundial segue crescendo constantemente nos últimos anos. No ano de 1994 o mundo consumiu a quantia de 25 milhões de toneladas, em 1997 este consumo passou da casa de 32 milhões de toneladas (BONETI et al. 2002). O consumo de maçã continua a crescer no mundo, mas que ocorre de forma variável, onde certas populações consomem uma quantia superior a 54 kg de maçã por pessoa ano. A variação neste consumo poder ser atribuída à falta de informação da população a respeito do valor nutritivo deste fruto, por questões culturais ou até mesmo mercadológicas (EPAGRI, 2013).

Os pomares de macieira no Brasil se concentram nos estados do sul, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná. Santa Catarina é o maior produtor, responsável por 49,4% da produção nacional, seguido pelo Rio Grande do Sul, com 46,5%, e Paraná, com 3,8%. Existe inúmeros cultivares de maçã no mundo, no Brasil as mais comuns são a Gala, Fuji e Golden Delicious, representando aproximadamente 98% da produção nacional (EPAGRI, 2013). Isto se deve, provavelmente, a ótima produtividade destas plantas e também a sua adaptação ao clima da região sul. Os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul são responsáveis por 90% da produção nacional (BONETI et al. 2002).

Os cultivares Gala começam a ser colhidos em fevereiro e respondem por aproximadamente 55% da produção; a colheita da Fuji, que contribui com 41% da safra, se estende de abril até meados de maio; a Golden Delicious, com participação

de cerca de 2% da safra é colhida em março, Santa Catarina é o maior estado produtor de maçã do Brasil e entre os municípios que são responsáveis por esses índices destaca-se São Joaquim como maior produtor, com 251 mil toneladas, seguido por Fraiburgo, com 115 mil toneladas, Bom Jardim da Serra com 49 mil toneladas, Bom Retiro e Monte Carlo com 39 mil toneladas cada e Urubici com 25 mil toneladas. Estes municípios são responsáveis por 81% da produção catarinense (EPAGRI, 2013).

Os frutos que não atendam aos requisitos para a venda na forma *in natura*, são destinados à indústria para a extração do suco. No processo de extração do suco após a prensagem, tem-se, como subproduto uma massa com umidade em torno de 80% que é composta por cascas e polpas (94,5%), as sementes (4,4%) e os centros (1,1%) (KENNEDY et al. 1999). Este material possui elevada concentração de carboidratos e fibras, mas baixo teor de proteínas, aminoácidos essenciais e sais minerais (VENDRUSCOLO et al. 2008). Apresenta ainda elevado teor de umidade o que o torna muito susceptível a deterioração através da ação de microorganismos. Vendruscolo et al. (2008) reportaram que em virtude do bagaço de maçã apresentar alto conteúdo de açúcares este se torna um substrato em potencial para utilização em processos biotecnológicos, colaborando como fonte de carbono para o desenvolvimento de microorganismos. Atualmente, este bagaço é vendido a agricultores e pecuaristas para ser utilizado como adubo orgânico e ou como ração animal, comercializado em média 10 centavos de reais por quilograma de bagaço úmido (Informação pessoal).

## **2.2. O processo de ensilagem**

Ensilagem é o processo pelo qual é obtido o produto silagem. Neste processo, forrageiras de alto valor nutritivo são preservadas por meio de fermentação anaeróbica em que os carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microorganismos (MIZUBUTI et al. 2009). Pereira e Reis (2001) relataram que o processo de ensilagem consiste em um método de conservação de forragem, no qual os carboidratos solúveis contidos no material são convertidos em ácidos orgânicos através de microorganismos, que encontrados em

ambiente ideal se proliferam propiciando um ambiente adequado para que ocorra a fermentação do material ensilado. Esta forma de conservação de alimentos pode ser composta por gramíneas, leguminosas, milho, grãos, cereais integrais, batatas, resíduos da indústria de alimentos e qualquer material que possua um componente de açúcar livre necessário para que ocorra a fermentação. O material tradicionalmente utilizado para a ensilagem é a planta de milho, pois possui boa composição bromatológica e preenche os seguintes requisitos: teor de MS entre 30 e 35%; teor mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria natural; baixo poder tampão e boa fermentação microbiana (MIZUBUTI et al. 2009).

PAZIANI et al. (2009) relataram que a utilização do milho para silagens, se dá pela tradição do seu cultivo, alta produção por unidade de área e bom valor nutricional. No uso de milho para silagem, procura-se muitas vezes plantar variedades que possuam alta produção de matéria seca (MS) por hectare. NUSSIO e MANZANO (1999) sugeriram que devemos pensar além da MS produzida pelos híbridos e levar também em consideração a relação de grãos da massa ensilada em proporção a hastes e folhas, visando atender as demandas alimentares dos animais de elevada produção que atualmente são utilizados nas propriedades.

O objetivo final da ensilagem é preservar o valor nutritivo da forragem com o mínimo de perdas possível. Para a obtenção de um produto final de qualidade, devem-se selecionar culturas de elevado potencial genético, além de observar todas as etapas do processo de ensilagem, como época ideal de colheita, tamanho adequado da partícula para correta compactação, tempo de enchimento do silo, boa compactação e vedação do silo para evitar infiltração de água e ar. É fundamental, durante o processo de conservação, que as condições de preservação favoreçam grupos de microorganismos benéficos em detrimento dos demais que alteram as características nutricionais, podendo produzir metabólitos tóxicos (MIZUBUTI et al. 2009).

## **2.2. Etapas do processo de fermentação**

### **Fase Aeróbia inicial**

Na fase aeróbia ocorrerá à morte dos tecidos das plantas e a rápida saída do oxigênio contido na massa ensilada, seguido pela acelerada proliferação no número de bactérias aeróbias. Esta fase sempre ocorrerá no processo inicial de ensilagem, mas se perdurar por um longo período haverá respiração excessiva do material, redução do conteúdo de energia da silagem e aumento da temperatura da massa ensilada (JOBIM, 2010). O mesmo autor relatou que se a temperatura no material ensilado ultrapassar os 38°C ocorrerá redução na digestibilidade da silagem e diminuição do seu valor nutritivo. Já Silveira (1975) relatou que se a temperatura no silo ultrapassar os 49°C, a proteína do material ensilado poderá reagir com os carboidratos da mesma, e aderir-se a fração de FDA do material ensilado tornado-se indigestível (Reação de Maillard). Silveira (1988) também mencionou em seu trabalho que se o teor de matéria seca for superior a 60% dificulta ou mesmo impede a expulsão do oxigênio através da compactação e como consequência ocorrerá o aquecimento do material ensilado, provocando assim, menor disponibilidade da proteína por estar aderida à parede celular, comprometendo a digestibilidade do alimento. Além disto, outra desvantagem de uma fase aeróbica prolongada é a perda de MS que se agravará em forrageiras ricas em carboidratos solúveis, que são essenciais para uma boa fermentação anaeróbica. Pereira et al. (2008) relataram que quanto mais prolongada for esta fase, maior será a ocorrência de perda de MS na forma de carboidratos ricos em energia, ocorrendo essas perdas em demasia irá acarretar uma falta de substrato para às bactérias produtoras de ácido láctico responsáveis pela redução do pH no material ensilado.

### **Fase de Colonização**

Consiste na etapa de colonização (lag-phase) do material, é mais curta durando apenas algumas horas, ela é a transição da fase aeróbia para anaeróbia. Nesta fase tem-se início o crescimento rápido de microorganismos anaeróbios, e uma das principais bactérias que se desenvolvem são as bactérias lácticas, que produzem ácidos orgânicos e que propiciaram o decréscimo do pH da silagem, criando condições favoráveis para uma boa conservação da massa ensilada (JOBIM, 2010).

