Anais do

VI SIMPÓSIO:

PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS

miolo VI Simposio.indd 1 11/04/2017 15:52:11

miolo VI Simposio.indd 2 11/04/2017 15:52:11

Clóves Cabreira Jobim
João Luiz Pratti Daniel
Marcos Weber do Canto
Ulysses Cecato

Anais do

VI SIMPÓSIO:

PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Zootecnia

Maringá, PR
2017

miolo VI Simposio.indd 3 11/04/2017 15:52:12

Copyright © 2017 para os autores

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução, mesmo parcial, por qualquer processo mecânico, eletrônico, reprográfico etc., sem a autorização, por escrito, dos autores.

Todos os direitos reservados desta edição 2017 para Nova Sthampa Gráfica e Editora

O conteúdo dos capítulos, assim como as tabelas, figuras e fotos são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Revisão textual e gramatical: Responsabilidade dos respectivos autores.

Normalização textual e de referências: Responsabilidade dos respectivos autores.

Projeto gráfico/diagramação: Marcia Lang

Imagens/fotografias: fornecidas pelos autores

Capa - arte final: Marcia Lang

Fonte: Goudy Old Style

Tiragem - versão impressa: 350 Exemplares

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR., Brasil)

S612 Simposio : Produção e Utilização de Forragens Conservadas (6. : 2017 : Maringá, PR)
Anais do VI Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas / organizadores Clóves Cabreira Jobim, João Luiz Pratti Daniel, Marcos Weber do Canto, Ulysses Cecato. - Maringá, PR : UEM/CCA/DZO, 2017.
234 p.

ISBN 978-85-63633-09-5

1. Forragens conservadas – Produção e utilização. 2. Silagem - Custo benefício. 3. Máquinas para conservação de forragens. 4. Gramíneas e cereais – Silagem. 5.Qualidade higiênica sanitária. 6. Impacto da tecnologia de ensilagem – Silagem. I. Jobim, Clóves Cabreira. II, Daniel, João Luiz Pratti. III. Canto, Marcos Weber do. IV. Cecato, Ulysses. V. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. VI. Título.

CDD 21. ed.636.086

PROMOÇÃO
Departamento de Zootecnia - UEM
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM - PPZ
GESF - Grupo de Estudos em Silagem e Feno (UEM 0102)

Apoio
CAPES - Coordenação de Pessoal de Nível Superior
Lallemand Animal Nutrition

Gráfica e Editora
Av. São Domingos, 1269 - Maringá-Paraná - Fone: |44| 3302 4411 - 99760-3212
novasthampa.com.br | nova@novasthampa.com.br

SUMÁRIO

EFICIÊNCIA NO USO DE NUTRIENTES DAS SILAGENS EM DIETAS DE BOVINOS DE CORTE
Ricardo Andrade Reis, Carlos Henrique Silveira Rabelo, Carla Joice Härter 9

IMPORTÂNCIA DO GRAU DE PROCESSAMENTO DA FORRAGEM NO GASTO ENERGÉTICO PARA COLHEITA E NA QUALIDADE DA SILAGEM
Ciniro Costa, Paulo Roberto de Lima Meirelles, André Michel de Castilhos, Cleunice Auxiliadora Fialho, Cristiano Magalhães Pariz 61

PRODUÇÃO DE SILAGENS DE MILHO OU SORGO EM CONSÓRCIO COM LEGUMINOSAS
Mábio Silvan José da Silva, Dheyme Cristina Bolson, Clóves Cabreira Jobim 83

CENÁRIO DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE FENO E PRÉ-SECADO NO BRASIL
Marcela Abbado Neres, Caroline Daiane Nath, Samantha Mariana Monteiro Sunahara 141

IMPACTO DO CONSUMO DE SILAGENS DETERIORADAS NA PRODUÇÃO E SANIDADE DO REBANHO
Mateus Castilho Santos 171

PLANEJAMENTO FORRAGEIRO EM SISTEMAS COM USO DE FORRAGENS CONSERVADAS: O QUE CONSIDERAR?
Clóves Cabreira Jobim, João Luiz PrattiDaniel, Fábio Cortez Leite de Oliveira 179

USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ADITIVOS EM SILAGENS
Maity Zopollatto, Rafael Canonenco de Araújo 199

SNAPLAGE – FONTE EXCLUSIVA DE AMIDO E FIBRA OBTIDA PELA ENSILAGEM OTIMIZADA DA ESPIGA DE MILHO
Willian Pereira dos Santos, Pedro Augusto Ribeiro Salvo, Luiz Gustavo Nussio 225

miolo VI Simposio.indd 5 11/04/2017 15:52:12

miolo VI Simposio.indd 6 11/04/2017 15:52:12

PREFÁCIO

Esta publicação contém os textos referentes às palestras apresentadas na 6^{0} edição do **Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas.** Este evento, com peridiocidade trianual, tem como principal objetivo ser um fórum de apresentação e discussão dos resultados de pesquisas na área de forragens conservadas, realizadas em instituições públicas e privadas no Brasil. O interesse dos produtores brasileiros em relação a produção de silagens e fenos tem mostrado constante crescimento nas últimas décadas. Além da maior profissionalização dos produtores, o aumento no uso de exploração animal em confinamento, semi-confinamento ou suplementação a pasto, torna imprescindível o uso de forragens conservadas na maioria dos sistemas intensivos de produção de ruminantes. Além disso, as frequentes alterações climáticas ocorridas no globo como um todo, acarretam insegurança na produção de pastos para alimentação dos rebanhos. Nesse contexto, a segurança do planejamento forrageiro passa pela produção e utilização de forragens conservadas em diferentes sistemas de produção animal. Todo esse cenário tem induzido e estimulado muitas pesquisas na produção e uso de silagens e fenos nas condições brasileiras. Assim, a cada três anos, reunimos pesquisadores de renome no campo de forragens conservadas, com objetivo de apresentar ao setor produtivo, estudantes, profissionais e pesquisadores os principais avanços em temas de grande relevância na área de produção e uso de silagem e de feno.

Os Editores.

miolo VI Simposio.indd 7 11/04/2017 15:52:12

miolo VI Simposio.indd 8 11/04/2017 15:52:12

EFICIÊNCIA NO USO DE NUTRIENTES DAS SILAGENS EM DIETAS DE BOVINOS DE CORTE

Ricardo Andrade Reis[1]
Carlos Henrique Silveira Rabelo[1]
Carla Joice Härter[2]

1. INTRODUÇÃO

Em regiões tropicais, a ensilagem é o principal método de conservação de plantas forrageiras, uma vez que a obtenção de fenos de alta qualidade é difícil em condições onde há elevada umidade relativa do ar e precipitação frequente durante o período de colheita da forragem (Adesogan, 2009, Reis et al., 2010). Conceitualmente, silagem é o alimento resultante da fermentação de forragens (ou subprodutos) que contenham umidade suficiente para ocorrência de atividade bacteriana em meio anaeróbio. Neste processo, os microrganismos utilizam açúcar como fonte de energia para crescimento e produzem ácidos orgânicos, fazendo com que o pH da massa ensilada seja reduzido. Portanto, o ambiente ácido associado à anaerobiose constitui o meio mais comum para a inibição dos microrganismos indesejáveis ao processo e a preservação da massa ensilada (Pahlow et al., 2003).

Embora a ensilagem permita que o excedente da produção forrageira durante o período chuvoso seja utilizado na alimentação dos animais durante o período da seca, a maior desvantagem do processo se deve a redução no valor nutritivo da silagem comparada à planta ou subproduto que lhe deu origem (Charmley, 2001). O processo de ensilagem causa profundas alterações na composição química do alimento

[1] Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: rareis@fcav.unesp.br (R.A. Reis); carlos.zoo@hotmail.com (C.H.S. Rabelo)
[2] Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: carlaharter@gmail.com

miolo VI Simposio.indd 9 11/04/2017 15:52:12

e, por consequência, altera a eficiência de utilização dos nutrientes pelos animais. No contexto da produção animal, em especial na pecuária de corte, pode-se abordar o termo eficiência como a capacidade de produzir maior quantidade de carne com uma quantidade mínima de alimento. Obviamente, esta eficiência está atrelada a inúmeros eventos bioquímicos que ocorrem no silo e, posteriormente do rúmen até a absorção e utilização dos nutrientes pelos animais.

Neste sentido, diversos estudos têm concentrado esforços para avaliar as alterações químicas e os efeitos dos produtos fermentativos da silagem sobre o consumo voluntário e o desempenho de bovinos de corte. Uma vez que o assunto é complexo e abrangente, o nosso intuito é apontar de forma sucinta as principais alterações químicas que a planta sofre durante a fermentação no silo e discutir seus efeitos sobre o metabolismo ruminal e eficiência na utilização dos nutrientes em bovinos de corte alimentados com silagem.

2. PROCESSO FERMENTATIVO

Uma fermentação adequada só é garantida em ambiente de anaerobiose, pela adoção correta das técnicas de ensilagem, como adequação 1) do ponto ideal de colheita da planta forrageira (Rabelo et al., 2015), 2) do tamanho da partícula (< 2 cm), 3) do rápido carregamento do silo, e 4) da compactação para efetiva expulsão do oxigênio do interior da massa ensilada (Velho et al., 2007), até a vedação hermética do silo, a fim de evitar a infiltração de ar e/ou água (McDonald et al., 1991).

Ao considerar os fatores de forma isolada, fatalmente o estádio de maturidade da planta pode ser considerado o mais importante dentre todo o processo de ensilagem, pois afeta sobremaneira a qualidade da silagem produzida. Fatores inerentes à planta, como a capacidade tamponante e conteúdo de açúcares fermentáveis disponíveis para os microrganismos no silo estão intimamente associados ao teor de matéria seca (MS) no momento da colheita (McDonald et al., 1991).

miolo VI Simposio.indd 10 11/04/2017 15:52:12

Portanto, considerando as características peculiares de cada cultura, recomenda-se que de maneira geral, a ensilagem seja realizada com teor de MS entre 28 a 37%, faixa em que as plantas (destacadamente gramíneas), normalmente apresentam maior quantidade de açúcares solúveis e menor capacidade tampão. Respeitando-se o ponto correto de ensilagem é possível obter uma silagem de boa qualidade, porém, caso a planta seja colhida com teor de umidade elevado, é provável que a silagem produzida seja de baixa qualidade, uma vez que a quantidade de açúcares disponíveis para a fermentação é baixa e a capacidade tamponante geralmente é elevada (Figura 1).

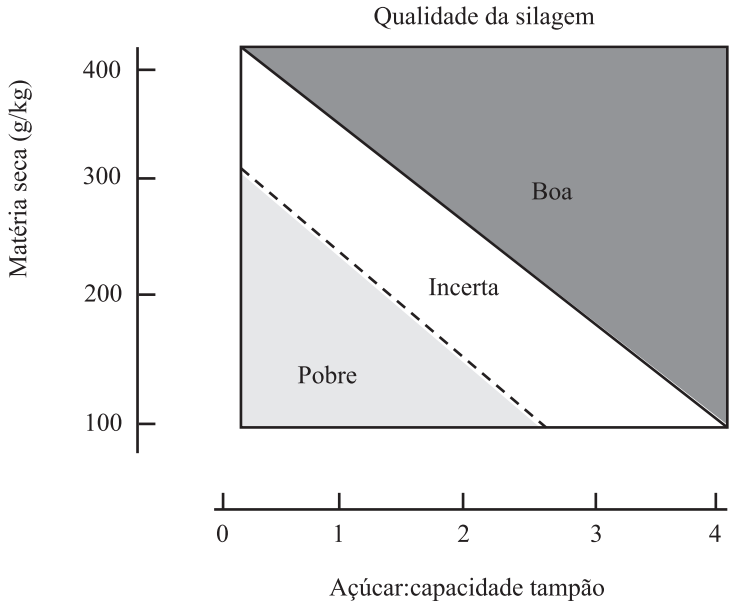


Figura 1. Relação entre conteúdo de matéria seca e proporção açúcar:capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das silagens.

Fonte: Weissbach et al., citado por Woolford (1984).

Respeitando-se o ponto ideal de colheita da planta e os demais processos citados anteriormente, a fermentação da forragem ocorre de maneira natural sob condições de anaerobiose em virtude da atuação dos microrganismos epífitas (microrganismos aderidos à planta durante seu

miolo VI Simposio.indd 11 11/04/2017 15:52:13

desenvolvimento na lavoura), os quais convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, provocando a acidificação do meio e queda do pH, que são condições essenciais para preservar os nutrientes da planta ensilada (Woolford, 1984, McDonald et al., 1991). Cabe salientar que as bactérias ácido-láticas (BAL) são os microrganismos mais desejáveis durante a fermentação, pois este grupo reduz as perdas de MS e energia no processo devido à maior produção de ácido lático (McDonald et al., 1973). Por outro lado, se o processo de ensilagem é realizado de forma errônea, como por exemplo, a colheita da planta com umidade elevada (> 72%), fatalmente as perdas de MS e energia atrelados ao processo irão aumentar em decorrência da maior atuação de leveduras e clostrídeos (Tabela 1).

Tabela 1 – Rota metabólica, produtos finais da fermentação e recuperação de matéria seca (MS) e energia de acordo com o grupo de microrganismo atuante no processo.

Rota metabólica	Substrato	Produtos finais (moles)	Recuperação (%)	
			MS	Energia
Homolática	Glicose	2 ácido lático + 2 ATP + 2H $_2$O	100	99
Heterolática	Glicose	1 ácido lático + 1 etanol + 1 CO_2 + 1 ATP + 1 H $_2$O	76	98
Heterolática	Frutose	1 ácido lático + 1 ácido acético + 2 manitol + 1CO_2 + 2 ATP + 1 H_2O	95	99
Leveduras	Glicose	2 etanol + 2 CO_2 + 2 ATP + 2H_2O	51	99
Clostridium	Glicose e frutose	1 ácido butírico + 2 CO_2 + 2 H_2 + 1 ATP + 1 H $_2$O	49	82

Fonte: Adaptado de McDonald et al. (1973).

De acordo com o exposto, fica evidente a necessidade de adequação no processo de ensilagem visando maximizar a recuperação de MS e energia durante a fermentação, uma vez que, invariavelmente o valor nutritivo da silagem é reduzido em relação à planta que lhe deu origem. Considerando que o processo de ensilagem engloba vários pontos importantes e que necessitam ampla abordagem, nós recomendamos a

miolo VI Simposio.indd 12 11/04/2017 15:52:13

leitura de prévias revisões do assunto (Buxton et al., 2003; McDonald et al., 1991), as quais discutem extensivamente cada um deles.

Do ponto de vista nutricional, o processo de ensilagem é responsável por importantes alterações na composição química da forragem (Tabela 2). Estas alterações se iniciam ainda no campo, após a colheita, em que a planta apresenta intensa atividade metabólica e respiratória. Nesta ocasião, as reservas de carboidratos (i.e., sacarose, amido e frutanas) podem ser hidrolisadas e utilizadas. Além disso, a atividade proteolítica da própria planta é responsável pela hidrólise da proteína em aminoácidos e peptídeos (Rooke e Hatfield, 2003). Normalmente este processo ocorre mesmo após vedação dos silos, durante a fase inicial de fermentação, onde ainda existe certa quantidade de oxigênio dentro do silo. Cabe ressaltar que também existe atividade proteolítica desempenhada por microrganismos presentes na massa ensilada (e.g., *Clostridium*, enterobactérias e as próprias BAL), e a concentração de N amoniacal ($N\text{-}NH_3$) pode aumentar, mesmo após um longo período de armazenagem da silagem (~ 1 ano) (Der Bedrosian et al., 2012; McDonald et al., 1991).

Após a remoção do oxigênio, inicia-se o metabolismo anaeróbio, onde existe uma rápida proliferação de microrganismos que produzem substâncias neutras e ácidas. Inicialmente, as bactérias mais ativas no processo são as BAL e as enterobactérias. Os produtos ácidos da fermentação reduzem o pH da silagem e favorecem o crescimento das BAL, que são mais ácido-tolerantes (Rooke & Hatfield, 2003).

miolo VI Simposio.indd 13 11/04/2017 15:52:13

miolo VI Simposio.indd 14

Tabela 2 – Composição química (% da matéria seca) da alfafa, milho, capins tropicais e cana-de-açúcar antes e após a ensilagem.

Item*	Forragem[1]				Silagem[1]			
	Alfafa	Milho	Capim[2]	Cana-de-açúcar	Alfafa	Milho	Capim[2]	Cana-de-açúcar
MS	29,4	33,7	28,5	29,8	26,4	33,3	24,3	24,9
Cinzas	13,1	3,97	9,93	4,30	16,1	4,37	10,6	4,87
Fracionamento de proteína								
PB	20,2	7,34	7,95	2,76	20,1	7,20	7,96	3,39
N-NH_3, % NT	-	1,80	2,75	5,96	19,5	7,11	8,24	5,55
NIDN, % NT	20,6	36,6	24,3	46,0	13,3	18,5	12,6	41,4
NIDA, % NT	7,26	20,8	10,7	33,5	13,0	21,0	11,5	32,7
Fracionamento de carboidratos								
Carboidratos totais	63,7	83,7	84,4	92,4	60,8	86,0	78,5	90,2
CNF	25,7	25,8	16,2	43,3	-	36,5	17,4	21,6
FDN	39,4	57,9	70,3	51,3	40,2	52,9	69,0	64,5
Lignina	7,44	6,45	6,80	7,93	10,9	7,08	7,65	7,74
Amido	15,6	30,9	14,4	-	12,5	25,7	17,7	-
Carboidratos solúveis	5,19	7,87	3,64	28,1	3,05	3,86	1,63	5,99
Ácido lático	-	-	-	-	6,50	5,67	5,06	3,60
Ácido acético	-	-	-	-	5,17	1,81	1,07	2,09
Ácido propiônico	-	-	-	-	0,18	0,25	0,30	0,50
Ácido butírico	-	-	-	-	0,80	0,06	0,07	0,22

*MS = matéria seca; PB = proteína bruta; N-NH3 = nitrogênio amoniacal; NT = nitrogênio total; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro.
1Médias foram calculadas utilizando-se 4 estudos com alfafa, 22 estudos com milho, 30 estudos com capins tropicais e 42 estudos com cana-de-açúcar. Todos os estudos foram conduzidos no Brasil e as médias incluem silagens inoculadas ou não com bactérias ácido-láticas.
2Dados incluem os gêneros *Brachiaria, Cynodon, Panicum e Pennisetum.*

Fonte: Elaborado pelos autores.

11/04/2017 15:52:13

Em ocasiões onde a quantidade de substratos não é limitante, as BAL dominam o processo fermentativo produzindo ácido lático e acidificam a silagem até o ponto em que o crescimento das próprias BAL é suprimido. Neste ponto, normalmente o processo fermentativo torna-se estável. No entanto, se a quantidade de substratos é limitante, ou a taxa de fermentação é baixa, enterobactérias e clostrídeos podem desempenhar papéis importantes no processo fermentativo (Rooke & Hatfield, 2003) e produzir compostos não desejáveis, como ácido butírico e N-NH_3, os quais afetam o consumo voluntário das silagens.

De acordo com os dados da Tabela 2, percebe-se que as principais alterações químicas resultantes da fermentação são o aumento da solubilidade da proteína indicado, neste caso, pelo teor de N-NH_3, bem como a redução no teor de carboidratos solúveis em detrimento da produção de ácido lático e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Como descrito anteriormente, a atividade proteolítica da própria planta é responsável pela hidrólise da proteína à aminoácidos e peptídeos (Rooke & Hatfield, 2003). Adicionalmente, os aminoácidos podem ser degradados em N-NH_3, ácidos orgânicos e aminas como resultado da ação dos microrganismos no silo (Pahlow et al., 2003).

Normalmente, os carboidratos representam mais de 70% da composição do alimento e, embora alguns estudos apontem que alguns microrganismos específicos são hábeis em utilizar amido como fonte direta de energia para o crescimento (Pahlow et al., 2003), os carboidratos solúveis são essencialmente a maior fonte de substratos para os microrganismos no silo. Portanto, em um ambiente onde as BAL dominam o processo fermentativo, os carboidratos solúveis são convertidos principalmente em ácido lático. Contudo, vários são os produtos finais da fermentação (i.e., ácidos orgânicos, aldeídos, cetonas, ésteres e álcoois) encontrados em silagens em quantidades significativas e, a presença destes está intimamente associada aos microrganismos envolvidos no processo e também a cultura ensilada (Daniel & Nussio, 2011).

Apesar dos carboidratos solúveis serem a principal fonte de substrato para que ocorra adequada fermentação dentro do silo, os

miolo VI Simposio.indd 15 11/04/2017 15:52:13

carboidratos estão presentes em sua grande maioria, na parede celular das plantas, os quais são denominados carboidratos estruturais, ou do ponto de vista nutricional, carboidratos fibrosos, e não são utilizados pelos microrganismos contidos no silo como substratos para crescimento (McDonald et al., 1991). No entanto, a qualidade nutricional da silagem tem grande relação com seu conteúdo de fração fibrosa e o arranjo estrutural (i.e., lignificação) que ela contém (Van Soest, 1994). Neste sentido, a fração de carboidratos fibrosos da forragem ensilada também pode ser afetada pela hidrólise da hemicelulose, que pode ocorrer pela própria ação de enzimas da planta e/ou produzidas por microrganismos atrelados ao processo fermentativo, bem como carreado pela elevada produção de ácidos no silo, o meio mais comum, e que é conhecido como hidrólise ácida da hemicelulose (McDonald et al., 1991). Portanto, a ensilagem, normalmente resulta no desaparecimento parcial da fração hemicelulose na silagem em relação à planta não ensilada (Figura 2) implicando na redução da fração fibra em detergente neutro potencialmente digestiva (FDNpd) e, consequentemente, acréscimo na fração FDN indigestível (FDNi). Este processo é importante, pois a dimensão das frações FDNpd e FDNi pode afetar diretamente os parâmetros das dinâmicas de degradação e trânsito pelo trato digestório, os quais modulam os efeitos da FDN sobre o consumo e digestão de nutrientes (Allen, 1996; Lund et al., 2007).

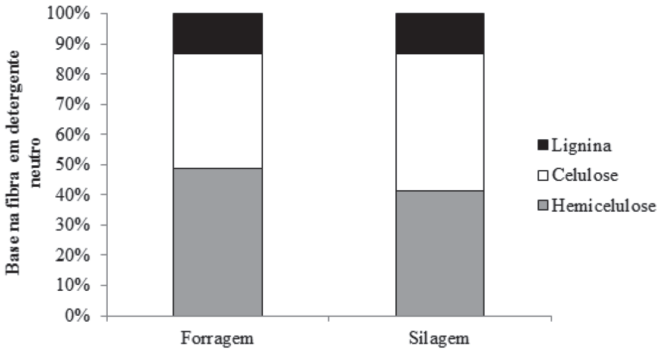


Figura 2. Porcentagem de hemicelulose, celulose e lignina da planta de milho com base na fibra em detergente neutro antes (Forragem) e após a ensilagem (Silagem). As médias foram calculadas a partir de quatro estudos conduzidos no Brasil incluindo aplicação ou não de bactérias ácido-láticas no momento da ensilagem.

Fonte: Elaborado pelos autores.

miolo VI Simposio.indd 16 11/04/2017 15:52:14

Em relação à fração amido da silagem, esta é quantitativamente importante em silagens de cereais (e.g., milho, sorgo, aveia, cevada e trigo). Como se sabe, os grânulos de amido são envoltos por uma camada física e rígida de proteína, denominada matriz proteica, a qual dificulta a digestão do amido em animais ruminantes (Owens et al., 1986), principalmente quando os grãos não são submetidos a qualquer tipo de processamento. De maneira geral, o processo de ensilagem apresenta algumas vantagens operacionais e de ordem nutricional em relação a outros tipos de processamento dos grãos de cereais. Do ponto de vista nutricional, o principal ganho se deve ao aumento na digestão do amido, o qual se dá por meio da degradação potencial da proteína zeína (presente na matriz proteica) durante o processo de ensilagem por solubilização, ou atividade proteolítica da própria planta e/ou de microrganismos (Hoffman et al., 2011). Produtos finais da fermentação, como ácido lático e acético, possuem a capacidade de solubilizar a zeína (Lawton, 2002). Todavia, a atividade proteolítica desempenhada pelos microrganismos no silo parecem ser o fator decisivo para o aumento na digestibilidade do amido em silagens armazenadas por longos períodos de tempo (i.e., ~1 ano) (Hoffman et al., 2011).

Os benefícios da ensilagem sobre a digestão do amido são de grande importância para sistemas que utilizam grandes quantidades de grão de milho na dieta. No Brasil, por exemplo, os híbridos de milho comercializados são basicamente do tipo flint (Pereira et al., 2004) e representam mais de 95% de todo o milho utilizado na dieta de bovinos confinados (Oliveira & Millen, 2014). Híbridos flint são largamente utilizados por apresentarem maior resistência a condições ambientais adversas e ataque de pragas e doenças, porém, o grão de milho destes híbridos possui maior resistência ao ataque dos microrganismos ruminais devido à maior proporção de endosperma vítreo comparado com os híbridos dentados (Philippeau et al., 1999), reduzindo a digestibilidade do amido (Correa et al., 2002). A matriz proteica dos milhos tipo flint são hidrofóbicas, enquanto o amido tem característica hidrofílica (Hoffman et al., 2011. Desta forma, em função das condições ambientais os milhos

miolo VI Simposio.indd 17 11/04/2017 15:52:14

flint tem maior potencial de adaptação a locais com menores índices de precipitação, como por exemplo em algumas regiões de clima tropical.

3. SIMULAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA E PROTEÍNA PROVENIENTE DE DIFERENTES FORRAGENS

Como discutido anteriormente, a composição química da forragem é alterada sobremaneira pela ensilagem, havendo perdas de MS e energia nesse processo (McDonald et al., 1991). Uma vez que os processos vitais de um ser vivo são dependentes da oferta de energia para que os mesmos ocorram de forma perfeita e organizada, espera-se que o fornecimento de silagem em detrimento às forragens não fermentadas cause alguma alteração na eficiência de utilização dos nutrientes. Os carboidratos, proteínas e lipídeos dos alimentos atuam como fornecedores de energia para os processos vitais dos seres vivos. Todavia, energia e proteína são os principais fatores limitantes no momento de entender o aproveitamento dos alimentos pelos ruminantes (Van Soest, 1994). Diante da temática eficiência de utilização de energia, cabe ressaltar que durante os processos de digestão, excreção e metabolismo ocorrem perdas fracionais da energia transferida do alimento até a sua utilização para mantença e ganho de peso de determinado animal.

O tipo de alimento ofertado ao animal tem grande influência sobre a eficiência de utilização de energia e capacidade diferenciada em atender aos requisitos de manutenção, crescimento e reprodução (Van Soest, 1994). Como pode-se observar pela análise dos dados da Tabela 3, forragens verdes, fenos e silagens possuem diferentes valores de energia metabolizável (EM), o que está diretamente relacionado à composição químico-física do alimento e refletira em diferentes formas de aproveitamento de sua composição energética, sobretudo sobre a produção de gás metano durante a fermentação ruminal. Conceitualmente, a EM do alimento é a fração oriunda da energia digestível (energia bruta (EB) com

miolo VI Simposio.indd 18 11/04/2017 15:52:14

conhecida digestibilidade) descontada de perdas de gases e urina (ARC 1980). As perdas por gases se dão, principalmente na forma de dióxido de carbono (CO_2) e gás metano (CH_4) (Blaxter & Clapperton, 1965) e estão intimamente associadas à fermentação no rúmen (Van Soest, 1994). Nesse contexto, salienta-se que a maior parte da energia perdida pelos gases é na forma de CH_4, e esta perda representa cerca de 8% da energia do alimento, quando a ingestão está no nível de mantença, sendo reduzida para cerca de 6% com o aumento do nível de ingestão (ARC, 1980).

A EM é a energia efetivamente disponível para o metabolismo do animal que pode ser usada para a manutenção de suas atividades vitais, bem como para a produção (Ferrel, 1988).Com base nos valores de EM, pode-se obter a metabolizabilidade de um alimento ou dieta, que é definida como a relação entre a EM e a EB da dieta (ARC, 1980). Existe uma relação entre a metabolizabilidade e a concentração dos nutrientes da ração, pois observa-se que o aumento da concentração de fibra diminui a metabolizabilidade do alimento. Em acordo com isso, pode-se observar pela análise dos dados da Tabela 3 que silagens de milho e silagem de cana-de-açúcar possuem menores teores de FDN e maior metabolizabilidade da energia, se comparadas com silagem de capim elefante, feno de Tifton 85 e de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A EM do alimento convertida em energia destinada a manutenção ou produção animal é denominada energia líquida (EL). Como parte da EM é perdida ao se transformar em EL, a EM possui diferentes eficiências de utilização para mantença (*km*) e produção, como ganho de peso (*kg*). Adicionalmente, tanto o *km* como o *kg* podem variar de acordo com a metabolizabilidade do alimento, ou dieta e com o teor de fibra (ARC, 1980). Devido a esses fatores, observam-se maiores eficiências de utilização de energia para *km* e *kg*, bem como maior teor de EL para mantença e ganho em alimentos como a silagem de milho e silagem de cana-de-açúcar que possuem maior metabolizabilidade da energia e menores teores de fibra (Tabela 3).

miolo VI Simposio.indd 19 11/04/2017 15:52:14

miolo VI Simposio.indd 20

Tabela 3 – Características nutricionais de diferentes tipos de silagem, feno e forragem verde*.

Alimentos	EB[1]	EM[1]	*q*	EL_m[2]	EL_g[3]	*km*	*kg*	FDN[1]	PB[1]	PDR[4]	PNDR[5]
	-- Mcal/kg MS --			-- Mcal/kg MS --				-- % MS --		---- % PB ----	
Silagens											
Milho	4,33	2,41	0,557	1,53	0,932	0,634	0,387	54,2	7,25	72,1	27,9
Cana-de-açúcar	4,34	2,43	0,560	1,54	0,948	0,636	0,390	67,5	3,77	76,2	23,8
Capim elefante	4,11	2,02	0,491	1,17	0,609	0,580	0,301	75,3	5,52	48,6	51,4
Fenos											
Alfafa	4,22	2,10	0,498	1,25	0,678	0,593	0,323	46,9	18,8	58,8	41,2
Tifton 85	4,20	2,06	0,490	1,21	0,643	0,587	0,312	77,6	9,66	49,6	50,4
Forragem verde											
Capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu	4,22	2,21	0,524	1,35	0,770	0,610	0,348	72,8	7,37	60,0	40,0

*EB=energia bruta; EM=energia metabolizável;*q* = metabolizabilidade (EM/EB);EL_m= energia líquida para mantença;EL_g= energia líquida para ganho;*km*= eficiência de utilização da EM para mantença; *kg*= eficiência de utilização da EM para ganho; FDN= fibra em detergente neutro; PB= proteína bruta; PDR= proteína degradável no rúmen; PNDR= proteína não degradável no rúmen.

[1] Dados foram extraídos do BR-CORTE(2016).

[2] $ELm = 1,37 \times EM - 0,138 \times EM^2 + 0,0105 \times EM^3 - 1,12$ (NRC, 2016).

[3] $ELg = 1,42 \times EM - 0,174 \times EM^2 + 0,0122 \times EM^3 - 1,65$ (NRC, 2016).

[4] PDR = a + b × (kd/ kd+kp) (NRC, 2001).A PDR dos alimentos foi calculada assumindo-se uma taxa de passagem de 5%/h.

[5] PNDR = b × (kp/ kd+kp) + c (NRC, 2001).A PNDR dos alimentos foi calculada assumindo-se uma taxa de passagem de 5%/h.

Fonte: elaborado pelos autores com base na literatura citada.

11/04/2017 15:52:14

Como descrito anteriormente, a energia e proteína são os principais fatores limitantes no momento de se avaliar o aproveitamento dos alimentos pelos ruminantes (Van Soest, 1994). Neste sentido, a degradabilidade ruminal da proteína pode ser afetada por vários fatores, tais como a composição química e física da proteína bruta (PB) de determinado alimento. A PB pode ser fracionada em relação à degradação ruminal, considerando a proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradada no rúmen (PNDR). A título de esclarecimento, a PDR é composta de proteína verdadeira e nitrogênio não proteico (NNP). A proteína verdadeira pode ser degradada em peptídeos e aminoácidos, os quais podem ser deaminados em N-NH_3 ou incorporados à proteína microbiana. A fração NNP é composta por ácidos nucléicos, NH_3, aminoácidos, e pequenos peptídeos, os quais são utilizados como fonte de N pelos microrganismos do rúmen (Bach et al., 2005). A massa microbiana, por sua vez, será a principal fonte de aminoácidos que chegara ao intestino delgado, representando 45 a 55% da proteína metabolizável. Por outro lado, a PNDR pode significar uma segunda fonte de aminoácidos disponíveis ao animal (Santos & Pedroso, 2011).

Por meio da análise dos dados da Tabela 3 é possível visualizar que as silagens de milho e de cana-de-açúcar também se destacam por possuírem maior fração de PDR, ao passo que estes mesmos alimentos possuem menor quantidade de PNDR. Estes resultados eram esperados, pois como discutido anteriormente, a proteólise que ocorre durante o processo de ensilagem é responsável por aumentar a fração de proteína solúvel da silagem, o que fatalmente aumenta sua degradabilidade no rúmen. Sabe-se que o conhecimento sobre a degradação da proteína dos alimentos é fundamental para que se chegue a níveis ideais de PDR nas dietas, o que otimizaria o crescimento microbiano no rúmen o que propicia o cálculo das quantidades de PNDR que complementaria as exigências nutricionais dos ruminantes (NRC, 2001), aumentando a eficiência no processo de produção.

miolo VI Simposio.indd 21 11/04/2017 15:52:14

4. SILAGEM NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

As alterações promovidas pela ensilagem podem causar profundas modificações na composição química da planta ensilada. Portanto, espera-se que estas alterações também afetem o consumo, digestibilidade e metabolismo ruminal dos animais alimentados com silagem.

Uma vez que a nossa abordagem é direcionada para bovinos de corte confinados, cabe ressaltar que a inclusão de silagem na dieta total desta categoria animal é relativamente baixa. Desta maneira, observa-se nas dietas de confinamento, baixa proporção de volumosos, e assim há mínima atividade de ruminação, pois o objetivo principal é atingir rápido crescimento ou ganho de peso (Weiss et al., 2003). No Brasil, 81,8% dos confinamentos utilizam mais de 70% de concentrado na dieta dos animais (Oliveira & Millen, 2014), enquanto nos EUA este valor é de 72,44% (Vasconcelos & Galyean, 2007). Todavia, cabe ressaltar que os confinamentos brasileiros são mais conservadores em termos de inclusão de fibra na dieta dos animais, comparativamente aos confinamentos americanos. Neste sentido, a qualidade da silagem produzida não deve ser de grande preocupação e dependendo do teor de umidade de outros ingredientes na dieta, silagens produzidas com maior tamanho de partícula e com teor de MS mais elevado podem ser mais desejáveis do que silagens de alta qualidade (Weiss et al., 2003).

Por outro lado, desde que levantamentos realizados em confinamentos no Brasil apontaram um aumento na utilização de silagem como fonte primária de forragem de 58,1% (Millen et al., 2009) para 63,6% (Oliveira and Millen, 2014) em um intervalo de cinco anos, o entendimento da composição deste grupo singular e de características únicas, bem como sua influência sobre o desempenho animal é de suma importância.

4.1. Consumo de forragens in natura versus fermentadas

O consumo é o componente de maior influência na determinação da qualidade de um alimento, a qual é definida como o resultado do

miolo VI Simposio.indd 22 11/04/2017 15:52:14

produto do valor nutritivo e consumo voluntário potencial. O valor alimentício das silagens é, inicialmente definido pela digestibilidade, a qual é influenciada diretamente pelo padrão de fermentação, bem como pelos processos de deterioração observados durante a fase de exposição aeróbia (Reis et al., 2008). Limitações no consumo de alimentos podem impedir que as exigências nutricionais dos animais sejam supridas. Como a maior parte dos nutrientes da dieta de bovinos de corte é utilizada para suprir as exigências de mantença, uma pequena alteração no consumo de alimentos pode ocasionar limitações na eficiência dos processos produtivos (BR-CORTE, 2016).

A ingestão potencial de MS da silagem é determinada pelo tipo de forragem, composição química e digestibilidade no momento da colheita, mas a extensão na qual esse potencial é alcançado depende, na prática, das modificações das frações carboidratos e de compostos nitrogenados durante a fermentação, bem como da deterioração durante a fase de exposição ao oxigênio (Nussio et al., 2003).Todavia, de maneira geral, o consumo de silagem é reconhecidamente inferior ao consumo da planta que não sofreu fermentação (Charmley, 2001). De acordo com Van Soest (1994), três hipóteses estão associadas ao baixo consumo de silagens: 1) presença de substâncias tóxicas, como aminas produzidas durante o processo de fermentação; 2) alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas, causando redução na aceitabilidade; e 3) diminuição na concentração de carboidratos solúveis e, consequentemente, na disponibilidade de energia para o crescimento de microrganismos do rúmen. Outros estudos apontam que a alta concentração de $N\text{-}NH_3$ e ácido butírico (indicadores de silagem de baixa qualidade) são os principais fatores que depreciam o consumo voluntário de silagem (Cushnahan et al., 1995; Harris & Raymond, 1963), embora resultados disponíveis na literatura sejam controversos. Como exemplo dos fatores citados acima, um estudo conduzido nos EUA (Bolsen et al., 2002) demonstrou que a inclusão de silagem deteriorada na dieta de novilhos alimentados com silagem de milho reduziu sobremaneira o consumo de MS e digestibilidade da matéria orgânica (MO), PB e FDN (Tabela 4).

miolo VI Simposio.indd 23 11/04/2017 15:52:14

Tabela 4 – Efeito da inclusão de silagem deteriorada sobre o consumo de matéria seca (MS) e digestibilidade da matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) em novilhos alimentados com dietas à base de silagem de milho.

Item*	Relação silagem normal:silagem deteriorada (%)			
	100:0	75:25	50:50	25:75
Consumo de MS, kg/dia	7,95[a]	7,35[b]	6,95[bc]	6,66[c]
Digestibilidade, %				
MO	75,6[a]	70,6[b]	69,0[b]	67,8[b]
PB	74,6[a]	70,5[b]	68,0[bc]	62,8[c]
FDN	63,0[a]	56,0[b]	52,5[b]	52,3[b]

Fonte: Bolsen et al. (2002).

O fato é que animais ruminantes aprendem a associar as consequências pós-ingestivas de um alimento com suas propriedades sensoriais, e usam suas preferências ou aversões condicionadas para fazerem a seleção dos alimentos (Forbes & Provenza, 2000; Launchbaugh et al., 1996). De qualquer maneira, mediante os avanços na tecnologia da ensilagem, espera-se que os produtos da fermentação afetem menos o consumo de silagem, o qual pode ser similar à planta não ensilada (Keady &Murphy, 1998). Neste contexto, o fornecimento de 136 silagens de capim provenientes de fazendas comerciais na Irlanda do Norte a 192 novilhos de corte mostrou relações relativamente fortes entre consumo de silagem e digestibilidade in vivo, degradabilidade ruminal e fração fibrosa, porém, o consumo de silagem foi pobremente correlacionado com as características da fermentação da silagem (Steen et al., 1998). Os autores do estudo reportaram que o aumento de 1% na digestibilidade aparente da MS de silagens de capim oferecidas a novilhos de corte resultou em aumento no consumo de MS da ordem de 1,5%.

Adicionalmente, embora seja aceito que o teor de FDN possua grande influência sobre o consumo de forragens, o valor de FDN que limita o consumo não é o mesmo para a predição de ingestão de qualquer tipo de ração (Mertens, 1994). Portanto, dados reportados na literatura evidenciam que o consumo de MS de silagens deve ser mais intimamente

miolo VI Simposio.indd 24 11/04/2017 15:52:14

associado com a digestibilidade do FDN, do que propriamente com a concentração de FDN (Huhtanen et al., 2007). Neste sentido, Steen et al. (1998) observaram que a variação na predição do consumo de MS em novilhos de corte é muito similar à variação na concentração de FDN, fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, ou seja, os dados estão mais correlacionados à digestibilidade destas frações.

O aumento no teor de PB dietético também é uma estratégia que deve resultar em acréscimos no consumo de MS, pois silagens normalmente apresentam baixo conteúdo proteico e, portanto, a digestibilidade da fibra é reduzida, afetando a taxa de desaparecimento do alimento no rúmen e promovendo efeito de enchimento físico (Steen et al., 1998). Demonstrando que esta teoria é verdadeira, um estudo conduzido no Brasil por Pimentel et al. (1998) demonstrou que a inclusão de 20% de farelo de soja na dieta de novilhos mestiços Holandês x Zebu alimentados com silagens de milho e sorgo aumentou o consumo de MS, bem como a digestibilidade aparente da MS e EB (Figura 3).

4.2. Digestibilidade

O termo digestibilidade é utilizado para definir o balanço de matéria perdida na passagem através do trato digestivo do animal e é o que melhor mensura o aproveitamento de um alimento (Van Soest, 1994). Considerando que o consumo de MS é o fator determinante para avaliar a qualidade de um alimento, pesquisas conduzidas na Europa evidenciaram que, na avaliação de diferentes tipos de silagens, os valores de digestibilidade têm importância relevante sobre o consumo (Huhtanen et al., 2007; Steen et al., 1998).

Fatores como o processamento da silagem, tempo de estocagem e tempo de exposição ao oxigênio durante a fase de utilização também apresentam efeito pronunciado sobre a digestibilidade da silagem (Benton et al., 2005; Daniel et al., 2015; McDonald et al., 1991). Todavia, dentre os fatores relacionados à digestibilidade, certamente o estádio avançado de maturidade é o mais importante e corrobora para a redução na

miolo VI Simposio.indd 25 11/04/2017 15:52:14

digestibilidade da silagem, uma vez que há maior lignificação da parede celular (Jung e Allen, 1995). Além disso, a baixa concentração de N em forragens mais maduras também contribui para limitar a digestibilidade da forragem e, consequentemente, a produção animal (Steen et al., 1998).

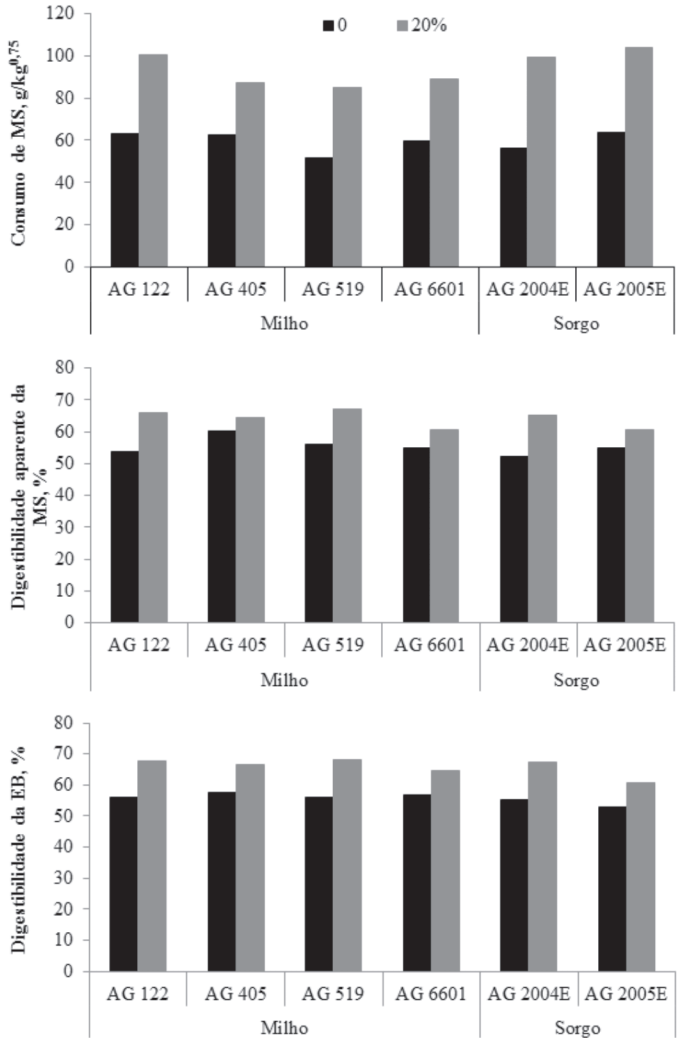


Figura 3. Efeito do nível de farelo de soja (0 e 20%) na dieta (base na matéria seca (MS)) sobre o consumo de MS e digestibilidade da MS e energia bruta (EB) em novilhos mestiços Holandês × Zebu alimentados com silagens de milho e sorgo.

Fonte: Pimentel et al. (1998).

miolo VI Simposio.indd 26 11/04/2017 15:52:15

De acordo com as premissas descritas anteriormente, Rinne et al. (1997) observaram uma forte e negativa relação entre o teor de FDN das silagens de capim com a digestibilidade aparente da MO no rúmen de bovinos de corte de acordo com a ensilagem em estádios de maturidade avançados (Figura 4). Embora os efeitos dos crescentes estádios de maturidade sobre a digestibilidade da forragem sejam conhecidos, a exata predição é difícil e alterações curvilíneas, como observado no trabalho de Rinne et al. (1997) são possíveis.

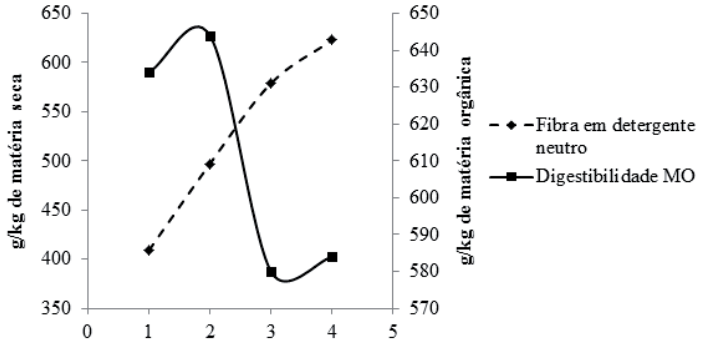


Figura 4. Silagem de capim (*Phleum pratense* e *Festuca pratemis*) produzido em diferentes estádios de maturidade e efeito sobre a digestibilidade aparente da matéria orgânica (MO) no rúmen de bovinos de corte (números de 1 a 4 referem-se a diferentes datas de colheita do capim).
Fonte: Rinne et al. (1997).

Adicionalmente, há a necessidade de atentar-se para o fato que dietas para gado de corte em crescimento, e principalmente na fase de terminação, geralmente contem uma grande proporção de concentrado e, portanto, uma grande quantidade de carboidratos prontamente fermentescíveis, os quais reduzem o pH ruminal. Neste sentido, o fornecimento de silagem com intrínseca alta umidade e tamanho de partícula reduzido resulta em insuficiente atividade mastigatória para induzir a secreção de saliva, ocasionando menor pH ruminal. Por sua vez, o baixo pH ruminal resulta em baixa digestão da fibra (Weiss et al., 2003). Neste ponto, a formulação de dietas deve considerar uma mínima quantidade de fibra fisicamente efetiva que seja suficiente para promover

miolo VI Simposio.indd 27 11/04/2017 15:52:15

motilidade ruminal, evitando o aparecimento de doenças metabólicas que reduzem o desempenho produtivo dos animais.

4.3. Produtos finais da fermentação e metabolismo ruminal

Pesquisas conduzidas na Europa evidenciaram que, na avaliação de diferentes tipos de silagens, os valores de digestibilidade têm importância relevante sobre o consumo. Contudo, na análise de um tipo específico de silagem com digestibilidade semelhante, os produtos da fermentação passam a ter maior influência sobre o consumo (Huhtanen et al., 2007). De fato, o valor nutritivo da silagem é diferente de forragens verdes ou secas que não sofreram fermentação. As características químicas e físicas únicas da silagem influenciam o metabolismo dos microrganismos ruminais e dos animais hospedeiros, afetando o consumo de MS, digestibilidade e desempenho animal e, pode alterar os requerimentos de nutrientes pelo animal (Weiss et al., 2003).

O ácido lático, AGCC e etanol são geralmente os principais produtos da fermentação das diferentes silagens (McDonald et al., 1991). Parte dos produtos da fermentação das silagens pode ser perdida por volatilização, no entanto, a fração consumida pelos animais tem importância nutricional significativa (Daniel et al., 2013), uma vez que possuem alto conteúdo energético por unidade de massa (Tabela 5). Ao avaliar o calor de combustão ou EB dos produtos fermentativos, nota-se que partes destes apresentam valores maiores do que os açúcares e carboidratos de reservas ou estruturais. Por isso, incialmente pode-se presumir que os produtos fermentativos são mais desejáveis do ponto de vista de atuarem como substratos para o crescimento de microrganismos no rúmen em comparação com os carboidratos solúveis. No entanto, somente o ácido lático é utilizado por microrganismos do rúmen como substrato, enquanto os AGCC são absorvidos diretamente na parede do rúmen (Weiss et al., 2003).

miolo VI Simposio.indd 28 11/04/2017 15:52:15

Tabela 5 – Valores de energia bruta dos açúcares, polímeros de glicose e produtos finais da fermentação.

Composto	Calor de combustão (kcal/g)
Açúcares	
Glicose	3,7
Frutose	3,7
Sacarose	3,9
Polímeros de glicose	
Celulose	4,2
Amido	4,2
Produtos da fermentação	
Ácido lático	3,7
Ácido acético	3,7
Ácido propiônico	5,1
Ácido butírico	6,1
Etanol	7,1

Fonte: Adaptado de Clymer (2004) e Lawrence & Fowler (2002).

O ácido acético e propiônico são os principais produtos da fermentação no rúmen, independentemente do tipo de dieta. Nas silagens, a concentração de ácido acético, normalmente varia de 1 a 10% na MS, notadamente naquelas bem preservadas, as quais apresentam concentrações de 2 a 5% (McDonald et al., 1991). Nestas condições, o consumo de ácido acético por ruminantes alimentados com dietas contendo alta proporção de silagem deveria ser equivalente a 10% da sua produção total de ácido acético no rúmen. Em silagens bem preservadas, o ácido propiônico está presente em baixa concentração, usualmente < 1% na MS (McDonald et al., 1991), o qual tipicamente resulta em quantidades ingeridas menores do que 5% da sua produção no rúmen. Cabe salientar que os microrganismos ruminais não são hábeis em utilizar os AGCC da silagem como substrato e, portanto, os AGCC são diretamente absorvidos na parede do rúmen.

O ácido butírico, normalmente é encontrado em baixas concentrações nas silagens (< 0,1% na MS), embora a ensilagem de plantas com alta umidade possa elevar estas concentrações para valores acima de 2,5% (McDonald et al., 1991). Mesmo em baixas concentrações na

miolo VI Simposio.indd 29 11/04/2017 15:52:15

silagem, reduções no consumo voluntário de silagem têm sido atribuídas ao ácido butírico (Harris & Raymond, 1963), provavelmente por diminuir a aceitabilidade do alimento pelo animal.

O ácido lático é o principal produto da fermentação em silagens bem preservadas e sua concentração varia de 5 a 16% na MS (McDonald et al., 1991). Mesmo em altas concentrações e quantidade ingeridas, o ácido lático é rapidamente metabolizado no rúmen após o consumo, e sua meia vida é de aproximadamente 25 minutos (Chamberlain et al., 1983). Desde que o p*K*a do ácido lático (3,7) é menor do que o p*K*a dos AGCC (aproximadamente 4,8), a absorção de ácido lático é menor em uma variação normal de pH no rúmen (6,0–6,7). Quando o pH ruminal é menor do que 5,5, a absorção de ácido lático, provavelmente ocorre majoritariamente no intestino (Giesecke & Stangassinger, 1980), o que poderia ser característico de bovinos de corte em confinamento recebendo dietas com alta inclusão de concentrado. Contudo, considerando que o metabolismo ruminal do ácido lático é muito rápido, somente cerca de 10% do ácido lático ingerido escapa do rúmen (Gill et al., 1986). Diferentemente dos AGCC, o ácido lático pode ser utilizado como substrato pelos microrganismos do rúmen e, em geral, tem sido aceito que o ácido propiônico é o principal produto do metabolismo do ácido lático (Choung & Chamberlain, 1995; Martin etal., 1994).

Silagens também apresentam consideráveis concentrações de etanol, a qual pode variar de 1 a 5% na MS (McDonald et al., 1991). O etanol é quantitativamente importante em silagens de cana-de-açúcar, onde valores de 9% na MS são comuns e valores de até 26,5% têm sido reportados (Rabelo et al., 2016). No rúmen, o etanol ingerido é parcialmente oxidado a ácido acético pelos microrganismos do rúmen com concomitante acréscimo na produção de metano (Durix et al., 1991; Yoshii et al.,2005), reduzindo a eficiência de utilização da energia daquele composto. Em sistemas onde se utiliza silagens com alto conteúdo de etanol, como a cana-de-açúcar, para atingir a máxima taxa de metabolismo do etanol a ácido acético é preciso proporcionar aos animais um período de adaptação de aproximadamente 10 dias (Jean-Blain et al., 1992). O

miolo VI Simposio.indd 30 11/04/2017 15:52:15

período de adaptação é importante, pois qualquer concentração de etanol absorvida no rúmen ou no intestino é metabolizada via álcool desidrogenase no fígado (o que remete à necessidade de adaptação deste órgão) e, o principal produto final é o ácido acético (Jean-Blain et al., 1992). Em um recente estudo, Daniel et al. (2013) observaram que tanto etanol como o ácido acético em altas concentrações na dieta (5% na MS) de vacas leiteiras pode contribuir energeticamente para melhorar o desempenho animal.

Neste capítulo, a abordagem dos produtos da fermentação e seu metabolismo no rúmen ocorreram de forma sucinta, uma vez que maiores detalhes sobre o metabolismo dos produtos da fermentação em silagens podem ser obtidos em Daniel & Nussio (2011), os quais fizeram uma ampla revisão sobre o assunto.

4.4. Solubilidade da proteína

Como descrito anteriormente, a depressão na ingestão de MS tem sido atribuída à presença de N-NH_3 nas silagens. No entanto, o N-NH_3 *per se* não se traduz num fator relevante na redução do consumo, mas sim sua associação com a presença de outros componentes que afetam diretamente a ingestão (Reis et al., 2008). Um estudo demonstrou que os efeitos do N-NH_3 foram menores quando esta foi expressa em % da MS (Stenn et al., 2002), e não em % do N total, como normalmente é observado em silagens. Por outro lado, as análises realizadas pelos autores do estudo evidenciaram que os efeitos da concentração de N-NH_3 sobre o consumo são maiores quando associados aos valores de AGCC da silagem. Desta forma, o estudo supracitado confirmou a hipótese de que a atuação do N-NH_3no consumo está relacionado a outros fatores que não diretamente à proporção de N-NH_3 em relação ao N total.

