UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BRENDA BARCELOS

**Utilização do resíduo de cervejaria na produção de silagem como
alternativa para alimentação de ruminantes.**

BRENDA BARCELOS

**Utilização do resíduo de cervejaria na produção de silagem como
alternativa para alimentação de ruminantes.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

B242u Barcelos, Brenda
Utilização do resíduo de cervejaria na produção de
silagem como alternativa para alimentação de ruminantes
/ Brenda Barcelos. -- Pirassununga, 2012.
70 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.
Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto.

1. Bagaço de malte 2. Casca de soja 3. Nutrição
4. Ovinos 5. Polpa cítrica. I. Título.

À minha família que em todas as minhas dificuldades sempre esteve ao meu lado, me apoiando.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmão, Edson Barcelos, Herta Sanches e Guilherme Barcelos, que em todos os momentos difíceis sempre me deram força para continuar lutando.

Ao Prof. Dr. Arlindo Saran Netto, por ter acreditado em meu trabalho e ter proporcionado um enorme avanço em minha vida profissional.

Aos Professores da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo que dispensaram seu tempo para minha formação.

As Professoras e amigas Viviani Gomes e Karina Medici Madureira que participaram de minha formação, me incentivaram e apoiaram, acreditando em meu trabalho.

Aos Funcionários e hoje amigos, Ni, Ceíça, Seu Antônio e Vitor, por toda a colaboração durante o experimento.

A todos que direta ou indiretamente ajudaram na conclusão desse projeto.

"O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário"

Albert Einstein

RESUMO

Barcelos, B. **Utilização do resíduo de cervejaria na produção de silagem como alternativa para alimentação de ruminantes**, 2012. 70 f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

A fim de avaliar formas de associações do resíduo úmido de cervejaria com uso de aditivos no processo de ensilagem; e desempenho e digestibilidade de cordeiros a partir a das associações, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado 5 tratamentos com 4 repetições: C: ensilagem de 100% resíduo de cervejaria; PC15: 15% de polpa cítrica; PC30: 30% de polpa cítrica; CS15: 15% de casca de soja; CS30: 30% de casca de soja, adicionados com base na matéria fresca do resíduo de cervejaria. Das silagens foram coletadas amostras para as análises bromatológicas, pH, poder tampão, nitrogênio amoniacal, DIVMS e determinação de ácidos orgânicos (ácidos láctico, acético, propiônico, butírico) e perfil microbiológico. Os dados da silagem foram analisados por meio da Eficiência Biológica Relativa (EBR), através da técnica do "slope ratio". Para análise *in vivo* foi verificado o desempenho dos animais e digestibilidade. Os dados foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2008), considerando efeitos fixos a inclusão de aditivos e os níveis. As médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes ortogonais. Houve aumento do teor de MS, carboidratos e poder tampão para os níveis de inclusão; aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca; aumento na relação desejável/indesejável de ácido láctico/ acético e butírico; aumento da população de bactérias ácido láctica, e clostrídeos da silagem. Houve melhora no desempenho com a adição de casca de soja e polpa cítrica e na digestibilidade *in vivo* de MS, sendo os melhores resultados encontrados, em conjunto, para o tratamento da silagem com inclusão de 30% de polpa cítrica.

Palavras chave: bagaço de malte, casca de soja; nutrição; ovinos; polpa cítrica.

ABSTRACT

Barcelos, B. **Using the brewery residue in the production of silage as a alternative for ruminants feeding**, 2012. 70 F. Term Paper of Master - Animal Science and Food Engineering University of São Paulo, Pirassununga, 2012.

In order to evaluate the production of silage and the use of additives in the process of silage of brewery residue, they were distributed in a completely randomized design treatments 5 and 4 repetitions: C: silage 100% brewery residue; PC15: 15% of citrus pulp; PC30: 30% of citrus pulp; CS15: 15% of soybean hulls; CS30 mice: 30% of soybean hulls- added on the basis of the fresh of the residue of brewery. The silage samples were collected for the qualitative analysis, pH, buffer, ammoniacal nitrogen, IVDMD and determination of organic acids (Lactic acid, acetic acid, propionic, butyric) and microbiological profile. The Relative Biological Efficiency (RBE) was calculated by the slope ratio technique For in vivo analysis was verified the performance of the animals and digestibility. The data were analyzed by the Statistical Analysis System (SAS, 2008), whereas fixed effects the inclusion of additives and levels. The treatment average was compared by orthogonal contrasts There was an increase in the content of MS, carbohydrates and power buffer from the inclusion; increase in vivo digestibility of DM and increase of the population of lactic acid bacteria, clostridium; IVDMD, and the best results, together, for the treatment of silage with inclusion of 30% of citrus pulp

Key Words: citrus pulp, malt bagasse, nutrition, sheep, soybean hulls.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Instalação de baias para teste de desempenho.	34
Figura 2. Silo segundo os tratamentos.	35
Figura 3. Ensaio de digestibilidade com bolsa plástica para colheita de fezes.	37
Figura 4. Consumo (Kg de MS) e ganho de peso (Kg) de acordo com a alimentação fornecida no período experimental.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação bromatológica da cevada e do resíduo úmido de cervejaria...	21
Tabela 2 – Valor médio e erro padrão da média da matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); carboidratos (CHO'S); poder tampão e digestibilidade in vitro na matéria seca (DIVMS) segundo os tratamentos.	40
Tabela 3 – Valor médio e erro padrão da média do pH; ácido acético, propiônico, butírico, láctico; álcool, relação desejáveis/indesejáveis (LAT/(ETA+ACE+BUT); N amoniacal (%) e (% N total) segundo os tratamentos..	46
Tabela 4 – Classificação das silagens pela qualidade segundo os tratamentos.....	50
Tabela 5 – Valor médio e erro padrão da média das bactérias lácticas; clostrídeos; leveduras e enterobactérias segundo os tratamentos.....	51
Tabela 6 - Percentuais de coeficiente de digestibilidade de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) da silagem de resíduo úmido de cervejaria segundo os tratamentos.	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC = Association of Official Analytical Chemists

BAL = Bactérias Ácidos-láticas

CD = Coeficiente de Digestibilidade

CHO'S = Carboidratos

CS = Casca de Soja

CONAB = Companhia Nacional de Abastecimento

DIVMS = Digestibilidade “in vitro” da Matéria Seca

EBR = Eficiência Biológica Relativa

EE = Extrato Etéreo

FAO = Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

FDA = Fibra em Detergente Ácido

FDN = Fibra em Detergente Neutro

FZEA = Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA = Ministério da Agricultura e do Abastecimento

MS = Matéria Seca

NRC = Exigências Nutricionais de Gado de Leite

PB = Proteína Bruta

PC = Polpa Cítrica

PDA = Ágar Batata Dextrose

PPM = Produção da Pecuária Municipal

SINDICERV = Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja

LISTA DE SÍMBOLOS

°C = graus Celsius

CO₂ = gás carbônico

g = grama

h = hora

HCl = Ácido Clorídrico

meq = miliequivalente

ml = mililitro

mm = milímetro

NaCl = Cloreto de Sódio

N-NH₃ = N amoniacal = nitrogênio amoniacal

pH = potencial hidrogeniônico

% = percentagem

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	IX
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XII
SUMÁRIO.....	XIII
1 Introdução.....	15
1.1 Objetivos	17
2 Desenvolvimento	18
2.1 Revisão de literatura	18
2.1.1 Panorama da ovinocultura	18
2.1.2 Recurso alimentar.....	19
2.1.2.1 O resíduo úmido de cervejaria.....	20
2.1.2.2 Limitação do uso do resíduo úmido de cervejaria.....	23
2.1.3 Aditivos para a alimentação animal	24
2.1.4 Ensilagem	26
2.1.5 A ensilagem e os microrganismos envolvidos	27
2.2 Material e métodos	29
2.2.1 Experimento 1 - Ensilagem.....	29
2.2.1.1 Análise bromatológica	29
2.2.1.2 Análise microbiológica	30
2.2.1.3 Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS).....	31
2.2.1.4 Análise estatística.....	31
2.2.2 Experimento 2.....	33
2.2.2.1 Teste de desempenho	33
2.2.2.2 Digestibilidade in vivo	36
2.2.2.2.1 Análise estatística	37
2.2.3 Resultados e discussão	39
2.2.3.1 Resultados da silagem	39

2.2.3.1.1	Análises bromatológicas.....	39
2.2.3.1.2	Digestibilidade “in vitro” de matéria seca (DIVMS)	44
2.2.3.1.3	Variáveis fermentativas	46
2.2.3.1.4	Variáveis microbiológicas	51
2.2.3.2	Análise in vivo.....	54
2.2.3.2.1	Coeficiente de digestibilidade in vivo.....	54
2.2.3.2.2	Consumo x ganho de peso.....	56
3	Conclusão.....	58
Referência		59

1 Introdução

O Brasil apresenta enorme potencial para a produção animal em função de sua extensão territorial e potencialidades para produzir alimentos, que corresponde a cerca de 60% do custo da produção animal. No entanto, muitos coprodutos gerados nas indústrias podem ser utilizados na alimentação animal com custo acessível.

Aliado ao custo acessível está a produção crescente destes subprodutos acompanhado do crescimento do país e estes alimentos se não receberem destinação correta, poderão levar a problemas ambientais.

Resíduos estes, como o subproduto da indústria de cerveja, concentrado protéico com valor energético, pode ser utilizado na alimentação de ruminantes, porém por ser um alimento úmido, com baixo teor de matéria seca e de difícil transporte, é conciliável a ensilagem deste material como técnica de conservação, pois a fermentação pelas bactérias anaeróbicas produzem ácidos graxos voláteis, promovendo a queda do pH que desta forma, preserva os nutrientes do material ensilado.

A fim de aumentar o teor de matéria seca, estimular a fermentação pelo fornecimento adicional de carboidratos, prevenir ou inibir a fermentação secundária, elevar os nutrientes da silagem e fornecer condições que favoreçam a atividade de *Lactobacillus* e iniba a atividade de *Clostridium*, o uso de aditivos tem sido proposto como forma de oportunizar melhores resultados no processo fermentativo de silagens. Assim, alimentos como a polpa cítrica e casca de soja podem ser utilizados.

A polpa cítrica, um alimento de alto teor de matéria seca, carboidratos solúveis e capacidade de absorção de água, facilmente contribui para melhora do material ensilado, bem como sua disponibilização na região, visto que é um subproduto da indústria citrícola e estas estão concentradas no Estado de São Paulo. A casca de soja, além de seu alto teor de matéria seca, possui alto teor de proteína bruta e fibra de fácil digestibilidade, permitindo uma alimentação vantajosa com sua utilização.

Uma vez que existe uma grande disponibilidade do resíduo úmido de cervejaria devido à alta produção de cerveja ao longo do ano e com preço acessível

na época das águas, atrelados a maior necessidade dos produtores na época da seca, foi definido o objetivo do projeto.

1.1 Objetivos

Determinar formas de associações do resíduo de cervejaria com diferentes alimentos durante o processo de ensilagem.

Avaliar consumo e ganho de peso de cordeiros a partir das associações do resíduo de cervejaria testado.

Avaliar o coeficiente de digestibilidade das associações testadas através de ensaio *in vivo* com cordeiros.

2 Desenvolvimento

2.1 Revisão de literatura

2.1.1 Panorama da ovinocultura

A ovinocultura está presente na história da humanidade como sendo a atividade que proporciona a maior fonte de alternativas para subsistência, pois, fornece a lã e pele para vestuário; carne e leite para alimentação (FERNANDES, 1998).

Está presente em praticamente todos os continentes. A ampla difusão da espécie se deve principalmente a seu poder de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações (VIANA, 2008)

A carne de cordeiros vem cada vez mais conquistando novos consumidores, principalmente nos grandes centros urbanos. A forma que atualmente se apresentam esses produtos (cortes selecionados, resfriados ou congelados) e a sua alta qualidade intrínseca, tornam-os quase irresistíveis ao consumidor (QUADROS, 2005).

Os benefícios da prática de confinamento pelo o tempo para o abate, pela maior eficiência no controle sanitário, pela melhor qualidade das carcaças e peles e pela manutenção da oferta no período de escassez de forragens (BARROSO *et. al.*, 2006) também contribuem para maior adoção nos últimos anos.

