

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

JOSIANE KÖLLER FERRANDO

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

FLORIANÓPOLIS-SC

2015

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

JOSIANE KÖLLER FERRANDO

**VALOR NUTRITIVO DO BAGAÇO DE CEVADA 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

2015

JOSIANE KÖLLER FERRANDO

VALOR NUTRITIVO DO BAGAÇO DE CEVADA 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, 19 de junho de 2015.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Diego Peres Netto
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.ª Dr.ª Daniele Cristina da Silva Kazama



Prof. Dr. Sérgio Augusto Ferreira de Quadros

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ferrando, Josiane Köller
Valor nutritivo do bagaço de cevada como aditivo em
silagem de milho / Josiane Köller Ferrando ; orientador,
Diego Peres Netto - Florianópolis, SC, 2015.
42 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias. Graduação em Zootecnia.

Inclui referências

1. Zootecnia. 2. Nutrição de ruminantes. 3. Subprodutos
agroindustriais. 4. Bagaço de cevada. I. Netto, Diego
Peres. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Zootecnia. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jane Köller e José Ferrando, por terem me dado a vida e o privilégio de estar entre eles. Agradeço pelo apoio em todos os sentidos.

Aos meus irmãos, Débora K. Ferrando e Kelvi K. Ferrando, por serem mais que irmãos e sempre demonstrarem muito amor e acima de tudo acreditarem no meu potencial profissional e como ser humano.

A todos os meus familiares, agradeço pelo incentivo que nunca faltou da parte de todos.

Em especial à minha Tia Neusa Ferrando de Almeida e ao meu Tio Altino Ferrando de Almeida que sempre estiveram ao meu lado nos momentos difíceis. Agradeço por terem sempre me apoiado em todos os sentidos.

A todos os meus colegas com os quais compartilhei algum momento. Agradeço por ter aprendido muito com todos vocês.

As minhas queridas amigas que considero irmãs, as quais fizeram meus dias nesta universidade serem mais alegres e espirituosos. Agradeço a vocês minhas flores, Manu Ambrosini, Mari Fazzi, Mari Borges, Fran Duarte, Amanda Roth, Téfi Wittman e Suelen Speck.

Ao meu querido amigo e parceiro de todas as horas, William Milani, por ter se doado tanto para que eu conseguisse realizar meu sonho.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural da UFSC. Em especial ao professor Diego Peres Netto por ter acreditado no meu trabalho e ter sido tão compreensivo com minhas limitações.

Aos professores André L. Ferreira Lima, Fernando C. Bauer e Alberto K. Nagaoka pela importante contribuição na realização deste trabalho.

Em especial às professoras que eu admiro muito como mulheres empoderadas e lindas que me inspiram Marília T. S. Padilha, Sandra R. S. T. de Carvalho, Daniele C. da Silva Kazama e Lucélia Hauptli.

Aos meus queridos colegas, Patrícia Senger, Arthur D. Hauck pela força empenhada no trabalho e pelo carinho e a todos os alunos que participam dos projetos realizados no LNA pela amizade e parceria.

A todos os funcionários e técnicos administrativos que trabalham no Centro de Ciências Agrárias, em especial à Dona Beth por ser sempre tão atenciosa e carinhosa com todos os alunos e à Meri Zanetti pela dedicação empenhada no trabalho.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de bagaço de cevada 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 cevada em substituição à silagem de milho, distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os ingredientes foram armazenados em minisilos experimentais, confeccionados em canos de PVC de 500 mm de altura e 150 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. Uma terceira parte foi congelada e posteriormente preparada para determinação do 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). Não houve diferença significativa ($p>0,01$) entre as médias de matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e pH do material ensilado nos diferentes tratamentos. A adição de bagaço à silagem proporcionou efeito linear crescente para os teores de proteína bruta e extrato etéreo. A análise de regressão indicou efeito linear decrescente ($P<0,01$) dos níveis de bagaço de cevada sobre os teores de fibra em detergente ácido, carboidratos não fibrosos, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e nutrientes digestíveis totais das silagens com inclusão do bagaço. Para os teores de N-NH₃ a análise de regressão indicou efeito cúbico ($P<0,01$) e os teores se mantiveram na faixa desejável. A adição de bagaço de cevada refletiu positivamente sobre os teores de EE e PB. A inclusão do resíduo não influenciou significativamente os teores de MS, MO, FDN, e pH, entretanto, proporcionou efeito decrescente para as frações de FDN, CNF, DIVMS e NDT. Sugere-se a inclusão de até 15% do subproduto em silagem de milho.

Palavras chave: composição química, perfil fermentativo, subproduto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fases de fermentação durante o processo de ensilagem.....	16
Figura 2- Valor de pH do material ensilado.....	33
Figura 3- Teor de N-NH ₃ /NT do material ensilado.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Composição química dos alimentos antes da ensilagem25

Tabela 2- Composição química expressa em %MS e digestibilidade *in vitro* da matéria seca registrados para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.....28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNF - Carboidratos não fibrosos

DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

EE - Extrato etéreo

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro

MO - Matéria Orgânica

MS - Matéria seca

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

PB - Proteína bruta

pH - Potencial hidrogeniônico

CO₂ - Dióxido de Carbono

O₂ - Oxigênio

MST - Matéria seca total

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 Processo de ensilagem	11
3.2 Etapas no processo de fermentação	12
3.2.1. Fase Aeróbica inicial	12
3.2.2. Fase de Colonização.....	13
3.2.3. Fase anaeróbica.....	14
3.2.4. Fase de estabilidade em anaerobiose.....	15
3.3. Fatores que afetam a qualidade da silagem	16
3.4 Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação animal.....	19
3.5 Utilização do bagaço de cevada na alimentação animal	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1. Local e época	24
4.2. Material experimental.....	24
4.4. Análises Laboratoriais.....	25
4.5. Análise estatística	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio no Brasil tem grande importância para o setor econômico, sendo o país um dos maiores produtores de alimento no mundo. Neste cenário, sistemas de produção como a bovinocultura, caprinocultura e ovinocultura possuem papel relevante quanto à produtividade, pois, muitos esforços estão sendo feitos para alcançar elevados índices produtivos.

De acordo com Balcão (2012), existe uma tendência na especialização da atividade produtiva por meio da intensificação dos sistemas produtivos e da concentração da produção, demandando investimentos para aumentar os índices produtivos. Oferecer aos animais uma dieta balanceada, por exemplo, a um baixo custo é fundamental para o sucesso da atividade e, neste sentido, a técnica da suplementação alimentar pode contribuir para que esta meta seja alcançada, principalmente, se forem incorporados às dietas os chamados alimentos alternativos. Dentre eles, destacam-se os subprodutos agroindustriais que tem sido oferecidos aos animais na forma de alimento conservado em associação com um volumoso, como a silagem de capim elefante com resíduo de suco de caju (Ferreira et. al 2004), silagem de capim mombaça com farelo de trigo (Zanine et. al 2006); capim elefante com bagaço de mandioca (Silva et. al 2007) e o resíduo úmido de cervejaria (RUC) , dentre outros ingredientes.

De acordo com Klagenboech et al. (2011), a utilização do resíduo úmido de cervejaria na alimentação de ruminantes tem grande potencial, pois pode reduzir os custos de produção, sem afetar negativamente o desempenho dos animais, além de minimizar possíveis danos ambientais decorrentes do seu armazenamento incorreto nas indústrias cervejeiras. O armazenamento deste subproduto tem sido um problema também para os produtores rurais, pois, é notável a sua deterioração devido ao seu elevado teor de água. Assim, uma alternativa para adicioná-lo a dieta, sem ocasionar grandes perdas do seu valor nutricional seria sua associação com gramíneas tropicais na forma ensilada. Esta prática, poderia também incrementar a oferta de nutrientes, melhorar o perfil fermentativo e, conseqüentemente, a alimentação do rebanho com reflexos positivos em sua eficiência produtiva.