Portanto, a baixa eficiência de utilização do N das silagens é consequência de dois fatores, a solubilização da proteína em decorrência da proteólise e a fermentação de carboidratos solúveis em ácido lático e AGCC que ocorrem no silo. A energia advinda da utilização do ácido

miolo VI Simposio.indd 31 11/04/2017 15:52:15

lático e AGCC pelos microrganismos do rúmen são menores do que aquela proveniente dos carboidratos solúveis, pois uma alta proporção de AGCC é absorvida diretamente através da parede ruminal e, consequentemente, não é utilizada pelos microrganismos ruminais (Reis & Silva, 2011). Entretanto, o ácido lático é metabolizado no rúmen produzindo ácido propiônico. Nesse processo, gera-se 2 ATPs por glicose que foi transformada em ácido lático durante a fermentação no silo, enquanto no metabolismo da glicose realizado diretamente pelas bactérias do rúmen são gerados 4 moles de ATP, resultando em maior aporte de energia (Van Soest, 1994).

Deve-se considerar que o suprimento de proteína para o animal depende da combinação da taxa de degradação, taxa de crescimento microbiano e fluxo das proteínas da forragem e microbiana para o intestino (Cherney & Cherney, 2003). No entanto, uma vez que uma grande quantidade do N da silagem é NNP, a degradabilidade ruminal da PB é elevada (Charmley, 2001). A fração proteína verdadeira da silagem pode representar de 60 a 80% do N da forragem, e o total remanescente corresponde ao NNP e N indisponível (Van Soest, 1994).

Neste contexto, a utilização de aditivos ou métodos de conservação que diminuam a proteólise causada pela própria ação da planta e/ou microrganismos também são fatores importantes que alteram o metabolismo e degradabilidade da proteína no rúmen. Este fato foi demonstrado por Verbič et al. (1999), os quais forneceram fenos e silagens de capim à ovinos e observaram que a fenação resultou em menor quantidade de $N\text{-}NH_3$ no rúmen dos animais comparado àqueles alimentados com silagens, independentemente se estas foram pré-emurchecidas antes da ensilagem ou tratadas com ácido fórmico (Tabela 6).

miolo VI Simposio.indd 32 11/04/2017 15:52:15

Tabela 6 – Proteína degradável no rúmen e síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com silagem ou feno de capim (*Poa pratensis*, *Poa trivialis* e *Lolium perenne*).

Item*	Silagem[1]			Feno
	Controle	Ácido fórmico	Pré-secado	
Composição química, g/kg de NT				
PB, g/kg de MS	135	123	111	105
NIDN	92	102	94	183
NIDA	71	65	69	65
N-NH_3	179	81	54	21
Metabolismo ruminal				
N-NH_3, mg/L	184^{a}	177^{ab}	144^{b}	122^{c}
Excreção DP (mmol)/kg CMS[2]	12,85^{b}	13,12^{b}	12,62^{b}	14,78^{a}
SPM (g)/kg MODR[3]	21,80^{b}	23,78^{c}	22,23^{bc}	26,10^{a}
Relação proteína degradável/MO[4]	36,4	33,0	28,9	23,3
Índice de sincronismo[5]	0,22	0,33	0,28	0,84

*NT = nitrogênio total; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; N-NH_3 = nitrogênio amoniacal.

[1] Controle: silagem preparada sem uso de aditivos e sem pré-secagem; ácido fórmico: silagem controle tratada com 5 kg de ácido fórmico (85%) por tonelada; pré-secado: silagem preparada após 6,5 horas de pré-secagem do capim.

[2] Excreção de derivados de purina por quilograma de matéria seca consumida.

[3] Síntese de proteína microbiana por quilograma de matéria orgânica consumida e degradada no rúmen.

[4] Relação diária entre proteína e matéria orgânica (MODR) efetivamente degradada no rúmen (g N/kg de MODR).

[5] Índice de sincronismo que descreve um grau de desvio diurno da razão entre a proteína e matéria orgânica degradável no rúmen da sua média diária.

Fonte: Verbič et al. (1999).

Adicionalmente, salienta-se que o processo de fermentação da silagem no silo, quando conduzido de forma errônea, resulta na produção de aminas biogênicas (McDonald et al., 1991). As aminas biogênicas não voláteis encontradas nas silagens, como a cadaverina e a putrecina, têm o potencial de afetarem negativamente a saúde do animal quando presentes em concentrações relativamente baixas. Maiores detalhes sobre o efeito das aminas biogênicas sobre o desempenho e saúde dos ruminantes pode ser encontrado na prévia revisão realizada por Reis et al. (2008).

Cabe ressaltar que o método de conservação de forragens por meio da fenação, normalmente resulta em maior síntese de proteína microbiana, como observado no estudo de Verbič et al. (1999). Estas respostas muito provavelmente estão associadas às diferentes solubilidades

miolo VI Simposio.indd 33 11/04/2017 15:52:16

da proteína, em que as silagens apresentaram maior solubilidade. Neste sentido, recomendamos a leitura da revisão realizada por Reis et al. (2008), em que os autores conduzem uma interessante abordagem dos diferentes métodos de conservação de forragem e seu efeito sobre a composição química da forragem e efeitos sobre o desempenho animal.

4.5. Síntese de proteína microbiana

A fermentação extensiva da forragem no silo pode reduzir de 15 a 20% a energia para síntese de proteína microbiana no rúmen (Chamberlain, 1987).Tal fato se deve ao desbalanceamento de nutrientes decorrente das alterações qualitativas ocorridas durante o processo fermentativo (Van Soest, 1994).

Quando a proteólise da silagem é reduzida, observa-se que a degradação ruminal da fração proteica também é reduzida (Van Vuuren et al., 1995). As alterações no padrão de degradação da PB são de importância nutricional para o animal, e tal fato dependera das características da dieta, mas a síntese de proteína microbiana deve ser beneficiada quando existe um suprimento ruminal constante de peptídeos e aminoácidos (Chamberlain & Choung, 1995; Peltekova & Broderick, 1996), como observado na análise dos dados da Tabela 6. O fato é que a quantidade de proteína microbiana sintetizada varia com a disponibilidade de N liberado e da energia disponível para sua síntese (Minson, 1990; Hunter, 1991). Desta forma, a eficiência de utilização da MO fermentada para síntese de proteína microbiana em silagem é de aproximadamente 60 a 70% da energia proveniente de alimentos não fermentados (ARC, 1984). Além disso, se a disponibilidade ruminal de $N\text{-}NH_3$ excede sua utilização pelos microrganismos, ocorre aumento na excreção de ureia via urina (Russell et al., 1992), o que resulta em acréscimos no gasto de energia para eliminação do N excedente no rúmen.

Assim, o fornecimento de carboidratos solúveis para os animais alimentados com silagens promove aumento na síntese de proteína

miolo VI Simposio.indd 34 11/04/2017 15:52:16

microbiana e utilização do NNP, levando à elevação no fluxo de aminoácidos do rúmen. Da mesma forma, o suprimento de proteína verdadeira de baixa solubilidade tem reflexo positivo no consumo de silagem em virtude do aumento na digestibilidade da fração fibrosa e no fluxo de aminoácidos do rúmen (Reis & Silva, 2011). No entanto, nem sempre este resultado é observado. Um trabalho recente (Silva et al., 2016) apontou que embora bovinos Nelore alimentados com dietas a base de silagem de milho apresentaram maior excreção de N na urina e maior síntese de N microbiano comparado à animais alimentados com silagem de *Stylosanthes*, não houve efeito do tipo de silagem e nível de PB dietética sobre a eficiência de síntese de proteína microbiana (Tabela 7). Possivelmente este resultado se deve ao fato dos animais serem hábeis em regular a quantidade de N urinário e N que é reciclado no rúmen para obter um contínuo suprimento de N no trato gastrintestinal para permitir o crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

Tabela 7 – Efeito do tipo de silagem e nível dietético de proteína bruta (11 e 13% PB) sobre a eficiência de utilização de nitrogênio em bovinos Nelore.

Item	Silagem de *Stylosanthes*		Silagem de milho	
	11%	13%	11%	13%
Balanço de nitrogênio, g				
Consumo de N	140	146	160	172
N excretado nas fezes	59,8	50,7	48,6	47,7
N excretado na urina	65,3	82,5	88,5**	102**
Balanço de nitrogênio	15,1	13,3	22,4	21,8
Síntese de proteína microbiana				
Síntese de N microbiano, g N/dia	70,7	58,6	90,2*	75,8*
Eficiência de síntese microbiana[1]	95,0	87,2	89,8	84,3

[1]g de proteína bruta microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais.
* = P < 0,10; ** = P < 0,05.

Fonte: Silva et al. (2016).

miolo VI Simposio.indd 35 11/04/2017 15:52:16

5. ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR O CONSUMO VOLUNTÁRIO DE SILAGEM E DESEMPENHO DOS ANIMAIS

Em relação à ensilagem, existem inúmeras estratégias que são passíveis de serem utilizadas para melhorar o processo fermentativo e a preservação de nutrientes em relação à planta original, as quais também podem afetar o desempenho animal e a eficiência de utilização dos nutrientes. No entanto, uma vez que não temos a pretensão de destacar todos eles, nós abordaremos algumas vantagens relacionadas ao crescente tempo de armazenagem da silagem, o uso de inoculantes bacterianos e a ensilagem de grãos úmidos colhidos com alta umidade ou os grãos reidratados artificialmente.

5.1. Tempo de armazenagem da silagem

A literatura recente tem apontado que o aumento no tempo de armazenagem de silagens de cereais tem impacto positivo sobre a digestibilidade do amido (Der Bedrosian et al., 2012). Um estudo meta-analítico de 95 tratamentos provenientes de oito estudos demonstrou que há um considerável acréscimo na digestibilidade do amido com o avançar do tempo de armazenagem da silagem de milho (Daniel et al., 2015). Com base nestes resultados, os autores deste estudo recomendaram que silagens de milho devessem ser armazenadas por no mínimo um mês objetivando melhorar a digestibilidade do amido.

miolo VI Simposio.indd 36 11/04/2017 15:52:16

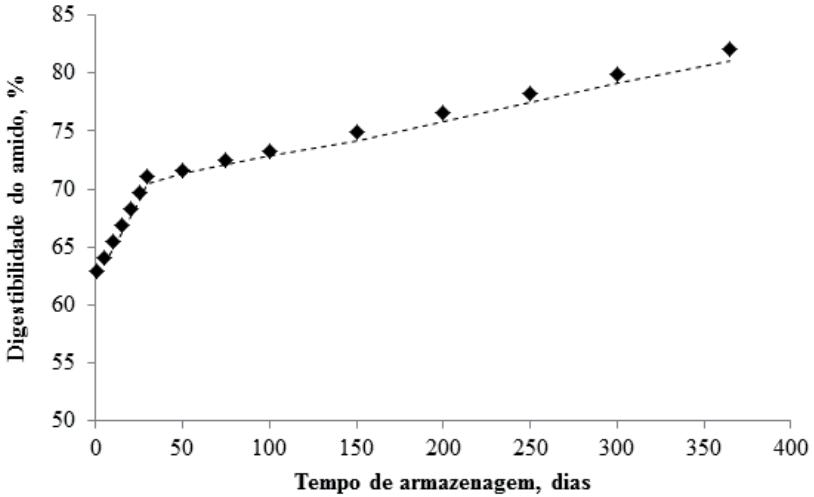


Figura 5. Digestibilidade do amido em razão do tempo de armazenagem da silagem de milho (médias foram calculadas de acordo com as seguintes equações: tempo (t) inferior a 30 dias, Digestibilidade = 62,7 + 0,28 × t; tempo superior a 30 dias, Digestibilidade = 71,0+ 0.033 × (t – 30)).

Fonte: Daniel et al. (2015).

Como se sabe, os grânulos de amido são envoltos por uma matriz proteica que impede a ação dos microrganismos no rúmen. Durante a ensilagem de cereais, a proteólise que ocorre no silo por meio da ação da própria planta e pela ação dos microrganismos está associada à degradação da matriz proteica que envolve os grânulos de amido (Hoffman et al., 2011). Essa ação explica o aumento da degradabilidade ruminal do amido pelo possível aumento do acesso por parte dos microrganismos do rúmen aos grânulos de amido (Hoffman et al., 2011). Nesta mesma linha, um estudo conduzido nos EUA mostrou que maiores tempos de armazenagem de silagens de grãos úmidos de milho resultaram em maiores digestibilidades da MS e degradabilidade ruminal da PB quando oferecidas a bovinos recebendo dietas com alta inclusão de concentrado (Benton et al., 2005).

Aliado ainda ao tempo de armazenagem, Hallada et al. (2008) apontaram que a digestibilidade da FDN da silagem de milho também aumentou conforme o tempo de armazenagem foi prolongado. Sabe-se que durante o processo fermentativo, alguma degradação da hemicelulose

miolo VI Simposio.indd 37 11/04/2017 15:52:16

é esperada devido à hidrólise ácida e/ou ação enzimática de alguns microrganismos (McDonald et al., 1991). No entanto, a causa para este acréscimo ainda não está estabelecida.

5.2. Utilização de inoculantes bacterianos

As BAL epífitas compõem a microflora essencial para ocorrência de fermentação espontânea na forragem ensilada, porém, o número e gênero de microrganismos variam marcantemente nas plantas forrageiras (Pahlow et al., 2003). Por isso, inoculantes bacterianos (especificamente as BAL homofermentativas obrigatórias e heterofermentativas facultativas) tem sido usadas com o propósito de 1) inibir o crescimento de microrganismos aeróbios e anaeróbios indesejáveis ao processo; 2) promover rápido declínio do pH após ensilagem para evitar a atividade de proteases e deaminases da própria planta e/ou de microrganismos; e 3) reduzir as perdas de MS inerentes ao processo de fermentação (Kung et al., 2003). Adicionalmente, os inoculantes contendo cepas de BAL heterofermentativas obrigatórias têm sido utilizados no intuito de aumentar a estabilidade aeróbia das silagens durante a fase de alimentação dos animais (Driehuis et al., 1999; Kleinschmit & Kung, 2006).

Como consequência das alterações no processo fermentativo das silagens, os inoculantes bacterianos também podem afetar o desempenho animal. Neste ponto, vale salientar que o desempenho animal é melhorado com menor frequência do que as alterações benéficas causadas pelos inoculantes bacterianos sobre o processo de fermentação das silagens (Weinberg& Muck, 1996). Neste sentido, no intuito de verificar quais os efeitos mais recorrentes dos inoculantes bacterianos sobre o desempenho animal no Brasil, Rabelo et al. (2016) sumarizaram resultados de 20 estudos com bovinos leiteiros e de corte. Os autores observaram que existe uma alta frequência de respostas favoráveis ao uso de inoculantes sobre o consumo e digestibilidade da MS e MO, bem como sobre a digestibilidade da FDN em animais alimentados com silagem de milho e cana-de-açúcar (Tabela 8). Embora os resultados levantados por Rabelo et al. (2016) sejam animadores (e.g., 21% a mais de ganho de peso em bovinos consumindo silagem de cana-

miolo VI Simposio.indd 38 11/04/2017 15:52:16

de-açúcar inoculada), é preciso ter cautela para interpretá-los, uma vez que o banco de dados utilizados é consideravelmente pequeno e, a frequência de respostas favoráveis, bem como sua amplitude, estão intimamente associadas ao tamanho da base de dados utilizada. Portanto, como fonte de comparação, revisões conduzidas na Europa e América do Norte (Kung & Muck, 1997; Moran & Owen, 1994) revelaram que o efeito de inoculantes bacterianos sobre o consumo de MS e ganho de peso em bovinos é mais conservador, sendo da ordem de + 4,8 e + 4,6%, respectivamente.

A causa mais provável para o aumento no desempenho animal advindo da utilização de inoculantes bacterianos se deve à redução nas perdas quantitativas e qualitativas da silagem em relação à forragem ensilada sem o aditivo. Desta maneira, o balanceamento de nutrientes da silagem inoculada deve ser mais adequado para atender as exigências dos microrganismos ruminais e do animal hospedeiro. Por outro lado, existe a hipótese de que as cepas de BAL contidas nos inoculantes bacterianos podem sobreviver no rúmen e interagir com os microrganismos daquele ambiente (Weinberg et al., 2003; 2004), favorecendo a síntese de proteína microbiana (Basso et al., 2014). De qualquer maneira, o efeito de inoculantes bacterianos sobre o desempenho animal tem sido abordado de maneira mais apropriada em outras revisões (Kung et al., 2003; Kung e Muck, 1997; Rabelo et al., 2016; Zopollatto et al., 2009).

5.3. Enzimas exógenas: ação na ensilagem versus suplemento alimentar

As enzimas fibrolíticas foram inicialmente testadas como aditivos na ensilagem de forrageiras, pois se acreditava que estas poderiam melhorar o processo fermentativo pela disponibilização de maiores quantidades de carboidratos solúveis para as BAL por meio da hidrólise de carboidratos estruturais (Colombatto et al., 2004; Lynch et al., 2015; McDonald et al., 1991). Acréscimos na degradação da parede celular da forragem pela diminuição do conteúdo de fibra e/ou aumento da digestibilidade desta fração também tem sido atribuído ao uso de enzimas fibrolíticas, o que potencialmente pode melhorar o desempenho animal (Beauchemin et al., 2003).

miolo VI Simposio.indd 39 11/04/2017 15:52:16

miolo VI Simposio.indd 40

Tabela 8 – Porcentagem de respostas favoráveis ao uso de inoculantes bacterianos sobre o desempenho de bovinos alimentados com silagem de milho e cana-de-açúcar em experimentos conduzidos no Brasil.

Item*	Número de tratamentos[1]		Média		Diferença, %
	Total	Respostas positivas, %	Controle	Inoculante[2]	
Silagem de milho					
Consumo de nutrientes digestíveis, kg/dia					
MS	3	33.3	4.44	4.98	12.3
MO	3	33.3	4.64	4.83	4.0
Digestibilidade, %					
MS	4	75.0	64.85	68.71	6.0
MO	3	66.7	68.17	71.09	4.3
Silagem de cana-de-açúcar					
Consumo, kg/dia					
MS	11	27.3	7.69	8.74	13.7
Consumo de nutrientes digestíveis, kg/dia					
FDN	4	25	1.96	2.09	6.4
Digestibilidade, %					
FDN	4	25	52.70	55.20	4.7
Desempenho					
Conversão alimentar	5	80	9.39	8.46	-9.9
GPMD, kg/dia	5	80	0.88	1.06	21.1

*MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; GPMD = ganho de peso médio diário.

[1] O número de tratamentos incluem somente as silagens inoculadas, as quais foram contrapostas às respectivas silagens controle de cada experimento.

[2] Inoculantes avaliados incluem cepas de bactérias ácido-láticas homo e heterofermentativas.

Fonte: Rabelo et al. (2016).

11/04/2017 15:52:16

Todavia, devido à variedade de produtos enzimáticos e condições experimentais, as respostas observadas na utilização de enzimas fibrolíticas na ensilagem e seus efeitos no desempenho animal são muitas vezes inconsistentes, e variam desde a maior liberação de carboidratos solúveis e melhora na digestibilidade do alimento, até respostas nulas ou negativas da aplicação desses aditivos (Reis et al., 2015). Neste sentido, embora a fração fibrosa possa ser reduzida em alguns casos devido ao uso de enzimas fibrolíticas, os resultados negativos de várias pesquisas conduzidas em condições tropicais parecem estar mais vinculados a um provável aumento proporcional na fração FDNi das silagens tratadas em detrimento da redução na fração FDNpd (Reis et al., 2015), uma vez que a ação das enzimas fibrolíticas deve resultar em maior quantidade de substratos fermentáveis pelas BAL para produção de ácidos orgânicos (McDonald et al., 1991; Nadeau et al., 2000).

Uma vez que a aplicação de enzimas fibrolíticas na ensilagem produz resultados inconsistentes, estudos passaram a avaliar enzimas fibrolíticas como aditivos em ração para ruminantes, ou seja, fornecida imediatamente antes da alimentação, no intuito de aumentar a digestibilidade, melhorar a eficiência de utilização dos alimentos e, consequentemente, melhorar o desempenho animal. Quando fornecidas dessa maneira, as enzimas formam ligações com os substratos, que as protegem da degradação ruminal e podem aumentar a digestibilidade através de diferentes mecanismos, como: hidrólise direta, melhoria da aceitabilidade, alterações na viscosidade intestinal e mudanças do local de digestão (Beauchemin et al., 2003).O fato de aplicar as enzimas diretamente no cocho parece conferir maior estabilidade enzimática graças à formação do complexo enzima-substrato, dificultando a ação de proteases microbianas e aumentando seu tempo de permanência no rúmen por não estar dissolvida no fluído ruminal (Morgaviet al., 2000). Entretanto, na falta do complexo enzima-substrato estável, as enzimas se solubilizam no líquido ruminal e fluem rapidamente para o intestino (Beauchemin et al., 2003).

miolo VI Simposio.indd 41 11/04/2017 15:52:16

Frente ao contexto de que enzimas fibrolíticas devem ser mais efetivas na degradação ruminal da FDN quando aplicadas sobre o alimento, imediatamente antes do fornecimento aos animais, Lara et al. (2012) verificaram maior degradação da parede celular primária de silagens de milho tratadas com xilanases e celulases após 6 horas de contato entre enzimas e substrato (Figura 6). Neste mesmo estudo, os autores verificaram ainda maior colonização e exposição dos grânulos de amido da matriz proteica das silagens de milho quando tratadas com as enzimas fibrolíticas e a bactéria *Lactobacillus buchneri*. Tal fato comprovou que aumentos na taxa de degradação do alimento no rúmen estão relacionados com a melhora na colonização dos alimentos pelos microrganismos ruminais em função do tratamento enzimático (Colombatto et al., 2003).

Embora as enzimas fibrolíticas sejam as mais pesquisadas pela comunidade científica, enzimas amilolíticas e proteolíticas também têm sido estudadas com particular interesse em melhorar a degradabilidade do amido no rúmen, uma vez que a primeira atua quebrando a estrutura do amido em partículas menores (Rojo et al., 2005; Van Soest et al., 1991) e a segunda reduz a proteção da matriz proteica presente nos grânulos de amido sobre a ação dos microrganismos ruminais (DePeters et al., 2007; Wang et al., 2009). Neste sentido, a aplicação de uma protease (2.000 mg/kg de forragem verde) na ensilagem do milho resultou em maior digestão in vitro do amido, independentemente do estádio de maturidade em que a planta foi colhida (31 e 40% de MS) (Windle et al., 2014). O acréscimo na digestão do amido se deve ao fato que as proteases agem sobre a matriz proteica (camada de prolamina) que envolve os grânulos de amido nos grãos de milho, a qual representa uma barreira físico-química aos microrganismos amilolíticos no rúmen (Hoffman et al., 2011).

miolo VI Simposio.indd 42 11/04/2017 15:52:16

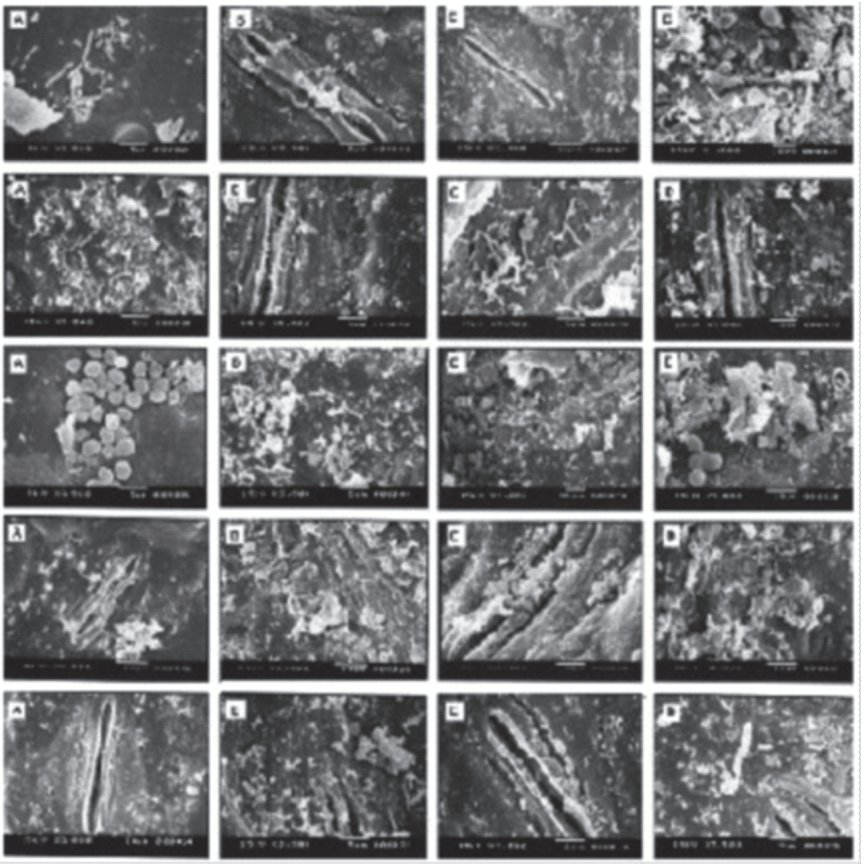


Figura 6. Elétron-micrografia de varredura de silagem de milho não tratada (A), silagem de milho tratada com *L. buchneri* (B), silagem de milho tratada com enzimas fibrolíticas (C) e silagem de milho tratada com *L. buchneri* e enzimas fibrolíticas (D) por 0,5; 1,0; 3,0; 6,0 e 12 horas, de cima para baixo, respectivamente.

Fonte: Lara et al. (2012).

Portanto, de maneira geral, as enzimas fibrolíticas parecem ter maior efeito sobre a redução e/ou degradação da parede celular da silagem quando utilizada como suplemento alimentar e não como aditivo para o processo de ensilagem. Do mesmo modo, efeito similar deve ser esperado em relação ao uso de amilases, pois o uso desta enzima na ensilagem deve resultar somente em maior quantidade de substrato para os microrganismos na produção de ácidos orgânicos (Reis et al., 2015). Por

miolo VI Simposio.indd 43 11/04/2017 15:52:17

outro lado, as proteases parecem afetar beneficamente a digestão do amido em ambos os casos, ou seja, quando utilizada no momento da ensilagem (Windle et al., 2014) ou no momento do fornecimento do alimento aos animais (DePeters et al., 2007).

5.4. Silagem de grão úmido de milho

5.4.1. Ensilagem convencional

Uma vez que o grão de milho compõe a maior parte da energia das dietas de bovinos de corte (Oliveira & Millen, 2014; Vasconcelos & Galyean, 2007), busca-se constantemente estratégias para aumentar sua eficiência de utilização e reduzir os custos com a alimentação. Embora a qualidade nutricional do grão de milho na alimentação animal é um assunto largamente consagrado dispensando abordagens, os benefícios da ensilagem desse cereal sobre o seu valor nutricional se faz necessário. Em termos de definição, silagem de grão de milho com alta umidade ou silagem de grão úmido de milho é o produto da ensilagem do grão de milho, o qual deve ser realizado quando o grão apresenta entre 32 a 36% de umidade (Jobim et al., 2003).

Além dos benefícios operacionais e de logística amplamente destacados por Jobim et al. (2003), a ensilagem de grão úmido de milho deve resultar em aumento na digestão do amido devido à degradação da proteína zeína (presente na matriz proteica) durante o processo de ensilagem por solubilização ou atividade proteolítica da própria planta e/ou de microrganismos (Hoffman et al., 2011). Um estudo conduzido por Lawton (2002) reportou que os ácidos lático e acético possuem a capacidade de solubilizar a zeína. Por outro lado, a proteólise que ocorre no silo resultante da atividade microbiana parece ser o fator decisivo para o aumento na digestibilidade do amido em silagens armazenadas por períodos próximos de um ano (Der Bedrosian et al., 2012; Hoffman et al., 2011). Neste sentido, cabe ressaltar que os benefícios da ensilagem sobre a digestão do amido devem ser de grande importância nos sistemas

miolo VI Simposio.indd 44 11/04/2017 15:52:17

que utilizam grandes quantidades de grão de milho na dieta, como os confinamentos no Brasil, onde os híbridos de milho comercializados são basicamente do tipo flint (Pereira et al., 2004) e representam mais de 95% de todo o milho utilizado na dieta de bovinos confinados (Oliveira & Millen, 2014). Híbridos flint possuem maior resistência ao ataque dos microrganismos ruminais devido à maior proporção de endosperma vítreo comparado com os híbridos dentados (Philippeau et al., 1999), o que confere menor digestibilidade do amido quando comparado aos híbridos dentados (Correa et al., 2002).

Diante do contexto, o estudo conduzido por Philippeau & Michalet-Doreau (1998) demonstrou que a ensilagem do grão úmido de milho resulta, principalmente na alteração da degradação das frações rapidamente degradável e lentamente degradável do amido no rúmen. A ensilagem do grão permite aumentar a taxa de degradação da fração *a*, ou seja, aquela de rápida degradação ruminal, enquanto há uma redução na taxa de degradação da fração *b* (lentamente degradável) (Figura 7). Cabe ressaltar que o aumento na proporção de amido degradado no rúmen deve se traduzir em aumento da eficiência alimentar (ganho de peso/kg de alimento) (Huntington, 1994).

5.4.2. Reidratação do grão de milho

Embora a literatura apresente resultados consolidados sobre a ensilagem de grão úmido, a janela de colheita objetivando-se obter umidade ideal (30 a 35%) no processo é curta e pode dificultar sua adoção. Por isso, a prática da reidratação dos grãos de milho com água pode ser uma alternativa para flexibilizar o sistema (Pereira & Pereira, 2013). Cabe salientar que o uso de subprodutos da indústria de laticínios (e.g., soro ácido de leite) também pode ser usado no processo de reidratação, uma vez que prévios estudos demonstraram resultados adequados em silagem de grão úmido de milho e resíduos de padaria (Rezende et al., 2014; 2016).

miolo VI Simposio.indd 45 11/04/2017 15:52:17

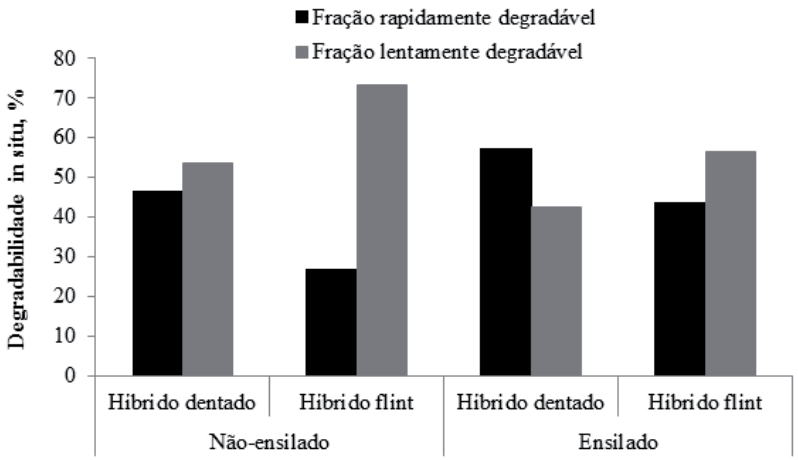


Figura 7. Efeito da ensilagem sobre a degradação ruminal das frações rapidamente degradável e lentamente degradável do amido proveniente de grãos de milho de híbridos dentados ou flint.

Fonte: Adaptado de Philippeau & Michalet-Doreau (1998).

Aliado às vantagens operacionais e de logística, a reidratação do grão de milho para ensilagem pode melhorar a eficiência de utilização do alimento. Recentemente, um estudo (Silva, 2016) revelou que silagens de grão úmido de milho reidratadas resultaram em menor consumo de MS e maior digestibilidade da MO, PB e amido em bovinos Nelore terminados em confinamento (Tabela 9). Além disso, o autor verificou que dietas balanceadas com silagem de grão úmido de milho reidratado apresentaram maior energia líquida para mantença e ganho, o que implicou em melhor conversão alimentar comparado aos bovinos alimentados com dietas constituídas com grão de milho não ensilado. Por outro lado, nenhum efeito foi verificado sobre o balanço de N, eficiência de utilização do N da dieta ou síntese de proteína microbiana.

miolo VI Simposio.indd 46 11/04/2017 15:52:17

Tabela 9 – Consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e desempenho de bovinos Nelores terminados em confinamento e alimentados com milho grão, silagem de grão úmido e silagem de grão úmido reidratado.

Item*	MSC[1]	MU	MUB	MR	MRB
Experimento 1[2]					
Consumo, kg/dia					
MS	6,90[a]	6,41[b]	6,20[b]	6,39[b]	6,50[b]
Digestibilidade, %					
MS	76,4[b]	80,6[a]	81,2[a]	81,0[a]	80,3[a]
MO	79,1[b]	83,2[a]	83,7[a]	83,5[a]	82,7[a]
PB	77,4[b]	80,1[a]	81,9[a]	82,3[a]	80,6[a]
FDN	56,6	60,3	60,1	57,4	58,1
Amido	96,1[b]	99,8[a]	99,7[a]	99,0[a]	99,8[a]
Balanço de N e síntese de proteína microbiana					
Balanço de N, g/dia	51,8	47,0	46,0	50,5	58,0
Eficiência de utilização do N, %	40,3	37,9	38,6	38,8	44,7
Síntese de proteína microbiana, g/dia	268	327	303	308	290
Experimento 2[3]					
Consumo, kg/dia					
MS	9,81[a]	7,88[b]	7,89[b]	7,34[c]	7,32[c]
Ganho de peso médio, kg/dia	1,73[a]	1,66[ab]	1,69[a]	1,64[ab]	1,55[b]
Conversão alimentar	5,70[a]	4,76[b]	4,67[bc]	4,48[c]	4,72[bc]
Energia líquida, Mcal/kg					
Mantença da dieta	1,97[c]	2,30[b]	2,34[ab]	2,44[a]	2,34[ab]
Ganho da dieta	1,32[c]	1,61[b]	1,64[ab]	1,73[a]	1,65[ab]
Mantença do milho	1,87[c]	2,41[ab]	2,38[b]	2,47[a]	2,44[ab]
Ganho do milho	1,23[c]	1,70[ab]	1,67[b]	1,76[a]	1,73[ab]

*MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro.

[1] MSC = milho grão seco moído; MU = silagem de grão úmido de milho; MUB = silagem de grão úmido de milho inoculado com *Lactobacillus buchneri* cepa NCIMB 40788 na dose de 1 × 10^5ufc/g; MR = silagem de grão de milho reidratado; MRB = silagem de grão de milho reidratado e inoculado com *L. buchneri* cepa NCIMB 40788 na dose de 1 × 10^5ufc/g.

[2] Foram utilizados 10 animais da raça Nelore, não castrados, com peso aproximado de602±94 kg, canulados no rúmen e no duodeno.

[3] Foram utilizados 180 animais da raça Nelore, não castrados, com peso médio de 310 ± 17 kg, divididos em 30 baias coletivas com 6 animais cada.

Fonte: Silva (2016).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ensilagem de plantas forrageiras ou subprodutos com umidade adequada ao processo causa marcantes alterações na composição química destes alimentos. Destacadamente, há aumento da solubilidade da

miolo VI Simposio.indd 47 11/04/2017 15:52:17

proteína e os açúcares que são substratos prontamente disponíveis aos microrganismos do rúmen são convertidos em principalmente ácidos orgânicos e álcoois. Desta maneira, a eficiência de utilização da energia e proteína provenientes de silagens é baixa se comparada a alimentos não fermentados e os eventos bioquímicos relacionados à utilização dos nutrientes pelos microrganismos presentes no silo e no rúmen resultam em perdas consideráveis de energia em ambos os ambientes.

O consumo de silagem é o resultado de interações complexas que envolvem as características das plantas, os fatores inerentes ao processo de conservação, as alterações no valor nutritivo durante o fornecimento aos animais, do processamento físico da forragem conservada e das características dos animais que serão alimentados com o volumoso. Como a maior parte dos nutrientes da dieta de bovinos de corte é utilizada para suprir as exigências de mantença, limitações no consumo de silagem podem ocasionar limitações na eficiência dos processos produtivos.

Silagens apresentam alta degradação ruminal da proteína em virtude da proteólise que ocorre no silo elevando a quantidade de proteína solúvel, mas de maneira geral, considerando todo o trato digestório do animal, existe uma baixa eficiência na utilização do N. Além disso, a conversão de açúcares em ácidos orgânicos e outros produtos da fermentação causam um desbalanceamento no alimento, resultando em reduzida síntese de proteína microbiana comparativamente a alimentos não fermentados.

Dessa forma, o entendimento dos mecanismos que propiciem a manutenção do valor nutritivo da forragem, minimizando as perdas de nutrientes, ou mesmo alterações que resultem em desequilíbrio entre os nutrientes, é de fundamental importância para aumentar a eficiência da utilização de forragens conservadas, uma vez que, nos sistemas de produção intensiva, há limitações acentuadas para a produção de forragem de alta qualidade durante todo o ano.

Finalmente, embora inúmeros estudos tenham sido conduzidos no intuito de entender melhor a interface silagem/desempenho animal, cabe ressaltar que a condução adequada do processo de ensilagem ainda

miolo VI Simposio.indd 48 11/04/2017 15:52:17

é o fator primordial para obtenção de adequado aporte de nutrientes aos animais e, esta constitui uma importante ferramenta para sustentar a pecuária de corte, visando a oferta de energia para produção de carne em momentos onde não há oferta de forragem nos pastos em qualidade e quantidade suficiente para manter a produção animal em nível adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adesogan, A.T. Challenges of tropical silage production. In: **Proceedings**... 15th International Silage Conference, p. 139–154, 2009.

Agricultural Research Council – ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**, London: The Gresham Press,1980.

Agricultural Research Council– ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Supplement No. 1. CAB International,1984.

Allen, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063–3075,1996.

Bach, A.; Calsamiglia, S.; Steren, M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. E9–E21, 2005.

Basso, F.C.; Adesogan, A.T.; Lara, E.C.; Rabelo, C.H.S.; Berchielli, T.T.; Teixeira, I.A.M.A.; Siqueira, G.R.; Reis, R.A.;Effects of feeding corn silage inoculated with microbial additives on the ruminal fermentation, microbial protein yield, and growth performance of lambs. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 5640–5650,2014.

Beauchemin, K.A.; Colombatto, D.; Morgavi, D.P.; Ghorbani, G.R.; Kautz, W.; Leedle, J.A.Z. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.81, p.E37-E47, 2003.

Benton, J.R.; KlopfensteinT.; Erickson,G.E. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibilityand rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Reports**. University of Nebraska, Lincoln,2005.p. 31–33.

miolo VI Simposio.indd 49 11/04/2017 15:52:17

Blaxter, KL.; Clapperton,J.L. Prediction of amount of methane produced by ruminants. **British Journal Nutrition,** v.19, p. 511–522,1965.

Bolsen, K.K.; Whitlock, L.A.; Uriarte-Archundia, M.E. Effect of surface spoilage on the nutritive value of maize silages diets. In: 13thThe International Silage Conference, 2002, Auchincruive. **Proceedings**... Auchincruive, 2002.p.75–77.

BR-CORTE. **Exigências nutricionais de Zebuínos puros e cruzados**. 3ª ed. Viçosa: UFV, DZO, 2016.

Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. **Silage science and technology**. Madison, WI: American Society of Agronomy, 2003.

Chamberlain, D.G. The silage fermentation in relation to the utilization of the nutrients in the rumen. **Process Biochemistry**, v. 22, p. 60–63,1987.

Chamberlain, D.O.; Choung, J.J. 1995. The importance of the rate of fermentation of energy sources in diets for dairy cows. p. 3–27. In P.C. Oarnsworthy and DJ.A. Cole (eds.).**Recent advances in animal nutrition,** Nottingham University Press, Nottingham, UK,1995.

Chamberlain, D.O.; Thomas, P.C.; Anderson, F.J. Volatile fatty acid proportions and lactic acid metabolism in the rumen in sheep and cattle receiving silage diets. **The Journal of Agricultural Science**, v. 101, p. 47–58,1983.

Charmley, E. Towards improved silage quality – A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 81, p. 157–168, 2001.

Cherney, J.H.; Cherney, D.J. Assessing silage quality. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, USA:American Society of Agronomy, 2003.p. 141–198.

Choung, J.J.; ChamberlainD.O. 1995. Effects of intraruminal infusion of propionate on the concentrations of ammonia and insulin in peripheral blood of cows receiving an intraruminal infusion of urea. **Journal Dairy Research**, v. 62, p. 549–557.

Clymer, J. Heat of combustion &respiratory quotient calculation. 2004 <http://home.fuse.net/clymer/rq> Acessado em: 19 de fevereiro de 2017.

miolo VI Simposio.indd 50 11/04/2017 15:52:17

Colombatto, D.; Morgavi, D.P.; Furtado, A.F.; Beauchemin, K.A. Screening of exogenous enzymes for ruminant diets: Relationship between biochemical characteristics and *in vitro* ruminal degradation. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2628–2638, 2003.

Colombatto, D.; Mould, F.L.; Bhat, M.K.; Phipps, R.H.; Owen, E. In vitro evaluation of fibrolytic enzymes as additives for maize (*Zea mays* L.) silage: II. Effects on rate of acidification, fibre degradation during ensiling and rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 111, p. 129–143, 2004.

Correa, C.E.S.; Shaver, R.D.; Pereira, M.N.; Lauer, J.G.; Kohn, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 3008–3012, 2002.

Cushnahan, A.; Mayne, C.S.;Unsworth, E.F. Effects of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle. 2. Nutrient metabolism and rumen fermentation. **Animal Science**, v. 60, p. 347–359, 1995.

Daniel, J.L.P.; NussioL.G. Contribution of silage volatile compounds for the animal nutrition. In: 2thIntlernationalSymposium of Forage Quality and Conservation, São Pedro, Brazil. **Proceedings...**FEALQ, Piracicaba, Brazil, 2011.p. 279–306.

Daniel, J.L.P.; Amaral, R.C.; Sá Neto, A.; Cabezas-Garcia, E.H.; Bispo, A.W.; Zopollatto, M.; Cardoso, T.L.; Spoto, M.H.F.; Santos, F.A.P.; Nussio, L.G. Performance of dairy cows fed high levels of acetic acid or ethanol. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 398–406,2013.

Daniel, J.L.P.; Junges, D.; Nussio, L.G. A meta-analysis of the effects of length of storage on starch digestibility and aerobic stability of corn silages. In: XVII International Silage Conference. **Proceedings...**Piracicaba, 2015.p. 306–307.

DePeters, E.J.; Getachew, G; Fadel, J.G.; Corona, L.; Zinn, R.A. Influence of corn hybrid, protease and methods of processing on in vitro gas production. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, p.157–175, 2007.

Der Bedrosian, M.C.; Nestor, K.E.; Kung, Jr., L. The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 5115–5126, 2012.

miolo VI Simposio.indd 51 11/04/2017 15:52:17

Driehuis, F.; Elferink, S.J.W.H.O.; Spoelstra, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with Lactobacillus buchneri inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, p. 583–594, 1999.

Durix, A.; Jean-Blain,C.; Sallmann, H.P.; Jouany,J.P. Use of a semicontinuous culture system (RUSITEC) to study the metabolism of ethanol in the rumen and its effects on ruminal digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, p. 115–123, 1991.

Ferrel, C.L. Energy Metabolism. In: Church, D.C. (ed.). **The ruminant animal. Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press Inc., 1988.p. 250–268.

Forbes, J.M.; Provenza, F.D. Integration of learning and metabolic signals into atheory of dietary choice and food intake. In:Cronjé, P.B. (ed.). **Ruminant Physiology, digestion, metabolism, growth and reproduction**. CAB International. Publishing, UK, 2000.p. 03–19.

Giesecke, D.; Stangassinger, M. Lactic acid metabolism. In Y. Ruckebusch andP. Thivend (eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. MTP Press, Lancaster, UK,1980.p. 523–540.

Gill, M.; Iddons, R.CS.; Beever, D.E. Metabolism of lactic acid isomers in the rumen of silage fed sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 55, p. 399–407, 1986.

Hallada, C.M.; Sapienza, D.A; Taysom, D. Effect of length of time ensiled on dry matter, starch and fiber digestibility in whole plant corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 91(E-Suppl. 1), p. 30 (abstract), 2008.

Harris, C.E.; Raymond, W.F. The effect of ensiling on crop digestibility. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, p. 204–212, 1963.

Hoffman, P.C.; Esser, N.M.; Shaver, R.D.; Coblentz, W.; Scott, M.P.; Bodnar, A.L.; Schmidt, R.; Charley, B. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2465–2474, 2011.

miolo VI Simposio.indd 52 11/04/2017 15:52:17

Huhtanen, P.; Rinne, N; Nousiainen, J. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. **Animal**, v.1, p. 758–770, 2007.

Hunter, R.A. 1991. Strategic supplementation for survival reproduction and growth of cattle. In: McCollum III, E.T. (ed.). 2ºGrazing livestock nutrition conference. **Proceedings...**Oklahoma State University. Steamboat Springs, Colorado: 1991.p. 32–47.

Huntington, G.B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. **Feedstuffs**, p. 16–18 e 38–43, 1994.

Jean-Blain, E.; Durix, A.; Tranchant, B. Kinetics of ethanol metabolism in sheep. Reproduction Nutrition Development, v. 32, p. 83– 90, 1992.

Jobim, C.C.; Branco, A.B.; Santos, G.T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. Goiânia, GO, 2003. p. 357–376.

Jung, H.G.; Allen, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, 2774–2790, 1995.

Keady, T.W.J.; Murphy, J.J. The effects of ensiling and supplementation with glucose and fish meal on forage intake and milk production of lactating dairy cows. **Animal Science**, v. 66, p. 9–20, 1998.

Kleinschmit, D.H.; Kung,L.Jr. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of Dairy Science**, v.89, p. 4005–4013, 2006.

Kung, L.Jr.; Muck, R.E. Animal response to silage additives. In: **Silage: Field to Feedbunk.** Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, NY; 1997. p. 200–210.

Kung,L.Jr.; Stokes, M.R.; Lin, C.J. Silage additives. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, USA:American Society of Agronomy, 2003.p. 305–360.

miolo VI Simposio.indd 53 11/04/2017 15:52:17

Lara, E.C.; Basso, F.C.; Rabelo, C.H.S.; Basso, K.C.; Morelli, M.; Gonçalves, G.S.; Godoy, H.P.; Reis, R.A. Silagem de milho inoculada com *Lactobacillus buchneri* e tratada com enzimas fibrolíticas exógenas avaliadas por meio do microscópio eletrônico de varredura. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: ZOOTEC, 2012.

Launchbaugh, K.L. Biochemical Aspects of Grazing Behaviour. In: Hodgson, J., Illius,A.W. (eds.).**The Ecology and Management of Grazing Systems.** Wallingford: CABIPublishing, 1996.p.159–184.

Lawrence; T.L.J.; Fowler, V.R. **Growth of farm animals**. 2ª ed. Wallingford: CAB International, 2002.

Lawton, J.W. Zein: A history of processing and use. **Cereal Chemistry**, v. 79, p. 1–18, 2002.

Lund, P.; Weisbjerg, M.R.; Hvelplund, T. Digestible NDF is selectively retained in the rumen of dairy compared to indigestible NDF. **Animal Feed Science and Technology**,v.134, p.1–17, 2007.

Lynch, J.P.; Baah, J.; Beauchemin, K.A. Conservation, fiber digestibility, and nutritive value of corn harvested at 2 cutting heights and ensiled with fibrolytic enzymes, either alone or with a ferulic acid esterase-producing inoculant. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.1214–1224, 2015.

Martin, P.A.; Chamberlain, D.G.; Robertson, S.; Hirst, D. Rumen fermentation patterns in sheep receiving silages of different chemical composition supplemented with concentrates rich in starch or in digestible fibre. **Journal of Agricultural Science**, v. 122, p. 145–150, 1994.

McDonald, P.; Henderson, A.R.; Heron S.J E. **The biochemistry of silage**. Marlow: Chalcomb Publications, 1991.

McDonald, P.; Henderson, A.R.; Ralton, I. Energy changes during silage.**The Journal of Agricultural Science**,v. 24, p. 827–834,1973.

Mertens, D.R. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr., G.C., (ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy,1994.p.450–493.

miolo VI Simposio.indd 54 11/04/2017 15:52:18

Millen, D.D.; Pacheco, R.D.L.; Arrigoni, M.D.B.; Galyean, M.L.; Vasconcelos, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87,p. 3427–3439, 2009.

Minson, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** New York. Academic Press. 1990.

Moran, J.P.; Owen, T.R. The effects of Ecosyl treated silage on milk production by lactating cows. In: **Proceedings of the National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization**. Lincoln. University of Nebraska, 1994.

Morgavi, D.P.; Newbold, C.J.;Beever, D.E., Wallace, R.J. Stability and stabilization of potential feed additive enzymes in rumen fluid. **Enzyme and Microbial Technology**, v.26, p.171-177, 2000.

Nadeau, E.M.; Buxto, D.R.; Russell, J.R.; Allison, M.J.; Young, J.W. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1487–1502, 2000.

National Research Council Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle.**8ª ed. Washington: National Academy Press, 2016.

National Research Council Subcommittee on Beef Dairy Nutrition. **Nutrient requirements of dairy cattle.**7ª ed. Washington: National Academy Press, 2001.

Nussio, L.G.; Ribeiro, J.L.; Paziani, S.F.; Nussio, C.B. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: Reis, R. A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Moreira, A.L. (eds.). **Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens.** Jaboticabal. FUNEP. 2003.p. 27–50.

Oliveira, C.A.; Millen, D.D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64–75, 2014.

Owens, F.N.; Zinn,R.A.; Kim, Y. K. Limits to starchdigestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**,v. 63, p. 1634–1648, 1986.

miolo VI Simposio.indd 55 11/04/2017 15:52:18

Pahlow, G.; Muck, R.E.; Driehuis, F.; Oude Elferink, S.J.W.H.; Spoelstra, S.F. Microbiology of ensiling. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, USA:American Society of Agronomy, 2003.p. 31–94.

Peltekova, V.D.; Broderick, G.A. In vitro ruminal degradation and synthesis of protein on fractions extracted from alfalfa hay and silage. **Journal of Dairy Science**, v. 79, p. 612–619, 1996.

Pereira, M.N.; Pereira, R.A.N. Processamento de milho por re-hidratação e ensilagem. In: 8ªEncontro De Confinamento. **Anais**... Ribeirão Preto: Coan, 2013.p.141–162.

Pereira, M.N.; Von Pinho, R.G.; Bruno, R.G.S.; Calestine, G.A. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, v. 61, p. 358–363, 2004.

Philippeau, C.; Le Deschault de Monredon, F.; Michalet-Doreau, B. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 238–243, 1999.

Philippeau, C.; Michalet-Doreau, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2178–2184, 1998.

Pimentel, J.J.O.; da Silva, J.F.C.; Valadares Filho, S.C.; Cecon, P.R.; dos Santos, P.S. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 1042–1049, 1998.

Rabelo, C.H.S.; Rezende, A.V.; Rabelo, F.H.S.; Basso, F.C.; Härter, C.J.; Reis, R.A. Chemical composition, digestibility andaerobic stability of corn silages harvested at different maturity stages. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 107–116, 2015.

Rabelo, C.H.S.; Mari, L.J.; Reis, R.A. Survey about the use of bacterial inoculants in Brazil: effects on silage quality and animal performance. In: Silva T., Santos E.M. (eds.). **Advances in silage production and utilization**, Rijeka, Croatia: InTech, 2016.p. 3–37.

miolo VI Simposio.indd 56 11/04/2017 15:52:18

Reis, R.A.; Lara, E.C.; Rabelo, C.H.S. Enzimas na nutrição de ruminantes. In: X CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, Teresina. **Anais...** Teresina: CNPA, 2015.

Reis, R A; Evangelista, A. R.; Basso, F C. É possível produzir fenos de alta qualidade em clima tropical? In: Anais do V Simpósio Internacional Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, III Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo.1 ed.Viçosa: Suprema Gráfica e Editora LTDA, 2010, v.1, p. 463-512.

Reis, R.A.; Silva, S.C. Consumo de forragens. In: **Nutrição de ruminantes**. Berchielli. T.T.; Pirez, A.V.; Oliveira, S.G. Funep, Jaboticabal, 2011.p. 83–114.

Reis, R.A.; Siqueira, G.R.; Roth, M.T.P.; Roth, A.P.T.P. Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas. In: **Produção e utilização de forragens conservadas**. Masson, Maringá, PR, 2008.p. 9–40.

Rezende, A.V.; Rabelo, C.H.S.; Veiga, R.M.; Andrade, L.P.; Härter, C.J.; Rabelo, F.H.S.; Basso, F.C.; Nogueira, D.A.; Reis, R.A. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 213–221, 2014.

Rezende, A.V.D.; Rabelo, C.H.S.; Sampaio, L.D.M.; Härter, C.J.; Florentino, L.A.; Paula, D.W.; Braga, T.C. Ensiling a dry bakery by-product: effect of hydration using acid whey or water associated or not at urea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p. 626–641, 2016.

Rinne, M.; Jaakkola, S.; Huhtanen, P. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 67, p. 1–17, 1997.

Rojo, R.; Mendoza, G.D.; González, S.S.; Landois, L.; Bárcena, R.; Crosby, M.M. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* **and** *Aspergillus niger* **on ruminal starch digestion and lamb performance. Animal Feed Science and Technology**, v.123–124, p.655–665, 2005.

Rooke, J.A.; Hatfield, R.D. Biochemistry of Ensiling. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, USA:American Society of Agronomy, 2003.p. 95–139.

miolo VI Simposio.indd 57 11/04/2017 15:52:18

Russell, J.; O'Connor, J.D.; Fox, D.G.; Van Soest, P.J.; Sniffen, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets.1. Ruminal fermentation. **Journalof Animal Science**, v. 70, p. 3551–3561, 1992.

Santos, F.P.; Pedroso, A.M. Metabolismo de proteínas. In: **Nutrição de ruminantes**. Berchielli. T.T.; Pirez, A.V.; Oliveira, S.G. Funep, Jaboticabal, 2011.p. 265–298.

Silva, L.D.; Pereira, O.G.; Da Silva, T.C.; Valadares Filho, S.C.; Ribeiro, K.G. Effects of silage crop and dietary crude protein levels on digestibility, ruminal fermentation, nitrogen use efficiency, and performance of finishing beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 220, p. 22–33, 2016.

Silva, N.C.D. **Características das silagens de grãos de milho influenciadas pela reidratação e pela inoculação com *L. buchneri* sobre o desempenho de bovinos de corte confinados**. 114 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016.

Steen R.W.J.; Gordon F.J.; Dawson L.E.R.; Park R.S.; Mayne C.S.; Agnew R.E.; Kilpatrick D.J.; Porter M.G. Factors affecting the intake of grass silage by cattle and prediction of silage intake. **Animal Science**, v. 66, p. 115–127, 1998.

Stenn, R.W.J.; Gordon, F.J.; Mayne, C.S.; Poots, R.E.; Kilpatrick, D.J.; Usworth, E.F.; Barnes, R.J.; Porter, M.G.; Pippard, C.J. Predicton of the intake of grass silage by cattle. In:Garnsworthy, P.C.; Wiseman, J. (eds.). **Recent developments in ruminant nutrition**. Nottingham University Press. Nottingham, 2002.p. 101–120.

Van Soest, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** ed., New York: Cornell University Press, 1994.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583–3597, 1991.

Van Vuuren, A.M.; Huhtanen, P.; Dulphy, J.P. Improving the feeding and health value of ensiled forages. In M. Joumet et al. (eds.). **Recent developments in the nutrition of herbivores**. INRA, Paris,1995.p. 279–307.

miolo VI Simposio.indd 58 11/04/2017 15:52:18

Vasconcelos, J.T.; Galyean, M.L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas TechUniversity survey. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2772–2781, 2007.