## **Fase de Fermentação (Fase anaeróbica)**

A terceira fase é a mais longa de todas, pode durar entre 10 e 14 dias, nela ocorre à fermentação anaeróbica do material ensilado e o pH continua baixando até chegar a níveis em que o crescimento dos microorganismos indesejáveis seja inibido, ressaltando que a estabilização da massa ensilada dependerá principalmente do seu teor de carboidratos solúveis, da capacidade tampão e do seu teor de umidade (VAN SOEST, 1994). Também é válido lembrar que fatores ligados à tecnologia empregada no preparo da silagem (compactação, tamanho de partículas, tempo de enchimento do silo e vedação), também podem interferir no tempo de duração desta fase (JOBIM, 2010).

Jobim (2010) e Pereira et al. (2008), descreveram que os microrganismos anaeróbios quando se desenvolvem fermentam hexoses compostas por glicose e frutose, e as pentoses (ribose e xilose), produzindo etanol, ácidos graxos voláteis (AGV), ácido láctico e CO<sub>2</sub>. Pereira et al. (2008) também relataram que quanto mais rápido for o processo de fermentação também mais rápido será a acidificação do material ensilado e melhor será a qualidade da silagem em função do menor valor de MS perdida. Em silagens em que a acidificação ocorreu de forma lenta, o resultado será uma maior concentração de ácido acético, podendo também ocorrer fermentação butírica e este tipo de silagem não terá boa aceitação pelos animais. Dentre os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação o ácido láctico é o mais forte, sendo o principal ácido responsável pelo declínio do pH e também pela manutenção da estabilidade da silagem (PEREIRA et al. 2008). Se a fermentação ocorreu de forma satisfatória, o ácido láctico representará, em média, 60% do total de ácidos orgânicos presentes na silagem, com concentração entre 6 e 8% na matéria seca (MIZUBUTI et al. 2009, JOBIM, 2010,).

## **Fase de estabilidade em anaerobiose**

Após a fermentação anaeróbica vem à fase de estabilização, que se caracteriza pela baixa atividade de microrganismos na silagem, na qual esse material sofrerá irrisórias alterações na composição química e estará pronta para ser consumida pelos animais (JOBIM, 2010). Pereira et al. (2008) e Mizubuti et al. (2009) relataram que nesta fase de estabilização, se o pH estiver em torno de 3,8 a

4,2 este será responsável pela inibição da população de bactérias, iniciando assim a fase de estabilização do material ensilado permanecendo inalterada até que o silo venha a ser aberto tendo então contato com o oxigênio. Na Figura 1 é apresentado as fases de fermentação durante o processo de silagem.

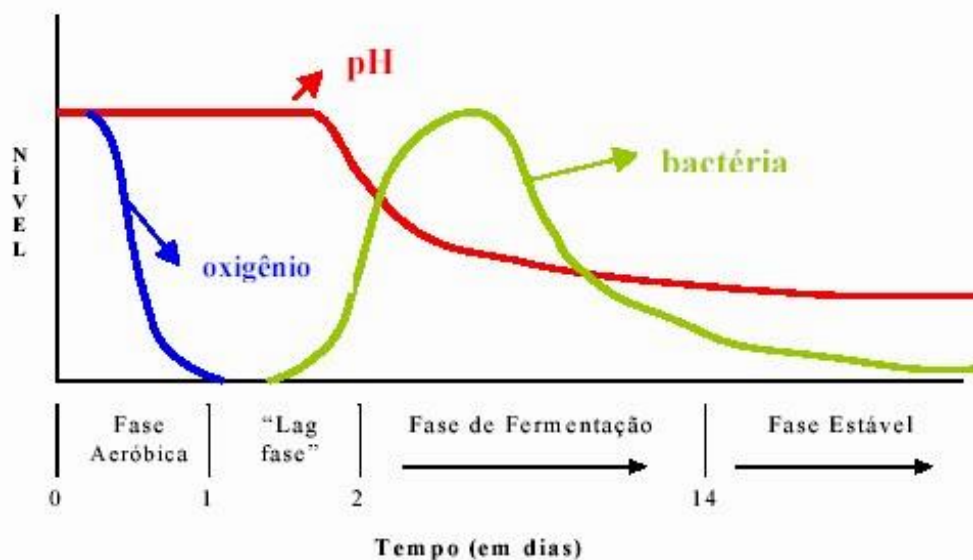


Figura 1. Fases de fermentação durante o processo de ensilagem. Adaptado de Guim (2002).

### 2.3. Fatores que afetam a qualidade da silagem

#### a) Teor e perdas de matéria seca

Alguns autores como TOSI et al. (1999) relataram que o potencial de utilização de plantas forrageiras para ensilagem depende do seu teor de Matéria Seca (MS) no momento da ensilagem, que deverá estar entre 30 e 35%. Para Jobim (2010) este valor deveria estar entre 28 a 40% e afirmou que dentre os fatores que determinam o padrão de fermentação do material ensilado, o teor de MS tem grande importância. Com teor abaixo de 28% o material ensilado terá grandes perdas por efluentes, e além dessa perda, este ambiente será propício a atuação e microorganismos indesejáveis no material ensilado. Mas é válido salientar que



teores de MS acima de 40% também são indesejáveis, pois com teor elevado de MS torna-se difícil a compactação do material ensilado, proporcionando o acúmulo de O<sub>2</sub> entre as camadas. Nesta situação ocorrerá a proliferação de inúmeros organismos aeróbios e anaeróbios facultativos atuando no material ensilado, causando grandes prejuízos na qualidade da silagem.

Durante o processo de confecção da silagem ocorrem inúmeras perdas durante o processo, estas tem seu início no processo de colheita do material a ser ensilado e no processo de picagem da forragem no campo. Perdas também ocorrem no silo e no momento da retirada do material ensilado. Vilela (1985b) quantificou as perdas de MS de silagem de milho e sorgo em diferentes etapas do processo (Tabela 1). Torres (1985) também verificou que as perdas no processo de ensilagem ocorrerem principalmente durante a colheita do material, armazenamento e no fornecimento aos animais (Tabela 2).

Tabela 1. Perdas de matéria seca (%) em silagens de milho e de sorgo durante a colheita e o armazenamento em diferentes tipos de silos.

Tipos de Perdas	Perdas em MS (%)	
	Silagem de Milho	Silagem de Sorgo
Perdas no Campo	5,2	1,7
<b>Perdas no Silo</b>		
Cilíndrico	4,5	8,7
Trincheira	9,0	11,7
Superfície	33,0	40,7

Fonte: Adaptado de Vilela (1985b)

Tabela 2. Perdas de matéria seca (%) na produção de silagens.

Tipo de conservação	Colheita	Armazenamento	Fornecimento aos animais	Total
Silagem com emurchamento	5 -8	2-6	5	12-15
Silagem de milho	1-3	7-14	5	13-22

Fonte: Adaptado de Torres (1985)

Bactérias do gênero clostridium fermentam os açúcares, ácido lático e aminoácidos, produzindo ácido butírico e aminas. Essa fermentação resulta na perda de MS e ainda reduz a palatibilidade e a estabilidade da silagem (Jobim, (2010). McDonald et al. (1991) também relataram que os principais produtos da fermentação das bactérias do gênero clostridium produzem grandes quantidades de ácido butírico, água e dióxido de carbono, e que estes em conjunto, podem causar grandes perdas de MS na ordem de 18 a 50% e conseqüentemente decréscimo no valor nutricional da silagem. O crescimento dos clostrídeos na silagem é estimulado sobretudo pelo aumento da temperatura no interior do silo e contribui para a perda de MS, baixo teor de carboidratos solúveis, a elevada capacidade tampão da cultura que dificulta a redução do pH, e também a vedação incorreta do silo (JOBIM, 2010).