2. OBJETIVOS

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

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 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 processo de ensilagem envolve a acidificação da massa ensilada pelos produtos da fermentação (ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico) de açúcares presentes na planta. O produto desta fermentação anaeróbica controlada denomina-se silagem (RIBEIRO et al., 2014).

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).

Trata-se de um processo complexo devido ao elevado número de microrganismos envolvidos onde ocorre o desenvolvimento simultâneo e sucessivo de microrganismos de diversos gêneros e espécies, que dependem principalmente do pH, do potencial de oxirredução e do tipo e quantidade de substratos presentes no meio (PEREIRA et al., 2014).

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.

No Brasil as culturas mais utilizadas para a produção de silagem são o milho (*Zea mays*) e o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), em função de suas qualidades nutritivas e das elevadas produções de massa por unidade de área cultivada que proporcionam (BOLLER, 2014). Além disso, segundo Neumann et al. (2014), as culturas do milho e do sorgo destacam-se como alimentos padrões à confecção de silagem, por apresentarem teores ideais de umidade e concentração adequadas de carboidratos solúveis, de proteína bruta e de minerais no momento da colheita.

A ensilagem tem como objetivo final preservar o valor nutritivo da forragem para que haja o mínimo de perdas possíveis. Durante o processo de conservação é desejável que as condições favoreçam determinados grupos de microrganismos para que a fermentação ocorra de tal forma a promover um produto de qualidade por meio da conservação de suas características nutricionais, sem produzir metabólitos tóxicos. Para garantir a qualidade do produto final, é de suma importância selecionar culturas que apresentem elevado potencial genético, além de atentar para a época ideal de colheita, tamanho adequado da partícula, tempo de enchimento do silo, boa compactação e vedação do silo (MIZUBUTI et al., 2009).

3.2 Etapas no processo de fermentação

3.2.1. Fase Aeróbica inicial

Na fase aeróbica tem-se a presença do oxigênio junto ao material ensilado, o que ocorre desde o início do enchimento do silo até poucas horas depois do seu fechamento. É uma fase indesejável, porém, ocorre obrigatoriamente. Após o fechamento do silo esse oxigênio residual será utilizado por meio da respiração das células presentes na massa ensilada até que haja seu esgotamento (KIYOTO et al., 2011).

Um elevado teor de oxigênio presente dentro do silo permite que haja maior respiração celular e mais tempo para que as bactérias aeróbicas estejam presentes no ambiente. Quando essa fase é prolongada, ocorre excessiva perda de matéria seca na forma de carboidratos ricos em energia, o que implica diretamente na

dinâmica das bactérias produtoras de ácido lático ou ainda, indisponibiliza estes carboidratos para os ruminantes como fonte de energia (KIYOTO et al, 2011).

A quantidade de oxigênio residual na massa ensilada pode ser determinada pela velocidade de abastecimento e a densidade da forragem no momento do fechamento do silo, influenciando na qualidade final do produto, nas perdas durante a fermentação e desabastecimento do silo. (BERNARDES, 2014). Devido a isso, os processos de colheita, picagem, moagem e compactação do material devem ser realizados o mais rápido possível (KIYOTA et al., 2011).

Alem do oxigênio residual, a elevação da temperatura na massa ensilada também interfere na qualidade das silagens. Em condições de umidade e com temperatura acima de 55°C são favorecidas as reações de caráter não enzimático entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos. A Reação de Maillard em silagens superaquecidas resulta em diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, quando pode ser observado aumento considerável nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (PEREIRA & REIS, 2001).

3.2.2. Fase de Colonização

A fase de colonização caracteriza-se pela transição da fase aeróbica para a fase anaeróbica e consiste na colonização do material ensilado. Com duração de apenas algumas horas esta etapa é mais curta em relação às outras. Nesta fase, tem-se o início do crescimento de microrganismos anaeróbios, quando ocorre o desenvolvimento das bactérias lácticas, capazes de produzir ácidos orgânicos. (JOBIM, 2010).

Com o esgotamento do oxigênio residual os microrganismos anaeróbicos crescem em quantidade, principalmente as enterobactérias e diversos tipos de bactérias heterofermentativas. Durante esta fase que terá duração de 24 a 72 horas, haverá a formação de ácido acético, etanol, ácido lático e gás carbônico, decorrentes das hexoses e pentoses. O acúmulo de ácido, principalmente ácido acético, promove o início da redução do pH do ambiente, o que influencia diretamente na dinâmica populacional das bactérias. Neste momento, tem-se o surgimento de bactérias homofermentativas, que são mais eficientes na produção de ácido lático, o que colabora para uma queda mais rápida do pH garantindo

condições favoráveis para a conservação da massa ensilada (PEREIRA et al., 2008).

3.2.3. Fase anaeróbica

A qualidade da silagem depende da eficiência do processo fermentativo, o qual ocorre em condições de anaerobiose e depende de algumas condições tais como: temperatura, presença de oxigênio, umidade, concentração de carboidratos solúveis e composição físico-química da planta ensilada. Isso indica que podemos obter silagens com diferentes valores nutritivos a partir de um mesmo tipo de substrato (forragem), visto que, a dinâmica do processo fermentativo pode variar de acordo com as condições estabelecidas (NEUMANN et al., 2002). Deste ponto de vista, a fermentação homolática é a mais desejável, pois, resulta em menores perdas de energia e matéria seca durante o processo de conservação (SANTOS; QUEIROZ; NUSSIO, 2008).

De acordo com Van Soest (1994), a fase anaeróbica é a mais longa, com duração de 10 a 14 dias, dependendo do teor de carboidratos solúveis, da capacidade tampão e do conteúdo de umidade da forragem. Para o sucesso da ensilagem, é necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos (COAN et al., 2007).

A redução do pH proporciona uma alteração na dinâmica da população bacteriana, com a presença das bactérias homofermentativas, eficientes produtoras de ácido láctico. Em consequência disto, a diminuição do pH se torna mais rápida. (PEREIRA et al. 2008)

A lenta acidificação da massa ensilada favorece o crescimento de enterobactérias e clostrídios, gerando uma maior concentração de ácido acético, podendo também ocorrer fermentação butírica, resultando em uma silagem considerada de baixa qualidade. O crescimento de clostrídeos na silagem é indesejável, pois, os compostos produzidos pela fermentação clostrídica podem diminuir o consumo de matéria seca e comprometer a ecologia ruminal dos animais. (PEREIRA et al., 2008). Muck (1998), afirmou que a lenta redução no valor do pH favorece o desenvolvimento de clostrídios, dominando a fermentação decorrente e ocasionando perdas de matéria seca e energia, provocando ainda, produção de

ácido butírico, amônia e aminas, que determinarão menores taxas de consumo da silagem. O controle do desenvolvimento de clostrídeos depende da redução do pH e do aumento da pressão osmótica.

3.2.4. Fase de estabilidade em anaerobiose

A fase de estabilização caracteriza-se pela baixa atividade biológica na massa ensilada. Não havendo entrada de ar no silo, a qualidade nutricional da silagem poderá ser mantida. Nesta fase, mantém-se apenas a hidrólise ácida de polissacarídeos e a proteólise como resultado da atividade de enzimas tolerantes ao ambiente ácido (PEREIRA et al. 2008). Com o término da fermentação anaeróbica a massa ensilada sofrerá alterações irrelevantes em sua composição química (JOBIM, 2010).

De acordo com Mizubuti et al. (2009), é desejável que nesta fase o pH do material ensilado se mantenha entre 3,8 a 4,2, corroborando para a inibição da população de bactérias, a interrupção dos processos fermentativos, iniciando assim, a fase de estabilidade, que se prolonga até a abertura do silo quando a silagem entra em contato com o oxigênio. Quanto mais rápido se completar o processo fermentativo, mais nutrientes serão preservados, melhorando o valor nutritivo da silagem. (PEREIRA et al., 2008)

Nesse sentido, Guim (2002), afirmou que silagens de boa qualidade apresentam elevadas proporções de ácido láctico, aproximadamente 60% dos ácidos orgânicos totais. Este é praticamente inodoro, fazendo com que a silagem tenha pouco cheiro. No entanto, algumas silagens podem apresentar proporções de ácido acético, conferindo um forte cheiro de vinagre. A intensidade do cheiro do vinagre está associada ao tempo que foi necessário para a queda do pH na fase fermentativa. Pode-se afirmar que, quanto mais intenso esse cheiro, mais tempo a massa ensilada demorou a reduzir o pH.