Velho, J.P.; Mühlbach, P.R.F.; Nörnberg, J.L.; Velho, I.M.P.H.; Genro, T.C.M.; Kessler, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1532–1538, 2007.

Verbič, J.; Ørskov, E.R.; Žgajnar, J.; Chen, X.B.;*Žnidaršič-Pongrac, V.* The effect of method of forage preservation on the protein degradability and microbial protein synthesis in the rumen. **Animal feed science and technology**, v. 82, p.195–212, 1999.

Wang, P.; Johnson, D.B.; Rausch, K.D.; Schmidt, S.J.; Tumbleson, M.E.; Singh, V. Effects of protease and urea on a granular starch hydrolyzing process for corn ethanol production. **Cereal Chemistry**, v.86, p.319–322, 2009.

Weinberg, Z.G.; Chen, Y.; Gamburg, M. The passage of lactic acid bacteria from silage into rumen fluid, in vitro studies. **Journal of Dairy Science**,v. 87, p. 3386–3397, 2004.

Weinberg, Z.G.; Muck, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 19, p. 53–68, 1996.

Weinberg, Z.G.; Muck, R.E.; Weimer, P.J. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. **Journal of Applyed Microbiology**, v. 94, p. 1066–1071, 2003.

Weiss, W.P.; Chamberlain, D.G.; Hunt, C. 2003. Feeding Silages. In: Buxton, D.R.; Muck, R.E.; Harrison, J.H. (eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, USA:American Society of Agronomy, 2003.p. 469–504.

Windle, M.C.; Walker, N.; Kung,L.Jr. Effects of an exogenous protease on the fermentation and nutritivevalue of corn silage harvested at different dry mattercontents and ensiled for various lengths of time. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 3053–3060, 2014.

miolo VI Simposio.indd 59 11/04/2017 15:52:18

Woolfordm, K. Managing aerobic deterioration in silage. In: McCullough, M.E. & Bolsen, K.K. (eds.). **Silage Management**. Des Moines, Iowa: National Feed Ingredients Association,1984.p. 42–77.

Yoshii, T.; Asanuma, N.; Hino, T. Effect of ethanol on nitrate and nitrite reduction and methanogenesis in the ruminal microbiota. **Animal Science Journal**, v. 76, p. 37–42, 2005.

Zopollatto, M.; Daniel, J.L.P.; Nussio, L.G. Microbial silage additives in Brazil: review ofaspects of ensilage and animal performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 170–189, 2009.

miolo VI Simposio.indd 60 11/04/2017 15:52:18

IMPORTÂNCIA DO GRAU DE PROCESSAMENTO DA FORRAGEM NO GASTO ENERGÉTICO PARA COLHEITA E NA QUALIDADE DA SILAGEM

Ciniro Costa[1]
Paulo Roberto de Lima Meirelles[1]
André Michel de Castilhos[2]
Cleunice Auxiliadora Fialho[3]
Cristiano Magalhães Pariz[3]

1. INTRODUÇÃO

A conservação de alimentos tem por princípio o controle da água livre, a fim de impedir a proliferação de microrganismos indesejáveis. No caso da conservação de alimentos para animais, seja concentrado ou volumoso, é feita nas formas úmida ou desidratada, razão pela qual os alimentos desidratados, pela elevada pressão osmótica, podem ser mantidos em ambiente aeróbio, enquanto os alimentos úmidos, pela baixa pressão osmótica, devem permanecer em meio anaeróbio e ácido. A silagem portanto, é o produto da conservação de alimentos úmidos em ambiente anaeróbio, mediante fermentação, em locais denominados silos.

Dos fatores que norteiam a tomada de decisão para conservação de uma planta forrageira na forma de silagem no momento ideal de manejo, devem ser considerados especialmente: o adequado teor de matéria seca e de carboidratos solúveis, o baixo poder tampão, a produtividade de massa seca, o valor nutritivo e a aceitabilidade pelos animais. Enquanto os três primeiros fatores são fundamentais no processo de conservação da forragem no interior do silo, os três últimos são decisivos no custo de produção do processo de ensilagem.

[1] Professor da FMVZ/UNESP- Campus de Botucatu
[2] Zootecniasta da FMVZ/UNESP – Campus de Botucatu
[3] Pós-Doutorando da FMVZ/UNESP – Campus de Botucatu

miolo VI Simposio.indd 61 11/04/2017 15:52:18

Dentre as plantas forrageiras tropicais o milho e o sorgo, quando colhidas no momento adequado, destacam-se por atender todos os fatores a serem considerados para ensilagem de uma planta forrageira. O milho é considerado a cultura mais indicada para produção de silagem, enquanto o sorgo como segunda melhor opção tem sido recomendado para condições edafoclimáticas pouco favoráveis à cultura do milho, especialmente pela sua menor exigência em fertilidade do solo, maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor (Zago, 1999), e próximos de grandes centros populacionais, onde pode ocorrer "furto" de espigas na fase de milho verde, por comprometer posteriormente, tanto a produtividade de massa quanto o valor nutritivo da silagem (Costa et al., 2000), tendo em vista que a espiga apresenta superioridade em peso e valor nutritivo em relação ao restante da planta.

Todas as etapas do processo de ensilagem, iniciando com a colheita e picagem, seguida do carregamento e vedação do silo devem ser rigorosamente respeitadas para a adequada conservação do material. O processo de ensilagem, especialmente das plantas de milho e de sorgo, assim como o manejo de retirada da silagem são bem conhecidos, tendo sido descritos e historiado quanto a sua origem e difusão no Brasil por De Faria (1986), De Faria & Corsi (1995) e Nussio & Manzano (1999), dentre outros.

Dentre os procedimentos para melhorar o valor nutritivo da silagem de milho e de sorgo no momento adequado de colheita tem sido relacionados à elevação da altura do corte das plantas em relação ao nível do solo a fim de aumentar a participação dos grãos na massa ensilada, o tipo de híbrido e mais recentemente, o tamanho da partícula e o processamento da massa por ocasião da colheita e picagem, objetivando melhorar a digestibilidade do amido dos grãos.

2. MOMENTO DE COLHEITA

O momento ideal para a colheita de uma planta forrageira constitui o ponto essencial para obtenção de uma silagem de alta

miolo VI Simposio.indd 62 11/04/2017 15:52:18

qualidade. A proposta que maximiza economicamente a técnica consiste em conciliar altos valores de produtividade de massa e de valor nutritivo.

O teor de matéria seca (MS) das plantas é o critério que define o momento adequado para colheita do milho e do sorgo. O ideal para ensilagem é quando as plantas atingem em torno de 35% de MS para a adequada conservação da massa no interior do silo (Silveira, 1975), com maior valor alimentício da silagem resultante, tanto para o milho (McCullough 1970), quanto para o sorgo (Demarchi, 1993).

A linha de leite no grão de milho é um indicador prático e eficiente para determinação do teor de matéria seca da planta e seu momento de colheita, conforme descrito por Nussio & Manzano, (1999) e Nussio et al. (2001). Assim, o momento ideal de colheita das plantas (35% de MS), com o máximo potencial produtivo e de valor alimentício é verificado quando os grãos de milho, na porção central da espiga, encontram-se no estádio de 1/4 leitoso ou 3/4 farináceo. Este momento encontra-se no intervalo de colheita ou "janela de colheita", período em que os grãos estão na fase 1/2 leitosos (32% de MS) até o início de maturação fisiológica ou camada preta na base dos grãos (38% de MS), correspondendo ao estádio de grãos pastosos/farináceo a farináceo duro (Mahanna, 1996). Nesse estádio as brácteas (palhas da espiga) encontram-se extremamente cloróticas (amarelecidas) e as folhas normalmente, verdes apenas no terço superior.

A coloração das folhas isoladamente não é um bom indicativo de momento de corte, uma vez plantas bem nutridas apresentam todos os pares de folhas verdes por mais tempo em relação às folhas provenientes de plantas mantidas em regime de deficiência nutricional, não refletindo o status de umidade e maturidade da planta toda, levando a erros de julgamento (Nussio & Manzano, 1999), bem como em híbridos de milho com característica de senescência retardada, denominada de "stay green", que apresentam maior resistência ao acamamento.

No caso do sorgo, o momento de colheita não é tão preciso quanto no milho, tendo em vista a heterogeneidade na emissão da inflorescência entre plantas, bem como a diferença de maturação dos grãos do ápice em

miolo VI Simposio.indd 63 11/04/2017 15:52:18

relação à base da inflorescência, uma vez que a emissão da inflorescência é lenta e ocorre autopolinização. Assim, os grãos do ápice da inflorescência amadurecem primeiro em relação aos da base. Portanto, a definição do momento de colheita para ensilagem das plantas deve ser determinada quando a maioria dos grãos da base da inflorescência encontra-se no estádio farináceo.

Segundo Zago (1999), o momento ideal de colheita está na dependência do híbrido utilizado, local de plantio, fertilidade do solo e condições climáticas. Normalmente os híbridos de sorgo de porte médio a baixo são mais precoces que os de porte alto, com momento de colheita entre 90 e 105 dias após o plantio no Brasil Central, podendo ser mais tardio na região Sul; ao passo que os híbridos de porte alto normalmente são mais tardios e mais produtivos, apesar de apresentarem menores proporções de grãos na massa ensilada. No Brasil Central o momento de colheita ocorre entre 98 e 112 dias após o plantio.

3. ALTURA DO CORTE

A altura de corte das plantas de milho e de sorgo para produção de silagem é de 15 a 20 cm do solo, diminuindo a contaminação da massa com terra e/ou resíduos de outras plantas. Porém, a altura de corte acima de 20 cm melhora o valor nutritivo da silagem, pela maior proporção de grãos de milho na massa ensilada, refletindo em economia no balanceamento de rações para animais de maior potencial produtivo. Entretanto, quanto maior a altura de corte, menor será a quantidade de massa colhida por hectare. Portanto, silagens de milho colhidas com alturas mais elevadas devem contribuir não somente para aumentar a ciclagem de nutrientes do solo, mas também para retornar grandes quantidades de potássio (K) que se encontram nos internódios inferiores da planta (Nussio et al., 2001). Resultados de Jaremtchuk et al. (2006) demonstraram que a elevação na altura de corte da silagem de milho de 20 para 40 cm reduziu, em média, 19,1% a extração de K. Assim, a ciclagem deste nutriente é positiva para

miolo VI Simposio.indd 64 11/04/2017 15:52:18

o estabelecimento de um programa duradouro de exploração de áreas para produção de silagem, e merecem avaliação econômica, levando em consideração a produtividade ao longo dos anos para justificar a recomendação.

Quando o milho e o sorgo são colhidos para silagem de planta inteira ocorrem elevada extração e exportação de nutrientes, sendo necessário estabelecer um programa de manutenção e melhoria da fertilidade do solo. Assim, Shaver (2000) recomendou que o produtor priorizasse suas necessidades de obtenção de máxima produção de forragem versus alta qualidade da silagem, para determinar a melhor altura de corte em cada situação, o que pode variar de ano para ano, em função da produtividade e qualidade da cultura.

Pariz et al. (2016) avaliando o consórcio de milho com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) para silagem em um sistema integrado de produção agropecuária verificaram que o K remanescente nos colmos de milho foi 33% maior quando se realizou o corte das plantas a 45 cm (22,6 kg de K ha^{-1}) em relação à altura de 20 cm (17,0 kg de K ha^{-1}). Além da maior ciclagem de K, essa opção também foi eficiente em elevar a disponibilidade de forragem da pastagem no inverno/primavera para pastejo por cordeiros e a quantidade de palhada, além de reduzir a compactação, manter os níveis de matéria orgânica e elevar a disponibilidade de Fósforo, Potássio e Magnésio no solo. Com esses resultados, é possível recomendar uma alternativa de utilização da área no inverno/primavera para os produtores de silagem, principalmente de milho, os quais geralmente mantêm o solo em pousio na entressafra, devido à possibilidade de insucesso de culturas graníferas nessa época do ano, em função de condições climáticas adversas, com destaque às baixas temperaturas na transição da região tropical e subtropical do Brasil. Vale a pena destacar também, que esses produtores realizam o preparo convencional do solo, com arações e gradagens após a colheita para ensilagem, em função da compactação exercida por esse processo, o que atualmente é uma prática que não considera os conceitos conservacionistas do solo.

miolo VI Simposio.indd 65 11/04/2017 15:52:18

Assim, as vantagens relacionadas à conservação e melhoria da fertilidade do solo, obtidas quando da elevação da altura de corte das plantas de milho e de sorgo para produção de silagem, devem ser consideradas. A determinação dos custos de produção das silagens, obtidas a partir de diferentes alturas de corte e a realização de análise econômica, quando utilizadas em sistemas de produção animal (de leite ou de carne), são os instrumentos mais seguros para a tomada de decisão quanto ao sistema de manejo a ser adotado na propriedade (Nussio et al., 2001 e Neumann et al., 2007).

4. TIPO DO HÍBRIDO

Historicamente a busca por cultivares de milho e de sorgo que determinem alta produtividade de massa tem sido a principal preocupação do produtor, sendo esquecido o aspecto de valor nutritivo, geralmente traduzida pela escolha de cultivares com baixa porcentagem de grãos na massa a ser ensilada (Nussio & Manzano, 1999). Entretanto, os híbridos de milho e de sorgo mais indicados para produção de silagem devem ser aqueles mais adaptados às condições edafoclimáticas (Nussio, 1991 e 1995) e tecnológicas de cada região (Rosales et al., 2008), por interferir diretamente na produtividade de massa, com reflexo no custo de produção e no valor nutritivo pela maior relação grãos:fração vegetativa. Além disso, é importante considerar ainda, a textura do grão e o sistema de produção animal na escolha do híbrido para produção de silagem.

A proporção de endosperma farináceo e vítreo é o principal fator para a definição e classificação da textura do grão em vítreo ou duro e dentado ou mole. Segundo Nussio et al. (2001), dois grupos genéticos de cultivares de milho predominam: Dent (*Zea mays* ssp. Indentada) e Flint (*Zea mays* ssp. Indentura). O grupo genético Dent é caracterizado pela presença de endosperma vítreo nas laterais do grão e textura farinhosa no centro. Ao se desidratar, a parte central do grão endurece, formando uma distinta conformação dentada. As cultivares Flint, tem endosperma vítreo

miolo VI Simposio.indd 66 11/04/2017 15:52:18

com pequena proporção de endosperma farinhoso, apresentando núcleo arredondado, de coloração mais amarela escura localizada na porção mais externa do grão. Nesse local o amido é altamente vítreo e compactado em células com formatos poligonais, envoltos em uma densa matriz proteica (Pereira et al., 2004).

A textura do grão de milho exerce impacto sobre a digestibilidade do amido, susceptibilidade ao ataque de pragas no campo e/ou durante o armazenamento (Johnson et al., 2002). No Brasil, 81,0% das sementes comercializadas para silagem são híbridos de textura dura e semi-dura (Cruz & Pereira Filho, 2005; citados por Silveira, 2012).

Zinn et al. (2011), apontaram as duas principais barreiras para a digestão dos grãos: o pericarpo, membrana que envolve o endosperma composta por celulose, hemicelulose e alguma lignina e a vitreosidade do amido, representado pela porção do endosperma que é envolta por uma matriz proteica densa com corpos proteicos estruturados, que circundam os grânulos de amido de forma poligonal, não permitindo espaços vazios entre estas estruturas (Paes, 2006), característica nos híbridos de textura dura. De forma oposta, os híbridos farináceos apresentam espaços entre os grânulos de amido o que permite maior superfície de contato para os microrganismos e enzimas digestivas. No entanto, estes híbridos não são comercializados na América do sul, Central e na Europa para nutrição animal devido à dificuldade de manuseio e redução do seu peso específico o que em tese, reduz o seu valor comercial.

Nos sistemas de produção com animais de elevado potencial genético em que se objetiva alta produção por animal, deve-se optar por híbridos de milho com alto potencial produtivo de grãos (Nussio, 1991), bem como os de textura dentada ou mole por apresentarem maior degradabilidade das silagens provenientes de plantas colhidas em estádio mais avançado, em relação aos de textura vítrea ou dura (Celestine et al., 2001 e Factori et al., 2014b), e de preferência aqueles com maior digestibilidade da fração vegetativa, em especial os caules (Nussio et al., 2001).

miolo VI Simposio.indd 67 11/04/2017 15:52:18

A maior participação de grãos, tanto de milho quanto de sorgo, na massa ensilada proporciona maior valor nutritivo da silagem, com aumento no consumo voluntário potencial e redução da quantidade de concentrado para o balanceamento da dieta (Nussio, 1995), com reflexos econômicos e adequada relação volumoso:concentrado, atendendo as necessidades fisiológicas de ruminação.

5. TAMANHO DA PARTÍCULA E PROCESSAMENTO DA MASSA NA ENSILAGEM

A silagem de planta inteira de milho e de sorgo é caracterizada como volumoso com alta energia e elevada produtividade de massa seca, composta basicamente pela fração vegetativa rica em fibra, representada por colmo e folhas, e pela fração grãos, com alto conteúdo de amido. A fração vegetativa é fonte de fibra efetiva e fisicamente efetiva, quando corretamente picada, garantindo o adequado funcionamento do rúmen. No caso da planta de milho, quando colhida no momento adequado, a fração grãos é composta por 72% de amido (Huntington, 1997), representando 45% da matéria seca da planta inteira (Philippeau e Michalet-Doreau, 1998) e mais de 50% da energia da planta (NRC, 2001).

Dessa forma, na produção de silagem o tamanho da partícula impacta no requerimento de potência na colhedora (Factori et al., 2014a) e na densidade da massa de forragem, otimizando o transporte e a compactação no silo (Gale & Knight, 1979), além de favorecer o processo de fermentação pela maior interação do substrato e microrganismos propiciado pela liberação de maior quantidade de conteúdo celular maximizando a fermentação da silagem. O tamanho da partícula promove ainda, menores perdas físicas durante a retirada do silo e fornecimento aos animais, facilitando a mistura com concentrado no balanceamento de ração, impedindo a seleção dos ingredientes pelos animais durante o consumo no cocho (Balsalobre et. al., 2001).

miolo VI Simposio.indd 68 11/04/2017 15:52:18

Do ponto de vista nutricional, a redução do tamanho de partícula, aumenta a taxa de passagem promovendo maior consumo voluntário e melhoria no desempenho animal (Gale e Knight, 1979), entretanto partículas muito finas comprometem a fibra fisicamente efetiva, afetando negativamente a saúde do rúmen, aumentando a propensão à acidose ruminal (Johnson et al., 1999). Portanto, a regulagem da ensiladora deve ser ajustada conforme o híbrido, o tipo de textura e teor de matéria seca no momento de colheita com o objetivo de manter os padrões de digestibilidade e saúde ruminal (Garbuio et al., 2006).

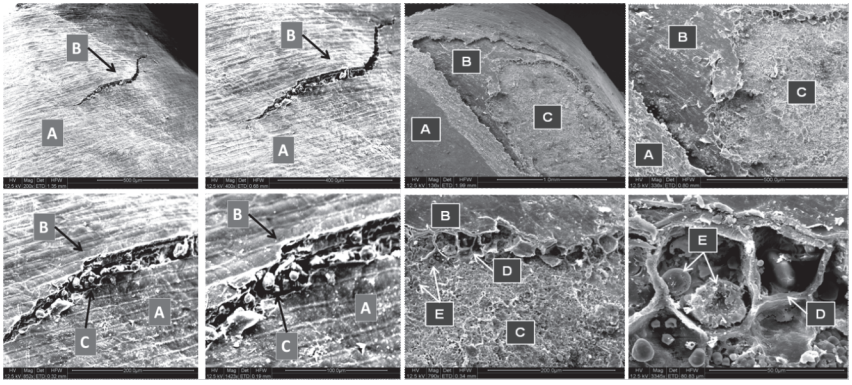
Tomich et al. (2003) recomendaram tamanho de partícula de 2 a 2,5 cm, enquanto com base no separador de partículas de forragem desenvolvido na Universidade da Pensilvânia nos Estados Unidos, com três peneiras e abandeja de fundo, denominado "penn state particle separator", a amplitude média do tamanho das partículas é de 1 a 2 cm. A proporção média adequada de partículas da silagem de milho retidas na peneira 1 (> 19 mm) é de 3-8%, na peneira 2 (8 a 19 mm) 45-65%, na peneira 3 (1,18 a 8 mm) 30-40% e na bandeja de fundo (<1,18 mm) 5% (Quirrenbach, 2011). A mensuração do tamanho de partículas por meio do "penn state" é uma ferramenta útil para o conhecimento dos fatores que afetam o comportamento ingestivo dos animais, bem como a proporção de partículas maiores de 19 mm, que pode ser um bom indicador da atividade ruminal e do comportamento seletivo no cocho (Kononoff et al., 2003).

Atualmente existem no mercado nacional ensiladoras com até três linhas de corte, do tipo montada, que são acopladas ao trator, com mecanismo de corte e ajuste do tamanho da partícula, acionado pela tomada de força; bem como ensiladoras automotrizes, com quatro a doze linhas de corte, que além de cortar a forragem possuem processador de grãos, denominado "corn-cracker", que realiza a prensagem de toda a massa a ser ensilada, esmagando os grãos, rompendo o pericarpo e promovendo fissuras na epiderme da fração vegetativa, mantendo dessa forma o tamanho da partícula (Vita, 2008; citado por Factori, 2008).

miolo VI Simposio.indd 69 11/04/2017 15:52:18

Por meio da análise em microscopia eletrônica de varredura, Silveira (2012) e Silveira et al. (2013) ilustraram a ação física do processamento da massa de forragem de milho antes da ensilagem, tanto nos grãos (Figuras 1a,b), quanto na fração vegetativa (Figura 2a,b).

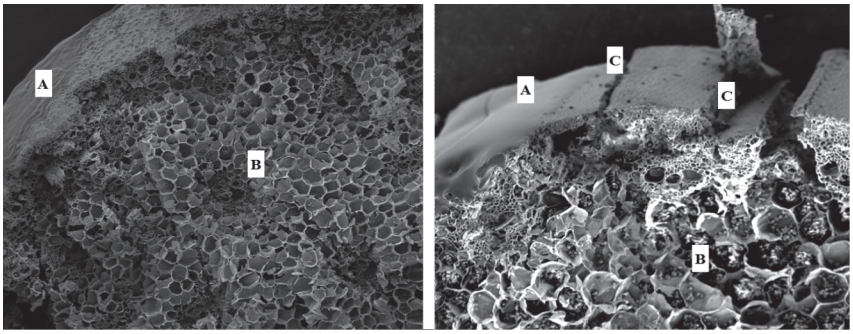
O rompimento do pericarpo expõe o amido ao ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal, bem como melhora a digestibilidade da porção fibrosa devido aos danos na epiderme, por facilitar a colonização pelos microrganismos do rúmen. Nesse sentido, Factori et al. (2008) recomendaram o processamento das plantas de milho por ocasião da colheita para ensilagem por aumentar a degradabilidade efetiva da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e amido, especialmente para híbridos de milho de textura dura colhido no estádio de maturação fisiológica, bem como em partículas de tamanho maiores, 11 mm (Factori et al., 2014b). Entretanto, Silveira et al. (2013) constataram benefício do processamento também, para híbridos de textura dentada.



(Figura 1a) (Figura 1b)

Figura 1a,b. Micrografia do grão de milho da massa sem processamento, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando (figura 1a), o pericarpo (A); fissura no pericarpo (B); grânulos de amido (C) e do grão de milho da massa processada antes da ensilagem (Figura 1b). O pericarpo (A); camada de aleurona (B), endosperma (C); parede celular do amiloplasto (D), e grânulos de amido (E) (Silveira et al., 2013).

miolo VI Simposio.indd 70 11/04/2017 15:52:18



(Figura 2a) (Figura 2b)

Figura 2a,b. Micrografia do colmo de milho da massa sem processamento, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando (figura 2a), a epiderme (A); parênquima paliçádico (B) e do colmo de milho da massa processada antes da ensilagem (figura 2b). Epiderme (A), parênquima paliçádico (B) e fissuras ocasionadas pelo processamento (C) (Silveira, 2012).

Na terminação de bovinos não castrados em confinamento, Silveira (2012) constatou que o processamento da massa de planta inteira de milho para silagem, como volumoso único, não é indicada para níveis de inclusão de 80% de concentrado na dieta, por interferir no desempenho dos animais, apesar da melhor composição centesimal em termos de extrato etéreo da carne (Nascimento Júnior, 2013). Com a inclusão de 60% de concentrado houve melhora no aproveitamento do amido pelos animais (Silveira, 2012).

No caso de bovinos de leite, o efeito do processamento da massa a ser ensilada reflete na produção e qualidade do leite. O aumento na degradabilidade ruminal do amido maximiza a capacidade fermentativa no rúmen, aumentando assim a síntese de proteína microbiana (Poore et al., 1993; Oliveira et al., 1995; Plascencia e Zinn, 1996) e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), particularmente ácido propiônico, o principal precursor gluconeogênico em ruminantes (Theurer et al., 1999), com elevação do fluxo líquido de energia na veia porta, na síntese de glicose pelo fígado e na disponibilidade de aminoácidos para a síntese de proteína do leite (Theurer et al., 1995; Alio et al., 2000; Lozano et al., 2000).

miolo VI Simposio.indd 71 11/04/2017 15:52:19

Entretanto, McAllister et al. (2011) destacaram a necessidade de cautela quanto ao processamento, uma vez que partículas muito finas são rapidamente colonizadas e fermentadas a AGCC. Caso a taxa de produção destes ácidos exceda a capacidade de absorção e o fluxo de saída do rúmen, estes poderão acumular-se, desencadeando um quadro de acidose subclínica ou clínica, suscitando doenças metabólicas secundárias como abscessos no fígado e timpanismo.

A literatura nacional relacionada ao estudo do efeito do processamento da massa a ser ensilada com produção de leite é limitada. Ferraretto & Shaver (2012) em estudo de meta-análise para determinar os efeitos do teor de matéria seca, tamanho de partículas e processamento da massa na ensilagem de planta inteira de milho sobre o consumo, digestão, e o desempenho de vacas leiteiras utilizando um conjunto de dados composto por 106 tratamentos a partir de 24 artigos em periódicos com revisão entre 2000 e 2011, constataram que a produção de leite corrigido para 4% gordura foi reduzida em 2 kg/d quando o teor de matéria seca foi superior a 40%, enquanto o processamento (com abertura dos processadores entre 1 e 3 mm) proporcionou aumento na digestibilidade do amido no trato digestivo total em comparação com aquelas não processadas (4-8 mm) e a produção de leite tendeu a ser maior em 1,8 kg/vaca, enquanto o desempenho dos animais não foi afetado pelo tamanho de partículas, classificadas entre 4,8 e maior que 32,0 mm.

No Brasil, Bernardes e Rêgo (2014) realizando levantamento sobre as práticas de produção e utilização de silagem em 260 fazendas leiteiras, constataram que a maioria dos produtores utiliza ensiladoras do tipo montada, com até duas linhas, sem processador de grãos, pelo baixo custo de aquisição e de utilização, em virtude da reduzida escala de produção das propriedades, com pequenas áreas para cultivo de forragem e muitas vezes com topografia acidentada. Neste tipo de ensiladora, o rompimento do pericarpo só é conseguido pela redução no tamanho da partícula. Porém essa prática compromete a fibra fisicamente efetiva proveniente da fração vegetativa, prejudicando a saúde do rúmen.

miolo VI Simposio.indd 72 11/04/2017 15:52:19

Estes mesmos autores apontaram ainda as seguintes limitações consideradas como barreiras ao aprimoramento do uso da silagem no Brasil: Carência de equipamentos apropriados à produção e utilização de silagem para o padrão brasileiro assim como a falta de mão de obra capacitada para operação dos equipamentos; falta de linhas de créditos que estimulem o poder de compra dos produtores e a formação de cooperativas e, criação de programas que tornem acessíveis aos profissionais extensionistas e aos produtores o conhecimento relativo às importantes etapas durante a produção e utilização de silagem, incluindo a afiação de facas da ensiladora, o uso de plásticos de alta qualidade para revestimento da massa ensilada, o planejamento de números de silos de acordo com o número de animais e a instrução para o descarte da silagem deteriorada antes que seja fornecido aos animais.

6. CUSTO DA PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO E DE SORGO

Em virtude da nova ordem econômica, as atividades agropecuárias atingiram grau de complexidade semelhante aos demais setores da economia, exigindo do produtor nova visão administrativa. Planejamento, controle, gestão produtiva e empresarial das fazendas são ferramentas que auxiliam a análise econômica da produção de silagem e, sequencialmente, a viabilidade do empreendimento. A escolha do volumoso como componente da dieta deve ser gerenciada considerando o risco econômico da prática, como a habilidade técnica para produção e o custo do produto animal gerado, já que estes são fatores correlacionados e interdependentes.

No Brasil o alimento volumoso possui participação expressiva em dietas de bovinos de corte na terminação em confinamento, variando entre 12% e 45,0% (Millen et al., 2009). Esse valor é cerca de três vezes maior relativamente às recomendações de inclusão de volumosos utilizadas pelos consultores nutricionistas nos Estados Unidos (Vasconcelos & Galyen, 2007). Segundo estudos de Millen et al. (2009), a cana fresca picada foi a

miolo VI Simposio.indd 73 11/04/2017 15:52:19

fonte de volumoso mais utilizada nos confinamentos brasileiros (32,3%), seguida pela silagem de milho (25,8%); silagem de sorgo (22,6%); bagaço de cana (9,7%); silagem de capim (6,5%) e silagem de cana (3,2%).

Os menores custos de produção por arroba produzida com as silagens de milho e de sorgo têm sido atribuídos à melhor produção de nutrientes por tonelada de matéria seca relativamente aos capins tropicais. Porém, o risco e o custo para implantação dessas culturas anuais são maiores do que aqueles com capins tropicais perenes. Apesar disso, as forrageiras mais utilizadas para produção de silagem, no caso das propriedades leiteiras, majoritariamente (mais de 50%) utilizam o milho, seguida do sorgo, dos capins tropicais e da cana-de-açúcar (Bernardes, 2012). O volumoso é empregado na proporção de mais de 50% da dieta das vacas em produção.

Normalmente, os insumos e a fase de implantação e condução das culturas de milho e de sogo representam de 70 a 80% do custo total de produção; e a ensilagem, de 20 a 30% (Factori et. al., 2014a). Nesse sentido, o custo de produção da silagem está diretamente relacionado à produtividade da cultura (Pereira, 2015), razão pela qual a correta escolha do híbrido é primordial, respeitando as recomendações técnicas de cultivo.

Objetivando quantificar a demanda energética no processo de ensilagem de milho, Seki (2007) verificaram baixo consumo horário de combustível (7,40 L h^{-1}) e alto consumo de combustível por área (34,2 L ha^{-1}), devido a limitada capacidade operacional dos equipamentos. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-equipamento foi reduzida devido ao grande volume do material a ser processado, visto que o aumento da velocidade de deslocamento proporciona aumento das perdas por tombamento de plantas e do tamanho das partículas da forragem. Além disso, o rendimento operacional e consumo de combustível na colheita são influenciados pelo tipo de hibrido, momento da colheita e tamanho das partículas (Factori et al., 2014a).

Na ensilagem deve-se considerar ainda, o maior custo para aquisição da colhedora de forragem automotriz com o kit para processamento mecânico da massa a ser ensilada em relação às colhedoras

miolo VI Simposio.indd 74 11/04/2017 15:52:19

de forragem montada. Na contratação de serviço terceirizado de empresas que utilizam colhedoras automotriz o custo de produção de silagem de milho e de sorgo é em torno de 8 e 10% maior, respectivamente em relação colheita efetuada com ensiladora montada sem processador, utilizando equipamento próprio (Tabela 1).

Nesse sentido, a utilização de colhedoras de forragem automotrizes torna-se mais acessível para médios e grandes produtores, sendo que o benefício do processamento mecânico da forragem na melhoria da qualidade do material deve ser avaliado, levando em consideração o custo com a aquisição do maquinário ou terceirização do serviço e os acréscimos na rentabilidade econômica em função do melhor desempenho dos animais arraçoados.

Tabela 1 – Custo de produção (R$/ha) e de massa verde útil (MVU) e massa seca útil (MSU) em R$/t de silagem de milho e de sorgo colhidos com ensiladoras montada (M) e automotriz (A), considerando produtividade para as respectivas culturas de 40 e 50 (t/ha), teor de matéria seca de 33 e 30% e perda de 15 e 20% respectivamente

Itens	Milho		Sorgo	
	M	A	M	A
Implantação e cultivo				
- Insumos	2.354,5	2.354,5	1.687,6	1.687,6
- Mecanização	531,7	531,7	540,3	540,3
Ensilagem				
- Mecanização	575,8	906,3	640,6	998,2
- Lona e fechamento	365,3	365,3	449,8	449,8
Total (R$/ha)	3.827,3	4.157,8	3.318,3	3.675,9
Custo (R$/t)				
- MVU	112,6	122,3	83,0	91,9
- MSU	341,1	370,6	276,5	306,3

Preços obtidos junto a Conab - Companhia Nacional de Abastecimento para a região do estado de São Paulo em jan/2017

miolo VI Simposio.indd 75 11/04/2017 15:52:19

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O milho e o sorgo são as plantas mais indicadas para produção de silagem de alta qualidade, desde que colhidas no momento adequado e devidamente armazenadas.

O momento ideal de colheita das plantas, tanto de milho quanto de sorgo, constitui o ponto essencial para obtenção de uma silagem de alta qualidade.

A altura de corte das plantas do milho e do sorgo para ensilagem é uma estratégia de manejo que possibilita elevar o valor nutritivo da silagem e minimizar a extração de nutrientes do solo.

O processamento físico da massa na ensilagem se constitui em estratégia importante para colheita de plantas de milho com avançado estádio de maturação, ampliando o intervalo de colheita, permitindo exploração de maior síntese líquida de biomassa pela planta e promovendo maior digestibilidade das frações grãos e vegetativa.

A tomada de decisão para o processamento da massa na ensilagem de planta inteira de milho deve ser norteada com base no sistema de produção e na categoria animal a ser arraçoada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALION, A.; THEURER, C.B.; LOZANO, O.; HUBER, J.T., SWINGLE, R.S., DELGADO-ELORDUY, A.; WEBB, K.E. Splanchnic nitrogen metabolism by growing beef steers fed diets containing sorghum grain flaked at different densities. **Journal of Animal Science**, v. 78, n.5, p.1355- 1363, 2000.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 890-911.

miolo VI Simposio.indd 76 11/04/2017 15:52:19

BERNARDES, T.F. Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas produtoras de leite no Brasil, 2012. Disponível em: http://www.ufla.br/ascom/wp-content/uploads/2012/03/EBOOK-SILAGEM1.pdf. Acessado em: 13/02/2017.

BERNARDES, T.F. & RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p.1852–1861, 2013.

CELESTINE, G.A.; PEREIRA, M.N.; BRUNO, R.G.S.; VON PINHO, R.G.; CORREA, C.E.S. Effect of corn grain texture and maturity on ruminal in situ degradation. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 419, Supplement 1, 2001.

COSTA, C.; CRESTE, C.R. ; ARRIGONI, M.D.B. ; SILVEIRA, A.C. ; ROSA, G.J.M.; BICUDO, S. J. Potencial para ensilagem, composição química e qualidade da silagem de milho com diferentes proporções de espigas. **Acta Scientiarum**, v. 22, n.3, p. 833-841, 2000.

DE FARIA, V.P. Técnicas de produção se silagens In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, 1986, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: ESALQ, 1986. p. 119-144.

DE FARIA, V.P. de; CORSI, M. Técnicas de produção de silagem. In: Volumosos para Bovinos. PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C. de; De FARIA, V.P.(Ed). 2ª Ed. Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 211-226.

DEMARCHI, J.J.A.A. Produção, valor nutritivo e características fermentativas de silagem de sorgo (*Sorghum vulgares*, pers) em cinco estádios de maturação. Piracicaba, ESALQ, 1993. 94p. (Dissertação de Mestrado).

FACTORI, M.A. Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estádio de colheita e processamento na ensilagem. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008.

FACTORI, M.A.; COSTA, C; MEIRELLES, P.R. de L.; OLIVEIRA, K. de; ROSALES, L.A.; MORAES, G.J. de; GONÇALVES, H.C. Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estádio de colheita e processamento na ensilagem. **Boletim da Indústria Animal**, v. 65, p. 259-273, 2008.

miolo VI Simposio.indd 77 11/04/2017 15:52:19

FACTORI, M. A.; COSTA, C; MEIRELLES, P.R. de L.; SILVA, P.R.A.; SEKI, A.S., SILVA, M. B. da. Demanda energética na colheita de híbridos de ilho para ensilagem em função do estádio de maturidade e tamanho da partícula. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 363-371, 2014a.

FACTORI, M. A.; COSTA, C; MEIRELLES, P.R. de L.; SILVEIRA, J.P.F. da; SILVA, M. B. da. Degradabilidade e digestibilidade de híbridos de milho em função do estádio de colheita, tamanho de partícula e processamento por meio do esmagamento na ensilagem. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 882-891, 2014b.

FERRARETTO, L.F. & SHAVER, R. D. Meta-analysis: Effect of cornsilage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Animal Science,** 28:141-149, 2012.

GALE, G.E.; KNIGHT, A. C. Apparatus and procedure for the accurate assessment of forage chop lenght. In: CONFERENCE ON FORAGE CONSERVATION IN THE 800., London, 1979. Proceedings. London: British Grassland Society, 1979.p. 335-338.

GARBUIO, P.W.; WEIRICH NETO, P.H.; DELALIBERA, H. C.; SOUZA, N.M.; LOPES, A.R. C.; PEREIRA, J.R.A. Processamento de plantas inteiras de híbridos de milho (zea mays) para silagem XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais...** CD ROM 31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 852-867, 1997.

JAREMTCHUK, A.R.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; GONÇALVES, H.C.; OSTRENSKY, A.; KOSLOWSKI, L.A.; MADEIRA, H.M.F. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. **Acta Scientiarum**. **Agronomy**, v.28, p.351-357, 2006.

JOHNSON, L.; HARRISON, J.H.; HUNT, C.; SHINNERS, K., DOGGETT, C.G.; SAPIENZA. D. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and Mechanical process. A comteporary review. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 2813-2825, 1999.

miolo VI Simposio.indd 78 11/04/2017 15:52:19

JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D.; ROBUTTI, J.L.; SWIFT, M.; MAHANNA, W.C.; SHINNERS, K. Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics. **Journal of dairy science**, v.85, n.4, p.833-853, 2002.

JOHNSON, L. Nutritive Value of Corn Silage as Affected by Maturity and Mechanical Processing: A Contemporary Review. **Journal Dairy Science**, v.82, p. 2813-2825, 1999.

KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3343-3353, 2003.

LOZANO, O.; THEURER, C. B.; ALIO, A.; HUBER, J. T.; DELGADO-ELORDUY, A.; CUNEO, P.; SWINGLE, R. S. Net absorption and hepatic metabolism of glucose, L-lactate, and volatile fatty acids by steers fed diets containing sorghum grain processed as dry-rolled or steam-flaked at different densities. **Journal of Animal Science**, v. 78, n.5, p. 1364-1371, 2000.

MAHANNA, W. Corn - Management and breeding the TMR plant. Pioneer Hi-Bred International. 1996. Disponível em: <http://www.pioneer.com/usa/products and technology/nutrition> Acesso em: 19 set. 2011.

McALLISTER, T. A.; YANG, W. Z.; OBA, M. Matching processing with grain size. In: Proceedings of the Western Nutrition Conference. 2011. p. 149-163.

McCULLOUGH, M. E. Silage Research at Georgia Station. University of Georgia – College of Agriculture Experiment Stations, 1970. 46p. (Research Report, 75).

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3427-3439, 2009.

NASCIMENTO JÚNIOR, N. Características da carcaça e qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento com silagem de milho processada mecanicamente. 54 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

miolo VI Simposio.indd 79 11/04/2017 15:52:19

NEUMANN M., MÜHLBACH, P.R.F.; RESTLE, J.; OST, P.R.; LUSTOSA, S.B.L. e FALBO, M.K. Ensilagem de milho (Zea mays, L.) em diferentes alturas de core e tamanho de partícula: produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, p. 379-397 , 2007.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE.. 7th rev. ed. National Academy of Science, Washington, DC. 2001.

NUSSIO, L.G. Cultura do milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4. Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 59-168.

NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: Volumosos para Bovinos. PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C. de; De FARIA, V.P.(Ed). 2ª Ed. Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 75-177.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais**... Maringá: UEM, 2001. p.127-145.

NUSSIO, L.G. & MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7. 1999, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.27-46.

OLIVEIRA, J. S.; HUBER, J. T.; SIMAS, J. M.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.7, p. 1318-1327, 1995.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular técnica, 75).

PARIZ, C.M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; MEIRELLES, P.R.L.; CASTILHOS, A.M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N.R.; MARTELLO, J.M.; SOUZA, D.M.; SARTO, J.R.W.; FRANZLUEBBERS, A.J. Production and soil responses to intercropping of forage grasses with corn and soybean silage. **Agronomy Journal**, v.108, p.2541-2553, 2016.

miolo VI Simposio.indd 80 11/04/2017 15:52:19

PEREIRA, J.R.A. Silagem de milho com menor custo se faz com produtividade. 2015. Disponível: http://www.pioneersementes.com.br/blog/43/silagem-de-milho-com-menor-custo-se-faz-com-produtividade. Acessado em: 13/02/2017.

PEREIRA, M.N.; VON PINHO, R.G.; BRUNO, R.G.; CELESTINE, G.A. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, v.61, p. 358-363, 2004.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype andensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2178–2184, 1998.

PLASCENCIA, A.; ZINN, R. A. Influence of flake density on the feeding value of steam-processed corn in diets for lactating cows. **Journal of Animal Science**, v.74, n.2, p.310-316, 1996.

POORE, M. H. et al. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n.8, p. 2244-2253, 1993.

QUIRRENBACH, I. Tamanho de partículas em silagem de milho. 2011. Disponível: http://fundacaoabc.org/wp-content/uploads/2016/07/Tamanho-de-particulas-em-silagem.pdf. Acessado em 13/02/2017.

ROSALES, L. A.; COSTA, C.; FACTORI, M. A.; MEIRELLES, P. R. de L.; MORAES, G. J. de. Produtividade e valor nutritivo de híbridos de milho para silagem em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Boletim da Indústria Animal**, v. 65, p. 197-207, 2008.

SHAVER, R.D. **Harvest and storage of high-quality corn silage for dairy cows**. Disponível em: <http://www.wisc.edu/dysci/uwex/nutritn/pubs/cshvst.pdf> Acesso em: 05 fev. 2013.

SEKI, A.S. Demanda energética no processo de ensilagem de milho. 101f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômica, Botucatu. Botucatu, 2007.

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

miolo VI Simposio.indd 81 11/04/2017 15:52:19

SILVEIRA, J.P.F. Processamento mecânico da silagem de milho e níveis de inclusão de concentrado na dieta de novilhos nelores confinados. 54 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012.

SILVEIRA, J.P.F.; TOSETTI, L.B.; LO TIEZO, V.; MELO; V.F.de P.; PERSICHETTI JÚNIOR, P.; SILVEIRA, T.F. da; BERGAMASCHINE, A.F.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. de L. Consumo e digestibilidade total da silagem de milho processada mecanicamente. **Boletim da Indústria Animal**, v. 70, p. 53-58, 2013.

THEURER, C.B.; HUBER, J.T.; SANTOS, F.A.P. Feeding and managing for maximal milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION MANAGE CONFERENCE, 1995. *Proceedings*... Tucson: Department of Animal Science, University of Arizona,1995.

THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; DELGADO-ELORDUY, A.; WANDERLEY, R. Invited review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.9, 1950-1959, 1999.

TOMICH, T.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20 p. Documento, 57.

VASCONCELOS, J.T.; GALYEAN, M.L.. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2772-2781, 2007.

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7. 1999, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.47-68.

ZINN, R.A.; BARRERAS, A.; COONA, L.; OWENS, F.N.; PLASCENCIA, A. Comparative effects of processing methods on the feeding value of maize in feedlot cattle. **Nutrition research reviews**, v. 24, n. 02, p. 183-190, 2011.

miolo VI Simposio.indd 82 11/04/2017 15:52:19

PRODUÇÃO DE SILAGENS DE MILHO OU SORGO EM CONSÓRCIO COM LEGUMINOSAS

Mábio Silvan José Da Silva[1]
Dheyme Cristina Bolson[2]
Clóves Cabreira Jobim[3]

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o advento das mudanças climáticas, o setor agrícola tem sido estimulado e/ou obrigado a desenvolver e adotar novas estratégias de produção, que primem pela redução de impactos sobre meio ambiente. Esta preocupação ocorre pela maior dependência e pela contribuição potencial dos setores agropecuários sobre o clima, impulsionando a geração de um novo perfil de produção, onde o conceito de sustentabilidade dos sistemas de produção tem se tronado cada vez mais recorrente.

Não existem estimativas precisas das potenciais perdas econômicas, em sistemas agrícolas e/ou pecuários, decorrentes de eventos ambientais associados a mudanças climáticas. No entanto, sabe-se que seus efeitos serão severos e que se agravarão nas próximas décadas, causando maiores impactos sobre os recursos hídricos, energéticos e, em particular, na produção agrícola (IPCC, 2007). Segundo Assad & Pinto (2008), o setor agropecuário brasileiro sofrerá um grande impacto, estimando-se perdas nas safras de grão de R$ 7,4 bilhões já em 2020 e alcançando o valor de R$ 14 bilhões em 2070. Os impactos previstos incluem ainda períodos de seca prolongada, perda da fertilidade e degradação do solo, devido ao aumento da precipitação, o que implicará negativamente na

[1] Zootecnista, Pós-Doutorando em Ciência Animal - CCA/UEL - Londrina, PR (*dasilva.mabio@gmail.com*)
[2] Zootecnista, Doutoranda em Zootecnia - PPZ/UEM - Maringá, PR (*dheymecristina@hotmail.com*)
[3] Professor Titular do DZO-UEM – Maringá, PR (*ccjobim@uem.br*)

miolo VI Simposio.indd 83 11/04/2017 15:52:19

agricultura e na segurança alimentar do planeta (FAO, 2008). Diante de previsões catastróficas que, certamente, implicarão de forma incisiva no modo de "cultivo tradicional" de plantas forrageiras, o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias de produção (automação dos processos de produção, hibridação de plantas, modificação genética, etc.) ou o simples entendimento e cultivo de culturas forrageiras sinérgicas, pode ser uma potencial ferramenta para obtenção de aumentos na produtividade, associado à sustentabilidade e autonomia forrageira dos sistemas agropecuários.

Quando se pensa no cultivo sinérgico, sabe-se que o seu maior potencial poderá ser obtido se utilizado culturas mais adaptadas ao novo padrão climático, que favoreçam a racionalização do uso de recursos hídricos, o aumento no seqüestro de carbono e a diminuição de insumos em seu ciclo de produção. Neste sentido, pesquisadores do mundo inteiro têm estudado os benefícios da consorciação entre diversas espécies forrageiras, de acordo com suas realidades locais e sempre associando gramíneas e leguminosas, como forma de obter equilíbrio no ecossistema local.

O cultivo de plantas forrageiras destinadas a produção de silagens tende a aumentar à medida que se intensifica os sistemas de produção ou a amplitude das variações sazonais. Entre as gramíneas forrageiras, o milho constitui a espécie mais cultivada para a produção de silagem (Bernardes, 2012), tanto pela tradição entre os produtores como pelos excelentes valores de produtividade e qualidade. Porém, outra cultura que tem se destacado nas últimas décadas é o sorgo, figurando como um possível substituto ao milho. O sorgo apresenta produtividade e qualidade comparáveis ao milho, destacando-se pela maior eficiência de utilização da água, o que minimiza os riscos de produção em regiões com limitada disponibilidade hídrica (Emile et al., 2009; Bolanos-Aguilar et al., 2012; Da Silva, et al., 2014).

A silagem de milho ou de sorgo é a principal fonte de energia e fibras na alimentação de bovinos, principalmente em rebanhos leiteiros (Borreani & Tabacco, 2010; Bernardes, 2012). No entanto, o valor proteico da silagem de milho ou de sorgo é baixo (60 – 90 g kg^{-1} MS), se fazendo

miolo VI Simposio.indd 84 11/04/2017 15:52:19

necessário o uso de concentrados proteicos para equilibrar a ração. Isto implica na necessidade de melhorar o valor nutricional destas silagens, de modo a minimizar a participação de concentrados na dieta, sem afetar aspectos fisiológicos e desempenho dos animais (Silva et al., 2015a; Da Silva et al., 2015). A inclusão de leguminosas durante a produção da silagem é uma opção para aumentar os níveis proteicos e reduzir os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Porém, grandes quantidades de leguminosa na massa de forragem podem ocasionar mudanças nos processos fermentativos e comprometer a qualidade final da silagem, devido à baixa ensilabilidade das leguminosas, que resulta dos baixos teores de carboidratos solúveis em água (CHOs) e de MS, associado à alta capacidade tampão - CT (Evangelista et al., 2005; Jobim et al., 2008). Neste contexto, faz-se necessário conhecer os critérios que devem ser observados quando da produção de silagens mistas de gramíneas com leguminosas. Assim, o presente texto tem como objetivo apresentar dados de pesquisas recentes sobre silagens mistas da planta inteira de milho ou sorgo associado com leguminosas, bem como, abordar algumas características de produção, qualidade e desempenho de animais alimentados com estas silagens.

2. CONSÓRCIOS FORRAGEIROS PARA PRODUÇÃO DE SILAGENS

As práticas de consórcios entre culturas de diferentes espécies, em especial cereais e leguminosas, têm sido desenvolvidas na agricultura tropical desde as antigas civilizações (Akhtar et al., 2013), com objetivo de otimizar o uso dos recursos disponíveis, como terra, luz e nutrientes (Badgley et al., 2007; Arshad et al., 2012) e favorecer o aumento da biodiversidade do ecossistema agrícola (Koohi et al., 2014). Segundo Zhang & Li (2003), a associação de espécies forrageiras constitui um dos sistemas sustentáveis que, responde proporcionalmente ao aumento da diversidade e complexidade da consorciação, gerando maior estabilidade dos sistemas

miolo VI Simposio.indd 85 11/04/2017 15:52:19

de exploração. Como reflexo, tem-se o aumento da produtividade, a manutenção da fertilidade do solo, o melhor controle da erosão e a utilização ótima dos recursos totais disponíveis (Mazaheri, 1993).

O desenvolvimento de pesquisas sobre sistemas de produção de forragem consorciados com leguminosas tem sido impulsionado, principalmente, pelo crescente interesse na redução do aporte de nitrogênio inorgânico no solo, visto o seu potencial de poluição ambiental (Crew & Peoples, 2004). Estes estudos buscam, além da redução na aplicação de N, avaliar o impacto das leguminosas sobre o valor nutritivo da forragem para a produção animal (Contreras-Govea et al., 2011).

Atualmente, os estudos com espécies de leguminosas vêm dando crescente enfoque ao sequestro de carbono, pela significativa contribuição das leguminosas para o estoque de carbono no solo (Abberton, 2010). Porém, quando do cultivo em consórcio, deve-se observar que a existência de competição interespecífica pode afetar o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas componentes, por diferenças fisiológicas nas espécies, modificações no micro clima e o sombreamento mútuo (Rana et al., 2001; Rashid & Hamayatullah, 2003).

Koohi et al. (2014) relatam que a condição para o sucesso no estabelecimento do consórcio está diretamente associado a escolha das espécies presentes na mistura, as quais devem utilizar formas e fontes de nutrientes distintos, ou seja, ocupem nichos diferentes. Este comportamento divergente permite que as espécies atuem mutuamente de forma suplementar. Assim, deve ser considerado o grau de compatibilidade existente, as características de crescimento e a competição por água, luz e nutrientes, bem como, a tolerância ao corte e ao pastejo, quando estes forem objeto de avaliação. Segundo Tiritan et al. (2013), desde que utilizadas espécies de gramíneas e leguminosas compatíveis, em termos de desenvolvimento da planta, os resultados são sempre favoráveis aos sistemas produtivos, com o aumento na produção de matéria seca, fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) e qualidade superior da forragem para alimentação animal.

miolo VI Simposio.indd 86 11/04/2017 15:52:19

Na produção de silagem as culturas de milho e sorgo já foram avaliadas em consorciação com soja, diversas espécies de feijão, leucena, guandu, crotalária, mucuna, dentre outras. Nestas condições de consórcios, deve-se ficar atento as diferenças na taxa de crescimento e desenvolvimento fenológico entre as espécies consorciadas, sendo que, quando estas diferenças forem muito grandes, pode ser necessária a realização de vários ajustes nas práticas agronômicas. Principalmente por meio de mudanças na forma de plantio e época de semeadura, de forma a obter um consórcio compatível e produtivo. Recomenda-se sempre observar o stand de plantas por área para que a produtividade de ambas as culturas sejam garantidas. Em trabalhos realizados no Institut National de La Recherche Agronomique (INRA, França), avaliando-se o cultivo consorciado de sorgo com algumas leguminosas (soja, quatro "tipos" de feijão, ervilha, ervilhaca e trevo) foi verificado, por exemplo, que culturas como ervilha, ervilhaca e as cultivares de feijões comuns M. de Venise e Neckargold não são adequadas à consorciação com o sorgo, devido à precocidade destas culturas em relação ao sorgo (Da Silva et al., 2014). Desta forma, observa-se que os benefícios oriundos destas consorciações foram referentes à melhoria nas condições de solo e aporte de nitrogênio pela fixação biológica, não proporcionando, porém, grandes benefícios diretos em termo de melhoria no valor nutricional, principalmente nos teores de proteína das culturas consorciadas. Em um artigo clássico, Obeid et al. (1992) relataram que, em consórcio com o milho, as culturas de lablab e mucuna preta não são recomendáveis, devido ao hábito de crescimento volúvel e crescimento intenso, causando dificuldade no processo de colheita do material. Outro fator importante a ser observado é a proporção de leguminosas no consórcio, pois, o aumento da participação de leguminosas tende a reduzir o rendimento de matéria seca total da forragem.

Para a produção de silagem os ciclos das culturas precisam ser compatíveis. Quando se opta por utilizar milho ou sorgo, com a colheita feita em estádio de grãos farináceos, o estádio de desenvolvimento das leguminosas precisa coincidir com o maior acúmulo de matéria

miolo VI Simposio.indd 87 11/04/2017 15:52:19

seca (Evangelista et al., 2003). O maior trunfo da consorciação entre gramíneas e leguminosas, em termos de nutrição animal, é a redução na dependência de suplementação proteica, com menor impacto nas necessidades de suplementação energética. Além disto, a associação de gramínea com leguminosa melhora a degradação de MS no rúmen e, portanto, aumenta a energia disponível destes alimentos aos animais, pelo fato de haver incremento significativo na disponibilidade de nitrogênio aos microrganismos. Isto pode significar redução na dependência de suplementação energética (Damasceno et al., 2002). Outro fator associado a isto é a possibilidade de redução das emissões de metano pelo processo de fermentação ruminal das silagens mistas, considerando que a ingestão de alimentos com maior digestibilidade e maior eficiência energética reduz a formação e disponibilidade de íons H^+ livres no líquido ruminal e, consequentemente, a produção de metano (CH_4).

