

JOÃO OLIVEIRA DE ANDRADE

**SILAGEM DA PONTA DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM RESÍDUO
DE CERVEJARIA DESIDRATADO NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A553s
2013

Andrade, João Oliveira de, 1967-

Silagem da ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de
cervejaria desidratado na alimentação de ovino / João Oliveira
de Andrade. – Viçosa, MG, 2013.
xvi, 58 f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Odilon Gomes Pereira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 43-51.

1. Ovino - Alimentação e rações. 2. Nitrogênio na nutrição
animal. 3. Registros de desempenho. 4. Digestibilidade.
5. Ovino - Nutrição. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia. II. Título.

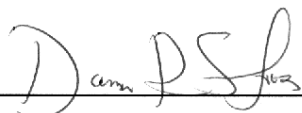
CDD 22. ed. 636.390852

JOÃO OLIVEIRA DE ANDRADE

**SILAGEM DA PONTA DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM
RESÍDUO DE CERVEJARIA DESIDRATADO NA ALIMENTAÇÃO DE
OVINOS**

Tese apresentada a Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2013.



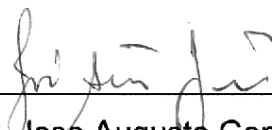
Prof^a. Daniele S. Rebouças Loures
(Coorientadora)



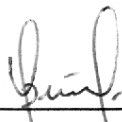
Prof^a. Karina Guimarães Ribeiro
(Coorientadora)



Prof^a. Daniele Silva de Matos
(Membro)



Prof^o. José Augusto Gomes Azevêdo
(Membro)



Prof^o. Odilon Gomes Pereira
(Orientador)

*“Quando achamos que temos todas as respostas,
vem a vida e muda todas as perguntas”*

Autor desconhecido.

A DEUS,
que é a essência da vida.

Aos meus pais,
Durval e Nilzete,
pelo amor, exemplo e apoio incondicional.

Aos meus filhos,
Matheus, Lívia, Guilherme e Davi,
que são os melhores presentes que ganhei na vida.

À Sueli,
esposa e companheira de todos os momentos.

Aos meus irmãos e sobrinhos,
pela alegria de tê-los.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização deste curso.

À Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB), pela concessão das instalações para a realização deste trabalho de pesquisa.

À Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano), na figura de seus gestores, pelo apoio e pelas concessões para a realização deste curso.

Ao Professor Odilon, meu orientador, pelos ensinamentos, pela atenção, pela disponibilidade e, principalmente, pela confiança durante a condução deste curso.

Aos Professores Coorientadores, Daniele Loures, Gabriel Jorge e Karina Guimarães, pelo acolhimento, pela confiança, amizade e pelas orientações na execução desta pesquisa e pela presença constante.

À Usina União, pelo apoio na forma de doação do material objeto desta pesquisa.

Aos Professores do Curso de Doutorado, pela disposição e atenção dada durante as etapas do curso.

À Professora Daniele Matos, coordenadora financeira do Projeto, pela amizade, pelo apoio e pela agilidade em atender as solicitações para o pleno andamento dos trabalhos da pesquisa.

À Professora Tânia, colega do IFBaiano, pela ajuda nas análises estatísticas.

À Professora Adriana Bagaldo, pela amizade e pelas orientações nas análises de laboratório.

À Fernanda Vieira, secretária da pós-graduação do DZO-UFV, pelo acolhimento e pela atenção durante o curso.

Aos colegas e amigos do doutorado: Abdon, Anselmo, Antonio Alcyone, Cleidida, Ellio, Evanete, Genilda, Harlei, Jaciara, Correia, Osvaldo, Pedro e Wilams.

Aos amigos do IFBaiano e da UNEB: André Resende, Cassiane, Elizete, Jailton, Luis Geraldo, Mário, Nilza Peneluc, Renato, Silvana, Valdir, Artur, Danton, Djalma, Jader, Juliana, Marcos Silvani, Mirian, Rita e Romilson, pelo apoio e incentivo.

Aos novos amigos Ana Patrícia e Bruno da UFRB, Arinalva da UFBA e Thiago Timão da UFRV, pela parceria durante a realização das análises de laboratório.

Aos Veterinários Carmo e Rosendo Lopes, pelo apoio no manejo sanitário dos animais durante todo o experimento.

Aos estagiários da UFRB: Alan, Caryse, Clodoaldo, Débora, Deise, Divaney, Fran, Índio, Jeane, Jeskar, Juci, Layse, Leandro, Lílian, Lucilio, Neto, Roberley, Rui, Thiago, Wles, Ygor e Yuri; e ao pessoal de campo, pela dedicação e pelo empenho na condução desta pesquisa.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!

BIOGRAFIA

JOÃO OLIVEIRA DE ANDRADE, filho de Durval Ribeiro de Andrade e Nilzete Oliveira de Andrade, nasceu em Castro Alves – BA em 13 de abril de 1967.

Em março de 1987, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas – BA, vindo a concluir o curso em 1991. Em 1994, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, concluindo-o em 1997. Ainda em 1994, iniciou atividade docente na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, como Professor Substituto de Tecnologia de Alimentos de Origem Animal, lecionando até 1995.

Em janeiro de 1997, ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Catu – BA como Professor Efetivo da disciplina Zootecnia II (Criação de suínos, ovinos e caprinos), onde permaneceu até março de 1999. Em junho de 1998, iniciou o Curso de Licenciatura em Ciências na Universidade do Estado da Bahia, *Campus I*, Salvador – BA, concluindo-o em dezembro de 2001. Em fevereiro de 2002, iniciou o Curso de Especialização em Educação Ambiental pela Universidade de Brasília, vindo a concluí-lo em maio de 2003.

Em agosto de 1999, retornou, como Professor Substituto, para a Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia para lecionar a disciplina Manejo e Conservação do Solo e da Água, permanecendo até agosto de 2001.

Em setembro de 2004, foi nomeado Professor Auxiliar na Universidade do Estado da Bahia, *Campus VII*, em Senhor do Bonfim – BA, lecionando Bioquímica e Fisiologia Vegetal para o Curso de Licenciatura em Biologia. Em julho de 2006, retorna como Professor Efetivo da Escola Agrotécnica Federal de Catu – BA. Atualmente é Professor Assistente B da Universidade do Estado da Bahia e Professor D₃₀₄ do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano.

Em março de 2009, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 26 de fevereiro de 2013.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1.1. A produção de cana-de-açúcar	1
1.2. A produção de ruminantes	2
1.3. Ensilagem como recurso forrageiro estratégico	3
1.4. Coprodutos da indústria cervejeira	4
1.5. A produção de ovinos.....	5
 CAPÍTULO 1	
<i>Experimento 1: Composição químico-bromatológica, perfil fermentativo, perdas e da estabilidade aeróbia de silagem da ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cevajaria desidratado</i>	6
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1. Considerações gerais.....	10
3. RESULTADOS.....	16
3.1. Composição químico-bromatológica e perfil fermentativo das silagens	16
3.2. Perdas e taxa de recuperação da matéria seca das silagens...	18
3.3. Estabilidade aeróbia das silagens	18

4. DISCUSSÃO	20
4.1. Composição químico-bromatológica das silagens	20
4.2. Perdas e taxa de recuperação da matéria seca das silagens ...	21
4.3. Estabilidade aeróbia das silagens	22
5. CONCLUSÕES.....	25

CAPÍTULO 2

Experimento 2: Consumo, digestibilidade e desempenho de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cervejaria desidratado.....

1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3. RESULTADOS.....	34
3.1. Consumo de nutrientes	34
3.2. Digestibilidade de nutrientes	34
3.3. Desempenho animal	37
4. DISCUSSÃO	38
4.1. Consumo	38
4.2. Digestibilidade de nutrientes	39
4.3. Desempenho animal	39
5. CONCLUSÕES.....	41
 2. CONCLUSÕES GERAIS.....	 42
REFERÊNCIAS	43
ANEXOS	52

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo 1 - Experimento 1	
Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da ponta de cana-de-açúcar e do resíduo de cervejaria desidratado	15
Tabela 2 - Composição químico-bromatológica, perfil fermentativo, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média das composições de silagens de ponta de cana-de-açúcar e de resíduo de cervejaria desidratado (RCD)	17
Tabela 3 - Médias das variáveis de perdas de silagens de ponta de cana-de-açúcar com a inclusão de resíduo de cervejaria desidratado	18
Tabela 4 - Médias das variáveis de estabilidade aeróbia de silagens de ponta de cana-de-açúcar em função do nível de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado (RCD).....	18
Capítulo 2 - Experimento 2	
Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	31
Tabela 2 - Consumo médio diário dos nutrientes das dietas, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar, em ovinos	35

Tabela 3 - Médias para a digestibilidade dos nutrientes das dietas, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar, em ovinos.....	36
Tabela 4 - Médias de peso corporal ao abate, ganho de peso diário, rendimento de carcaça quente, rendimento de carcaça fria, perda por refrigeração, espessura de gordura subcutânea, conversão alimentar, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar, em ovinos	37

ANEXOS

Tabela 1A - Composição químico-bromatológica e perfil fermentativo das silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); CZ (cinzas); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína); FDA (fibra em detergente ácido); LIG (lignina); CHO (carboidratos totais); CNF (carboidratos não fibrosos)	53
Tabela 2A - Estabilidade aeróbia das silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); TQEA (tempo para quebra de estabilidade); TMAX (temperatura máxima); TTMAX (tempo para máxima temperatura); SDTEMP (soma das diferenças de temperatura); DMAXTEMP (diferença máxima entre a temperatura ambiente e a temperatura da silagem); pHzero (potencial de hidrogênio da silagem na abertura do silo); pHcinco (potencial de hidrogênio da silagem aos cinco dias de exposição ao ambiente); pHdez (potencial de hidrogênio da silagem aos dez dias de exposição ao ambiente).....	54
Tabela 3A - Perdas e taxa de recuperação da matéria seca das silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); PG (perdas gasosas); PE (perdas por efluentes); RMS (taxa de recuperação da matéria seca)..	55

Tabela 4A - Consumo, em g/kg ^{0,75} , de matéria seca e nutriente das dietas à base de silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); CZ (cinzas); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína); CT (carboidrato totais); NDT (nutrientes digestíveis totais)	56
Tabela 5A - Desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); PCA (peso corporal ao abate); GPD (ganho de peso diário); CA (conversão alimentar); RCQ (rendimento de carcaça quente); RCF (rendimento de carcaça fria); EGS (espessura de gordura subcutânea); PPR (perda por resfriamento)	57
Tabela 6A - Digestibilidade (%) da matéria seca e nutriente das dietas à base de silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); CZ (cinzas); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína); CT (carboidrato totais); NDT (nutrientes digestíveis totais)	58

RESUMO

ANDRADE, João Oliveira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Silagem da ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cervejaria desidratado na alimentação de ovinos**. Orientador: Odilon Gomes Pereira. Coorientadores: Daniele Santana Rebouças Loures, Karina Guimarães Ribeiro e Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira.

O presente trabalho envolveu dois experimentos. No experimento 1, avaliaram-se os efeitos da adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado (RCD) sobre a composição químico-bromatológica, o perfil fermentativo, as perdas e a recuperação da matéria seca e a estabilidade aeróbia da silagem da ponta de cana-de-açúcar. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de RCD (0, 5, 10, 15 e 20% na matéria natural), com cinco repetições. O material foi ensilado em baldes plásticos com capacidade de 20 litros. A adição de níveis crescentes de RCD à ensilagem da ponta de cana-de-açúcar aumentou linearmente os teores de matéria seca, proteína bruta, carboidratos não fibrosos e ácido acético e reduziu os teores de fibra em detergente neutro e ácido corrigidos para cinzas e proteínas e de lignina. Observou-se efeito quadrático de níveis de RCD sobre as concentrações de $N-NH_3/NT$ e dos ácidos láctico e butírico das silagens. Foi estimada máxima taxa de recuperação da matéria seca, de 98,52%, para o nível de 11,50% de RCD nas silagens. O tempo para a quebra da estabilidade aeróbia das silagens decresceu linearmente com o incremento dos níveis de

RCD. No experimento 2, foram avaliados os consumos e as digestibilidades dos nutrientes e o desempenho de cordeiros, não castrados, da raça Santa Inês, alimentados com dietas contendo silagens da ponta de cana-de-açúcar aditivada com RCD. Foram adotados os mesmos níveis de RCD do experimento 1 para as silagens. O material foi ensilado em silos de superfície. Foram utilizados 30 animais, com peso médio corporal inicial de $23,8 \pm 2,3$ kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas experimentais – isoproteicas, com 15% de PB – foram compostas de 60% de silagem e 40% de concentrado, com base na matéria seca. O alimento foi fornecido duas vezes ao dia, em quantidade suficiente para permitir sobras de 10%. Foi observado efeito quadrático de RCD ($P < 0,05$) sobre o consumo de todos os nutrientes, expresso em gramas/dia. As digestibilidades aparentes da matéria seca e matéria orgânica aumentaram linearmente com os níveis de RCD na silagem, ao passo que as digestibilidades da PB e do EE foram alteradas de forma quadrática. O ganho de peso diário, o rendimento de carcaças quente e fria e a deposição de gordura subcutânea aumentaram linearmente com a adição de níveis crescentes de resíduo de cervejaria desidratado. A inclusão de 11,8% de RCD promoveu máxima recuperação de matéria seca das silagens e maior consumo de MS, PB e NDT das dietas.

ABSTRACT

ANDRADE, João Oliveira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2013. **Sugarcane tops silage supplemented by dried brewers grains in the diet of lamb.** Adviser: Odilon Gomes Pereira. Co-Advisers: Daniele Santana Rebouças Loures, Karina Guimarães Ribeiro and Gabriel Jorge Carneiro de Oliveira.