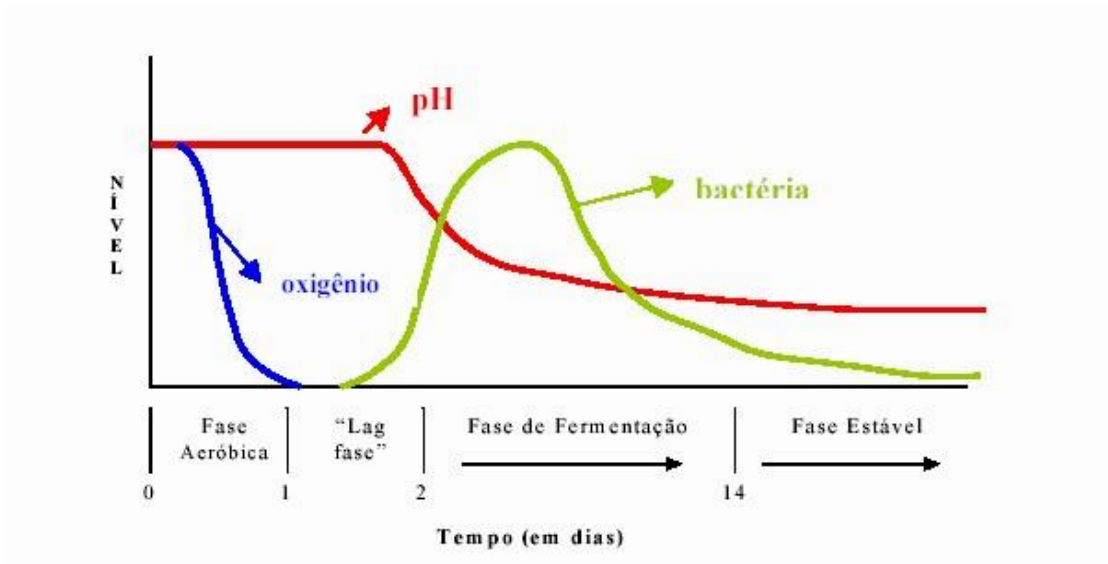


Figura 1. Fases de fermentação durante o processo de ensilagem. Adaptado de Guim (2002).

3.3. Fatores que afetam a qualidade da silagem

a) Teor e perdas de matéria seca

A qualidade da silagem está relacionada ao seu valor nutritivo (composição química, digestibilidade e produtos da digestão) em interação com o consumo e com o potencial de desempenho do animal. (JOBIM et al., 2007; REIS et al., 2008). De acordo com Jobim et al. (2010), o teor de matéria seca é um fator de extrema importância no padrão fermentativo do material ensilado, sendo que o teor ideal estaria entre 28 e 40%. Conforme Igarasi (2002), para que haja fermentação ideal da forragem ensilada, o teor de matéria seca deveria estar entre 28 e 34%.

Com o intuito de melhor explorar o potencial nutritivo de gramíneas tropicais para ensilagem, recomenda-se a colheita no seu estágio vegetativo, quando esta apresenta elevado teor de proteína e elevada digestibilidade. Entretanto, há o inconveniente de que nesta fase a planta apresenta excessivo teor de umidade, interferindo negativamente na qualidade da fermentação da silagem, incrementando perdas por efluente e deprimindo o consumo voluntário (IGARASI 2002; SILVEIRA et al., 1980). Nesse sentido Pereira e Reis (2001), afirmaram que com o desenvolvimento das plantas tem-se diminuição na relação folha/caule, bem como no seu valor nutricional e conteúdo de água, o que indica que o avanço no estágio de desenvolvimento resulta em vantagem para o processo de perda de água, mas é

prejudicial em termos de qualidade da forragem. Teores elevados de matéria seca (acima de 40%) também são indesejáveis, pois, dificultam o processo de compactação da massa no silo ocasionando a presença de oxigênio entre as camadas e conseqüentemente favorecendo o crescimento de microorganismos prejudiciais para a qualidade da fermentação (JOBIM, 2010).

Conforme Reis et al. (2008), as perdas se iniciam ainda no campo, incluindo perdas no corte, condicionamento, picagem, enleiramento e manuseio da forragem. A presença de alguns agentes microbianos também pode estar associada a perdas qualitativas e quantitativas da silagem. No processo de fermentação, o crescimento de enterobactérias, fungos, leveduras e clostrídeos é prejudicial. Clostrídeos, em especial, estão associados a perdas de qualidade da silagem em função da sua atividade proteolítica, proporcionando decréscimo na concentração de proteína e aumento nas concentrações de aminas biogênicas, resultando em baixo consumo pelo animal. Além de ocasionar perdas de matéria seca, o crescimento dos clostrídeos na silagem contribui ainda para um baixo teor de carboidratos solúveis e elevada capacidade tampão da cultura, prejudicando a redução do pH e conseqüentemente a qualidade do processo fermentativo (JOBIM, 2010).

b) Carboidratos solúveis e valor de pH

Conforme descrito por Vilela (2000), a disponibilidade de carboidratos de uma forragem está relacionada à espécie forrageira, relação folha/colmo, estágio de maturidade, densidade do plantio e fertilização nitrogenada.

Alguns fatores podem alterar o teor de carboidratos solúveis presente na forragem a ser ensilada, como por exemplo, a influência da radiação solar no dia do corte, período de emurchecimento, exposição à chuva no campo, compactação da forragem e velocidade de fechamento do silo (GONÇALVES, 2004). Para McCullough (1977), os principais carboidratos solúveis presentes nas forragens tropicais são a sacarose e os produtos de sua hidrólise, a glicose e a frutose. Para promover uma fermentação de qualidade, estes carboidratos devem compor de 6 a 8% da matéria seca (WOOLFORD, 1984).

A eficiência do processo de conservação de forragens também está diretamente associada à estabilização do pH do material ensilado. Para que haja uma fermentação adequada faz-se necessária a dominância de bactérias lácticas, as

quais utilizam os carboidratos solúveis como substrato. Estes, quando em concentrações adequadas, corroboram para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacilo*, as quais produzem o ácido láctico, fundamental para a obtenção de silagem de qualidade (GUIM, 2002). Segundo Van Soest (1994), a produção de ácido láctico pelas bactérias lácticas, provoca rápida queda no pH, proporcionalmente ao teor de carboidratos solúveis presentes no material ensilado, sendo essa dinâmica fundamental para a estabilização anaeróbica.

Woolford (1984) e Paziani, (2004) relatam que, mais importante que o valor de pH é a velocidade com que este processo ocorre, pois, a acidificação rápida do meio reduz o crescimento e desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium*, promotoras de fermentações indesejadas. Sendo assim, isoladamente, o pH não pode ser considerado para avaliar a fermentação visto que, seu efeito inibitório depende da velocidade de declínio e do teor de umidade do ambiente.

Os valores de pH das silagens variam de 3,5 a 5,0. No entanto, estudos demonstram que valores ideais devem estar entre 3,8 a 4,2. (PEREIRA et al. 2008). Em amplo estudo sobre o assunto, Stenn et al., (2002) citado por Reis et al., (2008) observaram relação quadrática entre o pH e o consumo voluntário, obtendo relação positiva nos valores mais baixos e máximo consumo com valor de pH até 4,3.

c) Capacidade tamponante

Em conformidade com Jobim (2010), a inércia do material ensilado em manter ou resistir a queda do pH pode ser definida como capacidade tamponante. A elevada capacidade tamponante implica em perdas no teor de matéria seca durante o processo fermentativo devido ao lento abaixamento do pH que conseqüentemente diminui a qualidade da silagem obtida.