O conjunto de benefícios atribuídos a associação entre gramínea e leguminosa, associados à possibilidade de produção de alimento animal a menor custo, tem despertado o interesse, por parte dos produtores, pela utilização de suplementos proteicos produzidos na propriedade agrícola. A produção de silagens mistas é uma alternativa para obtenção de alimentos com maiores teores de proteína e menores teores de fibras (FDN e FDA). Entretanto, apesar do elevado valor nutricional das leguminosas, estas apresentam baixa ensilabilidade. Assim, pode comprometer os processos fermentativos e a qualidade final da silagem, visto que favorecem o crescimento de microrganismos indesejados como: enterobactérias e clostrídeos. Estes microrganismos limitam a utilização dos substratos pelas bactérias ácido láticas (BAL), que são desejáveis no processo de conservação, e tornam a taxa de fermentação mais lenta, reduzindo, consequentemente, o valor nutritivo da silagem (Jobim, 2008; Jobim & Nussio, 2013). Desta forma, deve-se sempre observar as proporções entre gramíneas e leguminosas na hora de ensilar a massa de forragem, não sendo recomendáveis níveis de inclusão que possam comprometer a conservação da cultura principal (p. ex., milho ou sorgo).

miolo VI Simposio.indd 88 11/04/2017 15:52:20

3. SILAGENS MISTAS

3.1. Silagens de Milho com Leguminosas

O milho é a cultura padrão para ensilagem, pela tradição no cultivo, pela elevada produtividade e pelo bom valor nutricional. Assim, a silagem de milho é uma alternativa de alimento volumoso fundamental na cadeia produtiva intensiva, tanto de bovinos de corte ou leite, em função dos índices de produtividade da cultura, do valor nutritivo e da concentração de energia (Neumann et al., 2007). A silagem do milho apresenta elevado teor energético e baixo teor proteico. A utilização de leguminosas em consorciação ou ainda em proporções na mistura contribuem para incrementar a proteína das silagens.

Desde a década de 80 os pesquisadores avaliam a possibilidade de incluir leguminosas em silagens de gramíneas com o intuito de melhorar a composição química da dieta (Carneiro e Rodrigues, 1980; Obeid et al., 1985; Zago et al., 1985). Nos últimos anos, diversas leguminosas têm sido estudadas na consorciação com as culturas de milho ou sorgo, visando incrementar a composição nutricional, dentre elas, destacam-se a soja, o feijão comum, guandu, lablab e a mucuna.

3.1.1. Silagem mista de Milho-Soja

O milho e a soja respondem por quase 90% dos grãos produzidos no Brasil, sendo que o grande destaque é a soja, a qual deve alcançar na safra 2016/17 uma produção acima de 105,56 milhões de toneladas. Para esta mesma safra, estima-se que o milho alcançará a marca de 87,41 milhões de toneladas, distribuído entre as duas safras - 1ª safra = 28,81 milhões de toneladas; 2ª safra = 58,59 milhões de toneladas (Conab, 2017). Neste sentido, dada as condições de destaque na produção destas culturas e conhecendo a importância destes alimentos, tem-se buscado otimizar o uso destas culturas e inovar nas técnicas de produção e processamento, seja da planta inteira ou apenas dos grãos. Isto tem impulsionado o surgimento de sistemas de produção cada vez mais eficientes e versáteis, principalmente

miolo VI Simposio.indd 89 11/04/2017 15:52:20

a difusão de plantios consorciados, quando se tem o objetivo de produzir ração destinada à alimentação animal.

A soja (*Glycine max*) está entre as leguminosas mais estudadas para o consórcio com a cultura do milho. No Brasil, a soja é uma das "commodities" agrícola de maior relevância, estando presente na quase totalidade das médias e grandes propriedades agropecuárias, principalmente como ingrediente na formulação de rações. A soja e seus coprodutos são os alimentos proteicos de maior valor para a nutrição animal, podendo ser considerado ingrediente básico e fundamental na dieta dos animais domésticos. Assim, quando se pensa em elevar os teores proteicos de determinada ração ou no fornecimento de uma suplementação proteica ao rebanho, nada mais justo que utilizar a soja como primeira opção.

Para a implantação da área de consórcio soja-gramínea, pode-se realizar o plantio em faixas ou em linhas alternadas, a depender dos objetivos de produção de forragem. Nestas condições, além da possibilidade de produção da silagem mista, tem-se como benefício extra a diversificação de cultura, bem como a rotação de cultura num dado ano agrícola. O cultivo pode ser realizado em diversos arranjos culturais, de acordo com a conveniência e disponibilidade de equipamentos e estruturas para semeio e colheita (Gobetti et al., 2011). De maneira geral, quando do cultivo consorciado em linhas alternadas, os rendimentos médios obtidos de produção de MS por área são equivalentes ao da gramínea em monocultura, uma vez que o espaçamento entre linhas recomendado varia entre 0,2 e 0,5 metros (Franco, 2004; Da Silva, 2014). Para o cultivo em faixas, Zhang et al. (2015) recomendam o cultivo alternado entre quatro linhas de milho e seis linhas de soja, sendo o espaçamento entre as linhas de milho de 0,5 metros e o espaçamento entre as linhas de soja de 0,3 metros. Em condições de consórcios, observar-se alta eficiência de uso da terra em relação à monocultura do milho ou da soja, com valores de índices de equivalência de área superiores a 1,0 – um (Zhang et al., 2015) e coeficiente de equivalência de área superior a 0,25 (Ijoyah et al., 2013). Valores estes, que servem de base para a avaliação do "custo de

miolo VI Simposio.indd 90 11/04/2017 15:52:20

oportunidade" da implantação de um sistema de cultivo em detrimento a outro (consorciado *vs* monocultura).

Segundo Gobetti et al. (2011), em um consórcio tradicional milho-soja, recomenda-se densidade de semeio para obtenção de 4 plantas de milho por metro linear, acompanhadas de 25 a 30 plantas de soja por metro quadrado. E, a correção e adubação do solo devem ser realizadas de acordo com as exigências da gramínea, não havendo necessidade de fertilização específica para a soja. Assim, a leguminosa aproveitará o excedente do fertilizante aplicado. Somado a isto, a soja pode contribuir com valores de 83 a 88% do nitrogênio exportado pela planta e implementar em até 193 kg ha^{-1} de N no solo (Alves et al., 2006).

O correto planejamento da população final de gramíneas e leguminosas, visando à produção de biomassa a ser ensilada é de fundamental importância. Neste sentido, deve-se considerar que, em culturas consorciadas, a competição por água, luz e nutrientes pode reduzir o desenvolvimento da leguminosa devido ao alto desempenho de crescimento e produção do milho. Além disto, a escolha da variedade de leguminosa é outro fator que irá definir a participação da matéria verde na silagem. Variedades ou cultivares desenvolvidas para produzir mais massa de forragem contribuem com aumento da produção por área, em relação aquelas que produzem maior quantidade de grão.

Bolson (2017-Dados não publicados) avaliando silagens de milho e soja, cultivados em consórcio, observou que a leguminosa apresentou dificuldades de desenvolvimento e a contribuição em matéria verde na silagem ficou inferior ao frequentemente recomendado para elevar o valor nutricional da dieta (30 a 50% de soja), obtendo apenas 15% de soja na composição da silagem.

Em função da baixa concentração de soja na silagem mista, o pH e as perdas fermentativas não foram influencias pela inclusão da leguminosa. Somente a silagem de soja em monocultivo apresentou valores superiores de pH (Figura 1) e perdas (Figura 2) devido as características intrínsecas das leguminosas e ponto de colheita em estádio de desenvolvimento inferior.

miolo VI Simposio.indd 91 11/04/2017 15:52:20

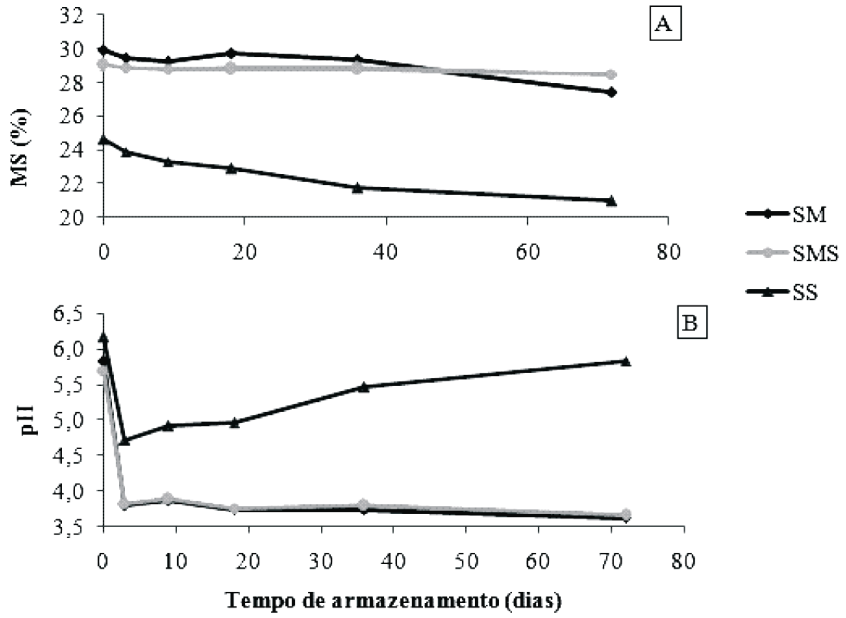


Figura 1. Porcentagem de matéria seca – MS (A) e pH (B) das silagens de milho (SM), silagens de soja (SS) e silagens mistas milho-soja (SMS) durante o armazenamento. P<0,01 para efeito de tratamento, P<0,01 para efeito e dias de armazenamento, P<0,01 para interação tratamento*dias de armazenamento. EPM (MS) = 0,07 e EPM (pH) = 0,03. EPM: Erro padrão da média.

Fonte: Bolson (2017 - Dados não publicados).

Em termos de composição final, silagens produzidas a partir do consórcio milho-soja podem apresentar diferentes valores em função da proporção milho:soja no momento da ensilagem. O uso de altas proporções de soja na consorciação (acima de 50%) pode ocasionar redução do nível de carboidratos solúveis e elevado poder tamponante, que prejudicam a fermentação láctica. Nestes casos, quando a silagem mista passa a ter mais de 50% de soja, recomenda-se que o corte da soja seja realizado em estádio fenológico superior ao R7.

Após o estádio R7 da soja, ocorre aumento na contribuição energética (concentração de óleo ente 80 e 100 g kg^{-1} MS) e redução do percentual de proteína na soja (Gobetti et al., 2011). Normalmente, na ensilagem da soja se opta por colher no estádio R5 ou R6, pois apresenta

miolo VI Simposio.indd 92 11/04/2017 15:52:20

maiores níveis de MS (Dias et al., 2010), entretanto, nestas condições, as concentrações de compostos solúveis estão reduzidas e faz-se necessário a inclusão de aditivos que auxiliem no processo fermentativo.

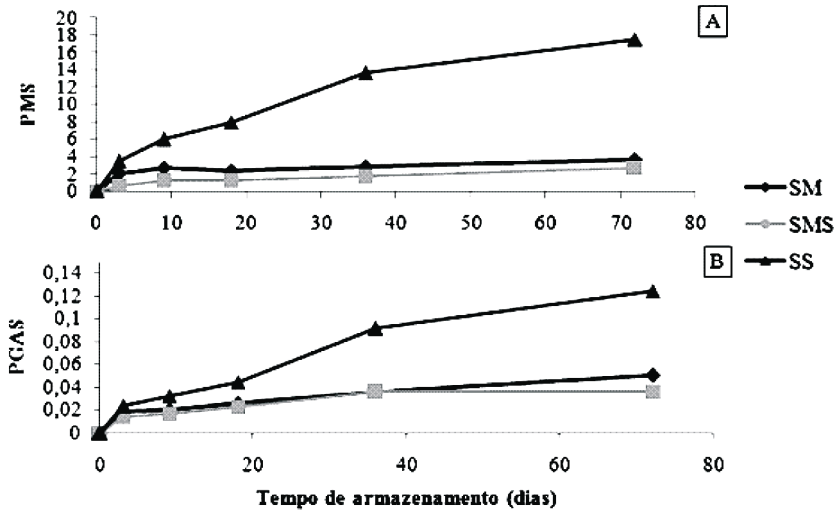


Figura 2. Perdas de matéria seca – PMS (A) e perdas de gás – PGAS (B) das silagens de milho (SM), silagens de soja (SS) e silagens mistas milho-soja (SMS) durante o armazenamento. P<0,01 para efeito de tratamento, P<0,01 para efeito e dias de armazenamento, P<0,01 para interação tratamento*dias de armazenamento. EPM (PMS) = 0,25 e EPM (PGAS) = 0,003. EPM: Erro padrão da média.

Fonte: Bolson (2017 - Dados não publicados).

Estudos recentes apontaram que a inclusão de soja na silagem do milho pode aumentar a porcentagem de PB da silagem em até 3%, dependendo do estádio vegetativo da cultura e da percentagem de soja na silagem. Baghdadi et al. (2016), avaliando silagens mistas com diferentes proporções de milho e soja, verificaram aumento linear nos teores de PB nas silagens com maiores concentrações de soja, obtendo silagens mistas com valores de PB variando de 122,3 g/kg MS^{-1} a 136,5 g/kg MS, quando o percentual de soja na massa ensilada foi de 25 e 75%, respectivamente (Figura 3).

miolo VI Simposio.indd 93 11/04/2017 15:52:20

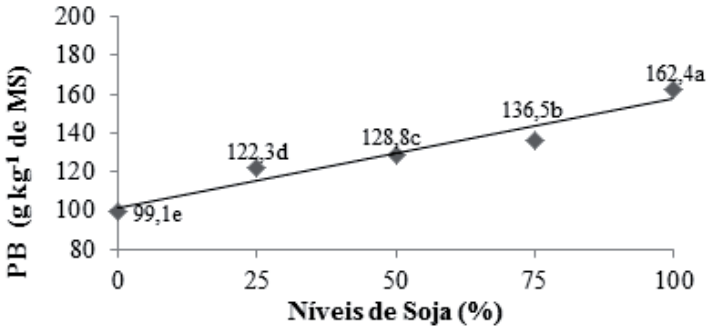
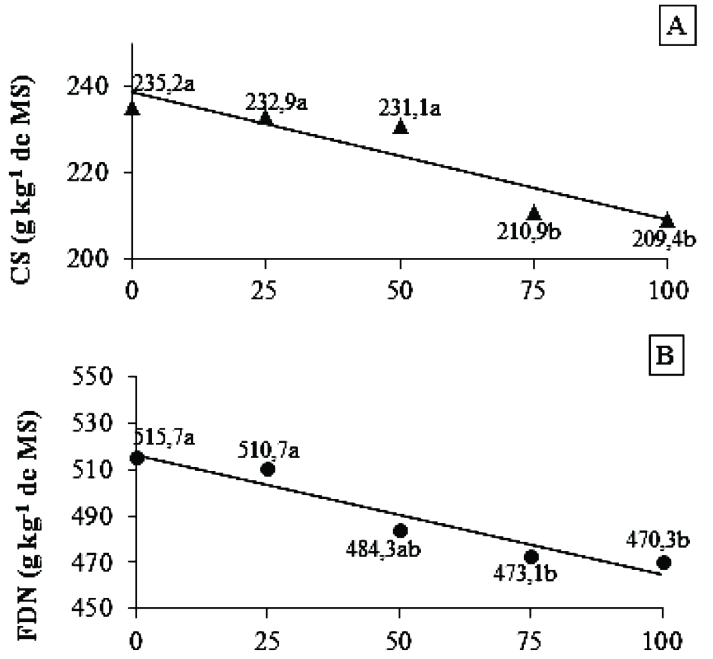


Figura 3. Concentração de proteína bruta (PB) em função dos níveis de soja em silagens mistas milho-soja. Valores com letras iguais não diferem a P<0,05 pelo teste LSD.

Fonte: Adaptado de Baghdadi et al. (2016).

As silagens mistas com 50% de soja foram as que apresentaram melhor valor nutricional, observando-se valores semelhantes de CS e FDN, bem como, diminuição da FDA e melhor digestibilidade da MS quando comparadas as silagens de milho puro ou com 25% de soja (Figura 4).



miolo VI Simposio.indd 94 11/04/2017 15:52:21

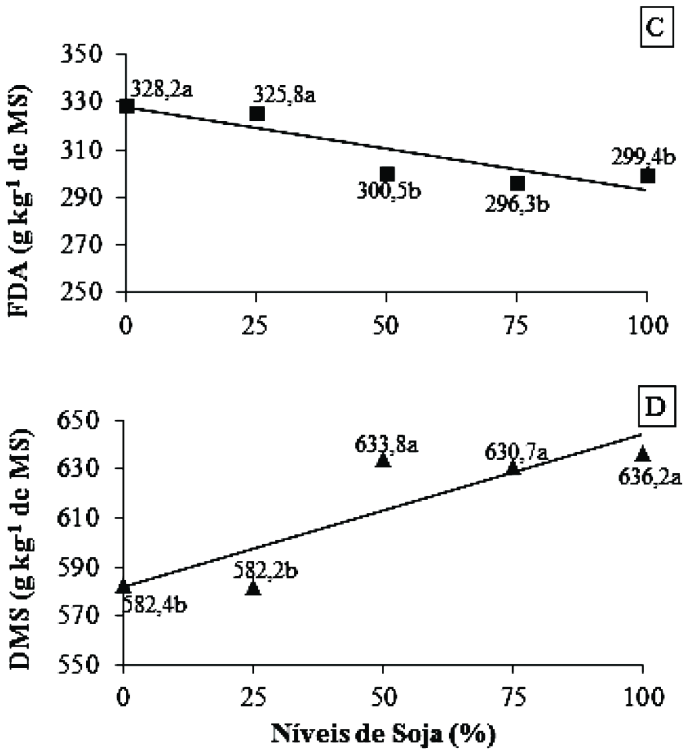


Figura 4. Concentração de carboidratos solúveis - CS (A), fibra em detergente neutro - FDN (B), fibra em detergente ácido - FDA (C) e digestibilidade da matéria seca - DMS (D) em função dos níveis de soja em silagens mistas milho-soja. Valores com letras iguais não diferem a P<0,05 pelo teste LSD.

Fonte: Adaptado de Baghdadi et al. (2016).

Stella et al. (2016) verificaram que a inclusão crescente de soja, em silagens de milho-soja, resultaram em acréscimos nos teores de MS, PB, FDA, celulose e lignina e reduziram as concentrações de FDN, hemicelulose e NDT, porém, não influenciou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca – DIVMS (Tabela 1).

miolo VI Simposio.indd 95 11/04/2017 15:52:21

Tabela 1 – Composição química de silagens mistas de milho-soja

Parâmetros	Plantas de milho na ensilagem (%)					R^2	Pr>F
	100	75	50	25	0		
Matéria seca (%MV)	39,79	39,13	39,99	41,87	45,89	0,21	0,08
Matéria orgânica (%MS)	96,35	95,40	94,84	94,31	93,36	0,96	<0,01[1]
PB (%MS)	7,31	10,55	13,65	16,48	20,74	0,99	<0,01[2]
FDN (%MS)	48,42	47,78	46,10	46,67	41,34	0,64	<0,01[3]
FDA (%MS)	23,16	26,57	25,76	28,58	29,63	0,72	<0,01[4]
Hemicelulose (%MS)	25,25	21,21	20,34	17,80	11,84	0,86	<0,01[5]
Celulose (%MS)	19,72	19,89	19,80	21,74	21,59	0,33	0,02
Lignina (%MS)	3,44	6,68	5,96	6,83	8,02	0,60	<0,01[6]
NDT (%MS)	68,19	65,61	66,23	64,09	63,30	0,72	<0,1[7]
DIMS (%)	66,96	67,81	67,84	69,94	70,63	0,25	0,49
DIMO (%)	66,83	67,01	67,55	68,85	69,99	0,25	0,58

[1]Y=93,43+0,02x; [2]Y=20,55-0,13x; [3]Y=41,98+0,14x-0,00081x^2; [4]Y=29,73-0,05x; [5]Y=13,24+0,12x; [6]Y=7,31-0,0000036x; [7] Y=63,22+0,04x.

De acordo com Eichelberger et al. (1997), a adição de altas concentrações de soja associadas ao milho eleva os teores de PB, Ca e P, sem influenciar na DIVMS. Porém, reduz o teor de MS e eleva pH das silagens, o que pode ser um indicativo da qualidade fermentativa destas silagens. Segundo Baghdadi et al. (2016), juntamente com a redução do teor de MS e aumento no pH, observou-se que níveis crescentes de soja, nas silagens mistas, ocasionam aumento nas concentrações de ácido lático (Tabela 2). Maiores concentrações de ácido lático são desejáveis em silagens, pois indicam que o processo fermentativo favoreceu o crescimento de bactérias produtores deste ácido. Vale salientar que os valores de pH não diferiram, em relação a silagem de milho pura, quando a proporção de soja foi de até 50%.

No caso das silagens de milho-soja ou gramíneas-leguminosas, em geral, pode ocorrer a predominância de bactérias ácido lácticas (BAL) do tipo heterofermentativas. As BAL heterofermentativas fermentam glicose e pentoses pela via fosfogluconato/fosfocetolase (via das pentoses fosfatos) produzindo ácido acético, etanol e dióxido de carbono (CO_2), além do ácido lático (Rooke & Hatfield, 2003). Como efeito da ocorrência de BAL heterofermentativas nas silagens mistas, associado a maior capacidade

miolo VI Simposio.indd 96 11/04/2017 15:52:21

tampão das leguminosas, tem-se redução lenta do pH na massa ensilada, o que é agravado pela produção de um ácido mais fraco (ácido acético) em detrimento a um ácido forte (ácido lático).

Esta redução lenta do pH favorece o desenvolvimento de enterobactérias (fermentação secundária), as quais produzem ácido acético, ácido fórmico e etanol, bem como, liberam nitrito e óxido nítrico durante a redução do nitrato (NO_3), com a degradação de proteínas. Desta forma, silagens com maiores teores de leguminosas tendem a apresentarem maior N-amoniacal, conforme se observa na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de pH, matéria seca (MS) e ácidos graxos voláteis em silagens mistas com diferentes proporções milho-soja (M:S)

M:S (%)	pH	MS[1]	ALAT[2]	AACET[2]	APROP[2]	ABUT[2]	N-NH_3
100: 0	3,94c	342,4a	35,7d	14,6c	1,3e	0,3d	18,3e
75: 25	4,01c	337,1ab	37,8c	14,7c	1,7d	0,5cd	15,4d
50: 50	4,02c	329,8b	39,2c	15,2c	2,1c	0,6bc	19,5c
25: 75	4,16b	317,4c	40,8b	18,2b	2,7b	0,8b	27,5b
0: 100	4,33a	302,9d	44,6ª	21,1a	3,6a	1,1a	35,1a
P-valor	0,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

[1] g kg^{-1}; [2]g kg^{-1}MS; ALAT: ácido lático; AACET: ácido acético; APROP: ácido propriônico; ABUT: ácido butírico; Valores médios seguidos pela mesma letra na coluna não diferem significativamente a P<0,05 pelo teste LSD.

Fonte: Adaptada de Baghdadi et al. (2016).

Embora a presença de nitrito e óxido nítrico tenha sido apontada como um dos fatores de inibição do crescimento de clostrídeos, principal microrganismo responsável pela proteólise e produção de ácido butírico, principalmente na fase inicial da fermentação, quando o pH na massa ensilada ainda está alto. Tem-se observado que a presença e produção de ácido butírico são maiores em silagens com menor teor de MS (Tabela 2). Isto se explica pelo fato da supressão na fermentação butírica ser ocasionado, com alto grau de confiabilidade, pelo efeito osmótico ou redução na disponibilidade da água na massa ensilada, observado em silagens com altas concentrações de MS (Rooke & Hatfield, 2003).

miolo VI Simposio.indd 97 11/04/2017 15:52:21

É considerado que silagens padrões de milho ou sorgo, com boa fermentação, devem apresentar pH entre 3,8 e 4,2, concentrações de ácido lático de 60 a 80 gkg^{-1} de MS, ácido acético <20 g kg^{-1} de MS, ácido propiônico de 0 a 10 g kg^{-1} de MS, ácido butírico <1 g kg^{-1} de MS e N-NH_3 menor que 100 g kg^{-1} do nitrogênio total (Ferreira, 2001). Observa-se que, exceto para os valores de ácido lático e N-NH_3, que ficaram abaixo e acima, respectivamente, dos valores preconizados, todas as silagens com até 75% de soja apresentaram boas características fermentativas (Tabela 2), podendo ser equiparadas, quanto ao padrão de ácidos formados, às silagens de milho ou de sorgo puros.

Em termos de desempenho animal, Bolson et al. (2017-Dados não publicados), avaliando dietas a base de silagem de milho, silagem de soja ou silagens mistas (milho-soja) com as mesmas concentrações de nitrogênio e FDN, na terminação de ovinos, observaram que os ovinos alimentados com silagens mistas apresentaram consumo de MS (CMS), ganho de peso médio diário (GPMD) e eficiência alimentar semelhante as dos ovinos alimentados com silagem de milho puro. Valores inferiores foram observados para os animais alimentados com silagem de soja pura (Tabela 3).

Tabela 3 – Desempenho de cordeiros alimentados com dietas à base de silagem de milho, soja ou silagem mista de milho-soja

Item	SM	SS	SMS	EPM	*P* - valor
Consumo de matéria seca (g d^{-1})	1098a	968b	1057a	39,3	0,05
Peso vivo inicial (kg)	23,1	22,4	22,6	1,33	0,93
Peso vivo final (kg)	34,8a	32,2b	34,2a	0,59	<0,01
Ganho de peso médio(g d^{-1})	225,0a	171,0b	213,0a	9,03	<0,01
Eficiência alimentar	0,204a	0,179b	0,204a	0,008	0,03

SM: Silagem de milho; SS: Silagem de soja; SMS: Silagem mista de milho-soja.[a,b]Médias na mesma linha com letras diferentes diferem para α = 0,05. EPM = Erro padrão da média.

3.1.2. Silagem mista de Milho-Feijão (Phaseolus)

Os feijões em seus diferentes espécies são leguminosas que merecem destaque no consórcio com milho para a produção de silagens.

miolo VI Simposio.indd 98 11/04/2017 15:52:21

O consórcio do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) com outras culturas é um procedimento comum, principalmente entre pequenos agricultores brasileiros, sendo o milho uma das principais culturas usadas para este fim. O aumento do interesse nos feijões, como alternativa alimentar na ração animal, deve-se principalmente pelo destaque produtivo desta leguminosa, bem como, pelo seu valor nutricional. Associado a isto, tem-se que, em tempos de baixa produtividade dos grãos ou de baixa nos preços, a planta inteira poderia ter sua colheita antecipada para a produção de alimentos conservados na forma de silagem. Isto garante maior rotatividade da área cultivada e diminuição na dependência do mercado interno.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão, com expectativa de produção para a safra 2016/17 de 3,28 milhões de toneladas (Conab, 2017), sendo precedido pela República de Myanmar (Birmânia) e Índia. Da produção brasileira, o estado do Paraná é o maior produtor, respondendo por aproximadamente 22% do total nacional (Conab, 2015). Dentre os tipos de feijões, o *Phaseolus vulgaris* é a espécie mais cultivada no mundo, estando presente em mais de 100 países e representando aproximadamente 95% da produção mundial de feijões (Cepef, 2000).

O feijão constitui uma excelente fonte proteica (±250 g kg^{-1} de MS) é rico em lisina, porém, pobre em aminoácidos sulfurados. Além disso, o feijão apresenta bom conteúdo de carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos com ação antioxidante. Desta forma, a cultura do feijoeiro é amplamente difundida em todo o território nacional, seja em sistema de monocultivo ou consorciado com outras culturas, estando presente, principalmente em sistemas de produção vinculados à agricultura familiar (Abreu, 2005). No entanto, o cultivo do feijão consorciado, destinado à produção de silagem, ainda é pouco explorado nos moldes de produção atual.

Assim como para as demais leguminosas, o cultivo do feijão em sistemas de consórcio favorece a fixação do nitrogênio atmosférico (FBN) e aumenta a disponibilidade deste para as plantas. Desta forma, o consórcio pode ser uma alternativa, ainda que parcialmente, à adubação nitrogenada, visto que a cultura do feijoeiro, em condições de campo,

miolo VI Simposio.indd 99 11/04/2017 15:52:21

pode alcançar níveis de produtividade de até 2.500 kg ha^{-1}. Entretanto, a eficiência da fixação de nitrogênio depende das condições fisiológicas da planta hospedeira, a qual fornece a energia necessária para que as bactérias possam realizar este processo de forma eficiente (Straliotto et al., 2003).

Segundo Mendes et al. (2008), a capacidade de FBN do feijoeiro ocorre em menor eficiência quando comparado à cultura da soja, de forma que, para a obtenção de rendimentos econômicos, faz-se necessária a suplementação nitrogenada na fase de estabelecimento da cultura, principalmente até que o processo de nodulação esteja plenamente estabelecido (Oliveira et al., 2003). Porém, a dose suplementar de N deve ser suficiente para proporcionar o bom desenvolvimento da planta, sem causar prejuízos na FBN. Visto que a aplicação de adubos nitrogenados reduz a FBN, mas não altera o potencial de aproveitamento, pela planta, do nitrogênio disponível no solo (Brito et al., 2011). No entanto, Straliotto et al. (2003) afirmam que o cultivo do feijoeiro em solos mais ricos em matéria orgânica, pode beneficiar o aproveitamento do nitrogênio do solo, pela disponibilização mais lenta deste.

Assim como para produção de silagens mistas milho-soja, recomenda-se que o cultivo do feijão em consórcio com o milho ocorra em linhas alternadas ou em faixas, de modo a evitar forte competição pelos fatores bióticos e abióticos do meio. A prática de cultivo milho-feijão na mesma linha não é indicada, pois, de acordo com resultados de Geren et al. (2008), ocasionam perdas superiores a 1,9 t ha^{-1} de MS, em relação ao cultivo em linhas alternadas (espaço entre linhas de 0,7 m). Além disto, os autores relatam que isto impacta diretamente no rendimento de PB por área, tendo observado uma redução de 288 kg ha^{-1} nas silagens produzidas a partir destes consórcios. Costa & Silva (2008) destacam que, independente do sistema de cultivo, a consorciação do feijão com milho pode reduzir de 70 a 80% os rendimentos de produção dos grãos de feijão, porém, sem alterar a produtividade de matéria verde. Vale ressaltar ainda que a produtividade das áreas de consórcio entre milho e feijões pode sofrer interferência do hábito de crescimento dos tipos de feijões, visto que os feijões arbóreos exercem menor competitividade com o milho que

miolo VI Simposio.indd 100 11/04/2017 15:52:21

os feijões de caules volúveis. Desta forma, espera-se que consórcios entre milho e feijão arbóreo resulte sempre em maiores produção de biomassa por área de cultivo, em relação aos consórcios com feijões volúveis (Francis et al., 1982). De acordo com Dawo et al. (2007), nos consórcios com feijões arbóreos, os melhores resultados de produtividade de biomassa são obtido nas culturas implantadas simultaneamente (plantio do milho e feijão na mesma data). A redução da produtividade aumenta linearmente em função do atraso na semeadura da leguminosa, podendo esta redução alcançar valores superiores a 16%, após 4 semanas de diferença.

Em termos dos índices de eficiência de área (IEA) para produção de grãos, tanto para o milho como para o feijão, o consórcio é mais vantajoso que o plantio isolado das culturas, sendo que os melhores valores são obtidos para a população de plantas de feijão correspondente a 60.000 plantas ha^{-1} em consórcio com população de milho de 40.000 plantas ha^{-1} (Morgado & Willey, 2008). Estes mesmos autores concluíram que o consórcio milho-feijão é mais produtivo que o cultivo singular, proporcionando aumentos de 28 e 64%, quando do feijão consorciado com populações de milho de 20.000 e 40.000 plantas ha^{-1}, respectivamente.

Quanto à composição das silagens mistas de milho-feijão, estas apresentam melhores valores nutricionais que a silagem de milho pura, principalmente em termos de teores de proteína. Em um dos poucos trabalhos avaliando silagem produzida a partir de cultivos consorciados de milho com feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), Dawo et al. (2007) observaram que participações médias de 10, 12 e 20% de feijão nas silagens mistas milho-feijão proporcionaram aumentos nas concentrações de PB na ordem de 9,7; 19,5 e 34,1%, respectivamente (Tabela 4). Associado aos valores de produtividade, estes autores verificaram que os consórcios milho-feijão, com proporções de 12 e 20% de feijão na biomassa, produziram maior quantidade de proteína por área e biomassa semelhante ao cultivo do milho em monocultura.

miolo VI Simposio.indd 101 11/04/2017 15:52:21

Tabela 4 – Valores de matéria seca (MS), pH, proteína (PB), matéria mineral (MM), amido, ácidos graxos voláteis (AGVs), ácido lático e energia metabolizável (EM) de silagens mistas milho-feijão (M:F), com diferentes proporções de feijão (*Phaseolus vulgaris*) na massa ensilada

M:F (%)	MS[1]	pH	PB[2]	MM[2]	Amido[2]	AGVs	Ác. Lático[2]	EM[3]
100: 0	336b	4,1b	82d	36a	261a	1,5d	41b	11,9a
90: 10	346ab	4,2b	90cd	40a	243a	2,8cd	42b	11,4a
88: 12	371ab	4,3b	98bc	41a	280a	4,0c	43b	11,3a
80: 20	385a	4,4ab	110b	43a	294a	6,0b	43b	11,2a
0: 100	347ab	4,6a	212a	85b	249a	23,5a	80a	9,5b

[1] g kg^{-1}; [2]g kg^{-1}MS; [3]MJ kg^{-1} de MS Médias na mesma coluna com letras iguais não diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Fonte: Adaptado de Dawo et al. (2007).

Para o teor de MS, apenas proporções superiores a 20% de feijão na silagem proporcionaram aumento, em relação à silagem de milho puro. Os valores de matéria mineral, amido, energia metabolizável, pH e ácido lático não foram influenciados pela maior proporção (máximo 20%) de feijão na silagem. Porém, as concentrações de ácidos graxos voláteis aumentaram com o aumento da participação do feijão (Tabela 4), o que pode ser um reflexo do prolongamento na atividade fermentativa e/ou ocorrência de fermentações secundárias.

Avaliando o efeito do consórcio do milho com três tipos de feijão de caule volúvel sobre o valor nutricional e as características fermentativas Contreras-Govea et al. (2009) verificaram que, quando na proporção de 8,1% de feijão na silagem, estas apresentaram redução média da MS na ordem de 3,5%. As silagens mistas de milho com feijão espanhol (*Phaseolus coccineus*), apesar de maior teor de PB em relação à silagem de milho pura (superior em 4 g kg^{-1} de MS), não apresentou grande impacto para a melhoria nas concentrações deste nutriente. Porém, deve-se ressaltar que as proporções desta leguminosa na silagem foram muito baixas. Além disto, esta espécie de feijão se destaca pelo ciclo tardio e pela grande proporção de vagens e grãos quando da maturidade fisiológica, características desejáveis quando se deseja aumentar as concentrações de PB e de compostos

miolo VI Simposio.indd 102 11/04/2017 15:52:22

energéticos - óleos (Da Silva et al., 2014). Segundo Armstrong et al. (2008) a massa de forragem produzida a partir do consórcio entre milho e feijões volúveis tem maiores concentrações de PB, mas diminui a digestibilidade, em relação ao milho em monocultivo, consequentemente, refletindo na qualidade das silagens.

3.1.3. Silagem mista de Milho com Outras Leguminosas

Dentre os diversos tipos de leguminosas estudadas com fins alimentícios na produção animal, que são passíveis de produção em sistemas de consorciação com gramíneas, merecem destaque o feijão guandu (*Cajanus cajan*), o lablab (*Lablab purpureus*) e o feijão da flórida ou mucuna (*Mucuna pruriens*).

- *Cajanus cajan* (feijão guandu)

O feijão guandu é uma leguminosa de verão, originário da África, que possui elevada adaptabilidade ao ambiente tropical e ótima capacidade de realizar FBN, podendo contribuir cerca de 120 kg ha^{-1} de N (Vilarini & Godoy, 1994; Silveira et al., 2005). O guandu é uma das mais importantes culturas de leguminosas devido a sua alta produtividade de sementes (ricas em proteína) mesmo em solos de baixa fertilidade, estando adaptada a altas temperaturas (desenvolve-se bem na faixa de 20 a 40^{o}C, com morte da planta se temperaturas inferiores a -4,4^{o}C) e a condições de seca (Morton et al., 1982; Seiffert e Thiago, 1983).

Em termos de produção de MS, se colhido no estágio de maturação das vagens, o guandu pode atingir 14 t ha^{-1} de MS ano, dependendo da cultivar utilizada, fertilidade do solo, espaçamento empregado e manejo imposto à cultura (Skerman 1977). Estudos recentes realizados por Carellos (2013), constataram produtividade máxima de 6,54 t ha^{-1} de MS por corte da cultura. Assim como as demais leguminosas, a planta inteira do feijão guandu apresenta boa composição proteica. Os teores de PB nas folhas e ramos finos variam entre 160 e 220 g kg^{-1} de MS. Sua proteína é rica em lisina, leucina e histidina, mas, pobre em metionina,

miolo VI Simposio.indd 103 11/04/2017 15:52:22

treonina e triptofano. Além disto, alguns acessos de guandu apresentam consideráveis quantidades de compostos polifenólicos, os quais podem inibir a ação digestiva da amilase, tripsina e quimiotripsina (Carvalho & Amabile, 2006). A digestibilidade da matéria seca (DMS) do guandu varia de 500 a 650 g kg^{-1} de MS e o consumo desta leguminosa proporciona aos animais ganhos de peso na ordem de 500 a 800 g dia^{-1} por animal e entre 400 a 700 kg ha^{-1}por ano, para o período chuvoso e seco, respectivamente (Costa et al., 2001; citado por Paludo et al., 2012).

O guandu é indicado para a formação de pasto consorciado, para corte e distribuição direta no cocho, para a produção de feno ou ainda para a consorciação destinada à produção de silagem. Nos cultivos consorciados com o milho, destinado ao corte para produção de silagens, recomenda-se utilizar o espaçamento de 0,45 m (se em linhas alternadas) ou 0,9 m entre linhas do milho, com duas linhas de guandu, espaçadas em 0,3 m na entre linha do milho (Quintino et al., 2013; Embrapa, 2015). Como a leguminosa germina de cinco a sete dias depois que o cereal é plantado e ambos têm porte semelhante, o desenvolvimento dos estádios fenológico das culturas ocorre de forma que ambos (milho e guandu) atingem o melhor ponto de colheita para ensilagem ao mesmo tempo, o que facilita a colheita do material pelo produtor. O plantio pode ser realizado em uma linha ou em duas, dependendo do maquinário e do planejamento da propriedade (Embrapa, 2015).

As silagens produzidas a partir do consórcio milho-guandu apresentam concentrações crescentes de PB e altos valores pH em função do aumento na proporção de guandu no material ensilado (Tabela 4). Quintino et al. (2013) reportaram aumento de 60,3 g kg^{-1} de MS (66%) no teor de PB para as silagens mistas contento 40% de guandu, em comparação com a silagem de milho puro. Estes autores relataram que a inclusão de guandu na massa de forragem ensilada, a níveis de até 40%, não prejudicou o processo de fermentação e a qualidade da silagem produzida, visto que os valores de pH situaram-se dentro da faixa adequada (3,8 a 4,2). No entanto, os valores de FDA e nutrientes digestíveis totais (NDT) diminuíram com as maiores proporções de guandu na silagem,

miolo VI Simposio.indd 104 11/04/2017 15:52:22

observando-se que apenas as silagens com níveis de inclusão de 10% de guandu apresentaram valores equiparados a silagem de milho (Tabela 5). Desta forma, Quintino et al. (2013) consideram que a inclusão de 10 a 20% de guandu é a proporção ideal para a produção de silagens mista com milho, pois nestas condições é possível obter aumento no valor da proteína em até 50%, de modo que o ganho proteico é maior do que a perda de energia na silagem.

Santos et al. (2004) relataram que o aumento na proporção de guandu de 30% para 50%, em silagens mistas milho-guandu, aumenta as perdas por efluentes de 23,7 para 27,9 kg t^{-1} de matéria verde (MV). Consequentemente houve redução na recuperação de matéria seca (4% a menos nas silagens com 50% de guandu). Entretanto, as silagens com 50% de guandu apresentaram maior estabilidade aeróbia (aproximadamente 2 dias a mais que as silagens com 30% de guandu).

Tabela 5 – Valores de pH, matéria seca (MS), proteína (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) de silagem de milho ou silagens mistas com diferentes leguminosas

Silagem	pH	MS[1]	PB[2]	NDT[2]	FDN[2]	FDA[2]	Fonte
Milho[3]	3,72	287	-	589*	514	275	Velho et al. (2007)
	3,98	330	81,9	-	-	-	Da Silva et al. (2015)
Milho + 10% Guandu	3,82	-	115	589	-	276	Quintino et al. (2013)
Milho + 20% Guandu	3,83	-	135	571	-	307	Quintino et al. (2013)
Milho + 30% Guandu	3,69	331	107	563*	553	322	Santos et al. (2004)
	3,98		136	535		372	Quintino et al. (2013)
Milho + 40% Guandu	3,94	-	151	525	-	390	Quintino et al. (2013)
Milho + 50% Guandu	3,71	310	133	557*	527	334	Santos et al. (2004)
Milho + Lablab	3,56	234	82	565*	392	319	Qu et al. (2013)
Milho + 5 a 8% Lablab	4,01	362	78	625*	395	212	Contreras-Govea et al. (2009)
Milho + 40% Lablab	3,81	252	109	-	-	-	Carneiro e Rodrigues (1980)
Milho + 5 a 8% Mucuna	4,02	381	82	627*	389	208	Contreras-Govea et al. (2009)
Milho + 40% Mucuna	3,64	250	114	-	-	-	Carneiro e Rodrigues (1980)

[1]g kg^{-1}; [2] g kg^{-1} de MS; [3]Silagem de milho padrão. *Estimado pela equação: NDT = 74,49-56,35*FDA.

- *Lablab purpureus* (lablab)

O lablab é outra leguminosa que tem despertado o interesse dos pesquisadores, quanto à consorciação para a produção de silagens

miolo VI Simposio.indd 105 11/04/2017 15:52:22

mistas. É uma cultura bastante conhecida e empregada nas práticas de adubação verde, recuperação de áreas degradadas e como forragem para a alimentação animal. Representa uma fonte de proteína adequada para bovinos, podendo ser usada para formação de pastagens ou como cultura complementar ao milho, para a produção de feno ou para a consorciação com milho destinado a ensilagem (Murphy & Colucci, 1999).

O lablab apresenta boa produtividade, podendo alcançar a marca de 30 t ha^{-1} de MV por ano (6 t ha^{-1} de MS), com boa composição proteica (230 a 240 g kg^{-1} de MS) e alta capacidade de fixação de nitrogênio (80 a 160 kg ha^{-1} por ano). A proteína desta forragem é altamente degradável no rúmen, o que resulta numa baixa contribuição de by-pass, porém a digestibilidade total e os valores energéticos de lablab são bons. Em termos comparativos, o lablab apresenta maior degradabilidade da PB que gramíneas tropicais, sendo uma forragem com a biomassa altamente digestível (Bowen et al., 2008; Hartutik et al., 2012).

Qu et al. (2013) relataram que silagens produzidas a partir de culturas consorciadas de milho com lablab apresentam maiores concentrações de MS, MM, PB, Ca e extrato etéreo (EE) que silagens de milho em monocultura. Entretanto, os valores de FDN e FDA foram 12,78 e 7,57% menores que nas silagens de milho, respectivamente, enquanto os teores de CS permaneceram similares entre as silagens. Este conjunto de fatores contribuiu para que as silagens mistas de milho-lablab apresentassem melhores valores de degradabilidade e digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e FDA, demonstrando a excelente qualidade das silagens mistas.

Contrariamente aos dados reportados por Qu et al. (2013), Contreras-Govea et al. (2009) verificou que a inclusão de lablab reduziu em 6,9% o teor de MS da silagem, bem como, aumentou as concentrações de FDN, FDA e hemicelulose. Isto impactou no menor digestibilidade da MS desta silagem (770 *vs* 798 g kg^{-1} de MS) e também afetou o processo fermentativo da massa ensilada, sendo observado maiores concentrações de aminoácido livres e N-NH_3 nas silagens com lablab (493 *vs* 486 g kg^{-1} do N-total e 36 *vs* 35 g kg^{-1} do N-total). Silagens com mistas com lablab

miolo VI Simposio.indd 106 11/04/2017 15:52:22

apresentaram concentrações de ácido lático e acético superiores em 10,3 e 18,9%, respectivamente, em relação à silagem de milho. A maior extensão na atividade fermentativa foi atribuída às menores concentrações de MS das silagens mistas, permitindo o aumento na produção de ácidos orgânicos (Contreras-Govea et al., 2009).

Em relação ao desempenho animal, Qu et al. (2013) observaram que vacas leiteiras alimentadas com silagens mistas de milho-lablab apresentaram superioridade média de produção de leite em 3,02 kg dia^{-1}, em relação as alimentadas com silagem de milho durante um período experimental de 60 dias. Além disto, as vacas alimentadas com silagens mistas proporcionaram leite com maiores teores de PB (33,4 *vs* 29,9 g kg^{-1} de leite) e menor quantidade de células somáticas (278,9 $x10^3$ *vs* 309,2 $x10^3$ células ml^{-1}), sem, entretanto, alterar os teores de gordura e sólidos não gordurosos.

- *Mucuna pruriens* (mucuna ou feijão da flórida)

A mucuna é originária do sul da Ásia e da Malásia, mas está amplamente distribuída nos trópicos. É uma cultura que se desenvolve melhor em regiões de clima quente e úmido, com precipitação anual variando de 650 a 2.500 mm e uma longa estação de crescimento livre de geadas durante os meses úmidos. Pode crescer em uma grande variedade de solos, desde areias a argilas, mas prospera em solos bem drenados e de textura leve, com uma acidez apreciável, proporcionando rendimentos confiáveis na agricultura em regiões secas e com baixa fertilidade dos solos (Buckles et al., 1998; Pengelly et al., 2004; Fao, 2011). A mucuna é uma leguminosa de relevante importância na alimentação animal, podendo ser usadas na produção de feno ou de silagens para ruminantes, enquanto que as vagens e sementes podem também serem moídas e destinadas à alimentação de animais monogástricos, constituindo uma excelente fonte de proteína (Chikagwa-Malunga et al., 2009a).

Em sistemas de consórcio, ela se adapta bem ao consórcio com milho, sorgo e outras gramíneas, sendo o milho a cultura mais usual para o consórcio (Buckles et al., 1998; Mbuthia et al. 2003; Cook et al., 2005;

miolo VI Simposio.indd 107 11/04/2017 15:52:22

Contreras-Govea et al., 2009). Quando destinado a produção de forragem, recomenda-se a colheita quando as vagens ainda estão jovens (90 a 120 dias após a semeadura), época a qual resulta em melhores rendimentos e valor nutritivo da forragem (Wulijarni-Soetjipto et al., 1997; Chikagwa-Malunga et al., 2009b). O processo de colheita dos sistemas consorciados não é tão simples, de modo que a Fao (2011) recomenda que o cultivo seja realizado separadamente, com a mistura da forragem no momento da ensilagem.

De acordo com Ecocrop (2011) os rendimentos da mucuna em monocultivo podem alcançar valores entre 8,2 e 16,4 t ha^{-1} de MS. Porém, em sistemas de consórcio com o milho, Armstrong et al. (2008) reportaram produtividade de 18,7 t ha^{-1} de MS da massa total, com uma proporção de aproximadamente 10% de leguminosa na mistura. Segundo Pugalenthi et al. (2005) e Siddhuraju et al. (2000) a planta inteira da mucuna contém teor de PB entre 150 e 200 g kg de MS (Sidibé-Anago et al., 2009) e suas semente são ricas em PB (240 a 300 g kg-1 de MS), amido (280 g kg^{-1} de MS) e energia bruta (10 a 11 MJ kg^{-1} de MS). Na mistura milho-mucuna podem ser observados teores de PB, FDN, amido e digestibilidade de 71, 389, 360 e 818 g kg^{-1} de MS, respectivamente (Armstrong et al., 2008).

A composição das silagens mistas é variável em função das culturas consorciadas, dos padrões fisiológicos de produtivos intrínsecos a cada uma delas, bem como dos tratos culturais e maturidade na colheita. De acordo com Contreras-Govea et al. (2009) a adição de mucuna em silagens mistas com milho não alterou o teores de MS das silagens, porém, aumentou as concentrações de PB, FDN, FDA e hemicelulose, com acréscimos de 18,8; 7,6; 13,5 e 1,2%, respectivamente, em relação a silagem de milho puro. Em função dos aumentos nas concentrações dos componentes fibrosos, as silagens mistas com mucuna tiveram menores digestibilidade da MS e da FDN (794 *vs* 819 g kg^{-1} de MS e 495 *vs* 430 g kg^{-1} de MS, respectivamente). Obeid et al. (1992) verificaram que a inclusão de mucuna, em duas proporções de cultivo, reduziu os teores de MS e CS e aumentou os valores de PB, mas, não proporcionou diferenças na digestibilidade das silagens avaliadas.

miolo VI Simposio.indd 108 11/04/2017 15:52:22

Alabi et al. (2014) avaliando silagens mistas de milho-mucuna, com diferentes proporções de folha da mucuna na silagem, reportaram que a inclusão de até 75% de folha de mucuna não afetou, em níveis críticos, os valores de pH, temperatura e as características física da silagem. Os valores de pH destas silagens variaram de 3,92 a 7,98 (0 a 100% de folha de mucuna), enquanto os teores de MS e PB variaram de 206 a 266 g kg^{-1} de MS e de 80 a 157 g kg^{-1} de MS, respectivamente. Como resultado, Alabi et al. (2014) reporta que apesar da melhoria inquestionável da qualidade das silagens mistas milho-mucuna, a inclusão de maiores proporções da folha de mucuna comprometeu a aceitação das silagens por ovinos.

No trabalho de Contreras-Govea et al., (2009), silagens produzidas a partir do consórcio milho-mucuna apresentam maiores valores de pH, concentrações de ácido lático e acético que as silagens de milho. As concentrações de ácido acético foram 18,9% maiores nas silagens de milho-mucuna que nas silagens de milho. Estas maiores concentrações de ácido acético, bem como os valores elevados de $N\text{-}NH_3$, podem ser alguns dos fatores associado à menor aceitabilidade por ovinos das silagens com altas proporções de leguminosas.

3.2. Silagens de Sorgo com Leguminosas

O sorgo é a segunda gramínea mais utilizada na produção de silagens em propriedades de média e alta produção. O sorgo surge como uma alternativa a produção de silagens de alta qualidade em regiões de déficit hídrico, pois, apresenta melhor eficiência de utilização de água que o milho, utilizando entre 80 e 100 mL $planta^{-1}$ de água a menos por ciclo produtivo (Didier, 1991).

Suas raízes são densas e ramificadas o que, juntamente a menor taxa de crescimento foliar, favorece o melhor aproveitamento de nutrientes, tornando-o menos exigente quanto à fertilidade do solo (Legarto, 2000; Hammer, 2006). Assim, o sorgo normalmente cresce melhor que o milho em solos de baixa fertilidade, porém, responde favoravelmente às boas condições de fertilidade. As necessidades de fertilizantes são semelhantes

miolo VI Simposio.indd 109 11/04/2017 15:52:22

ao do milho e, de modo geral, aconselha-se em média de 3,6 a 4,1 kg de N por cada tonelada de MV produzida (Bean & Marsalis, 2012).

Segundo Rodrigues et al. (2004) e Von Pinho et al. (2007), o sorgo se destaca em relação ao milho por apresentar: fácil cultivo; menor gasto com sementes; menor custo de produção; sistema radicular abundante e profundo; elevada produtividade; aproveitamento da rebrota, com produção de até 60% do primeiro corte; valor nutritivo da forragem produzida equivalente em 85 a 90% da silagem de milho, sem necessidade de aditivo para obtenção da fermentação adequada a conservação.

O uso de leguminosas em associação com o sorgo tem demonstrado ser uma alternativa viável, por reduzir a necessidade de adubação nitrogenada e melhorar a produtividade e o valor nutritivo da massa de forragem produzida, em diversos sistemas de produção (Chen et al., 2004; Lauriault e Kirksey, 2004; Contreras-Govea et al., 2009; Akhtar et al., 2013; Tiritan et al., 2013; Koohi et al., 2014). Em pastagens, Lira et al. (2006) sugeriram que a manutenção de 25% de leguminosas na composição botânica (peso seco), equivale a uma adubação anual aproximada de 100 kg ha^{-1} de N.

Dentro dos sistemas de produção animal, o sorgo pode ser utilizado tanto para alimentação de não ruminantes (grãos) como para ruminantes (forragem/silagem). Na produção de ruminantes, o sorgo é principalmente utilizado na forma de silagem. O principal limitante na qualidade da silagem do sorgo é o baixo nível proteico, mesmo em silagens consideradas ótimas (Tabela 6), neste sentido, a associação com espécies de leguminosas constituem uma alternativa para minimizar o déficit proteico nestas silagens e, consequentemente, reduzir a necessidade de concentrados proteicos na ração, que são os mais onerosos.

Na produção de silagem, a inclusão de leguminosas é uma opção para aumentar os níveis proteicos e reduzir os teores de MS, FDN e FDA. Assim como nos consórcios com milho destinados a ensilagem, recomenda-se que os níveis de leguminosas sejam de até 40%, sob riscos de comprometer a fermentação e a qualidade final do produto.

Da mesma forma que para o milho, as culturas de soja, feijão, guandu, lablab e mucuna são as mais estudadas em sistemas de consórcio

miolo VI Simposio.indd 110 11/04/2017 15:52:22

com o sorgo, seja para o pastejo, corte e fornecimento direto no cocho ou para a produção de silagens mistas.

Tabela 6 – Critérios de classificação das silagens de sorgo, de acordo com os parâmetros bromatológicos

Parâmetros[1]	Classificação das silagens de sorgo			
	Muito boa	Boa	Média	Ruim
pH	≤ 3,80	3,81 - 4,20	4,21 - 4,60	> 4,60
MS (gkg^{-1} de MN)	300 - 370	270 - 299	250 – 269	< 250 ou >370
MM (g kg^{-1} de MS)	20 - 50	-	-	< 20 ou > 50
EE (g kg^{-1} de MS)	20 - 50	-	-	< 20 ou > 50
PB (g kg^{-1} de MS)	60 - 80	-	-	< 60
FDN (g kg^{-1} de MS)	350 - 420	421 - 530	531 - 650	> 650
FDA (g kg^{-1} de MS)	220 - 300	301 - 380	381 - 430	> 430
CNF (g kg^{-1} de MS)	> 400	330 - 399	250 - 329	< 250
Amido (g kg^{-1} de MS)	> 300	240 - 299	170 - 239	< 170
DMS (g kg^{-1} de MS)	> 650	580 - 649	530 - 579	< 530
VRA	> 150	115 - 149	90 - 115	< 90

[1] pH: potencial hidrogeniônico; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; DMS: digestibilidade estimada da MS; VRA: valor relativo do alimento.