This present study included two experiments. In experiment 1, we assessed the effects of adding levels of dried brewers grains (DBG) on the chemical composition, as well as the fermentation profile, the losses and recoveries of dry weight, and the aerobic stability of sugarcane tops silage. The method used was a completely randomized design, with five levels of DBG (0, 5, 10, 15 and 20%, in raw material), with five replicates. The material was stored in silos in 20-liter plastic buckets. The addition of increasing levels of DBG to sugarcane tops silage have linearly increased dry weight, crude protein, non-fibrous carbohydrates, and acetic acid, and it has reduced the levels of fiber in neutral detergent and acid fixed to ashes and proteins and of lignin. DBG level quadratic effect was noted for the concentrations of N-NH₃/NT and of lactic and butyric acids of silages. A 98.52% maximum rate of dry weight recovery was estimated for 11.50% DBG level in silage. The time period to break the aerobic stability of silage decreased linearly with increasing levels of DBG. In experiment 2, nutrient intake and digestibility were assessed along with the performance of Santa Ines lambs, which were not neutered, fed diets

containing sugarcane tops silage supplemented with DBG. The same levels of DBG from experiment 1 were used for silage. The material was stored in surface silos. We have used 30 animals, with average body weight of 23.8 ± 2.3 kg, distributed in a completely randomized design. The isoproteic experimental diets, with 15% CP, consisted of 60% silage and 40% concentrate, based on dry weight. Animals were fed twice a day, enough to allow 10% left-over. Quadratic effect of DBG ($P < 0.05$) on the consumption of all nutrients was noted, expressed in gram/day. The apparent digestibility of dry weight and organic matter increased linearly, with levels of DBG on silage. While the digestibility of CP and EE were affected in a quadratic manner. Mean daily gain, hot and cold carcass yield, and the deposition of subcutaneous fat have increased linearly with the addition of increasing levels of DBG. The inclusion of 11.8% of DBG have caused maximum silage dry matter recovery and higher intake of DM, CP and TDN in diets.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. A produção de cana-de-açúcar

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Na safra 2012/2013, a área cultivada foi estimada em 8.527,77 mil hectares, com produtividade média de 67,07 t/ha. A região Nordeste contribui com 10,55% da produção nacional, sendo o Estado da Bahia o quarto maior produtor da região, com produtividade média de 68,74 t/ha (CONAB, 2012).

A área cultivada com cana-de-açúcar na Bahia, na safra 2012/2013, é de 55,81 mil hectares, com aumento de 31% em relação à safra passada (CONAB, 2012). Destacam-se as regiões do Recôncavo Baiano, Sudoeste e Vale do São Francisco, com grandes áreas plantadas. Entretanto, o cultivo de cana-de-açúcar em outras regiões do Estado ocorre de forma pontual em pequenas propriedades rurais, notadamente na região da Chapada Diamantina, onde a produtividade é menor que nas outras regiões. Atualmente, grandes empreendimentos agroindustriais estão sendo implantados no oeste baiano. O Estado possui 780 mil hectares que podem ser destinados ao cultivo da cana (SEAGRI/BA, 2008).

Os pecuaristas brasileiros utilizam a cana-de-açúcar como recurso forrageiro para ruminantes há décadas, principalmente como reserva estratégica alimentar no período seco do ano. Para Boin e Tedeschi (1993), essa preferência pela cana decorre da elevada produção de matéria seca por

hectare e maturação no período seco. Além disso, Preston e Leng (1986) e Leng (1988) destacam outras características que conferem a cana-de-açúcar sua capacidade como planta forrageira: fácil condução das lavouras; boa aceitação pelos ruminantes; alto teor de carboidratos solúveis; e manutenção do valor nutritivo após atingir a maturidade fisiológica, que acontece normalmente na estação seca do ano.

Além do colmo, utilizado para extração do caldo de cana para a indústria, subprodutos são produzidos e, atualmente, despertam interesse, como é o caso da palha e da ponta de cana. A ponta corresponde à porção final da planta, constituída de dois a três internódios de colmo e das folhas do ápice. A produção estimada da ponta de cana é de 22 a 25% em relação à produção de colmo (THIAGO et al., 1982). Com base nas estimativas para a safra 2012/2013 e na produção do terço superior da cana, o Estado da Bahia irá produzir nessa safra 96 mil toneladas desse material, que é frequentemente perdido no campo de produção.

1.2. A produção de ruminantes

A produção de ruminantes no Brasil é predominantemente com o uso de pastagens. As plantas forrageiras consideradas de alta qualidade nutricional, hipoteticamente, devem atender às necessidades nutricionais dos animais em pastejo. Entretanto, as pastagens raramente estão em estado de equilíbrio na relação suprimento:demanda, em função da sazonalidade quantitativa e qualitativa inerente ao sistema pastagem. Em ecossistemas onde o clima, especialmente o estresse hídrico imposto, é intenso e imprevisível, esse desequilíbrio é ainda maior, e as flutuações produtivas dentro e entre anos são marcantes. Para contornar esse problema produtivo, há necessidade da realização de suplementação alimentar (PAULINO et al., 2004).

Durante o período seco do ano, com a redução do crescimento das plantas forrageiras, observam-se prejuízos no desempenho dos animais criados em pasto. Isso resulta em atraso no crescimento dos animais jovens e perda de peso nos animais adultos, elevação na idade de abate dos animais, atraso na idade de primeira parição e baixa fertilidade do rebanho. A fim de solucionar esses problemas, a conservação de forrageiras é uma alternativa

viável tecnicamente para suplementação alimentar dos animais nesse período (PEREIRA et al., 2008).

Recentemente, a utilização de subprodutos da agroindústria e restos de culturas de determinadas plantações vem ganhando importância como fonte de volumoso para ruminantes, como, por exemplo, restos culturais do abacaxi (SANTOS, 2008).

1.3. Ensilagem como recurso forrageiro estratégico

No Recôncavo Baiano, a época de safra da cana ocorre entre os meses de outubro e março, durante a estação seca do ano, como acontece nas regiões produtoras. A partir do final dos meses de novembro e dezembro, é comum a comercialização da ponta de cana para pecuaristas que estão com problemas de alimentação para os seus rebanhos. No início, o valor cobrado pelas usinas da região é apenas uma taxa de transporte (carregamento dos caminhões), mas, à medida que surgem mais interessados, o preço aumenta. Em pequenas unidades de produção de cana-de-açúcar já se faz uso da ponta de cana na alimentação de animais ruminantes; entretanto, uma grande quantidade desse material é perdida na lavoura.

Segundo Evangelista et al. (2004), para a produção de silagens é possível utilizar grande número espécies forrageiras de gramíneas e leguminosas. Entre as gramíneas, o milho é a mais utilizada e produz a melhor silagem. Além do milho e do sorgo, outras forrageiras podem ser utilizadas, como girassol, cana-de-açúcar, milheto, braquiária, cultivares de *Panicum* e *Cynodon*, soja perene, gliricídia e leucena, entre outras.

A conservação de forrageiras através da ensilagem é uma técnica conhecida há muitos anos pelos pecuaristas. Nesse processo, o princípio de conservação da forragem é a redução do pH (aumento da acidez) pela fermentação dos carboidratos solúveis em água da planta. O uso de cana-de-açúcar na forma de silagem é comum nos atuais sistemas de produção, porém, o alto conteúdo de açúcares solúveis presentes nesta forrageira, associado ao alto teor de água, resulta em fermentação alcoólica, o que reduz o teor de matéria seca e o valor nutritivo da silagem.

Na literatura são reportados vários estudos com a cana-de-açúcar ensilada. Esses trabalhos apresentaram resultados que indicam a necessidade de reduzir o teor de umidade da cana para produzir silagens de melhor qualidade (LOPES; EVANGELISTA, 2010; EVANGELISTA et al., 2009; LIMA et al., 2002; MOLINA et al., 2002). Andrade et al. (2001) adicionaram 0, 40, 80 e 120 kg de rolão-de-milho (espiga com palha e sabugo desintegrado) por tonelada de cana picada e tratada com 0,5% de ureia na matéria natural. Esses autores verificaram que o teor de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) aumentaram de 20,9% para 27,7% e de 9,4% para 9,9%, respectivamente, além da redução da fibra em detergente neutro (FDN) de 68,7% para 61,2%.

Resende et al. (2009) observaram que a adição de 0, 7, 14, 21 e 28% de raspa de batata desidratada à silagem de cana-de-açúcar, na matéria natural, aumentou linearmente o teor de MS e de PB na silagem e reduziu linearmente o teor de FDN.

1.4. Coprodutos da indústria cervejeira

A produção de cervejas na Bahia concentra-se na região do Recôncavo, com cinco cervejarias de grande porte e três de médio porte. Essa produção gera resíduos que já são aproveitados pela pecuária de leite, principalmente o resíduo úmido de cervejaria, chamado de cevada úmida, que é obtido da produção do mosto da cerveja. Para isso, são usados grãos de cevada e outros cereais (milho e arroz). Além do resíduo úmido, existe também a produção do resíduo de cervejaria desidratado resultante da varredura das áreas de silo e fermentação.

Estima-se que o Brasil produza anualmente dois a três milhões de toneladas desses resíduos, úmido e seco (GERON et al., 2007), que possuem, aproximadamente, 29,5% de proteína bruta, 5,4% de extrato etéreo, 60,5% de carboidratos totais e 58,9% de fibra em detergente neutro, na matéria seca (GERON et al., 2008). Assim, esse material pode ser misturado às pontas de cana-de-açúcar no processo de ensilagem com o propósito de reduzir o conteúdo de água da forrageira, aumentando o valor proteico e de carboidratos.

1.5. A produção de ovinos

O Brasil possui 17.622.201 cabeças de ovinos, e a região Nordeste responde por 57,37% desse efetivo. A Bahia é o segundo maior produtor nacional de ovinos, com participação de 17,4% do rebanho nacional, cerca de 3.072.176 cabeças (IBGE, 2011). As estatísticas para a produtividade média do rebanho de ovinos para o Nordeste são escassas na literatura e, em alguns casos, conflitantes. Para o IBGE (2009), a produtividade média de ovinos é de 3,0 kg/ha/ano; já para Araujo Filho e Carvalho (1997) ela é 16 kg/ha/ano.

A baixa produtividade de ovinos é decorrente sobretudo do pequeno desempenho zootécnico dos animais, resultado do sistema de criação tradicional da região: sistema extensivo e dependente da vegetação nativa da caatinga, caracterizado por cinco a sete meses de estação seca. Neste período, a oferta de alimentos para os animais é reduzida e de baixa qualidade nutricional (ARAUJO FILHO, 1990). Com a adoção de manejo alimentar adequado, através da suplementação de forragem e concentrado, e de técnicas de utilização racional da vegetação nativa, a produtividade de ovinos pode alcançar 68 kg/ha/ano (ARAUJO FILHO, 1990).

O consumo *per capita* anual de carne de origem caprina e ovina no Brasil é de apenas 0,7 kg (ALENCAR; ROSA, 2006). Em outros países, como a Argentina, Nova Zelândia e Austrália, esse consumo é de 1,4, 42,2 e 20,2 kg, respectivamente. No Nordeste brasileiro, o consumo médio anual por habitante é de 1,4 kg. Nas cidades de Juazeiro, na Bahia, e Petrolina, em Pernambuco, o consumo *per capita* anual é de 10,8 e 11,7 kg, respectivamente (NOGUEIRA FILHO; KASPRZYKOWSKI, 2006).

A região Nordeste produz cana-de-açúcar desde o período colonial. Em face de grande produção de pontas de cana na região e de suas características nutricionais, esse recurso pode ser conservado e estocado para garantir a oferta de alimentos de boa qualidade para a criação de ovinos.

Em razão disso foram conduzidos dois experimentos objetivando-se avaliar a qualidade nutricional, as perdas e a estabilidade aeróbia da silagem da ponta de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) aditivada com resíduo de cervejaria desidratado, bem como o consumo e a digestibilidade dos nutrientes das dietas e o desempenho de ovinos alimentados com essas silagens.

CAPÍTULO 1

Experimento 1: Composição químico-bromatológica, perfil fermentativo, perdas e da estabilidade aeróbia de silagem da ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cevajaria desidratado

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de ruminantes tem base alimentar nas pastagens, porém, as plantas forrageiras não atendem às exigências nutricionais dos animais durante todo o ano. A situação é mais crítica no período seco do ano, quando a produção e a qualidade da forragem são baixas, incorrendo em baixa produtividade dos rebanhos. Dessa forma, diversos estudos foram conduzidos no País em busca de alternativas para reduzir esse problema.

A cana-de-açúcar tem sido objeto de estudo para fins forrageiros, incluindo a produção de silagem. O interesse por essa planta se deve, principalmente, à produtividade de matéria seca (BOIN; TEDESCHI, 1993) e de nutrientes digestíveis totais (LIMA; MATOS, 1993). Preston e Leng (1986) e Leng (1988) citam outras vantagens da cana-de-açúcar como forrageira: tradição no cultivo e condução das lavouras, aceitabilidade, composição em carboidratos solúveis, além de o valor nutritivo perdurar após a maturidade fisiológica.

Subprodutos da cultura da cana-de-açúcar e da indústria canavieira também despertam interesse, como é o caso do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. A produção de ponta de cana pode variar entre 18 e 25%, em relação à produção de colmo (THIAGO et al., 1982; BARCELOS; REZENDE, 2002).

No Brasil, na safra 2012/2013, a área de cana-de-açúcar está estimada em mais de 8,5 milhões de hectares, com produtividade média de 67 t/ha de colmo (CONAB, 2012). Diante disso, a expectativa é de que 135 milhões de toneladas de ponta de cana sejam perdidas no campo.

A ponta de cana é um resto cultural da lavoura canavieira que apresenta variações na sua composição, especialmente no teor de fibra (BARCELOS; REZENDE, 2002). Os teores de matéria seca, PB, FDN e FDA na ponta de cana variam de 18,5 a 35,2%, de 3,1 a 8,4%, de 64,9 a 77,2% e de 36,3 a 44,8%, respectivamente (GESUALDI et al., 2001; PEREIRA et al., 2009).