Visualiza-se este crescimento da ovinocultura nos últimos 10 anos, apresentado pelo IBGE. De 2002 a 2011 a produção efetiva de cabeças de ovinos passou de 14,2 milhões para 17,6 milhões de cabeças, sendo que, apenas de 2010 para 2011, houve o aumento de 1,62% do número de ovinos frente as 17,3 milhões em 2010 (PPM, 2011).

Apesar do crescimento da produção de carne nos últimos anos, o Brasil realiza importações de carne ovina para abastecer o mercado consumidor, visto que a oferta de carne ainda é insuficiente (VIANA, 2008).

Porém o consumo de carne ovina ainda considera-se muito baixa ao se comparar com o consumo de carne bovina, 36,5kg, suína, 10,5kg e frango, 29,9kg per capita ano (TUPY, 2003), e, segundo Viana (2008), intervenções para fidelizar o consumidor, como estratégias de marketing que apresentem a carne ovina como produto seguro de qualidade e variedade de corte deve ocorrer.

Ainda, aliado a disponibilidade de subprodutos proporcionando menor custo ao produtor, à utilização de resíduos agroindustriais na terminação de cordeiros em confinamento tem grande potencial, pois pode levar à queda significativa dos custos de alimentação do confinamento sem que ocorram quedas nos índices produtivos

2.1.2 Recurso alimentar

Para o sucesso do sistema de produção, em que a alimentação dos animais representa um dos maiores custos da atividade pecuária, é imprescindível o aprofundamento no segmento nutricional.

Quando não se respeita a relação de compatibilidade entre alimentos e o animal, o risco de insucessos e prejuízos é grande. Portanto, é necessária adequar a exploração animal aos recursos alimentares disponíveis, maximizando-se a conversão da matéria - prima em produtos de origem animal.

Em sistemas menos intensivos, onde a dieta animal baseia-se principalmente no pasto, o custo da alimentação representa 30 a 50% dos custos da atividade, enquanto em sistemas mais intensivos, baseados em forragens conservadas e concentrados, correspondem a mais de 60% (COAN, 2003). Assim, a utilização de fontes alimentares alternativas de menor custo podem proporcionar diminuição nos custos de produção, acarretando aumento na lucratividade.

Neste contexto, existe uma grande diversidade de resíduos nos países tropicais como o Brasil, e a sua exploração pelos técnicos e produtores têm sido crescente graças aos avanços da ciência no campo da nutrição com tecnologias fundamentais para a garantia da sustentabilidade dos sistemas pecuários.

Os resíduos agroindustriais, segundo Oliveira (2003), representam um recurso alimentar passível de aproveitamento na alimentação dos ruminantes. O mesmo

autor alerta também que a exploração desses resíduos na alimentação animal ainda é pequena, empírica e representa perda no processo produtivo da empresa, gerando poluição ambiental em função do montante produzido, pois se não tratados de forma adequada podem ser danosos à natureza devido a sua alta carga poluidora.

Políticas de produção responsável e sustentável que garantam cuidados ao meio ambiente é uma tendência mundial defendida por governos, consumidores, acionistas e financiadores, bem como de grupos não-governamentais (TIBOR & FELDMAN, 1996). Dentro deste contexto, se uma empresa for capaz de reduzir a quantidade de poluentes gerados no seu processo, contribuirá para uma maior preservação do meio ambiente, além da economia nos gastos relacionados à disposição final dos mesmos.

Porém, uma das grandes dificuldades encontradas é a visão de que o resíduo é lixo, ou resto de um processo produtivo, e não matéria-prima e energia em potencial para outro tipo de processo (MATOS & SCHALCH, 2000; PAWLOWSKY, 2002).

No caso das agroindústrias, é fundamental que seja repensada a produção e destinação dos resíduos, pois podem ser novamente inseridos na cadeia produtiva, gerando grandes ganhos para a sociedade (SACHS, 2005).

O aproveitamento desses resíduos além de proporcionar uma fonte de renda alternativa às propriedades rurais e agroindustriais estará contribuindo para a preservação do meio ambiente e, desta forma, para o desenvolvimento sustentável.

Dentre estes resíduos, existem vários que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes: a polpa cítrica, a casca e o farelo de soja, a torta de algodão e o resíduo úmido de cervejaria (BROCHIER, 2007).

2.1.2.1 *O resíduo úmido de cervejaria*

A cevada é o quarto cereal mais semeado do mundo, perdendo para o milho, arroz e trigo (FAOSTAT, 2011).

Na safra de 2009 foram produzidas de 201 mil toneladas de cevada no Brasil, que dentre outros destinos, serviu como matéria-prima para produção de toneladas

de cerveja (FAOSTAT, 2011) e, apenas 7% foi destinado à alimentação animal (MINELLA *et al.*, 2007).

De acordo com a CETESB (SANTOS, 2005) para cada 100 litros de cerveja produzidos são gerados 14kg de bagaço de malte.

O Brasil está entre os quatro maiores fabricantes de cerveja do mundo com produção anual de 10,34 bilhões de litro (SINDCERV, 2010), com taxa anual de crescimento da ordem de 2,2% ao ano (ROSA *et al.*, 2006), ficando atrás da China, Estados Unidos e Alemanha.

Com a expansão do mercado cervejeiro brasileiro vem à preocupação com a geração de resíduos sólidos, sendo o resíduo de cervejaria um subproduto da indústria cervejeira produzido em grande volume durante todo o ano. Segundo Fischer (1996), de cada 100 kg de malte de cevada que se utiliza para elaboração de cerveja, obtém-se de 110 a 120 kg de resíduo úmido de cervejaria, o que demonstra o grande potencial gerador deste resíduo

O bagaço de malte é obtido durante o processo de mosturação. O processo de mosturação compreende a moagem, maceração, filtração e fervura do malte com adição do lúpulo. Pode ser descrito como uma massa resultante da aglutinação da casca com resíduos durante este processo. Assim, ele pode apresentar maiores concentrações de proteína e carboidratos do que as encontradas nos cereais de origem pela inclusão de outros cereais durante o processo. (CLARK, 1987) – Tabela 1.

Tabela 1. Avaliação bromatológica da cevada e do resíduo úmido de cervejaria.

	<i>Cevada</i>	<i>Resíduo Úmido</i>
Matéria Seca (%)	82,47	22,60
Proteína Bruta (%)	2,88	24,60
Extrato Etéreo (%)	10,13	8,42
Fibra Detergente Neutro (%)	20,08	60,92
Cinzas (%)	2,16	3,25

Fonte: Brochier e Carvalho, 2009.

A composição deste resíduo é de principalmente matérias nitrogenadas, fibras e polissacarídeos, estando presentes também ligninas e lipídeos.

Segundo Reinold (1997), a composição do resíduo úmido de cervejaria pode ser representado por: 10% de gorduras, 22% de proteínas, 35% de hemicelulose, 20% de celulose, 10% de lignina e 3% de cinzas.

Embora os maiores atrativos sejam seus altos valores de proteína e amido, resultando em valores elevados de energia metabólica, algumas características da fração protéica vêm sendo estudadas (ARMETANO *et al.*, 1986; VALADARES FILHO *et al.*, 1990). Dados obtidos de experimentos com vacas em lactação, ovelhas e carneiros sugerem que 50% ou mais da proteína bruta, escape da degradação microbiana do rúmen e passe para o intestino delgado (CLARK, 1987). Esta insolubilidade de parte da fração protéica de alguns alimentos é conhecida na nutrição de ruminantes como “bypass”.

Os ruminantes possuem a capacidade de transformar resíduos vegetais em nutrientes. Por ação dos microrganismos do rúmen ocorre a decomposição da matéria-prima bruta consumida e a síntese de nutrientes assimiláveis pelo organismo.

Graças à microbiologia e fisiologia ruminal, a polpa úmida de cervejaria pode ser utilizada na alimentação de ruminantes como concentrado protéico a ser introduzido na dieta. Aliado o alto valor nutricional, a boa aceitabilidade pelos animais e a disponibilidade quase constante ao longo do ano, o resíduo de cervejaria tem atraído muitos dos produtores de leite, principalmente como fonte protéica para vacas em início de lactação (STERN e ZIEMER, 1993).

De acordo com Santos (2004), citado por Abreu *et al.* (2004), o bagaço de cevada tem proporcionado aumento de 30% na produção de leite ao ser incluído na alimentação de vacas leiteiras.

O efeito do uso de bagaço de malte sobre o consumo, digestibilidade e desempenho produtivo tem sido estudado com o objetivo de determinar qual a taxa de inclusão seria mais favorável dentro de um sistema de produção, assim como, economicamente rentável para o produtor. Segundo estudo realizado por Geron *et al.* (2010), a inclusão de até 15% do resíduo de cervejaria fermentado nas rações de vacas lactantes aumentaria o coeficiente de digestibilidade total da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. Brochier e Carvalho (2009) recomendam que a proporção máxima de substituição do alimento concentrado pelo resíduo úmido de cervejaria não ultrapasse 31,1%, uma vez que níveis de substituição acima desse valor promovem regulação física do consumo de matéria seca, em razão do

aumento da concentração de fibras em detergente neutro nas dietas, o que leva à redução do ganho de peso dos animais.

2.1.2.2 *Limitação do uso do resíduo úmido de cervejaria*

O resíduo úmido de cervejaria apresenta baixos teores de matéria seca (MS), e esta é apontada como a maior limitação para o seu uso economicamente. O processo de secagem que facilitaria o transporte é caro, o que pode inviabilizar o seu uso. Muitos autores limitam a utilização deste subproduto a determinadas distâncias das indústrias (GONÇALVES et al., 2009).

O alto teor de água no resíduo úmido pode resultar em alguns fatores limitantes, como dificuldade no transporte a longa distância e dificuldades no armazenamento para uso na alimentação de ruminantes (GONÇALVES et al., 2009)

A rápida biodegradação foi observada por Stern e Ziemer (1993) e segundo Johnson (1987), em condições de aerobiose, o período máximo de armazenamento é de 10 dias, sendo os fungos e leveduras os principais agentes responsáveis pela degradação caracterizada pelo aumento da concentração de componentes da parede celular com conseqüente redução da digestibilidade do material e da concentração de carboidratos solúveis. Além disso, há uma intensa degradação de proteínas, o que eleva a concentração de nitrogênio amoniacal, aminas e ácidos orgânicos, responsáveis pelo odor desagradável (PEDROSO *et al.*, 2006).

No Brasil, o resíduo de cervejaria é comercializado na forma úmida e normalmente armazenado em condições aeróbicas de 20 a 30 dias. A prática adotada na grande maioria das fazendas é a de adicionar sal (NaCl) como forma de diminuir a ação de microrganismos.

Alternativa para a conservação deste material é a fermentação, ou seja, o processo de ensilagem.

2.1.3 Aditivos para a alimentação animal

As pesquisas sobre a substituição ou inclusão de produtos e subprodutos alternativos na alimentação animal têm se destacado no âmbito da nutrição animal (DANTAS FILHO, 2007).

O uso de aditivos tem sido proposto como forma de oportunizar melhores resultados no processo fermentativo de silagens (DIMPÉRIO, 2005). Assim, alimentos como a polpa cítrica e casca de soja podem ser utilizados.

2.1.3.1 Polpa Cítrica

O Brasil é o maior exportador de suco concentrado de laranja do mundo (FAO, 2012) e a laranja constitui-se na fruta mais produzida no mundo, com uma produção estimada de 80 milhões de toneladas. De acordo com FAO (2010) a produção de frutas cítricas ultrapassa 23 milhões de toneladas e deste montante a produção principal é de laranja. Sendo assim, nosso país possui uma grande geração de polpa cítrica, a qual coincide com a entressafra dos grãos de milho e sorgo.

A composição bromatológica da polpa cítrica caracteriza o produto como alimento concentrado energético, devido aos 85-90% do valor energético do milho, não sendo uma boa fonte protéica (NRC, 2001). Possui um teor muito baixo de amido (DEAVILLE, *et. al.*, 1994), porém um alto teor de carboidratos solúveis, cerca de 25% da MS segundo Waiman e Dewey (1988), e pectina, carboidrato estrutural quase totalmente degradável no rúmen (NOCECK, 1991; STERN e ZIEMER, 1993).

De acordo com Van Soest (1994), a inclusão de pectina na dieta em substituição de parte dos carboidratos não estruturais traz muitos benefícios à nutrição dos ruminantes: em comparação ao amido, a pectina possui menor propensão em causar queda de pH ruminal porque a sua fermentação é feita por microrganismos celulolíticos, favorecendo a produção de acetato e não lactato e propionato, como na fermentação por microrganismos que degradam o amido.