#### b) Carboidratos solúveis e valor de pH

A conservação de uma forrageira em forma de silagem depende diretamente da estabilização do seu pH, com isto teremos uma melhor qualidade do material ensilado. Para que esta estabilização ocorra é necessário que haja substrato para o crescimento dos microorganismos responsáveis pelo abaixamento do pH, esses substratos são os carboidratos solúveis que são prontamente fermentados pelas bactérias lácticas. Para Guim (2002), quando o material ensilado apresentar teor adequado de carboidratos solúveis haverá condições ideais para o estabelecimento e desenvolvimento de bactérias do gênero Lactobacilo que são as responsáveis pela

produção do ácido lático. Outros autores (Silva et al. 1999 e Mizubuti et al. 2009), também relataram como é importante a presença de carboidratos solúveis no material ensilado, pois estes são compostos que serão rapidamente assimilados pelas bactérias e logo aumentará a produção de ácido lático e conseqüentemente propiciará a queda do pH do material ensilado, aumentando a qualidade desta silagem. Pereira et al. (2008) e Mahanna (1994) relataram respectivamente, que a faixa ideal de pH para silagens de milho deverá estar entre 3,8 a 4,2, e de carboidratos solúveis entre 6 a 8% para garantir a estabilização da silagem e a qualidade da mesma. McDonald et al. (1991) e Woolford (1984), preconizam um teor mínimo de carboidratos solúveis entre 8 a 10% da MS para que ocorra um processo de fermentação adequado.

#### c) Capacidade tamponante

A capacidade tampão (CT) pode ser definida como a resistência do material ensilado em manter ou mesmo resistir ao abaixamento do pH. A elevada capacidade tampão pode causar grandes perdas no processo de ensilagem, pois com o retardamento da queda do pH haverá perdas de percentagem de MS do material ensilado, conseqüentemente diminuirá significativamente a qualidade da silagem (JOBIM, 2010). Mizubuti et al. (2009) relataram que o valor da capacidade tampão pode alterar-se durante o processo de ensilagem pelo fato de ocorrer a produção de inúmeros ácidos orgânicos e que este valor pode ser expresso como equivalente miligrama (e.mg) de álcali necessário para alterar o pH de 4,0 a 6,0 por 100g de matéria seca.

#### d) Teor de Nitrogênio Amoniacal

O teor de amônia na silagem é expresso como percentagem de nitrogênio amoniacal tendo como relação o nitrogênio total, este parâmetro é utilizado para mensurar a qualidade da silagem. Tomich et al. (2003) consideram como indicativo de uma boa fermentação valores de  $N-NH_3/NT$  abaixo de 10%, sendo que valores acima de 15% de  $N-NH_3/NT$  na silagem indicaria proteólise em demasia. O  $N-NH_3/NT$  presente na silagem também pode ser um indicador da atividade dos

clostrídeos, uma vez que esse produto é produzido em pequenas quantidades por microorganismos da silagem e enzimas da planta. (MIZUBUTI et al. 2009)

#### **2.4. Uso de subprodutos agroindustriais para ensilagem**

O Brasil é um grande produtor de insumos agropecuários que quando industrializados, na sua grande maioria, geram resíduos no seu processo de beneficiamento. Como exemplo, na agroindústria macieira foram gerados no ano de 1999 um total de 1 milhão de toneladas de resíduo do beneficiamento da maçã para a extração do suco (Villas-Bôas, 2000).

Existem várias espécies de interesse agrônômico que passam por processos industriais visando extrair algum produto de interesse comercial, dentre esses, o abacaxi, caju, laranja, maçã, girassol e a uva. Prado et al. (2003) utilizou resíduo da indústria de processamento de abacaxi em substituição de silagem de milho, em níveis de 20, 40 e 60% de inclusão. Os autores concluíram com seu experimento que a silagem utilizando resíduo de abacaxi se mostrou viável para a utilização na alimentação de bovinos. Rodrigues et al. (2005) utilizaram polpa cítrica na silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) com o objetivo de verificar o efeito da adição crescente de polpa cítrica peletizada. Os autores concluíram que a inclusão de 4,7 a 7,6% de polpa cítrica melhorou a qualidade da fermentação e o valor nutritivo da silagem de capim elefante.

Outro produto que pode ser utilizado na alimentação animal no norte brasileiro é o subproduto da indústria do suco de caju. O caju (*Anacardium occidentale* L.) na região norte possui grandes áreas plantadas, no processamento do pseudofruto do caju para produção de sucos é gerado em torno de 40% de subproduto. Ferreira et al. (2004) avaliaram a utilização desse subproduto em associação com o capim elefante na forma de silagem e concluíram que a utilização do bagaço de caju, melhorou as características fermentativas da silagem e proporcionou um incremento no teor proteico da mesma. Segundo Holanda et al. (1996), a produção de pedúnculo chega a cerca de 1 milhão de toneladas que é gerado em época de escassez de alimento para ruminantes, que compreende a estação seca do ano (julho a janeiro), sendo de grande importância pesquisas que estudem o potencial de utilização deste bagaço na alimentação animal.

Silva et al. (2009) avaliou a utilização da parte aérea e raízes da mandioca para ensilagem no norte do Brasil. A pesquisadora avaliou tratamentos com e sem emurhecimento e com níveis crescentes de adição das raízes da mandioca; 0%, 15%, 30% e 45% em substituição a parte aérea. Os autores concluíram que a ensilagem de partes aéreas da mandioca e com incrementos de raízes da mandioca, que passaram por emurhecimento apresentaram melhor padrão fermentativo quando comparado ao material sem emurhecimento.

SILVA et al. (2007) avaliaram o efeito da adição de bagaço de mandioca na ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum), utilizando níveis de 5, 10, 15 e 20% e verificaram que a adição de bagaço elevou o teor de matéria seca da silagem, preservou o pH entre 3,85 e 4,07 do material ensilado e constatou-se que o N-NH<sub>3</sub>/NT encontrado ficou abaixo de 7,85 tendo assim um bom padrão de fermentação. Estes autores concluíram que a adição de até 5% de bagaço de mandioca à silagem de capim elefante foi satisfatória e manteve o padrão de uma boa silagem. Avaliando o uso do subproduto de cervejaria na alimentação de cabras em final de lactação Silva et al. (2010), verificaram que este subproduto pode ser utilizado até o nível de 25% em substituição ao concentrado, sendo uma ótima alternativa para baixar os custos da alimentação.

### **3. OBJETIVOS**

Assim, o objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de bagaço de maçã sobre a composição bromatológica, digestibilidade e perfil fermentativo de silagens de milho.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Local e época**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, no período de março de 2012 a dezembro de 2013.

## 4.2. Material experimental

O milho usado para confecção das silagens foi um híbrido (Agrocerees 5011) picado em um picador estacionário e o bagaço de maçã foi adquirido em uma agroindústria de Lages, SC. A composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados no experimento antes da ensilagem são apresentados na tabela 3.

Tabela 3- Composição química dos alimentos antes da ensilagem expressa em %MS.

Parâmetro (%MS)	Milho Planta inteira	Bagaço de Maçã
Matéria Seca	24,84	14,53
Matéria Orgânica	96,29	98,13
Matéria Mineral	3,71	1,87
Proteína Bruta	7,45	3,91
Extrato Etéreo	2,97	3,38
Fibra Detergente Neutro	46,61	29,75
Fibra Detergente Ácido	21,82	19,17
Carboidratos não fibrosos	39,26	61,1

## 4.3. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram: 0%, 15%, 30%, 45% de bagaço de maçã em substituição a silagem de milho, distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições.

Após determinada a proporção de cada ingrediente nos tratamentos, estes foram armazenados em minisilos experimentais, confeccionados em baldes plásticos de 890 mm de altura e 300 mm de diâmetro. Para confecção dos minisilos foram

feitas camadas alternando milho e bagaço de maçã no perfil do silo experimental com o objetivo de obter uma compactação de 600 kg de silagem/m<sup>3</sup>. A seguir, cada silo foi vedado totalmente sem nenhuma saída ou entrada de ar e após 90 dias de estocagem foram abertos para a coleta das amostras.