Valadares Filho et al. (2008) salientaram que a silagem de cana-de-açúcar é de baixa qualidade e, na alimentação de bovinos, promove redução de consumo, razão pela qual, essa forrageira deve ser ensilada com algum aditivo. Existem vários tipos de aditivos: estimulantes de fermentações desejáveis, inibidores de fermentações indesejáveis e sequestrantes de umidade. Conforme Vilela (2006), estes últimos aditivos normalmente são ricos em carboidratos solúveis. Entretanto, a escolha do aditivo depende do custo, da disponibilidade na região e da ausência de substâncias tóxicas aos animais.

Considerável parte da ponta de cana-de-açúcar, embora seja utilizada pelos pecuaristas do Nordeste do Brasil durante a estação seca, ainda é perdida nos campos de produção. Nessa região, também há oferta de resíduos da produção de cervejas, que são comercializados de duas formas: resíduo úmido de cervejaria e resíduo desidratado de cervejaria. A composição nutricional do resíduo de cervejaria é de aproximadamente 29,5% de proteína bruta, 5,4% de extrato etéreo, 60,5% de carboidratos totais e 58,9% de fibra em detergente neutro, na matéria seca (GERON et al., 2008).

A ensilagem de cana-de-açúcar com aditivos sequestrantes de umidade não é novidade no nosso país. Andrade et al. (2001) utilizaram rolão-de-milho (milho+palha+sabugo) desintegrado na ensilagem de cana-de-açúcar, na proporção de 0, 40, 80 e 120 kg de rolão-de-milho por tonelada de cana.

Os autores observaram que o teor de MS das silagens aumentou linearmente com a adição do rolão-de-milho e a concentração de FDN diminuiu.

Evangelista et al. (2009) avaliaram as alterações bromatológicas de silagens de cana-de-açúcar com a adição de 10% de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), na matéria natural. Esses autores verificaram que o teor de MS nas silagens, sem e com MDPS, reduziu de 36% para 22,7 e 27%, respectivamente, aos 60 dias de ensilagem.

A adição de 0, 7, 14, 21 e 28% de raspa de batata desidratada à silagem de cana-de-açúcar, em relação à matéria natural, aumentou linearmente o teor de MS e de PB na silagem e reduziu linearmente o teor de FDN (RESENDE et al., 2009). O teor de MS aumentou de 26,7% para 43,5% e o de PB, de 2,97% para 7,34%, sem adição e com adição de 28% de raspa de batata, respectivamente. Já o teor de FDN reduziu de 60,0 para 25,7%, com 0 e 28% de raspa de batata, respectivamente.

A utilização de aditivos sequestrantes de umidade na ensilagem visa ajustar o teor de matéria seca da silagem e a qualidade nutricional. MCDONALD et al. (1991) salientaram que silagens produzidas com forrageiras com alto teor de umidade favorecem as perdas por efluente, além de facilitar o crescimento de clostrídios – bactérias que produzem fermentações indesejáveis. Loures et al. (2005) afirmaram que a produção de efluente é diretamente proporcional ao teor de umidade da forragem ensilada.

A produção de efluente constitui-se numa importante forma de perda de nutrientes da silagem, pois sua composição é rica em açúcares, ácidos orgânicos, proteínas e outros compostos (WOOLFORD, 1984). Outra importante forma de perda de matéria seca durante a ensilagem é através da produção de gases. Forragens com elevada umidade favorecem o crescimento de microrganismos, potencializando a produção de gases (WOOLFORD, 1984). Paziani et al. (2006) afirmaram que a adição de sequestrantes de umidade, como grãos de milheto, na ensilagem de forragens com elevado teor de umidade pode reduzir as perdas gasosas.

A estabilidade aeróbia de silagens é definida como o tempo observado para que a massa de silagem, após a exposição ao ar atmosférico, com a abertura do silo, apresente elevação de 2 °C em relação à temperatura ambiente (KEADY; O'KIELY, 1996). A avaliação da estabilidade aeróbia das

silagens esta associado ao desenvolvimento de bactérias aeróbias facultativas, fungos e leveduras, que promovem alterações microbiológicas do material conservado. Consequentemente, quanto menor a estabilidade aeróbia da silagem, maior será o consumo de substratos fermentescíveis (OUDE ELFERINK et al., 1999).

Silagens de forrageiras tropicais, como a cana-de-açúcar, com a utilização de aditivos sequestrantes de umidade e fornecedores de nutrientes, como a polpa cítrica, apresentam maior ocorrência de leveduras e fungos filamentosos e, portanto, menor estabilidade aeróbia (WOOLFORD, 1990). Entretanto, Bernardes et al. (2003) salientaram que silagens de gramíneas tropicais sem esses aditivos podem propiciar o desenvolvimento de bactérias aeróbias, como bacilos e enterobactérias, durante o descarregamento dos silos.

Dessa forma, as pontas de cana-de-açúcar podem ser ensiladas e aditivadas com resíduo de cervejaria desidratado, que possui características sequestrantes de umidade e nutritivas, ao passo que a adição de fontes de carboidratos auxilia o processo fermentativo, impedindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, e melhora nutricionalmente as silagens de gramíneas tropicais (BALSALOBRE et al., 2001).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a composição químico-bromatológica, o perfil fermentativo, as perdas e a estabilidade aeróbia de silagens de ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cervejaria desidratado (RCD) (experimento 1), bem como o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho produtivo de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de pontas de cana com diferentes níveis de RCD (experimento 2).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Considerações gerais

O presente trabalho envolveu dois experimentos, que foram conduzidos no Setor Zootécnico do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), *Campus* Cruz das Almas - BA. As análises químico-bromatológicas dos alimentos usados neste trabalho foram feitas no Laboratório de Solos e Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano), *Campus* Catu, e no Laboratório de Bromatologia do CCAAB/UFRB, *Campus* Cruz das Almas.

O município de Cruz das Almas localiza-se a 12°40'39" de latitude sul e 12°06'23" de longitude oeste de Greenwich, a 225,87 m de altitude. O tipo climático da região é o *Am*, segundo a classificação de Köppen, que se caracteriza por verão seco e inverno chuvoso, com temperatura média de 23,7 °C, média máxima de 28,7 °C e média mínima de 20,1 °C. A umidade relativa do ar média situa-se em torno de 81%, com umidade relativa do ar mínima próxima de 78% e máxima de 88%.

A ponta de cana-de-açúcar, da variedade RB 83160, foi coletada logo após o corte, aos 12 meses de plantio, em cultivo comercial da Usina União, no município de Terra Nova – BA. Após a coleta, o material foi acondicionado no caminhão e coberto por lona plástica, para evitar a desidratação durante o

transporte até o município de Cruz das Almas, distante 85 quilômetros. O resíduo de cervejaria desidratado foi adquirido de cervejaria localizada no município de Alagoinhas.

A ponta de cana foi desintegrada em ensiladora estacionária da marca Nogueira, modelo EM-6400. Posteriormente, foram pesadas, misturadas e homogeneizadas com o resíduo de cervejaria nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20%, na MN, que constituíram os tratamentos.

Em seguida, as respectivas misturas que constituíram os tratamentos foram compactadas em baldes plásticos (silos) com capacidade de 20 litros. No fundo dos silos, foram colocados 3 kg de areia seca coberta por dois tecidos de murim, para estimativa da produção de efluente. Posteriormente, pesou-se o conjunto do silo vazio (balde+tampa+areia+tecido).

A compactação da forragem foi realizada por pisoteio, em camadas de aproximadamente 10 cm, atingindo-se densidade de 650 kg de matéria verde/m³. Após o enchimento, os silos foram fechados, e as tampas, vedadas com fita plástica adesiva. Os silos foram mantidos em galpão coberto e arejado por 63 dias, após o que foram pesados e, em seguida, abertos para retirada total das silagens. Em seguida, pesou-se o conjunto de silo vazio (balde+tampa+areia+tecido) e retiraram-se amostras de 1 kg de silagem de cada silo.

Essas amostras foram embaladas a vácuo em sacos plásticos apropriados, identificadas e congeladas. Posteriormente, foram conduzidas ao laboratório, onde foram descongeladas e subdivididas em duas subamostras. Parte das subamostras foi pesada e pré-seca em estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C, por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho estacionário tipo Thomas-Wiley com peneira de 1,0 mm, acondicionadas em potes de plástico com tampa hermética e identificadas. As amostras frescas foram utilizadas para a determinação de pH, conforme descrito por Silva e Queiroz (2009), e para a determinação de N-NH₃, segundo metodologia descrita por Bolsen et al. (1992).

Para determinação dos ácidos orgânicos, utilizaram-se 10 g de silagem fresca, diluída em 90 mL de água destilada e homogeneizada em liquidificador industrial durante um minuto. O extrato aquoso resultante foi filtrado em papel-filtro e, em 2 mL deste, foram adicionados 1 mL de solução de ácido

metafosfórico 20% e 0,2 mL de ácido fênico, procedendo-se à centrifugação da amostra em seguida. A determinação dos ácidos láctico, acético, propiônico e butírico foi realizada por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), marca Shimadzu SPD-10, com comprimento de onda de 210 nm. Usou-se uma coluna C-18, de fase reversa, com pressão de 168 kgf e fluxo de 1,5 mL/minuto.

Nas amostras pré-secas, foram realizadas análises de MS, PB, extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO) e cinzas, conforme Silva e Queiroz (2009). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) foram determinados conforme Van Soest et al. (1991). Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram determinados seguindo-se a metodologia de Licitra et al. (1996). Os carboidratos totais (CHO) foram obtidos pela equação de Sniffen et al. (1992), e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF), pela expressão: $CNF = CHO - CF$ (NRC, 2001).

Os dados referentes a composição químico-bromatológica e perfil fermentativo foram submetidos à análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, constituídos pelos níveis (0, 5, 10, 15 e 20%) de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de ponta de cana, com cinco repetições. O procedimento utilizado foi o PROC REG do SAS (SAS, 2000), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = média geral;

t_i = efeito do tratamento i ($i = 0,0; 5,0; 10,0; 15,0; e 20,0$); e

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação que, por hipótese, tem distribuição normal e variância σ^2 .

As perdas de matéria seca total, por gases e efluente, nas silagens foram avaliadas no momento de abertura dos silos, segundo técnicas descritas por Jobim et al. (2007).

A determinação das perdas por efluente foi obtida pela diferença de peso entre o conjunto vazio antes do enchimento e a medida do mesmo

conjunto vazio após a abertura. A perda gasosa foi quantificada pela diferença de peso entre a quantidade de matéria seca da forragem no fechamento do silo e a quantidade de matéria seca existente no silo na época da abertura. As perdas totais de matéria seca resultam da diferença entre a quantidade de matéria seca da forragem ensilada no fechamento do silo e a quantidade de matéria seca na forragem recuperada.

As determinações das perdas de MS das silagens foram realizadas por meio das seguintes equações:

Perdas por efluente:

$$E = (PVf - PVi) / MFi \times 1000, \text{ em que:}$$

E: produção de efluente (kg/tonelada de MN);

PVi: peso do conjunto (silo+areia+pano+tampa) no fechamento (kg); e

PVf: peso do conjunto (silo+areia+pano+tampa) na abertura (kg);

MF_i: matéria natural de forragem no fechamento (kg).

Perdas por gases:

$$G = (PCi - PCf) / (MFi \times MSi) \times 100, \text{ em que:}$$

G: perdas por gases (%MS);

PC_i: peso do silo cheio no fechamento (kg);

PC_f: peso do silo cheio na abertura (kg);

MF_i: matéria de forragem no fechamento (kg); e

MS_i: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

O índice de recuperação de matéria seca (RMS) foi obtido por meio da diferença de peso da matéria natural de forragem no momento da ensilagem e da abertura dos silos e seus respectivos teores de MS, conforme a seguinte equação:

$$RMS = (MFf \times MSf) / (MFi \times MSi) \times 100, \text{ em que:}$$

RMS: taxa de recuperação de matéria seca (%);

MF_i: matéria natural de forragem no fechamento (kg);

MS_i: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

MF_f: matéria natural de forragem na abertura (kg); e

MS_f: teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

As variáveis para a avaliação das perdas de MS das silagens foram submetidas à análise de variância, segundo o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, constituídos por níveis (0, 5, 10, 15 e

20%) de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana, com cinco repetições. O procedimento utilizado foi o PROC REG do SAS (SAS, 2000), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = média geral;

t_i = efeito do tratamento i ($i = 0, 5, 10, 15$ e 20); e

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação que, por hipótese, tem distribuição normal e variância σ^2 .

Para avaliação da estabilidade aeróbia, adotou-se a metodologia descrita por O'Kiely et al. (2001). Como unidade experimental, foi usado silo de laboratório em PVC, com 20 litros de volume, 35 cm de altura e 30 cm de diâmetro, contendo aproximadamente 3,0 kg de silagem, provido de termômetro digital, tipo espeto, da marca Incoterm, modelo 9790, acoplado no centro da massa e mantido ligado ininterruptamente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições.

As leituras de temperatura da massa de silagem foram realizadas diariamente às 9 e às 16 horas, durante dez dias. O pH das silagens foi determinado no quinto (pH_{cinco}) e no décimo dia (pH_{dez}); para isso, coletaram-se amostras de aproximadamente 150 g. No interior do galpão, próximo às unidades experimentais, instalaram-se termômetros de bulbo seco e de bulbo úmido, para verificação da umidade relativa do ar e da temperatura ambiental.

As variáveis para a estabilidade aeróbia foram submetidas a análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, constituídos por níveis (0, 5, 10, 15 e 20%) de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de ponta de cana, com quatro repetições. O procedimento utilizado foi o PROC REG do SAS (SAS, 2000), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij},$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = média geral;

t_i = efeito do tratamento i ($i = 0, 5, 10, 15$ e 20); e

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação que, por hipótese, tem distribuição normal e variância σ^2 .