O valor da capacidade tamponante pode ser alterado durante o processo de conservação da forragem em função da presença de ácidos orgânicos produzidos no processo. Este valor é expresso como equivalente miligrama de álcali útil para alterar o pH de 4,0 para 6,0 por 100g de matéria seca (MIZUBUTI et al., 2009).

d) Teor de Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio amoniacal refere-se ao teor de amônia expresso como percentual do nitrogênio total e quantifica o quanto em nitrogênio foi perdido na forma de amônia durante o processo fermentativo. Aproximadamente de 75 a 90% do nitrogênio compõe a proteína, e o restante compõe-se principalmente de peptídios, aminoácidos livres e amidas. Após a colheita, ocorre rápida proteólise, que cessa com a redução do pH para abaixo de 4,5 mas varia em extensão, dependendo da espécie ensilada, do teor de matéria seca e da temperatura.

Juntamente com os valores de pH e os percentuais de ácidos orgânicos é um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a qualidade da silagem. Baixos teores de nitrogênio dependerão das condições do material ensilado e grandes concentrações de nitrogênio amoniacal em silagens após o processo fermentativo indicarão a redução do seu valor nutritivo, devido à perda de nutrientes como proteína e energia (GONÇALVES, 2004). De acordo com Reis et al., (2008) altas concentrações de amônia em silagem parecem estar relacionado à presença de enterobactérias que produzem NH_3 a partir de NO_3 e aminoácidos. Devido a isso, o teor de N amoniacal pode ser utilizado como indicador de atividade de clostrídeos no material ensilado, considerando que é produzido em pequenas quantidades por microrganismos da silagem e enzimas da planta (GONÇALVES, 2004; MIZUBUTI et al. 2009).

3.4 Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação animal

Subprodutos agroindustriais são bastante utilizados na alimentação animal como alternativa para minimizar os custos de produção, visto que a alimentação dos animais compõe fatia significativa destes custos. A utilização destes alimentos também é interessante para as indústrias, pois permite uma destinação mais adequada considerando que pode haver potencial de poluição ambiental (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2014).

Os subprodutos estão disponíveis dependendo da região, como por exemplo, os oriundos do setor de produção de frutas que gera quantidades significativas de co-produtos passíveis de utilização na alimentação animal. Tomate, maçã, laranja, abacaxi, manga e uva, dentre outras frutas são bem aproveitados para este fim (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2014). Em pesquisa realizada por Brand (2014) avaliou-se o efeito da inclusão de bagaço de maçã em diferentes níveis (0, 15, 30 e 45%)

sobre a composição bromatológica, digestibilidade e perfil fermentativo de silagens de milho. O autor concluiu que a adição do bagaço de maçã não influenciou negativamente o valor nutritivo das silagens e demonstrou que uma inclusão de até 30% de bagaço nas silagens influenciou positivamente a composição química, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e seu perfil fermentativo.

O bagaço de caju, subproduto oriundo da agroindústria de suco de caju, tem potencial para a alimentação animal visto que, o caju está entre as frutas mais cultivadas na região Nordeste do Brasil e apresenta rendimento de até 40% de bagaço. Em trabalho conduzido com o objetivo de avaliar o valor nutritivo das silagens de capim-elefante com adição de bagaço de caju, Ferreira et al. (2004) propuseram distintos níveis de inclusão do bagaço (0, 12, 24, 36 e 48%). A adição de bagaço de caju diminuiu os valores de pH e N-NH₃ e elevou os teores de PB das silagens. Os resultados indicaram que o bagaço de caju melhora o valor nutritivo da silagem e proporciona boa conservação do material ensilado, sendo recomendada a adição de até 47,7% de bagaço de caju para se obter o nível máximo de PB e, aproximadamente, 37,5% de adição para atingir o menor nível de FDN.

Zanine et al. (2006) estudaram o efeito da inclusão de farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e qualidade da silagem de capim Mombaça com 0, 20, 40 e 60% de farelo de trigo. Os resultados obtidos indicaram que a adição do farelo de trigo foi eficiente na redução de perdas por gases e efluentes, no abaixamento do pH e ainda promoveu elevação do teor de proteína sendo que a inclusão de 20% do farelo suficiente para a obtenção destas melhorias na qualidade da silagem desta gramínea.

O fubá de milho também pode ser utilizado como aditivo para a alimentação dos animais, especialmente nas regiões semi-áridas do país, que tem como grande desafio atender às exigências nutricionais dos animais em épocas de estiagem. Backes et al. (2014) pesquisaram sobre a adição de fubá de milho em silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), afim de avaliar a viabilidade dessa forrageira como forma alternativa de manter a sustentabilidade da pecuária no semi-árido. Foram testados cinco níveis de inclusão (0, 10, 20,30%) de fubá de milho na silagem de maniçoba. Os autores verificaram que esta adição teve potencial para melhorar a fermentação láctica da silagem e conseqüentemente a digestibilidade das frações. O estudo demonstrou ainda uma significativa diminuição ($p < 0,05$) nos valores de

celulose e lignina e o melhor nível de inclusão de fubá de milho na silagem de maniçoba foi de 20%.

Silva et al. (2007) avaliaram o efeito da adição de diferentes níveis (5; 10; 15 e 20%) de bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) sobre a qualidade e a digestibilidade dos nutrientes da dieta. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que um nível de adição de 5% de bagaço de mandioca à silagem de capim-elefante é satisfatório para preservar e propiciar boa digestibilidade dos nutrientes das silagens e das dietas.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a utilização de subprodutos agroindustriais pode ser uma alternativa interessante para a alimentação animal desde que sejam observados alguns critérios que tornem possível tomar a melhor decisão na escolha do subproduto (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2014). A decisão pela adoção do uso de aditivos e seus níveis deve considerar a relação custo-benefício dentro de uma estratégia de produção em busca da eficiência (GREGUI et al., 2014).

Atualmente muitos trabalhos científicos demonstraram a viabilidade da utilização destes alimentos não convencionais e direcionaram para a melhor utilização destes. Entretanto, mais estudos devem ser realizados para que o uso destes alimentos como aditivos seja aprimorado no tocante às diferentes regiões e diferentes situações (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2014).

3.5 Utilização do bagaço de cevada na alimentação animal

No Brasil, a principal matéria prima da indústria cervejeira é a cevada (*Hordeum vulgare*) que é cultivada em escala comercial basicamente para a obtenção de malte. Segundo dados do IBGE (2012), a produção de cevada concentra-se na região Sul do Brasil e na safra de 2012 totalizou um volume de 261.443 toneladas. O estado de Santa Catarina teve uma pequena representatividade no volume produzido, com 8.341 toneladas (3,2%) enquanto que o estado do Paraná obteve maior produção com 171.722 toneladas (65,7%), seguido do estado do Rio Grande do Sul com 81.380 toneladas (31,1%).

A produção da cerveja consiste resumidamente na germinação dos grãos de cevada e conversão do amido em dextrina e açúcares redutores, sendo o processo interrompido por aquecimento, quando ocorre o máximo de conversão do amido em

açúcares. Logo após, a cevada é misturada com outros grãos de cereais (milho, arroz ou aveia) e então cozida. Após o cozimento, a parte sólida é separada da parte líquida, que continua no processo de fabricação, e a parte sólida é considerada como resíduo (CLARK et al.,1987; CABRAL FILHO, 1999). Este subproduto pode ser comercializado sob a forma úmida (em torno de 14% MS), prensada (30% MS) ou seca (83- 92% MS). CLARK et al. (1987) o descreve como uma massa proveniente da aglutinação da casca com os resíduos do processo de mosturação, podendo apresentar maiores concentrações de proteínas e carboidratos do que as encontradas em seus cereais de origem.