Em função da sua rápida degradabilidade ruminal, a polpa cítrica é um alimento interessante para ser utilizado em dietas com elevadas concentrações de proteína solúvel, contribuindo para um melhor aproveitamento da amônia produzida e

reduzindo os seus efeitos tóxicos no rúmen. Isto porque quando a velocidade de síntese de amônia pelos microrganismos supera a sua utilização, há uma elevação das concentrações de NH_3 no rúmen com conseqüente aumento da excreção de uréia, resultando em perda de proteína (RUSSEL *et al.*, 1992). O padrão de fermentação da polpa de citros no rúmen parece propiciar o uso eficiente da amônia e, conseqüentemente, do nitrogênio protéico e não protéico como a uréia (WING, 1982).

2.1.3.2 Casca de Soja

A soja é um grão utilizado na alimentação humana, de animais e entre outras diversas funcionalidades como produção de biodiesel, este possui larga escala de produção em vários países do mundo (SOBRINHO, 2012). É um dos produtos agrícolas mais comercializados no mundo com crescimento médio anual, nos últimos 40 anos, da ordem de cinco milhões de toneladas/ano (CONAB, 2010). O Brasil produziu aproximadamente 68,0 milhões de toneladas (IBGE, 2010), correspondendo a 20% do total produzido em todo o mundo, sendo o 2º maior produtor mundial em 2010.

Assim como subprodutos como o a polpa cítrica e o resíduo úmido de cervejaria, a casca de soja apresenta características de alimento intermediário entre volumoso, por possuir alta concentração de FDN e concentrado, em função de sua alta digestibilidade.

Vários trabalhos demonstraram as vantagens do uso de casca de soja como fonte energética para ruminantes em substituição ao milho (FAULKNER *et al.*, 1994, MANSFIELD & STERN, 1994; IPHARRAGUERRE *et al.*, 2002; MOORE *et al.*, 2002).

Pode ser classificado como um suplemento energético, tendo em vista que a mesma atinge cerca de 80% do valor energético do milho. Apresenta teores de proteína bruta em torno de 12% e, é uma fonte rica em lisina (0,71 a 0,72% da MS), mas apresenta baixas concentrações de metionina e cistina (0,30 a 0,33% da MS) (CUNNINGHAM *et al.*, 1993).

Em relação à sua fração fibrosa, este alimento possui elevados teores de celulose e hemicelulose, fato justificado pela espessura da parede celular da casca, cuja função é proteger o endosperma. Porém, uma característica marcante deste alimento é a elevada digestibilidade da sua fração fibrosa, atribuída principalmente

aos baixos teores de lignina e elevados de pectina (carboidrato estrutural da parede celular), sendo rápida e extensamente degradada no rúmen. É a pectina o principal componente da fração de CHO's não fibrosos (62%), enquanto o amido e açúcares simples estão presentes em menor proporção (NRC, 2001).

2.1.4 Ensilagem

A silagem tem sido usada como um instrumento auxiliar na manutenção e na amplificação da produção animal, sobretudo no período de menor produção de forragens. A estacionalidade de produção de plantas forrageiras demanda o uso de práticas de conservação de forragens durante o período de crescimento das plantas, a fim de serem utilizadas durante o período de escassez, minimizando os efeitos da disponibilidade sazonal de alimentos (ANDRIGUETTO *et al.*, 2002).

O processo de ensilagem compreende a fermentação de determinadas bactérias sobre os carboidratos solúveis de um alimento. A atividade de fermentação em um ambiente anaeróbico resulta na formação de compostos capazes de conservar um determinado alimento ao longo do tempo pelo aumento da acidez (queda do pH).

O silo necessário para a confecção da silagem de resíduo úmido de cervejaria pode ser o mais simples e barato possível, desde tambores plásticos, até silos de cobertura ou, de preferência, silos tipo trincheira com paredes de alvenaria.

A compactação do silo não é necessária uma vez que o resíduo apresenta alto valor de umidade, assim o peso da água promove compactação suficiente para uma adequada conservação do material.

A vedação de forma correta do silo é primordial para o sucesso da conservação do resíduo úmido de cervejaria. A inexistência de oxigênio dentro do silo promove a conservação do material por um período maior (mais de 10 meses) em boas condições de uso.

Durante a confecção da silagem não é necessária o uso de nenhum outro alimento ou aditivo para auxiliar o início da fermentação, pois este processo inicia-se por si só, sob condições adequadas.

Geron e Zeoula (2007) afirmam que a conservação do resíduo de cervejaria úmido pelo processo de fermentação anaeróbica preserva as suas qualidades nutritivas. O resíduo de cervejaria fermentado caracteriza-se como alimento volumoso com alto teor de carboidratos ligados à parede celular e alto teor de proteína bruta. A proteína presente no resíduo fermentado é de baixa degradabilidade ruminal, de alta digestibilidade intestinal e com composição de aminoácidos essenciais semelhante ao do farelo de soja. Ainda, o resíduo de cervejaria úmido e fermentado contém maior teor de ácido linoléico que o farelo de soja.

Contudo, quanto à qualidade da silagem obtida, é importante observar que a torta de cevada não apresenta uma das características essenciais para um processo eficiente, a umidade controlada, uma vez que sua umidade é em torno de 80%.

A fim de aumentar o teor de matéria seca e obter um produto com umidade entre 28 e 35%, o ideal para ensilagem, costuma-se associar ao resíduo úmido de cervejaria a polpa cítrica, a casca/ou farelo de soja, a torta de algodão ou a outro resíduo de baixo custo e ampla oferta de acordo com a região.

2.1.5 A ensilagem e os microrganismos envolvidos

A qualidade da silagem produzida depende do material ensilado, da ausência de oxigênio e do tipo de microrganismo presente no processo de fermentação e após a abertura do silo.

Além do substrato adequado, para que exista uma rápida acidificação do alimento ensilado, é necessária uma população de bactérias satisfatória, sobretudo de *Lactobacillus*. Porém, pode haver também a proliferação de microrganismos prejudiciais à qualidade da silagem, por exemplo, bactérias do gênero *Clostridium*, enterobactérias, fungos e leveduras, que podem ainda causar problemas sanitários aos animais (MUCK, 1988).

A ensilagem com plantas com alto teor de água propicia um ambiente favorável a proliferação de bactérias do gênero *Clostridium* e uma conseqüente fermentação indesejável, pois são responsáveis pela produção de ácido butírico e de outras

atividades nocivas como a degradação de proteínas. Ainda, a umidade superior a 35% causa maior lixiviação de nutrientes solúveis (ANDRIGUETTO *et al.*, 2002).

A deteriorização da silagem está associada principalmente ao desenvolvimento de fungos e leveduras, que apresentam grande resistência às variações de pH e, no caso das leveduras, sobrevivem em meio anaeróbico. As leveduras provocam intensa liberação de CO₂ pelo metabolismo dos açúcares, resultando em perda de matéria seca, liberação de calor e aumento na concentração de produtos da reação de “Maillard”.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Experimento 1 - Ensilagem

O estudo foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (Campus de Pirassununga).

Foram utilizados 20 silos de laboratório confeccionados a partir de baldes plásticos com capacidade de 12 litros, 252 mm de altura e 245 mm de diâmetro ($0,06174 \text{ m}^3$). Estes foram estocados verticalmente e em local abrigado.

Após pesagens dos alimentos e misturas dos tratamentos, as respectivas massas foram colocadas dentro de cada silo e compactadas, sendo os silos fechados com tampas e, então, pesados. A compactação correspondeu à densidade de $800 \text{ kg de silagem/m}^3$, sendo os silos mantidos por 90 dias em local abrigado.

O experimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições, definidas em tratamento controle utilizando apenas a cevada para ensilagem (TC); inclusão de 15% de polpa cítrica (P15); inclusão de 30% de polpa cítrica (P30); inclusão de 15% de casca de soja (CS15); inclusão de 30% de casca de soja (CS30).

Os subprodutos agrícolas foram adicionados com base na matéria fresca do resíduo de cervejaria.

2.2.1.1 Análise bromatológica

As análises laboratoriais foram realizadas pelo Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP.

Os silos foram pesados após o fechamento e antes de serem abertos para posterior determinação das perdas de matéria seca. Os cálculos das perdas por

fermentação foram realizados através da diferença entre os pesos das massas obtidos no enchimento e abertura dos silos, multiplicados pelos respectivos teores de matéria seca. Finalmente as perdas foram transformadas em porcentagem da massa inicial.

Após a abertura, as massas retiradas de cada silo foram homogeneizadas, sendo uma parcela separada para determinação da matéria seca, proteína bruta, componentes da parede celular, carboidratos solúveis, poder tampão e DIVMS. Outra fração foi congelada imediatamente e outra, ainda, foi colocada em prensa manual para a extração dos sucos, onde foi determinado o pH (medição em potenciômetro) e o nitrogênio amoniacal (FOLDAGER, 1977). Parte do suco foi congelado para posterior determinação do etanol e dos ácidos orgânicos (ácidos láctico, acético, propiônico e butírico) por cromatografia gasosa (ERWIN *et al.*, 1961).

Os parâmetros matéria seca, proteína bruta, componentes da parede celular (FDN e FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca, carboidratos solúveis, poder tampão, pH, nitrogênio amoniacal, etanol e ácidos orgânicos, foram analisados pelos métodos de determinação a 55 e 105° C em estufa com circulação forçada de ar (AOAC, 1980); método Kjeldhal (AOAC, 1980); método Van Soest *et al.* (1991); método Tilley e Terry (1963); método de Johnson *et al.* (1966); método de Tosi (1973); medição em potenciômetro; método Foldager (1977) e medidos por cromatografia gasosa segundo Erwin *et al.* (1961), respectivamente.

2.2.1.2 Análise microbiológica

Foram efetuadas análises para contagem de bactérias lácticas, leveduras, enterobactérias e clostrídeos.

No primeiro dia após a abertura dos silos foram colhidas amostras de 300 g de silagem de cada tratamento.

O preparo das amostras incluiu a homogeneização, seguida da diluição de 10 g de amostra em 90 mL de água peptonada 0,1% e diluições seriadas até 10^{-5} para a posterior semeadura nos meios específicos para cada análise.

A contagem de bactérias lácticas foi efetuada utilizando-se ágar para *Lactobacillus* de Man, Rogosa e Sharpe, com semeadura em sobrecamada e incubação a 30° C por 3 dias (JONSSON, 1991). Para a contagem de leveduras foi utilizado ágar batata dextrose (PDA) acidificado com ácido tartárico 10% (pH 4,0), com incubação a 28°C por 3 dias (KURTMAN and FELL, 1998). A contagem de enterobactérias foi realizada com uso do ágar vermelho violeta bile, com incubação a 35° C por 2 dias (JONSSON, 1991). Para a análise de clostrídeos na silagem, utilizou-se ágar clostridial reforçado, com incubação em anaerobiose a 30° C por 4 dias (TOSI *et al.*, 1982).

2.2.1.3 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

A técnica *in vitro* utilizada foi conduzida com base na metodologia descrita por Tilley e Terry (1963). Os cinco tratamentos foram incubados em duplicata, em tubos contendo 50mL de solução tamponada (pH final = 6,74), mediante uma relação 4:1 (v/v) de saliva artificial e líquido ruminal. Foram também preparados dois tubos contendo somente a solução tamponada (“prova-em-branco”) e dois tubos com amostra de forragem de digestibilidade conhecida (“alimento-padrão”) e incluídos à. Depois de 48h de incubação, 4mL de ácido clorídrico (HCl) a 7,4% (v/v) e 2mL de pepsina 1:10.000 a 5% (p/v) foram adicionados em cada tubo e, após novo período de 48h de incubação, foram realizados procedimentos de filtragem a vácuo, secagem e pesagem dos resíduos, visando aos cálculos da DIVMS (SILVA e QUEIROZ, 2002).

2.2.1.4 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2008), verificando-se anteriormente a normalidade dos resíduos pelo teste Shapiro-Wilk (PROC UNIVARIATE).

Os dados (variável dependente) que não atenderam a esta premissa foram submetidos à transformação logarítmica [$\text{Log}(X+1)$] ou pela raiz quadrada [$\text{RQ}(X+1/2)$]. Os dados originais ou transformados, quando o procedimento de transformação foi necessário, foram submetidos à análise de regressão polinomial pelo procedimento GLM decompondo-se os efeitos em lineares e desvio da linearidade.