#### 4.4. Análises Laboratoriais

A perda total de matéria seca foi calculada pela diferença entre o peso da matéria seca da forragem inicialmente colocada em cada silo experimental e o peso da matéria seca da silagem recuperada no dia da abertura, multiplicados pelos respectivos teores de MS de acordo com Schmidt (2006).

Após a abertura dos silos, as massas foram homogeneizadas e duas subamostras retiradas de cada minisilo. A primeira, após seca em estufa com circulação de ar forçado (55°C por 72 horas), foi moída a 1 mm e determinado do teor de matéria seca total (MST), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) segundo Silva & Queiroz (2009). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com Tilley & Terry (1963) por meio da pesagem de 0,5 g de amostra pré-seca em tubos de centrífuga, previamente secos e calibrados. Aos tubos foram adicionados 40 mL de solução McDougall (saliva artificial) e 10 mL de inóculo de rúmen de animais mantidos em pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). Os tubos foram vedados com rolhas de borracha contendo válvula de bunsen (imediatamente depois de passar CO<sub>2</sub>) e incubados por 48 horas em estufa de temperatura controlada a 39°C, onde foram agitados pelo menos 3 a 4 vezes durante a fermentação. Em uma segunda foram adicionados 50 mL de solução de pepsina (1:10.000) a 0,2% em cada tubo, agitando-os e colocando-os em estufa a 39°C por mais 48 horas (Borgatti et al. 2012). Após a lavagem, secagem e pesagem dos tubos foram realizados os cálculos conforme descrito a seguir:

$$\text{DIVMS} = \frac{100 \times \text{g de MS na amostra} - (\text{g de MS residual} - \text{g de MS do branco})}{\text{g de MS da amostra}}$$

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que:  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%CINZAS + \%FDN)$ .

A outra subamostra foi levada a uma prensa hidráulica para extração do suco da silagem. Imediatamente após a prensagem do material, 50 mL de suco de silagem foram utilizados para determinação do pH em potenciômetro digital de mesa (HANNA instruments Limited HI8424, Bedfordshire, UK), calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Ainda para a determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>/NT), 2 mL do suco de silagem foram adicionados a 1 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1 N) em tubos de ensaio e imediatamente congelados até a realização das análises colorimétricas, de acordo com metodologia descrita por Kulasek (1972) e adaptada por Foldager (1977). As leituras em absorbância foram realizadas em espectrofotômetro (marca Beijing Rayleigh modelo VIS-7220) regulado em 630 nm.

## **5. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, os dados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc. 2008) após verificação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (PROC UNIVARIATE). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2008). As equações de regressão para os parâmetros avaliados, quando significativos, foram estimadas utilizando o procedimento CORR (SAS, 2008).

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A utilização das análises bromatológicas é de suma importância no seguimento da nutrição animal, pois é através da utilização dessa ferramenta básica que podemos conhecer fielmente qual a composição do material utilizado e assim formular uma dieta balanceada atendendo as exigências dos animais. Na tabela 4 é apresentada a composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca registradas para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.



Tabela 4. Composição química expressa em %MS e digestibilidade *in vitro* da matéria seca registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

	Níveis de bagaço de maçã (%)				Equação de regressão	R <sup>2</sup>
	0	15	30	45		
Matéria seca (%)	24,8	23,1	21,6	18,8	$Y = -13,06x + 25,01^*$	0,978
Matéria Mineral (%)	3,8	3,8	3,3	3,4	$Y = -1,093x + 3,846^*$	0,680
Matéria Orgânica (%)	96,1	96,1	96,6	96,5	$Y = -0,405x^2 + 1,269x + 96,14^*$	0,681
Extrato etéreo (%)	3,9	4,4	4,0	4,5	ns	-
Proteína bruta (%)	8,2	7,6	8,2	7,6	ns	-
Fibra em detergente neutro (%)	39,8	37,7	36,9	39,7	$Y = 54x^2 - 24,86x + 39,86^*$	0,963
Fibra em detergente ácido (%)	21,3	20,4	20,0	22,3	$Y = 34,87x^2 - 13,86x + 21,42^*$	0,910
Carboidratos não fibrosos (%)	44,2	46,5	47,4	44,7	$Y = -54,59x^2 + 26,04x + 44,13^*$	0,9573
Digestibilidade <i>in vitro</i> (%)	86,0	87,5	91,8	90,5	$Y = -0,003x^2 + 0,256x + 85,63^*$	0,832

\*Significativo (P<0,05); ns: não significativo. R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação

A inclusão do bagaço de maçã diminui linearmente o teor de matéria seca ( $P < 0,05$ ; Tabela 4), provavelmente, reflexo do conteúdo de água do bagaço antes de ensilado que foi em média 85,5% (Tabela 3), havendo um decréscimo de -13,06 pontos percentuais no teor de MS a cada 1% de bagaço de maçã adicionado. Independente do tratamento, os teores de matéria seca obtidos neste experimento estão abaixo dos níveis de 30 a 35%, citados por Mizubuti et al., (2009) como necessário para garantir uma silagem de boa qualidade. Segundo Vilela (1985a) na ensilagem de plantas com MS inferiores a 21%, e com teor de carboidratos solúveis inferiores a 2,5% na matéria natural, é necessário à utilização de técnicas que evitem prejuízos ao material ensilado, como por exemplo, o pré-emurhecimento da planta ou o uso de aditivos adsorventes de umidade. Todavia, neste trabalho ao analisar o teor dos nutrientes, a digestibilidade, o valor de pH e o teor de N-NH<sub>3</sub>/NT das silagens pode se inferir que incremento do teor de umidade não resultou em silagens de má qualidade.

As perdas de MS aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de bagaço de maçã conforme apresentado no gráfico 2, provavelmente, em virtude do aumento da disponibilidade de carboidratos não fibrosos na massa ensilada (Tabela 4) que foram fermentados por microorganismos anaeróbicos ocasionando a perda de componentes voláteis (etanol e AGV'S).

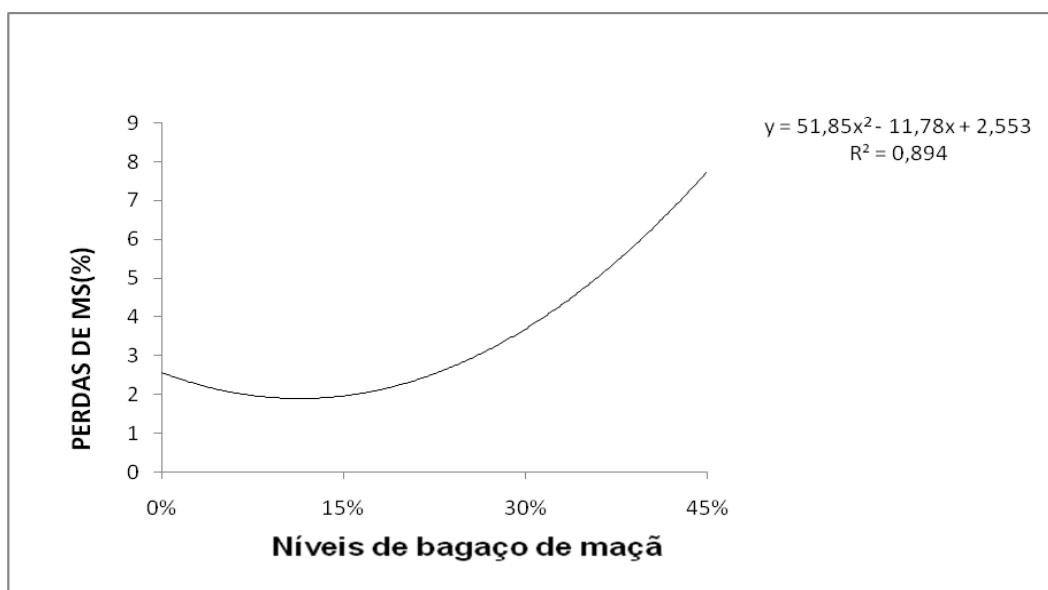


Gráfico 2. Perdas de matéria seca em silagem de milho, com níveis crescentes de bagaço de maçã.