Fonte: Adaptado de Neumann et al. (2014).

3.2.1. Silagem mista de Sorgo-Soja

A consorciação entra as culturas de sorgo e soja é uma alternativa de produção que tem sido bastante difundida, principalmente no cerrado brasileiro. A consorciação destas forragens apresenta resultados satisfatórios de produtividade e qualidade nutricional, pois, a prática não diminui a produtividade forrageira, aumenta o teor de proteína da silagem e proporciona ganhos de peso dos animais significativamente maiores (Silva et al., 2000; Rezende et al.,2010; Alcantara et al., 2011). Em geral, os efeitos benéficos deste tipo de consorciação foram observados sob condição de baixa fertilidade, onde o nitrogênio atmosférico fixado pelas leguminosas é utilizado para sua própria nutrição, além de suprir parcialmente as necessidades dos cereais (Akhtar et al., 2013).

miolo VI Simposio.indd 111 11/04/2017 15:52:23

Diversas formas de implantação do consórcio podem ser utilizadas, dependendo da proporção de soja pretendida na biomassa a ser ensilada, porém, o cultivo em linhas alternadas ou em faixas, com duas linhas de soja na entrelinha do sorgo tem sido a forma de cultivo mais disseminada entre os produtores. Para a produção de silagens mistas, de forma geral, utilizam-se densidades de semeio de 12 plantas por metro linear de sorgo, acompanhadas com 25 a 30 plantas de soja por metro quadrado e espaçamento entre linhas de 0,4m.A fertilização deve ser feita de forma a suprir as necessidades do sorgo.

O consórcio com uma ou com duas linhas de soja proporciona economia de 40% e 60% de nitrogênio na produção de proteína bruta em relação ao monocultivo de sorgo, respectivamente (Fidelis et al., 2016). Segundo Silva et al. (2000) a utilização da soja nos sistemas consorciados em linhas intercaladas proporciona claros benefícios, justificando a maior utilização no material ensilado. Além disso, apesar de não serem tão exploradas, as plantas de soja e sorgo tem comprovado poder de rebrota, o que significa maior potencial de produção de forragem por unidade de área, quando as culturas conjuntas.

A inclusão em níveis crescentes de soja, para a produção de silagens mistas sorgo-soja, resulta em aumento nos teores de MS, PB e NDT das silagens, além de reduzir as concentrações de FDN, FDA, celulose e hemicelulose, sem, entretanto, alterar a digestibilidade das silagens (Tabela 7) (Stella et al., 2016).Estes autores constataram que oaumento nas proporções de soja proporcionou acréscimos nos valores de pH, variando de 3,94 para 4,37 nas silagens com de milho puro e com 75% de soja, respectivamente.

miolo VI Simposio.indd 112 11/04/2017 15:52:23

Tabela 7 – Composição química de silagens mistas de sorgo-soja

Parâmetros	Plantas de milho na ensilagem (%)					R^2	Pr>F
	100	75	50	25	0		
Matéria seca (%MV)	25,60	27,09	29,73	31,71	45,89	0,93	<0,01[1]
Matéria orgânica (%MS)	95,25	94,72	94,75	94,12	93,36	0,93	<0,01[2]
PB (%MS)	7,30	10,97	13,38	16,41	20,74	0,97	<0,01[3]
FDN (%MS)	61,88	54,55	49,32	48,70	41,34	0,86	<0,01[4]
FDA (%MS)	35,23	31,96	31,69	30,44	26,63	0,49	<0,01[5]
Hemicelulose (%MS)	26,65	22,86	18,88	17,02	11,84	0,96	<0,01[6]
Celulose (%MS)	28,65	23,47	23,20	22,83	21,59	0,73	<0,01[7]
Lignina (%MS)	6,58	8,22	7,24	8,86	8,02	-	0,75
NDT (%MS)	59,07	61,74	62,69	61,75	63,30	0,49	<0,1[8]
DIMS (%)	54,78	61,05	64,32	66,41	70,63	0,76	0,02
DIMO (%)	55,40	62,15	65,32	65,50	69,99	0,72	0,01

[1]Y=45,68-0,78x+0,01x²; [2]Y=93,33+0,04x-0,00067x²; [3]Y=20,22-0,13x; [4]Y=41,77+0,19x; [5]Y=30,27+0,0000047x; [6]Y=12,35+0,14x; [7]Y=22,00+0,0000062x. [8]Y=30,27+0,0000047x.

Fonte: Stella et al. (2016).

Do mesmo modo, maiores quantidades de soja na massa ensilada proporcionaram aumentos nas concentrações de $N\text{-}NH_3$, resultando em acréscimos superiores a 20 mg dL^{-1} nas silagens com 75% de soja em relação a silagem de milho puro (Figura 5). As maiores concentrações de $N\text{-}NH_3$ nas silagens com leguminosas é resultante do lento processo de abaixamento o pH e pH final alto, associado ao processo de fermentação secundária. Esta fermentação secundária pode ser agravada em função dos altos teores de MS e da baixa compactação da massa ensilada.

Silva et al. (2015b) avaliando silagens mistas de sorgo anão-soja e sorgo gigante-feijão, observaram que as silagens mistas de sorgo anão-soja apresentam maior estabilidade aeróbica que silagem de sorgo com feijão (Figura 6). Segundo estes autores, no início da exposição aeróbia, não foram observadas diferenças de pH entre as silagem de sorgo anão-soja (4,21) e sorgo gigante-feijão (4,12).

Esses valores de pH das silagens mistas indicam que o processo fermentativo foi adequado, com pH abaixo do preconizado (4,35 e 4,45) para silagens com MS igual a 250 e 300 g kg^{-1} MN, respectivamente (Weissbach, 1996, citado por Pahlow et al., 2003). As silagens de sorgo anão-soja perderam a estabilidade apenas no sexto dia, enquanto a silagem

miolo VI Simposio.indd 113 11/04/2017 15:52:23

de sorgo gigante-feijão teve sua estabilidade comprometida já no terceiro dia de exposição ao ar.

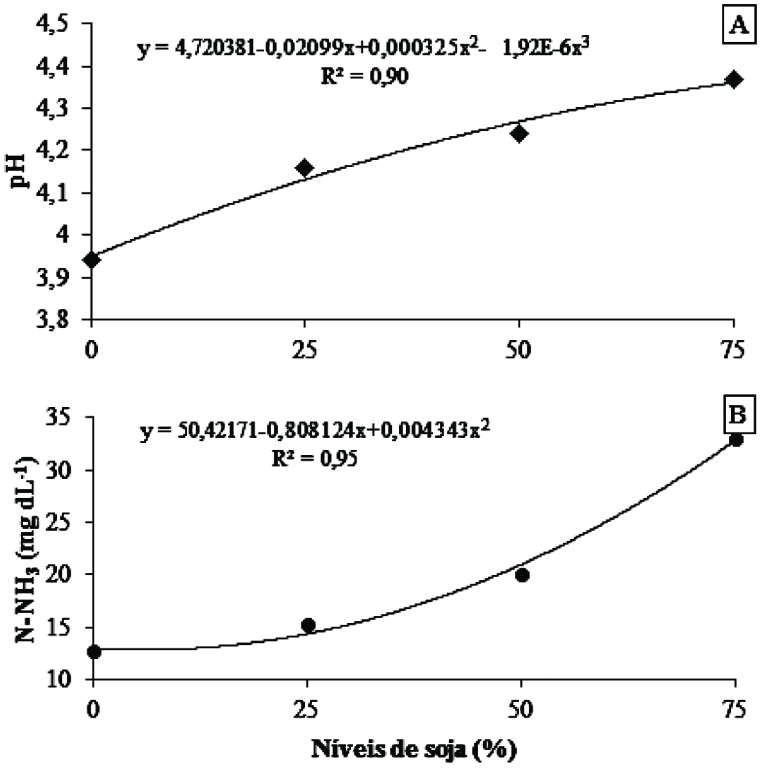


Figura 5. Valores de pH (A) e N-NH_3(B) em silagens mistas de sorgo-soja, em função dos níveis de soja na massa ensilada.

Fonte: Adaptado de Stella et al. (2016).

miolo VI Simposio.indd 114 11/04/2017 15:52:23

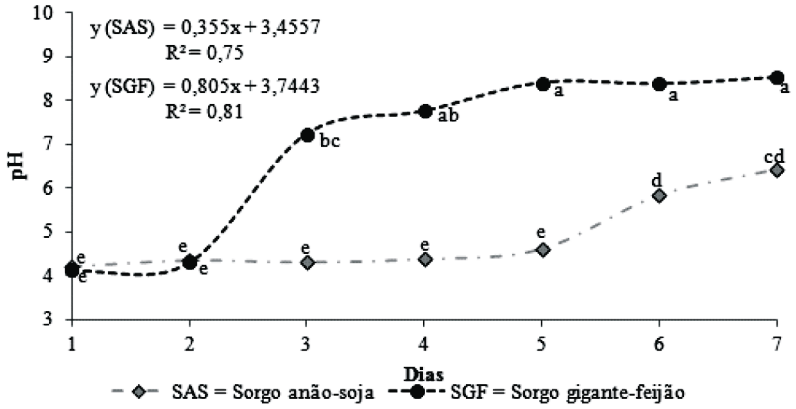


Figura 6. Valores de pH de silagens mistas de sorgo com leguminosas expostas a condições de aerobiose.

Fonte: Silva et al. (2015b).

As silagens avaliadas por Silva et al. (2015b) mantiveram a temperatura média diária superior à média do ambiente em 2ºC durante todo o período de observação, indicando a forte atividade de microrganismos espoliadores. Após 48 h de exposição ao ar a silagem de sorgo gigante-feijão mostrou redução acentuada da temperatura, evidenciando menor atividade microbiana (Figura 7). Isso ocorre, segundo Neumann et al. (2007), pela limitação na colonização microbiana, ocasionada pela diminuição das fontes de carbono e nitrogênio disponíveis. A silagem de sorgo anão-soja apresenta maior perda de matéria orgânica (MOp), durante o processo de fermentação, que a silagem de sorgo gigante-feijão. No entanto, em condições de aerobiose, a MOp é superior nas silagens de sorgo gigante-feijão (1,6% *vs* 0,34%).

miolo VI Simposio.indd 115 11/04/2017 15:52:23

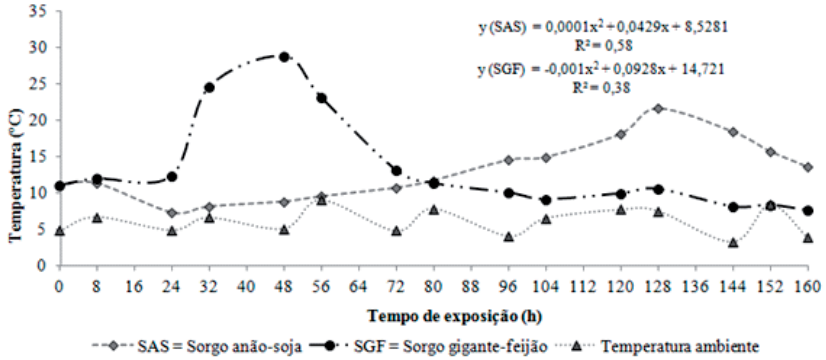


Figura 7. Valores de temperatura das silagens mistas de sorgo com leguminosas em função do tempo de exposição ao ar.

Fonte: Silva et al. (2015b).

Em termos de qualidade para a alimentação animal, as silagens mistas de sorgo-soja não provocaram recusa de vacas leiteiras, de modo que os animais avaliados não apresentaram diferenças nos padrões de comportamento ingestivo (tempo de alimentação e ruminação), sendo verificados valores de 106,3 e 2,7 minutos de alimentação e ruminação, respectivamente, em um período de duas horas de observação (Da Silva et al., 2017 – Dados não publicados). Vacas alimentadas com silagem de sorgo-soja, consumindo 15,4 kg de MS dia^{-1} de silagem, produziram em média 28,3 kg dia^{-1} de leite. Este leite apresentando teores de proteína e de gordura de 27,7 e 38,4 g kg^{-1} de leite. As silagens de sorgo-soja apresentaram eficiência alimentar, para a produção de leite corrigida para 4% de gordura, de 1,32. Associado a estes valores de produção, as vacas ainda apresentaram ganho de peso médio diário (GPMD) de 270g dia^{-1} (Da Silva et al., 2015).

3.2.2. Silagem mista de Sorgo com Feijão e Outras Leguminosas

A produção de silagens mistas a partir da consorciação sorgo-feijão (*Phaseolus*) ainda é pouco explorada nas condições brasileiras, possivelmente pelo fato deste gênero de feijão ser mais cultivado em

miolo VI Simposio.indd 116 11/04/2017 15:52:23

pequenas propriedades, onde se faz a colheita do grão e a planta inteira seca é depois fornecida para os animais. No entanto, leguminosas como o feijão guandu, lablab, ervilha, ervilhaca e mucuna, dentre outras, são passíveis de serem ensiladas com o sorgo.

O princípio para a consorciação destas leguminosas com o sorgo é o mesmo que o utilizado para o milho, porém, com o apelo que, nestas condições de consórcio, tem-se uma gramínea mais resistente a condições adversas de precipitação pluviométrica e fertilidade do solo. Desta forma, podem-se utilizar leguminosas mais resistentes a estas condições de cultivo, potencializando o uso dos recursos disponíveis no ambiente. Quando da implantação das culturas, pode-se optar pelo cultivo em faixas ou em linhas alternadas, desde que respeitada à distância mínima de 0,4 m entre as linhas. A semeadura das leguminosas em maior ou menor densidade vai depender da proporção esperada de leguminosa na mistura, bem como, do hábito de crescimento e a estimativa de produção.

Em termos de composição da forragem a ser ensilada, Da Silva et al. (2014) observaram que o cultivo singular do sorgo ou consorciado com diversas espécies de leguminosas, como: soja, feijão comum, feijão espanhol, ervilha, ervilhaca e trevo de Alexandria, não ocasiona diferença no rendimento de MS por hectare, verificando-se produtividade média de MS na ordem de 12,6 t ha^{-1}. Nestes consórcios, o aumento da inclusão das leguminosas aumentou os teores de PB e de lignina na forragem, porém, não alteraram de modo significante a digestibilidade da biomassa de forragem produzida (Tabela 8).

miolo VI Simposio.indd 117 11/04/2017 15:52:23

Tabela 8 – Produtividade e valores de matéria seca (MS) proteína (PB), fibra em detergente neutro (FDN), lignina e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) de sorgo consorciado com diferentes leguminosas

Consórcio[1]	Biomassa (t ha^{-1} de MS)	Sorgo	MS	PB	FDN	Lignina	DIVMS
				%			
SAP	13,1a	100a	31,0ab	4,4d	51,2ab	2,1c	64,6b
SGP	13,6a	100a	30,0ab	4,5d	45,5c	1,0d	71,8a
SAS	16,7a	87a	30,6ab	6,6bc	52,1a	3,0a	66,0b
SAFV	10,9a	93a	33,3a	5,8bcd	53,9a	2,9a	63,9b
SAE	12,0a	99a	30,4ab	6,2bcd	52,7a	3,0a	64,8b
SAT	14,5a	99a	30,1ab	5,9bcd	52,4a	2,9a	65,1b
SAEC	12,3a	98a	30,3ab	5,3cd	53,4a	2,8ab	64,6b
SGFN	10,8a	81a	31,0ab	7,5ab	47,2c	2,0c	71,0a
SGFA	10,5a	68a	33,3a	8,7a	45,8c	2,4abc	70,7a
SGFE	12,2a	69a	27,6b	6,4bcd	48,0bc	2,5abc	69,2a
Média	12,6	90	30,8	6,1	49,7	2,5	67,9
*EPM	0,5	1,5	2,1	1,4	2,8	0,6	2,9

[1]SAP - sorgo anão puro; SGP - sorgo gigante puro; SAS - sorgo anão + soja; SAFV - sorgo anão + feijão (M. de venise; SAE - sorgo anão + ervilha; SAT - sorgo anão + trevo; SAEC - sorgo anão + ervilhaca; SGFN - sorgo gigante + feijão (Neckargold); SGFA - sorgo gigante + feijão (Alaric) e SGFE - sorgo gigante + feijão (espanhol). Médias na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). *EPM = erro-padrão da média.

Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2014).

Em termos de composição das silagens, Da Silva et al. (2015) observaram valores médio de MS de 279 g kg^{-1} e concentrações de PB, FDN e CS de 60,5; 623 e 48,9 g kg^{-1} de MS, respectivamente. O valor de pH médio em silagem mista de sorgo-feijão, quando da abertura do silo, é de 4,12. Porém, apesar do elevado valor de pH na abertura do silo, que pode ser um indicativo de maior estabilidade aeróbica devido as maiores concentrações de ácidos fracos, associado a menores concentrações de CS (essencial para o crescimento da bactérias aeróbias e leveduras)estas silagens apresentam pouca estabilidade aeróbica – Figuras 6 e 7 (Silva et al., 2015b).

Magalhães (2014) verificaram que o aumento das proporções de feijão caupi nas silagens mistas provoca acréscimos nas concentrações

miolo VI Simposio.indd 118 11/04/2017 15:52:24

de MM, EE e lignina e reduz os teores de celulose, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos (Tabela 9). Este autor recomenda a inclusão máxima de 15% de feijão caupi junto ao sorgo para a obtenção de silagens com melhores valores nutricionais, associando maiores teores de PB e reduzida concentração de lignina.

Tabela 9 – Composição bromatológica da silagem de sorgo com diferentes níveis de feijão caupi

Variáveis	Níveis de feijão caupi				Equação	R^2
	0%	15%	30%	45%		
MM	4,88	8,24	11,47	14,12	y=30,95x + 5,035	0,97
MO	95,12	91,76	88,53	85,99	y=-30,62x + 94,94	0,96
PB	5,53	9,87	7,76	8,21	y=7,84	NS
EE	1,14	1,18	1,27	1,71	$y=10x^2 - 1,2x + 1,155$	0,97
FDN	39,22	40,28	41,51	39,41	y=40,10	NS
FDA	21,31	21,92	23,26	23,50	y=22,49	NS
CEL	19,94	18,36	17,10	15,70	y=-13,98x + 19,87	0,98
HEM	18,53	21,99	19,37	18,55	y=19,61	NS
LIG	4,38	6,06	7,28	8,24	y=12,8x + 4,57	0,98
CT	88,33	86,95	77,63	75,77	y=-47x + 89,22	0,90
CNF	48,32	33,48	23,86	36,20	$y=679,5x^2 - 249,8x + 49,15$	0,95

MM: Matéria mineral, MO: Matéria orgânica, PB: Proteína Bruta, EE: Extrato etéreo, FDN: Fibra de detergente neutro, FDA: Fibra de detergente ácido, CEL: Celulose, HEM: Hemicelulose, LIG: Lignina, CT: Carboidratos totais, CNF: Carboidratos não fibrosos.

Fonte: Magalhães (2014).

Em termos de avaliação do desempenho de animais alimentado com silagens mistas sorgo-feijão, Da Silva et al. (2015) verificaram consumo médio de silagem, para vacas em lactação, igual a 13,4 kg de MS dia^{-1}, sem a ocorrência de mudanças nos padrões de comportamento. Em decorrência deste consumo, associado à qualidade da silagem avaliada, as vacas produziram em média 24,4 kg dia^{-1} de leite, com concentrações de proteína e gordura de 27,2 e 37,6 g kg^{-1} de leite. As silagens de sorgo-feijão apresentaram boa eficiência alimentar, para a produção de leite corrigida para 4% de gordura (1,23). Porém, as vacas alimentadas com a silagem sorgo-milho apresentaram baixos valores de GPMD (0,7 g dia^{-1}).

miolo VI Simposio.indd 119 11/04/2017 15:52:24

Para silagens mistas de sorgo-guandu, Silva et al. (2011) constataram que a inclusão crescente de guandu aumenta os valores de pH (Figura 8) e MS, que variou de 241,7 a 250 g kg^{-1} de MV, para as silagens 0 e 100% de guandu, respectivamente.

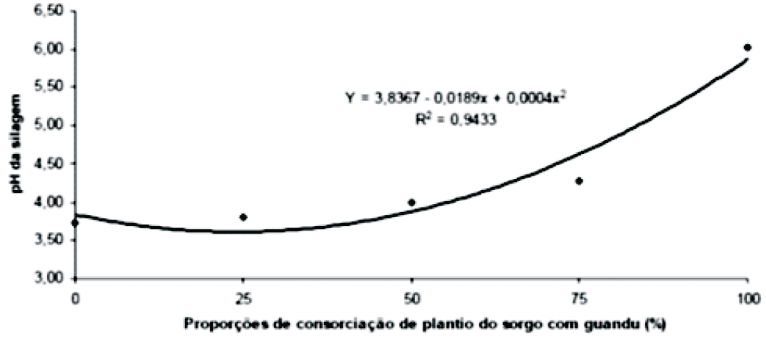
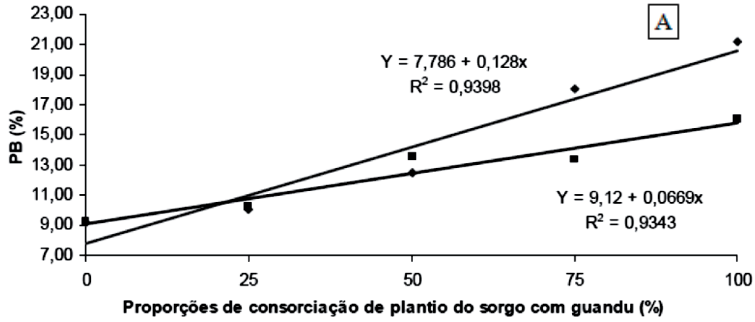


Figura 8. Valores de pH de silagens mistas sorgo-guandu, em função dos diferentes níveis de inclusão de guandu.

Fonte: Silva et al. (2011).

Como esperado, os teores de PB também aumenta com os maiores níveis de guandu na massa ensilada, tendo sido constatado por Silva et al. (2011) valores de 92,3; 102,2; 134,8; 133,9 e 160,1 g kg^{-1} de MS nas silagens com 0; 25; 50; 75 e 100% de guandu, respectivamente (Figura 9A).Semelhante a PB, os autores reportaram aumentos lineares nos teores de FDA das silagens mistas, em função das maiores inclusões de guandu (Figura 9B), o que se explica pela maior concentração de FDA na planta de guandu (472,4 *vs* 414,8 g kg^{-1} de MS).



miolo VI Simposio.indd 120 11/04/2017 15:52:24

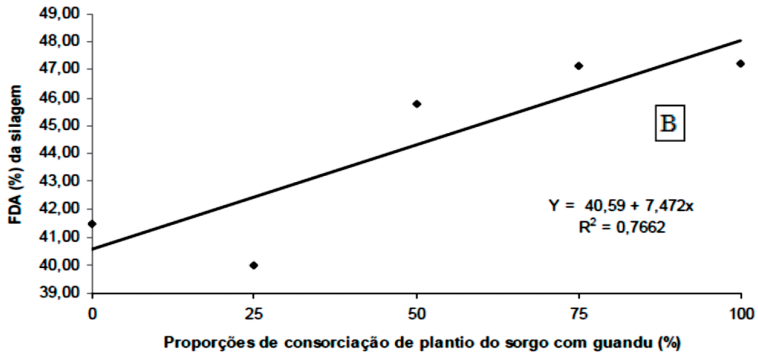


Figura 9. Teores de proteína bruta - PB (A) e de fibra em detergente ácido - FDA (B) do material antes de ensilar (♦—) e da silagem (■—), em função dos diferentes níveis de inclusão de guandu.

Fonte: Silva et al. (2011).

Segundo Silva et al. (2011), o aumento das concentrações de guandu, nas silagens mistas com sorgo, reduz as perdas por efluentes (Figura 10), sendo observadas maiores perdas em silagens de sorgo puro (62,98 kg t^{-1} de MV) e menores nas silagens com 75% de guandu (0,33 kg t^{-1} de MV). Valores divergentes foram encontrados por Pinedo (2009), que verificou efeito negativo da inclusão de guandu nas perdas de MS da silagem.

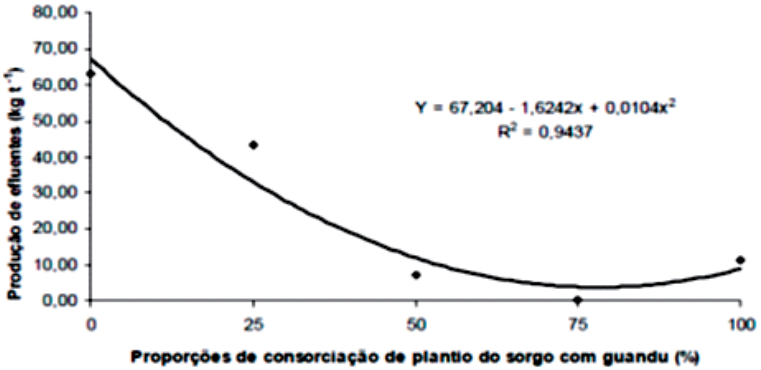


Figura 10. Produção de efluentes (kg t^{-1} massa verde) em função dos diferentes níveis de inclusão de guandu em silagens mistas sorgo-guandu. **Fonte:** Silva et al. (2011).

miolo VI Simposio.indd 121 11/04/2017 15:52:24

Quanto às características fermentativas, o aumento nos níveis de guandu proporciona aumento tanto de pH como na capacidade tampão, contribuindo para que as silagens mistas sorgo-guandu, com maiores proporções de guandu, tenham menores produções de ácido lático (Tabela 10). Como consequência destes fatores, as silagens com maiores proporções de guandu têm perdas mais acentuadas (Pinedo, 2009).

Tabela 10 – Perfil fermentativo de silagens mistas com diferentes proporções sorgo-guandu

Variáveis	Níveis de guandu (%)					Média	CV	Probabilidade	
	0	25	50	75	100			L	Q
pH	3,7	3,8	3,9	4,0	4,9	4,1	3,1	0,0001	0,0001
CT	22,1	25,1	31,6	35,1	39,0	31,0	2,4	0,0001	0,0001
Perdas	19,6	41,1	46,4	54,0	70,7	46,4	2,8	0,0001	ns
Ác-Lático	5,9	4,7	4,5	3,2	3,1	4,3	5,7	ns	0,0001

CT: capacidade tampão (meq./100 g MS forragem); Perdas: perdas de matéria seca (g kg $^{-1}$); Ác-Lático: ácido lático (%); CV: coeficiente de variação (%); ns: não significativo; L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

Fonte: Pinedo (2009).

Na produção de silagens mistas de sorgo-lablab, Juntanan et al. (2013) verificaram aumento nas concentrações de PB (157,9 *vs* 93,6 g kg^{-1} de MS) e redução nos valores de MS (183,5 *vs*191,3 g kg^{-1} de MV) FDN (592,1 *vs* 664,1 g kg^{-1} de MS) e FDA (383,0 *vs* 442,0 g kg^{-1} de MS), em relação a silagem de sorgo. Contreras-Govea et al. (2011) observaram que níveis crescente de lablab ocasionam tanto o aumento nas concentrações de PB como de FDA, se considerada a inclusão de até 75% de lablab. Porém, as silagens com maiores níveis de lablab apresentam maiores digestibilidade da MS e da FDN (Tabela 11).

Em termos de características fermentativas, maiores inclusões de lablab provoca aumento nos valores de pH, N-NH_3, ácidos totais, ácido lático e ácido acético, mas, reduz a relação entre ácido lático e acético (Tabela 11). Silagens de leguminosas, como soja, feijão fava, alfafa, ervilha e trevo apresentam pH que varia de 4,0 a 4,8, altas concentrações de ácido lático (>50 g kg^{-1} de MS), ácido acético (20 g kg^{-1} de DM) e N-NH_3(Owens et al., 1999, Mustafa & Seguin, 2003).

miolo VI Simposio.indd 122 11/04/2017 15:52:24

Como resultado do uso de silagens sorgo-lablab sobre a produção de leite, Juntanan et al. (2013) observaram que as vacas consumindo 5,64 e 5,87 kg dia^{-1}de MS das silagens mistas sorgo-lablab e silagem de sorgo puro, respectivamente, adicionado a mais 6 kg dia^{-1} de MS de concentrados, tiveram a produção diária de leite aumentada em 1,5%, quando alimentadas com a silagem mista, sem alterar significativamente os teores de PB, gordura, lactose e sólidos não gordurosos. Associado a isto, as vacas alimentadas com as silagens de sorgo-lablab tiveram maior ganho de peso, em relação a silagem de sorgo puro, durante o período avaliado (14,5 *vs* 10,7 kg).

Tabela 11 – Valor nutritivo e características fermentativas de silagens mistas sorgo-lablab com diferentes proporções das forragens

Variáveis [1]	Níveis de Lablab						Contraste[+]		
	0%	10%	25%	50%	75%	100%	Linear	Quadrático	Cúbico
MS	259	258	258	252	256	248	***	NS	NS
PB	90	100	120	147	172	206	¶	¶	¶
FDN	416	422	420	425	411	396	¶	¶	¶
FDA	268	277	286	306	311	325	***	NS	NS
NDT	676	681	679	690	678	631	***	NS	NS
DIVMS	796	800	800	821	833	834	**	NS	NS
DFDN	504	526	526	580	593	573	**	NS	NS
pH	4,01	4,08	4,21	4,34	4,39	4,56	¶	¶	¶
N-NH_3	41	53	68	79	91	96	¶	¶	¶
Ác. Lático	49,4	58,8	66,8	74,7	80,3	82,4	¶	¶	¶
Ác. Acético	12,2	13,2	17,3	22,6	30,0	40,3	¶	¶	¶
Razão lactato: acetato	4,2	4,5	3,8	3,3	2,7	2,1	¶	¶	¶
Ácidos totais	63,3	73,1	84,7	97,9	111,0	123,4	***	NS	*

*Significativo à nível de probabilidade de 0,05; ** Significativo em nível de probabilidade de 0,01; *** Significativo a nível de probabilidade de 0,001.[+]Significância relatada para o efeito principal polinomial ortogonal está na fila. Nenhum polinômio quântico ou quíntico foi significativo. NS - Não significativo; ¶Teste não realizado devido o principal efeito ou interação não ser significativo.

Fonte: Contreras-Govea et al. (2011).

O número de estudos avaliando silagens mistas no desempenho animal ainda é modesto, ficando geralmente restrito aos consórcios com

miolo VI Simposio.indd 123 11/04/2017 15:52:25

soja e "feijões". Desta forma, faz-se necessário concentração de esforços, por parte dos pesquisadores das áreas de forragicultura e nutrição animal, a fim de prover maiores conhecimentos técnico-científicos sobre estas silagens, as quais podem contribuir para a autonomia forrageira e a sustentabilidade.

3.3. Viabilidade da Produção de Silagens Mistas

Afirmar que as práticas de consorciação de culturas forrageiras promovem melhorias no micro ecossistema, melhora a produtividade de proteína por área, aumenta a qualidade da massa produzida, melhora os índices produtivos e favorece uma maior autonomia forrageira da propriedade não é nenhum mistério. Porém, convencer os produtores a substituir os seus sistemas de produção tradicionais, principalmente destinados a produção de grãos para comercialização, por um sistema que, apesar de melhorar a autonomia forrageira, tendem a diminuir a produtividade dos grãos e de biomassa, se não for cuidadosamente implantado e manejado, é uma tarefa difícil. Para isto, devemos usar algumas ferramentas a fim de demonstrar a viabilidade ou não dos sistemas de cultivo consorciado entre gramíneas e leguminosas, independente da destinação da forragem produzida.

Uma das formas utilizada para verificar a viabilidade da implantação de determinada cultura em detrimento a outra é por meio do cálculo do Índice de Equivalência de Área (IEA), do Coeficiente de Equivalência de Área (CEA) e do Percentual de Área Poupada (PAP).

O IEA é frequentemente considerada como um indicador de benefício do consórcio entre culturas, sendo convencionado que se o IEA for superior a 1,00 existe a vantagem de rendimento em sistemas de consórcio. Caso contrário, não há vantagens deste sistema. O IEA é calculada como (Willey, 1985):

$$IEA = \frac{RDTgc}{RDTgm} + \frac{RDTlc}{RDTlm}$$

miolo VI Simposio.indd 124 11/04/2017 15:52:25

Onde RDTgc (kg ha^{-1}) e RDTlc (kg ha^{-1}) são os respectivos rendimentos da gramínea e da leguminosa em consórcio por hectare de área consorciada; e RDTgm (kg ha^{-1}) e RDTlm (kg ha^{-1}) são os respectivos rendimentos da gramínea e da leguminosa em monocultura.

Para o cálculo do CEA, utiliza-se a fórmula de Adetiloye et al. (1983):

$$CEA = IEAcp \times IEAcc$$

Onde IEAcp é o Índice de Equivalência de Área da cultura principal e RETcc é a Índice de Equivalência de Área da cultura consorciada.

O PAP pode ser calculado de acordo com Willey (1985), usando-se a fórmula:

$$\text{Área Poupada (\%)} = 100 - 1/IEA \times 100.$$

Para complementar os resultados obtidos por meio destas equações, como forma de incluir os fatores de mercado e as variáveis referentes às necessidades dos animais, bem como, auxiliar na assertiva tomada de decisão, pode-se efetuar alguns cálculos simples de custo/benefício de cada cultura.

Como exemplo, tomemos que um produtor está em dúvida se substitui sua monocultura de soja pelo cultivo consorciado de milho-soja, tendo em vista que, se não fizer a consorciação, toda a soja produzida será vendida e precisará adquirir todo o concentrado para a alimentação do rebanho. Nestas condições temos que a produtividade média de grão de soja no Brasil é de 3.125 kg ha^{-1} (Conab, 2017), logo o produtor pode produzir 52 sacas ha^{-1} de soja. Considerando o preço da saca de soja em 23/02/2017, que é de R$ 66,01 por saca, tem-se que o produtor conseguiria um valor bruto de *R$ 3.432,52 por* ha^{-1} de soja produzida, que teria que ser suficiente para cobrir os valores da aquisição do concentrado. Se o produtor optar por produzir culturas consorciadas de milho com soja, na

miolo VI Simposio.indd 125 11/04/2017 15:52:25

proporção 50:50, ele pode obter 12 t ha^{-1} de MS da mistura, com teores de PB e NDT de 136,5 e 662,3 g kg^{-1} de MS, respectivamente (Stella et al., 2016). Isto significa uma produtividade de PB e NDT de *1.638 e 7.947,6 kg* ha^{-1}. Neste aspecto, considerando-se que o preço da tonelada de farelo de soja com teor de MS de 890 g kg^{-1} de matéria natural e teor de PB de 460 g kg de MS custa R$ 994, temos que o preço de aquisição da PB é de R$ 2,43 kg^{-1}. Assim, para adquirir a mesma quantidade de PB produzida em um hectare do consórcio milho-soja, o produtor teria que desembolsar *R$ 3.980,34*, logo, o consórcio milho-soja representa, em relação ao monocultivo de soja, um ***ganho de R$ 547,83 (15,9%)*** por hectare de área produzida.

Deve-se ter em mente que, a depender do tamanho do rebanho o produtor pode necessitar aumentar ou diminuir a aquisição de concentrados. Assim, quanto maior for o rebanho, maior a necessidade de compra de concentrados e, consequentemente, maiores as vantagens dos sistemas de consórcios. Vale salientar, no entanto, que nestes cálculos não foram considerados os resíduos deixado pela cultura da soja, destinada a colheita do grão, bem como, a ciclagem de nutriente o aporte de nitrogênio e a melhoria no sistema de produção em consórcio. Outros fatores que devem ser considerado são aqueles mais dinâmicos, inerentes a utilização destas forragens pelos ruminantes, tais como os efeitos das melhorias na qualidade de silagens mistas sobre a emissão de metano e conversão das dietas em produto final de alto valor biológico (leite e carne).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os passos dentro de um sistema de produção precisam ser bem elaborados, isto não seria diferente com a produção de silagens. Assim, quando se pensa em produzir silagens, dentro de um planejamento forrageiro, deve-se estabelecer quais as necessidades alimentar do rebanho, qual o diferencial adotado na produção de determinada silagem, qual a viabilidade em termos de impactos na rotina da propriedade, e quais os

miolo VI Simposio.indd 126 11/04/2017 15:52:25

benefícios esperado a pequeno e longo prazo. Cabe salientar, de antemão, que a produção de silagens mistas é uma tecnologia alternativa às silagens de monoculturas e que, em alguns casos, pode não ser viável sua realização.

Em termos gerais, a produção de silagens mistas de gramíneas com leguminosas tem como principal objetivo melhorar a qualidade proteica da silagem produzida, aliando uma forragem com boas características fermentativas e baixo valor proteico (gramínea) com outra com baixa ensilabilidade e alto teor de proteína (leguminosa). Assim, uma premissa básica para a orientação da produção de silagens mistas é a dificuldade de aquisição de concentrados proteicos, seja pelo alto valor do produto, pela logística de transporte até a propriedade, dentre outros.

A produção e utilização de silagens mistas, apesar de ganhar cada vez mais enfoque entre a comunidade científico-acadêmica, ainda é uma prática pouco utilizada pelos produtores rurais. Esta baixa utilização pode decorrer da falta de informações técnicas precisas ou pela inadequação das culturas estudadas a realidade local dos produtores. Isso pode explicar, em parte, a grande quantidade de estudos focados no consórcio de leguminosas com o milho, mas, com escassez de pesquisas em culturas menos exigentes em disponibilidade de água e fertilidade do solo. Além disso, as pesquisas avaliando silagens mistas tem se restringido a avaliação da composição bromatológica e, em alguns casos, as características fermentativas da biomassa ensilada. No entanto, avaliações do potencial relativo ao desempenho produtivo dos animais que consomem silagens mistas ainda são escassos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBERTON, M. Enhancing the role of legumes: potential and obstacles. In: ABBERTON, M.; CONANT R.; BATELLO, C. (Eds.) *A Guide to Feeding Field Peas to Livestock*. 11.ed. Roma: Food and Agriculture Organization, 2010. p. 176-187.

ABREU, A.F.B. [2005] *Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região sul de Minas Gerais*. Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fontes HTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/>. Acesso em: 15/09/2014.

miolo VI Simposio.indd 127 11/04/2017 15:52:25

ADETILOYE, P.O.; EZEDINMA, F.O.C.; OKIGBO, B.N. A land equivalent coefficient concept for the evaluation of competitive and productive interactions on simple complex mixtures. *Ecological Modelling*, v.19, p. 27-39, 1983.

AKHTAR, M.F.; AHMAD, A.H.; ZAMIR, M.S.I.; KHALID, F.; MOHSIN, A.U.; AFZAL, M. Agro-qualitative studies on forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) sown alone and in mixture with forage legumes. *Pakistan Journal of Science*, Lahore, v. 65, n. 2, p. 179-185, 2013.

ALABI, B.O.; OSOSANYA, T.O.; OLORUNNISOMO, O. A. Quality and acceptability of velvet bean (*Mucuna pruriens*) foliage ensiled with whole plant maize by west Africa dwarf rams. *Journal of Agriculture, Forestry and the Social Sciences*, v.12, n.1, 2014. http://dx.doi.org/10.4314/joafss.v12i1.13.

ALCANTARA, H.P., REZENDE, P.M., CARVALHO, E.R., PASSOS, A.M.A., BOTREL, E.P. Consórcio sorgo-soja. XVI. Cortes, épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p. 116-124, 2011.

ALVES, B.J.R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F.M.; HECKLER, J.C.; MACEDO, R.A.T.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 3, p. 449-456, 2006.

ARMSTRONG, K.L.; ALBRECHT, K.A.; LAUER, J.G.; RIDAY, H. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Science*, v.48, p. 371–379, 2008.

ARSHAD, M.; RANAMUKHAARACHCHI, S.L. Effects of legume type, planting pattern and time of establishment on growth and yield of sweet sorghum-legume intercropping. *Australian Journal of Crop Science*, Brisbane, v. 6, n. 8, p.1265-1274, 2012.

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S. *Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.* São Paulo: EMBRAPA, 2008. 84p.

miolo VI Simposio.indd 128 11/04/2017 15:52:25

BADGLEY, C.; MOGHTADER, J.; QUINTERO, E.; ZAKEM, E.; CHAPPELL, M.J.; VÁZQUEZ, K.A.; SAMULON, A.; PERFECTO, I. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, Cambridge, v. 22, n. 2, p. 86-108, 2007.

BAGHDADI, A.; HALIM, R.A.; RADZIAH, O.; MARTINI, M.Y.; EBRAHIMI, M. Fermentation characteristics and nutritive value of corn silage intercropped with soybean under different crop combination ratios. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v.26, n.6, p. 1710-1717, 2016.

BEAN, B.; MARSALIS, M. Corn and sorghum silage production considerations. In: HIGH PLAINS DAIRY CONFERENCE, 2012, Lubbock. *Proceedings...* Lubbock: Amarillo, 2012. p.1.

BERNARDES, T.F. 2012. *Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil*. Universidade Federal de Lavras, Lavras (E-book).

BOLANOS-AGUILAR, E.D., EMILE, J.C., AUDEBERT, G. Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nervadura café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v.3, n.2, p. 441-449, 2012.

BORREANI, G. ; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. *Journal of Dairy Science*, v.93, p. 2620-2629, 2010.

BOWEN, M. K.; POPPI, D.P.; MCLENNAN, S.R. Ruminal protein degradability of a range of tropical pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.48, n.6, p. 806-810, 2008.

BRITO, M.M.P.; MARAOKA, T.; SILVA, E.C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 1, p. 206-215, 2011.

BUCKLES, D.; TRIOMPHE, B.; SAIN, G. Cover crop in hillside agriculture: farmer innovation with Mucuna. IDRC/CIMMYT 1998.

CARELLOS, D.C. *Avaliação de cultivares de feijão-guandu (Cajanus cajan (L.) Millsp.) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista*. 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2013.

miolo VI Simposio.indd 129 11/04/2017 15:52:25

CARNEIRO A. M.; RODRIGUEZ N. M. Influência da leguminosa na qualidade da silagem de milho. *Arquivo da Escola Veterinária da UFMG*, Belo Horizonte, v. 32, n. 3, p. 415-420, 1980.

CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. Cerrado Adubação Verde. EMBRAPA, Planaltina - DF, p.98 – 103. 2006.

CEPEF. *Feijão: recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul*. 1.ed. Santa Maria: UFSM, 2000. 80p.

CHEN, C.; WESTCOTT, M.; NEILL, K.; WICHMAN, D.; KNOX, M. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*, Madison, v. 96, n. 6, p. 1730-1738, 2004.

CHIKAGWA-MALUNGA, S.K.; ADESOGAN, A.T.; SOLLENBERGER, L.E.; BADINGA, L.K.; SZABO, N.J.; LITELL, R.C. Nutritional characterization of *Mucuna pruriens*. 1. Effect of maturity on the nutritional quality of botanical fractions and the whole plant. *Animal Feed Science and Technology*, v.148, p. 34-50, 2009b.

CHIKAGWA-MALUNGA, S.K.; ADESOGAN, A.T.; SOLLENBERGER, L.E.; PHATAK, S.C.; SZABO, N. J.; KIMA, S.C.; HUISDEN, C.M.; LITELL, R.C. Nutritional characterization of *Mucuna pruriens*. 4. Does replacing soybean meal with *Mucuna pruriens* in lamb diets affect ruminal, blood and tissue l-dopa concentrations?. *Animal Feed Science and Technology*, v.148, p. 124-137, 2009a.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2016/17*. Quinto levantamento, Brasília, v.4, n.5, p. 1-166, 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Conjuntura Agropecuária de Feijão 2015*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07 _09_16_20_14_conjuntura_agropecuaria_do_feijao_-_junho_2015.pdf>.Acesso em: 08/12/2015.

CONTRERAS-GOVEA, F.; MARSALIS, M.; ANGADI, S.; SMITH, G.; LAURIAULT, L.M.; VANLEEUWEN, D. Fermentability and nutritive value of corn and forage sorghum silage when in mixture with lablab bean. *Crop Science*, v.51, p. 1307–1313, 2011.

miolo VI Simposio.indd 130 11/04/2017 15:52:25

CONTRERAS-GOVEA, F.E.; MUCK, R.E.; ARMSTRONG, K.L.; ALBRECHT, K.A. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Animal Feed Science and Technology*, v.150, p. 1-8, 2009.

COOK, B.G.; PENGELLY, B.C.; BROWN, S.D.; DONNELLY, J.L.; EAGLES, D.A.; FRANCO, M.A.; HANSON, J.; MULLEN, B.F.; PARTRIDGE, I.J.; PETERS, M.; SCHULTZE-KRAFT, R. *Tropical forages*. CSIRO, DPI&F (Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia, 2005.

COSTA, A.S.V.; SILVA, M.B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do vale do rio doce, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.2, p. 663-667, 2008.

CREW, T.E.; PEOPLES, M.B. Legume versus fertilizer source of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Philadelphia. v. 102, n. 3, p. 279-297, 2004.

DA SILVA, M.S.J.; EMILE, J.C.; AUDEBERT, G.; WALCZAK, P.; NOVAK, S. Associer une légumineuse au sorgho pour améliorer la qualité de la ration. In: RENCONTRE RECHERCHE RUMINANTS, 21, 2014, Paris, *Actes...* Paris: 3R, 2014. p. 128.

DA SILVA, M.S.J.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C.; BOURGOIN, F.; NOVAK, S. Intérêt zootechnique d'associations sorgho-légumineuses pour des vaches laitières. In: RENCONTRE RECHERCHE RUMINANTS, 22, 2015, Paris, *Actes...* Paris: 3R, 2015. p. 252.

DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T.; CÔRTES, C.; REGO, F.C.A. Aspectos da alimentação da vaca leiteira. In: SUL-LEITE SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUARIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2, 2002, Toledo, *Anais...* Toledo: UEM, 2002. CD-ROM.

DAWO, M.I.; WILKINSON, J.M.; SANDERS, F.E.T.; PILBEAM, D.J. The yield and quality of fresh and ensiled plant material from intercropped maize (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.87, p. 1391-1399,2007.

miolo VI Simposio.indd 131 11/04/2017 15:52:25

DIAS, F.J.; JOBIM, C.C.; FILHO, J.L.S.; JUNIOR, V.H.B.; POPPI, E.C.; SANTELLO, G.A. Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v.32, n.1, p. 19-26, 2010.

DIDIER, G. *Culture et utilisation du sorgho grain ensilé en plante entière pour l'engraissement des taurillons*. Compte rendu d'essai n° 91093 – CEESO/SOUAL. Institut de l'Elevage, 1991. 32p.

ECOCROP. Ecocrop database. FAO, 2011.

EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeitos da inclusão de soja ou feijão miúdo e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.26, n.4, p. 667-674, 1997.

EMBRAPA. *Consórcio milho-guandu aumenta teor de proteína em até 50% na alimentação animal* [2015]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3231165/consorcio-milho-guandu-aumenta-teor-de-proteina-em-ate-50-na-alimentacao-animal>. Acesso em: 26/01/2017.

EMILE, J.C.; LE ROY, P.; BOURGOIN, F. ; AL RIFAI, M. Comparaison de types de sorgho ensilés pour des vaches laitières. In: RENCONTRE RECHERCHE RUMINANTS, 16, 2009, Paris, *Proceedings...* Paris: 3R, 2009. p. 51.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; LOPES, J.; SOARES, L.Q. Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, 2005.

EVANGELISTA. A.R.; RESENDE, P.M.; MACIEL. G.A. Uso da soja (*Glycine mal.*) na forma de forragem. Lavras, 2003, 36p.

FAO. *Climate change and food security: a framework document*. Rome: Food and Agriculture Organization, 2008. 107p.

FAO. *Grassland Index. A searchable catalogue of grass and forage legumes*. Rome: Food and Agriculture Organization, 2011.

miolo VI Simposio.indd 132 11/04/2017 15:52:25

FERREIRA, J.J. *Estágio de maturação ideal para ensilagem do milho e do sorgo*. p.405-428. In: Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. 1.ed. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2001.

FIDELIS, R.R.; GONZAGA, L.A.M.; SILVA, R.R.; ANDRADE, C.A.O. Desempenho produtivo e nutricional de sorgo forrageiro consorciado com soja em doses de nitrogênio. *Comunicata Scientiae*, v.7, n.2, p. 204-208, 2016.

FRANCIS, C.A.; PRAGER, M.; TEJADA, G. Density interactions in tropical intercropping. II. Maize (*Zea mays* L.) and bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, v.5, p. 253-264, 1982.

FRANCO, M. Loucura que deu certo. *DBO - A Revista de Negócios do Criador*, São Paulo, n.279, p.76-83, 2004.

GEREN, H.; AVCIOGLU, R.; SOYA, H.; KIR, B. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *African Journal of Biotechnology*, v.7, n.22, p. 4100-4104, 2008.

GOBETTI, S.T.C.; NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; OLIBONI, R. Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (*Glicine max*) para ruminantes. *Ambiência Guarapuava*, Guarapuava, v.7, n.3, p. 603-616, 2011.

HAMMER, G.L. Pathways to prosperity: Breaking the yield barrier in sorghum. *Agricultural Science*, Brisbane, v. 19, n. 2, p. 16-22, 2006.

HARTUTIK; SOEBARINOTO; FERNANDEZ, P.T.; RATNAWATY, S. Evaluation of legume herbs nutritive value as a ruminant feed and nitrogen supply on soil in West Timor, Indonesia. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, Faisalabad, v.25, n.4, p. 323-331, 2012.

IJOYAH, M.O.; OGAR, A.O.; OJO, G.O.S. Soybean-maize intercropping on yield and system productivity in Makurdi, Central Nigeria. *Scientific Journal of Crop Science*, v.2, n.4, p. 49-55, 2013.

IPCC. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; Van der Linden, P.J.; Hanson, C.E. (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 976p.

miolo VI Simposio.indd 133 11/04/2017 15:52:25

JOBIM, C.C. *Ensilabilidade das plantas forrageiras e qualidade do volumoso conservado*. [2008]. Disponível em: <http://www.iepec.com/noticia/ensilabilidade-das-plantas-forrageiras.> Acesso em: 29/04/2014.

JOBIM, C.C; NUSSIO, L.G. Princípios básicos da fermentação na ensilagem. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Org.). *Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros*. 1ed. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2013, p. 649-670.

JUNTANAM, T.; THIENGTHAM, J.; SAWANON, S.; TUDSRI, S.; SIWICHAI, S.; PRASANPANICH, S. Effect on Milk Production in Thailand of Silage from Forage Sorghum and Forage Sorghum with Lablab purpureus. *Kasetsart Journal-Natural Science*, v.47, p. 53-59, 2013.

KOOHI, S.S.; NASROLLAHZADEH, S.; RAEI, Y. Evaluation of chlorophyll value, protein content and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.)/ mungbean (*Vigna radiate* L.) intercropping. *International journal of Biosciences*, Rajshahi, v. 4, N. 8, p. 136-143, 2014.

LAURIAULT, L.M.; KIRKSEY, R.E. Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrops in the Southern High Plains. *Agronomy Journal*, Madison, v. 96, n. 2, p. 352-358, 2004.

LEGARTO, J. L'utilisation en ensilage plante entière des sorghos grains et sucriers: intérêts et limites pour les régions sèches. *Fourrages*, Versailles, n. 163, p. 323-338, 2000.

LIRA, M.A., SANTOS, M.V.F., DUBEUX, J.C.B. E MELLO, A.C.L. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. suppl., p. 491-511, 2006.

MAGALHÃES, A.M. *Composição bromatológica da silagem de sorgo aditivada com a parte aérea do feijão catador (Vigna unguiculata (L.) Walp.)*. 2014. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2014.

MAZAHERI, D. *Intercropping*. 1. ed. Iran: Tehran University Press, 1993. 262 p.

miolo VI Simposio.indd 134 11/04/2017 15:52:25

MBUTHIA, E.W.; GACHUIRI, C.K. Effect of inclusion of *Mucuna pruriens* and Dolichos lablab forage in napier grass silage on silage quality and on voluntary intake and digestibility in sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v.1, p. 123-128, 2003.

MENDES, I.C.; REIS JÚNIOR, F.B.; HUNGRIA, M.; SOUSA, D.M.G.; CAMPO, R.J. Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 8, p.1053-1060, 2008.

MORGADO, L.B.; WILLEY, R.W. Optimum plant population for maize-bean intercropping system in the Brazilian semi-arid region. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.65, n.5, p.474-480, 2008.

MORTON, J.F.; SMITH, R.E.; LUCO-LOPEZ, M.A.; ABRANS, R. Pigeon-peas (*Cajanus cajan* Millsp). A valuable crop of the tropics. Mayaguez, Univ. Puerto Rico - Dep. of Agronomy and Soils, 1982. 122p.

MURPHY, A.M.; COLUCCI, P.E. A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of *Lablab purpureus*. *Livestock Research for Rural Development*, v.11, n.2, p. 96-113, 1999.

MUSTAFA, A.F.; SEGUIN, P. Characteristics and in situ degradability of whole crop faba bean, pea, and soybean silages. *Canadian Journal of Animal Science*, v.83, p. 793-799, 2003.

NEUMANN, M., MÜHLBACH, P.R.F., NÖRNBERG, J.L., RESTLE, J., OST, P.R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita de plantas de milho (Zea mays L.) para ensilagem na produção do novilho superprecoce. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.5, p.1614-1623, 2007.

NEUMANN, M.; FIGUEIRA, D.N.; BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; JOBIM, C.C. Cultura de sorgo: potencial dos materiais disponíveis para produção de silagens de qualidade. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM/CCA/DZO, 2014. p. 89.

miolo VI Simposio.indd 135 11/04/2017 15:52:25

NEUMANN, N.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; OST, P.R.; LUSTOS, S.B.C. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.5 (supl.), p. 1603-1613, 2007.

OBEID, J. A.; ZAGO, C. P.; GOMIDE, J. A. Qualidade e valor nutritivo de silagem consorciada de milho [*Zea mays* L.] com soja anual [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.14, n.4, p. 439-446, 1985.

OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E.; ZAGO, C.P.; ANDRADE, M.A.S. Silagem consorciada de milho (*Zea mays*, L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.21, n.1, p. 33-38, 1992.

OLIVEIRA, A.P.; SILVA, V.R.F.; ARRUDA, F.P.; NASCIMENTO, I.S.; ALVES, A.U. Rendimentos de feijão caupi em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 1, p.77-80, 2003.

OWENS, V.N.; ALBRECHT, K.A.; MUCK, R.E.; DUKE, S.H. Protein degradation and fermentation characteristics of red clover and alfalfa silage harvested with varying levels of total nonstructural carbohydrates. Crop *Science*, v.39, p. 1873-1880, 1999.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31-93.

PALUDO, A.; SANTOS, N.F.; MOREIRA, T.S.O.; OLIVEIRA, W.L.; SILVA, M.A.P. Feijão guandu em três diferentes alturas de corte na alimentação de ruminantes. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.9, n.5, p. 1981- 1994, 2012.