A Eficiência Biológica Relativa (EBR) foi calculada pela técnica do “Slope ratio” (AMMERMAN *et al.*, 1995), no qual a inclinação da curva de regressão da variável resposta em função dos níveis de aditivo (0; 15 ou 30%) foi dividida pelo coeficiente de regressão (Slope) do aditivo padrão (Polpa cítrica), que se assume como tendo 100% de Eficiência Biológica Relativa. A metodologia de comparação de retas foi utilizada para comparar os coeficientes angulares dois a dois, de forma a gerar a comparação entre as Eficiências Biológicas Relativa dos aditivos. Segundo Ammerman *et al.* (1995), as premissas para cálculo do “slope ratio” são: 1) Efeito de interação aditivo*teor significativo; 2) Efeito de teor significativo; 3) X_0 não significativo; 4) Efeito de aditivo não significativo (os interceptos devem sair do mesmo ponto); 5) Efeito de curvatura não significativo (não tem efeito quadrático). Os valores obtidos para EBR da casca de soja foi considerado diferente da polpa cítrica, quando a interação entre aditivo e teor foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$).

Como algumas variáveis não respeitaram as premissas efeito de aditivo não significativo e efeito de curvatura não significativo, não foi possível calcular a EBR.

Desta forma, a abordagem foi diferente. Por derivação matemática das curvas, foi calculado o ponto crítico para cada aditivo, além do ponto máximo ou mínimo de cada variável. O ponto crítico (teor de inclusão dos aditivos) foi calculado através da equação quadrática pela fórmula $(-b/2c)$. Quando o valor do ponto crítico não superou o valor do teor máximo em estudo, o ponto máximo ou mínimo foi calculado através da equação, onde se substituiu o x pelo valor do ponto crítico encontrado. Estes pontos são onde as variáveis foram maximizadas ou minimizadas no teor de inclusão proposto.

2.2.2 Experimento 2

2.2.2.1 *Teste de desempenho*

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (Campus de Pirassununga).

Foram utilizados vinte cordeiros machos, não castrados, da raça $\frac{1}{2}$ sangue Santa Inês/Dorper, desmamados em média aos 60 dias de idade, com peso médio de 20 kg, adquiridos de uma mesma propriedade, evitando variações decorrentes de manejo.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos com quatro repetições.

Antes do início do experimento os animais foram identificados com brincos e receberam anti-helmíntico. Após o desmame, os cordeiros foram mantidos em regime de confinamento em baias individuais, semi-cobertas, com piso de cimento e dimensão 2m² por animal. Todas as baias eram providas de comedouros e bebedouros individuais, onde foram fornecidos alimentos e água para os animais.

Os tratamentos foram constituídos a base de resíduo úmido de cervejaria e os subprodutos agrícolas adicionados com base na matéria seca, sendo: tratamento controle utilizando apenas a cevada para ensilagem (TC); inclusão de 15% de polpa cítrica (P15); inclusão de 30% de polpa cítrica (P30); inclusão de 15% de casca de soja (CS15); inclusão de 30% de casca de soja (CS30).

Após um período de 14 dias de adaptação, os animais passaram a receber um dos tratamentos por um período de 84 dias. O alimento e o fornecimento de água foram *ad libitum*, duas vezes ao dia. A quantidade de alimento oferecida foi ajustada em função da sobra observada diariamente, sendo que esta deveria ser de no mínimo 10% para garantir o consumo *ad libitum*. Neste sentido foram realizadas pesagens diárias do alimento e sobra e, ainda a cada 28 dias, os animais foram pesados, conferindo ao término, o desempenho dos animais.

Figura 1. Instalação de baias para teste de desempenho.

Figura 2. Silo segundo os tratamentos.

2.2.2.2 *Digestibilidade in vivo*

Foram utilizados cinco cordeiros machos, não castrados, da raça $\frac{1}{2}$ sangue Santa Inês/Dorper, desmamados em média aos 60 dias de idade, com peso médio de 20 kg, adquiridos de uma mesma propriedade, evitando variações decorrentes de manejo.

O delineamento experimental foi em quadrado latino 5 x 5 com cinco animais.

Antes do início do experimento os animais foram identificados com brincos e receberam anti-helmíntico. Após o desmame, os cordeiros foram mantidos em regime de confinamento em gaiola metabólica individual, totalmente coberta, com piso ripado e dimensão 0,8m² por animal. Todas as gaiolas eram providas de comedouros e bebedouros individuais, onde foram fornecidos alimento e água para os animais.

Os tratamentos foram constituídos a base de resíduo úmido de cervejaria e os subprodutos agrícolas adicionados com base na matéria seca, sendo: tratamento controle utilizando apenas a cevada para ensilagem (TC); inclusão de 15% de polpa cítrica (P15); inclusão de 30% de polpa cítrica (P30); inclusão de 15% de casca de soja (CS15); inclusão de 30% de casca de soja (CS30).

Após um período de 14 dias de adaptação, os animais passaram a receber um dos tratamentos divididos em cinco períodos experimentais. Cada período teve duração de 12 dias, dos quais sete dias para adaptação dos animais às dietas e cinco dias para coleta dos dados e amostras. O alimento e o fornecimento de água foram *ad libitum*, duas vezes ao dia. A quantidade de alimento oferecida foi ajustada em função da sobra observada diariamente, sendo que esta deveria ser de no mínimo 10% para garantir o consumo *ad libitum*. Neste sentido foram realizadas pesagens diárias do alimento e sobra.

Durante o período de colheita, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador a -20°C para posterior análise. Após secagem em estufa de ventilação forçada de ar (55°C por 72h), as amostras de fezes foram processadas em moinho do tipo Willey (peneira com crivos de 1 mm) e armazenadas em frascos de polietileno para posteriores análises.

Ao final do experimento, foi feita uma amostra composta por período.

As amostras dos alimentos, sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) segundo Silva e Queiroz (2001) e a fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991).

O coeficiente de digestibilidade total (CD) dos nutrientes das rações experimentais foi calculado de acordo com a fórmula descrita por Silva e Leão (1979).

Figura 3. Ensaio de digestibilidade com bolsa plástica para colheita de fezes.

2.2.2.2.1 Análise estatística

O delineamento experimental foi em quadrado latino 5 x 5 com 5 animais por tratamento. Os dados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) usando o Proc GLM do SAS 9.2, considerando efeitos fixos a inclusão de aditivos e os níveis.

As médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes ortogonais. Os contrastes ortogonais analisados foram: tratamento controle versus demais

tratamentos; casca de soja versus polpa cítrica; casca de soja (15%) versus casca de soja (30%) e polpa cítrica (15%) versus polpa cítrica (30%).

Foi utilizado o nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

2.2.3 Resultados e discussão

2.2.3.1 Resultados da silagem

2.2.3.1.1 Análises bromatológicas

Os valores médios da percentagem de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos, poder tampão e digestibilidade in vitro na matéria seca são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Valor médio e erro padrão da média da matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); carboidratos (CHO'S); poder tampão e digestibilidade in vitro na matéria seca (DIVMS) segundo os tratamentos.

	Aditivos			EPM	Prob.		Equação	R ²	EBR	P Crit. em X
	0	15	30		L	D				
Matéria seca										
PC	19,9	29,0	38,8	2,34	<0,0001	0,4755	Y = 19,76 + 0,63x	0,99	100%	>30
CS	19,9	28,6	38,4	2,29	<0,0001	0,2070	Y = 19,70 + 0,62x	0,99	98,4%	>30
Proteína bruta										
PC	23,4	16,5	11,9	1,43	<0,0001	0,0006	Y = 23,44 - 0,55x + 0,0055x ²	0,99		>30
CS	23,4	16,9	14,4	1,16	<0,0001	<0,0001	Y = 23,44 - 0,57x + 0,0090x ²	0,99		>30
Fibra em detergente neutro										
PC	62,1	47,3	40,7	2,70	<0,0001	<0,0001	Y = 62,10 - 1,27x + 0,0018x ²	0,99		>30
CS	62,1	63,6	63,0	0,57	0,5517	0,4119				
Fibra em detergente ácido										
PC	24,8	22,2	21,9	0,55	0,0195	0,2208	Y = 24,44 - 0,10x	0,43		>30
CS	24,8	34,7	38,8	1,82	<0,0001	0,0210	Y = 24,83 + 0,85x - 0,013x ²	0,94		>30
Carboidratos										
PC	1,3	4,8	7,5	0,78	<0,0001	0,1280	Y = 1,38 + 0,21x	0,98	100%	>30
CS	1,3	1,9	2,4	0,17	0,0022	0,9061	Y = 1,28 + 0,04x	0,66	19,0%	>30
Poder tampão										
PC	22,5	23,8	30,0	1,08	0,0001	0,0385	Y = 22,53 - 0,08x + 0,01x ²	0,84		4,0
CS	22,5	25,7	28,7	0,95	0,0035	0,9694	Y = 22,55 + 0,20x	0,63		>30
DIVMS										
PC	43,7	68,4	73,7	4,46	0,0005	0,0778	Y = 46,97 + 1,00x	0,68	100%	>30
CS	43,7	44,2	54,8	2,39	0,0513	0,2683	Y = 42,04 + 0,37x	0,34	37%	>30

PC: Polpa cítrica

CS: Casca de soja

L: probabilidade para efeito linear; D: probabilidade para desvio da linearidade.

EPM: Erro padrão da média

R²: coeficiente de determinação

EBR: Eficiência Biológica Relativa

P. Crit.: ponto crítico

Pode-se dizer que as inclusões de polpa cítrica e casca de soja a 15% e a 30% apresentam efeitos semelhantes, pois a EBR da CS (98,4%) em aumentar a MS da silagem não difere estatisticamente da EBR da PC (100%). Utilizando a equação de regressão $y = 19,76 + 0,63x$, observou-se que a MS aumenta de forma linear com a adição de polpa cítrica e/ou casca de soja, ou seja, a cada 1% de aumento na adição, há o aumento de 0,6% na MS.

Para os valores de proteína bruta, foi observada diferença entre os tratamentos com desvio da linearidade com o incremento dos aditivos (Tabela 2). A adição de

teores crescentes de polpa cítrica (PC) e casca de soja (CS) diminuiu as concentrações de PB

O aumento dos aditivos da PC diminui a concentração de FDN e FDA, enquanto o aumento do teor de CS eleva a concentração de FDA.

Se tratando dos carboidratos, como há interação entre o aditivo e teor ($P < 0,0001$) pode-se afirmar que a EBR da casca de soja (19%) em aumentar os CHO's da silagem difere estatisticamente da EBR da PC (100%).

Houve aumento para o poder tampão, proporcional a inclusão dos aditivos.

O teor de MS mínimo preconizado por McDonald *et al.* (1991) como condição necessária para que as perdas de efluentes dentro do silo sejam minimizadas e, conseqüentemente, ocorra a manutenção dos nutrientes do material ensilado é de 25%. Podemos afirmar que as inclusões de polpa cítrica e casca de soja foram eficientes para o aumento dos valores de MS do material ensilado, pois os 4 tratamentos responderam com valores superiores ao mínimo requerido para obtenção de um produto final adequado, ao contrário do controle (Tabela 2).

Consantino (1978) menciona que forrageiras com alto teor de umidade resultarão em silagem de má qualidade não somente pela formação de ácido burítico, mas devido a uma intensa degradação de proteínas. Segundo Ohshima & McDonald (1978), também pode ocorrer a formação de gás carbônico e aminas, não permitindo, com isto, um pH estável na silagem. Os resultados apresentados corroboram com esta afirmação, pois o grupo controle com seu menor teor de MS apresentou valores maiores para nitrogênio amoniacal e ácido butírico.

Além da importância da MS para o processo de produção e armazenamento do alimento com qualidade, o teor de MS dita à participação do resíduo úmido de cervejaria na formulação da dieta. Em muitas situações, o teor de MS fornecida pode influenciar o consumo alimentar, ao passo que a maximização dessa variável deve ser um dos principais objetivos para maximizar também a produção (DHIMAN *et al.*, 2002). Segundo o NRC (2001), a ingestão de matéria seca tem relação negativa com altos teores de umidade das dietas.

Altos níveis de proteína bruta na planta e baixos de MS são dois fatores que aumentam a formação de amônia (BONA FILHO e LOPES, 1979); resultados semelhantes podem ser observados nesta pesquisa.