Brochier e Carvalho (2009) avaliaram a produção de resíduo em indústria cervejeira e observaram que para cada 100 kg de matéria prima utilizada foi gerado 132,02 kg de resíduo. A quantidade de resíduo gerado foi 32,02% superior à quantidade de cevada utilizada. Essa superioridade está em função de aspectos característicos do processo de fabricação da cerveja, como a germinação do grão no processo de maltagem e a adição de água e outros grãos de cereais. De acordo com Fischer (1996) citado por Souza (2010), para cada 100 kg de malte de cevada utilizado na fabricação de cerveja obtém-se de 100 a 120 kg de bagaço de cevada.

Subprodutos de indústrias cervejeiras são utilizados na alimentação animal devido à sua disponibilidade e características nutricionais. A conservação deste alimento tem algumas dificuldades por apresentar elevado teor de umidade, sendo a fermentação anaeróbia uma boa solução. Outro ponto importante a ser considerado é a variabilidade na composição química, visto que, cada processo em particular poderá gerar um subproduto com distintos teores de matéria seca, apresentando grande variação de acordo com o processo utilizado na fabricação da cerveja. (SILVA et al., 2010).

Segundo Freitas (2006), o elevado teor de umidade que apresenta favorece uma maior atividade microbiana e a deterioração de forma acelerada. Os fungos e as leveduras são os principais microrganismos responsáveis pela degradação do resíduo em condições aeróbias. O bagaço de cevada apresenta baixos teores de matéria seca (MS), sendo que teores que variaram de 9,2 a 30,0% de MS foram observados na literatura (LIMA, 1993; BROCHIER, 2007; CABRAL FILHO, 1999). No entanto, é um subproduto altamente energético e fonte de proteína de baixo custo, devendo-se tomar os devidos cuidados em sua manipulação e

armazenamento para que não perca suas qualidades nutricionais. (WESTENDORF & WOHLT, 2002 citado por PORTILHO, 2010).

Nesse sentido, diversos estudos realizados buscaram solucionar tais limitações e explorar o potencial do bagaço de cevada para a alimentação animal. Silva et al. (2010), avaliaram o efeito da substituição do concentrado pelo resíduo úmido de cervejaria sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em cabras nas proporções de 0, 25, 50, 75 ou 100% de resíduo úmido de cervejaria. Estes autores concluíram que a utilização de resíduo úmido de cervejaria pode ser feita em níveis de até 25% em substituição ao concentrado para cabras em final de lactação e em manutenção.

Gregui et al. (2014) avaliaram a produção da silagem e o uso de aditivos no processo de ensilagem do resíduo úmido de cervejaria com inclusão da polpa cítrica nas proporções de 15 e 30%; e inclusão de casca de soja de 15 e 30%. Os resultados demonstraram que o uso destes subprodutos contribuiu para a conservação e qualidade do alimento, possibilitou o aumento do teor de matéria seca, carboidratos solúveis, ácido láctico, digestibilidade *in vitro* de matéria seca, população de bactérias ácido-láticas e a redução do pH, ácido butírico, ácido propiônico e nitrogênio amoniacal, sendo os melhores resultados encontrados, em níveis de inclusão de 30%.

Brochier (2007) conduziu estudo cujo objetivo foi o de avaliar a geração e o poder poluente do resíduo úmido de cervejaria e determinar a eficácia nutricional e a economicidade do uso deste resíduo em substituição ao alimento concentrado na alimentação de cordeiros confinados em fase de terminação. A autora testou cinco níveis (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) de substituição do alimento concentrado por bagaço de cevada. Os resultados apontaram para o alto poder poluente que o resíduo da indústria cervejeira apresenta e para a necessidade de uma adequada destinação a fim de que passivos ambientais sejam evitados. A substituição do concentrado pelo bagaço de cevada demonstrou efeito quadrático para os consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e de fibra em detergente neutro, e linear decrescente para os consumos de carboidratos totais e de carboidratos não estruturais quando expressos em kg/dia. Os consumos de extrato etéreo e de fibra em detergente neutro aumentaram linearmente e os de carboidratos não fibrosos diminuíram linearmente. O estudo demonstrou que as substituições propostas influenciaram positivamente no rendimento de carcaça e

ainda foi verificado redução nos custos com a alimentação à medida que os níveis de substituições aumentaram.

Em experimento realizado por Gilaverte et al. (2011) foi avaliado o efeito da substituição do milho por polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta, os parâmetros ruminais e o desempenho de ovinos. Com base nos resultados obtidos no experimento, os autores concluíram que a polpa cítrica peletizada teve potencial para substituir totalmente o milho em dietas para ovinos em crescimento, pois não afetou a digestibilidade aparente dos nutrientes nem o desempenho animal. No entanto, a substituição na dieta pelo bagaço de cevada, reduziu o ganho médio diário dos animais devido à redução no consumo de matéria seca e na digestibilidade aparente dos nutrientes.

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 fevereiro a dezembro de 2014.

4.2. Material experimental

O milho utilizado para confecção das silagens foi um híbrido (Agroceres 5011) picado em picador estacionário e o bagaço de cevada foi adquirido em uma agroindústria de Lages, SC. A composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados no experimento antes da ensilagem são apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Composição química dos alimentos antes da ensilagem expressa em %MS.

Parâmetro (%MS)	Milho planta inteira	Bagaço de cevada
Matéria Seca	22,8	30,2
Matéria Orgânica	96,2	95,5
Matéria Mineral	3,8	4,4
Proteína Bruta	10,1	31,9
Extrato Etéreo	2,4	10,4
Fibra Detergente Neutro	65,0	57,5
Fibra Detergente Ácido	32,0	18,8
Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS	55,8	54,4
Nutrientes digestíveis totais	54,4	51,9

Os tratamentos foram: 0%, 15%, 30% e 45% de bagaço de cevada 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 homogeneamente misturados e armazenados em minisilos experimentais. Estes foram confeccionados em tubos de PVC de 150 mm de diâmetro e 500 mm de altura com o objetivo de obter uma compactação de 600 kg de silagem/m³. 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

Após a abertura dos silos, as massas foram homogeneizadas e três subamostras retiradas de cada minisilo. A primeira subamostra, após seca em estufa com circulação de ar forçado (55°C por 72 horas), foi moída em moinho de facas com peneira de 1 mm e determinado o teor de matéria seca total (MST), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), segundo Silva & Queiroz (2009) e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Van Soest (1967). A determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada no Laboratório de Nutrição de Ruminantes da

Universidade Federal de Santa Maria, de acordo com o proposto por Tilley & Terry (1963). Para tanto foi pesado 0,5 g de amostra pré-seca em tubos de centrífuga, previamente secos e calibrados. A estes tubos foram adicionados 40 mL de solução McDougall (saliva artificial) e 10 mL de inóculo de rúmen de animais alimentados com uma dieta de boa qualidade. Os tubos foram vedados com rolhas de borracha contendo válvula de bunsen (imediatamente depois de adicionado CO₂) 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 seguida 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 teores de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) foram estimados segundo metodologia descrita no NRC (2001) e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que: CNF = 100 - (%PB + %EE + %CINZAS + %FDN).

A segunda 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-NH₃/NT), uma terceira subamostra foi congelada e posteriormente preparada para a determinação destes teores de acordo com metodologia proposta por Mizubuti et al (2009).

4.5. 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).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento da composição química e dos valores de digestibilidade dos alimentos que compõem a dieta de ruminantes é de fundamental importância dentro do processo produtivo. A partir destas informações é possível caracterizá-los nutricionalmente e balancear adequadamente as rações. Na tabela 2 é apresentada a composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca obtidas para as diferentes silagens com suas respectivas equações de regressão.

No presente estudo, o teor de matéria seca (MS) foi similar entre tratamentos ($P > 0,01$; tabela 2). Em média foi de 25%, respeitando o valor mínimo de MS recomendado por McDonald et al. (1991) como condição desejável para minimizar perdas de efluentes dentro do silo e, conseqüentemente, favorecer a manutenção dos nutrientes do material ensilado. Provavelmente, o elevado teor de umidade (77,2%) presente na planta inteira de milho, antes da ensilagem, contribuiu para o reduzido teor de MS das silagens.