Os teores de matéria orgânica (MO), matéria seca (MS), cinzas (CZ), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido corrigido para cinzas e proteína (FDAcp), carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF) e lignina (LIG) do terço superior da cana-de-açúcar (TSCA) e da cevada desidratada (CD) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da ponta de cana-de-açúcar e do resíduo de cervejaria desidratado

Alimento	Componentes do alimento									
	MS	MO	CZ	PB	EE	FDNcp	FDA	CHO	CNF	LIG
	(%)	(%MS)								
Ponta de cana-de-açúcar	26,2	92,3	7,7	5,7	2,1	71,0	44,75	84,6	13,6	9,6
Resíduo de cervejaria desidratado	95,6	95,8	4,2	13,6	1,5	52,0	20,6	80,7	28,7	6,3

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDA = fibra em detergente ácido corrigido para cinzas e proteínas; CHO = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; LIG = lignina.

3. RESULTADOS

3.1. Composição químico-bromatológica e perfil fermentativo das silagens

A composição químico-bromatológica e o perfil fermentativo das silagens da ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cervejaria desidratado (RCD) estão apresentados na Tabela 2.

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) de RCD sobre os teores de MS, PB, CNF e ácido acético. Os teores de MO, FDNcp, FDAcp, CHOS e LIG decresceram linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de RCD. Os teores de EE e ácido propiônico das silagens não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de RCD. Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) de níveis de resíduo de cervejaria sobre os teores de nitrogênio amoniacal e dos ácidos láctico e butírico. Estimou-se máxima produção de ácido láctico nas silagens com inclusão de 15,13% de RCD e menor produção de nitrogênio amoniacal e de ácido butírico, com 16,5% e 11% de RCD, respectivamente.

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica, perfil fermentativo, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média das composições de silagens de ponta de cana-de-açúcar e de resíduo de cervejaria desidratado (RCD)

Item	Nível de resíduo de cervejaria desidratado na silagem (%)					Valor P	Equação de regressão	EPM
	0	5	10	15	20			
MS (%)	24,99	28,65	29,69	32,92	34,85	<0,0001	$\hat{Y}_{MS} = 25,4214 + 0,4797*N$	0,73
MO (%MS)	94,06	94,05	93,74	93,82	94,06	0,5478	$\hat{Y}_{MO} = 93,95$	0,05
PB (%MS)	5,94	7,42	9,22	9,85	11,29	<0,0001	$\hat{Y}_{PB} = 6,1496 + 0,2606*N$	0,38
EE (%MS)	1,93	2,91	3,23	3,75	2,94	0,3334	$\hat{Y}_{EE} = 2,95$	0,27
FDNcp (%MS)	73,67	67,71	65,93	63,28	59,04	<0,0001	$\hat{Y}_{FDNcp} = 72,664 - 0,6737*N$	1,02
FDA (%MS)	44,75	40,45	38,73	37,67	35,25	<0,0001	$\hat{Y}_{FDA} = 43,722 - 0,4355*N$	0,69
CHO (%MS)	86,14	83,72	81,28	80,22	79,83	<0,0001	$\hat{Y}_{CHO} = 85,4628 - 0,3224*N$	0,55
CNF (%MS)	12,47	15,72	15,91	16,93	22,39	<0,0001	$\hat{Y}_{CNF} = 12,4785 + 0,421*N$	0,68
LIG (%MS)	8,36	7,46	7,02	6,68	6,67	0,0002	$\hat{Y}_{LIG} = 8,0699 - 0,0832*N$	0,18
N-NH ₃ (%Ntotal)	2,85	2,18	1,27	1,22	1,19	<0,0001	$\hat{Y}_{N-NH_3} = 2,9005 - 0,2082*N + 0,006*N^2$	0,14
Ác. láctico (%MS)	6,36	6,96	7,32	7,33	7,44	0,0023	$\hat{Y}_{AcLat} = 6,371 + 0,1438*N - 0,0049*N^2$	0,12
Ác. acético (%MS)	1,47	1,89	2,41	2,23	2,72	<0,0001	$\hat{Y}_{AcAct} = 1,5683 + 0,057*N$	0,09
Ác. propiônico (%MS)	0,48	0,47	0,47	0,45	0,49	0,6044	$\hat{Y}_{AcProp} = 0,4722$	0,01
Ác. butírico (%MS)	0,22	0,18	0,18	0,17	0,20	<0,0001	$\hat{Y}_{AcBut} = 0,2149 - 0,007*N + 0,00032*N^2$	0,01

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; CZ = cinzas; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN(cp) = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDA = fibra em detergente ácido; CHO = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; LIG = lignina; EPM = erro-padrão da média; ($r^2_{MS} = 0,98$); ($r^2_{PB} = 0,98$); ($r^2_{FDNcp} = 0,98$); ($r^2_{FDA} = 0,97$); ($r^2_{CT} = 0,92$); ($r^2_{CNF} = 0,85$); ($r^2_{LIG} = 0,87$); ($R^2_{N-NH_3} = 0,97$); ($R^2_{AcLat} = 0,94$); ($r^2_{AcAct} = 0,87$); ($R^2_{AcBut} = 0,92$).

3.2. Perdas e taxa de recuperação da matéria seca das silagens

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) de níveis de RCD sobre a produção de gases e a taxa de recuperação da matéria seca. Estimou-se produção mínima de gases e máxima taxa de recuperação de MS para silagens com 8,56% e 11,50% de RCD, respectivamente. Foi observado decréscimo linear ($P < 0,05$) na produção de efluente com a adição de níveis de RCD (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias das variáveis de perdas de silagens de ponta de cana-de-açúcar com a inclusão de resíduo de cervejaria desidratado

Item	Nível de RCD na silagem (%)					ValorP	ER	EPM
	0	5	10	15	20			
PG (%)	4,44	2,85	2,71	2,41	6,09	<0,0001	1	0,35
PE (kg/t)	48,63	15,57	9,49	3,71	2,42	0,0001	2	0,43
RMS (%)	89,08	96,98	97,51	97,54	93,88	<0,0001	3	0,06

PG = perdas por gases; PE = perdas de efluentes; RMS = taxa de recuperação da matéria seca; 1: $\hat{Y}_{PG} = 4,6099 - 0,5358*N + 0,0297*N^2$ ($R^2 = 0,8857$); 2: $\hat{Y}_{PE} = 36,766 - 2,084*N$ ($r^2 = 0,75$); 3: $\hat{Y}_{RMS} = 89,5936 + 1,5527*N - 0,0675*N^2$ ($R^2 = 0,8955$).

3.3. Estabilidade aeróbia das silagens

O tempo para a quebra da estabilidade aeróbia (TQEA) e o somatório das diferenças de temperatura das silagens e da temperatura referência ($\Sigma DTemp$) decresceram linearmente ($P < 0,05$) com a adição de RCD, enquanto que a diferença máxima de temperatura da silagem e da temperatura de referência (DMaxTemp) aumentou linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de RCD (Tabela 4).

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) de níveis de RCD sobre o pH_(ZERO) e o pH_(CINCO) das silagens. Estimaram-se valores mínimo de pH_(zero) de 3,56 com a adição de 7,3% de RCD e máximo de pH_(cinco) de 5,12 com a adição de 11,9% de RCD.

As variáveis tempo para as silagens atingirem a máxima temperatura (TTmáxima) e pH aos 10 dias de aerobiose não foram afetadas ($P > 0,05$) pelos níveis de inclusão de RCD em ensilagens de ponta de cana-de-açúcar.

Tabela 4 - Médias das variáveis de estabilidade aeróbia de silagens de ponta de cana-de-açúcar em função do nível de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado (RCD)

Parâmetro	Nível de RCD na silagem (%)					Valor P	Equação de Regressão	EPM
	0	5	10	15	20			
TQEA (hora)	84,00	66,00	48,00	48,00	54,00	0,0013	$\hat{Y}_{TQEA} = 75,60 - 1,56*N$	3,79
T _{máxima} (°C)	24,30	25,00	28,30	28,00	29,00	<0,0001	$\hat{Y}_{Tmax} = 24,40 + 0,250*N$	0,49
TT _{máxima} (hora)	87,00	78,00	72,00	63,00	99,00	0,8715	$\hat{Y}_{TTmax} = 79,80$	7,55
Σ DTemp (°C)	28,70	39,30	64,50	60,00	69,00	<0,0001	$\hat{Y}_{\Sigma DTemp} = 32,051 + 2,025*N$	3,75
DMaxTemp	2,50	3,00	7,30	6,30	7,00	0,0002	$\hat{Y}_{DMaxT} = 2,750 + 0,2450*N$	0,54
pH (zero)	3,61	3,58	3,56	3,59	3,61	0,0001	$\hat{Y}_{pH(zero)} = 3,6051 - 0,0122*N + 0,0008*N^2$	0,01
pH (5 dias)	3,67	4,15	4,88	5,66	4,03	0,0006	$\hat{Y}_{pH(cinco)} = 3,4367 + 0,2832*N - 0,0119*N^2$	0,21
pH (10 dias)	6,52	5,95	6,87	6,14	6,46	0,9401	$\hat{Y}_{pH(Dez)} = 6,38$	0,12

TQEA = tempo para a quebra de estabilidade (diferença de 2 °C entre a temperatura da silagem e a temperatura de referência); T_{máxima} = temperatura máxima atingida pelas silagens; TT_{máxima} = tempo para as silagens atingirem a máxima temperatura; Σ DTemp = somatório das diferenças de temperatura da silagem e temperatura de referência; DMaxTemp = diferença máxima de temperatura da silagem e temperatura de referência; pH(zero) = pH no momento de abertura dos silos; pH(5 dias) = pH aos cinco dias de aerobiose; pH(10 dias) = pH aos dez dias de aerobiose; ($r^2_{TQEA} = 0,65$); ($r^2_{Tmax} = 0,86$); ($r^2_{\Sigma DTemp} = 0,73$); ($r^2_{DMaxT} = 0,82$); ($r^2_{pH(zero)} = 0,94$); ($r^2_{pH(cinco)} = 0,87$).

4. DISCUSSÃO

4.1. Composição químico-bromatológica das silagens

O aumento linear nos teores de MS e PB das silagens de ponta de cana com a adição de resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 2) deve-se aos maiores teores de MS e de PB de RCD em relação à ponta de cana. Na literatura, são encontrados vários trabalhos que reportam aumento nos teores de MS e de PB com o uso de aditivos sequestrantes de umidade. Oliveira (2011) adicionou farelo de mamona na ensilagem de cana-de-açúcar e verificou aumento no teor de MS de 19,3 para 35,3% e de PB de 2,8 para 20,0%, para os níveis 0 e 21% de inclusão do farelo de mamona, respectivamente.

Evangelista et al. (2009) verificaram que a adição de 10% de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) na ensilagem de cana-de-açúcar aumentou o teor de matéria seca de 22,7 para 27%. Andrade et al. (2001) também utilizaram MDPS na ensilagem de cana-de-açúcar e observaram que o teor de MS das silagens aumentou de 20,9 para 27,7% com a inclusão de 120 kg de MDPS por tonelada de cana-de-açúcar.

O decréscimo linear nos componentes fibrosos das silagens com o incremento do RCD se deve ao menor valor desses componentes no resíduo de cervejaria. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira (2011), em que os valores de FDN_{cp} reduziram de 68,2 para 47,1% e o da FDA, de

49,8 para 40,3%, com a inclusão de 21% de farelo de mamona, em relação ao controle (sem farelo).

A adição de aditivos sequestrantes de umidade, fontes de carboidratos, na ensilagem de gramíneas tropicais favorece o processo fermentativo e impede o desenvolvimento de clostrídios, que degradam a proteína e produzem amônia (BALSABORE et al., 2001).

O teor mínimo estimado de $N-NH_3$ (%NT) de 1,13% para o nível de 16,5% de RCD indica a ocorrência de pouca proteólise durante o processo de fermentação. Na ensilagem de cana-de-açúcar, espera-se pequena degradação da proteína, pois a ação dos clostrídios é inibida pela queda brusca de pH, em função do baixo poder-tampão e de alto teor de carboidratos solúveis (LOPES, EVANGELISTA, 2010).

Os valores verificados neste ensaio foram inferiores aos encontrados por Bernardes et al. (2007), Evangelista et al. (2009) e Lopes e Evangelista (2010). O máximo teor de ácido láctico estimado, de 7,49% MS, para o nível de 15,13% de RCD indica boa fermentação das silagens avaliadas, favorecida pela adição de RCD à ponta de cana no momento da ensilagem. Outros pesquisadores encontraram respostas semelhantes ao adicionarem aditivos sequestrantes de umidade durante a ensilagem de cana-de-açúcar (ANDRADE et al., 2001; BERNARDES et al., 2007; EVANGELISTA et al., 2009; LOPES; EVANGELISTA, 2010). A melhoria no padrão de fermentação dessas silagens tem sido atribuída ao aumento do teor de matéria da forragem. Com base nos valores de NH_3 /NT, ácido láctico e ácido propiônico, as silagens avaliadas podem ser consideradas de boa qualidade, segundo critérios estabelecidos por Mahanna (1994).

4.2. Perdas e taxa de recuperação da matéria seca das silagens

A produção de gases durante a ensilagem é resultante de fermentações secundárias realizadas por enterobactérias, clostrídios e microrganismos aeróbios e influenciada pelo teor de matéria seca na forragem. A produção mínima de gases, estimada para o nível de 8,56% de RCD, provavelmente se deve à presença de leveduras nesse aditivo, oriundo da produção de cervejas.

A redução da umidade na silagem interfere na atividade de água (A_w), que influencia no crescimento de leveduras; entretanto, fungos e leveduras podem crescer em alimentos com A_w 0,7 (GOCK et al., 2003). Dessa forma, o aumento no teor de MS das silagens não impede o desenvolvimento das leveduras, que produzem, em silagens de cana-de-açúcar, maiores perdas de matéria seca por meio das perdas gasosas (PEDROSO et al., 2005; SANTOS et al., 2008). Segundo Kung Jr. Et al. (2003), o CO_2 resultante da fermentação, liberado para o ambiente, carrega carbono da MS proveniente da forragem, interferindo diretamente na taxa de recuperação da matéria seca da silagem.