O resíduo úmido de cervejaria é, segundo a classificação internacional de alimentos, considerado um concentrado protéico, pois apresenta teor de fibra bruta

menor que 18% e de proteína bruta maior que 20%. Segundo Reinold (1997), a composição do resíduo úmido de cervejaria pode ser representada por 22% de proteínas, das quais 50% escapam da degradação microbiana do rúmen (CLARK, 1987), sendo atrativa para muitos produtores de leite como fonte protéica para vacas em início de lactação.

Já a polpa cítrica e a casca de soja são definidas como alimentos concentrados energéticos, ou seja, teor menor que 20% de PB: a polpa cítrica não é uma boa fonte protéica, possui em torno de 7% de proteína bruta (NRC, 2001), mas configura uma boa opção para ser utilizada com dietas com elevadas concentrações de proteína, pois o padrão de fermentação da polpa de citros no rúmen parece propiciar o uso eficiente da amônia e, conseqüentemente, do nitrogênio protéico ou não protéico (WING, 1982). A casca de soja apresenta teores de proteína bruta ao redor de 12% e é uma fonte rica em lisina (0,71 a 0,2% da MS), mas apresenta baixas concentrações para metionina (0,30 a 0,33% da MS) (CUNNIGHAM *et al.*, 1993), a qual está presente em quantidades elevadas no resíduo de cervejaria (0,45% de acordo com o NRC (1998)).

No geral, as concentrações de PB na MS observadas neste trabalho estão acima do mínimo exigido pelos ruminantes, cujo valor é de 7% na dieta, conforme relatado por Church (1988).

Para os teores de FDN e FDA, a explicação para estes resultados consiste basicamente na composição bromatológica dos subprodutos: a literatura registra para a casca de soja valores em torno de 69,2%. Este subproduto possui elevados teores de FDA e FDN, uma vez que possui espessa parede celular que caracteriza sua casca. Porém uma característica especial deste alimento é sua elevada digestibilidade da fração fibrosa, atribuída principalmente aos baixos teores de lignina e elevados teores de pectina, sendo rápida e extensamente degradada no rúmen.

Os teores de FDN diminuíram para os tratamentos PC 15% e PC 30%, já que para a polpa cítrica, a FDN não ultrapassa o teor de 25% (VALADARES FILHO *et al.*, 2002)

Van Soest (1994) correlaciona de forma positiva a FDA com a digestibilidade, pois a fração da fibra indigestível, a lignina, representa a maior proporção da FDA. De acordo com o NRC (2001), o valor de FDA para vacas de alta produção em lactação deve estar entre 17 e 22%.

Segundo Mertens (2002), a FDN é o melhor dado para representar a fibra da dieta, pois se trata da fibra insolúvel dos alimentos, indigestível ou lentamente digestível, que ocupa espaço no trato digestivo.

Lima (1993) afirma que o resíduo úmido de cervejaria apresenta alto teor de fibra de média qualidade no que se refere à degradação ruminal. Também um médio teor de lignina, celulose e hemicelulose, o que nos permite inferir que a taxa de extensão da degradação da fibra podem ser mediana. Aproximadamente 50% da parede celular (FDN) são digeríveis no rúmen. Somente 33% do FDN podem ser considerados como fibra efetiva e, portanto, o resíduo de cervejaria não deve ser considerado um substituto para as forragens, embora contribua para a porção fibrosa da dieta.

Em termos práticos, para proporcionar o máximo de consumo de energia, sem prejudicar a ruminação, a produção de saliva (tamponante) e a motilidade ruminal, busca-se fornecer quantidades mínimas de FDN.

Os carboidratos solúveis são os principais substratos utilizados pelas bactérias responsáveis pela produção de ácidos orgânicos. Portanto, o conteúdo de carboidratos solúveis na ensilagem deve ser o bastante para promover a fermentação e produzir ácidos suficientes para conservar os grãos ensilados. Segundo Haigh (1990), é necessária uma concentração mínima de 2,5 a 3,0% de carboidratos na matéria seca; dados estes apresentados pela adição de no mínimo 15% de polpa cítrica na dieta.

A análise bromatológica anterior a ensilagem demonstra os teores de 17,68% e 5,88% de carboidratos solúveis para polpa cítrica e a casca de soja, respectivamente.

A polpa cítrica possui um alto teor de carboidratos solúveis (cerca de 25% a 35% MS) e pectina (25% MS). A casca de soja possui sua fração de CHO's não fibrosos composta principalmente pela pectina (62%) enquanto que o amido e açúcares simples estão presentes em menor proporção (NRC, 2001), o teor de amido varia de 0 a 9,4% com valores médios de 3,6% e os teores médios de pectina situam-se em torno de 12,8% da MS. A pectina possui menor propensão em causar queda do pH porque sua fermentação é feita por microrganismos celulolíticos, favorecendo a produção de acetato e não de lactato e propionato, como na fermentação de microrganismos que degradam o amido (VAN SOEST, 1994).

Na tabela 2, apenas os tratamentos PC15 e PC30 possuem valores considerados ideais. Contudo, observa-se que os valores de carboidratos solúveis das silagens são baixos em função do consumo durante o processo fermentativo, uma vez que os materiais originais apresentaram valores bem superiores às silagens.

O poder tampão mede a resistência da massa à redução do pH, portanto deve ser baixo para que a massa ensilada apresente uma rápida queda do pH, sendo o menor valor encontrado para a silagem com 100% de resíduo úmido de cervejaria.

A resistência à alteração do pH durante o processo de fermentação é devida à capacidade de tamponamento da planta, que é característica de cada forrageira e se altera com os seus estádios de maturação (MOISIO e HEIKONEN, 1994). O poder de tamponamento de forrageiras é exercido por bases inorgânicas de potássio e cálcio, proteínas, aminoácidos livres e por sua capacidade de produção de amônia (VAN SOEST, 1994).

2.2.3.1.2 Digestibilidade “in vitro” de matéria seca (DIVMS)

Como houve interação entre o aditivo e teor ($P < 0,0001$) pode-se afirmar que a EBR da casca de soja (37%) em aumentar a DIVMS da silagem difere estatisticamente da EBR da PC (100%).

A tabela 2 demonstra que houve melhora da digestibilidade “in vitro” com a adição dos subprodutos polpa cítrica e casca de soja, sendo superior o resultado para a inclusão com polpa cítrica, sobretudo a 30%. Confrontando este valor com os teores de FDA e FDN (tabela 2), confirma-se o aumento da eficiência da digestão da MS oferecida aos ruminantes com a redução de FDA e FDN proposta por Cysneiros *et al.* (2006), quando adicionado casca de soja na alimentação de ruminantes.

Os alimentos conservados podem ter seu valor alimentício alterado, devido os procedimentos utilizados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo (JOBIM *et al.*, 2006). Por outro lado, a resposta do animal à silagem é dependente do padrão de fermentação,

que por sua vez exerce influência marcante na composição química, ingestão e digestibilidade.

São fatores que afetam a qualidade da silagem o teor de matéria seca, o teor de carboidratos solúveis e o poder tampão das plantas forrageiras. Enquanto que, os valores de ácidos orgânicos, pH e N - amoniacal são os indicadores de qualidade da silagem.

2.2.3.1.3 Variáveis fermentativas

Os valores médios da percentagem do pH, ácido acético, propiônico, butírico, láctico, álcool, relação desejáveis/indesejáveis (LAT/(ETA+ACE+BUT), N-amoniaco (%) e (% N total) são apresentados na tabela 3

Tabela 3 – Valor médio e erro padrão da média do pH; ácido acético, propiônico, butírico, láctico; álcool, relação desejáveis/indesejáveis (LAT/(ETA+ACE+BUT); N amoniaco (%) e (% N total) segundo os tratamentos.

	Aditivos			EPM	Prob.		Equação	R ²	P Crit. em X	P máx em Y	P mín em Y
	0	15	30		L	D					
pH											
PC	4,1	3,8	3,9	0,04	0,0007	0,0003	Y = 4,14 - 0,035x + 0,00092x ²	0,87	19,02		3,81
CS	4,1	4,2	4,0	0,03	0,1988	0,0325	Y = 4,14 + 0,017x - 0,00068x ²	0,48	12,50	4,25	
Acético											
PC	0,9	1325	1,0	0,07	0,3106	0,0008	Y = 0,854 + 0,059x - 0,0019x ²	0,78	15,50	1.313	
CS	0,9	1937	1284	0,14	0,0013	<0,0001	Y = 0,854 + 0,13x - 0,0039x ²	0,95	16,70	1.934	
Propiônico											
PC	0,3	0,3	0,1	0,03	0,0001	0,0818	Y = 0,343 - 0,0075x	0,81	>30		
CS	0,3	0,4	0,1	0,04	<0,0001	<0,0001	Y = 0,321 + 0,017x - 0,00081x ²	0,94	10,49	0,410	
Butírico											
PC	1219	0,0	0,0	0,18	<0,0001	0,0005	Y = 1,22 - 0,12x + 0,0027x ²	0,92	22,22		
CS	1219	0,1	0,0	0,17	<0,0001	0,0045	Y = 1,22 - 0,11x + 0,0022x ²	0,89	25,00		
Lático											
PC	2.375	6.891	7.500	0,72	<0,0001	0,0036	Y = 2,38 + 0,43x - 0,0087x ²	0,91	24,71	7,69	
CS	2.375	4.023	9.808	1,03	<0,0001	0,0378	Y = 2,38 - 0,028x + 0,0092x ²	0,88	>30		
Álcool											
PC	0,2	0,6	0,7	0,07	<0,0001	<0,0001	Y = 0,174 + 0,039x - 0,00077x ²	0,99	25,30	0,674	
CS	0,2	0,3	0,3	0,02	<0,0001	<0,0001	Y = 0,174 + 0,015x - 0,00039x ²	0,90	19,23	0,318	
Relação Desejáveis/Indesejáveis (LAT/(ETA+ACE+BUT))											
PC	1.294	3.582	4.629	0,45	<0,0001	0,1294	Y = 1,56 + 0,11x	0,83	>30		
CS	1.294	1.706	6.177	0,75	<0,0001	0,0058	Y = 1,294 - 0,108x - 0,009x ²	0,90	>30		
Nitrogênio amoniacal (%)											
PC	0,1	0,0	0,0	0,007	<0,0001	0,0188	Y = 0,066 - 0,0039x + 0,000068x ²	0,91	28,68		0,01
CS	0,1	0,0	0,0	0,007	<0,0001	0,2008	Y = 0,068 - 0,0017x	0,90	>30		
Nitrogênio amoniacal (% N total)											
PC	1.765	0,9	0,5	0,17	<0,0001	0,1377	Y = 1,672 - 0,041x	0,77	>30		
CS	1.765	1.740	0,7	0,16	<0,0001	0,0021	Y = 1,765+ 0,032x - 0,0023x ²	0,90	6,96	1,88	

PC: Polpa cítrica

CS: Casca de soja

L: probabilidade para efeito linear; D: probabilidade para desvio da linearidade.

EPM: Erro padrão da média

R²: coeficiente de determinação

P. Crit.: ponto crítico

P. Máx.: ponto máximo

P. Mín.: ponto mínimo

A adição de teores crescentes de PC e CS diminuiu os valores do pH, elevando a produção de ácido acético, álcool e ácido láctico, além disso, diminuindo a produção de ácido butírico, propiônico e nitrogênio amoniacal.

Desta forma, a relação desejáveis/indesejáveis parece aumentada por ambos os aditivos com a diferença que isso é obtido com menores teores de PC e maiores teores de CS.

A tabela 3 demonstra que todos os tratamentos apresentaram valores próximos ao valor máximo desejável registrado pela literatura, ou seja, houve fermentação pelas bactérias anaeróbicas, produção ácidos graxos voláteis, queda do pH, e conseqüentemente, preservação da qualidade do material ensilado, sendo o menor valor o do tratamento PC15.

Os valores para pH deste estudo foram semelhantes aos encontrados por Souza *et al.* (2010) em trabalhos com de resíduo úmido de cervejaria “in natura” e ensilado.

Ainda, as informações apresentadas na tabela 3 corroboram com a afirmativa de Van Soest (1994), a qual diz que o pH da silagem é influenciado pela relação carboidrato solúvel: proteína da forragem, tória também proposta por McKersie (1985), que aminoácidos básicos, aminas e amônia, produtos finais da degradação de proteína, dificultam a queda do pH da massa ensilada.

A acidez é considerada um fator importante na conservação da silagem. Ela atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*, sensíveis à pH abaixo de 4,2 (WHITTENBURY *et al.*, 1967). Um pH elevado indica perda de nutrientes, principalmente, proteínas resultando em material menos palatável e de odor desagradável (FARIA, 1971).