Resultado semelhante foi verificado por Rodrigues et al. (2005) que avaliaram a inclusão de polpa cítrica na silagem de capim elefante e concluíram que as perdas de MS foram maiores à medida que se incrementou o nível de adição de polpa na silagem e que o aumento da disponibilidade de carboidratos solúveis para os microorganismos, com a inclusão da polpa, foi possivelmente o fator que proporcionou as maiores perdas. Adicionalmente, estes autores relataram que maiores concentrações de carboidratos solúveis poderiam ocasionar maior produção de produtos da fermentação voláteis (ácidos orgânicos, etanol, e outros), que podem ser perdidos principalmente durante a secagem da silagem na estufa.

No presente trabalho, a maior perda de MS (8%) foi verificada no tratamento com 45% de adição de bagaço que apresentou 18,8% de MS (Tabela 4), no trabalho de Rodrigues et al. (2005) esta perda foi de no máximo 9,2% no tratamento com maior inclusão de polpa cítrica (15%) e teor de MS em torno de 28,4%. Todavia, estes valores são inferiores ao estimado por Jobim et al., (2006) que encontraram perdas entre 13 e 16% em silagens de capim elefante com teores de matéria seca de 20,59 e 22,05%, ensilado em silo trincheira. Os autores concluíram que as perdas estimadas foram equivalentes àquelas previstas para silagens com teores de MS em torno de 20%.

O teor de matéria mineral decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ; Tabela 4) com a inclusão do bagaço de maçã. O menor teor (3,3%) foi verificado na silagem com adição de 30% de bagaço, sendo que a cada 1% de bagaço adicionado ocorreu um decréscimo de -1,093 pontos percentuais no teor de MM. Isto pode ser atribuído a inclusão do bagaço que apresentou, em média, teor de cinzas menor (1,9%) quando comparado com o milho planta inteira (3,7%) antes de ensilado (Tabela 3). Codagnome (1991) citado por Lima (1998) relatou que a avaliação do teor de matéria mineral é um parâmetro importantíssimo na avaliação da qualidade da silagem, pois valor superior a 12% de matéria mineral na massa ensilada indica provavelmente que ocorreu contaminação por solo, podendo diminuir a ingestão da silagem pelos animais ou mesmo promover uma fermentação secundária indesejada.

A adição de bagaço à silagem não alterou o teor de extrato etéreo e proteína bruta ( $P > 0,05$ ; tabela 4). Nas silagens em que houve a adição de bagaço o teor proteico foi, em média, de 7,8%, valor suficiente para fornecer

nitrogênio degradável no rúmen para atender a exigência mínima de 7% PB dos microorganismos ruminais (VAN SOEST, 1994). Em trabalho utilizando capim elefante com adição de casca de café Souza et al. (2003) encontraram teor médio de 8,9% de PB, valor este superior ao do presente trabalho, sendo isto explicado pelo fato que a casca de café apresenta teor de PB superior ao bagaço de maçã. Rodrigues et al. (2005) obtiveram valores médios de 6,79% de PB, teor abaixo do que foi encontrado no presente trabalho e abaixo do ideal para o bom funcionamento ruminal. Gonçalves et al. (2007) verificaram incremento no teor de PB quando adicionaram pedúnculo de caju em silagens de Braquiária. A cada 1% deste subproduto adicionado à silagem desta gramínea houve um aumento de 0,20 pontos percentuais no teor proteico da massa ensilada. Em outro tratamento com silagem de capim elefante verificaram um aumento de 0,16 pontos percentuais no teor proteico a cada 1% de pedúnculo de caju adicionado. Os autores concluíram que a adição de pedúnculo de caju foi positiva, pois elevou os níveis de MS e PB tanto da braquiária como do capim elefante. O mesmo não foi observado por Backes et al. (2014) trabalhando com silagem de maniçoba e fubá de milho. Os autores constataram que a inclusão do aditivo proporcionou decréscimo no teor de PB da silagem de maniçoba e atribuíram este efeito ao reduzido teor de proteína do aditivo.

Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para os teores de FDN à medida que se elevou a adição de bagaço de maçã, o que é justificado pelo baixo teor de FDN deste aditivo (29,75% da MS) em comparação ao teor observado no milho planta inteira (46,61%) antes da ensilagem. A redução na concentração de FDN e o aumento da DIVMS das silagens com maior inclusão do resíduo (Tabela 4) podem contribuir para aumentar o consumo de MS. Souza et al. (2003) avaliando o efeito da adição de diferentes níveis de casca café sobre o teor de FDN de silagens de capim elefante estimaram redução de 0,31% no teor de fibra por unidade de casca adicionada. Os autores atribuíram este efeito, principalmente, ao menor teor de FDN da casca em relação ao capim elefante. Ferreira et al. (2004) adicionando bagaço de caju em silagem de capim elefante, também encontraram teores de FDN menores que do tratamento testemunha (sem o aditivo), pois o bagaço possui um teor de FDN mais baixo comparado ao capim, contribuindo para a melhor qualidade do

material ensilado. A redução no teor de FDN em dietas de ruminantes que incluam elevada proporção de volumoso pode contribuir positivamente para o aumento do consumo de MS e para o incremento energético com outras fontes de alimentos (JUNG & ALLEN, 1995).

No estudo de regressão polinomial foi observado comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) para os teores de FDA à medida que foi aumentada a adição do bagaço de maçã e teor mínimo encontrado foi de 20% para o nível com inclusão de bagaço de maçã a 30%. Os teores de FDN registrados neste experimento são semelhantes aos observados por Souza et al. (2004) que verificaram diminuição do teor FDA nos tratamentos com inclusão de até 20,09% de casca de café, a partir desse ponto houve acréscimo no teor de FDA da silagem.

No gráfico 3 é apresentado o teor de Carboidratos não Fibrosos do material ensilado.

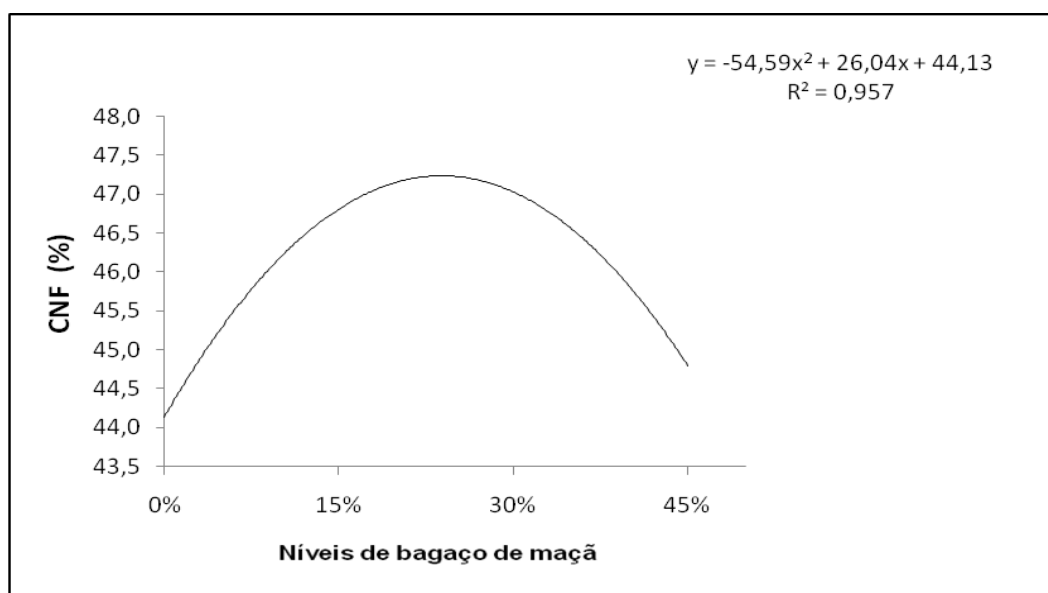


Gráfico 3. Teor de carboidratos não fibrosos em silagem de milho, com níveis crescentes de bagaço de maçã.