O decréscimo linear nas perdas por efluente (Tabela 3) se deve aos maiores teores de MS naquelas silagens com níveis mais elevados de RCD. Loures et al. (2005) salientaram que a produção de efluente é diretamente influenciada pelo teor de umidade da forragem. Além do teor de umidade, outros fatores, como tamanho de partículas e pressão de compactação, podem afetar a produção de efluente (PEREIRA; BERNARDINO, 2004).

A recuperação máxima da matéria seca de 98,5%, estimada para o nível de 11,5% de resíduo de cervejaria desidratado, pode ser reflexo das perdas gasosas, cujo valor mínimo foi estimado para o nível de 8,5% de RCD.

4.3. Estabilidade aeróbia das silagens

O tempo para se atingir a instabilidade aeróbia das silagens decresceu linearmente ($P < 0,05$) com a adição de RCD. Esse efeito, provavelmente, foi consequência da concentração de MS e carboidratos não fibrosos nas silagens com os níveis de resíduo de cervejaria. O uso de aditivos sequestrantes de umidade na ensilagem de forrageiras tropicais contribui para a elevação no teor de carboidratos e baixos teores de ácidos orgânicos (WOOLFORD, 1990; McDONALD et al., 1991), o que acarreta maior atuação de microrganismos aeróbios. Schocken-Iturrino et al. (2005) verificaram que a adição de polpa cítrica peletizada à ensilagem de capins tropicais promoveu maior presença de leveduras e de fungos filamentosos, com consequente redução na estabilidade aeróbia dessas silagens.

A adição de níveis crescentes de resíduo de cervejaria promoveu instabilidade nas silagens após 48 horas de exposição ao ambiente aeróbio.

Esse resultado foi superior ao verificado por Muñoz Maldonado (2007) para silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, que perdeu a estabilidade com 38 horas de aerobiose. Entretanto, Ribeiro et al. (2009), ao avaliarem a estabilidade aeróbia de silagem de capim-marandu aditivada com polpa cítrica peletizada e casquinha de soja peletizada, verificaram que as silagens permaneceram estáveis por 153 e 204 horas para esses aditivos, respectivamente. Já o tratamento controle (silagem sem aditivo) quebrou a estabilidade com 152 horas.

O aumento linear nas variáveis $T_{\text{máxima}}$, ΣD_{Temp} e D_{MaxTemp} com a adição de níveis de RCD nas silagens de ponta de cana-de-açúcar reflete a menor estabilidade aeróbia das silagens com cevada desidratada. Esse efeito, provavelmente, foi promovido pelo aumento no teor de carboidratos não fibrosos nas silagens com adição do RCD, uma vez que a maior disponibilidade de nutrientes para os microrganismos aeróbios acelera a degradação das silagens (RIBEIRO et al., 2009). Contudo, silagens produzidas com aditivos secos, como as de capim-marandu e polpa cítrica, não atingem temperatura máxima muito elevada, o que decorre da menor presença de fungos e leveduras, as quais promovem maior elevação da temperatura na aerobiose de silagens (BERNARDES et al., 2005).

Para Muck e Shinnars (2001), silagens com elevados teores de MS apresentam falhas na compactação, o que facilita o crescimento de fungos e a deterioração aeróbia. No início da degradação aeróbia das silagens, as leveduras oxidam os ácidos orgânicos, que atuam como conservantes, provocando a elevação do pH e o desenvolvimento de outros microrganismos (WOOLFORD, 1990; DRIEHUIS; OUDE ELFERINK, 2000).

O pH é outra característica utilizada para avaliar a estabilidade aeróbia de silagens. Na abertura dos silos, as silagens apresentaram pH inferior a 3,7, estando dentro da faixa de pH considerada ideal para silagens, que deve ser inferior a 4,2 (WOOLFORD, 1990; MCDONALD et al., 1991). O valor mínimo de pH de 3,56, estimado para o nível de 7,3% de RCD, provavelmente se deve à maior concentração de carboidratos com a adição de cevada.

O pH máximo de 5,12, estimado para o nível de 11,9% de resíduo de cervejaria desidratado, provavelmente se deve à atuação de microrganismos aeróbios, que degradam o ácido láctico, conforme sugerem Amaral et al. (2009).

Resultados semelhantes foram encontrados por Siqueira et al. (2010) em estudos com silagem de cana-de-açúcar. Vale ressaltar que silagens com maior teor de MS possuem menor atividade de água (A_w), que inibe o crescimento microbiano (MCDONALD et al., 1991).

5. CONCLUSÕES

A adição de 11,8% de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de ponta de cana-de-açúcar promove máxima recuperação da massa ensilada, embora reduza a sua estabilidade aeróbia. Contudo, a adição de 15% de RCD proporciona maior produção de ácido láctico. Logo, recomenda-se esse nível de inclusão de RCD na ensilagem de ponta de cana, uma vez que as diferenças entre as outras características avaliadas têm pouco significado biológico.

CAPÍTULO 2

Experimento 2: Consumo, digestibilidade e desempenho de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de ponta de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cervejaria desidratado

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se na produção mundial de ruminantes, principalmente no volume de produção, porém apresenta baixa produtividade por utilizar extensas áreas de pastagens e em regiões sujeitas a período de estiagem (PAULINO et al., 2004). Nessas condições, verificam-se idade elevada de abate, atraso na primeira cria e baixa fertilidade do rebanho (PEREIRA et al., 2008).

Algumas alternativas podem ser utilizadas como fonte forrageira para os ruminantes durante o período seco do ano, a exemplo, dos restos de plantios e resíduos de agroindústria (SANTOS, 2008) e do excedente de pastos de gramíneas tropicais (EVANGELISTA et al., 2004; PEREIRA et al., 2008). Nesse contexto, restos culturais da lavoura canavieira possuem potencial forrageiro.

Segundo a CONAB (2012), a estimativa para a safra brasileira de cana-de-açúcar no ano agrícola 2012/1013 é em torno de, 571 milhões de toneladas. A região Nordeste produzirá 60,6 milhões, e o Estado da Bahia, 3,4 mil toneladas. A produção de ponta de cana-de-açúcar para essa safra pode ser

estimada em 135 milhões de toneladas, pois, conforme Thiago et al. (1982), a produção de ponta de cana varia entre 22 e 25% da produção de colmo por hectare.

Segundo Evangelista et al. (2004), na produção de silagens é possível utilizar grande número de espécies forrageiras, gramíneas e leguminosas. A conservação de forrageiras por meio da ensilagem é uma técnica conhecida há muitos anos pelos pecuaristas. Entretanto, o uso de ponta de cana-de-açúcar na forma de silagem não é comum, pois apesar de possuir alto conteúdo de açúcares solúveis, a associação com o alto teor de água resulta em fermentação alcoólica, o que reduz o teor de matéria seca e valor nutritivo da silagem.

Além do potencial de utilização desses recursos forrageiros na forma de silagens, é necessário avaliar as suas características nutricionais, consumo, digestibilidade e desempenho proporcionado aos animais ruminantes. Nesse sentido, várias pesquisas foram realizadas no Brasil. Andrade et al. (2001) avaliaram o consumo e digestibilidade da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN) e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) em ovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar e rolão-de-milho mais ureia. Esses autores observaram que o consumo de MS, FDN e NDT aumentou em 76,7, 64,7 e 116,9%, respectivamente, quando foram adicionados 120 quilos de rolão-de-milho por tonelada de silagem, em comparação com a silagem de cana-de-açúcar com 1% de uréia.

Lopes et al. (2007) compararam o consumo de MS, FDN, NDT e PB de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com mandioca desidratada ou fubá de milho, em comparação com silagem de cana-de-açúcar, em carneiros e observaram que houve aumento de consumo de 14,3% para MS, 9,7% para FDN, 13,9% para NDT e 85,7% para PB, para silagens com 4% de mandioca desidratada. Já para a silagem com 4% de fubá de milho o consumo foi de 23,7, 22,7, 13,0 e 101,8%, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade encontrados por Andrade et al. (2001) para MS e FDN em silagem de cana-de-açúcar, acrescida de 120 kg de rolão-de-milho por tonelada de cana, foram de 63,9 e 53,8%, respectivamente, em ovinos em confinamento. Freitas et al. (2002), em avaliações de digestibilidade de silagem de cana-de-açúcar e 4% mandioca desidratada, com ovinos,

encontraram coeficientes de digestibilidade para a MS de 44,3%; para PB, de 55,6%; e para FDN, de 38,8%. Esses mesmos autores encontraram, em silagem de cana-de-açúcar com 4% de fubá de milho, valores de digestibilidade para MS de 48,2%; para FDN, de 35,6%; e para PB, de 53,9%.

Esteves et al. (2012) observaram, em ovinos confinados, ganho de peso médio diário de 210 g quando foram alimentados com silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de Ca(OH)_2 e relação volumoso:concentrado 45:55 com base na matéria seca. Murta et al. (2011) afirmaram que o ganho de peso médio diário, em carneiros castrados da raça Santa Inês sob confinamento, foi de 204,94 g, quando foram alimentados com silagem de sorgo e 35% de ponta de cana-de-açúcar fresca, com relação volumoso:concentrado de 50:50.

Mendes et al. (2008), em ensaio com cordeiros não castrados da raça Santa Inês, observaram ganho de peso médio diário de 171 g/dia quando alimentaram os animais com silagem de cana-de-açúcar e concentrado à base de farelo de soja e milho moído, numa proporção volumoso:concentrado de 50:50. Esses autores não verificaram diferenças significativas entre os outros tratamentos: cana-de-açúcar fresca e silagem de cana-de-açúcar aditivada com *Lactobacillus buchneri*.

Diante disso, objetivou-se, com este ensaio, avaliar o consumo, a digestibilidade e o desempenho de ovinos alimentados com dietas contendo silagens de ponta de cana-de-açúcar acrescidas com níveis de resíduo de cervejaria desidratado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Setor de Ovinos do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), *Campus* de Cruz das Almas - BA. As análises químico-bromatológicas dos alimentos, sobras e fezes deste estudo foram realizadas no Laboratório de Solos e Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano), *Campus* Catu, e no Laboratório de Bromatologia do CCAAB/UFRB, *Campus* Cruz das Almas.

O município de Cruz das Almas localiza-se a 12°40'39" de latitude sul e 12°06'23" de longitude oeste de Greenwich, a 225,87 metros de altitude. O tipo climático da região é o *Am*, segundo a classificação de Köppen, que se caracteriza por verão seco e inverno chuvoso. Apresenta temperatura média de 23,7 °C, com média máxima de 28,7 °C e média mínima de 20,1 °C. A umidade relativa do ar média situa-se em torno de 81%, com umidade mínima do ar próximo de 78% e máxima de 88%.

Como fontes de forragem, foram utilizadas silagens de ponta de cana-de-açúcar aditivadas com resíduo e cervejaria desidratado (RCD), nos mesmos níveis do experimento anterior. Utilizaram-se 30 ovinos da raça Santa Inês, não castrados, com peso corporal inicial de $23,8 \pm 2,3$ kg e idade entre 125 e 158 dias, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com cinco dietas e seis repetições. Os animais foram alojados em baias individuais de 1 m², equipadas com piso ripado, bebedouro e comedouro.

As silagens foram produzidas em silos de superfície, revestidos com lona de polietileno de baixa densidade, com espessura de 200 micra, dupla face, com dimensões de 0,45 x 0,45 x 3,00 m. As dimensões dos silos foram calculadas para permitir o corte da massa de silagem de 15 a 20 cm por dia. Os silos foram moldados com forma de madeira, para permitir eficiência na compactação e estocar 500 kg de forragem por m³ de silo.

Na colheita e picagem da ponta de cana, foram adotados os mesmos procedimentos descritos no experimento 1.

Para cada silagem produzida, foram cheios três baldes de plástico (silos laboratoriais) de 20 litros de capacidade, que foram abertos aos 45 dias de ensilagem, para realização das análises químico-bromatológicas.

As dietas experimentais, isoproteicas (15% de PB, na matéria seca), compostas de 60% de silagem e 40% de concentrado, com base na matéria seca, foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007), para promover ganho diário de 150 gramas (Tabela 1). Elas foram fornecidas duas vezes ao dia, em quantidade suficiente para permitir sobras de 10% do ofertado, com água à vontade. Coletaram-se amostras das dietas experimentais semanalmente, as quais foram identificadas e congeladas. Posteriormente, elaborou-se uma amostra composta, que foi analisada bromatologicamente.

Os animais passaram por um período pré-experimental de 14 dias e receberam vacinas contra clostridioses, ectima contagioso e leptospirose, bem como vermífugos contra endo e ectoparasitos, conforme programa adotado no Setor de Ovinos do CCAAB/UFRB. Os animais foram pesados no início, em intervalos de 15 dias e no final do experimento, com pesagens precedidas por jejum alimentar de 16 horas. O período experimental compreendeu 60 dias. A avaliação de consumo das dietas foi feita pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade de sobras coletadas diariamente, durante o período experimental; assim, determinou-se o consumo de matéria seca por dia (CMS/dia).