Era previsto que as silagens apresentassem entre 30 e 35% de MS, entretanto, no momento da ensilagem as plantas de milho não estavam no ponto ideal de corte. Um fator que pode ter contribuído para que as silagens não apresentassem teor de umidade ainda mais elevado foi o teor de MS do bagaço de cevada (30,2%), antes da ensilagem, que foi mais elevado neste estudo quando comparado a outros trabalhos encontrados na literatura (BARCELOS, 2012; SILVA et al. 2010; GERON et al. 2007; REINOLD, 2003; SOUZA, 2010). Isto, provavelmente, é reflexo de diferentes condições de processamento destas matérias primas nas agroindústrias.

Tabela 2. 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 cevada (%)				Equação de regressão	R ²
	0	15	30	45		
Matéria seca (%)	26,6	24,5	23,3	25,0	ns	—
Matéria Mineral (%)	3,0	3,1	3,3	3,4	ns	—
Matéria Orgânica (%)	97	96,8	96,7	96,6	ns	—
Extrato etéreo (%)	3,9	5,2	6,8	7,7	$Y = 4,01 + 0,0861x^*$	0,85
Proteína bruta (%)	9,4	13,3	16,6	20,6	$Y = 9,47 + 0,246x^*$	0,99
Fibra em detergente neutro (%)	49,9	48,3	47,5	47,6	ns	—
Fibra em detergente ácido (%)	26,6	24,6	24,9	23,4	$Y = 26,3 - 0,064x^*$	0,73
Carboidratos não fibrosos (%)	33,6	29,9	25,7	20,5	$Y = 34,0x - 0,290x^*$	0,84
Digestibilidade <i>in vitro</i> (%)	69,3	63,5	59,9	57,9	$Y = 68,4 - 0,253x^*$	0,89
Nutrientes Digestíveis Totais	67,6	63,5	60,0	57,2	$Y = 67,3 - 0,231x^*$	0,87

*Significativo (P<0,01); ns: não significativo. R²- Coeficiente de determinação

Os teores de MM e MO também não diferiram ($P>0,01$; tabela 2) entre tratamentos. A composição mineral das plantas forrageiras pode variar em função de vários fatores, como por exemplo, a idade da planta, a fertilidade do solo, diferenças entre espécies e variedades, estações do ano. A 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 citado por SANTOS et al, 2007). No presente trabalho, os níveis encontrados de MM e MO são considerados satisfatórios e dentro dos padrões de normalidade. Embora não tenha sido objetivo deste estudo, sugere-se em uma próxima pesquisa determinar individualmente os elementos minerais para qualificação desta fração, dada a sua importância, especialmente no que tange aos teores de cálcio e fósforo.

O teor de EE diferiu entre tratamentos ($P<0,01$; tabela 2) e aumentou linearmente nas silagens à medida que se adicionou o bagaço de cevada. A equação de regressão estimou um incremento de 0,08 pontos percentuais no teor de EE para cada 1 % de inclusão do aditivo. O maior teor de EE (7,7%) foi verificado com a inclusão de 45% de bagaço de cevada. Infere-se que o teor de lipídeos do bagaço de cevada (10,4%), antes da ensilagem, contribuiu para este resultado.

A adição do bagaço de cevada aumentou linearmente ($P>0,01$) o teor de proteína bruta (PB) do material ensilado, ou seja, verificou-se o acréscimo destes níveis à medida que houve a inclusão do aditivo (tabela 2). Os tratamentos com a adição do bagaço de cevada apresentaram, em média, teor de 16,8% de proteína bruta versus 9,4% no tratamento sem a inclusão do aditivo. Diversos estudos foram realizados para caracterizar o valor nutricional de silagens. Pimentel et al. (1998), em um estudo comparando o valor nutricional de silagens de milho preparadas com diferentes variedades agrônômicas obtiveram níveis de PB entre 5 e 7%. Já Rosa et al. (2004) em estudo semelhante, avaliando o valor nutricional de silagens elaboradas a partir de três híbridos de milho diferentes verificaram teores em torno de 9,5% de PB.

Em estudo para avaliar a contribuição da inclusão de polpa cítrica e casca de soja para a qualidade da silagem de resíduo úmido de cervejaria, Gregui et al. (2014) obtiveram valores de PB de 23,45%. Geron et al. (2008), avaliando a inclusão de diferentes níveis de silagem de bagaço de cevada em dietas para ruminantes obtiveram valores próximos de 30% para PB nesta silagem. Este dado corrobora com o que foi afirmado por Johnson et al. (1987). Estes autores afirmaram que o bagaço de cevada fermentado possui elevados teores de PB, podendo chegar a 30%. A partir do exposto, pode-se inferir que o incremento de PB nas silagens avaliadas deve-se ao alto potencial proteico do bagaço de cevada. Com base na equação de regressão obtida neste experimento, espera-se um acréscimo de 0,246% no teor de PB para cada ponto percentual de inclusão do bagaço de cevada. Na tabela 2 é possível verificar, como citado anteriormente, que a silagem sem a inclusão do aditivo apresentou 9,4% de PB, enquanto, que a silagem com 45% de inclusão apresentou 20,6%. Este fato corrobora para o exposto na literatura, que classifica o bagaço de cevada como um alimento proteico, no entanto, níveis elevados de proteína bruta e baixos de MS são fatores que contribuem para a produção de amônia no material ensilado (GREGUI et al. 2014).

Não houve diferença estatística ($P > 0,01$) entre os tratamentos para os valores de FDN (tabela 2). O teor obtido de FDN neste experimento para os tratamentos com a adição do bagaço foi de 47,8% de FDN versus 49,9 sem a inclusão. Nesse sentido, observando como se comportaram os valores de DIVMS, a inclusão de 15% do bagaço de cevada na silagem associado com a DIVMS obtida neste tratamento (63,5%) pode contribuir para o aumento do consumo da silagem com base na MS. Comparando os valores de FDN obtidos nos tratamentos com os teores do material *in natura* (milho planta inteira e bagaço de cevada), infere-se que a inclusão do aditivo corroborou para a diminuição do teor de FDN nos diferentes tratamentos. Diante disso, pode-se esperar um aumento no consumo das silagens devido à conhecida correlação entre FDN e o consumo de MS. Vale ressaltar ainda que, os teores de FDN encontrados no presente estudo são semelhantes aos relatados por outros autores (GREGUI et al. 2014; BARCELOS, 2012; GERON et al. 2007; GERON et al. 2008).

Os tratamentos diferiram entre si ($P < 0,01$) e apresentaram comportamento linear decrescente para os teores de FDA. Efeito este expresso pela equação de

regressão onde, $Y = 26,322 - 0,0634x$. Ao aumentar a inclusão do bagaço de cevada em um ponto percentual, observou-se um decréscimo de 0,06% no teor de FDA. O teor mínimo de FDA foi observado no tratamento com 15% de inclusão do subproduto (26,4%), no entanto, os resultados foram numericamente semelhantes ao tratamento com 30% de inclusão (24,9%). Brand (2014), em estudo semelhante a este, com inclusão de diferentes níveis de bagaço de maçã em silagem de milho, encontrou valores similares de FDA entre tratamentos, sendo que, o valor mínimo obtido foi no tratamento com a adição 30% de bagaço de maçã. O autor verificou diminuição do teor de FDA nos tratamentos com inclusão de até 30% de bagaço de maçã, a partir deste ponto registrou acréscimo no teor de FDA da silagem. No entanto, os teores de FDA do presente estudo, não apresentaram o mesmo comportamento, pois, a correlação apresentou-se linear decrescente, com diminuição do teor de FDA à medida que houve incremento dos níveis de bagaço de cevada.