PENGELLY, B.C.; WHITBREAD, A.; MAZAIWANA, P.R.; MUKOMBE, N. Tropical forage research for the future - Better use of research resources to deliver adoption and benefits to farmers. In: WHITBREAD, A.M. AND PENGELLY, B.C. (Eds.). *Tropical legumes for sustainable farming systems in southern Africa and Australia*. Canberra: ACIAR Proceedings, 2004. 180p.

miolo VI Simposio.indd 136 11/04/2017 15:52:26

PINEDO, L.A. *Teores de taninos e produção de gases in vitro da silagem de sorgo com adição de níveis crescente de guandu*. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura/Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009, 80p.

PUGALENTHI, M.; VADIVEL, V.; SIDDHURAJU, P. Alternative food/feed perspectives of an underutilized legume *Mucuna pruriens* var. Utilis - A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.60, p. 201-218, 2005.

QU, Y.; JIANG, W.; YIN, G.; WEI, C.; BAO, J. Effects of feeding corn-lablab bean mixture silages on nutrients apparent digestibility and performance of dairy cows. *Asian Australian Journal Animal Science*, v.26, n.4, p. 509-516, 2013.

QUINTINO, A.C.; ZIMMER, A.H.; COSTA, J.A.A.; ALMEIDA, R.G.; BUNGENSTAB, D.J. Silagem de milho safrinha com níveis crescentes de forragem de guandu. In: II Simpósio de Produção Animal a Pasto, 2, 2013, Londrina, *Anais...*Londrina: SIMPAPASTO, 2013. p. 1-3.

RANA, R.S.; SINGH, B.; NAGI, S.C.; SINGH, B. Management of maize/legume intercropping under mid-hill sub-humid conditions. *Indian Journal of Agricultural Research*, New Delhi, v.35, n.2, p. 100-103, 2001.

RASHID, A.; HIMAYATULLAH. Effect of planting geometry and legumes intercropping system on the yield of sorghum. *Asian Journal of Plant Science*, Singapore, v.2, n.3, p. 361-364, 2003.

REZENDE, P.M., ALCANTARA, H.P., CARVALHO, E.R., PASSOS, A.M.A., DOURADO, M.A.F.S. Consórcio sorgo-soja. XV. Épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de corte na composição da forragem. *Bioscience Journal*, v.26, p. 779-788, 2010.

RODRIGUES, J. A. S. R.; SANTOS, F. G.; SHAFFERT, R. E.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; PITTA, G. V. E.*BRS 610 – híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 3 p. (Comunicado Técnico, 102).

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). *Silage Science and Technology*. Madison: American Society of Agronomy, v. 1, cap. 3, p. 95-139, 2003.

miolo VI Simposio.indd 137 11/04/2017 15:52:26

SANTOS, P.M.; NUSSIO, C.M.B.; GODOY, R.; SILVA, C.E. Inclusão de duas linhagens de guandu na produção de silagem de milho. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande, *Anais...* Campo Grande - MS, 2004. p. 1-5.

SEIFFERT, N.F.; THIAGO, L.R.L.S. *Legumineira - Cultura forrageira para produção de proteína*. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, novembro, 1983. (Circular Técnica, n. 13). Disponível em: < http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes /ct/ct13/index.html>. Acesso em: 16/11/2011.

SIDDHURAJU, P.; BECKER, K.; MAKKAR, H.P.S. Studies on the nutritional composition and antinutritional factors of three different germplasm seed materials of an under-utilized tropical legume, *Mucuna pruriens* Var. Utilis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.48, p. 6048-6060, 2000.

SIDIBÉ-ANAGO, A.G.; OUEDRAOGO, G.A.; KANWÉ, A.B.; LEDIN, I. Foliage yield, chemical composition and intake characteristics of three mucuna varieties. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v.10, p. 75-84, 2009.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, L. A. B.; EVANGELISTA, A. R. Consórcio sorgo-soja. I. Produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo, consorciados na linha, em dois sistemas de corte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.6, p. 933-939, 2000.

SILVA, M.S.J.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C.; AUDEBERT, G.; PERCEAU, R.; NOVAK, S. Sorghum-legumes mixtures silage: aerobic stability and organic matter loss. In: International Silage Conference, 17, 2015, Piracicaba, *Proceedings...* Piracicaba: ESALQ/USP, 2015b. p. 164-165b

SILVA, M.S.J.; JOBIM, C.C.; POPPI, E.C.; TRES, T.T.; OSMARI, M.P. Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.44, n.9, p. 303-313, 2015a.

SILVA, N.C.; REIS, J.; MAGALHÃES, R. Silagem consorciada de sorgo (*Soghum bicolor* (L.) Moench) e feijão guandu (*Cajanus cajan*) em diferentes proporções: produção e composição bromatológica. *Perquirere*, Patos de Minas, v.1, n.8, p.213-222, 2011.

miolo VI Simposio.indd 138 11/04/2017 15:52:26

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes no limbo foliar de guandu e estilosantes. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.35, p. 133-138, 2005.

SKERMAN, P.J. *Tropical forage legumes*. Rome, FAO, 1977, 610p.

STELLA, L.A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v.73, n.1, p.73-79, 2016.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M.G.; MERCANTE, F.M. [2003] *Cultivo do Feijoeiro Comum*. Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Fontes HTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/fbnitrogenio.htm>. Acesso em: 25/09/2014.

TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H.; MINUTTI, C.R.; FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C. Bromatological composition of sorghum, millet plant and dwarf-guandu at different cut times in intercropping and monoculture. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 35, n. 2, p. 183-190, 2013.

VALARINI, M.J.; GODOY, R. Contribuição da fixação simbiótica de nitrogênio na produção do guandu (Cajanus *cajan* (L.) Millsp). *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.5, n.3, p. 500-504, 1994.

VELHO, J.P.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; VELHO, I.M.P.H.; GENRO, T.C.M.; KESSLER, J.D.Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5 (supl.), p. 1532-1538, 2007.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.

WILLEY, R.W. Evaluation and presentation of intercropping advantages. *Experimental Agriculture*, v.21, p. 119-133, 1985.

WULIJARNI-SOETJIPTO, N.; MALIGALIG, R.F. *Mucuna pruriens* (L.) DC. cv. group Utilis. Record from Proseabase. FARIDAH HANUM, I; VAN DER MAESEN, L.J.G. (Eds.). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia. 1997.

miolo VI Simposio.indd 139 11/04/2017 15:52:26

ZAGO, C.P.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. Desempenho de novilhos zebus alimentados com silagens consorciadas de milho (*Zea mays* L.) com soja anual (*Glycine max* (L.) Merril). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.14, n.4, p.510-514, 1985.

ZHANG, F.; LI, L. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. *Plant and Soil*, Wageningen, v. 248, n. 1, p. 305-312, 2003.

ZHANG, Y.; LIU, J.; ZHANG, J.; LIU, H.; LIU, S.; ZHAI, L.; WANG, H.; LEI, Q.; REN, T.; YIN, C. Row ratios of intercropping maize and soybean aan affect agronomic efficiency of the system and subsequent wheat. *PLoS ONE*, v.10, n.6, p.1-16, 2015. doi:10.1371/journal.pone.0129245.

miolo VI Simposio.indd 140 11/04/2017 15:52:26

CENÁRIO DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE FENO E PRÉ-SECADO NO BRASIL

Marcela Abbado Neres[1]
Caroline Daiane Nath[2]
Samantha Mariana Monteiro Sunahara[2]

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o cenário de comercialização de feno e pré-secado no Brasil baseia-se na venda de fardos retangulares "prismáticos" (10 a 30 kg), cilíndricos (200 a 300 kg) e o pré-secado na forma de "bags" (300 a 500 kg), envelopados com filme de polietileno de baixa densidade ("stretch"),com média de 25 µm de espessura. Como a produção de pré-secado envolve parte dos equipamentos utilizados na produção de feno, alguns produtores de feno têm se especializado na produção de pré-secado ao encontrar mercado para compra deste produto e por este apresentar a vantagem de menor tempo de exposição da forrageira ao sol, reduzindo as chances de descarte da forragem por perdas devido a precipitação. Algumas regiões, como a Bacia Leiteira de Castro, no Paraná, não apresentam condições climáticas favoráveis à produção de feno (prevalência de alta umidade relativa do ar durante a maior parte do ano), destacando-se, por isso, como uma das regiões pioneiras no Brasil na produção de pré-secado de forrageiras de inverno e verão. A produção de pré-secado atualmente se expande pelo Paraná e pelos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo.

A distinção entre o feno e o pré-secado decorre dos diferentes processos envolvidos na sua produção. Entende-se por feno o volumoso

[1] Docente da Unioeste campus de Marechal Cândido Rondon – PR.e-mail: marcela.neres@unioeste.br
[2] Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ – Unioeste)

miolo VI Simposio.indd 141 11/04/2017 15:52:26

que passou por desidratação ao sol ou por meios artificiais após o corte, sendo armazenado com umidade inferior a 20%, a fim de evitar perdas por reações oxidativas e deterioração microbiológica (Savoie et al, 2011). Já no pré-secado a forrageira passa pela desidratação ao sol por um período menor, sendo posteriormente enfardada e envelopada com aproximadamente 50% de umidade. A produção do pré-secado inicia-se como um processo de fenação e termina como um processo de ensilagem, pois o material deve passar por fermentação em meio anaeróbio, resultando na produção de ácido lático e na redução do pH, garantindo-se assim a sua conservação.

2. HISTÓRICO DA FENAÇÃO NO MUNDO

O processo de fenação teve início entre o Período Neolítico e a Idade dos Metais (Mazoyer & Roudart, 2010). No início da Idade dos Metais (4.000 anos) a agricultura e a pecuária eram conduzidas através do sistema de rotação. Assim, nas áreas mais aptas para cultivo agrícola, denominadas "Ager" (Figura 1), predominava o cultivo de espécies para produção de grãos de consumo humano (tremoço, linho, cevada, trigo Eikorn (*Triticum monococcum*), trigo amidoreiro (*Triticum dicoccum*), grão de bico, ervilha e ervilhaca) por um período de aproximadamente dois anos. Após esse período estas áreas passavam por pousio (a área de pousio era denominada "Alqueive"), sendo então pastejadas no período noturno pelo gado que passava o dia nas áreas de "Saltus" (área periférica ao "Ager" e "Alqueive"), para reposição da fertilidade do solo através dos dejetos animais (Mazoyer & Roudart, 2010). Após dois anos rotacionava-se novamente a área de Ager com a área de Alqueive. Nas áreas de "Saltus" a vegetação era composta por plantas herbáceas e a região periférica ao Saltus denominava-se "Silver", então ocupada por mata nativa. Desta área era retirada madeira para lenha e construção de casas.

Com o aumento da população e, consequentemente, o aumento na demanda pela produção de grãos, aliado à redução acentuada da

miolo VI Simposio.indd 142 11/04/2017 15:52:26

fertilidade do solo e ao déficit forrageiro de inverno, passou-se na época a armazenar uma parte da forragem excedente produzida nas áreas de "Silver". A fenação e o armazenamento eram feitos através da abertura de clareiras, onde as plantas herbáceas produzidas no local eram desidratadas no verão e conservadas através do sistema de medas, sendo posteriormente disponibilizadas ao rebanho durante o inverno (Mazoyer & Roudart, 2010). No entanto, em decorrência do baixo desenvolvimento tecnológico da época (utilização da "foice de cereais", de baixíssimo rendimento, no processo de fenação), o processo era lento e trabalhoso (BACC, 2015). Na falta de meios de transporte suficientemente eficazes, e instalações adequadas para armazenamento, o feno era empilhado em volta de longas varas, formando medas com formas cônicas ao longo das quais as águas da chuva podiam escorrer sem molhá-lo demasiadamente. No inverno, o gado era conduzido a essas clareiras para se alimentar (BACC II, 2015).

Porém, para que a transferência de fertilidade para as áreas de alqueive ocorresse também durante o inverno, era preciso que o rebanho, que havia passado o dia nas clareiras de feno, voltasse para passar a noite nos alqueives. O processo de condução dos animais, devido à distância das clareiras e às intempéries invernais, demandava tempo, energia e dejetos animais se perdiam no caminho, de modo que esse sistema apresentava um alcance limitado (BACC II, 2015).

Para escapar das dificuldades do deslocamento quotidiano durante o inverno, foram construídos, perto das áreas de Agers e Alqueives, galpões destinados a abrigar os animais (estábulos) e as reservas de feno em celeiros (Mazoyer & Roudart, 2010). O rebanho então passava toda a estação fria estabulado, o que permitia recolher os dejetos no período noturno.

miolo VI Simposio.indd 143 11/04/2017 15:52:26

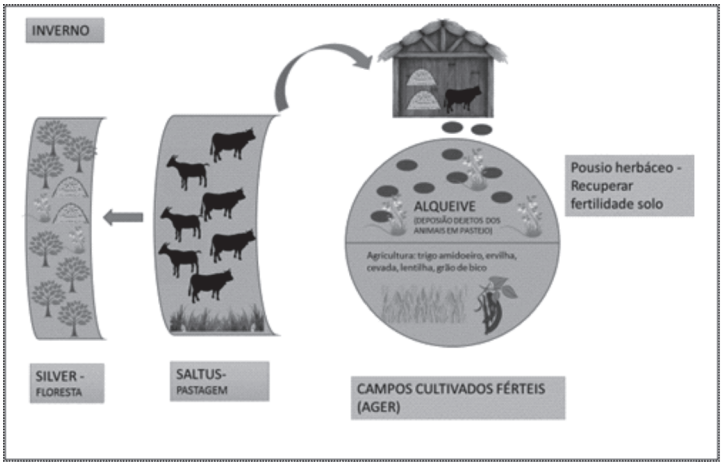


Figura 1. Sistema de produção de feno no período Neolítico. Adaptado de Mazoyer & Roudart, (2010); (BACCII, 2015).

Com o passar dos anos, já durante a vigência da Idade Média, o processo de fenação foi aperfeiçoado com a introdução da tração animal ou de ferramentas manuais mais produtivos, como foi o caso do alfanje. Na Idade Contemporânea houve um grande avanço na agricultura devido a invenção da máquina a vapor, culminando, já em 1892, com a invenção do trator a gasolina nos Estados Unidos (Vian et al. 2013). A partir desse período os avanços foram grandes na fabricação de implementos para fenação, tornando o processo de produção mais rápido e produtivo.

3. ETAPAS DO PROCESSOS DE DESIDRATAÇÃO NA PRODUÇÃO DE FENO E PRÉ-SECADO

O processo de desidratação na produção de feno divide-se em três etapas. Na primeira etapa, logo após o corte, a desidratação ocorre via estômatos quando estes encontram-se abertos e a umidade decresce de 80% para 60%. Esta etapa é rápida (McDonald & Clark, 1987), a resistência da planta à desidratação é mínima e o déficit de pressão de vapor entre planta e ambiente é máximo: essa etapa dura cerca de uma hora, na sequencia os estômatos se fecham.

miolo VI Simposio.indd 144 11/04/2017 15:52:26

Pasqualotto et al. (2015) avaliaram em condições tropicais as taxas de assimilação líquida de O_2, condutância estomática e transpiração em capim Tifton 85 com uso de segadeira condicionadora no corte, utilizando um medidor portátil de trocas gasosas por infravermelho IRGA (6400 xt).Os autores verificaram que após o corte a assimilação de CO_2 atingiu valores negativos, os valores referentes à condutância estomática (*gs*) não variaram drasticamente do momento do corte até 4 horas após o corte, o que pode sugerir que a folha também sofre ranhuras na hora do corte pela condicionadora e não somente o caule da planta e houve aumento da transpiração, diferenciando-se antes do corte com as demais horas avaliadas. Pode-se observar que 4 horas após o corte, nas condições testadas estas foram suficientes para extrair grande parte de água da planta via transpiração estomática (*E*) e cuticular; entretanto, sob baixa intensidade de condicionamento os valores de transpiração foram inferiores quando comparados às plantas cortadas com alta intensidade. Contudo, o teor de matéria seca para enfardamento (80,40%) foi atingido com 49 horas de desidratação.

A segunda etapa do processo de desidratação ocorre via transpiração cuticular, com a umidade decrescendo de 60 % para 40%. Neste momento o processo de desidratação é mais lento e o uso de segadeiras condicionadoras no corte das forrageiras pode acelerar esta etapa, através de injúrias provocadas na camada cuticular presente nas hastes ou colmos das plantas, elevando as taxas de desidratação (Rotz, 1995).

As operações de viragem do feno reduzem a densidade da massa de forragem e facilitam a movimentação do ar na leira, aumentando assim as taxas de desidratação. Na terceira etapa a desidratação se dá por via cuticular e a transpiração é menor em função da resistência de perda de água tecidual devido a pressão osmótica e forças matriciais. Esta etapa é mais sensível às perdas por precipitação e caso o corte tenha sido efetuado por segadeira condicionadora as perdas são mais drásticas, ocorrendo maior lixiviação de compostos solúveis. No verão, em condições tropicais com clima favorável, o período de desidratação ao sol pode durar de 48 a 36 horas.

miolo VI Simposio.indd 145 11/04/2017 15:52:26

Tabela 1 – Avaliação da assimilação líquida (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração interna de CO_2 (*CI*) transpiração (*E*) do capim Tifton 85 antes do corte e nas primeiras quatro horas de desidratação com alta e baixa intensidade de condicionamento*

			A		
Intensidade	Antes corte	1hora	2horas	3horas	4horas
Alta (8 cm)	22.46a	-2.46bA	-2.72bA	-2.32bA	-2.58bA
Baixa (18 cm)	22.46a	-5.29bA	-5.71bA	-5.53bA	-4.99bA
Média	22.46a	-3.88b	-4.21b	-3.92b	-3.76b
Intensidade			*gs*		
	Antes corte	1hora	2horas	3horas	4horas
Alta (8 cm)	0.115c	0.093cA	0.067cA	0.27aA	0.22bA
Baixa (18 cm)	0.115a	0.069aA	0.067aA	0.068aB	0.065aB
Média	0.115b	0.08b	0.067b	0.17a	0.14a
Intensidade			*E*		
	Antes corte	1hora	2horas	3horas	4horas
Alta (8 cm)	1.77b	2.09bA	1.86bA	4.49aA	4.63aA
Baixa (18 cm)	1.77a	1.88aA	1.95aA	2.13aB	1.92aB
Média	1.77b	1.99b	1.91b	3.31a	3.28a

A-Assimilação Líquida (μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}gs– Condutância estomática (mol m^{-2} s^{-1}); CI- Concentração interna de CO_2 ((μmol CO2 m^{-2} s^{-1})); E – Transpiração (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}). *distância das placas de deflexão.

O tempo de secagem da forrageira depende, além de condições climáticas favoráveis e das características estruturais das plantas, da massa de forragem a ser desidratada. Em condições de excesso de chuvas e atraso no corte da forrageira, a alta produção de matéria seca por área exige períodos de tempo mais prolongados para que a forrageira atinja a matéria seca ideal para armazenamento. Este fato é comum no final da primavera e início do verão, entre novembro e dezembro, quando a precipitação intermitente impossibilita o produtor de efetuar o corte, já que este precisa de uma janela de 3 a 4 dias de condições climáticas favoráveis para realizar todas as operações até o armazenamento.

miolo VI Simposio.indd 146 11/04/2017 15:52:26

No processo de desidratação das plantas as folhas possuem taxas de desidratação superiores aos colmos devido a sua menor espessura. Machado (2013) obteve maiores taxas de desidratação em capim Vaqueiro nas folhas em relação ao colmo, o qual no momento do corte apresentava diâmetro médio de 0,64 mm (Figura 2). Ames (2012) obteve média de diâmetro de colmo em Tifton 85 de 1,44 mm superior ao diâmetro do capim Vaquero. Pereira e Reis (2001) consideram que 25% da umidade dos colmos é perdida através das folhas.

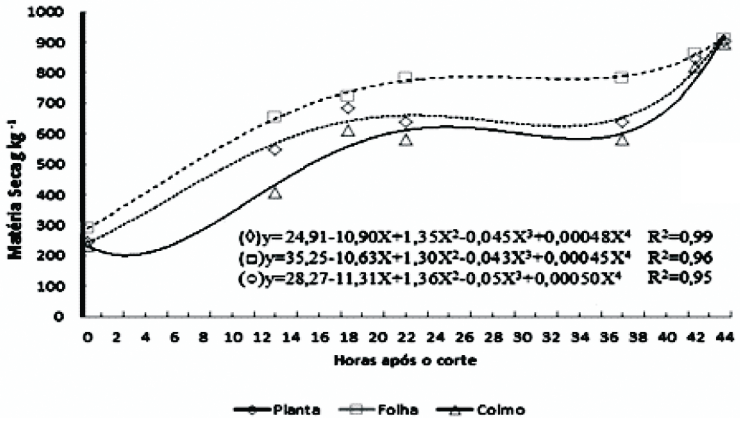


Figura 2. Curva de desidratação da planta inteira, folha e colmo de capim Vaquero (novembro, 2012).

O tempo de desidratação desde o momento do corte até a formação da leira é condicionado não somente pelas características morfológicas da planta e densidade de estômatos, mas também pela massa de forragem a ser desidratada por área. Ströher (2015) obteve feno de capim Tifton 85 com 18% de umidade num período de desidratação de 24 horas quando a temperaturas máxima atingida no período foi de 38,5°C e a mínima 21°C, com matéria verde de 6750 kg ha^{-1} a ser desidratada. No inverno, devido à maior incidência de orvalho e baixa radiação solar, o processo de desidratação se estende de 96 a 120 horas para se atingir a umidade ideal para armazenamento.

miolo VI Simposio.indd 147 11/04/2017 15:52:27

Na produção do pré-secado as etapas iniciais são as mesmas utilizadas na fenação, com corte e viragens, porém quando a matéria seca atinge ao redor de 50% o material vegetal é enfardado. Quando se faz o uso de inoculantes estes são aplicados no momento do enfardamento e logo em seguida a forragem é envelopada com filme de polietileno de baixa densidade, podendo variar de 4 a 6 camadas. No Brasil os filmes de polietileno mais comercializados são das cores branco leitoso e em menor quantidade na cor verde. Na produção do pré-secado o período de desidratação sob condições climáticas favoráveis pode durar de 6 a 8 horas se o corte for realizado no período da manhã após secagem do orvalho, ou seja, podendo ser enfardado no mesmo dia, caso as condições climáticas favoreçam a desidratação da planta.

Se o corte da planta for realizado no período da tarde, este pode ser enfardado na manhã seguinte. Nath (2016) obteve tempo de secagem do capim Tifton 85 de 17h30m (540,15 g kg^{-1} MS), com corte realizado às 15h30m e enfardamento no dia seguinte às 11:00 h, quando a forrageira encontrava-se com idade fisiológica equivalente a 35 dias de crescimento. A produção de pré-secado ainda encontra alguns entraves em relação a qualidade sanitária e durabilidade do volumoso conservado, tendo em vista a alta ocorrência de fungos e leveduras encontrada nos mesmos e relatadas por produtores. Em ensaio conduzido com pré-secado de capim Tifton 85 avaliando-se o tempo de armazenamento (30, 60 e 90 dias) Nath (2016) verificou que os fardos aos serem abertos não apresentavam pH ideal para conservação do material ensilado (5,55), conforme recomendação de McDonald et al., (1991) com faixa ideal de 3,8 a 4,2;os teores de carboidratos solúveis antes da ensilagem apresentavam-se baixos (38,06 g kg^{-1}); a atividade de água (Aw) da silagem era de 0,955 e constatou-se que no momento da abertura, algumas silagens apresentaram temperaturas mais elevadas que as registradas no ambiente e outras atingiram elevação de temperatura poucas horas após a abertura dos silos.

miolo VI Simposio.indd 148 11/04/2017 15:52:27

4. PRODUÇÃO DE FENO E PRÉ-SECADO NO BRASIL

No Brasil a produção de feno começou a ser adotada posteriormente à técnica de ensilagem. O feno difundiu-se com a criação de equinos de elite, já que o sistema de criação adotado foi o mesmo utilizado na Europa, com a confinação dos animais em baias e sua suplementação com feno de alfafa, Coastcross, aveia e Tifton 85. Atualmente a atividade equina movimenta anualmente R$ 16,15 bilhões e gera 610 mil empregos diretos e 2.430 mil empregos indiretos, sendo responsável, assim, por 3 milhões de postos de trabalho (Lima & Cintra, 2015). O sistema evoluiu e se desdobrou nas atividades equestres, animais de passeio e equoterapia. O feno também tem seu uso nos sistemas de produção de leite em função de sua importância como fibra fisicamente efetiva (Mertens, 1997). Além disso, o comércio de feno é feito em lojas agropecuárias para consumo de pets como coelhos, hamsters, etc. e, também, para decoração de festas temáticas. O feno também vem sendo utilizado no Brasil Central na alimentação de bovinos de corte, principalmente na forma de fardos cilíndricos de 300 kg.

O sistema de produção de pré-secado veio como alternativa para locais onde as condições climáticas não permitem a conclusão do processo de fenação devido à alta umidade relativa do ar e chuvas frequentes, como a região de Castro – Paraná, uma das precursoras no Brasil na produção de pré-secado. A expansão da produção de feno e pré- secado no Brasil vem crescendo, mas sem dados estatísticos precisos. Pereira et al (2008) já relatavam aumento da comercialização de feno na região noroeste do Paraná, principalmente de gramíneas como Tifton 85, Coastcross e aveia. Esta região tornou-se fornecedora de feno não só para Bacia Leiteira de Castro, mas também para o Estado de Santa Catarina. Até agora os custos de frete aparecem como o elemento restritivo mais importante na ampliação do mercado consumidor de outras regiões.

A região Oeste do Paraná apresenta como característica favorável a produção de feno a disponibilidade de dejeto suíno na forma de ARS (água residuária da suinocultura) que ao passar por fermentação anaeróbia

miolo VI Simposio.indd 149 11/04/2017 15:52:27

é denominado biofertilizante. O clima é favorável ao crescimento das espécies utilizadas na produção de feno e topografia favorável a mecanização. Os maiores gargalos na produção de feno são os meses de novembro e dezembro (Figura 3) devido a elevada precipitação. Atualmente a produção de feno no Brasil concentra-se nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, regiões mais tradicionais na técnica de armazenamento de volumoso desidratado; contudo, os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul tiveram aumento significativo no número de produtores dedicados a esta atividade nos últimos 10 anos.

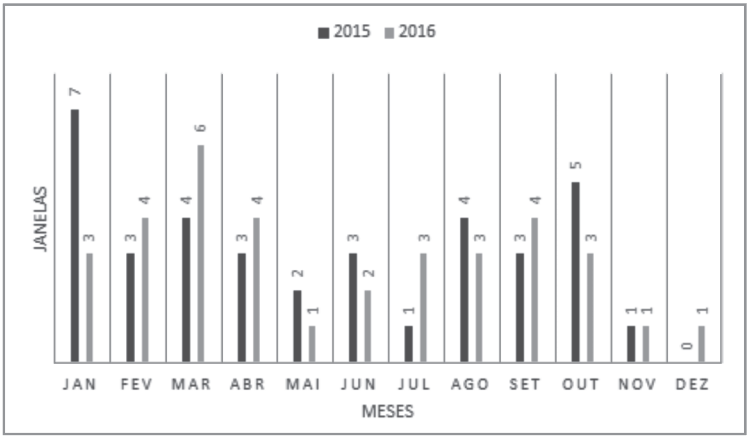


Figura 3. Número de janelas favoráveis (3 dias) à produção de feno no município de Marechal Cândido Rondon – PR nos anos de 2015 e 2016.

A Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB) através da DERAL (Departamento de Economia Rural) faz o controle anual da produção de feno, silagem e pré-secado nos diversos municípios do Estado. A Região Oeste do Paraná concentrou no ano de 2015 38% da produção de feno do Estado (Figura 3).

miolo VI Simposio.indd 150 11/04/2017 15:52:27

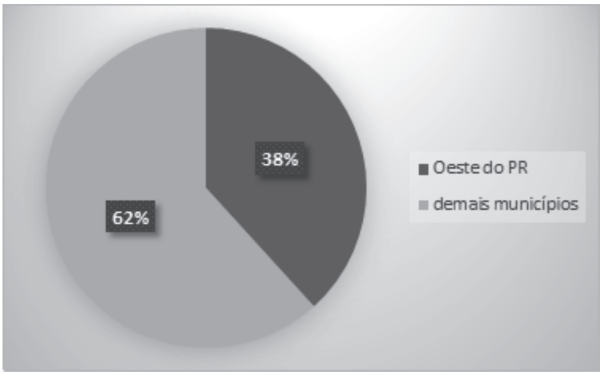


Figura 4. Produção de feno na região Oeste do Paraná comparada com os demais municípios do Estado (SEAB/DERAL) informação pessoal.

A produção de feno no Estado do Paraná apresentou um aumento de 129,91% nos últimos seis anos (Figura 4), enquanto a produção de silagem de milho teve um incremento de 53,13%.

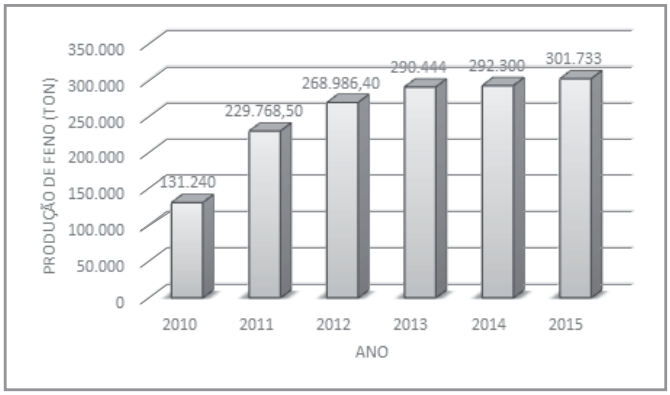


Figura 5. Produção de feno no Estado do Paraná nos anos de 2010 a 2015. SEAB/DERAL (2016)

miolo VI Simposio.indd 151 11/04/2017 15:52:27

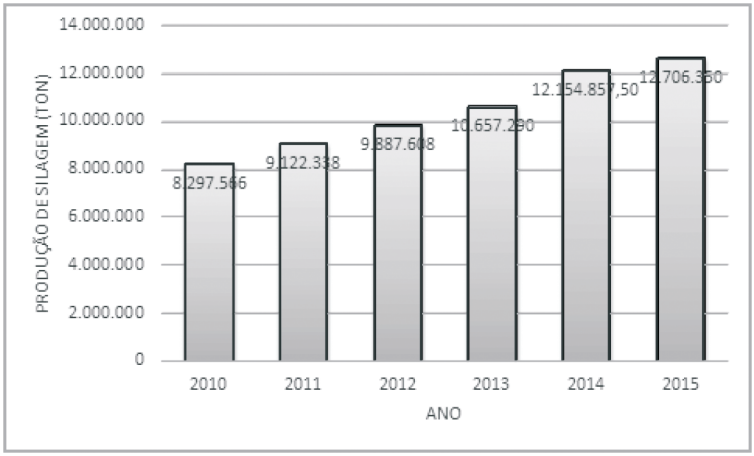


Figura 6. Produção de silagem no Estado do Paraná nos anos de 2010 a 2015. SEAB/DERAL (2016)

Os produtores de feno do Estado do Paraná são, na sua grande maioria, agricultores que atuam no cultivo de milho e soja, masque cedem parte da área de cultivo agrícola para a implantação de campos de feno. Estas áreas apresentam a vantagem de serem planas e de fácil mecanização, permitindo uma sinergia interessante entre a produção agrícola tradicional (milho e soja) e a produção de feno, pois são atividades que não competem entre si por uso de equipamentos e cronograma de atividades. Produtores de leite que já produziam feno para uso na propriedade também começaram a ver na atividade um mercado promissor para venda. Estes produtores de leite também estão se especializando na comercialização de parte de sua produção de feno e investindo em equipamentos. No restante do Brasil também se observa essa tendência de investimento em equipamentos e irrigação nos polos produtores de feno. Os produtores de feno nesses polos também são agricultores, pecuaristas que atuam na criação de equinos, bovinos de leite e bovinos de corte.

A atividade de produção de feno demanda maior mão de obra e atividades frequentes, entretanto apresenta algumas vantagens em relação ao cultivo de soja e milho, sendo a principal delas a possibilidade de várias colheitas no ano, reduzindo assim riscos de perdas de safra anual de alto investimento.

miolo VI Simposio.indd 152 11/04/2017 15:52:27

A produção de feno na região Oeste do Paraná é feita com base na utilização de biofertilizante proveniente da fermentação da água residuária da suinocultura (ARS) como fonte de fertilização das áreas de produção, já que nesta região existe uma elevada concentração de granjas suinícolas. Sendo esse o mesmo sistema adotado em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O biofertilizante é o produto proveniente da fermentação anaeróbia da ARS em biodigestores alocados nas granjas produtoras de suínos. Este processamento é necessário pois o dejeto suíno é altamente poluente, não podendo ser descartado diretamente no meio ambiente, conforme a Instrução Normativa do MAPA Nº 17, de 18 de junho de 2014. Com isso o uso do biofertilizante em áreas de produção de feno passa a resolver um problema ambiental, além da produção de biometano, produto da fermentação do dejeto que pode ser utilizado na própria granja suinícola. O resíduo da biodigestão é utilizado na fertilização dos campos de feno. Estes campos são formados na sua maioria por Tifton 85, seguidos pelo capim Vaquero e Jiggs.

A aplicação do biofertilizante pode ser feita através do uso de mangueiras, da aplicação por sistema de carretel e também através da utilização de tanques de aplicação acoplados ao trator. Estas áreas adubadas com biofertilizante suíno devem ser monitoradas frequentemente através de análise de solo para se evitar o excesso de alguns nutrientes, principalmente micronutrientes, pois a dieta dos leitões na UPL (Unidade Produtora de Leitões) apresenta altas concentrações de zinco, cobre e manganês. O inconveniente maior decorre do fato que cerca de 50% desses micronutrientes são eliminados nas fezes, podendo se acumular no solo (Wobeto, 2014).

Em outros Estados como São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Mato Grosso a atividade também vem se desenvolvendo, entretanto, com predomínio da adubação química e fertirrigação em algumas propriedades, sendo a adubação fundamental para manter esses sistemas produtivos. Áreas de produção de feno e pré-secado possuem grande extração de nutrientes do solo com pouco reciclagem destes.

miolo VI Simposio.indd 153 11/04/2017 15:52:27

Algumas propriedades têm investido em sistemas de irrigação das áreas de produção de feno utilizando pivô central e, em menor proporção, o sistema de fertirrigação por gotejamento subterrâneo, que apesar do custo de implantação ser mais elevado, apresenta a vantagem da economia de água, em função desta ser aplicada próxima ao sistema radicular, sem perdas por evaporação superficial. O custo de produção de feno nessas áreas alcança valores superiores que são repassados ao feno comercializado. A implantação de um sistema de irrigação por pivô central em área de até 25 hectares de feno tem custo de R$ 12.000,00 o hectare e no sistema de gotejamento esse valor pode chegar a R$ 24.000,00 o hectare.

5 FORRAGEIRAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE FENO E PRÉ SECADO

No Brasil a maior parte do feno comercializado provendo capim Tifton 85. Em seguida aparecem as gramíneas Coastcross, Vaquero, Jiggs, aveia, azevém e a leguminosa alfafa, tendo como polo produtor o município de Bandeirantes – PR.

O capim Tifton 85 apresenta como vantagem sua alta qualidade nutricional e boa capacidade de produção de matéria seca, além de contar com a preferência do comprador de feno. O capim vaquero possui limitações no seu uso como volumoso, pois o feno produzido a partir dele apresenta grandes perdas no fornecimento, devido à alta proporção de folhas e colmos finos que acabam se desprendendo no momento do fornecimento aos animais, principalmente nas criações de equinos que adotam o fenil. Tanto o Jiggs como o Vaquero necessitam de cortes em intervalos menores de crescimento, evitando que o conteúdo de fibra dessas forrageiras eleve-se em demasia depois dos 20 dias de rebrota (Ströer, 2015). Contudo, permanece o velho problema de equacionar o momento ideal de corte com as condições adequadas para o processamento, pois é comum o produtor atrasar o momento do corte devido à ocorrência de chuvas constantes, correndo o risco de perda do valor nutricional (queda

miolo VI Simposio.indd 154 11/04/2017 15:52:27

do teor de proteína e consequente aumento no teor de fibras) do feno. Castagnara et al. (2011) obtiveram teores de FDN de 846,10 g kg^{-1} no momento do enfardamento em capim Tifton 85 com 42 dias de rebrota.

Com relação às forrageiras de inverno a aveia preta é uma das gramíneas de clima temperado mais utilizadas na produção de feno, entretanto seu período de corte coincide com o final do inverno. A aveia preta, por apresentar colmos mais grossos e atingir o ponto de corte no final do inverno, requer maior tempo para a desidratação se completar, exigindo de 124 a 144 horas para uma boa desidratação (Castagnara et al. 2012). A sobressemeadura de forrageiras de inverno em áreas de Tifton 85 também é uma técnica utilizada por produtores de feno para maximizar a produção de feno no inverno (Neres & Ames, 2016), contudo, esta técnica apresenta como desvantagem a redução do vigor de rebrota do capim Tifton 85 no início da primavera, atrasando os cortes iniciais do período favorável a produção de feno de forrageiras tropicais (Neres et al. 2011).

O feno de Alfafa possui um mercado mais restrito, formado principalmente por criadores de animais de elite, atingindo um preço de mercado maior por conta dos custos de produção mais elevados. Com relação ao pré-secado de alfafa a alta capacidade tampão e baixo teor de carboidratos solúveis tem prejudicado a qualidade sanitária desse volumoso produzido.

6 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE FENO E DE PRÉ-SECADO

O corte da forragem para fenação é realizado por segadeiras de tambor ou de facas. Atualmente o número de produtores que optam por adquirir segadeiras condicionadoras vem aumentando. Este aumento decorre do fato de que a produção de feno exige condições climáticas muito específicas, tais como: alta radiação solar, ausência de precipitação, baixa umidade relativa do ar, etc. Consequentemente, o uso de segadeiras condicionadoras pode facilitar o processo de produção de feno, já que as

miolo VI Simposio.indd 155 11/04/2017 15:52:27

injúrias provocadas por essas máquinas na cutícula das plantas no momento do corte acaba por acelerar o processo de desidratação, principalmente nas hastes e colmos, durante a segunda etapa da desidratação, quando a transpiração é de tipoia cuticular (McDonald & Clark, 1987).

Por outro lado, em condições de precipitação o uso da segadeira condicionadora eleva as perdas de matéria seca, se comparadas ao uso das segadeiras convencionais (Rotz et al 1995). Pasqualotto et al (2015) obtiveram maiores taxas de desidratação com alta intensidade de condicionamento (obtidas através do ajuste da placa de deflexão) nas primeiras 24 horas após o corte.

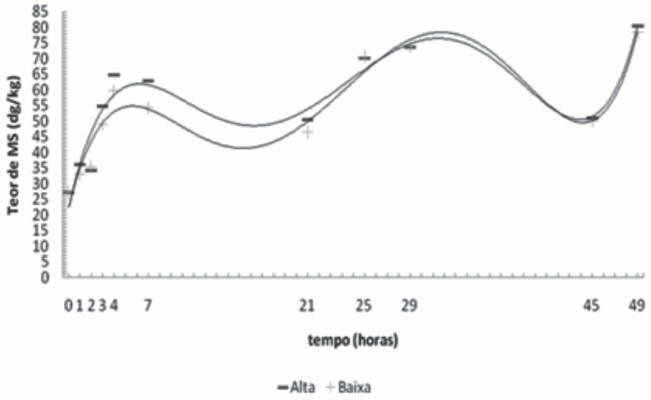


Figura 7. Teores de matéria seca do capim Tifton 85 com alta e baixa intensidade de condicionamento.

As segadeiras condicionadoras mais recomendadas para gramíneas são dotadas de batedores de dedos livres de ferro e para leguminosas as segadeiras com rolos de borracha. A intensidade de injúria nas segadeiras condicionadoras com batedores de dedos livres de ferro pode ser regulada pela distância das placas de deflexão ou velocidades de rotação que variam de 600 a 1000 rpm. Já os rolos de borracha são regulados pela distância existentes entre eles, sendo que quanto maior a distância menor a pressão sobre as hastes das leguminosas. No Brasil o comércio de segadoras condicionadoras com batedores é maior devido a maior produção de feno de gramíneas.

miolo VI Simposio.indd 156 11/04/2017 15:52:28

Após o corte a camada de forragem encontra-se densa, com poucas áreas para ventilação e transpiração. Com a viragem feita através ancinhos esta densidade se reduz, aumentando a passagem de ar dentro da leira. As viragens ocorrem no mínimo 2 vezes em condições tropicais na primavera/verão. O uso do ancinho na viragem do feno deve ter sua altura regulada para impedir a inserção de matéria orgânica do solo no feno recém cortado. Estudos de Schmoeller (2016) mostram elevada incidência de zearalenona em material vegetal em decomposição em áreas de produção de feno de capim Tifton 85 e Vaquero (Tabela 2). A zearalenona (ZEA), produzida por espécies de *Fusarium*sp, é uma micotoxina importante que causa prejuízos significativos por ser um potente metabolito estrogênico (Kumar et al., 2008)

Tabela 2 – Médias observadas e desvios-padrão (entre parênteses) de aflatoxina (AFLA), zearalenona (ZEA) e deoxinivalenol (DON) de acordo com as classes de método de armazenamento em áreas de produção de capim Tifton 85 e Vaquero

Local	AFLA (mg kg^{-1})	ZEA (mg kg^{-1})	DON (μg kg^{-1})
Matéria vegetal morta(campo)	$0,10^{c}$(0,15)	$311,4^{a}$(319,2)	$0,013^{c}$(0,04)
Capim no enfardamento	$0,25^{c}$(0,32)	$15,4^{c}$(8,84)	0^{c}(0)
Feno em galpão coberto	$2,83^{a}$(0,77)	$74,8^{b}$(42,2)	$0,24^{a}$(0,07)
Feno em lona transparente	$2,68^{ab}$(1,43)	$85,9^{b}$(28,9)	$0,18^{b}$(0,07)
Feno em lona dupla face	$1,85^{b}$(0,61)	$84,2^{b}$(41,1)	$0,05^{c}$(0,08)

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste da diferença de *lsmeans*, em nível de 5% de probabilidade; n=8; $p \geq \chi^2_{(ENFxDF)(DON)}=0,0603$.

Nos sistemas de produção de feno no Brasil a forrageira cortada permanece espalhada pelo campo no período noturno sem formação de leiras. Trabalhos comprovam que a secagem do orvalho nas condições tropicais é rápida na primavera/verão, logo nas primeiras horas da manhã (Calixto Junior et al. 2007). Após atingir umidade abaixo de 20% a forragem está pronta para ser enleirada com uso do ancinho enleirador.

miolo VI Simposio.indd 157 11/04/2017 15:52:28

As enfardadeiras atualmente presentes no mercado são diversificadas, sendo mais utilizadas as enfardadeiras que produzem fardos retangulares (prismáticos) de pequeno porte (10 a 50 kg) para o mercado de produtores de leite e equinos e as de grande porte (acima 100 kg) para fornecimento a gado de corte e rebanhos maiores. As enfardadeiras de rolo foram desenvolvidas na década de 70 (Freixial & Alpendre, 2013) e recentemente em sendo utilizadas no Brasil. A câmara de formação do fardo pode ser constituída por correias planas, por um sistema de rolos de aço ou por uma cadeia de tubos metálicos suportados por duas correntes, dependendo do fabricante.

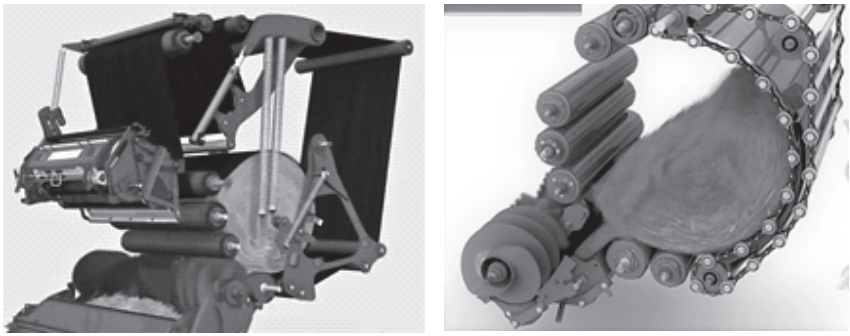
Na produção do pré-secado há necessidade da aquisição de uma envelopadora de fardos para uso do filme plástico. Estes implementos são responsáveis por envelopar o pré-secado com o filme de polietileno criando uma barreira à entrada de oxigênio e água nos fardos, que passarão por um processo de fermentação. Na produção de pré-secado um operador atua enfardando a forragem, enquanto outro operador faz o envelopamento. Encontra-se atualmente no mercado enfardadeiras e envelopadoras num só equipamento, facilitando o processo, que pode ser realizado por um só operador de trator.

As enfardadeiras de rolo presentes no mercado podem ser de câmara fixa, variável e semi-variável. O que as diferencia é a dimensão do fardo que na câmara fixa produz fardos de uma só dimensão (ex. 0,80 diâmetro x 1,20 altura). As enfardadeiras de câmara variável produzem fardos de diferentes dimensões podendo alcançar de 0,80 a 1,60 m de altura. A aquisição de enfardadeiras de câmara fixa ou variável depende do porte do produtor. Caso o grupo de produtores que adquirem o pré-secado ou feno tenha uma grande variação no tamanho do rebanho é preferível adquirir as enfardadeiras de câmara variável para atender diferentes demandas. A compra do pré-secado pelo produtor deve ser planejada, visando o fornecimento desta silagem proveniente da abertura do "bag" em no máximo dois dias (Nath, 2016), em decorrência das grandes perdas por fermentações indesejáveis, após o contato da silagem com o oxigênio.

miolo VI Simposio.indd 158 11/04/2017 15:52:28

Dependendo da marca e modelo de enfardadeira de rolo a compressão do fardo se dá desde seu núcleo ou somente após o término do recolhimento do feno pela enfardadora, então se faz a compressão, sendo necessários maiores estudos sobre o efeito do sistema de compressão da forragem nas enfardadeiras de rolo e seus efeitos sobre a qualidade e durabilidade da forragem conservada.

Atualmente o mercado dispõe de enfardadeiras de rolos que realizam a picagem da forragem no momento do recolhimento (opcional) no campo através de facas (8 a 26 facas com largura de picagem ajustável, podendo variar de 4 cm a 20 cm de comprimento) e mostram-se atualmente como preferência do comprador de feno e pré-secado. O mesmo sistema também já pode ser encontrado em enfardadeiras de fardos prismáticos. Nestes fardos utiliza-se ao invés da corda de sisal ou sintética para amarração dos fardos, as redes plásticas disponíveis no mercado por garantir menores perdas de material picado.



(A) (B)

Figura 8. (A) Enfardadora de rolo com compressão desde o núcleo do fardo e (B) enfardadeira de rolo com compressão final do fardo.

Quando produtores no país passaram a produzir feno, a aquisição de implementos para fenação era realizada exclusivamente por equipamentos importados, sendo estes provenientes dos Estados Unidos, França, Inglaterra e Alemanha. Indústrias brasileiras foram se especializando na produção desses implementos e atualmente o Brasil

miolo VI Simposio.indd 159 11/04/2017 15:52:28

possui indústrias fabricantes, concentrando-se principalmente no Estado de São Paulo, Paraná (Castro), Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

7 TERCEIRIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE FENO E DE PRÉ-SECADO NO BRASIL

O produtor que cultiva milho para ensilagem destinada ao consumo dos animais na propriedade segue a tendência de terceirização da atividade conforme relata Pereira et al (2008). Muitos produtores de feno iniciam a atividade de produção com serviços terceirizados, mas na contramão da ensilagem, o produtor de feno vem adquirindo implementos próprios. Este cenário de aquisição de implementos decorre da atividade que depende de janelas climáticas favoráveis e é realizada de 6 a 8 vezes ao ano, diferente da silagem de milho na qual possui a safra e em algumas regiões a safrinha do milho.

A capitalização dos produtores de feno, as curtas janelas climáticas favoráveis à secagem e a dificuldade em conseguir mão de obra temporária nos dias de enfardamento, armazenamento e carregamento dos caminhões para venda, tem levado os produtores a optar pela aquisição de implementos de maior eficiência e rendimento. Os investimentos são altos, tendo em vista que para a produção de feno são necessários segadeiras, ancinhos e enfardadeiras. O objetivo principal com a compra de equipamentos mais eficientes é reduzir o tempo despendido nas diversas atividades de produção do feno e pré-secado (corte, viragem, enleiramento, enfardamento e armazenamento). Muitos produtores iniciam a atividade com a compra de implementos usados, depois partem para o financiamento de equipamentos novos em função da redução dos custos de manutenção e maior rendimento dos implementos novos ou seminovos. A terceirização da produção de feno já não é uma tendência crescente.

Quando o serviço de produção de feno é terceirizado, os valores pagos têm sido com base na metade da produção, sendo que 50% do

miolo VI Simposio.indd 160 11/04/2017 15:52:28

feno produzido fica com o prestador de serviço e 50% com o produtor. O mesmo pode ser também comercializado em moeda nacional, quando o prestador fica com o valor de 1/3 do valor comercial do feno. Muitas vezes o prestador fica com a segunda opção por não precisar armazenar o feno adquirido e comercializá-lo.

Na produção de pré-secado o serviço terceirizado tem sido ao redor de 65,00 por bag de aproximadamente 400 kg, com o filme plástico fornecido pelo produtor e aproximadamente 70,00 com o fornecimento do filme plástico pelo prestador de serviço. Outras formas de acordo também são relatadas por produtores em comum acordo com o prestador de serviço.

Tabela 3 – Custo médio e rendimento de implementos utilizados na produção feno e pré- secado (Fevereiro, 2017)

Implemento	Valor de mercado (novo)	Rendimento
Segadeira	40.000,00 a 80.000,00	3,20 m
Segadeira condicionadora	120.000,00	3,5m
Ancinho Haybob	22.000,00	3,60m
Ancinho viragem	30.000,00	5m
Ancinho Enleirador	37.000,00	4m
Enfardadeira prismáticos	65.000,00	Fardos de10 a 50 kg
Enfardadeira prismáticos	300.000,00	Fardos de 100 a 400 kg
Enfardadeira rolos sem picagem - câmara fixa	150.000,00	
Enfardadeira rolos sem picagem - câmara variável	190.000,00	
Enfardadeira rolos com picagem	220.000,00	
Envelopadora	80.000,00	
Enfardadeira/envelopadora	800.000,00	
Recolhedora feno campo/ galpão	180.000,00	
Recolhedora feno campo	70.000,00	
Trator	150.000,00	80 a 90 cv

miolo VI Simposio.indd 161 11/04/2017 15:52:28

8. CUSTOS DA PRODUÇÃO DE FENO E DE PRÉ-SECADO

A produção de feno tem sido atrativa para muitos produtores em função do rendimento financeiro (Tabela 4), que se comparado com as lavouras de milho e soja, apresentam menor risco de perdas de safra e permite várias colheitas no ano quando a espécie é perene. O pré-secado também apresenta retorno financeiro, mas com mercado para compra mais restrito (Tabela 5). Ressalta-se a participação de 53% do filme plástico no custo variável da produção do pré-secado.

Tabela 4 – Custo variável da produção de feno de capim Tifton 85 adubado com biofertilizante suíno em sistema de agricultura familiar

Especificações	hectare/corte (R$)	hectare/ano (R$)	Tempo gasto na fenação (ha)
Combustível corte	11,67	70,02	corte 1 h
Combustível viragens (2)	14,00	84,00	viragem 30 min
Combustível enleiramento	8,40	50,40	enleirar 45 min
Combustível enfardamento	11,67	70,02	enfardar 1 h
Combustível armazenamento	7,00	42,00	
Combustível para espalhar o dejeto	20,00	120,00	
Total	72,74	436,44	
Manutenção maquinário	100,00	600,00	
Manutenção benfeitoria	65,00	390,00	
Calagem e adubação	50,00	300,00	
Sisal para amarração	100,00	600,00	
Análise solo	240,00	240,00	
Mão de obra (temporária)	430,00	2.580,00	
Total custo variável	1.057,74	5.146,44	
Venda do feno	2.100,00	12.600,00	
Lucro	1.042,26	7.453,56	

Produção de 21.000 kgano^{-1}. 0,60 centavos kg^{1}

Segundo dados da SEAB/DERAL (2016) o custo variável por hectare para produção de soja no mês de novembro de 2016 ficou em R$ 1.840,75 e os preços pagos ao produtor ficaram em R$ 65,00 a saca de 60 kg (Scot Consultoria), com produção de 55 sacas de 60 kg ha^{-1}. Já o

miolo VI Simposio.indd 162 11/04/2017 15:52:28

milho 1ª safra teve um custo de produção de R$ 2.768,16, com produção de 140 sacas de 60 kg ha^{-1}e os preços pagos ao produtor ficaram em R$ 28,00 a saca, enquanto o milho safrinha teve um custo de produção de R$ 1.797,04, com produção de 80 sacas ha^{-1} e preço paga ao produtor de R$ 35,00 a saca. Com a colheita da soja mais o milho safrinha o lucro anual por hectare para o produtor fica em R$ 2.737,21 e com a comercialização do feno produzido com biofertilizante o rendimento eleva-se para R$ 7.453,56 (Tabela 4) e em sistema com adubação química e contratação de operador de máquinas este fica em R$ 4.932,36 o hectare (Tabela 5).

Tabela 5 – Custo variável da produção de feno de capim Tifton 85 com adubo químico e mão de obra contratada

Especificações	hectare/corte (R$)	hectare/ano (R$)
Combustível corte	11,67	70,02
Combustível viragens (2)	14,00	84,00
Combustível enleiramento	8,40	50,40
Combustível enfardamento	11,67	70,02
Combustível armazenamento	7,00	42,00
Combustível para espalhar o adubo	10,20	61,20
Total	62,94	377,64
Manutenção maquinário	100,00	600,00
Manutenção benfeitoria	65,00	390,00
Calagem e adubação	200,00	1.200,00
Sisal para amarração	100,00	600,00
Análise solo	240,00	240,00
Mão de obra (operador de máquinas e temporária)	710,00	4.260,00
Total custo variável	1.477,94	7.667,64
Venda do feno	2.100,00	12.600,00
Lucro	622,06	4.932,36

Produção de 21.000 kg ano^{-1}. Preço: 0,60 centavos kg^{-1}

Produtores de pré-secado ao encontrarem mercado preferem a produção deste em relação ao feno devido aos menores riscos de perdas e maior rendimento hora máquina na produção, tendo em vista que as enfardadoras de fardos cilíndricos tem um rendimento maior em relação as enfardadoras de fardos prismáticos de pequeno e médio porte. Entretanto deve-se considerar a durabilidade dos mesmos.

miolo VI Simposio.indd 163 11/04/2017 15:52:29

Tabela 6 – Custo de produção do pré-secado com uso de biofertilizante em sistema de produção com agricultura familiar

Especificações	hectare/corte (R$)	hectare/ano (R$)
Combustível corte	11,67	70,02
Combustível viragens (2)	14,00	84,00
Combustível enleiramento	10,32	61,92
Combustível enfardamento	14,61	87,66
Combustível envelopamento	10,52	63,12
Combustível armazenamento	7,00	42,00
Combustível para espalhar dejeto	20,00	120,00
Total	88,12	528,72
Manutenção maquinário	140,00	840,00
Manutenção benfeitoria	65,00	390,00
Calagem e adubação	50,00	300,00
Rede ou sisal	50,00	350,00
Filme plástico	500,00	3.000,00
Análise solo	240,00	240,00
Mão de obra (temporária)	---------	----------
Total custo variável	1.133,12	5.648,72
Venda do bag	2.080,00	12.480,00
Lucro	946,88	6.831,28

Preço do diesel: R$ 3,98 média 16 bags de 300 kg ha^{-1} corte. Valor: R$130,00 unidade.