O ganho médio diário (GMD) animal foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial (PCI) e o peso corporal final (PCF), dividido pelo período experimental em dias. Determinou-se a conversão alimentar pela razão entre o GMD e o consumo médio diário.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Componente	Nível de resíduo de cervejaria desidratado na silagem (%)				
	0	5	10	15	20
Proporção do ingrediente (g/kg MS)					
Silagem	613,8	605,3	603,8	610,6	608,1
Milho	197,4	212,9	225,8	230,6	238,7
Farelo de soja	160,3	153,5	140,5	131,5	124,2
Ureia	3,7	3,8	3,9	3,7	3,8
Mistura Mineral	14,8	15,2	15,5	14,6	15,1
Calcário calcítico	9,9	10,2	10,4	9,9	10,2
Composição química das dietas					
MS (g/kgMN)	342,00	387,70	401,90	429,70	455,30
MO (g/kgMS)	944,40	944,60	947,50	948,40	951,30
PB (g/kgMS)	150,03	149,91	150,01	149,79	150,02
EE (g/kgMS)	20,73	26,72	27,09	31,34	24,09
FDN (g/kgMS)	702,41	647,27	634,61	617,71	583,61
FDNcp (g/kgMS)	646,54	582,72	552,33	529,26	484,49
CNF (g/kgMS)	177,38	214,29	220,81	231,64	250,10
FDA (g/kgMS)	395,43	350,55	332,89	323,35	298,24
NIDN (%N-total)	26,03	20,76	17,64	16,61	13,85
NIDA (%N-total)	8,74	7,62	6,24	7,08	6,64
LIG (g/kgMS)	73,75	64,53	60,39	57,40	56,41
NDT (g/kgMS)	676,49	681,86	685,29	700,64	713,93

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDN(cp) = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; CNF = carboidratos não fibrosos; FDA = fibra em detergente ácido; NIDN = nitrogênio indigerível em detergente neutro; NIDA = nitrogênio indigerível em detergente ácido; LIG = lignina; NDT = nutrientes digestíveis totais. Composição da mistura mineral (por kg do produto): Ca – 30 g; P – 21 g; S – 31; Na – 78; Mg – 4; F – 210 mg; Zn – 6.000 mg; Cu – 350 mg; Se – 23 mg; Mo – 500 mg; Cr – 60 mg; I – 80 mg; Co – 20 mg; Fe – 3.000 mg.

Após o jejum, realizou-se a pesagem para determinação do peso corporal ao abate humanitário. No abatedouro, os animais foram insensibilizados com descarga elétrica, seguida por sangria, por secção das carótidas e jugulares. Após abate, esfolagem, evisceração, retirada de cabeça, patas e órgãos genitais, obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças foram resfriadas por 24 horas a 4 °C e pesadas, para obtenção do peso da carcaça fria (PCf). A perda por resfriamento (PPR) foi calculada através da fórmula $PPR (\%) = (PCQ - PCf) \times 100 / PCQ$.

O período experimental para avaliação de digestibilidade das dietas teve duração de cinco dias. Para isso, utilizaram-se 20 animais, previamente

arreados com bolsas para coleta total de fezes, para adaptação. Durante o período experimental, coletaram-se, por animal, amostras diárias do alimento, das sobras e das fezes, que foram identificadas e congeladas a 10°C negativo. Posteriormente, essas amostras foram conduzidas aos laboratórios para análises químico-bromatológicas.

As amostras foram pesadas e pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C, por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho estacionário tipo Thomas-Wiley com peneira de 1,0 mm, acondicionadas em potes de plástico com tampa hermética e identificadas. Os teores de MS, PB, EE, matéria orgânica (MO) e cinzas foram determinados conforme Silva e Queiroz (2009); E os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), conforme Van Soest et al. (1991). Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram determinados seguindo-se a metodologia de Licitra et al. (1996). Os carboidratos totais (CT) foram obtidos pela equação de Sniffen et al. (1992); e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF), pela expressão: $CNF = CT - CF$ (NRC, 2001). A digestibilidade aparente foi determinada por meio da equação:

$$DigAp(\%) = (MSC \times NMS) - (MSF \times NMF) \times 100 / (MSC \times NMS)$$

em que:

DigAp = digestibilidade aparente do nutriente no trato total;

MSC = matéria seca consumida;

MSF = matéria seca fecal;

NMS = porcentagem do nutriente na matéria seca consumida; e

NMF = porcentagem do nutriente na matéria seca fecal.

As variáveis para consumo, digestibilidade aparente e desempenho foram submetidas à análise de variância segundo o delineamento inteiramente casualizado, com cinco dietas, constituídas por níveis (0, 5, 10, 15 e 20%) de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana, com seis repetições. O procedimento utilizado foi o PROC REG do SAS (SAS, 2000), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor da parcela que recebeu a dieta i na repetição j ;

μ = média geral;

t_i = efeito da dieta i ($i = 0, 5, 10, 15$ e 20); e

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação que, por hipótese, tem distribuição normal e variância σ^2 .

3. RESULTADOS

3.1. Consumo de nutrientes

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) de níveis de resíduo de cervejaria desidratado sobre o consumo de todos os nutrientes, quando expressos em g/dia (Tabela 2). Estimaram-se consumos máximos de MS, PB e NDT para dietas contendo silagens com 11,26, 11,77 e 12,42% de resíduo de cervejaria desidratado. No entanto, o consumo de MS (% do peso corporal) não foi afetado pelas dietas, registrando-se valor médio de 2,74%.

3.2. Digestibilidade de nutrientes

As digestibilidades da MS, MO e de NDT aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de resíduo de cervejaria desidratado nas silagens de ponta de cana (Tabela 3). As digestibilidades da PB e EE foram afetadas de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos níveis de resíduo de cervejaria desidratado. Estimaram-se digestibilidades máximas desses nutrientes para dietas contendo silagens com 12,1 e 12,8% de RCD, respectivamente.

Tabela 2 - Consumo médio diário dos nutrientes das dietas, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar, em ovinos

Item	Nível de RCD na silagem (%)					Valor P	Equação de regressão	EPM
	0	5	10	15	20			
(g/dia)								
MS	885,97	1159,91	1081,81	1160,00	1011,05	0,0421	$\hat{Y}_{MS} = 911,2 + 44,41 \cdot N - 1,9713 \cdot N^2$	1,42
MO	836,69	1096,04	1019,94	1094,77	956,79	0,0215	$\hat{Y}_{MO} = 861,1054 + 41,5611 \cdot N - 1,8391 \cdot N^2$	1,62
PB	117,89	173,98	162,27	173,99	151,66	0,0118	$\hat{Y}_{PB} = 123,3957 + 8,9741 \cdot N - 0,3811 \cdot N^2$	7,38
EE	16,29	30,99	29,31	36,36	24,37	0,0212	$\hat{Y}_{EE} = 16,7820 + 2,9827 \cdot N - 0,1276 \cdot N^2$	1,79
FDNcp	508,16	675,89	597,52	623,94	489,85	0,0023	$\hat{Y}_{FDNcp} = 526,9552 + 25,9619 \cdot N - 1,3967 \cdot N^2$	1,71
CHO	632,67	901,41	819,04	871,30	752,80	0,0062	$\hat{Y}_{CT} = 662,0063 + 40,7653 \cdot N - 1,8281 \cdot N^2$	3,68
NDT	531,70	790,89	741,33	812,75	721,82	0,0041	$\hat{Y}_{NDT} = 556,5352 + 41,1419 \cdot N - 1,6550 \cdot N^2$	3,45
(%PC)								
MS	2,73	2,71	2,75	2,83	2,71	0,8022	$\hat{Y}_{MS} = 2,7451$	0,034
FDNcp	1,76	1,58	1,52	1,49	1,31	<0,001	$\hat{Y}_{FDNcp} = 1,7301 - 0,0196 \cdot N$	0,033

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN(cp) = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; CT = carboidratos totais; NDT = nutrientes digestíveis totais; EPM = erro-padrão da média; $R^2_{(MS)} = 0,98$; $R^2_{(MO)} = 0,92$; $R^2_{(PB)} = 0,80$; $R^2_{(EE)} = 0,82$; $R^2_{(CT)} = 0,73$; $R^2_{(NDT)} = 0,81$; $R^2_{(FDNcp)} = 0,75$.

Tabela 3 - Médias para a digestibilidade dos nutrientes das dietas, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar, em ovinos

Item	Nível de RCD na silagem (%)					Valor P	Equação de regressão	EPM
	0	5	10	15	20			
MS	73,24	82,99	82,06	82,68	81,99	0,0458	$\hat{Y}_{MS} = 77,1537 + 0,3441N$	1,237
MO	73,24	83,85	82,65	83,76	85,52	0,0038	$\hat{Y}_{MO} = 76,9093 + 0,4896*N$	1,289
PB	84,89	90,62	90,17	89,60	88,14	0,0099	$\hat{Y}_{PB} = 85,5247 + 0,9372*N - 0,0414*N^2$	0,712
EE	63,58	92,93	91,72	90,02	87,62	0,0081	$\hat{Y}_{EE} = 67,0055 + 4,5585*N - 0,1828*N^2$	3,324
FDNcp	77,72	80,92	80,41	79,57	76,99	0,7199	$\hat{Y}_{FDNcp} = 79,1238$	1,066
CHO	75,81	82,60	81,39	81,59	81,62	0,1168	$\hat{Y}_{CT} = 80,7281$	1,025
NDT	68,49	75,31	76,63	78,10	82,89	0,0119	$\hat{Y}_{NDT} = 70,6461 + 0,5082*N$	1,721

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN(cp) = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; CHO = carboidratos totais; NDT = nutrientes digestíveis totais; $r^2_{(MS)} = 0,89$; $r^2_{(MO)} = 0,92$; $R^2_{(PB)} = 0,86$; $R^2_{(EE)} = 0,85$; $r^2_{(NDT)} = 0,8469$.

3.3. Desempenho animal

A adição do resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar aumentou linearmente ($P < 0,05$) o peso corporal ao abate (PCA), o ganho de peso diário (GMD), o rendimento de carcaça quente (RCQ) e fria (RCF) e a espessura de gordura subcutânea (EGS; já a conversão alimentar (CA) e a perda por resfriamento (PPR) decresceram linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de RCD (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias de peso corporal ao abate, ganho de peso diário, rendimento de carcaça quente, rendimento de carcaça fria, perda por refrigeração, espessura de gordura subcutânea, conversão alimentar, níveis de probabilidade, equações de regressão e erro-padrão da média em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar, em ovinos

Variáveis	Nível de RCD na silagem (%)					Valor P	Equação de regressão	EPM
	0	5	10	15	20			
PCA	25,81	30,03	26,90	27,87	27,82	0,4872	$\hat{Y}_{PCA} = 26,3412 + 0,1356*N$	0,726
GP	97,70	108,45	117,47	133,63	160,47	<0,0001	$\hat{Y}_{GP} = 91,6091 + 2,5436*N$	5,343
CA	7,56	7,37	7,03	5,92	5,18	<0,0001	$\hat{Y}_{CA} = 7,7962 - 0,1185*N$	0,231
RCQ	37,84	40,55	39,57	41,57	41,50	0,0266	$\hat{Y}_{RCQ} = 38,3931 + 0,1814*N$	0,494
RCF	36,56	39,12	38,14	40,26	40,44	0,0155	$\hat{Y}_{RCF} = 36,9774 + 0,1914*N$	0,493
PPR	3,58	3,53	3,33	3,13	2,56	0,0007	$\hat{Y}_{PPR} = 3,6635 - 0,0416*N$	0,102
EGS	0,00	0,28	0,72	1,22	1,35	<0,0001	$\hat{Y}_{EGS} = 0,00049 + 0,0719*N$	0,081

PCA= peso corporal ao abate (kg); GP = ganho de peso diário (g/dia); CA = conversão alimentar; RCQ = rendimento de carcaça quente (%); RCF = rendimento de carcaça fria (%); PPR = perda por resfriamento (%); EGS = espessura de gordura subcutânea (mm); $r^2_{(GP)} = 0,95$; $r^2_{(CA)} = 0,92$; $r^2_{(RCQ)} = 0,72$; $r^2_{(RCF)} = 0,76$; $r^2_{(PPR)} = 0,87$; $r^2_{(EGS)} = 0,97$.

4. DISCUSSÃO

4.1. Consumo

O consumo médio de MS, em % do peso corporal, de 2,75% foi inferior ao preconizado pelo NRC (2007) para animais dessa categoria, que é de 2,97%. O consumo médio de MS registrado neste trabalho é semelhante ao verificado por Mendes (2006) em ovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar.

Os consumos máximos de MS, PB e NDT estimados para dietas contendo 11,26, 11,77 e 12,42% de RCD na silagem de ponta de cana-de-açúcar, provavelmente, refletem a melhor qualidade das silagens nesses níveis de RCD, uma vez que silagens com 11,5% de RCD promoveram maior recuperação de MS. Esses resultados foram superiores aos obtidos por Freitas et al. (2002) e Lopes (2006), que trabalharam com silagem de cana-de-açúcar aditivada com polpa cítrica peletizada e raspa de mandioca, respectivamente.

O consumo máximo de FDNcp de 647,6 g/dia, estimado para o nível de 9,29%, foi superior aqueles obtidos por Andrade et al. (2001), Freitas et al. (2002) e Lopes (2006), em ensaios com ovinos.

4.2. Digestibilidade de nutrientes

A inclusão de cevada desidratada nas silagens de ponta de cana-de-açúcar aumentou os teores de EE, CNF e NDT das dietas e reduziu os teores de fibras e lignina; portanto, melhorou a qualidade nutricional delas. Conforme Satter e Roffler (1975), o crescimento da microbiota ruminal é diretamente relacionado com a quantidade de energia disponível no rúmen, que também é favorecido pela disponibilidade de amônia e outras fontes de nitrogênio. Dessa forma, a digestibilidade dos componentes da dieta é potencializada pelo crescimento das bactérias ruminais.

A cevada desidratada, mesmo sendo um resíduo de cervejaria, possui características nutricionais que melhoraram substancialmente a qualidade das dietas. Isso, provavelmente, explica o aumento nos coeficientes de digestibilidade observado no presente estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (2011). Esses resultados ratificam as afirmações de Berchielli (1994) e Cardoso et al. (2000), de que o aumento de concentrado nas dietas de ruminantes (novilhos) melhora os coeficientes de digestibilidade ruminal da MS e da MO.

4.3. Desempenho animal

O aumento linear no ganho de peso diário (GPD) dos animais, com os níveis de RCD, provavelmente reflete a maior participação de grãos nas dietas contendo níveis mais elevados de RCD, uma vez que o consumo máximo para a maioria dos nutrientes foi estimado para dietas contendo aproximadamente 12% de RCD nas silagens. Conforme Cardoso (2005), dietas com 45% de FDN podem reduzir em 70% o ganho de peso diário de cordeiros, em comparação com dietas com 25% de FDN.