A adição de bagaço de maçã, com seu elevado teor de carboidratos não fibrosos (61,1% da MS), propiciou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) da concentração destes na massa ensilada até o nível de 30%. Isto sugere que este subproduto pode contribuir para melhorar o padrão fermentativo das silagens de milho, uma vez que os carboidratos solúveis são os principais

substratos utilizados pelas bactérias formadoras de ácido lático (MCDONALD. 1981). Trabalhando com silagens de capim elefante com a adição de subprodutos da indústria de suco de caju, Ferreira et al. (2004) relataram a importância do bagaço de caju como fonte de carboidratos solúveis e sua contribuição para melhorar as características fermentativas das silagens.

No gráfico 4 é apresentado a digestibilidade *in vitro* da MS do material ensilado.

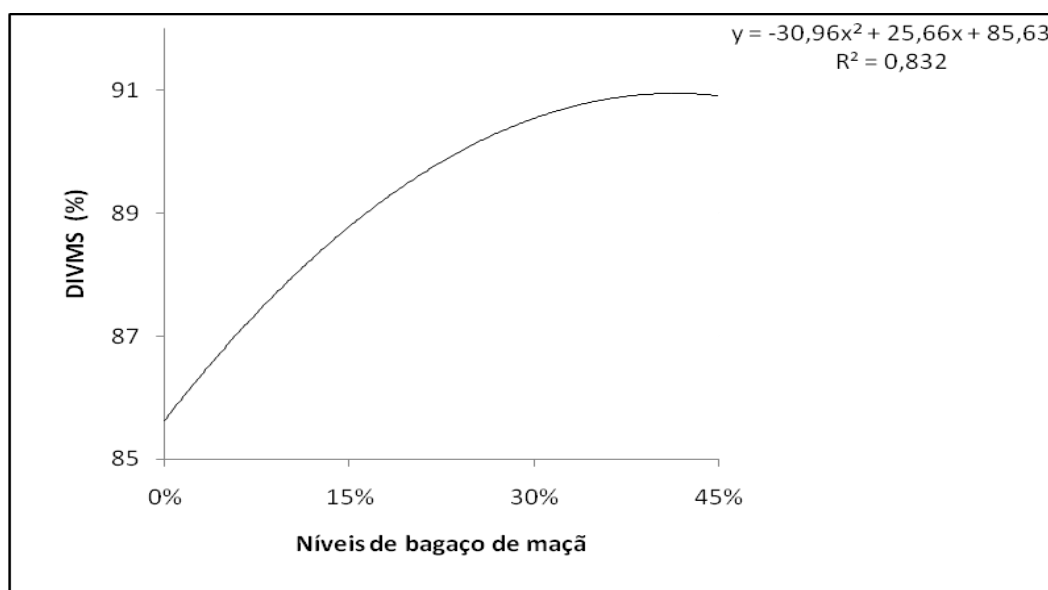


Gráfico 4. Digestibilidade *in vitro* da MS em silagem de milho, com níveis crescentes de bagaço de maçã.

Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para a digestibilidade *in vitro* da MS com a adição de bagaço de maçã (Tabela e Gráfico 4), provavelmente em virtude dos elevados coeficientes de digestibilidade desta fração. A maior DIVMS (91,8%) foi encontrada no nível com inclusão de 30% de bagaço de maçã, ou seja, 6,31% maior comparado ao tratamento sem aditivo. A DIVMS diminuiu no nível mais alto de inclusão de bagaço (45%), provavelmente devido ao aumento das frações de FDN e FDA no mesmo nível de inclusão do bagaço (Tabela 4). Isto é indesejável, pois quanto menor a digestibilidade de um alimento menor será sua capacidade de aproveitamento pelos animais.

Rodrigues et al. (2005) relataram que houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade *in vitro* da MS com a inclusão da polpa cítrica em silagens de capim elefante e verificaram no nível de inclusão de 15% do subproduto DIVMS em torno de 56,76%, valor este inferior ao encontrado para o mesmo nível de adição de bagaço de maçã na silagem de milho do presente trabalho, que foi em média de 87,5%.

Os dados de fermentação das silagens submetidas a diferentes tratamentos encontram-se no Gráfico 5 e 6.

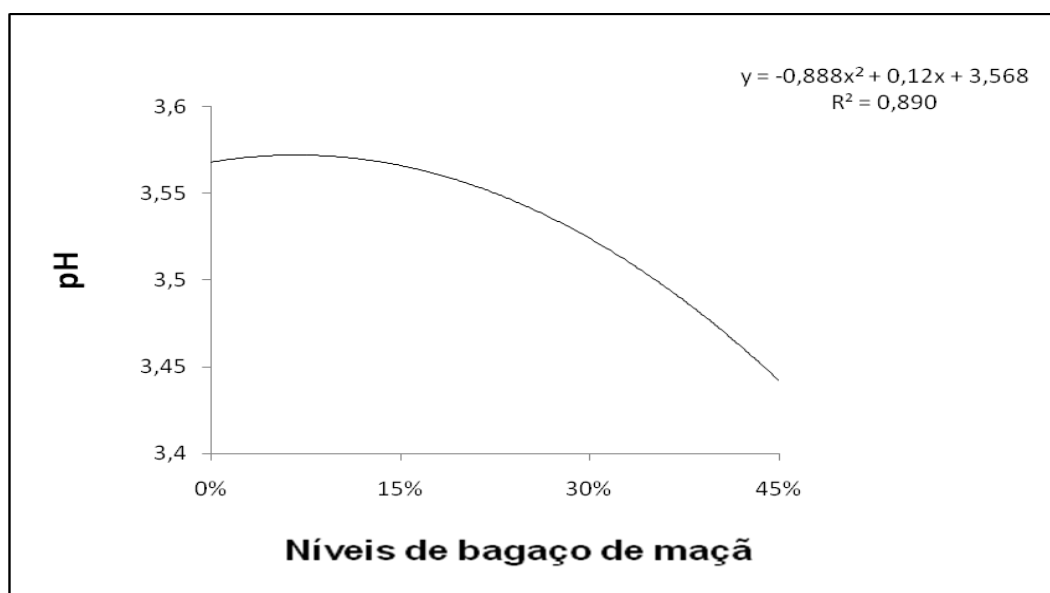


Gráfico 5. Valor de pH para silagem de milho, com níveis crescentes de bagaço de maçã.

O comportamento do pH apresentou-se de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis de adição do bagaço de maçã. Este comportamento pode ser explicado em parte pela maior disponibilidade de CNF nestes tratamentos comparado ao tratamento sem aditivo, conduzindo provavelmente, à produção de ácido láctico, provocando a queda mais rápida do pH. O valor máximo de pH foi de 3,59 para o nível com 15% de bagaço de maçã, que é adequado para uma ótima fermentação que, segundo Mizubuti et al. (2009) deve ser abaixo de 4,2. Corroborando com este resultado o encontrado por Souza et al. (2003) que utilizando casca de café em silagem de capim elefante verificaram efeito

quadrático ( $p < 0,01$ ) dos níveis de casca de café, aferindo valor mínimo de 3,78 para o nível de 26,78% de inclusão do aditivo. Entretanto, Ferreira et al. (2004) utilizando subprodutos da indústria do caju como aditivo em silagens de capim-elefante verificaram diminuição no valor de pH a medida que houve aumento dos níveis de pedúnculo de caju, sendo que os níveis de inclusão de 24, 36 e 48% mostraram-se equivalentes e dentro da faixa ideal para uma ótima fermentação.