Considerando os preços de mercado do feno de gramíneas no ano (2016/2017), o custo da matéria seca apresenta uma variação de 0,68 centavos a R$ 1,00 o kg MS^{-1}. Com relação ao pré-secado o custo da matéria seca, apresenta uma variação de 0,73 centavos a R$ 2,13 (Tabela 6). Entretanto é preciso encontrar mercado para venda do pré secado pois devido ao preço e muitas vezes baixa qualidade sanitária o mercado para o feno ainda predomina principalmente entre criadores de equinos. A remuneração pelo feno de gramíneas de alta qualidade, ou seja, classificados como tipo A, chega a receber uma remuneração 20% superior em relação aos preços de mercado, por criadores de cavalos no Brasil.

Os maiores valores do feno e pré-secado obtidos em setembro de 2016 foram decorrentes do atraso na recuperação das pastagens perenes

miolo VI Simposio.indd 164 11/04/2017 15:52:29

de verão, redução dos estoques de volumoso conservado o que levou a maior procura por compra de volumosos conservados. Na produção do feno com biofertilizante o custo de produção chega a 40,84% do total e com adubação química este valor chega a 61,54%.

Tabela 7 – Preços do feno e pré-secado de capim Tifton 85em setembro/2016 e janeiro/2017

	Preço (R$) setembro 2016	Preço (R$) janeiro 2017
Feno Tifton 85	0, 60 – 1,00	0,40 – 0,60
Pré secado de capim Tifton 85 (bag 300 kg)	160,00	130,00

9. ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DA PRODUÇÃO

O armazenamento do feno normalmente se realiza em galpões cobertos protegidos do sol e chuvas, mas com ventilação. Sobre o piso deve ser colocado pallets de madeira ou plástico para evitar contato direto do feno com o piso que pode conter umidade. O sistema de armazenamento do produtor de feno para comércio se dá com o excesso de produção do verão, para que este encontre um valor de mercado superior em épocas de escassez de volumoso suplementar ou seja, baixa oferta e alta procura.

O pré-secado costuma ser armazenado no próprio campo, de preferência na sombra em local que não acumule água, pois devido ao elevado peso este é manejado com implementos. O pré-secado também pode ser armazenado ao sol, mas com durabilidade do filme de polietileno (1 ano de garantia) inferior, podendo provocar aberturas e entrada de água. O transporte do feno e pré-secado é feito por caminhões e o frete por conta do comprador que atualmente situa-se ao redor de 2,80 a 3,00 R$ o km rodado. O carregamento é efetuado por mão de obra temporária (geralmente 3 funcionários) com auxílio de uma Dala.

Muitos produtores de feno fecham contrato com hípicas ou criadores de bovinos para fornecimento mensal fixo de feno. A vantagem é que a produção sempre tem um comprador, entretanto em períodos de

miolo VI Simposio.indd 165 11/04/2017 15:52:29

condições climáticas desfavoráveis ao crescimento da forragem, o produtor de feno precisa cumprir com o fornecimento estipulado em contrato.

O feno transportado deverá ser protegido com lonas ou uso de caminhões fechados para evitar chuva e umidade nos fardos. Estes carregam em média 450 fardos de 25 kg. Os bags também são transportados em caminhões com carroceria aberta, com os devidos cuidados pois rupturas no filme plástico poderão acarretar perdas em função da entrada de oxigênio e água. Os "bags" podem ser armazenados e transportados em unidades sobrepostas (2 unidades no máximo) e a capacidade de transporte fica ao redor de 20 a 50 unidades variando com a capacidade de carga do caminhão.

10. DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE FENO E PRÉ-SECADO NO BRASIL

Os polos produtores de feno no Brasil vêm crescendo junto com os investimentos em equipamentos e tecnologia, consequência da maior adoção deste volumoso na dieta das diversas espécies e categorias animais e retorno econômico.

A produção de pré-secado apesar do retorno econômico, ainda encontra desafios com relação a variabilidade na qualidade sanitária do produto, onde pesquisas no sentido de melhorar o padrão de fermentação deverão ser realizadas, para maior segurança no fornecimento destes aos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ames, J. P. **Sistemas de produção de feno de capim Tifton 85 no inverno**. 2012. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

miolo VI Simposio.indd 166 11/04/2017 15:52:29

BACC II Author Team. **Second Assessment of climate change for the Baltic sea basin**. Springer Open Access,, 515p, 2015.

Calixto Junior, M.; Jobim, C. C.; Canto, M. W. Taxa de desidratação e composição químico-bromatológica do feno de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em função de níveis de adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 493-502, 2007.

Castagnara, D.D.; Ames, J.P.; Neres, M.A.; Oliveira, P.S.R.; Silva, F.B.; Mesquita, E.E.; Stangarlin, J.R.; Franzner, G.Use of conditioners in the production of Tifton 85 grass hay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.10, p. 2083-2090, 2011.

Castagnara, D.D.; Neres, M.A.; Oliveira, P.S.R.; Meinerz, C.C.; Mesquita, E.E. Use of conditioning in the production of black and white oat hay using two cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p. 1082-1092, 2012.

Freixial, R.; Alpendre, P. **Conservação de Forragens Grandes Fardos Cilíndricos e Paralelepipédicos.** 2013. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/9442/1/Conservaçãodeforragensgrandesfardoscilindricos(2).pdf>. Acesso em: 05/03/2017.

Kumar, V.; Basu, M.S.; Rajendran, T.P. Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities. **Crop Protection**, v.27, p.891–905, 2008.

Lima, R.A.S.; Citra, A.G. **Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo**. FAJ-ESALQ/USP, Brasília, 54p. 2015.

Machado, I.W.J. **Trocas gasosas e desidratação do capim Vaquero: valor nutricional no armazenamento do feno**. 2013. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

Mazouyer, M.E.; Roudart, L. **História das agriculturas no mundo**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. 568p.

McDonald, A.D., Clark, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v.41, p. 407-437. 1987.

miolo VI Simposio.indd 167 11/04/2017 15:52:29

McDonald, P.; Henderson, A.R.; Heron, S.J.E. **The biochemistry of silage**.2.ed. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339p.

Mertens, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**., v.80, p.1463, 1997.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Instrução Normativa nº 17, de 18 de junho de 2014. Alterações para a IN nº 46, de 6 de outubro de 2011, que trata sobre os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial da União,** de 20 de junho de 2014. Seção 1, p.1. Disponível em:< http://www.brasilbio.com.br/pdfs/normativa_n_17-2014.pdf >. Acesso em: 01/03/2017.

Nath, C.D. **Caracterização microbiológica, fermentativa e estabilidade aeróbia em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes camadas de filme de polietileno e tempos de armazenamento**. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

Neres, M.A.; Ames, J.P. Novos aspectos relacionados a produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n.1, p.10-17, 2015.

Neres, M.A.; Castagnara, D.D.; Mesquita, E.E.; Jobim, C.C.; Tres, T.T.; Oliveira, P.S.R.; Oliveira, A.A.M.A. Production of tifton 85 hay overseeded with white oats or ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 40, n.8, p.1638-1644, 2011.

Pasqualotto, M.; Neres, M.A.; Klein, J.; Inagaki, A.M.; Ducati, C. Gas Exchanges and dehydration in different intensities of conditioning in Tifton 85 bermudagrass: Nutritional value during hay storage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.28, n.6, p. 807-815, 2015.

Pereira, J.R.; Jobim, C.C.; Deodatto Júnior, E. Mercado atual e perspectivas para comercialização de forragens conservadas no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2001, Maringá. **Anais...**Maringá: UEM/CCA/DZO, 2008, p. 197-212.

Pereira, J.R.A.; Reis, R. A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p.235-254, 2001.

miolo VI Simposio.indd 168 11/04/2017 15:52:29

Rotz, C.A. Field curing of forage. In: MOORE, K.J.; KRAL, D.M.; VINEY, M.K. (Eds). **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p.39-66.

Savoie, P.; Caron, E.; Tremblay, G.F. Control of losses during the haymaking process. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION.2., 2011, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2011. p. 143-164.

Schmoeller, M. **Variações na temperatura, valor nutricional e qualidade sanitária de feno de capim Vaquero (*Cynodondactylon*) e Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob diferentes tempos e sistemas de armazenamento.** 2016. 106f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

Scot Consultoria. Março 2107. Disponível em:<https://www.scotconsultoria.com.br/cotacoes/soja/?ref=smn. Acesso em 06/03/2017.

SEAB – DERAL: Secretaria de Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural. Análise da Conjuntura Agropecuária – Novembro 2016. Disponível em:<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Soja_2016_17.pdf>. Acesso em 04/03/2017.

Ströher, S.M. **Características fisiológicas e nutricionais do capim Tifton 85 (***Cynodon spp.***) e capim Vaquero (*Cynodondactylon*) em função da idade de rebrota**. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

Vian, C.E.F.; Andrade Júnior, A. M.; Baricelo, L.G.; Silva, R.P. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.51, n.4, p.719-744, 2013.

Wobeto, J.R. **Composição química e microbiológica da água residuária da suinocultura na produção e no armazenamento de feno de capim-tifton 85**. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

miolo VI Simposio.indd 169 11/04/2017 15:52:29

miolo VI Simposio.indd 170 11/04/2017 15:52:29

IMPACTO DO CONSUMO DE SILAGENS DETERIORADAS NA PRODUÇÃO E SANIDADE DO REBANHO

Mateus Castilho Santos[1]

1. INTRODUÇÃO

Ensilagem é o processo anaeróbio de preservar culturas úmidas através da conversão de açúcares em ácido lático. A microbiota da silagem desempenha papel fundamental no sucesso do processo de conservação. Essa biota pode ser dividida em microrganismos desejáveis e indesejáveis. Os microrganismos desejáveis são bactérias láticas (BAL), enquanto os organismos indesejáveis incluem clostrídios, enterobactérias, bacilos, leveduras e bolores. Em condições ideais, BAL fermentam carboidratos solúveis da planta em ácido lático, reduzindo o pH e minimizando a atividade de microrganismos indesejáveis (McDonald et al., 1991).

Durante o processo de armazenamento e, principalmente, no pós-abertura ocorre a exposição da silagem ao oxigênio. Quando populações de leveduras estão presentes em concentrações altas nas silagens, essa exposição aeróbia estimula o crescimento desses microrganismos iniciando o processo de aquecimento e degradação de nutrientes. Em diversas situações os bovinos são constantemente alimentados com dietas contendo silagens com vários graus de deterioração e com número elevado de microrganismos indesejáveis esse fato pode ocasionar problemas metabólicos e perdas de desempenho animal.

[1] Zootecnista - Lallemand Brasil, mateuscastilho@yahoo.com

miolo VI Simposio.indd 171 11/04/2017 15:52:29

2. EFEITO DE LEVEDURAS NA DETERIORAÇÃO DE SILAGENS

Segundo Woolford (1984), a manutenção da condição de anaerobiose é difícil de ser mantida após a abertura do silo e virtualmente impossível quando o alimento é fornecido aos animais. Quando a silagem é exposta ao ar, os microrganismos aeróbios tornam-se ativos causando aquecimento e deterioração. De forma geral, os trabalhos de pesquisas demonstram que a concentração de leveduras durante esses momentos de exposição ao ar é o principal fator que determina a susceptibilidade da silagem à deterioração. Além disso, Ashbell et al. (2002) sugere que em climas quentes, principalmente durante o verão, deve-se tomar um cuidado especial durante o desabastecimento do silo, pois esse processo de deterioração pode ocorrer de forma mais acentuada.

Na presença de oxigênio, esse alto número de leveduras é capaz de oxidar açúcares e ácido lático resultando na produção de CO_2, H_2O e calor, elevando as perdas de matéria seca e valor nutritivo. Além disso, a degradação do ácido lático resulta em aumento no pH da silagem, que por sua vez, desencadeia o crescimento de outros microrganismos indesejáveis como bactérias oportunistas (bacilos, por exemplo) e mofos (por exemplo, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Pencillium*), reduzindo ainda mais a qualidade da silagem e produzindo toxinas (McDonald et al., 1991).

Daniel et al. (1970) relataram que as silagens com uma população de leveduras superior a 100 mil unidades formadoras de colônia (ufc) /g de matéria seca são particularmente propensas à deterioração aeróbia. Middelhoven (1998) também relatou que a silagem com uma alta população de levedura (10^5ufc/g de silagem) são mais susceptíveis à deterioração após exposição ao ar. Kung et al. (1998) relataram que a estabilidade aeróbica está negativamente correlacionada com o número de leveduras presentes no momento da abertura do silo (Figura 1). Nesse estudo, os autores observaram que silagens de milho com baixa população de levedura ($3 \log_{10}$ ufc/g) permaneceram estáveis por um

miolo VI Simposio.indd 172 11/04/2017 15:52:29

período mais longo do que as silagens com altas populações iniciais de levedura (6 $\log_{10}$ ufc/g).

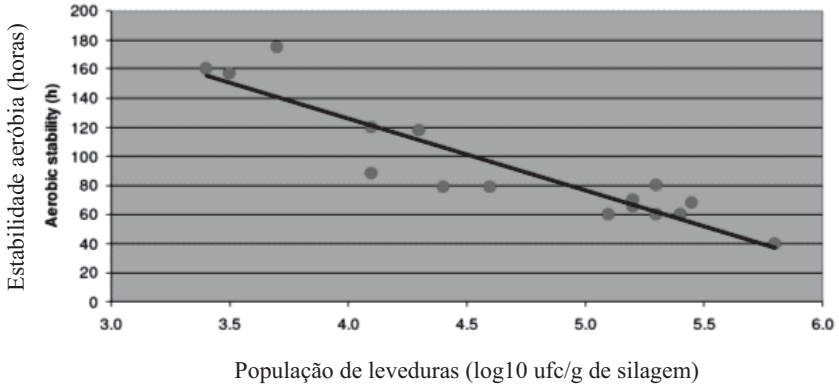


Figura 1. Efeito da população de leveduras sobre a estabilidade aeróbia da silagem de milho (Kung et al., 1998).

2. EFEITO DA DETERIORAÇÃO DE SILAGENS NO METABOLISMO E DESEMPENHO ANIMAL

Silagens são normalmente incorporadas em rações totais e isso também pode comprometer a estabilidade das mesmas após o fornecimento no cocho. Em uma análise de amostras de rações totais coletadas em diversas fazendas dos Estados Unidos, mais de 50% das amostras apresentaram perda de estabilidade aeróbia em menos de 12 h (Kung, Mulrooney e Morges, dados não publicados).

Alguns estudos mostram que o fornecimento de rações totais compostas de silagens deterioradas afeta a ingestão e o desempenho tanto de vacas em lactação (Hoffman & Ocker, 1997) quanto de bovinos de corte (Whitlock et al., 2000). Além disso, alguns microrganismos encontrados em silagens deterioradas e seus produtos metabólicos podem comprometer a saúde dos animais (Cai et al., 1999). No estudo de Hoffman & Ocker (1997), 18 vacas em lactação foram alimentadas com ração total contendo silagem de grão úmido de milho fresca ou deteriorada (com alta população

miolo VI Simposio.indd 173 11/04/2017 15:52:29

de leveduras). O material fresco foi retirado do silo diariamente enquanto que a silagem deteriorada foi removida do silo e armazenada em piso de concreto no início de cada período experimental, que era composto por 14 dias. Os autores observaram redução de 3,2 kg de leite por vaca por dia quando silagem deteriorada foi fornecida aos animais (Figura 2).

Whitlock et al. (2000) observaram que a incorporação de silagens deterioradas teve um impacto negativo sobre o valor nutritivo da ração total. Os autores relataram depressão no consumo de MS quando silagem deteriorada foi incorporada na dieta de novilhos providos de cânulas ruminais. Além disso, quando os animais foram alimentados com uma proporção de 3:1 da silagem normal em relação à silagem deteriorada foi observado redução na digestibilidade da matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de 5,0, 4,1, 7,2 e 9,9 unidades percentuais, respectivamente. Estes pesquisadores ainda relataram que o fornecimento de 25% de silagem deteriorada desestruturou parcialmente ou totalmente a fase solida do rúmen.

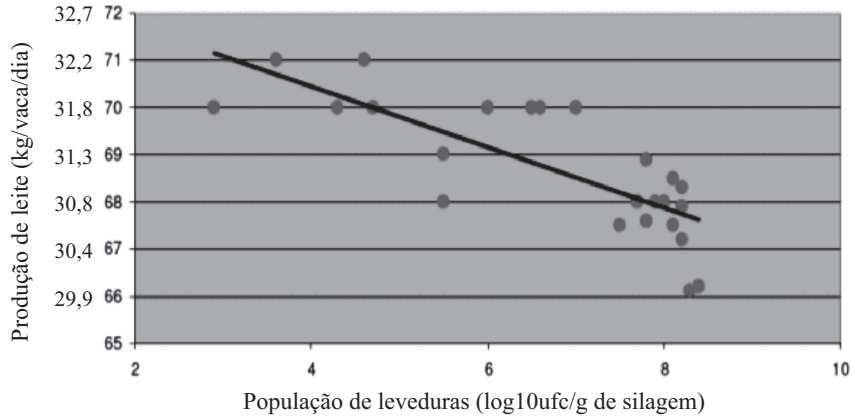


Figura 2. Efeito do fornecimento de silagem de grão úmido de milho deteriorada na produção de leite (Hoffman e Ocker, 1997).

Salvo (2016) avaliou o efeito da deterioração por leveduras e da exposição ao ar por 48 horas sobre o valor nutritivo de silagens de

miolo VI Simposio.indd 174 11/04/2017 15:52:29

milho e o desempenho de vacas leiteiras. De acordo com o autor, houve tendência de redução da digestibilidade da MS e FDN e do NDT da dieta total quando as silagens ficaram expostas ao ar. Nesse mesmo estudo, o autor também observou que a exposição ao ar e a inoculação com levedura diminuíram a produção de leite corrigido para gordura em 0,970 e 1,75 kg/vaca/d, respectivamente, quando comparado com a dieta contendo a silagem fresca (Figura 3). Além disso, o autor também reportou tendência de redução na eficiência alimentar pela exposição ao ar e pela inoculação com leveduras.

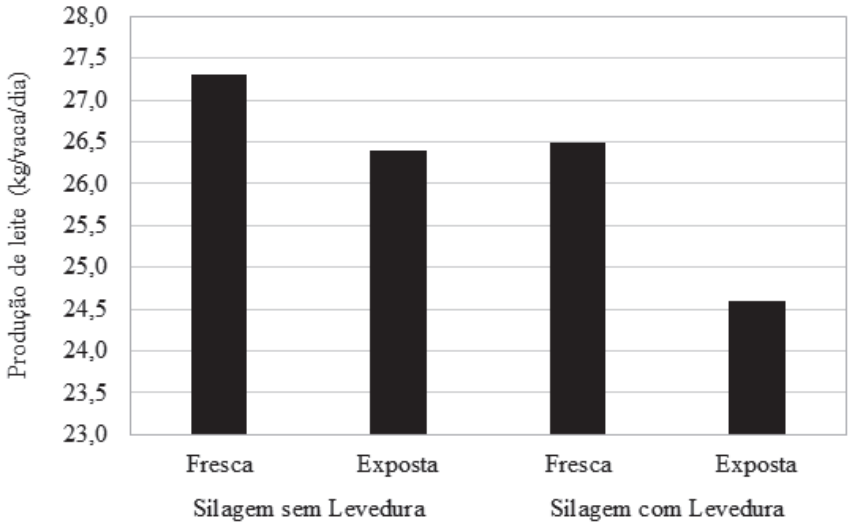


Figura 3. Efeito da exposição ao ar e da deterioração por leveduras na produção de leite de vacas alimentadas com dieta contendo silagem de milho (Salvo, 2016).

Santos et al. (2015) avaliando o efeito de leveduras deterioradoras de silagem na fermentação ruminal em condições in vitro, observaram que altas concentrações de leveduras podem alterar a fermentação do fluído ruminal, reduzindo a digestibilidade da fibra (Figura 4) e também aumentando as concentrações de propionato eacetato. Segundo estes autores, observações do campo têm sugerido que problemas como baixo consumo de alimentos ou baixa gordura no leite são frequentemente

miolo VI Simposio.indd 175 11/04/2017 15:52:30

reportados quando vacas ingerem silagens com altas contagens de leveduras.

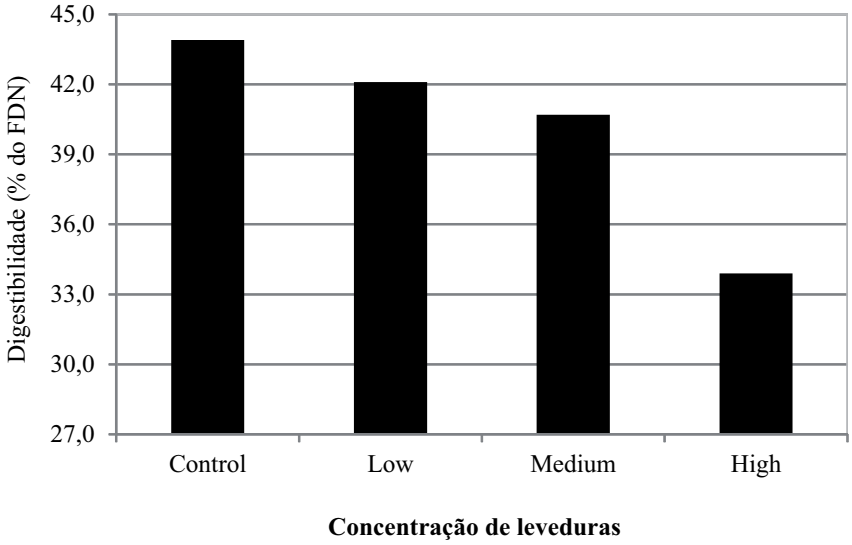


Figura 4. Efeito de leveduras deterioradoras de silagem na digestibilidade da fibra da ração total(% do FDN)(Santos et al., 2015).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de leveduras deterioradoras pode afetar a qualidade da silagem e o desempenho animal. Estes microrganismos tornam-se ativos quando a silagem é exposta ao ar e podem atingir uma concentração elevada durante a fase de desabastecimento do silo e durante a permanência no cocho. A ingestão dessas leveduras pelos ruminantes pode afetar a fermentação ruminal, resultando em baixo consumo e desempenho animal. Boas práticas de manejo do processo de ensilagem não só minimiza a atividade aeróbica dessas leveduras como também reduz as perdas de matéria seca e maximiza a preservação dos nutrientes, resultando em silagens com bom valor nutritivo, com uma população benéfica de microrganismos e que não oferece riscos à saúde dos animais.

miolo VI Simposio.indd 176 11/04/2017 15:52:30

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHBELL, G.; WEINBERG, Z.G.; HEN, Y; FILYA, I. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, Fairfax, v. 28, p. 261–263, 2002.

CAI, Y.; BENNO, Y.; OGAWA, M.; KUMAI, S. Effect of applying lactic acid bacteria isolated from forage crops on fermentation characteristics and aerobic deterioration of silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p. 520-526, 1999.

DANIEL, P.; HONIG, H.; WEISE, F.; ZIMMER, E. Wirkung von Propionsaurebei der Griinfuttersilierung.**Wirtschajlseigene Futter**. 16: 239-252, 1970.

HOFFMAN, P.C.; OCKER, S.M. Quantification of milk yield losses associated with feeding aerobically unstable high moisture corn. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, suppl. 1, p. 234, 1997.

KUNG, L., Jr.; SHEPERD, A. C.; SMAGALA, A. M.; ENDRES, K. M.; BESSETT, C. A.; RANJIT, N. K.; GLANCEY, J. L. The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, 81:1322–1330, 1998.

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

MIDDELHOVEN, W.J. The yeast flora of maize silage. **Food technology and biotechnology**, Zagreb, v. 36, p. 7-11, 1998.

SALVO, P.A.R. **Inoculação com leveduras e exposição ao ar modificam o valor nutritivo de silagem de milho para vacas leiteiras.** 2016. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

SANTOS, M.C.; LOCK, A.L.; MECHOR, G.D.; KUNG, L. Jr. Effects of a spoilage yeast from silage on in vitro ruminal fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 2603-2610, 2015.

miolo VI Simposio.indd 177 11/04/2017 15:52:30

WHITLOCK, L.A.; WISTUBA, T.J.; SEIFERS, M.K.; POPE, R.V.; BOLSEN, K.K. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage diets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, suppl. 1, p. 110, 2000.

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

miolo VI Simposio.indd 178 11/04/2017 15:52:30

PLANEJAMENTO FORRAGEIRO EM SISTEMAS COM USO DE FORRAGENS CONSERVADAS: O QUE CONSIDERAR?

Clóves Cabreira Jobim[1]
João Luiz Pratti Daniel[1]
Fábio Cortez Leite de Oliveira[1]

1. INTRODUÇÃO

O sucesso ou insucesso de um empreendimento na produção pecuária depende do correto planejamento das atividades, bem como de sua execução de acordo com o conhecimento tecnológico disponível. Portanto, o primeiro passo para o êxito do empreendimento é fazer o planejamento, considerando os vários fatores implicados nas diferentes etapas do empreendimento. Para bem entender e aplicar ações relativas ao planejamento e a gestão de forragens conservadas, em qualquer sistema de produção, primeiro se deve ter de forma clara o conceito de planejamento e de gestão, bem como suas implicações (Jobim & Daniel, 2015). Por definição (https://pt.wikipedia.org/wiki/planejamento), o planejamento é uma ferramenta administrativa que possibilita perceber a realidade, avaliar os caminhos e construir um referencial futuro. Assim, o planejamento é um processo de deliberação que escolhe e organiza ações, antecipando os resultados esperados. Esta deliberação busca alcançar, da melhor forma possível, os objetivos pré-definidos. Já gestão é o ato de gerir, ou seja, é a execução de ações pré-determinadas por um administrador e exercidas por um gerente (http://www.dicionarioinformal.com.br/gestão).

Portanto, no contexto do tema aqui abordado, o planejamento e a gestão do uso de forragens conservadas têm como objetivo único atingir metas pré-determinadas para o sucesso do empreendimento

[1] Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (ccjobim@uem.br; jlpdaniel@uem.br; fcloliveira2@uem.br)

miolo VI Simposio.indd 179 11/04/2017 15:52:30

pecuário. Assim sendo, o presente texto propõe uma abordagem onde são destacados os principais pontos a serem considerados quando se emprega a conservação de forragens em sistemas de produção de ruminantes. Serão abordados pontos críticos do planejamento e da gestão no uso de feno e silagem na produção de ruminantes.

2. DEMANDA DE FORRAGEM

A quantidade de forragem a ser produzida, na forma de silagem ou de feno, deve considerar basicamente as exigências dos animais que consumirão o alimento, a participação prevista na dieta e o período de suplementação. Além disso, é fator fundamental considerar as perdas normalmente observadas no processo de produção e uso de forragens conservadas como feno ou silagem. Esses cuidados serão a garantia de que não vai faltar alimento para os animais durante todo o período de exploração. Não é raro nos depararmos com situações em que não houve planejamento adequado da quantidade de volumoso a ser utilizado no sistema de produção animal. Assim, o produtor recorre a alimentos alternativos, invariavelmente de qualidade inferior ao que estava em uso. Nestas situações, além dos prejuízos ao desempenho animal, o custo de produção pode ser afetado negativamente.

Uma forma simples de constatar o impacto das perdas no processo de produção e utilização de forragem (feno ou silagem) é medir a **eficiência de aproveitamento** (EA) do volumoso. A EA pode ser definida como a razão entre a quantidade de alimento consumido e a quantidade armazenada ou produzida. Assim, valores de EA mais próximos de 1,0 (um) indicam maior eficiência de uso do alimento no sistema. A partir da EA podemos estimar as perdas de forragem durante a conservação e sua utilização no sistema de exploração. Exemplificando: Numa situação em que o produtor armazenou 500 toneladas de forragem e os animais consumiram 460 toneladas, a eficiência seria EA= 460/500 = 0,92. Consequentemente, as perdas seriam estimadas como: Perdas = (1-EA)

miolo VI Simposio.indd 180 11/04/2017 15:52:30

×100, ou seja, 8%. Na tecnologia de fenação, as perdas no campo (que ocorrem entre o corte e o armazenamento) são maiores em relação à produção de silagem. Logo, a quantidade consumida em relação ao total de forragem produzida se torna mais informativo sobre as perdas totais.

A EA determina o custo da forragem conservada (silagem ou feno) e, em consequência, influencia o custo do produto animal. Exemplificando: Numa situação em que o custo da ensilagem da planta de milho foi R$ 82,00 e a EA foi de 0,92 o custo real da silagem seria 82,00/0,92 = R$ 89,13. Isso implica numa silagem 8,7% mais cara em relação ao custo na ensilagem. Em muitas situações de campo temos observado perdas acima de 15% no processo de ensilagem. Isso implica em aumentos no custo da silagem em percentuais que variam de 18 a 20%. Principalmente na exploração leiteira e em determinadas situações de terminação de bovinos de corte em confinamento, quando a margem de lucro é pequena, a contenção de perdas na conservação de forragens pode ser um dos fatores determinantes do sucesso do empreendimento.

Após calculado o requerimento da quantidade total de forragem a ser produzida, a escolha das áreas destinadas a produção de feno ou silagem, é ponto chave do planejamento forrageiro. Essa decisão tem impacto direto na produtividade e no valor nutritivo da forragem, pois essas variáveis são influenciadas pela fertilidade do solo. Por outro lado, o local escolhido influência a logística dos processos de produção e de retorno de nutrientes ao solo (adubação com esterco), uma vez que determina as distâncias percorridas e o número de máquinas e implementos necessários para manter a velocidade de armazenamento. Exemplificando, Lyngvig & Hojholdt (2015) apresentaram simulações de custo e número de vagões forrageiros necessários para produção de silagem de milho na Dinamarca com diferentes distâncias entre a lavoura e o silo. O custo por tonelada armazenada variou de 3,47 e 6,25 euros para distâncias de 5 e 15 km, respectivamente. Além disso, houve a necessidade de um vagão adicional para a maior distância percorrida.

Dessa maneira, podemos idealizar o local de produção de feno ou silagem como sendo aquelas áreas mecanizadas, livre de objetos que

miolo VI Simposio.indd 181 11/04/2017 15:52:30

possam quebrar as máquinas (tocos, pedras, estacas, etc.), próximas à área de armazenamento (silo ou galpão), boas vias de acesso, com topografia plana, sem presença de erosões, buracos ou cupinzeiros, solo profundo, bem drenado e de boa fertilidade. No entanto, em nível de fazenda, o uso de áreas específicas para produção do volumoso nem sempre são possíveis. Principalmente na bovinocultura de corte, as áreas de produção de silagem pode estar integrada ao plano de reforma de áreas de pastagens e à integração com agricultura e florestas. Nesses casos, a utilização de estruturas mais flexíveis de armazenamento, como silos de superfície, pode ser interessante (ver tópico armazenagem de silagem).

A escolha de áreas com fertilidade compatíveis com as exigências das plantas forrageiras, práticas de manejo que otimizem a produtividade e reduzam as perdas resultam em menor requerimento de área para atingir o requerimento de forragem conservada, e mais área pode ser destinada ao pastejo ou outras produções agrícolas, ou ainda possibilitar aumento do rebanho. Assim a definição do tamanho da área destinada à produção de volumoso irá depender, além da necessidade de forragem, do nível de produtividade da forrageira e do nível de perdas (ou EA) desde o corte até o consumo pelos animais. Como exemplo, para um nível de produtividade de 15 toneladas de matéria seca por ha (e.g. silagem de milho), a área destinada para produção de 1.000 toneladas de matéria seca será de 74 e 83 ha para EA de 90 e80%, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Necessidade de área (hectare) para produção de 1.000 toneladas de matéria seca de volumoso conforme nível de produtividade e eficiência de aproveitamento (EA)

	Nível de produtividade (ton. MS/ha)						
EA (%)	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
90	222	111	74	56	37	28	22
85	235	118	78	59	39	29	24
80	250	125	83	63	42	31	25
75	267	133	89	67	44	33	27
70	286	143	95	71	48	36	29
60	333	167	111	83	56	42	33

miolo VI Simposio.indd 182 11/04/2017 15:52:30

Portanto, após a definição da localização e tamanho da área e da escolha da espécie forrageira, é de fundamental importância o planejamento e a gestão correta em todas as fases de produção e utilização de forragens conservadas, visando maximizar a produtividade e valor nutritivo e reduzir o máximo possível às perdas no sistema. A literatura em relação à tecnologia na ensilagem e manejo do silo para reduzir perdas é ampla, com detalhamento das etapas de colheita, carregamento do silo, vedação e manejo do painel na fase de uso da silagem (Bernardes & Adesogan, 2012; Bernardes & Weinberg, 2013; Bernardes & O´Kiely, 2013; Jobim & Nussio, 2013).

3. QUALIDADE DA FORRAGEM

Considerando os custos de produção e os valores pagos aos produtores, em qualquer sistema de exploração, os animais não podem prescindir da qualidade da forragem, independente da forma ofertada (pasto, silagem, feno ou capineira). Como exemplo, citaremos a exploração leiteira. Em sistemas de produção de leite com animais confinados ou semi-confinados, a principal fonte de volumoso ofertada no cocho é a silagem. Jobim & Daniel (2015) destacam que nesses sistemas a qualidade da silagem assume grande importância, não só do ponto de vista nutricional, como também no que se refere ao aspecto higiênico-sanitário. Além da produtividade, a qualidade do leite (composição química e higiênica) é determinada em grande parte pela qualidade da dieta fornecida aos animais.

Neste contexto, é imprescindível que haja planejamento rigoroso em relação à qualidade da forragem a ser produzida. Especialmente porque, nas condições brasileiras, na maioria das situações de uso de forragens conservadas, os produtores não dispõem do valor nutritivo real do volumoso estocado na propriedade. Nessas situações, as dietas são elaboradas com dados médios disponíveis nas tabelas de composição de alimentos para animais. Em algumas situações, este pode ser o motivo de

miolo VI Simposio.indd 183 11/04/2017 15:52:30

desempenho animal aquém do esperado pelo nutricionista que elaborou a dieta.

Portanto, as ações para produzir forragem conservada de qualidade começa com o planejamento da lavoura, com escolha da planta forrageira, manejo geral da área de produção e tratos culturais até a colheita. Posteriormente, são imprescindíveis todos os cuidados no uso da tecnologia adequada para a produção da silagem ou do feno. Cabe destacar aqui o avanço no uso de tecnologias para produção de silagem no Brasil, e que estão disponíveis aos produtores nas diferentes regiões brasileiras. Segundo o Prof. Patrick Schmidt (UFPR), "A melhor tecnologia é aplicarmos o que já sabemos sobre silagem". De fato, grande volume de informações é encontrado em publicações especializadas no assunto e disponibilizadas de forma impressa ou em sites dirigidos ao agronegócio. No entanto, nem sempre estas informações chegam ao campo, o que pode explicar alguns insucessos normalmente observados no uso de forragens conservadas.

Definida a quantidade de volumoso, o passo seguinte de produção de silagem ou feno com qualidade é fator fundamental. Na sequência, destacaremos pontos importantes no processo de produção de silagem e feno de alta qualidade.

4. QUALIDADE DA SILAGEM E DO FENO

4.1 Qualidade da silagem

O termo **"qualidade da silagem"** deve ser empregado não só como referência ao padrão de conservação no silo, mas contemplando o desempenho animal. A qualidade da silagem é uma resposta multifatorial, dependendo não só da qualidade da forrageira a ser ensilada, da estrutura de armazenagem (silo), mas também de fatores de manejo na ensilagem e na fase de utilização (descarga do silo e fornecimento no cocho).

Embora o milho seja considerado a planta padrão para ensilar, com os avanços na tecnologia relativa a conservação de forragens é

miolo VI Simposio.indd 184 11/04/2017 15:52:30

plenamente possível ensilar qualquer planta forrageira com reduzidas perdas no processo. Portanto, a escolha da forrageira para ensilar não deve ser pautada somente nas facilidades para ensilagem. Basta que a cultura produzida seja colhida, ensilada, armazenada e utilizada de maneira adequada, para que os nutrientes da cultura cheguem aos animais com o mínimo de perdas.

Assim, definindo-se a escolha da forrageira a ser utilizada, o passo seguinte e relevante, é considerar a capacidade de fermentação da planta. Segundo Jobim & Nussio (2013), para um bom padrão de fermentação no silo, além dos fatores ligados a tecnologia de ensilagem, são também de grande importância fatores ligados a planta. Dentre estes fatores destaca-se o teor de matéria seca e de açúcares solúveis. Assim sendo, deve-se definir quais as práticas de ensilagem a ser empregadas para que a massa de forragem não perca sua qualidade e a silagem resultante atenda aos requerimentos previstos.

Conhecendo o potencial da planta a ser ensilada, se pode tomar decisões relativas ao emprego de tecnologias, como por exemplo, pré-secagem e uso de aditivos nutricionais ou microbianos. Nesse contexto, o emprego de determinada tecnologia deve considerar os custos em relação ao retorno a ser obtido na exploração animal a que o alimento se destina. Em relação ao uso de aditivos microbianos-enzimáticos, prática em plena expansão no Brasil, destacamos os seguintes pontos a serem considerados:

- O uso de inoculantes deve ser empregado por produtores que adotam tecnologia adequada na ensilagem.
- Deve ser empregado o inoculante adequado ao tipo e condição da forrageira a ser ensilada, uma vez que não existe um produto multiuso adequado para qualquer forrageira.
- Os inoculantes disponíveis no mercado representam custo significativo no processo de produção de silagem.

Nesse contexto, Siqueira (2013) fez importante colocação destacando que: "Em um processo eficiente de conservação de forragens, a utilização de aditivos deve ser considerada como a última etapa da adoção de tecnologias." O autor destaca a relevância de o produtor considerar

miolo VI Simposio.indd 185 11/04/2017 15:52:30

primeiro todos os aspectos ligados a produção da forrageira, e também do manejo da ensilagem, antes de fazer uso de um determinado aditivo. Desse-se ressaltar que no caso da ensilagem de cana-de-açúcar, o uso de aditivos efetivos, capazes de inibir o metabolismo de leveduras e a perda de matéria seca, é indispensável na conservação desta cultura na forma de silagem.

Portanto, quando um aditivo nutricional ou inoculante microbiano for empregado de forma correta, proporciona benefícios em todo o sistema de conservação da forragem. A redução nas perdas quantitativas e qualitativas durante a armazenagem e utilização da silagem terão implicação direta no desempenho animal e, portanto, no custo de produção.

Outro fator tecnológico de grande relevância para a qualidade da silagem é o tamanho médio de partícula. Assim, ponto de grande importância a ser observado na produção de silagens é a regulagem da ensiladora para se obter um tamanho de partícula adequado, beneficiando o processo de fermentação no silo e fatores de consumo animal. De forma geral, é recomendado tamanho médio de partícula da silagem entre 10 e 20 mm. Fato plenamente confirmado em pesquisas e avaliações práticas, é que grande variação no tamanho das partículas implica em maior seletividade por parte dos animais. Em razão disso, é de grande relevância buscar uniformidade no processamento da forragem durante o corte. No caso de plantas de milho, uma forma prática de avaliar se o material está bem picado é verificar a presença de "palha" (brácteas íntegras em comprimento), "discos" de sabugo e grãos inteiros sem dano físico. Caso o produtor observe a presença de "palha", as facas deverão ser afiadas com maior frequência. A presença de "discos" de sabugo indica que a distância entre faca e contra-faca deve ser reduzida. A regulagem e a afiação frequente de facas também deverá reduzir a ocorrência de grãos inteiros.

Por outro lado, a picagem da planta em partículas de tamanho extremamente pequeno (ex. <5 mm) pode diminuir a efetividade física da fibra do volumoso (Mertens, 1997) e aumentar o consumo de combustível durante a colheita.

miolo VI Simposio.indd 186 11/04/2017 15:52:30

Nas últimas décadas, as indústrias que fabricam equipamentos para uso na colheita e processamento de forragens para ensilagem têm realizados investimentos com aumento significativo na eficiência de colheita e processamento da forragem. Além disso, atualmente é possível ao produtor brasileiro ter acesso à equipamentos importados de vários países, os quais contam com excelente tecnologia no segmento de conservação de forragens. Assim, a eficiência de colheita e processamento físico das plantas para ensilagem tem alcançado grande progresso nos últimos anos, especialmente em relação ao tamanho de partícula. O tamanho médio de partículas e a densidade são fatores que afetam largamente a qualidade de conservação da silagem e, em consequência, o desempenho animal. Fernandez et al. (2004) destacam que o tamanho de partícula desempenha papel chave na digestibilidade e na velocidade de passagem do alimento pelo trato digestório, influenciando diretamente no consumo de matéria seca pelo animal. Os dados apresentados na Tabela 2, referentes a estudo com dois híbridos de milho processados com tamanho de partícula fino ou grosso na ensilagem são bem ilustrativos desse efeito. Além da diferença de qualidade dos híbridos, constata-se que o tamanho de partícula determina pequenas diferenças no consumo de MS e, consequentemente, na produção das vacas. O aumento na produção de leite, de 1 kg/d no híbrido 1 e de 1,7 kg/dia no híbrido 2, pode significar aumentos significativos na produção por lactação.

Tabela 2 – Efeito do híbrido de milho (H) e do tamanho de partícula (fino = 5 mm e grosso = 13 mm) no consumo de matéria seca (CMS) e desempenho de vacas em lactação

Variável	**Volumoso na Dieta**			
	H1 fino	**H1 Grosso**	**H2 Fino**	**H2 Grosso**
CMS total (kg/d)	21,98	21,50	23,62	22,86
CMS de silagem (kg/d)	16,62	16,19	17,58	17,22
Leite (kg/d)	32,2	31,2	35,30	33,6
Gordura (%)	3,86	4,23	3,78	3,67
Gordura (kg/d)	1,33	1,31	1,34	1,24
Proteína (%)	2,98	3,04	3,17	3,12
Proteína (kg/d)	0,97	0,96	1,07	1,04

Fonte: Fernandez et al. (2004)

miolo VI Simposio.indd 187 11/04/2017 15:52:31

Carvalho & Jobim (2014) destacam que a maior parte dos fatores determinantes de perdas na qualidade final da silagem está sob o controle dos produtores. Nesse aspecto, tem chamado atenção nos últimos anos o número de empresas especializadas na prestação de serviço de produção de silagens. Essas empresas têm alcançado, especialmente, o público de grandes confinadores. Como o maquinário importado tem alto custo e especificidade, se torna um imobilizado de alto valor na propriedade. Diante disto, a contratação de terceiros para esse fim é uma estratégia em logística e em menor custo de produção de silagem (Pereira, 2011).

4.2. Qualidade do feno

De forma geral, o uso de feno em sistemas de produção de ruminantes é bastante reduzido quando comparado ao uso de silagem. Acreditamos que as razões principais são em relação ao custo do produto e aos fatores ligados a tecnologia de produção. No entanto, existem "nichos" em determinados sistemas de produção que empregam quantidades significativas de feno. Como exemplo, citamos o uso para bezerras na exploração leiteira, fonte de fibra efetiva em dietas de vacas de alta produção, alimentação de equinos, de animais ruminantes de elite, adaptação inicial de bovinos confinados, dentre outros.

Nesse contexto, em muitas situações não é dado a importância devida aos aspectos qualitativos do feno destinado a estas categorias. Porém, é necessário o entendimento que a qualidade do feno determina o desempenho do animal. Além disso, invariavelmente o custo para produção, ou mesmo compra, de um feno de boa qualidade é o mesmo para se obter um feno de baixa qualidade. Em algumas situações observa-se o uso de "palhadas" enfardadas sendo usadas como feno. É necessário que o produtor reconheça que "fardo" não é sinônimo de "feno".

É evidente que para produzir feno de alta qualidade é necessário ter uma massa de forragem de alta qualidade. Então, o planejamento deve começar com a escolha da planta forrageira para a produção do feno, considerando a finalidade de uso, exigência dos animais para que

miolo VI Simposio.indd 188 11/04/2017 15:52:31

se destina e também as condições edafo-climáticas da região onde será produzido. Partindo dessas premissas, as questões subsequentes são referentes ao emprego de tecnologia adequada. Vários são os pontos relativos a tecnologia que devem ser observados com atenção, no entanto não é o objetivo do presente texto uma abordagem detalhada de cada etapa da produção de fenos. Assim, destacamos apenas a importância do manejo do campo de feno, do preparo e cuidado prévio com o maquinário e do planejamento do corte em relação às condições climáticas.

Em abordagem sobre a fenação Reis et al. (2013) consideram que, como no uso de outras práticas na propriedade agrícola, a produção de feno de qualidade a partir de forrageiras tropicais também é difícil, mas não impossível. Portanto, o planejamento e a gestão, em todas as etapas da produção e uso do feno, são fundamentais para o retorno do emprego dessa tecnologia.

5. CUIDADOS EM RELAÇÃO AO ASPECTO HIGIÊNICO-SANITÁRIO DA SILAGEM E DO FENO

Forragens conservadas, especialmente a silagem, são alimentos que contém uma grande carga de microrganismos e seus metabólitos (ex. toxinas), sendo alguns de alta patogenicidade aos animais. Assim, a qualidade higiênico sanitária de silagens e fenos devem ser consideradas com muita atenção, uma vez que pode ter grande influência no desempenho produtivo e saúde geral do animal. Esse ponto importante no uso de forragens conservadas tem sido negligenciado pelos produtores e, em muitas situações, com prejuízos altamente relevantes para a exploração pecuária.

5.1. Problemas com micotoxinas

Quando do uso de feno e de silagem não são empregados os cuidados necessários, é comum problemas derivados da ingestão

miolo VI Simposio.indd 189 11/04/2017 15:52:31

de forragens com elevada carga de micotoxinas. As micotoxinas são metabólitos secundários tóxicos produzidos por fungos, ou seja, do ponto de vista prático a micotoxina é um metabólito fúngico que pode causar problemas sanitários aos animais e mesmo ao homem.

Os mofos podem se desenvolver na cultura a campo ou durante as fases de armazenagem e utilização de forragens conservadas. Assim, deve-se ter cuidados para evitar que os animais consumam forragem mofada, eliminando aquelas frações da silagem ou do feno que apresente bolores visíveis. Mesmo que a quantidade de toxinas seja pequena uma ingestão diária e por longos períodos, fato comum na alimentação de vacas em lactação, pode acarretar problemas de saúde dos animais (Jobim & Gonçalves, 2003).

Em muitas situações as micotoxinas presentes nos alimentos podem ser responsáveis por doenças "indefinidas" e pela redução de produção. Segundo Archundia & Bolsen (2001) e Alonso et al. (2013) a presença de micotoxinas pode reduzir a ingestão de alimentos, alterar a digestibilidade e a absorção de nutrientes, além de ter um efeito tóxico para o animal. No entanto, na exploração leiteira o problema não se restringe à produção e saúde animal, sendo detectado a presença de micotoxinas ou seus metabólitos nos produtos lácteos, e eventualmente, afetando a saúde humana (Alonso et al., 2013). De acordo com esses autores, a presença de fungos não significa que haverá presença de micotoxinas, mas sob certas condições a produção é rápida e as micotoxinas permanecem estáveis por longo período após a atividade dos fungos cessarem.

Dentre as recomendações para evitar a ingestão de micotoxinas estão: cuidados básicos na produção e utilização de silagens e fenos (tratos culturais, enfardamento com umidade adequada, rápido carregamento do silo, compactação enérgica e vedação eficiente, descarga adequada com cortes em fatias, eliminar forragem deteriorada, retirar restos dos cochos).

miolo VI Simposio.indd 190 11/04/2017 15:52:31

6. PONTOS CRÍTICOS EM RELAÇÃO A ESTRUTURA DE ARMAZENAMENTO DA SILAGEM E DO FENO

O planejamento prévio e a gestão dos silos e da estrutura para armazenagem do feno também é ponto de alta relevância, uma vez que têm implicação direta em ambos, na qualidade da forragem e problemas com micotoxinas e, em consequência, nos custos de produção e qualidade do produto da exploração pecuária.

6.1. Armazenagem de feno

Para armazenagem de fenos, basicamente temos três situações, a saber: a) armazenagem em galpões "multiuso"; b) em galpões próprios (fenil); c) armazenagem a campo. Em cada um destes sistemas, deve-se tomar os cuidados necessários para que as perdas em quantidade e qualidade do feno armazenado sejam as menores possíveis. Da mesma forma que o descrito anteriormente, não é objetivo do presente texto descrever a tecnologia de produção do feno em suas diferentes etapas. Assim, para maiores informações sobre as diferentes etapas do processo de produção de fenos sugerimos a leitura do capítulo **Fenação**, de autoria de Reis et al. (2013), e parte da obra "Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros". Importantes informações sobre a tecnologia de produção de fenos, também podem ser obtidas no artigo de Savoie et al., (2011).

É importante que o produtor avalie que, em muitas situações, a perda em decorrência da armazenagem inadequada do feno supera os gastos com investimentos em galpões e lonas para cobertura dos fardos armazenados a céu aberto. O produtor deve perceber que com armazenagem inadequada poderão ocorrer perdas elevadas, relativas a quantidade e queda na qualidade da forragem. Isso normalmente acaba resultando em custos mais elevados que aqueles despendidos com a estrutura adequada ao armazenamento do feno.

miolo VI Simposio.indd 191 11/04/2017 15:52:31

Portanto, como cuidados imprescindíveis para adequada armazenagem do feno em galpões destacamos:

- O local deve ser arejado, com boas condições de circulação do ar.
- As pilhas de fardos devem ser dispostas de forma "amarrada" (fardos dispostos em sentido contrário. A cada 3 ou 4 camadas uma amarração).
- Deve ser deixado espaço (corredores) entre as pilhas que possibilitem o manuseio dos fardos e a circulação de ar.
- Organizar os fardos de acordo com a qualidade, considerando a espécie forrageira ou mesmo em relação ao corte que deu origem ao feno.
- Não armazenar o feno no mesmo galpão de armazenagem de herbicidas, inseticidas ou fertilizantes.
- Adotar medidas preventivas em relação a umidade e fogo.

6.1.1. No caso de armazenagem do feno em locais abertos recomenda-se:

- Escolher local com terreno alto e estratégico em relação ao previsto para fornecimento aos animais.
- Providenciar estrado de madeira ou mesmo de pedras para evitar contato direto dos fardos com o solo.
- As pilhas de fardos devem ser dispostas de forma "amarrada" (fardos dispostos em sentido contrário. Repetir a amarração a cada 2 ou 3 pilhas).
- Cobrir com lona de boa qualidade evitando entrada de água.

6.2. Armazenagem de silagem

Quando não é feito o planejamento adequado da estrutura para armazenagem da silagem, considerando a demanda quantitativa, tipo de silo, localização na propriedade, filmes plásticos para vedação, além do manejo a ser adotado durante a utilização (ex.: espessura de fatia retirada diariamente), as perdas na quantidade e na qualidade da silagem podem

miolo VI Simposio.indd 192 11/04/2017 15:52:31

ser fator limitante para bom desempenho animal. A gestão correta de todas estas etapas na armazenagem da forragem conservada é fundamental para reduzir os custos de produção e, consequentemente, aumentar a margem de lucro do produtor.

Com o aumento da profissionalização na produção e utilização de silagens, os setores ligados a equipamentos para colheita e manejo na descarga dos silos se encontram em franco crescimento. Da mesma forma, a indústria de filmes plásticos para vedação de silos tem mostrado crescimento e inovações nos últimos anos.

Em relação à estrutura de armazenagem cabe destaque o aumento crescente no uso de silos tubulares (Bag ou salsicha) e silos fardo (bola) (Bernardes & Chizzotti, 2012). Os silos tubulares apresentam tamanhos variáveis, normalmente variando de 1,2 a 3,6 m de diâmetro e comprimentos de 30 até 90 metros. Bernardes (2014) destaca como pontos positivos no uso de silos tubulares: a) A anaerobiose é rapidamente alcançada pelo fato da forragem picada sair do vagão forrageiro e ser colocada e compactada diretamente no bag. A fermentação inicia-se rapidamente, reduzindo as perdas pela menor respiração da massa e crescimento de microrganismos aeróbios; b) Flexibilidade quanto ao local de confecção do silo: O silo bag pode ser confeccionado no local onde possa facilitar a logística de máquinas e mão de obra dentro da fazenda; c) *É permitido o uso de glebas com histórico agronômico diferenciado, ou seja, a* propriedade pode destinar glebas com diferentes históricos agronômicos para cada silo, permitindo uma uniformidade maior entre os volumosos, facilitando o manejo alimentar dos animais; d) Variabilidade na capacidade de estocagem: Como o mercado possui diferentes dimensões de bags é possível confeccionar silos de vários tamanhos; e) Menor exposição do painel ao O_2 atmosférico: permite descarregamento de pequena quantidade de silagem para número reduzido de animais (rebanhos pequenos). No entanto, esse tipo de silo apresenta aspectos que podem ser considerados como pontos negativos. O autor ressalta o investimento inicial em equipamentos e a lentidão no tocante ao enchimento e ao desabastecimento do silo. Nesse contexto, máquinas com a função de desabastecer e misturar os ingredientes para

miolo VI Simposio.indd 193 11/04/2017 15:52:31

fornecimento aos animais (vagões com fresa) ficam impossibilitadas de serem utilizadas.

7. PLANEJAMENTO DO MANEJO DE DESCARGA DO SILO E USO DO FENO

A etapa de uso da forragem conservada, especialmente da silagem, merece a mesma atenção em relação as etapas de produção. No caso do uso de feno, as perdas podem ser de alta magnitude basicamente em situações em que o cocho ou fenil não é adequado. Nessas situações as perdas podem ser elevadas em função de pisoteio e forragem contaminada com fezes e urina, sendo rejeitadas pelos animais.

Tanto para fornecimento de feno como de silagem, o dimensionamento do cocho é ponto relevante e deve seguir as indicações de acordo com a categoria animal e sistema de alimentação. Já no uso de feno também a profundidade do cocho é importante, evitando que os animais desperdicem a forragem.

Para uso de silagem, além dos aspectos relativos ao cocho de fornecimento do alimento, um ponto altamente relevante é o manejo do painel do silo. Na atualidade, existem grande volume de informações em relação as perdas na quantidade e qualidade de silagens ligadas ao manejo do silo (Holmes, 2009; Bernardes, 2012; Bernardes & Weinberg, 2013; Carvalho & Jobim, 2014; Daniel et al., 2014; Da silva, et al., 2015).