Oliveira (2011), em ensaio de ganho de peso com ovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar não tratada ou tratada com 21% de farelo de mamona destoxificado, registrou ganho de peso de 92,0 e 230,4 g/dia, respectivamente. Mendes et al. (2008) verificaram ganho de peso médio diário de 168,0 g/dia quando alimentaram ovinos com silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri*.

O aumento linear nos rendimentos de carcaça quente e fria, a exemplo do GMD, provavelmente reflete a qualidade nutricional das dietas contendo silagens com níveis mais elevados de RCD. A qualidade nutricional da dieta que o animal recebe influencia o rendimento da carcaça, os cortes e a proporção de tecido muscular (CUNHA et al., 2008). Os resultados verificados neste experimento para o rendimento de carcaça quente e fria foram semelhantes aos encontrados por vários pesquisadores (OSÓRIO et al., 1996, 1999; PIRES et al., 1999; PILAR et al. 2005; CUNHA et al., 2008).

O aumento linear na espessura de gordura subcutânea com a adição da cevada desidratada nas silagens do terço superior de cana-de-açúcar provavelmente se deve ao maior conteúdo energético naquelas dietas com níveis mais elevados de cevada, conforme sugerem Mattos et al. (2006). Contudo, altos níveis de energia na dieta podem aumentar o tecido adiposo e desvalorizar os cortes (PEREIRA et al., 2010).

As perdas de peso durante a refrigeração (PPR) são diretamente influenciadas pela presença de gordura subcutânea na carcaça. Dessa forma, a maior deposição de gordura subcutânea promove menores perdas por refrigeração. Isso explica o decréscimo linear na PPR com a adição de níveis crescentes de RCD nas silagens.

5. CONCLUSÕES

A inclusão de 11,5% de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de ponta de cana-de-açúcar proporciona maior consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais. No entanto, o ganho de peso diário, os rendimentos de carcaça quente e fria e a espessura de gordura subcutânea aumentam linearmente.

2. CONCLUSÕES GERAIS

A adição de resíduo de cervejaria desidratado por ocasião da silagem de ponta de cana-de-açúcar favorece o ganho de peso diário, os rendimentos de carcaça quente e fria e a espessura de gordura subcutânea dos animais. No entanto, o nível de 11,8% de resíduo de cervejaria desidratado proporciona máxima recuperação da massa ensilada e maiores consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e NDT das dietas avaliadas.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L.; ROSA, F. R. T. Ovinos: panorama e mercado. **Revista O Berro**, v. 96, p. 82-89, 2006.

AMARAL, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; FERREIRA, E. M.; GENTIL, R. S. Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 1857-1864, 2009.

ANDRADE, J. B.; FERRARI JÚNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 9, p. 1169-1174, 2001.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral – CE. EMBRAPA – CNPC 1990. 18p. (EMBRAPA – CNPC. Circular Técnica, 11).

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral – CE. EMBRAPA – CNPC 1997. 19 p. (EMBRAPA – CNPC. Circular Técnica, 13).

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; SANTOS, P. M.; CRESTANA, R. F.; AGUIAR, R. N. S.; CORSI, M. Dry matter losses in Tanzania grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) silage. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 789-790.

BARCELOS, A. F.; REZENDE, A. V. Aproveitamento dos resíduos de destilaria de cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 217, p. 74-77, 2002.

BERCHIELLI, T. T. **Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento.** Belo Horizonte, MG, 1984. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 1984..

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MOREIRA, A. L. Fermentative and microbiological profile of Marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 3, p. 214-220, 2005.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; MOREIRA, A. L.; SILVEIRA, R. N.; AMARAL, R. C. Dinâmica microbiológica e alteração química das silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) após abertura dos silos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERCHIELLI, T. T.; COAN, R. M. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 269-275, 2007.

BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEYERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 75, n. 11, p. 3066-3083, 1992.

CARDOSO, A. R. **Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros confinados na fase de terminação dissertação.** – Santa Maria, RS, 2005, 68 fp. Dissertação (Mestrado em ???Zootecnia) – UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005..

CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; COSTA, M. A. L.; OLIVEIRA, R. V. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1832-1843, 2000.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar.** Segundo levantamento, agosto/2012. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, 2012. 18 p.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008.

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

ESTEVES, S. N.; PEDROSO, A. F.; BARIONI JÚNIOR, W.; SOUZA, G. B. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com cal hidratada - Ca(OH)_2 - no confinamento de cordeiros da raça Santa Inês. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012Brasília. **Anais...** Brasília, – DF, 2012. (CD -ROM).

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, R. V.; SANTANA, R. A. V.; LOPES, J. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria. **Anais....** Santa Maria, 2003. CD-ROM

EVANGELISTA, A. R.; PERON, A. J.; AMARAL, P. N. C. Forrageiras não convencionais para silagem – mitos e realidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2004. p. 462-507.

EVANGELISTA, A. R.; SIQUEIRA, G. R.; LIMA, J. A.; LOPES, J.; RESENDE, A. V. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 20-26, 2009.

FREITAS, D.; BERCHIELLI, T. T.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, J. P. G.; PIRES, A. V.; ANDRADE, P. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial de rações com cana-de-açúcar, casca e raspa de mandioca ensiladas com polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1531-1542, 2002. (suplemento).

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F. et al. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 29, n. 3, p. 291-299, 2007.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; ERKEL, J. A. PRADO, I. N.; JONKER, R. C.; GUIMARAES, K. C. Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1685-1695, 2008.

GESUALDI, A. C. L.; SILVA, J. F. C.; VASQUEZ, H. M.; ERBESDOBLER, E. D. A. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 508-517. 2001.

GOCK, M. A.; HOCKING, A. D.; PITT, J. I.; POULOS, P. G. Influence of temperature, water activity and pH growth of some xerophilic fungi. **International Journal of Food Microbiology**, v. 81, p. 11-19, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comunicação Social**. Brasília-DF, 16 de outubro de 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal**. Brasília-DF, 2011. v. 39, 60 p.

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

KEADY, T. W.; O'KIELY, P. An evaluation of the effects of rate of nitrogen fertilization of the grassland on silage fermentation, in silo losses, effluent production and stability. **Grass and Forage Science**, v. 51, p. 350-362, 1996.

KUNG Jr., L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p. 251-304.

LENG, R. A. Limitaciones metabólicas em la utilización de AL cana de azúcar y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en ruminantes. In: SISTEMAS INTENSIVOS PARA PRODUCCIÓN ANIMAL Y ENERGIA RENOVABLE COL RECURSOS TROPICALES, 1988, Cali. **Anais...** Cali: CPAC, 1988. p. 31-38.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com ureia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

LIMA, M. M.; MATTOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.

LOPES, J. **Qualidade da silagem de cana-de-açúcar elaborada com diferentes aditivos**. – Lavras, MG, 2006, 85 fp. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFLA - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006..

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 984-991, 2010.

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

LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de capim-tanzânia sob efeitos do emurchecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 726-735, 2005.

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality, grains. **Feedstuffs**, v. 23, n. 10/17. p. 14-19, 1994.

MATTOS, F.; ARAÚJO, K. V.; LEITE, G. G.; GOULART, H. M. Uso de óleo na dieta de eqüinos submetidos ao exercício. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1373-1380, 2006.

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

MENDES, C. Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. – Piracicaba, SP, 2006. 104 fp. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2006..

MENDES, C. Q.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; NUSSIO, L. G.; ARAUJO, R. C.; RIBEIRO, M. F. Desempenho, parâmetros da carcaça e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com cana-de-açúcar ensilada ou in natura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 3, p. 733-740, 2008.

MOLINA, L. R.; FERREIRA, D. A.; GONÇALVES, L. C. et al. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

MUCK, R. E.; SHINNERS, K. J. Conserved forages (silage and hay): Progress and priorities. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 29., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, p. 753-762. 2001.

MUÑOZ MALDONADO, J. G. **Associação de aditivos químicos e microbianos no controle de fermentação e estabilidade aeróbica em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007, 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2007.

MURTA, R. M.; FIGUEIRA, N. A.; MARQUES, J. A.; SANTOS, P. E. F.; EUSTÁQUIO FILHO, A.; SANTOS, T. M.; CANI, A. C. P.; CALIXTO JUNIOR, F. J. Desempenho e Características da Carcaça de Ovinos Alimentados com ponta de Cana-de-açúcar em Substituição a Silagem de Sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECHNIA, 21., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: UFA, 2011. (CD-ROM).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL — NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. revised ed. Washinton, D.C.: 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL — NRC. **Nutrient requeriments of small ruminants**. Washinton, D.C.: 2007. 292 p.

NOGUEIRA FILHO, A.; KASPRZYKOWSKI, J. W. A. **O agronegócio da caprina-ovinocultura no Nordeste brasileiro**. Fortaleza – CE. Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 54 p.

O'KIELY, P. O.; CLANCY, M.; DOYLE, E. M. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. São Pedro-SP. **Proceedings...** Piracicaba-FEALQ, 2001. p. 794-795.

OLIVEIRA, A. C. **Farelo de mamona destoxificado na ensilagem de cana-de-açúcar em dietas para ovinos**. – Viçosa, MG, 2011. 89 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

OSÓRIO, J. C.; JARDIM, P. O. C.; PIMENTEL, M. A.; POUEY, J. L.; OSÓRIO, M. T. M.; LÜDER, W. E.; BORBA, M. F. Produção de carne entre cordeiros castrados e não castrados. 1 - Cruzas Hampshire Down x Corriedale. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 135-138, 1999.

OSÓRIO, J. C.; OLIVEIRA, N. M.; NUNES, A. P.; POUEY, J. L. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos. 3. Perdas e morfologia. **Ciência Rural**, v. 26, n. 3, p. 447-481, 1996.

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; DRIEHUIS, F.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOELSTRA, S. F. *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 12., 1999 Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1999. p. 266-267.

PAULINO, M. F.; FIGUEIREDO, D. M.; MORAES, E. H. B. K.; PORTO, M. O.; SALES, M. F. L.; ACEDO, T. S.; VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S. C. Suplementação de bovinos em pastagens: Uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2004, p. 93-139.

PAZIANI, S. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim-tanzânia. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 265-271, 2006.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F. LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; COELHO R. M., PACKER, I. H.; HORII, J.; GOMES, L. H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agrícola**, v. 62, p. 427-432, 2005.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; FONTENELE, R. M.; MEDEIROS, A. N.; REGADAS FILHO, J. G. L.; VILLARROEL, A. B. S. Características e rendimentos de carcaça e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 431-437, 2010.

PEREIRA, G. O.; BERNARDINO, F. S. Controle de efluentes na produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG. 2004.

PEREIRA, O. G.; RIBEIRO, K. G.; OLIVEIRA, A. S. Produção e utilização de silagem de capim no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2008, p. 249-277.

PEREIRA, R. C.; EVANGELISTA, A. R.; MUNIZ, J. A. Avaliação do bagaço de cana-de-açúcar submetido à fenação e à ensilagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1649-1654. 2009.

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; NUNES, F. M. Rendimento e características quantitativas de carcaças em cordeiros merino australiano e cruza ile de france x merino australiano. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 3, p. 351-359, 2005.

PIRES, C. C.; ARAÚJO, J. R.; BERNARDES, R. A. C.; LANES, R. C.; JUNGES, E. R. V. Desempenho e características da carcaça de cordeiros de três grupos genéticos abatidos ao mesmo estágio de maturidade. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 155-158, 1999.

PRESTON, T. R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal Animal Sciences**, v. 54. n. 4, p. 877-883, 1982.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics. In: MACLEOD, N. A.; SUTHERLAND, T. M. **Penambul Books**. Zaragoza: Acríbia, 1986. 100 p.

REZENDE, A. V.; RODRIGUES, R.; BARCELOS, A. F.; CASALI, A. O.; VALERIANO, A. R.; MEDEIROS, L. T. Qualidade bromatológica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 292-297, 2009.

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; QUEIROZ, O. C. M.; SANTOS, M. C.; SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

SANTOS, M. C.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1555-1563, 2008.

SANTOS, S. de C. **Substituição da silagem de cana-de-açúcar pela silagem dos restos culturais do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes**. Goiana, 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, GO, 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. Cary, 2000. 925 p.

SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 8, p. 1219-37, 1975.

SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; REIS, R. A.; COAN, R. M.; BERNARDES, T. F.; PANIZZI, R. C.; POIATTI, M. L.; PEDREIRA, M. S. Alterações químicas e microbiológicas nas silagens de capim-tifton 85 após a abertura dos silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 464-471, 2005.

SEAGRI/BA. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia. **BAHIABIO: Programa estadual de bioenergia**. Edição Revisada. Salvador. 2008. 56 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. 4ª reimpressão. Viçosa: UFV, 2009. 235 p.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T. F.; ROTH, M. T. P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 103-112, 2010.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

THIAGO, L. R. L.; SILVA, J. M.; COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S. **O uso da ponta da cana na engorda de novilhos em confinamento**. Campo Grande – MS: EMBRAPA – CNPGC. 1982. 5 p. (Comunicado Técnico, 9).

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L. BENEDETI, P. D. B.; SILVA, L. F. C. Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2008. p. 121-128.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. eEd. Ithaca:. Cornell University Press, 1994. 476 p.

Van SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VILELA, D. **Aditivos na ensilagem: quando e como usar**. 2.ed. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA – CNPGL, 2006. 2 p. (Instrução Técnica n° 15).

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

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 23-132.