O comportamento dos teores de  $N-NH_3$  estimados pela equação é mostrado no gráfico 6.

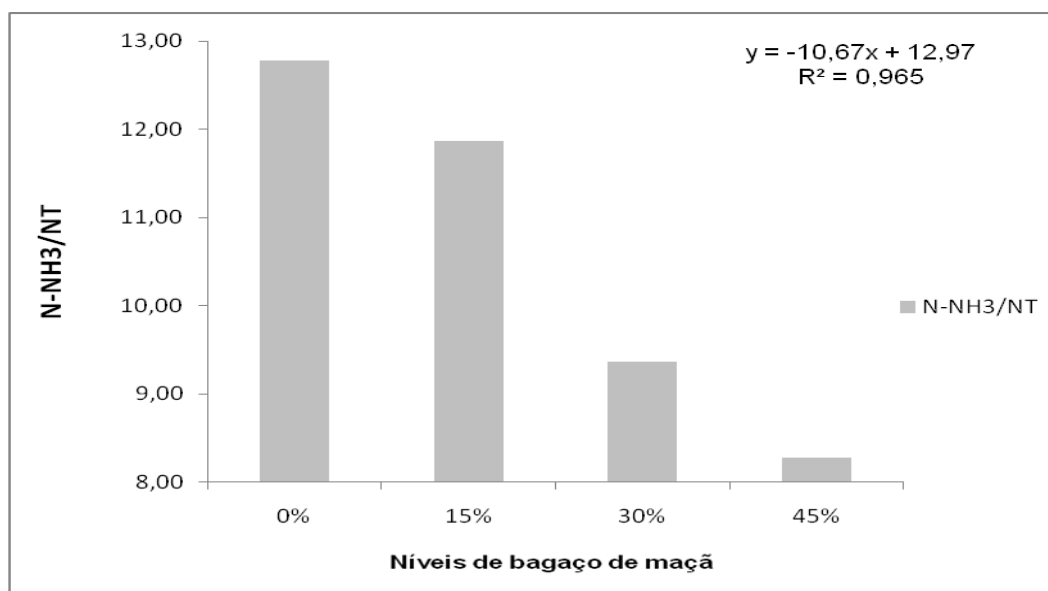


Gráfico 6- concentração de  $N-NH_3/NT$  em silagem de milho com níveis crescentes de bagaço de maçã.

A análise de regressão indicou efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos teores de  $N-NH_3$  das silagens, a medida se adicionou o bagaço de maçã, provavelmente em virtude da baixa proteólise promovida pelas enzimas da planta no interior do silo, uma vez que a maior atividade destas enzimas ocorre em pH acima de 5,0 e no presente trabalho o pH ficou abaixo de 4,0. Segundo Backes et al. (2014) o baixo pH evita a proteólise em demasia e por consequência mantém o  $N-NH_3$  dentro dos limites recomendados. Observando o comportamento do valor de pH (gráfico 5) e dos teores de  $N-NH_3$  (gráfico 6) verifica-se que os menores valores de pH acompanharam os menores valores



de N-NH<sub>3</sub> a medida que aumentou os níveis de bagaço na massa ensilada. Tomich et al. (2003) consideram como indicativo de uma boa fermentação valores de N-NH<sub>3</sub>/NT abaixo de 10%, sendo que valores acima de 15% de N-NH<sub>3</sub>/NT na silagem indicaria proteólise em demasia. Os níveis de N-NH<sub>3</sub> mantiveram-se nos níveis com 30 e 45% de inclusão de bagaço dentro do limite adequado para uma boa fermentação, 9,36 e 8,27 %, respectivamente (gráfico 6), assim sugere-se ausência de fermentações indesejáveis nestes níveis. Entretanto, o mesmo não foi verificado nos tratamentos sem adição de bagaço (12,78%) e com 15% de inclusão deste subproduto (11,86%). No estudo de regressão polinomial verificou-se que houve a redução de -10,67% no teor de N-NH<sub>3</sub>/NT por unidade de bagaço de maçã adicionado. Silva et al. (2007) analisando a qualidade de silagens de capim elefante com adição de bagaço de mandioca encontraram teor de N-NH<sub>3</sub>/NT abaixo de 7,9%, assim os autores concluem que, ficou evidente que as silagens estudadas apresentaram fermentações desejáveis. Ferreira et al. (2004) também verificaram que com a adição de pedúnculo de caju em silagem de capim diminui os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT da massa ensilada.

## 7. CONCLUSÃO

A adição do bagaço de maçã em níveis de até 45% revelou ser um bom aditivo para ensilagem, pois não influenciou negativamente o valor nutritivo das silagens de milho comparado ao tratamento sem a inclusão de bagaço. O nível com adição de até 30% de bagaço nas silagens influenciou positivamente a composição química, a digestibilidade *in vitro* da MS e seu perfil fermentativo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKES, ALFREDO ACOSTA ; SANTOS, LAELSON LIMA DOS ; FAGUNDES, JAILSON LARA ; BARBOSA, LEANDRO TEIXEIRA ; MOTA, MARCELO ; VIEIRA, JODNES SOBREIRA . **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.

BONETI, J. I. S. ; CESA, J. D. ; PETRI, J. L. ; BLEICHER, J. . **Evolução da cultura da macieira**. A cultura da macieira. 1ed. Florianópolis, SC: Epagri, 2002, v. , p. 37-57.

BORGATTI, L.M.O.; NETO, J.P.; CONRADO, A.L.V.; MARINO, C.T.; MEYER, P.M.; RODRIGUES, P.H.M. **Evaluation of relative biological efficiency of additives in sugarcane ensiling**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.41, n.4, p.835-845, 2012.

BOSETTI, **Elisa Maria**. **Aspectos da Alimentação de Vacas Leiteiras e Sistemas de produção de Leite na Região Oeste de Santa**. 2012. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufsc.br/>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A. et al. **Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1. 2001, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.87-126.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA E EXTENSAO RURAL DE SANTA CATARINA.. **A Cultura da macieira..** Florianópolis, SC: EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de SC, 2002. 743p. ISBN 8585014458

EPAGRI-CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina – 2012/2013**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2013.

FERREIRA, A. C. H. ; NEIVA, J. N. M. ; RODRIGUEZ, N. M. ; BORGES, Iran ; CAMPOS, W. E. . **Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante**. Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science, v. 38, p. 223-229, 2009.

FERREIRA, A. C. H. ; RODRIGUEZ, N. M. ; NEIVA, J. N. M. ; LOBO, R. N. B. ; NUNES, F. C. S. ; CARVALHO, R. F. ; SAULYTIS, F. C. F. . **Valor Nutritivo de Silagens de Capim Elefante com Níveis Crescentes de Subprodutos da Indústria do Suco de Caju**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande.

FERREIRA, A. C. H. ; NEIVA, J. N. M. ; RODRIGUEZ, N. M. ; LOBO, R. N. B. ; VASCONCELOS, V. R. . **Valor Nutritivo de Silagens de Capim Elefante com diferentes Níveis de Subprodutos da Indústria do Suco de Caju.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n.6, p. 1380-1385, 2004.

FISCHER, A. ; SANTOS JUNIOR, S. ; SEHNEM, S. ; BERNARDI, I. **Produção e Produtividade de Leite no Oeste Catarinense.** RACE : Revista de Administração, Contabilidade e Economia, v. 10, p. 337-362, 2011.

FOLDAGER, J. **Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation.** 1977. Thesis (Doctoral in Animal Science) - Michigan State University, East Lansing, 1977.