Com relação ao teor de carboidratos não fibrosos (CNF) houve um efeito linear decrescente deste parâmetro com a adição do bagaço nas silagens. Conforme a equação de regressão $Y = 34 - 0,29x$ (tabela 2) para cada 1% de inclusão do bagaço de cevada na silagem de milho espera-se uma diminuição de 0,29% nos teores de CNF. As fontes de CNF são rapidamente fermentadas pelos microorganismos anaeróbicos do rúmen a ácidos graxos voláteis (AGVs), CO_2 , H_2 , metano e, em algumas situações, também a lactato. Quando se aumenta o suprimento de CNF aos animais, ocorre elevado aumento da produção AGVs e de lactato. Desta forma, os mecanismos tamponantes do rúmen podem não conseguir manter o pH ruminal, levando-o para níveis críticos abaixo de 5,5 devido ao acúmulo indesejável de AGVs e lactato no rúmen (GONÇALVES; BORGES; FERREIRA, 2009), entretanto, um teor adequado de CNF é necessário para que haja boa fermentação a partir dos carboidratos solúveis. No presente estudo, a inclusão do bagaço de cevada influenciou negativamente o teor de CNF das silagens de milho (tabela 2).

A incorporação do bagaço de cevada na silagem de milho também influenciou negativamente a DIVMS. Houve diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,01$) e de acordo com a equação de regressão (tabela 2) espera-se um decréscimo de 0,253% na DIVMS para cada 1% de bagaço adicionado na silagem de milho. 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.

O teor de NDT diferiu entre os tratamentos ($P < 0,01$) e verificou-se efeito linear decrescente do mesmo com a inclusão do bagaço de cevada nas silagens de milho. Observando a equação de regressão $Y = 67,3 - 0,231X$, tabela 2, pode-se inferir que a cada 1% de bagaço de cevada adicionado à silagem espera-se uma redução de 0,231% no teor de NDT. No presente trabalho, mesmo havendo diminuição nos teores de NDT em todos os tratamentos, os teores ficaram dentro da faixa ideal (55 a 85%) para a adequada nutrição de ruminantes (FERREIRA, 2013). Em estudo realizado por Ferreira (2013), foi avaliado o perfil fermentativo, as perdas por gases e efluentes e a composição química do Capim Marandú ensilado com resíduo úmido de cervejaria desidratado naturalmente, em quatro níveis diferentes de inclusão do resíduo (0, 10, 20, 30 e 40%). Os resultados obtidos por este autor apresentaram efeito linear crescente para os teores de NDT das silagens. A adição do subproduto promoveu elevação nos teores de NDT de 23,21% entre o tratamento testemunha e o tratamento de maior nível de inclusão (40%). A redução nos teores de NDT e DIVMS observada no presente trabalho pode estar relacionada à qualidade da matéria prima utilizada na confecção das silagens e também devido a uma possível complexação da fração proteica das silagens, tornando-a indisponível. Seria interessante realizar uma avaliação mais aprofundada da digestibilidade das frações para explicar com maior clareza este evento.

Os valores de pH das silagens não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,01$) e são apresentados no gráfico 1. O máximo valor de pH obtido foi no tratamento testemunha (3,6) e o mínimo (3,57) no tratamento com 45% de inclusão do bagaço, valores considerados satisfatórios para conservação do material ensilado. Todos os tratamentos ficaram na faixa ideal de pH recomendada por Mizubutti et al (2009) que é abaixo de 4,2.

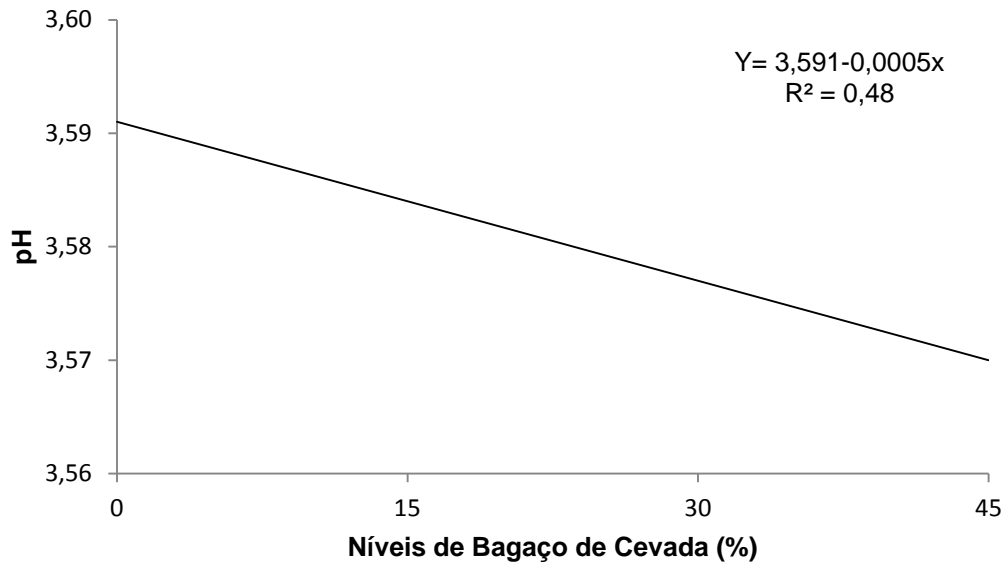


Gráfico 1. Valor de pH para silagem de milho, com níveis crescentes de bagaço de cevada.

No gráfico 2 são apresentadas as concentrações de N-NH₃/NT das silagens.

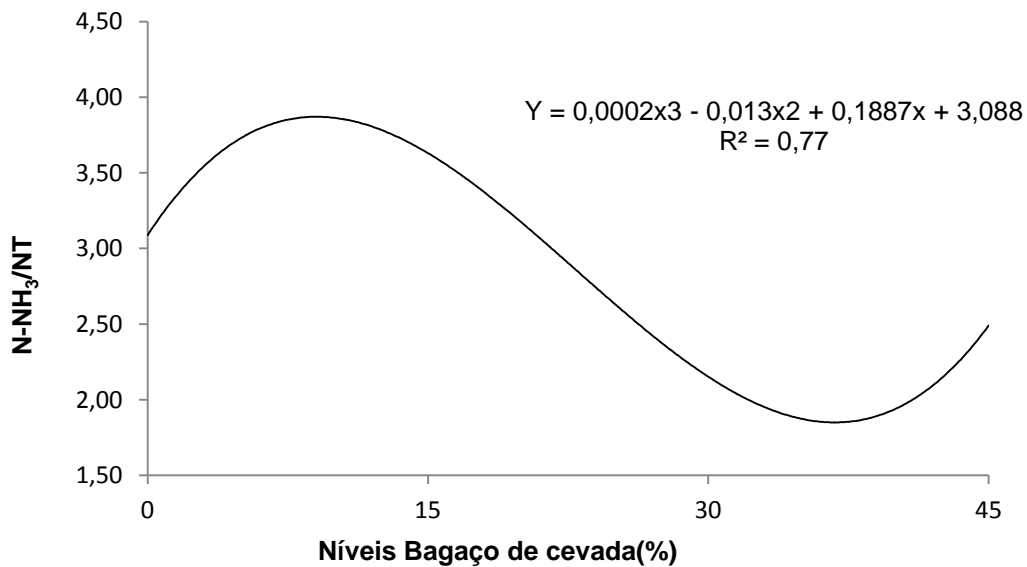


Gráfico 2. Concentração de N-NH₃/NT em silagens de milho com níveis crescentes de bagaço de cevada.

Observou-se efeito cúbico para os teores de nitrogênio amoniacal, ou seja, houve variação no teor de $N-NH_3$ nos diferentes tratamentos e o menor valor (2,15%) obtido foi no tratamento com a inclusão de 30% de bagaço de cevada seguido pelo tratamento com 45% de inclusão (2,49%). A inclusão de 15% de bagaço resultou em teores de 3,63% de $N-NH_3/NT$ e o tratamento testemunha apresentou teores de 3,08%. Considerando que o valor de pH obtido nos tratamentos ficou na faixa ideal para uma boa conservação das silagens, pode-se verificar que os teores de NH_3/NT também ficaram baixos, indicando uma fermentação satisfatória. Isso sugere que houve reduzida 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. Os valores obtidos neste estudo sugerem que houve ausência de fermentações indesejáveis nos tratamentos, de acordo com Tomich et al. (2003), valores de $N-NH_3/NT$ abaixo de 10% são indicativos de uma boa fermentação e valores acima de 15% de $N-NH_3/NT$ na silagem indicariam proteólise em demasia.