Com relação aos ácidos graxos voláteis (acético, butírico e propiônico, dentre outros), Sprague & Leparulo (1965) relataram que à medida que aumenta a quantidade de substrato de fácil fermentação, a silagem resultante apresenta-os em menor concentração.

Todos os ácidos orgânicos que aparecem na silagem contribuem para a acidez total da massa ensilada. Entretanto, o ácido láctico apresenta maior constante de dissociação e, por isto, é o mais forte e o maior responsável pela queda do pH para a faixa de 3,8-4,2 (SILVEIRA, 1975). Neste experimento, os maiores valores foram encontrados para PC30% e CS30% (Tabela 3).

O ácido acético, sempre presente nas silagens, deve estar em menor proporção em relação ao ácido láctico. Ou seja, os valores encontrados neste experimento

enquadram-se no padrão (Tabela 3), sendo o menor valor encontrado para o tratamento PC30%. Sua presença é resultante da ação de bactérias do grupo Coliforme sobre o álcool existente no meio. Pode ser formado também por outros microrganismos, como pela fermentação láctica e butírica. Embora o ácido acético conserve bem o produto, quando em percentagem acima de 0,8% ele é indicativo de alterações indesejáveis ocorridas durante o processo (ANDRIGUETTO *et al.*, 1985). Portanto, durante o processo a massa ensilada pode ter sofrido tais mudanças, independente dos tratamentos. As bactérias produtoras de ácido acético são as primeiras a atuar, mas logo são inibidas pelo aumento de temperatura e acidez do meio.

A presença de ácido butírico na massa ensilada é sempre acompanhada de alterações na qualidade do produto. Estas alterações são devidas ao odor desagradável e penetrante, às vezes de material em putrefação. Em realidade, o efeito mais prejudicial das bactérias produtoras de ácido butírico é o desdobramento de proteínas (FARIA, 1971). Diante de tal, é possível afirmar que o uso de subprodutos foi efetivo para todos os tratamentos e o menor valor encontrado foi com a adição de polpa cítrica a 30% (Tabela 3).

Consentino (1978) menciona que a composição da microflora das silagens é grandemente afetada pelo teor de umidade do meio, pois as bactérias produtoras de ácido butírico requerem um meio muito úmido para se desenvolverem. Estas bactérias toleram pH baixo sob condições de alta umidade e, conseqüentemente, quanto mais úmido o material, menor deverá ser o pH para uma conservação adequada da forrageira.

O teor de matéria seca está relacionado com o estabelecimento de condições para fermentação e redução das perdas, desempenhando papel importante na confecção de silagem, quer aumentando a proporção de nutrientes e facilitando os processos fermentativos, quer diminuindo a ação de microrganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis pela produção de ácido butírico e degradação da fração protéica, com conseqüente redução do valor nutricional da silagem (ZAGO, 2001).

O álcool provém da fermentação realizada pelas leveduras, cada molécula de glicose fermentada produz duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono e duas de água. Ou seja, o etanol produzido causa grande perda energética da forragem, uma vez que é formado a partir da fermentação da glicose. Além de

ocasionar perda de energia, o etanol produzido não possui valor preservativo para a silagem, com o agravante de ocasionar perdas de MS (MENDES *et al.*, 2008).

Para os percentuais de álcool, o controle apresentou o menor valor (Tabela 3). Comparando os dados deste estudo com os registrados na literatura, pode-se dizer que houve pequena produção de etanol em todas as silagens. Zopollatto *et al.* (2009) revisaram trabalhos encontrados ao longo dos dez anos (1999//2009) e encontraram valores médios para o teor de álcool de 0,1%; 3,3%; 7,8% e 0,9% para silagens de milho, sorgo, cana-de-açúcar e capim, respectivamente. Porém, valores para silagem de resíduo de cervejaria na literatura ainda são escassos, sendo muitas vezes necessário compará-la com modelos como a de milho e sorgo.

Segundo Bona Filho e Lopes (1979), altos níveis de matéria seca e baixos de proteína bruta na planta são dois fatores importantes para inibir a formação de amônia.

O conteúdo de amônia das silagens, expresso pela percentagem do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em relação ao nitrogênio total, é amplamente utilizado na avaliação de silagens.

Na forragem verde, cerca de 75 a 90% do nitrogênio total é representado pela proteína e o restante, ou seja, o nitrogênio não-protéico, principalmente por aminoácidos livres e amidas, com menor proporção de ureídeos, aminas, nucleotídeos, clorofila, peptídeos de baixo peso molecular e nitratos, enquanto o teor de nitrogênio presente sob a forma de amônia, nesse material, geralmente é menor que 1% do nitrogênio total. Após o corte e ensilagem, inicia-se uma extensa hidrólise de proteínas que resulta em aumento do nitrogênio não protéico para aproximadamente 40% do nitrogênio total, nas primeiras 24 horas de fermentação. A extensa degradação protéica depende da espécie da planta, taxa e extensão da queda do pH, teor de matéria seca e temperatura, sendo que o conteúdo de proteína pode ser reduzido em 50-60%, mesmo em silagens bem preservadas. Os compostos resultantes dessa degradação de aminoácidos, além de inibirem o consumo e apresentarem baixa eficiência na utilização de nitrogênio pelos ruminantes, alteram a fermentação, impedindo uma rápida queda do pH (EVANGELISTA e LIMA, 2001).

Para que não haja quebra excessiva de proteína, o teor de nitrogênio amoniacal deve ser inferior a 10% do nitrogênio total (VAN SOEST, 1994). Ao contrário, um teor de nitrogênio amoniacal superior a 15% do nitrogênio total significa que a quebra de proteínas foi considerável. Ou seja, as silagens confeccionadas neste

estudo apresentaram baixo desdobramento de proteínas, sobretudo o tratamento PC30. Tais silagens podem ser menos aceitas pelos animais, resultando em baixo consumo.

Dosagens maiores de aditivo, seja ele a polpa ou a casca de soja, apresentam alta capacidade de absorção de água o que além de criar um meio propício para a fermentação desejável, evita o desenvolvimento de fungos e leveduras, contribui para que os nutrientes não sejam perdidos durante o processo junto com os efluentes, assim como facilita o transporte e armazenamento.

Com o intuito de facilitar a compreensão dos resultados apresentados, a tabela a seguir classifica as silagens segundo a qualidade (muito boa, boa, média e ruim) utilizando como padrão os valores encontrados em revisão de literatura para silagens de milho e sorgo (Tabela 4).

Tabela 4. Classificação das silagens pela qualidade segundo os tratamentos.

	Muito boa	Boa	Média	Ruim
pH	3,6-3,8	3,8 a 4,2	4,2 a 4,6	>4,6
Classificação		C,PC15,PC30,CS15,C S30		
Ácido láctico ⁴	>5	5 a 3	3 a 2	<2
Classificação	PC15, PC30, CS30	CS15	C	
Ácido acético ³	<2	2 a 2,5	>2,5	>2,5
Classificação	C,PC15,PC30,CS15,C S30			
Ácido butírico	< 0,1	0,1 a 0,2	0,2 a 0,4	>0,4
Classificação	PC15,PC30,	CS15,CS30		C
N-NH ₃ amoniacal/total ²	<10	10 a 15	15 a 20	>20
Classificação	C,PC15,PC30,CS15,C S30			
DIVMS ⁴	>63	63 a 52	52 a 38	<38
Classificação	PC15,PC30	CS15,CS30	C	

Paiva (1976), 2 Benachio (1965) citado por Borges (1995), 3 Nogueira (1995), 4 Paiva (1976), modificado por Nogueira(1995).

2.2.3.1.4 Variáveis microbiológicas

Os valores médios da percentagem das bactérias lácticas; clostrídeos; leveduras e enterobactérias são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Valor médio e erro padrão da média das bactérias lácticas; clostrídeos; leveduras e enterobactérias segundo os tratamentos.

	Aditivos				Prob.		Equação	R ²	P Crit. em X	P máx em Y
	0	15	30	EPM	L	D				
Bactérias Lácticas log ufc/g										
PC	4,0	4,2	4,8	0,14	0,0059	0,3926	Y = 3,91 + 0,03x	0,57	>30	
CS	4,0	5,1	4,8	0,16	0,0010	0,0013	Y = 3,98 + 0,12x - 0,0031x ²	0,83	19,35	5,14
Clostrídeos log ufc/g										
PC	4,0	4,1	5,1	0,11	0,0022	0,1219	Y = 3,91 + 0,02x	0,60	>30	
CS	4,0	4,7	4,9	0,16	0,0002	0,0020	Y = 3,99 + 0,11x - 0,002x ²	0,86	27,50	5,50
Leveduras log ufc/g										
PC	1,2	1,7	1,6	0,42	0,6974	0,7337				
CS	1,2	0,0	0,0	0,29	0,1065	0,3275				
Enterobactérias log ufc/g										
PC	0,0	0,5	0,5	0,23	0,4203	0,6044				
CS	0,0	0,0	0,0							

PC: Polpa cítrica

CS: Casca de soja

L: probabilidade para efeito linear; D: probabilidade para desvio da linearidade.

EPM: Erro padrão da média

R²: coeficiente de determinação

P. Crit.: ponto crítico

P. Máx.: ponto máximo

A adição de teores crescentes de PC e CS elevaram o número de bactérias lácticas e os clostrídeos e não afetaram o número de leveduras e enterobactérias.

Os resultados apresentados na tabela 5 permitem observar que houve condições para crescimento adequado de bactérias lácticas nas silagens, sendo superior para o tratamento CS15, mas ainda sim inferior aos valores encontrados

por Souza *et al.* (2010) em trabalhos com resíduo de cervejaria “in natura”, ensilado pré-seco ao sol e com ou sem drenagem de efluentes. Segundo McDonald *et al.* (1991), o número de bactérias ácido-láticas requerido para que ocorra acentuada queda de pH é de cerca de $8,0 \log/g$ no momento da ensilagem. Entretanto, diversos autores têm observado populações iniciais entre 3,7 e 6,3 $\log/g$ em diversos materiais, sem provocarem alterações na conservação do material ensilado (SOUZA *et al.*, 2010). Sendo assim, tanto o controle quanto os tratamentos apresentaram resultados favoráveis para a adequada conservação do alimento.

A qualidade da silagem depende do material ensilado e do tipo de microrganismo existente durante o processo de fermentação e após a abertura dos silos, sendo a população de bactérias lácticas a principal responsável para que ocorra uma rápida acidificação da massa ensilada. A partir da utilização dos açúcares pelas bactérias ácidos-láticas ocorre uma pequena variação na qualidade da forragem. McDonald (1981) e Rotz e Muck (1994) destacam que no caso das BAL as perdas de energia são pequenas (0,7 a 1,7 %), sem perdas de matéria seca.

Além destes microrganismos desejáveis, pode haver o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais à silagem, entre eles, os clostrídeos, leveduras e enterobactérias.

Pela análise dos dados da tabela 5, pode-se inferir que a presença de esporos de clostrídeos foi inferior e semelhante para o controle e PC15. Os resultados estão acima do relatado por Jobin *et al.* (1999), que encontraram valores entre 0,1 e 0,2 $\log$ UFC/g em silagens de espigas e grãos de milho, respectivamente. Esses microrganismos fermentam açúcares, ácido láctico e aminoácidos, produzindo ácido butírico e aminas e resulta em perdas significativas de matéria seca, os produtos da fermentação reduzem a palatabilidade, além de diminuir a estabilidade da silagem (MAHANNA, 1994; ROTZ e MUCK, 1994). O pH no qual a atividade dos clostrídeos cessa está relacionado ao teor de matéria seca da silagem. Isto está ligado ao fato de que os clostrídeos são sensíveis ao aumento da pressão osmótica (WOOLFORD, 1972). Segundo Muck (1988) e Mahanna (1994), os clostrídeos tornam-se menos tolerantes ao aumento da pressão osmótica com a redução do pH da massa ensilada, tanto que o tratamento PC15 foi que apresentou menor valor de pH (tabela 5).

Quanto ao desenvolvimento de leveduras, os valores encontrados corroboram com os de Souza *et al.* (2010). Uma vez que silagens com contagem de leveduras

superior a 5,0 log UFC/g de silagem são altamente suscetíveis à deterioração (WOOLFORD, 1984; WOOLFORD, 1990), pode-se classificar as silagens avaliadas no presente experimento como estáveis, pois as leveduras são os principais agentes responsáveis pela deterioração aeróbia das silagens (WOOLFORD, 1990; O'KIELY; e MUCK, 1992) por utilizarem açúcares e também ácido láctico, empreendendo competição com as bactérias ácido-láticas no início do processo fermentativo, formando principalmente etanol, que não tem valor preservativo para a silagem, com agravante de ocasionar perdas de MS e de energia (ROTZ e MUCK, 1994).