ANEXOS

Tabela 1A - Composição químico-bromatológica e perfil fermentativo das silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); CZ (cinzas); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína); FDA (fibra em detergente ácido); LIG (lignina); CHO (carboidratos totais); CNF (carboidratos não fibrosos)

Nível	Repet.	MS (%MN)	MO	CZ	PB	EE	FDNcp	FDA	LIG	CHO	CNF	Ácido lático	Ácido acético	Ácido propion	Ácido butírico	N-NH ₃ (%Ntotal)
0	1	24,07	93,29	6,71	6,14	1,92	72,59	44,78	9,46	85,23	12,64	6,36	1,75	0,51	0,22	2,85
0	2	25,26	94,18	5,82	5,72	1,58	73,99	45,31	7,49	86,88	12,89	6,65	1,35	0,44	0,21	3,26
0	3	26,78	94,48	5,52	6,14	2,06	74,34	44,28	8,55	86,28	11,94	6,27	1,27	0,42	0,21	2,62
0	4	25,90	94,42	5,58	6,27	2,26	74,84	44,69	8,42	85,88	11,04	6,16	1,46	0,55	0,21	3,06
0	5	22,95	93,96	6,04	5,69	1,82	72,60	44,67	7,88	86,45	13,84	6,36	1,46	0,48	0,22	2,54
5	1	28,96	94,21	5,80	7,53	2,42	69,40	40,22	7,47	84,26	14,86	6,93	1,88	0,49	0,20	2,17
5	2	30,27	93,84	6,16	7,30	2,69	65,63	37,10	6,91	83,85	16,79	6,96	1,69	0,48	0,17	1,76
5	3	27,45	93,97	6,03	7,45	3,06	68,00	42,23	7,52	83,46	15,47	7,65	1,89	0,46	0,18	2,45
5	4	28,06	93,96	6,04	7,64	2,65	67,60	41,76	7,92	83,67	16,07	6,29	2,09	0,46	0,18	2,56
5	5	28,49	94,26	5,74	7,16	3,74	67,91	40,91	7,47	83,35	15,45	6,96	1,89	0,48	0,18	1,93
10	1	30,10	93,79	6,21	9,57	3,18	65,20	36,11	7,45	81,04	15,84	7,42	2,22	0,44	0,18	1,27
10	2	28,64	93,79	6,21	9,53	2,50	66,24	39,92	7,57	81,76	15,52	7,56	2,53	0,50	0,18	1,11
10	3	28,56	93,73	6,27	9,02	2,16	66,25	39,71	7,89	82,55	16,30	7,09	2,38	0,45	0,18	1,07
10	4	29,57	93,79	6,21	8,86	2,43	65,96	38,34	6,03	82,50	16,54	7,99	2,49	0,47	0,18	1,48
10	5	31,56	93,59	6,41	9,14	5,90	65,99	39,54	6,19	78,55	15,38	7,52	2,41	0,47	0,18	1,40
15	1	32,93	93,54	6,46	9,99	4,89	62,42	35,02	6,41	78,66	16,24	7,53	2,33	0,44	0,17	1,22
15	2	33,58	93,81	6,19	10,21	4,68	61,36	37,48	6,41	78,92	17,57	6,47	2,23	0,46	0,17	1,21
15	3	32,71	94,00	6,00	9,87	2,94	63,83	39,04	5,88	81,19	17,35	6,41	2,29	0,48	0,15	1,26
15	4	33,07	93,87	6,13	9,31	3,08	64,60	38,93	7,28	81,48	16,88	5,48	2,05	0,46	0,21	1,10
15	5	32,31	93,91	6,09	9,90	3,16	64,19	37,88	7,42	80,85	16,66	6,47	2,23	0,40	0,17	1,30
20	1	34,28	94,10	5,90	11,60	6,47	61,50	36,51	7,87	76,03	22,53	8,43	2,87	0,53	0,22	1,18
20	2	34,94	94,27	5,74	10,50	4,20	59,50	33,90	6,55	79,56	20,07	6,30	2,88	0,55	0,19	1,47
20	3	34,44	93,98	6,02	11,39	1,18	59,88	35,53	6,15	81,41	21,53	7,59	2,81	0,46	0,20	1,15
20	4	36,05	93,96	6,04	11,51	1,45	57,62	35,32	6,44	81,01	23,39	7,44	2,28	0,40	0,21	1,04
20	5	34,54	93,99	6,01	11,45	1,38	56,72	34,98	6,33	81,15	24,43	7,44	2,71	0,48	0,20	1,09

Tabela 2A - Estabilidade aeróbia das silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); TQEA (tempo para quebra de estabilidade); TMAX (temperatura máxima); TTMAX (tempo para máxima temperatura); SDTEMP (soma das diferenças de temperatura); DMAXTEMP (diferença máxima entre a temperatura ambiente e a temperatura da silagem); pHzero (potencial de hidrogênio da silagem na abertura do silo); pHcinco (potencial de hidrogênio da silagem aos cinco dias de exposição ao ambiente); pHdez (potencial de hidrogênio da silagem aos dez dias de exposição ao ambiente)

Nível	Repet.	TQEA (hora)	TMAX (°C)	TTMAX (hora)	SDTEMP (°C)	DMAXTEMP (°C)	pHzero	pHcinco	pHdez
0	1	72,00	24,00	60,00	3,00	31,00	3,65	3,70	7,18
0	2	84,00	24,00	60,00	2,00	28,00	3,60	3,69	6,75
0	3	108,00	24,00	60,00	2,00	22,00	3,58	3,69	5,13
0	4	72,00	25,00	168,00	3,00	34,00	3,60	3,60	7,00
5	1	72,00	25,00	84,00	3,00	39,00	3,56	4,12	6,23
5	2	48,00	25,00	60,00	3,00	44,00	3,56	3,75	5,79
5	3	72,00	25,00	84,00	3,00	38,00	3,58	4,37	5,98
5	4	72,00	25,00	84,00	3,00	36,00	3,54	4,37	5,80
10	1	48,00	29,00	72,00	8,00	69,00	3,57	3,89	7,17
10	2	48,00	28,00	72,00	7,00	59,00	3,57	5,17	7,18
10	3	48,00	28,00	72,00	7,00	68,00	3,55	4,08	6,78
10	4	48,00	28,00	72,00	7,00	62,00	3,57	6,38	6,35
15	1	48,00	28,00	72,00	7,00	59,00	3,64	6,68	6,57
15	2	48,00	27,00	48,00	5,00	59,00	3,62	5,25	6,17
15	3	48,00	29,00	60,00	6,00	61,00	3,58	4,60	5,89
15	4	48,00	28,00	72,00	7,00	61,00	3,61	6,11	5,93
20	1	48,00	29,00	60,00	6,00	67,00	3,66	3,82	6,42
20	2	48,00	27,00	180,00	5,00	59,00	3,70	4,71	6,56
20	3	48,00	32,00	72,00	11,00	83,00	3,69	3,81	6,27
20	4	72,00	28,00	84,00	6,00	67,00	3,70	3,77	6,57

Tabela 3A - Perdas e taxa de recuperação da matéria seca das silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); PG (perdas gasosas); PE (perdas por efluentes); RMS (taxa de recuperação da matéria seca)

Nível	Repet.	PG	PE	RMS
0	1	6,96	3,25	89,05
0	2	4,97	2,38	91,05
0	3	3,72	2,60	88,85
0	4	2,48	7,38	93,05
0	5	4,06	8,70	83,42
5	1	3,75	0,97	96,14
5	2	2,46	1,43	97,38
5	3	2,23	2,66	97,49
5	4	3,31	2,11	96,47
5	5	2,51	0,59	97,42
10	1	2,18	1,17	97,70
10	2	2,44	0,87	97,47
10	3	3,12	0,55	96,82
10	4	2,32	1,66	97,51
10	5	3,48	0,43	98,03
15	1	2,33	0,65	97,60
15	2	2,28	0,23	97,70
15	3	2,52	0,51	97,43
15	4	2,43	0,36	97,53
15	5	2,51	0,11	97,48
20	1	7,5685	0,24	92,41
20	2	5,6284	0,14	94,36
20	3	7,2176	0,24	92,76
20	4	3,3041	0,22	96,67
20	5	6,7663	0,36	93,20

Tabela 4A - Consumo, em g/kg^{0,75}, de matéria seca e nutriente das dietas à base de silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); CZ (cinzas); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína); CT (carboidrato totais); NDT (nutrientes digestíveis totais)

Nível	Repet.	MS	MO	PB	EE	FDNcp	CT	NDT
0	1	83,20	78,57	12,48	1,72	53,79	66,97	56,29
0	2	80,66	76,17	12,10	1,67	52,15	64,93	54,57
0	3	78,97	65,27	11,85	1,64	51,06	63,57	53,43
0	4	75,40	71,21	11,31	1,56	48,75	60,70	51,01
5	1	98,66	93,23	14,80	2,64	57,49	76,68	67,28
5	2	87,25	82,44	13,09	2,33	50,84	67,80	59,49
5	3	81,74	77,24	12,26	2,18	47,63	63,52	55,73
5	4	93,31	88,17	14,00	2,49	54,37	72,52	63,63
10	1	80,06	75,48	12,01	2,17	44,22	60,61	54,86
10	2	79,49	74,94	11,92	2,15	43,90	60,18	54,47
10	3	97,14	91,58	14,57	2,63	53,65	73,54	66,57
10	4	88,85	83,77	13,33	2,41	49,08	67,27	60,89
15	1	94,53	89,21	14,18	2,96	50,03	71,00	66,23
15	2	90,90	85,78	13,63	2,85	48,11	68,27	63,69
15	3	95,68	90,30	14,35	3,00	50,64	71,87	67,04
15	4	92,91	87,68	13,94	2,91	49,17	69,79	65,10
20	1	89,58	84,77	13,44	2,16	43,40	66,69	63,95
20	2	81,98	77,58	12,30	1,97	39,72	61,04	58,53
20	3	90,08	85,25	13,51	2,17	43,65	67,07	64,31
20	4	91,64	88,40	13,75	2,21	44,40	68,23	65,42

Tabela 5A - Desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); PCA (peso corporal ao abate); GPD (ganho de peso diário); CA (conversão alimentar); RCQ (rendimento de carcaça quente); RCF (rendimento de carcaça fria); EGS (espessura de gordura subcutânea); PPR (perda por resfriamento)

Nível	Repet.	PCA	GPD	CA	RCQ	RCF	EGC	PPR
0	1	24,50	87,500	7,670	34,102	32,980	0,009	3,291
0	2	32,23	118,390	6,870	38,008	36,643	0,009	3,592
0	3	25,20	125,000	5,560	36,508	35,317	0,010	3,261
0	4	23,80	91,030	7,380	39,987	38,475	0,000	3,690
0	5	23,00	92,860	7,220	38,196	37,065	0,010	3,960
0	6	26,50	71,430	9,700	39,245	37,887	0,000	3,462
5	1	33,90	107,140	9,150	40,044	38,628	0,380	3,536
5	2	31,10	116,070	7,050	38,907	37,572	0,250	3,430
5	3	29,40	110,710	7,560	40,408	38,895	0,040	3,746
5	4	28,00	105,360	7,060	41,286	39,804	0,390	3,590
5	5	28,70	146,430	5,310	40,195	38,714	0,500	3,510
5	6	29,10	90,000	8,090	40,481	39,107	0,110	3,396
10	1	30,70	110,710	7,430	40,189	38,935	0,130	3,465
10	2	25,90	128,030	5,550	38,069	36,795	0,620	3,347
10	3	26,40	100,000	6,330	38,106	36,761	0,740	3,529
10	4	28,30	117,860	7,420	46,502	44,965	1,110	3,306
10	5	28,20	103,570	7,150	40,610	39,262	0,860	3,402
10	6	21,90	79,640	8,260	38,973	37,123	0,910	3,545
15	1	26,40	114,290	6,770	42,443	40,928	1,250	3,570
15	2	23,50	116,070	6,270	41,234	39,979	1,090	3,044
15	3	29,00	139,290	5,460	40,190	38,910	1,120	3,175
15	4	25,50	132,140	5,700	45,240	43,800	1,130	3,164
15	5	28,50	144,640	5,220	37,120	36,040	1,500	2,930
15	6	34,30	155,360	6,060	43,190	41,920	1,250	2,936
20	1	38,40	216,070	4,630	41,800	40,760	1,500	2,492
20	2	23,90	129,900	6,203	44,059	42,866	1,270	2,707
20	3	26,90	135,714	4,741	39,725	37,758	1,320	2,706
20	4	26,90	139,286	5,323	45,743	44,647	1,500	2,397
20	5	31,20	158,929	4,971	41,426	40,593	1,250	2,012
20	6	19,60	82,143	6,719	40,230	39,005	1,260	2,744

Tabela 6A - Digestibilidade (%) da matéria seca e nutriente das dietas à base de silagens de terço superior de cana-de-açúcar com adição de níveis de resíduo de cervejaria desidratado: Nível (nível de inclusão de cevada na silagem); REPET (repetição); MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); CZ (cinzas); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína); CT (carboidrato totais); NDT (nutrientes digestíveis totais)

Nível	Repet.	MS	MO	PB	EE	FDNcp	CT	NDT
0	1	77,90	77,09	86,29	31,15	84,20	80,60	69,13
0	2	80,06	80,78	89,06	83,42	85,24	81,62	74,56
0	3	68,39	66,04	82,50	63,25	73,19	72,67	61,06
0	4	76,37	69,04	87,09	84,33	77,51	77,44	69,21
5	1	86,20	86,09	91,57	93,19	86,18	86,00	81,59
5	2	84,44	85,20	92,07	92,56	81,98	84,07	79,44
5	3	81,58	78,84	90,03	93,78	79,15	81,02	75,63
5	4	85,30	85,28	91,58	94,15	83,07	85,04	80,59
10	1	78,08	78,01	87,01	90,75	78,98	77,71	71,70
10	2	79,78	81,40	87,94	90,00	78,83	79,33	73,63
10	3	86,00	86,37	93,61	92,79	82,57	85,23	81,65
10	4	84,77	84,84	92,30	93,54	81,87	83,76	79,79
15	1	88,51	84,91	92,55	96,34	86,58	87,94	85,11
15	2	80,45	81,99	88,12	86,02	76,70	79,81	74,41
15	3	82,52	85,50	90,08	88,92	79,76	81,89	77,34
15	4	81,27	82,66	89,26	88,28	77,44	80,46	75,58
20	1	81,44	82,38	87,55	87,58	76,10	81,36	77,01
20	2	84,84	85,12	89,59	88,38	81,44	85,13	81,42
20	3	84,42	85,64	90,50	88,86	79,39	83,68	80,14
20	4	84,34	88,95	89,64	90,35	79,93	84,21	80,63