GONÇALVES, Josemir de Souza ; NEIVA, José Neuman Miranda ; OLIVEIRA FILHO, Geraldo Soares de ; LÔBO, Raimundo Nonato Braga . **Valor nutritivo de silagens de capim elefante (Pennisetum purpureum Schum) e Brachiaria decumbens contendo pedúnculo de caju (Anacardium occidentale L.) desidratado.** Revista Ciência Agronômica, v. 38, p. 204-209, 2007.

GUIM, A. **Produção e avaliação de silagem.** In: SIMPÓSIO PO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3. 2002. Anais... Areia:UFPB, 2002. CD-ROM

HOLANDA, J.S.; FURUSHO, I.F.; LIMA, G.F.C. et al. **Perspectivas de uso do pedúnculo de caju na alimentação animal.** In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE RUMINANTES, 6. 1996, Natal. Anais... Natal: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1996. p.155-161.

IBGE. (2012). **Levantamento Sistemático Produção Agrícola.** Rio de Janeiro v.25 n.02, 2012. p.1-88. ISSN 0103-443X

JOBIM, C.C. **Produção de Forragens Conservadas para Alimentação de Bovinos.** In: Geraldo Tadeu dos Santos. (Org.). Bovinocultura Leiteira. Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção.. 1ed.Maringá: EDUEM, 2010, v. 1, p. 309-356

JOBIM, C.C.; SARTI, L.L.; SANTOS, G.T. et al. **Desempenho animal e viabilidade econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de milho para vacas em lactação.** Acta Scientiarum Animal Science, p.127-135, 2006.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. **Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants.** Journal of Animal Science, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

KENNEDY, M.; LIST, D.; LU, Y.; FOO, L. Y.; NEWMAN, R. H.; SIMS, I. M.; BAIN, P. J. S.; HAMILTON, B.; FENTON, G. **Apple pomace and products derived from apple pomace: uses, composition and analysis.**In: LINSKENS, H. F.; JACKSON, J. F. (Ed.). Modern methods of plant analyses. Analysis of plant waste materials. Berlin: Springer Verlag, 1999. p. 75-119.

KULASEK, G. **A micromethod for determination of urea in plasma, whole blood and blood cells using urease and phenol reagent.** *Polskie Archiwum Weterynaryjne*, Warsaw, v. 15, n. 4, p. 801-810, 1972.

LIMA, Paulo Guataçara da Costa. **Silagem de capim elefante com adição de casca de soja.** 2002. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

MAHANNA, B. 1994. **Proper management assures high-quality silage, grains.** *Feedstuffs*, 10:12-18.

Marcel Dekker, Inc. New York and Basel McDONALD, P, HENDERSON, A.R. HERON, S. **The biochemistry of silage.** 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage.** Chichester: JohnWiley & Sons, 1981. 218p.

MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; RAMOS, B. M. O.; PEREIRA, E. S. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais.** Londrina: EDUEL, 2009. 228 p.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P. **Silagem de milho.** In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1999. p.27-46.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATO, M.; RECO, P. C. **Características bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.3, 2009. p.411-417.

PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. **Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais.** In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.64-86.

PEREIRA, O. G. ; Silva, T.C. ; Leandro, E.S. ; RIBEIRO, K. G. . **Práticas na ensilagem versus qualidade higiênica sanitária da silagem.** In: Clóves Cabreira Jobim; Ulysses Cecato; Marcos Weber do Canto; Ferenc Isntran Bankuti. (Org.). Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas. 1ed.Maringá: Nova Sthampa, 2014, v. , p. 157-210.

PEREIRA, R. G. A. ; TOWNSEND, C. R. ; MAGALHÃES, J. A. ; COSTA, N. L. . **Processos de ensilagem e plantas a ensilar.** Porto Velho: Embrapa Rondônia. Documentos, 124, 2008 (Publicacoes da Serie Embrapa).

PRADO, Ivanor Nunes do; LALLO, F. H. ; NASCIMENTO, W. G. ; ZEOULA, L. M. ; MOREIRA, F. B. ; WADA, F. Y. . **Substitution levels of corn silage by pineapple by-products on ruminal degradability in beef cattle.** *Revista*

Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science, Viçosa, v. 32, n.3, p. 719-726, 2003.

RODRIGUES, P. H. M. ; BORGATTI, L. M. O. ; GOMES, Rériton Weldert ; PASSINI, R. ; MEYER, Paula Marques . **Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante.** Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science, Viçosa-MG, v. 34, n.5, p. 1138-1145, 2005.

RODRIGUES, P. H. M. ; BORGATTI, L. M. O. ; GOMES, Rériton Weldert ; PASSINI, R. ; MEYER, Paula Marques . **Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante.** Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science, Viçosa-MG, v. 34, n.5, p. 1138-1145, 2005.

SAS User's Guide: Statistics Version 9.2. 2008. SAS Inst. Inc. Cary, NC.CD-ROM.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar,** 2006. 228f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

SILVA, C. F. P. G. ; FARIAS, D. H. ; FIGUEIREDO, M. P. ; BERNARDINO, F. S. ; PEDREIRA, M. S. . **Composição Químico-bromatológica de Silagens da Parte Aérea e Raízes de Mandioca.** In: XIX Congresso Nacional de Zootecnia, 2009, Águas de Lindóia. XIX Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3ed. Viçosa: UFV, 2009. 235p.

SILVA, Fabiano Ferreira da ; AGUIAR, Maria Do Socorro Mercês Alves ; VELOSO, Cristina Mattos ; PIRES, Aureliano José Vieira ; BONOMO, Paulo ; DUTRA, Gilmar Sousa ;ALMEIDA, Vitor Silva de ; CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto de ; SILVA, Robério Rodrigues ; DIAS, Alexandre Menezes ; ÍTAVO, Luís Carlos Vinhas . **Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, p. 719-729, 2007.

SILVA, V.B.; FONSECA, C.E.M.; MORENZ, M.J.F. et al. **Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.7, 1595-1599, 2010.

SILVEIRA, A. C. **Produção e utilização de silagens.** In: Semana da Zootecnia, 12. 1988, Pirassununga. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 119-134.

SILVEIRA, A. C. **Técnicas para produção de silagens.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2. 1975, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-180.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; van SOEST, P.J. et al. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability.** Journal of Animal Science, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, Alexandre Lima de ; BERNARDINO, Fernando Salgado ; GARCIA, Rasmô ; PEREIRA, Odilon Gomes ; ROCHA, Fernanda Cipriano ; PIRES, Aureliano José Vieira . **Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café.** Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science, v. 32, p. 828-833, 2003.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. **A two-stage techniques for digestion of forage crops.** J.Br. Grass. Soc.v. 18, p.104-111, 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).

TORRES, R. A. **Conservação de forragem.** In: CURSO DE PECUÁRIA LEITEIRA, 3. 1984, Juiz de Fora. [Apostila]. Juiz de Fora: Nestlé : Embrapa-CNPGL : EPAMIG : Instituto de Laticínio Cândido Tostes, 1985. p. 40-48.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. **Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Scum.) Cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant.** Ithaca: Comstock Publishing Associations, 1994. 476 p .

VENDRUSCOLO, F.; Albuquerque, P.; Streit, F.; Esposito, E.; Ninow, J. L. **Apple pomace: A versatile substrate for biotechnological applications.** Critical Reviews in Biotechnology. v.28, n.1, p.1-12, 2008.

VILELA, D. **Silos: tipos e dimensionamento.** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CPGL, 1985b, 31p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular técnica,22).

VILLAS-BÔAS, S. G. **Conversão do bagaço de maçã por *Candida utilis* e *Pleurotus ostreatus* visando a produção de suplemento animal.** Dissertação Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2001. 126p.

Woolford, M.K. 1984. **The Silage Fermentation.** Microbiological Series, n.14.