Com relação ao desenvolvimento de enterobactérias, pode-se verificar que não houve crescimento para o C, CS15 e CS e os valores encontrados para PC15 e PC30 estão abaixo do encontrado por outros autores que registraram 1,3; 2,2; 3,2; e 4,2 log UFC/g de silagem de grãos úmidos de milho, amostrada, respectivamente, na abertura dos silos e a 2, 4 e 6 dias de aeração.

2.2.3.2 *Análise in vivo*

2.2.3.2.1 *Coefficiente de digestibilidade in vivo*

Os valores médios do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta e extrato etéreo da silagem são apresentados na tabela 6

Tabela 6. Percentuais de coeficiente de digestibilidade de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) da silagem de resíduo úmido de cervejaria segundo os tratamentos.

Tratamentos							Contraste ortogonal			
Coeficiente de digestibilidade										
(%)	C	CS15	CS30	P15	P30	EPM	A	B	C	D
MS	48,2	53,4	61,1	60,3	64,2	1,45	0,0004	0,0340	0,0218	0,2236
FDN	73,7	62,6	54,8	62,2	51,3	1,84	<0,0001	0,4837	0,0541	0,0088
FDA	70,2	63,5	54,8	61,4	56,3	1,55	0,0037	0,9104	0,0374	0,2037
PB	88,2	74,9	63,5	77,1	65,2	1,98	<0,0001	0,3943	0,0021	0,0014
EE	96,5	92,8	89,2	92,7	89,4	0,61	<0,0001	0,9121	0,0040	0,0090

Tratamentos: C= controle (100% resíduo úmido de cervejaria), CS15= 15% casca de soja, CS30= 30% casca de soja, P15= 15% polpa cítrica, P30= 30% polpa cítrica.

EPM= erro padrão da média

A= contraste ortogonal C x demais tratamentos;

B= contraste ortogonal Casca de Soja x Polpa Cítrica;

C= contraste ortogonal CS15 x CS30;

D= contraste ortogonal P15 x P30.

A tabela 6 demonstra que houve diferença significativa no contraste ortogonal entre o tratamento controle e demais tratamentos em todos os parâmetros: MS, FDN, FDA, PB e EE, sendo $P = 0,0004$, $P = <0,0001$, $P = 0,0037$, $P = <0,0001$ e $P = <0,0001$, respectivamente.

Para o contraste ortogonal casca de soja e polpa cítrica, apenas a MS ($P = 0,0340$) foi significativo, visto a semelhança bromatológica entre os aditivos.

No contraste CS 15 e CS 30 houve diferença significativa ($P < 0,05$) nas análises de MS, FDA, PB e EE. Já no contraste P 15 e P 30 houve diferença significativa ($P < 0,05$) nas análises de FDN, PB e EE. Observa-se, com estes dados, que a inclusão de maiores teores de CS, diminuíram a digestibilidade da FDA, PB e EE; já a inclusão de maiores teores de CS, diminuíram a digestibilidade da FDN, PB e EE.

A diferença significativa entre o contraste do tratamento controle e demais tratamentos corrobora com dados similares ao encontrado por Bovolenta *et al.* (1998) citado por Geron *et al.* (2008) que avaliaram o fornecimento de resíduo de cervejaria desidratado para cordeiros em crescimento e observaram diferença linear crescente no coeficiente de digestibilidade total (CDT) da MS, MO, PB, EE e FDN. Os autores sugeriram que esta diferença deve-se ao menor consumo destes nutrientes com a inclusão do subproduto na dieta.

O resíduo úmido de cervejaria é considerado um alimento protéico em contrapartida dos aditivos, considerados alimentos energéticos. A eficiência decorrente da concentração de PB na alimentação proposta foi suficiente para suprir a necessidade desta categoria animal em estudo que, conforme citado por Church (1988) suas concentrações na MS observadas neste trabalho estão acima do mínimo exigido pelos ruminantes, cujo valor é de 7% na dieta, bem como quando comparado ao experimento de Cabral Filho *et al.* (2007) que observou aumento do coeficiente de digestibilidade para PB quando avaliaram inclusão de resíduo úmido de cervejaria em rações contendo feno de capim tifton para ovinos. Assim como para o EE, os valores decresceram com o aumento dos aditivos, porém sem inferir na exigência mínima de 3% como cita Andreguetto (2002), taxa suficiente dos ácidos graxos essenciais; visto que o excesso de lipídeo atrapalha a degradação ruminal

Cysneiros *et al.* (2006) verificou que com adição de casca de soja na alimentação de ruminantes, houve aumento da eficiência da digestão da MS e redução de FDA e FDN, devido ao alto teor de degradabilidade, assim como demonstrado na tabela 6, tanto para casca de soja, quanto para polpa cítrica.

Ao analisar a composição de FDN para uma dieta, é importante ter em mente durante a formulação que o consumo de alimentos pelos ruminantes depende de fatores físicos que aumentam a distensão do aparelho digestivo, causado pela fibra do alimento, fatores esses que desencadeiam a sensação de saciedade em animais, reduzindo seu consumo. Ainda, a taxa de passagem de alimentos fibrosos tende a

ser mais lenta, o que diminui seu consumo e, com isso, pode limitar seu potencial produtivo.

Assim, tanto a casca de soja quanto a polpa cítrica como aditivos na alimentação a base de resíduo úmido de cervejaria foram eficientes em relação à digestibilidade, visto que possui alto valor nutricional, boa aceitabilidade pelos animais e disponibilidade quase constante ao longo do ano (STERN & ZIEMER, 1993).

2.2.3.2.2 Consumo x ganho de peso

Os valores médios do consumo e ganho de peso de cordeiros de acordo com os tratamentos controle (C - 100% resíduo úmido de cervejaria), CS 15 (inclusão de 15% de casca de soja), CS 30 (inclusão de 30% de casca de soja), P 15 (inclusão de 15% de polpa cítrica) e P 30 (inclusão de 30% de polpa cítrica) são apresentados na figura 4.

Figura 4. Consumo (Kg de MS) e ganho de peso (Kg) de acordo com a alimentação fornecida no período experimental.

A figura 4 mostra que houve menor consumo e ganho de peso negativo no tratamento controle, 100% de resíduo úmido de cervejaria.

Entre os tratamentos ofertados, a melhor relação entre consumo e ganho de peso foi à nutrição a base de resíduo de cervejaria com adição de 30% de polpa cítrica. De acordo com MAPA (2000) é recomendado a ingestão de MS superior a 700 g/dia para cordeiro em crescimento, sendo que a ingestão de PB para ganho de peso médio de 100 g deve ser de no mínimo 70 g, valores estes observados para os tratamentos CS 30, P15 e P 30, demonstrado pelo ganho de peso de 0,047, 0,115 e 0,146kg, respectivamente.

Conforme relatado por Silva (2010), que comparou as inclusões parciais de resíduo úmido de cervejaria na dieta de cabras, o aumento do bagaço de malte na nutrição proporciona menor consumo de MS, que pode estar relacionado à maior ingestão de água decorrente da umidade do resíduo e ao alto teor de FDN. Para Geron *et al.* (2008), a inclusão de 24% de resíduo úmido de cervejaria na dieta de bovinos reduziu em 15% a ingestão de MS em relação a dieta a 0% de resíduo de cervejaria; que também pode ser explicada em parte pela aceitabilidade da ração. Da mesma maneira, ao fornecer dieta com níveis de resíduo úmido de cervejaria, Cardoso *et al.* (1982), Johnson *et al.* (1987), West *et al.* (1994) e Chiou *et al.* (1998) observaram redução percentual do consumo de MS.

A redução dos teores de MS nas dietas com altas quantidades de resíduo úmido de cervejaria é um dos fatores limitantes da utilização do resíduo na formulação das dietas. Segundo o NRC (2001), a ingestão de matéria seca tem relação negativa com altos teores de umidade das dietas.

Brochier e Carvalho (2008) ao substituir o farelo de soja e milho desintegrado por resíduo úmido de cervejaria verificaram redução no consumo de MS.

Gilaverti (2011) ao comparar inclusões de resíduo úmido de cervejaria na dieta observou também que o consumo de MS foi reduzido em relação à dieta contendo milho e polpa cítrica e maiores concentrações de FDN nas dietas contendo resíduo de cervejaria tenham provocado limitação física ao aumento no consumo de MS.

3 Conclusão

A adição de polpa cítrica e casca de soja foi eficiente para conservação e qualidade do alimento, sendo os melhores resultados encontrados, em conjunto, para os parâmetros analisados a inclusão de 30% de polpa cítrica.

O resíduo úmido de cervejaria não é recomendado como alimento isolado para ovinos.

Referência

ABREU, M.B.; VIEIRA, A.A.; GOMES, M.P.; LIMA, T.S.; MATOS, E.S.; BEZERRA, E.S. **Alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação com dietas contendo níveis crescentes de bagaço de cevada**. Anais do Zootec, Brasília, DF, 2004.

AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS A.J. **Bioavailability of nutrients for animal: amino acids, mineral and vitamins**. San Diego: Academic Press, 1995. 441p.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A de; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal**, Curitiba, Nobel, 1985. Vol. 1.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.; FILHO, A.B. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal – os alimentos**. São Paulo:Nobel, 2002.

ARMETANO, L.E.; HERRINTON, T.A.; POLAND, C.E.; MOE, E.G.; HERBEIN, J.H.; UMSTADT, P. Ruminal degradation of dried brewers grains, wet brewers grains and Soybean meal. **Journal of Dairy Science**. Champaing. V.69, nº8, p.2124-2133, 1986.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTTS-AOAC. **Official Methods of Analysis**. 10.ed. Washington, D.C.: 1980. 1015p.

BARROSO, D.D.; de ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, D.S.; NETO, S.G.; MEDINA, F.T. Desempenho de ovinos terminados em confinamento com resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.5, p.1553-1557, set-out, 2006

BONA FILHO, A.; LOPES, J. **Avaliação da qualidade da silagem de milho comum (*Pennisetum americanum* (L.) Leete) com suplementação nitrogenada ou energética.** Ver. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, **8**(2): 316-31. 1979.

BORGES, A. L. C. C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo e seus padrões de fermentação.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 104 p.

BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. **Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento.** Ciência e Agrotecnologia, v.33 n.5, p.1392-1399, 2009.

BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. **Consumo, ganho de peso e análise econômica da terminação de cordeiros em confinamento com dietas contendo diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.5, p.1205-1212, 2008.

BROCHIER, M.A. **Aproveitamento do resíduo de cervejaria na alimentação de cordeiros confinados em fase de terminação.** Novo Hamburgo, 2007. 121p. (Dissertação – Mestrado em Gestão Tecnológica: Qualidade Ambiental)

CABRAL FILHO, S.L.S.; BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L. **Substituição do feno de Tifton pelo resíduo de cervejaria úmido em dietas de ovinos em manutenção.** Ciência Animal Brasileira. V.8, p. 65-73, 2007.

CARDOSO, R.M.; SILVA, J.F.C.; MELLO, R.P. et al. **Produção de leite de vacas alimentadas com silagem de sorgo suplementada com polpa úmida de cevada.** Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.11, n.1, p.38-45, 1982.

CHIOU, P.W.S.; CHEN, C.R.; CHEN, K.J. et al. **Wet brewers' grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows.** Animal Feed Science and Technology, v.74, p.123-134, 1998.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 564 p.

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

COAN, R.M.; FREITAS, D.REIS, R.A.; NAKAGI, S.S. 2003. **Volumosos Suplementares: Estratégias para Entressaфра**. In: Gestão Competitiva para Pecuária. Ed COAN, R.M.et al, FUNEP, Jaboticabal, SP, P.115-146.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 11/12/2010.

CONSENTINO, J. R. **Fermentações na silagem**. Zootecnia, Nova Odessa, 10(1): 57-61, Jan/Mar. 1978.

CUNNINGHAM, K. D.; CECAVA M. J.; JOHNSON T. R. **Nutrient digestion, nitrogen, and amino acid flows in lactating cows fed soybean hulls in place of forage or concentrate**. Journal of Dairy Science, v. 76, p.3523–3535, 1993.