5. CONCLUSÃO

A adição de bagaço de cevada elevou os teores de extrato etéreo e proteína bruta, porém reduziu as frações de fibra em detergente ácido, carboidratos não fibrosos, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e teores de nutrientes digestíveis totais das silagens de milho.

Diante do exposto, sugere-se a utilização do bagaço de cevada na alimentação de ruminantes desde que seja considerada a relação custo-benefício e os impactos da inclusão do resíduo no desempenho dos animais. Com base nos resultados obtidos neste trabalho, a inclusão de até 15% do bagaço de cevada na silagem de milho pode ser satisfatória nesse sentido, corroborando para que eventuais perdas em digestibilidade e energia sejam compensadas pela redução do custo da silagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKES, Alfredo Costa et al. 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.

BALCÃO, Lucas Fillietaz. **Tipologia da atividade leiteira na região noroeste de santa catarina**. 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2012.

BARCELOS, Brenda. **Utilização do resíduo de cervejaria na produção de silagem como alternativa para alimentação de ruminantes**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

BERNARDES, Thiago Fernandes. Impacto das estruturas de estocagem sobre o manejo e a qualidade da silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE RODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. **Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Uem, 2014. p. 9 - 22.

BOLLER, Walter. Máquinas para a colheita e conservação de forragens. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS, 5., 2014, Maringá. **Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Nova Sthampa, 2014. p. 37 - 88.

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.

BRAND, Christian Bloemer. Valor nutritivo do bagaço de maçã como aditivo em silagem de milho. 2014. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2014.

BROCHIER, M. A.; CARALHO, S. Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento do resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n. 5, 2009.

BROCHIER, M.A. **Aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros confinados em fase de terminação**. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo.

BUMBIERIS JUNIOR, Valter Harry et al. Potencial de subprodutos da agroindústria para ensilagem. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá, Pr. **Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Nova Sthampa, 2014. p. 211 - 241.

CABRAL FILHO, S.L.S. **Avaliação do resíduo de cervejaria em dietas de ruminantes através de técnicas nucleares correlatas**. Piracicaba, 1999. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração energia na agricultura), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

CLARK, J. H., MURPHY, M. R.; CROOKER, B. A. Supplying the protein needs of dairy cattle from by-product feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n.5, p. 1092-1109, 1987.

COAN, Rogério Marchiori et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p.1502-1511, out. 2007.

FERREIRA, Ana Cristina Holanda, et al. 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.

FREITAS, Gisele Laisa de. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada (*hordeum vulgare L.*) e no bagaço de brassagem**. 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.

GERON, Luiz Juliano Valério et al. Caracterização, fracionamento proteico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do

resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 291-299, jul./set. 2007.

GERON, Luiz Juliano Valério et al. Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 9, p.1685-1695, out. 2008.

GILAVERTE, Susana et al. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 639 – 647. 2011.

GONÇALVES, Josemir de Souza. **Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum schum.*) cv. roxo contendo níveis crescentes do subproduto da semente do urucum (*Bixa orellana L.*)**. 2004. 61 f. Monografia - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Fortaleza, Ceará, 2004.

GONÇALVES, Lúcio Carlos; BORGES, Iran; FERREIRA, Pedro Dias Sales. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: Fepmvz, 2009. 568 p.

GREGUI, F. G. et al. Contribuição da inclusão de polpa cítrica e casca de soja para a qualidade da silagem de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Pirassununga, SP, n. 1, p.277-283, fev. 2014.

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

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

IBGE. (2014). **Estatística da Produção Pecuária**. 2014. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201401_publ_completa.pdf. Acessado em: 18 abr. 2015.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do**

tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano. 152 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

JOHNSON, C.O.L.E.; HUBER, J.T.; KING, K.J. Storage and utilization of wet brewes grains in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.1, p.98-107, 1987.

KLAGENBOECH, Rafaeli; THOMAZINI, Maria Helena; SILVA, Gracinda Marina Castelo da. Resíduo úmido de cervejaria: uma alternativa na alimentação animal. In: **Encontro de divulgação científica e tecnológica**, 3., 2011, Toledo, Pr. Anais... . Toledo, Pr: Ufpr, 2011. p. 1 - 7.

LIMA, M. L. **Resíduo úmido de cervejaria: Formas de conservação e efeitos sobre parâmetros ruminais.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1993. 98 p.

MARTIN, L.C.T. **Bovinos: volumosos suplementares.** São Paulo: Nobel, 1997. 143p

McCULLOUGH, M. E.. Silage and silage fermentation. **Feddstuffs**, v.49, p.49-52.1977.

McDONALD, P, HENDERSON, A.R. HERON, S. **The biochemistry of silage.** 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MENDONÇA, Lícia Mendes. **Utilização do Resíduo Úmido de Cervejaria na alimentação de cabras Anglo Nubianas em final de Lactação.** 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.

MIZUBUTI, Ivone Yurika et al. **Métodos Laboratoriais de avaliação de alimentos para animais.** Londrina: Eduel, 2009. 228 p.

MUCK, R.E. **Factors influencing silage quality and they implications for management.** Journal of Dairy Science, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.293-301, 2002 (supl. 1).

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.

NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: **National Academy of Sciences**, 2001. 381p.

PAZIANI, Solidete de Fátima. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim Tanzânia.** 2004. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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, 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, Odilon Gomes et al. Práticas na ensilagem *versus* qualidade higiênica da silagem. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. **Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas.** Maringá: Nova Sthampa, 2014. 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 (Publicações da Série Embrapa).

PIMENTEL, Joabe Jobson de Oliveira et al. Efeito da Suplementação Protéica no Valor Nutritivo de Silagens de Milho e Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p.1042-1049, 1998.

PORTILHO, F. P. **Utilização do resíduo de cervejaria na formulação de misturas minerais proteinadas para ovinos a pasto**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010, 76 p. Tese de Doutorado.

REINOLD, M. **Tecnologia Cervejeira**. Cervesia. Ano 1, n.12, ed. Abr. 2003.

REIS, Ricardo Andrade et al. Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas In: SIMPÓSIO SOBRE RODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 3., 2008, Maringá. **Anais do III Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Uem, 2008. p. 9 - 40.

ROSA, Joilmaro Rodrigo Pereira et al. Avaliação do Comportamento Agronômico da Planta e Valor Nutritivo da Silagem de Diferentes Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p.302-312, abr. 2004.

SANTOS, BNR; SALES, R. O.; COSTA, MRGF. Teores de matéria seca e matéria mineral do feno de duas variedades de capim elefante sob quatro períodos de corte. **SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO ANIMAL**, v. 1, 2007.

SANTOS, Mateus Castilho; QUEIROZ, Oscar Cezar Muller; NUSSIO, Luiz Gustavo. Microbiologia de forragens conservadas e suas aplicações. In: SIMPÓSIO SOBRE RODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 3., 2008, Maringá. **Anais do III Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Uem, 2008. p. 101 - 115.

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

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

SILVA, Fabiano Ferreira da et al. 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, Veridiana Basoni et al. Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p.1595-1599, 2010.

SILVEIRA, A. C. et al. Consumo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, p. 306-320, 1980.

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, Leiliane Cristina de. **Valor nutricional do resíduo úmido de cervejaria *in natura* sob condições aeróbias e anaeróbias**. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2010.

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).

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

VAN SOEST, P.J. 1967. **Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage**. J. Anim. Sci., 26(1):119-120.

VILELA, H.; BARBOSA, F. A.; RODRIGUEZ, N.; CASLE, C. **Efeito do emurchecimento do capim Elefante Paraíso sobre a qualidade da silagem**. Matsuda, São Sebastião do Paraíso, 12p. 2000.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York, Marcel Dekker, 350p. 1984.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. FERREIRA, D.J. et al. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica da silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.43, n.6, p.73-81, 2006.