CYSNEIROS, C.S.S., FRANCO, G.L., ULHOA, C.J., DIOGO, J.M.S. e RAMOS, A.K.B. 2006. **Efeito de enzimas fibrolíticas sobre a composição química da silagem de milho**. Ciên. Anim. Bras., 7: 339-348.

DANTAS FILHO, Laí Alves et al. **Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio**. R. Bras. Zootec. [online]. 2007, vol.36, n.1, pp. 147-154. ISSN 1806-9290.

DEAVILLE, E.R.; MOSS, A.R.; GIVENS, D.I. The nutritive value and chemical composition of energy-rich by products for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.49, p.26-1276, 1994.

DHIMAN, T.R.; ZAMAN, M.S.; McQUEEN, I.S. et al. **Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance.** Journal of Dairy Science, v.85, p.217-226, 2002.

DIMPÉRIO, A.S. **Adição de diferentes níveis de farelo de palma (*Opuntia ficus – indica* (L.) Mill) sobre a composição químico-bromatológica e estabilidade aeróbica de silagens de Maniçoba (*Manihot glaziovii* Pax e Holffman).** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Areia, PB: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Parnaíba, UFPB, 2005. 43 p.

ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. **Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography.** Journal of Dairy Science, v.44, p.1768-1771, 1961.

EVANGELISTA, A. R., LIMA, J. A. **Utilização de silagem de girassol na alimentação animal.** In:____Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (2001 – Maringá) Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. – Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. 319 P.

FAO-FAOSTAT- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em <http://faostat.fao.org/site/406/default.aspx>. Acesso em 12/12/2010.

FAOSTAT- Statistical databases. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em maio/2011.

FAOSTAT- Statistical databases. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em dezembro/2012.

FARIA, V. P. de. **Efeito da maturidade da planta e diferentes tratamentos sobre a ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Variedade Napier.** Piracicaba, ESALQ, 1971. 78p. (Tese de Doutorado)- Universidade de São Paulo.

FAULKNER, D.B. et al. Performance and nutrient metabolism by nursing calves supplemented with limited or unlimited corn or soyhulls. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 72, p. 470-477, 1994.

FERNANDES, F. M. N. Situação da ovinocultura de São Paulo. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOcultura, 1., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Fundação Cargil; FMVZ/UNESP, 1998. p. 3-10

FISCHER, C. Cervejaria BRAHMA, unidade de Santa Catarina, 1996. Comunicação pessoal- citado *In*: BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. **Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento.** Ciência e Agrotecnologia, v.33 n.5, p.1392-1399, 2009

FOLDAGER, J. **Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation.** Ph.D. thesis, East Lansing - Michigan State University, 1977.

GERON, L. J. V., ZEOULA, L. M. **Silagem do resíduo úmido de cervejaria: uma alternativa na alimentação de vacas leiteiras.** PUBVET, Londrina, v. 1, n. 8, ed. 8, Art. 310, 2007. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=310. Acesso em: 20/04/2010

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; ERKEL, J.A.; PRADO, I.N.; BUBLITZ, E.; PRADO, O.P.P. **Consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com resíduo de cervejaria fermentado.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 32, n. 1, p. 69-76, 2010

GERON, L.J.; ZEOULA, L.M.; ERKEL, J.A. et al. **Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria úmido fermentado.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.9, p.1685-1695, 2008.

GILAVERTI, S.; SUSIN, I.; PIRES, A. 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, v.40, n.3, p.639-647, 2011.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 568 p.

HAIGH, P. M. **Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and water conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms.** *Grass and Forage Science*, 45(3):263-271, 1990.

IPHARRAGUERRE, I.R. et al. Performance of lactating dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 85, p. 2905-2912, 2002

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.

JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.L.; JOHNSON, L.J. et al. **Corn plant maturity. Effect on in vitro cellulose digestibility and soluble carbohydrate content.** *Journal of Animal Science*, v.25, n.2, p.617-623, 1966.

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

JONSSON, A. **Growth of *Clostridium tyrobutyricum* during fermentation and aerobic deterioration of grass silage.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.54, p.557-568, 1991.

KURTMAN, C.P.; FELL, J.W. **The yeast: a taxonomic study.** Amsterdam: Elsevier, 1998. 1055p.

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

MAHANNA, B. **Proper management assures high-quality silage, rains**. Feedstuffs, v.10, p. 12-59, 1994.

MANSFIELD, H.R.; STERN, M.D. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 77, p. 1070-1083, 1994.

MAPA – Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Normas e padrões de nutrição e alimentação animal**. Brasília: Revisão, 2000.

MATOS, S.V.; SCHALCH, V. **Alternativas de minimização de resíduos da indústria de fundição**. In: 27º Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2000, Porto Alegre. Relação de Trabalhos. Porto Alegre: ABES, CD-ROM. p. 1742-1753. 2000.1.

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

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Nova York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.

McKERSIE, B. D. **Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage**. Agronomy Journal, 77(1):81-86, 1985.

MENDES, C.Q.; SUSIM, I.; NUSSIO, L.G.; PIRES, A.V.; RODRIGUES, G.H.; URANO, F.S. **Efeito do Lactobacillus buchneri na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar**. R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 37, n. 12, Dec. 2008 .

MERTENS, D.R. **Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study.** Journal of AOAC International, v.85, p.1217-1240, 2002.

MINELLA, E.; CIULLA, C.; OPPELT, D.; WOBERTO, C.; NOVATZKI, M. **Safrã brasileira de cevada: resultados 2006.** In REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 26, 2007, Passo Fundo. Anais.. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, 2007. P. 102 – 105.

MOISIO, T., HEIKOMEN, M. **Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid.** Animal Feed Science and Thecnology, 47(1):107-124, 1994.

MOORE, J.A. et al. By-products feeds for meat goats: Effects on digestibility ruminal environment, and carcass characteristics. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 80, p. 1752-1758, 2002

MUCK, R.E. **Factors influencing silage quality and their implications for management.** J. Dairy Sci., Savoy, v. 71, n. 13, p. 2992-3002, 1988.

NOCEK, J.E.; TAMINGA, S. Site of ddigestion os starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on Milk and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598, 1991.

NOGUEIRA, F. A. S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação em condições de laboratório.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Belo Horizonte:Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 78 p.

NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** 7th Ver. Ed. Washington - D.C.:National Academy Press, 2001. 408 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine.** 10. ed. Washington: National Academy of Science, 1998. 189p.

OHSHIMA, M.; McDONALD, P. **A review of the changes in nitrogen compounds of herbage during ensilage.** J. Sci. Food and Agri., London, 29(6): 497-505, June. 1978.

O'KIELY, P.; MUCK, R.E. **Aerobic deterioration of lucerne (*Medicago sativa*) and maize (*Zea mays*) silage effects of yeast.** Journal of Animal Science, v.59, n.2, p.139-144, 1992.

OLIVEIRA, E.R. de. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa, PB. Anais... João Pessoa: Sincorte, 2003. 672p.

PAIVA, J. A. J. **Qualidade da silagem da região matalúrgica de Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 85 p.

PAWLOWSKY, U. **Tecnologia Limpa.** Apostila do Curso de Tecnologia Limpa, Curitiba, PPGTA - UFPR, 2002.

PEDROSO, A. M.; PERES, J. R.; MANELA, M. Q. **Resíduo de Cervejaria e Subprodutos da Mandioca.** In: PEDROSO, A. M.; Treinamento on line: Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação. Piracicaba: AgriPoint; 2006. v. 4, p. 1-22.

PPM. **Pesquisa de Produção da Pecuária Municipal de 2011** (IBGE), Rio de Janeiro, v. 39, p.1-63, 2011

QUADROS, D.G. **Sistema de produção de ovinos e caprinos de corte.** Apostila técnica do Curso sobre "Sistemas de produção de ovinos e caprinos de corte", realizado na Pró-Reitoria de Extensão da UNEB. Bahia, 2005. 22 p.

REINOLD, M.R. **Manual prático da cerveja.** São Paulo: ADEN Editora e Comunicação, 1997.

ROSA, S.E.S.; COSENZA, J.P.; LEÃO, L.T.S. **Panorama do setor de bebidas no Brasil**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. **Changes in forage quality during harvest and storage**. In: FAHEY Jr., G.C.; MOSER, L.E.; MERTENS, D.R. et al. (Eds.) National conference on forage quality, evaluation, and utilization. Madison: University of Nebraska, 1994. p.828-868.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SACHS, I. **Resíduos Sólidos**: Ignacy Sachs Faz Defesa da Valorização. Revista Saneamento Ambiental, ano XV, nº 112, p. 6 – 8, 2005.

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

SILVA, Veridiana Basoni et al. **Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras**. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2010, vol.39, n.7, pp. 1595-1599. ISSN 1806-9290.

SILVA, J.F.; LEAO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocercos, 1979. 380p.

SILVA, D.J & QUEIROZ. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 2a ed., Viçosa, MG: UFV. 2001, 178p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVEIRA, A. C. **Técnicas para produção de silagens** In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 2º Piracicaba, ESALQ, 1975. Anais. P. 156-180.

SINDCERV – **Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja**. Disponível em <http://www.sindicerv.com.br/atuacao.php>. Acesso em 12/07/2012.

SANTOS, M.S.; RIBEIRO, F.M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. P.58

SOBRINHO, J.A.F.; ALVES, M.C. **SENSORIAMENTO REMOTO MULTIESPECTRAL DA SOJA (*GLYCINE MAX L.*) E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DE SEMENTES EM MATO GROSSO. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação** Recife - PE, 06- 09 de Maio de 2012 p. 001 - 009

SOUZA, L.C.; ZAMBOM,M.A.; RADIS, A.C.; POZZA, M.S.S.; BORSATTI, L.; GUNDT, S. In: ABZ/UFT **Desenvolvimento de microorganismos no resíduo úmido de cervejaria “in natura” e ensilado**. Resumos... Palmas, TO, 2010.

SPRAGUE, M. A.; LEPARULO, L. **Losses during storage and digestibility of different crops as silage**. Agron. J. Madison, 57 (5); 425-7, sept/oct. 1965.

STERN, M.D.; ZIEMER, C.J. **Consider value, cost when selecting nonforage fiber. Feedstuffs**, v.62, n.2, p.14-21, 1993.

TIBOR, T. & FELDMAN, I., 1996. ISO 14000: **Um guia para as novas normas de gestão ambiental**. São Paulo, Futura.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. **A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops**. Journal of British Grassland Society, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

TOSI, H.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REVAZZI, J.P. **Presença de *Clostridium* em silagem de milho colhido em diferentes estádios de desenvolvimento**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.17, n.8, p.1133-1136, 1982.

TOSI, H. **Conservação de forragem como consequência do manejo.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: ESALQ, p.117-140, 1973.

TUPY, O. Importância econômica da bovinocultura de corte. In: Criação de Bovinos de Corte na Região Sudeste. **EMBRAPA Pecuária Sudeste**, 2003. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>.

VALADARES FILHO, S.C., V.R. ROCHA JÚNIOR e E.R.CAPPELLE. 2002. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa, MG, Brasil. 297 p.

VALADARES FILHO, S.C. *et al.* **Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de vários alimentos em vacas em lactação.** *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 19, n. 6, p. 512-522, 1990.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. Ed. Cornell: Cornell University Press, 1994, 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: **Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.** *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 1, p. 3583-3597, 1991.

VIANA, J.G.A. **Governança da cadeia produtiva da ovinocultura no rio grande do sul: estudo de caso à luz dos custos de transação e produção.** Santa Maria, Dissertação de Mestrado (mestrado em extensão rural), UFSM, 2008

WAINMAN, F.W.; DEWEY, J.S. **Feedingstuffs evaluation unit-fifth report.** Chalcombe: Rowett Research Institute, 1988, 123p.

WEST, J.W.; ELY, L.O.; MARTIN, S.A. **Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot, humid weather.** Journal of Dairy Science, v.77, n.1, p.196-204, 1994.

WHITTENBURY, R.; McDONALD, P.; BRYAN-JONES, D. J. **A short review of some biochemical and microbiological aspects of silage.** J. Sci. Food and Agric., 18:441-44, 1967.

WING, J. M. **Citrus feedstuffs for dairy cattle.** Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment. Station, 1982. 25p. (Bulletin, 829).

WOOLFORD, M.K. **Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making.** Herbage Abstr., 42(2):105-111, 1972.

WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, 305 p.

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

ZAGO, C.P. **Silagem de sorgo de alto valor nutritivo.** In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.519-544.

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