Destaca-se que ações para evitar perdas excessivas na etapa de utilização da silagem têm início no planejamento e dimensionamento do silo. De forma geral, tem-se recomendado a retirada diária de uma fatia não inferior a 20 cm de todo o painel do silo. Isso implica na retirada diária da silagem que está em maior contato com o oxigênio, e com maior velocidade de deterioração em razão da atividade de microrganismos aeróbios. No entanto, a espessura de fatia de 20 ou 30 cm não deve ser tomado como valores fixos, pois a profundidade de penetração do O_2 na massa ensilada tem relação direta com a porosidade, que por sua vez é determinada pela densidade da silagem.

miolo VI Simposio.indd 194 11/04/2017 15:52:31

É fato comprovado que o manejo do painel do silo, de forma adequada, reduz acentuadamente as perdas de silagem. Atualmente existem no mercado vários equipamentos empregados para retirada da silagem (desensilagem), visando não só redução de mão de obra, mas também a redução de perdas durante esta etapa, aumentando a eficiência do sistema como um todo. O uso de cada equipamento, associado ao manejo correto do silo pode ser um grande aliado do produtor para redução das perdas de qualidade da silagem. Portanto, cabe ao produtor a escolha do equipamento que melhor se ajusta a logística de uso de silagem na propriedade, porém sempre com vistas a reduzir as perdas em qualidade da forragem.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cada dia o volume de informações geradas pelas pesquisas em forragens conservadas, nas condições brasileiras, evidenciam que o nível tecnológico nesse campo tem mostrado grandes avanços. No entanto, ainda é patente que falta eficiência na transferência desse conhecimento aos produtores, para que o planejamento e a gestão no uso de silagens e fenos tenha alta eficiência. As observações de campo em diferentes regiões do Brasil (disponibilizadas na literatura), revelam que a não aplicação do conhecimento disponível sobre produção e uso de silagens e fenos tornam-se um gargalo para maior eficiência de uso de forragens conservadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHUNDIA, M.E.U, BOLSEN, K.K. Aerobic deterioration of silage: processes and prevention. In: Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium. Thrumpton Nottingham, UK. 2001, p. 127 - 144.

ALONSO, V.A., PEREYRA, C.M., KELLER, L.A.M., DALCERO, A.M., ROSA, C.A.R., CHIACCHIERA, S.M., CAVAGLIERI, L.R. Fungi and mycotoxin in silage: an overview. **Journal of Applied Microbiology**, 115:637-643, 2013.

miolo VI Simposio.indd 195 11/04/2017 15:52:31

BERNARDES, T.F. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. 17p. (E-book).

BERNADES, T.F., ADESOGAN, T. Aerobic deterioration of silages in warm climates. In.: **Proceedings...** 6th Simposium on Strategic Manegement of Pasture. Viçosa-MG, 2012. p. 249-268.

BERNARDES, T.F., CHIZZOTTI, F.H.M. Technological innovations in silage production and utilization. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, p.629-641, 2012.

BERNARDES, T.F. **Impacto das estruturas de estocagem sobre o manejo e a qualidade da silagem.** In: V Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2014, Maringá. **Anais**... Maringá: UEM, 2014. p.9-22.

BERNADES, T.F., O´KIELY, P. **Deterioração aeróbia em silagens.** In: Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Reis, R.A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Ed. Multipress- SP, 2013. p. 681-688.

BERNARDES, T.F., WEINBERG, Z. **Aspectos associados ao manejo da ensilagem.** In: Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Reis, R.A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Ed. Multipress- SP, 2013. p. 671-680.

CARVALHO, I.Q.; JOBIM, C.C. Impacto da tecnologia de ensilagem no valor nutricional da silagem e na resposta animal. In: V simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2014, Maringá. **Anais**... Maringá: UEM, 2014. p.265-285.

DANIEL, J.L.P., JUNGES, D., NUSSIO, L.G. Alterações na qualidade da silagem de milho durante o armazenamento. In.: **Anais...** V Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2014. Maringá-PR, 2014. p. 23-36

DA SILVA, M.S.J., JOBIM, C.C., POPPI, E.C., T.T., OSMARI, M.P. Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, n.9, 2015. p. 303-313.

FERNANDEZ, I., MARTIN, C., CHAMPION, M. Effect of corn hybrid and chop lenght of whole-plant corn silage on digestion on intake by dairy cows. **J. Dairy Sci.** 87:1298-1309, 2004.

miolo VI Simposio.indd 196 11/04/2017 15:52:31

HOLMES, B. Software applications for sizing silos to maximize silage quality. In: International Symposium od Forage Quality and Conservation, 2009. Piracicaba-SP. **Proceedings...** Piracicaba-Esalq, 2009. p.189-208.

JOBIM, C.C., GONÇALVES, G.D. Microbiologia de Forragens Conservadas. In: Reis et al. (ed). **Volumosos na Produção de Ruminantes**. FUNEP-Jaboticabal, 2003. p. 1-26.

JOBIM, C.C., NUSSIO, L.G. Princípios básicos da fermentação na ensilagem. In: Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Reis, R.A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Ed. Multipress- SP, 2013. p.649-660.

JOBIM, C.C., DANIEL, J.LP. Planejamento e gestão do uso de forragem conservada na empresa pecuária. In: **Anais...** III Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado: Planejamento e gestão da empresa pecuária. Uberlândia-MG, 2015. p. nnnnn

LYNGVIG, H.S., HØJHOLDT, M. **Harvest methods, capacities, and costs**. Biovaluespir, University of Copenhagen, Frederiksberg, Dinamarca, v.2, p.43, 2015. http://biovalue.dk/media/Harvest-methods-capacities-and-costs-2015.pdf. (Acessado 2/3/2017).

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting fiber requirements of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1463-1482, 1997.

PEREIRA, J.R.A. Custom Services for Forage Conservation Services. In: **Proceedings**... II International Symposium on Forage Quality and Conservation. São Pedro, Brazil, 2011. p. 183-195.

REIS, R.A., BASSO, F.C., ROTH, A.P.T.P. **Fenação.** In: Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Reis, R.A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Ed. Multipress- SP, 2013. p.699- 714.

SAVOIE, P., CARON, E., TREMBLAY, G. Control of losses during the haymaking process. In.: **Proceedings ...** II International Symposium on Forage Quality and Conservation, São Pedro,SP. 2011. p. 143-164.

SIQUEIRA, G.R. **Aditivos associados à ensilagem.** In: Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Reis, R.A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Ed. Multipress- SP, 2013. p. 689-698.

miolo VI Simposio.indd 197 11/04/2017 15:52:31

miolo VI Simposio.indd 198 11/04/2017 15:52:31

USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ADITIVOS EM SILAGENS

Maity Zopollatto[1]
Rafael Canonenco de Araújo[2]

1. INTRODUÇÃO

Óleos essenciais (OEs) são derivados voláteis sintetizados pelo metabolismo secundário de plantas aromáticas. Assim, na natureza, têm papel importante na defesa das plantas como agentes antibacterianos, antivirais, antifúngicos, inseticidas e contra o ataque de herbívoros. Também podem atuar como meio de propagação da planta por atrair insetos polinizadores ou dispersores de sementes, garantindo a perpetuação da espécie (Lee et al., 2003; Burt, 2004). E além disso têm demonstrado capacidade de melhorar o desempenho animal em sistemas intensivos de produção (William & Losa, 2001). Atualmente, considera-se que cerca de 3000 OEs são conhecidos, dos quais 300 são comercialmente importantes.

São sintetizados por diferentes estruturas das plantas como folhas, frutos, flores, bulbos, sementes, raízes, caule e casca, formando uma mistura complexa de vários compostos, constituídos de hidrocarbonetos terpênicos, ésteres, ácidos orgânicos, aldeídos, cetonas, fenóis entre outros, em diferentes concentrações. São armazenados na planta em células secretoras, cavidades, canais, células da epiderme ou tricomas glandulares (Burt, 2004; Bakkali et al., 2008). Apresentam-se na forma líquida e raramente coloridos, lipossolúveis e solúveis em solventes orgânicos, com densidade geralmente menor do que a da água.

Os OEs recebem este nome devido ao cheiro prazeroso que exalam, e a denominação tem por origem o termo *quinta essentia*, dado por

[1] Departamento de Zootecnia, UFPR- Curitiba-PR (maity@ufpr.br)
[2] Supervisor de P&D, Divisão de Ruminantes da GRASP Indústria e Comércio Ltda, Curitiba-PR (rafael@grasp.ind.br)

miolo VI Simposio.indd 199 11/04/2017 15:52:31

Paracelsus Von Hohenheim (1493 – 1541), descrito por Guenther (1948), onde a quinta essência estaria relacionada com a alma. Há milhares de anos atrás, acredita-se que os OEs já eram utilizados, porém de maneira diferente das de hoje, aonde tinham a finalidade de embalsamar cadáveres em cerimônias religiosas, além dos relatos do uso de essências pelos chineses em 2700 a.C, relatada no livro mais antigo do mundo, *Shen Nung*.

Os OEs têm o seu uso em rações autorizado na Europa pela Diretiva do Conselho 70/524/EEC Cap.III, que se refere a substâncias aromáticas e palatabilizantes. Nos EUA, a *Food and Drug Administration* (FDA) reconhece o grupo dos óleos essenciais como substâncias seguras (*GRAS: Generally Recognized As Safe*) para uso em alimentação dos animais e seres humanos (Code of Federal Regulations title 21, v.6; Part 582). No Brasil, os OEs e extratos vegetais estão compreendidos dentro da classe de aditivos como aromatizantes (ANVISA, 2007).

Devido à capacidade de atuar no controle de microrganismos, inúmeras pesquisas estão sendo desenvolvidas a fim de determinar concentrações eficientes, métodos de extração e aplicação em alimentos tanto para humanos como para animais, e também em manipulação ruminal (Benchaar et al., 2007; Calsamiglia et al., 2007; Baser e Buchbauer, 2010; Franz et al., 2010; Patra e Yu, 2015).

2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os óleos essenciais são misturas naturais complexas que podem conter cerca de 20 a 60 componentes em diferentes concentrações. São caracterizados por dois ou três componentes principais em maior concentração (20-70%), sendo estes que determinam as propriedades biológicas dos óleos essenciais.

Os componentes incluem dois grupos de origem biossintética distintas. O grupo principal é composto de terpenos e terpenóides, e o outro de constituintes aromáticos e alifáticos, todos caracterizados por baixo peso molecular (Bakkali et al., 2008).

miolo VI Simposio.indd 200 11/04/2017 15:52:31

2.1. Terpenos

Os terpenos são compostos pela combinação de diversas bases de cinco carbonos denominadas de isoprenos (C_5H_8), e são sintetizados no citoplasma das células da planta. Os principais terpenos são os monoterpenos ($C_{10}H_{16}$) e sesquiterpenos ($C_{15}H_{24}$), mas existem ainda os hemiterpenos (C_5), diterpenos (C_{20}), triterpenos (C_{30}) e tetraterpenos (C_{40}). Exemplos de monoterpenos são o p-cimeno, limoneno, terpeneno, sabineno e pineno (Hyldgaard et al., 2012).

2.2. Terpenóides

Os terpenóides são terpenos que sofreram modificações bioquímicas por meio de enzimas que adicionam moléculas de oxigênio e movem ou removem grupos metil (Caballero et al., 2003), e podem ser subdivididos em álcoois, ésteres, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis e epóxis. São exemplos de terpenóides o timol, carvacrol, linalol, linolil acetato, citronelol, entre outros.

Os monoterpenóides mais ativos são o carvacrol e timol, e são encontrados em maior quantidade nos óleos essenciais de tomilho e orégano, sendo o timol o componente predominante no tomilho e o segundo composto em maior quantidade no orégano. Já o carvacrol é o primeiro composto em maior quantidade no orégano e em seguida o timol (Lambert et al., 2001).

2.3. Fenilpropanóides

São sintetizados nas plantas a partir da fenilalanina como aminoácido precursor, sendo que os mais estudados são o eugenol, isoeugenol, vanilina, safrole e cinamaldeído. As propriedades antimicrobianas do isoeugenol parecem ser mais potentes que do eugenol, e deste último mais potente que do cinamaldeído (Hyldgaard et al., 2012).

A Figura 1 apresenta a fórmula estrutural dos principais OEs.

miolo VI Simposio.indd 201 11/04/2017 15:52:31

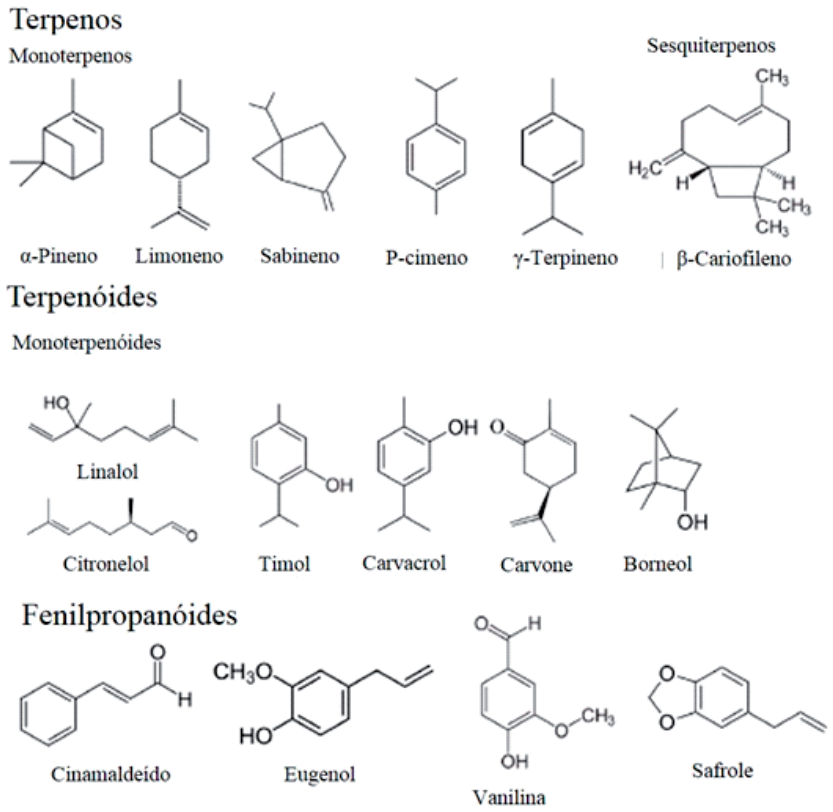


Figura 1. Estrutura química dos principais OEs
Fonte: Adaptado de Hyldgaard et al. (2012)

3. MECANISMOS DE AÇÃO

Os mecanismos de ação dos óleos essenciais ainda não foram bem elucidados, porém acredita-se não haver apenas um mecanismo específico na célula alvo, e sim vários efeitos atuando em conjunto e simultaneamente, como observado na Figura 2, que comprometem as ações dos organismos afetados (Lambert et al., 2001). As ações estão em sua maioria associadas à membrana celular, como o transporte de elétrons e gradiente de íons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações

miolo VI Simposio.indd 202 11/04/2017 15:52:31

enzimo-dependentes (Ultee et al., 1999; Dorman & Dean, 2000).

A maioria dos estudos relacionados ao modo de ação antimicrobiano dos óleos essenciais têm como foco principal as bactérias, enquanto muito menos se sabe a respeito do seu modo de ação sobre fungos e leveduras (Lambert et al., 2001; Bakkali et al., 2006; Hyldgaard et al., 2012; Calo et al., 2015).

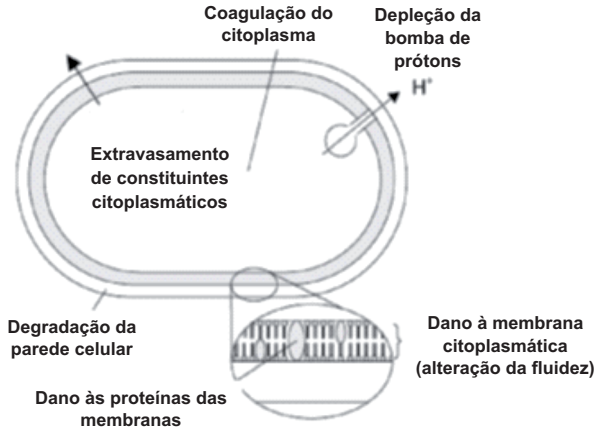


Figura 2. Mecanismos propostos para a ação antimicrobiana dos óleos essenciais na célula bacteriana. Adaptado de Burt (2004)

O mecanismo de ação do timol ainda é bastante discutido na literatura, e os estudos demonstram que este composto interage com a membrana das células, alterando a permeabilidade e causando descontrole osmótico (Helander et al., 1998; Lambert et al., 2001).

O p-cimeno, precursor biológico do carvacrol, é uma molécula hidrofóbica capaz de causar tumefação da membrana citoplasmática. Sozinho não é um antibacteriano efetivo, mas em combinação com o carvacrol apresenta sinergismo (Bakkali et al., 2008).

O carvacrol teve seus efeitos estudados em membranas de bactérias Gram-negativas, atingindo principalmente a membrana do citoplasma, resultando no transporte passivo de íons, carregando H^+ para dentro da célula e transportando K^+ para fora (Helander et al., 1998). Outro estudo com carvacrol, em células de *E. coli*, constatou que este composto afeta a

miolo VI Simposio.indd 203 11/04/2017 15:52:31

síntese responsável pelos flagelos, fazendo com que ocorra a redução da motilidade desse microrganismo (Burt et al., 2007).

O eugenol é o principal componente (85%) do óleo de cravo, e seu mecanismo de ação envolve a deterioração da parede celular e a lise celular (Bakkali et al., 2008).

Devido a estes diferentes mecanismos de ação sobre as bactérias não há relatos na literatura sobre o desenvolvimento de resistência bacteriana aos óleos essenciais. Foram realizados testes na tentativa de induzir a resistência com subdosagens com diferentes óleos essenciais, carvacrol e cineol, em *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* e *Pseudomonas aeruginosa,* evidenciando com isso, que mesmo com doses não letais, ao se retornar com as doses padrões os óleos essenciais são efetivos em inativar essas bactérias, concluindo-se que não há formação de resistência bacteriana (Luz, 2012a; Luz, 2012b; Gomes Neto, 2012).

O carvacrol, seguido pelo timol, foi o composto mais ativo contra *Listeria monocytogenes*, *Enterobacter aerogenes*, *E. coli*, e *Pseudomonas aeruginosa*, com doses mínimas bactericidas de 300 e 800 µg/mL, respectivamente (Bassolé et al., 2010).

Adicionalmente, a combinação de óleos essenciais pode apresentar efeito sinérgico aditivo, como foi observado por Lambert et al. (2001) ao avaliar o efeito dos óleos essenciais carvacrol e timol sobre *Staphilococcus aureus e Penicillium aeruginosa.*

Espécies de leveduras que são normalmente associadas à deterioração aeróbica em silagens podem ser inibidas por alguns óleos essenciais. Por exemplo, o carvacrol inibiu o crescimento de *Saccharomyces cerevisiae* (Knowles & Roller, 2001), e de *Candida albicans, Candida krusei, Candida tropicalis e Candida glabrata* (Ahmad et al., 2011). Já o timol, além das leveduras do gênero *Candida* citadas acima, inibiu o crescimento de *Debaryomyces hansenii* (Curtis et al., 1996) e espécies de *Pichia* (Falcone et al., 2005; Ahmad et al., 2011), leveduras identificadas como iniciadoras de deterioração aeróbica em silagens (Pahlow et al., 2003).

O timol rompe as vesículas e a membrana celular, prejudicando a biossíntese de ergosterol em cepas de *Candida,* o que consequentemente

miolo VI Simposio.indd 204 11/04/2017 15:52:31

afeta a integridade da membrana celular devido ao fato do ergosterol regular a fluidez das membranas, assim como o colesterol o faz nas células animais (Ghannoum & Rice,1999; Cristani et al., 2007; Ahmad et al., 2011). Em leveduras do gênero *Candida,* encontradas em silagens (McDonald et al., 1991), os OEs aumentaram a permeabilidade da membrana, ocasionando o descontrole osmótico da célula (Cox et al., 2000; Bakkali et al., 2008).

Dentre os estudos do efeito fungicida dos óleos essenciais, o carvacrol normalmente apresenta maior eficácia, com valor médio de concentração inibidora mínima (MIC) de 154,5µ mL^{-1} (Chao e Young, 2000; Abbaszadeh et al., 2014).

Também se observa atividade antifúngica dos óleos essenciais (eugenol, timol, carvacrol, cinamaldeído e miristina) contra os fungos *Aspergillus parasiticus* e *Fusarium moniliforme,* ambos produtores de micotoxinas (Juglal et al., 2002).

A ação fungicida de óleos essenciais de alecrim, cebola, manjericão, menta e orégano foi avaliada em colônias teste de *Fusarium* sp., *Aspergillus ochraclus e Aspergillus flavus,* constatando-se que o óleo essencial de orégano, na concentração de 1000 mg mL^{-1}, inibiu o crescimento dos fungos, sendo que nos demais óleos a inibição aconteceu a partir de concentrações superiores a 1500 mg mL^{-1} (Pereira et al., 2006).

A Tabela 1 apresenta alguns componentes dos OEs e sua concentração mínima inibitória (MIC) sobre alguns microrganismos.

miolo VI Simposio.indd 205 11/04/2017 15:52:32

Tabela 1 – Principais OEs e a concentração mínima inibitória (MIC) sobre alguns microrganismos.

Componente (planta de origem)	Classificação química	Microrganismo alvo	MIC (µg/mL)
Carvacrol (orégano e tomilho)	Monoterpenóide	*S. cerevisiae*	79,8-112,5
		Cepas de *Candida*	75-100
		B. cereus	900
		L. monocytogenes	450-1500
		S. aureus	450-1250
Eugenol (cravo)	Fenilpropeno	*C. albicans*	3000
		S. cerevisiae	490-3000
		E. coli	800-3000
		L. monocytogenes	800-1000
		S. aureus	2,12-750
Timol (tomilho)	Monoterpenóide	*S. cerevisiae*	112,5-270
		Cepas de *Candida*	100-150
		B. cereus	450
		L. monocytogenes	450
		S. aureus	225-310
		E. coli	225-5000
P-cimeno (orégano e tomilho)	Monoterpeno	*S. aureus*	1250
		E. coli	2500
Cinamaldeído (canela)	Fenilpropeno	*B. cereus*	0,3
		L. monocytogenes	3965
		S. aureus	2,1-750
		E. coli	397-1322

Fonte: Adaptado de Hyldgaard et al. (2012)

4. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Os métodos de extração de óleos essenciais incluem o uso de gás carbônico líquido em baixa temperatura e alta pressão (método chamado de fluido supercrítico, usado comumente na indústria farmacêutica por ser bastante caro), destilação por baixa ou alta pressão utilizando-se água fervente ou vapor quente, sendo esta última a forma mais usada para produção comercial (Burt, 2004; Bakkali et al., 2008). Formas de extração utilizando solventes orgânicos são igualmente comuns e bastante empregadas pela indústria.

O produto extraído pode variar em quantidade, qualidade e em composição, de acordo com o clima, composição do solo, órgão da

miolo VI Simposio.indd 206 11/04/2017 15:52:32

planta, idade e estágio de ciclo vegetativo (Masotti et al., 2003; Angioni et al., 2006).

5. ÓLEOS ESSENCIAIS EM SILAGENS

Os OEs já são bastante compreendidos e utilizados na nutrição animal, com resultados positivos (Lee et al., 2003). No caso de silagens, os estudos são escassos, embora saibamos que as fermentações no silo e no rúmen são dependentes de atividade microbiana, a qual pode ser afetada pelo uso de óleos essenciais.

Além disso, seu efeito é dependente do pH, sendo mais eficiente em pH mais baixo, característico de silagens bem fermentadas. Em relação ao meio de atuação, em ambientes anaeróbios sua ação contra patógenos é favorecida, o que demonstra sua aplicabilidade no ambiente específico das silagens (Juven et al., 1994).

Dentro do processo de ensilagem existe uma vasta gama de microrganismos, sendo alguns desejáveis e outros indesejáveis. Os microrganismos indesejáveis podem trazer grandes prejuízos, perdas econômicas e danos aos animais que consomem este material com baixa qualidade, estando as leveduras e fungos filamentosos (bolores) incluídos nessa categoria. Algumas espécies de leveduras já identificadas em silagens incluem: *Candida sp., Hansenula sp., Pichia sp., Saccharomyces sp., Torulopsis sp. e Endomycopsis sp.* (Woolford, 1990; McDonald et al., 1991; Pahlow et al., 2003; Ávila et al., 2010; Amaral e Nussio, 2011).

Além das leveduras, outros microrganismos promovem grande preocupação pelas altas perdas que podem representar, como por exemplo o *Clostridium, Bacillus sp.* e *Listeria,* sendo que este último também pode comprometer a saúde dos animais e dos seres humanos (McDonald et al., 1991).

A utilização de aditivos no processo de ensilagem é assunto cada vez mais discutido, e vários são os questionamentos a seu respeito. Porém, é importante dizer que dentro do processo de ensilagem, o aditivo não

miolo VI Simposio.indd 207 11/04/2017 15:52:32

tem a função de resolver problemas de manejo que ocorreram durante o processo, e sim melhorar a qualidade do produto final, evitar ou diminuir perdas.

Os aditivos para silagem podem ser classificados em cinco grupos principais: estimuladores de fermentação (culturas bacterianas e fontes de carboidratos); inibidores de fermentação (ácidos e outros); inibidores de deterioração aeróbia; nutrientes; e absorventes (McDonald et al., 1991). Porém, na literatura existem três categorias mais simplificadas dos aditivos utilizados no Brasil, sendo classificados como aditivos químicos, microbianos e sequestrantes de umidade (Nussio e Schmidt, 2004). Dentro da classe dos aditivos químicos, pode-se citar os ácidos orgânicos, conservantes e mais especificamente os óleos essenciais (Schmidt et al., 2014). Este último grupo ainda não é muito estudado como aditivo em silagem, ao contrário dos inoculantes microbianos, onde existem muitos trabalhos testando cepas de bactérias ácido láticas, homofermentativas ou heterofermentativas (Kung Jr., 2001; Muck, 2010; Schmidt et al., 2014).

5.1. Tipos de óleos essenciais usados em silagens e sua composição

Os trabalhos publicados com uso de óleos essenciais em silagens utilizaram planta fresca picada de capim limão (*Cymbopogon citratus)*; Bravo-Martins, 2004), fórmula comercial (Crina, DSM Nutritional Products Ltd.) contendo timol, eugenol, vanilina e limoneno (Kung Jr. et al., 2008), extratos hidro-alcoólicos de folha de canela (*Cinnamomum zeylanicum*, 0,76 v/v eugenol), orégano (*Origanum vulgare*, > 0,6 v/v carvacrol/timol) e laranja doce (*Citrus sinensis*, > 0,95 v/v limoneno; Chaves et al., 2012), óleos essenciais extraídos por destilação a vapor (Ege Lokman Plant Botanic Company, Manisa, Turkey) de orégano (*Origanum onites*) e canela (Tabela 2) e sua combinação (Soycan-Önenç et al., 2015), extratos alcoólicos de timol, eugenol, cinamaldeído, capsaicina e carvacrol (Foskolos et al., 2016), e timol e carvacrol idênticos aos naturais, com 99% de pureza (Pereira, 2016)

miolo VI Simposio.indd 208 11/04/2017 15:52:32

Tabela 2 – Composição química dos óleos essenciais de orégano e canela usados na ensilagem de ervilha forrageira.

Compostos	Porcentagem
Orégano	
Carvacrol	59,03
Timol	12,04
Paracimeno	6,37
T-Terpineno	3,86
Outros	18,32
Desconhecido	0,32
Total	100
Canela	
Cinamaldeído propilenoglicol acetal	41,50
Cinamaldeído	35,28
Propilenoglicol	2,76
Desconhecido	19,66
Total	100

Fonte: Soycan-Önenç et al. (2015)

5.2. Doses e formas de aplicação de óleos essenciais em silagens

- As doses dos óleos essenciais utilizadas nos trabalhos variaram de uma inclusão de 2, 4, 8 e 16% de capim limão (*Cymbopogon citratus*) picado à silagem de cana-de-açúcar (Bravo-Martins, 2004);
- Dose de 40 ou 80 mg de ingrediente ativo por quilograma de forragem fresca (silagem de milho) misturados em 250 mL de água de uma fórmula comercial (Crina DSM, 40% de ingrediente ativo - solúvel em água) (Kung Jr. et al., 2008);
- Doses de 37,5 mg/kg MS (folha de canela), 75 mg/kg MS (orégano) ou 120 mg/kg MS (laranja doce) de óleos essenciais dissolvidos em solução hidro-alcoólica (0,5 v/v) aplicada na dose de 5,56 mL/kg de silagem de cevada (Chaves et al., 2012);
- Doses de 400 mg/kg de forragem fresca de óleos essenciais de orégano e canela ou um combinado dos dois, misturados em água destilada e aplicados na dose de 1,67 mL/kg de silagem de ervilha forrageira (Soycan-Önenç et al., 2015);

miolo VI Simposio.indd 209 11/04/2017 15:52:32

- Doses de 0, 50, 500 ou 2000 mg/kg de forragem fresca de timol, eugenol, cinamaldeído, capsaicina ou carvacrol, aplicados na dose de 25 mL/kg de silagem de azevém (Foskolos et al., 2016) e;
- A aplicação direta (sem diluição) dos óleos sintéticos de timol (600 mg/kg de forragem fresca), carvacrol (400 mg/kg de forragem fresca) ou a mistura de ambos (250 mg de timol + 250 mg de carvacrol por quilograma de forragem fresca) em silagens de cana-de-açúcar e milho (Pereira, 2016).

5.3. Efeitos do uso de óleos essenciais na qualidade da silagem

O efeito inibitório no desenvolvimento de leveduras isoladas de silagem de cana-de-açúcar pela utilização de extratos vegetais de alecrim (*Rosmarius officinalis*), capim limão (*Cymbopogon citratus*), capuchinha (*Tropaeolum majus*), hortelã (*Mentha piperita*) e sálvia *(Salvia officinalis)* foi verificado por Bravo-Martins (2004), surgindo assim como alternativa promissora para preservar a qualidade fermentativa no processo de ensilagem. A autora ainda verificou que o uso de capim limão picado nas doses de 2, 4, 8 e 16% no processo de ensilagem de cana-de-açúcar reduziu a população de leveduras.

Em silagem de cevada, a inclusão de óleos essenciais (eugenol, timol e carvacrol ou limoneno) nas concentrações de 37,5, 75 e 120 mg kg^{-1} na MS, diminuiu o crescimento de leveduras durante exposição da silagem ao ar por até 7 dias (Chaves et al., 2012).

Por outro lado, em silagens de milho, não foram observados efeitos na estabilidade aeróbia e no processo fermentativo utilizando uma mistura de óleos essenciais contendo timol, eugenol, vanilina e limoneno em concentrações de 40 e 80 mg de ingrediente ativo por quilograma de forragem fresca, porém os autores observaram que não houve resistência em diminuir o pH, que atingiu 3,68, demonstrando que os OEs não afetaram o desenvolvimento das bactérias ácido láticas, e consequente conversão de carboidratos solúveis em ácido lático (Kung Jr. et al., 2008).

miolo VI Simposio.indd 210 11/04/2017 15:52:32

Em silagem de azevém, a adição de timol e eugenol na maior dose (2000 mg kg^{-1} de forragem fresca) inibiu a deaminação, efeito observado com o carvacrol na dose de 500 mg kg^{-1}, o que do ponto de vista de preservação de nutrientes é interessante no processo de ensilagem. Os autores relatam que as enzimas da planta são responsáveis por parte da degradação protéica durante a ensilagem, indicando que a possível ação dos OEs seria a inibição da atividade dessas enzimas (Foskolos et al., 2016).

Em silagem de leguminosa (ervilha forrageira), a inclusão de OEs como aditivo, com a finalidade de avaliar os efeitos sobre a qualidade de silagens resultou no aumento dos teores de proteína bruta e matéria seca, e diminuição da quantidade de CO_2, além de inibir a formação de mofos no período de exposição ao ar nas silagens tratadas com 400 mg kg^{-1} de forragem fresca de extratos de canela (41,5 g de cinamaldeído propilenoglicol e 35,28 g de cinamaldeído, em 100 g de extrato). O tratamento contendo 400 mg kg^{-1} de forragem fresca de extrato de orégano (59 g de carvacrol e 12 g de timol, em 100 g de extrato) não apresentou efeito similar, porém com a combinação dos dois óleos, na mesma dosagem de 400 mg, houve efeito sinérgico sobre o ácido acético, e antagônico durante a exposição aeróbia, perdas de matéria seca e formação de mofos (Soycan-Önenç et al., 2015).

Os óleos essenciais timol, carvacrol e a combinação de ambos se mostraram como potenciais aditivos em silagens de cana-de-açúcar e milho em estudo recente conduzido no Brasil (Pereira, 2016), nas doses de 600, 400 e 500 mg/kg de forragem fresca, respectivamente.

A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados nas silagens de cana-de-açúcar.

miolo VI Simposio.indd 211 11/04/2017 15:52:32

Tabela 3 – Características de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com óleos essenciais

	Tratamentos[1]				
Variáveis	Controle	Timol	Carvacrol	Timol+Carvacrol	EPM[2]
pH	3,67[b]	3,71[b]	3,62[c]	3,77[a]	0,02
CS[3], % MS	16,8[b]	25,2[a]	24,1[a]	23,7[a]	0,39
PMS[4], %	13,2[a]	8,7[ab]	5,7[b]	9,7[ab]	1,00
Ácido lático, g kg^{-1} MS_{CORR}	21,1[a]	20,1[a]	21,8[a]	16,6[b]	0,05
Ácido acético, g kg^{-1} MS_{CORR}	20,7	21,8	22,1	21,2	0,03
Etanol, g kg^{-1} MS_{CORR}	81,9[a]	60,5[b]	65,4[ab]	71,8[ab]	0,29
Ácido butírico, mg kg^{-1} MScorr	24,0[a]	12,2[ab]	8,5[b]	7,3[b]	2,19
BAL[5], log ufc/g forragem	6,2[a]	3,7[b]	5,5[ab]	5,9[a]	0,31
Leveduras, log ufc/g forragem	5,6	6,0	5,7	5,5	0,08
Bolores, log ufc/g forragem	1,2	3,0	1,6	2,2	0,37
Temp. máx., °C	39,5[a]	30,2[b]	35,8[a]	35,9[a]	0,91
EA[6], horas	54,7[b]	145,1[a]	81,9[ab]	63,4[b]	11,01

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P< 0.05); 3CS – carboidratos solúveis; 4PMS – perda de MS; 5 BAL- bactéria ácido lática; 6EA – estabilidade aeróbica; 1Controle – sem óleo essencial; Timol – 600 mg/kg forragem fresca; Carvacrol – 400 mg/kg forragem fresca; Timol+Carvacrol - 250 mg/kg forragem fresca de timol + 250 mg/kg forragem fresca de carvacrol; 2 Erro padrão da média

Fonte: Adaptado de Pereira (2016)

O tratamento que teve maior eficiência em reduzir o pH foi o carvacrol. A queda do pH em silagens sugere que houve maior produção de ácido lático, acético ou propiônico, decorrentes da fermentação anaeróbia por bactérias. No caso da cana-de-açúcar, o carboidrato solúvel principal sendo a sacarose presente na planta. Quando se observa o menor pH do carvacrol comparado ao controle, isso reflete em menores perdas, pois quanto menor o valor desta variável, maior a inibição da ação de leveduras.

A menor contagem de BAL de 3,7 log ufc/g de forragem fresca observada no tratamento timol, é muito inferior ao encontrado na literatura, de 6,9 a 8,0 log ufc/g de forragem fresca (Silva et al., 2015). Kalemba & Kunicka (2003) relataram que condições aeróbias e anaeróbias podem influenciar a atividade dos óleos essenciais, e evidenciaram que o timol tem sua maior atividade antibacteriana em ambiente anaeróbio, ou seja, está de acordo com a menor contagem de bactérias neste tratamento. Porém, as contagens aconteceram na abertura dos ensaios, após os 90 dias de fermentação, sendo que se tivessem sido realizadas em momentos

miolo VI Simposio.indd 212 11/04/2017 15:52:32

diferentes poderiam ter alterações, já que o crescimento de microrganismos no processo depende de muitas variáveis, não podendo tomar essa contagem como uma representação de todo o processo. Entretanto, ao observar a produção de ácido lático, pode-se ver que a produção desse ácido não foi prejudicada.

A baixa produção de etanol do tratamento contendo timol em relação ao controle não se deveu às leveduras, pois não foi encontrada diferença na contagem desses microrganismos. Segundo Muck (2010), bactérias heterofermentativas podem produzir etanol a partir de produtos de fermentação ou do substrato propriamente dito encontrado na planta. Como a população de BAL do tratamento contendo timol foi menor ($P<0,05$), isso pode explicar a menor produção de etanol neste tratamento em relação ao controle. Porém, mesmo com a menor contagem de bactérias ácido láticas do timol, quando é relacionado com os dados de produção de ácido acético, os valores entre timol, carvacrol e controle estatisticamente foram iguais.

As proporções de carboidratos solúveis encontradas na abertura dos silos experimentais indicam que havia substrato para ser consumido por microrganismos como leveduras e bolores durante a exposição ao ar.

A elevação da temperatura durante o período de exposição ao ar sugere o crescimento do número de microrganismos aeróbios que degradam os substratos (ácidos orgânicos) produzidos durante a fermentação, gerando calor durante a exposição ao ar. No tratamento contendo timol pode ter ocorrido essa menor colonização e consumo de substrato, permitindo que as silagens ficassem estáveis por mais horas.

A Figura 3 apresenta os valores de pH durante o ensaio de estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar tratadas com óleos essenciais conduzido por Pereira (2016).

miolo VI Simposio.indd 213 11/04/2017 15:52:32

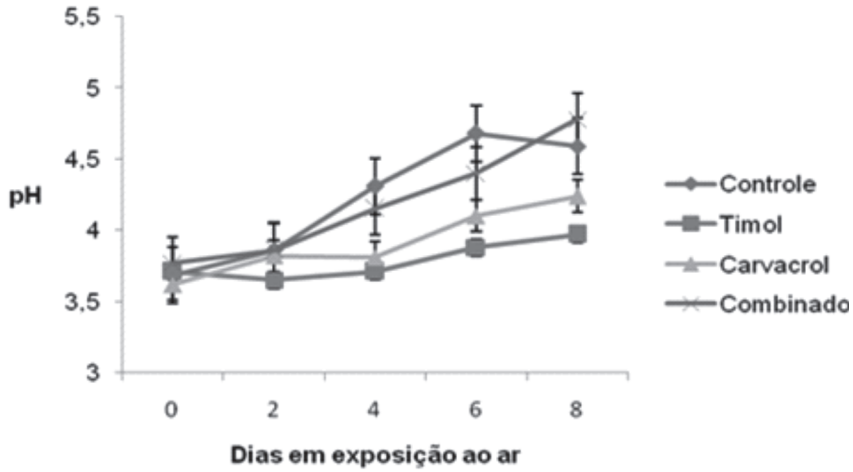


Figura 3. Valores de pH durante a estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar aditivadas com óleos essenciais (Combinado – timol+carvacrol).

Fonte: Pereira (2016)

Durante a exposição ao ar da silagem de cana-de-açúcar os óleos foram eficientes em inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, uma vez que mesmo após a abertura havia substrato, sacarose remanescente da fermentação e produtos de fermentação, como ácido lático a ser consumido, evidenciando a ação do timol e carvacrol em controlar microrganismos indesejáveis durante o período de exposição ao ar, fazendo com que a silagem se mantivesse estável mesmo após a abertura do silo.

O tratamento que apresentou o maior ($P<0,05$) pH foi o timol+carvacrol, porém sua elevação se deu de forma gradativa, seguido do controle, fato que sugere maior colonização por microrganismos que degradam o ácido lático nestes dois tratamentos.

A Tabela 4 apresenta os resultados encontrados por Pereira (2016) em silagens de milho aditivadas com óleos essenciais.

miolo VI Simposio.indd 214 11/04/2017 15:52:32

Tabela 4 – Características de silagens de milho aditivadas com óleos essenciais

	Tratamentos[1]				
Variáveis	Controle	Timol	Carvacrol	Timol+Carvacrol	EPM[2]
pH	3,7	3,6	3,6	3,7	0,00
CS[3] (% MS)	1,9[b]	2,2[ab]	2,4[ab]	2,4[a]	0,07
PMS[4], % MS	8,0[a]	3,8[b]	4,1[b]	2,1[b]	0,56
Ácido lático, g kg^{-1} MS_{CORR}	48,4[a]	45,1[a]	39,9[b]	30,2[c]	0,16
Ácido acético, g kg^{-1} MS_{CORR}	12,7[b]	13,2[b]	14,3[a]	14,4[a]	0,01
Etanol, g kg^{-1} MS_{CORR}	8,0[a]	7,0[b]	6,5[b]	6,3[b]	0,01
Ác. butírico, mg kg^{-1} MScorr	44,3[a]	20,7[b]	15,0[b]	13,3[b]	3,23
BAL[5], log ufc/g forragem	5,8[a]	5,0[b]	5,5[ab]	5,3[b]	0,07
Leveduras, log ufc/g forragem	4,8	4,8	4,7	4,8	0,04
Bolores, log ufc/g forragem	2,6	0,8	ND	ND	0,40
Tac[6], °C	13190[a]	12607[ab]	12222[b]	12104[b]	139
TTM[7], horas	47,5[b]	57,9[ab]	61,7[a]	61,6[a]	1,81
EA[8], horas	35,1[b]	45,1[a]	46,8[a]	47,2[a]	1,51
Temp. máx.,°C	40,8	41,0	40,4	39,8	2,43
PMSE[9], %	1,4[a]	1,0[b]	1,1[ab]	0,9[b]	0,57

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P< 0.05$); [3]CS – carboidratos solúveis; [4]PMS – perda de MS; [5] BAL- bactéria ácido lática; [6]Temperatura Acumulada; [7]Tempo para atingir a temperatura máxima; [8]Estabilidade Aeróbia; [9]Perdas de Matéria Seca durante a Estabilidade aeróbia; [1]Controle – sem óleo essencial; Timol – 600 mg/kg forragem fresca; Carvacrol – 400 mg/kg forragem fresca; Timol+Carvacrol - 250 mg/kg forragem fresca de timol + 250 mg/kg forragem fresca de carvacrol; [2] Erro padrão da média.

Fonte: Adaptado de Pereira (2016)

O maior (P<0,05) teor de carboidratos solúveis do tratamento timol+carvacrol em relação ao controle pode ser atribuído aos microrganismos fermentadores (BAL), que a partir da fermentação dos carboidratos solúveis (frutose ou glicose), os converte em ácidos (McDonald et al.,1991).

A silagem de milho não apresenta resistência ao abaixamento do pH, ou seja, tem baixa capacidade tampão, característica importante para impedir ação de microrganismo oportunistas, como é o caso de leveduras, que podem ser inativadas pelo baixo pH (McDonald et al., 1991).

O timol reduziu significativamente o crescimento de bactérias em relação ao tratamento controle, e sua ação nesses organismos pode ter acontecido de várias maneiras, seja na ruptura da integridade da membrana celular (Burt, 2004), ou ainda atuando no mecanismo de *Quorum Sensing*.

miolo VI Simposio.indd 215 11/04/2017 15:52:33

Burt et al. (2014) observaram que o óleo essencial de orégano, que também possuí timol em sua composição, inibe este mecanismo de comunicação das bactérias *Quorum Sensing*, cessando a formação do biofilme, sendo este por sua vez responsável pela proteção das bactérias tanto gram-positivas quanto gram-negativas. Nas bactérias este mecanismo é utilizado na comunicação entre elas, liberação de hormônios chamados autoindutores, pode alterar o comportamento das colônias de bactérias, e monitorar o ambiente em que elas vivem (Waters & Bassler, 2005).

Mesmo com a contagem microbiológica total de bactérias ácido láticas mais baixa no tratamento timol, houve a produção de ácido lático. A contagem total de BAL engloba tanto bactérias homoláticas, que têm como produto da fermentação somente o ácido lático (McDonald et al., 1991), quanto as heteroláticas, que têm como produtos de fermentação o ácido lático, acético, propiônico, etanol, CO_2 e água. Este fato sugere que o timol, mesmo com a menor contagem total de BAL em relação ao controle pode ter agido na seleção de bactérias homoláticas. Já na silagem tratada com carvacrol observou-se redução do ácido lático, mesmo sem a redução na população de BAL, o que sugere que este tratamento pode ter reduzido a população de bactérias homoláticas e ter preservado a população de heteroláticas, pois ao analisar a produção de ácido acético, esta foi maior ($P<0,05$) que o controle e o timol. O tratamento timol+carvacrol, por sua vez, mesmo com a contagem de BAL semelhante aos demais tratamentos com óleo essencial, foi o que apresentou as menores ($P<0,05$) produções de ácido lático, confirmada pelo maior pH deste tratamento na abertura dos silos após 90 dias de fermentação. A autora sugere que pode ter acontecido um efeito sinérgico entre o timol e carvacrol, potencializando seus efeitos sobre homoláticas, como observado por Lambert et al. (2001).

A Figura 4 retrata a curva de pH mensurada na silagem durante a EA, onde é possível observar que o pH do controle se manteve maior em pelo menos 0,5 ponto ao longo das medições.

miolo VI Simposio.indd 216 11/04/2017 15:52:33

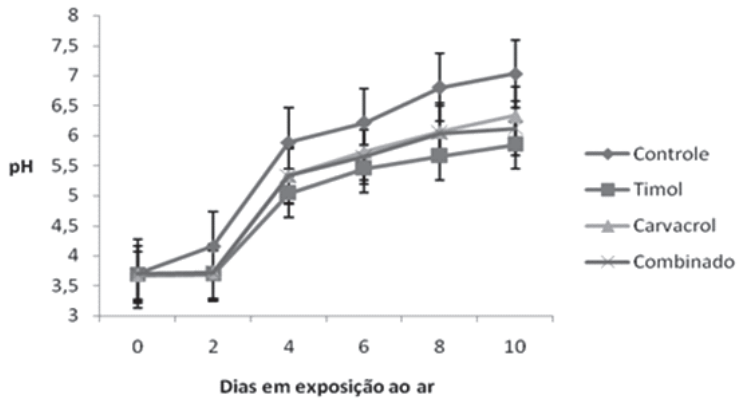


Figura 4. Valores de pH mensurados durante a estabilidade aeróbia das silagens de milho (Combinado – timol+carvacrol)

Fonte: Pereira (2016)

Os óleos podem ter sua ação maior sobre a conservação da silagem durante a exposição ao ar, apesar da não identificação de microrganismos durante a EA, eles podem ter sido eficientes em controlar o crescimento de microrganismos deterioradores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma grande diversidade de óleos essências, e estes apresentam uma gama de componentes, alguns com baixa ou nenhuma eficiência contra microrganismos, enquanto outros são potentes antimicrobianos.

O local e modo de ação da maior parte dos componentes dos óleos essenciais ainda não é bem conhecido, principalmente em leveduras.

Entretanto, o uso de óleos essenciais em silagens tem demonstrado bom potencial no controle de perdas causadas por microrganismos indesejáveis, além do que silagens aditivadas com óleos essenciais, quando fornecidas aos animais podem resultar em resultados positivos, como já constatado em estudos fornecendo óleos essenciais diretamente nas dietas.

Ainda que uma área da investigação bastante incipiente, os resultados observados até o momento são promissores em relação ao uso

miolo VI Simposio.indd 217 11/04/2017 15:52:33

dos óleos essenciais como aditivos para ensilagem. Muito ainda necessita ser estudado para que tal tecnologia possa ser aplicada no dia-a-dia do campo.

A definição dos melhores óleos essenciais ou suas misturas, dosificação, forma de administração e o entendimento do seu uso combinado com outros aditivos são alguns dos pontos e das perguntas que ainda precisariam ser melhor compreendidos.

Por fim, apenas após a determinação dos potenciais benefícios dos óleos essenciais durante o processo de ensilagem é que seria possível calcular com melhor precisão o retorno sobre o investimento de sua adoção, principalmente comparando-os com tecnologias de aditivos já existentes atualmente no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASZADEH, S. et al. Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. Journal de Mycologie Médicale/Journal of Medical Mycology, v. 24, n. 2, p. e51-e56, 2014.

AHMAD, A., KHAN,A.,AKHTAR,F.,YOUSUF, S., XESS,I.,KHAN,L.,AND MANZOOR,N. (2011). Fungicidal activity of thymol and carvacrol by disrupting ergos terol biosynthesis and membrane integrity against *Candida*. *Eur. J. Clin. Microbiol .Infect. Dis.* 30, 41–50.

AMARAL, R.C.; NUSSIO, L.G. Fungos e micotoxinas. In: Simpósio de Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 4. Maringá. Anais... Maringá: UEM, p.221-249, 2011.

ANGIONI, A., BARRA, A., CORONEO, V., DESSI, S., CABRAS, P., 2006. Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. stoechas essential oils from stem/leaves and flowers. J. Agric. Food Chem. 54, 4364–4370.

ANVISA. Regulamento técnico sobre aditivos aromatizantes. Resolução - RDC no 2. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. Brasil, 2007.

miolo VI Simposio.indd 218 11/04/2017 15:52:33

ÁVILA, C.L.S; BRAVO-MARTINS, C.E.C.; SCHWAN, R.F. Identification and characterization of yeasts in sugarcane silages. Journal of Applied Microbiology, v. 109, n.5, p. 1677-1686, 2010.

BAKKALI, F. et al. Antigenotoxic effects of three essential oils in diploid yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) after treatments with UVC radiation, 8-MOP plus UVA and MMS. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, v. 606, n. 1, p. 27-38, 2006.

BAKKALI. F, et al. Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Technology. .p. 446-475, 2008.

BASER, K. H.C.; BUCHBAUER, G. (Ed.). Handbook of essential oils: science, technology, and applications. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC. p. 585 2010.

BASSOLÉ IH, LAMIEN-MEDA A, BAYALA B, TIROGO S, FRANZ C, NOVAK J, NEBIÉ RC, DICKO MH. 2010. Composition and antimicrobial activities of Lippia multiflora Moldenke, Mentha x piperita L. and Ocimum basilicum L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination. Molecules 15 (11): 7825-7839.

BENCHAAR, C. et al. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. Journal of Dairy Science, v. 90, n. 2, p. 886-897, 2007.

BRAVO-MARTINS, E. C. Identificação de leveduras envolvidas no processo de ensilagem de cana-de-açúcar e utilização de extratos vegetais como seus inibidores. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, 2004

BURT S. Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods – a review. International Journal of Food Microbiology, *v.* 94, p.223-253, 2004.

BURT, S. Essential Oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. Int. J. Food Microbiol.94: 233-253, 2004.

miolo VI Simposio.indd 219 11/04/2017 15:52:33

BURT, S. et al. Inhibition of *Salmonella enterica* serotype Enteritidis on agar and raw chicken by carvacrol vapour. International journal of food microbiology, v. 119, n. 3, p. 346-350, 2007.

CABALLERO,B.,TRUGO,L.C.,and FINGLAS, P.M.(2003). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Amsterdam: Academic Press.

CALO, R. et al. Essential oils as antimicrobials in food systems–A review. Food Control, v. 54, p. 111-119, 2015.

CALSAMIGLIA, S. et al. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. Journal of dairy science, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. G. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. Journal Essentials Oil Research, [S.l.], v. 12, p. 630-649, 2000.

CHAVES, A.V.; BAAH, J.; WANG, Y.; MCALLISTER, T.; BENCHAAR, C. Effects of cinnamon leaf, oregano and sweet orange essential oils on fermentation and aerobic stability of barley silage. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 92, n. 4, p. 906-915, 2012.

COX, S.D. et al. The mode of antimicrobial action of essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). Journal. Appl. Microbiol. 88, 170–175, 2000.

CRISTANI, M., D'ARRIGO, M., MANDALARI, G., CASTELLI, F., SARPIETRO, M.G., MICIELI, D., VENUTI, V., BISIGNANO, G., SAIJA, A., TROMBETTA, D., 2007. Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: implications for their antimicrobial activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55, 6300–6308

CURTIS, O. F., K. S. HETTY, G. CASSAGNOL, and M. PELEG. 1996. Comparison of the inhibitory and lethal effects of synthetic versions of plant metabolites (anethole, carvacrol, eugenol, and thymol) on food spoilage yeast (*Debaromyces hansenii*). Food Biotechnol. 10:55–73.

DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology, Oxford, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.

miolo VI Simposio.indd 220 11/04/2017 15:52:33

FALCONE, P., B. SPERANZA, M. A. NOBILE, M. R. CORBO, and M. SINIGAGLIA. 2005. A study on the antimicrobial activity of thymol intended as a natural preservative. J. Food Prot. 68:1664–1670.

FOSKOLOS, A. et al. Effects of essential oil compounds addition on ryegrass silage protein degradation. Canadian Journal of Animal Science 10.1139/cjas-2015-0025, 2016.

FRANZ, C. et al. Essential oils and aromatic plants in animal feeding–a European perspective. A review. Flavour and Fragrance Journal, v. 25, n. 5, p. 327-340, 2010.

GHANNOUM, M.A., and RICE, L.B. (1999). Antifungal agents: mode of action, mechanisms of resistance, and correlation of these mechanisms with bacterial resistance. *Clin. Microbiol.Rev.* 12, 501–517.

GOMES NETO, N. J., et al.,*Pseudomonas aeruginosa* cells adapted to *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and 1,8-cineole acquire no direct and cross protection in a meat-based broth Food Research International 49 (2012) 143–146.

GUENTHER, E. 1948. The Essential Oils. D. Van Nostrand, New York. Disponível em: https://archive.org/stream/essentialoilsvol030201mbp#page/n25/mode/2up, acesso: em 01/05/2016.

HELANDER, M. et al. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. Journal of agricultural and food chemistry, v. 46, n. 9, p. 3590-3595, 1998.

HYLDGAARD, M.; MYGIND, T.; MEYER, R.L. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. Frontiers in Microbiology, v. 3, p. 1-24, 2012.

JUGLAL, S., R. GOVINDEN, and B. ODHAV. 2002. Spice oils for the control of co-occurring mycotoxin-producing fungi. J. Food Prot. 65:683– 687

JUVEN, B.J.; KANNER, J.; SCHVED, F.; WEISSLOWICZ, H. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. Journal of Applied Bacteriology, v. 76, p. 626–631. 1994.

miolo VI Simposio.indd 221 11/04/2017 15:52:33

KNOWLES, J., and S. ROLLER. 2001. Efficacy of chitosan, carvacrol, and a hydrogen peroxide-based biocide against foodborne microorganisms in suspension and adhered to stainless steel. J. Food Prot. 64:1542–1548.

KUNG Jr L, WILLIAMS P, SCHMIDT RJ and HU W, A blend of essential plant oils used as an additive to alter silage fermentation or used as a feed additive for lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 91:4793–4800 (2008).

KUNG Jr., L. Silage fermentation and additives. Science and Technology in the Feed Industry, v. 17, p. 145-159, 2001.

LAMBERT, R.J.W., SKANDAMIS, P.N., COOTE, P., NYCHAS, G.-J.E., 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. Journal of Applied Microbiology 91, 453–462.

LEE KW, EVERTS H, KAPPERT HJ. et al. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. British Poultry Science 2003; 44(3):450-457, 2003.

LUZ, I. S. et al. Evidence for lack of acquisition of vulgare l. essential oil and carvacrol to subinhibitory amounts of *Origanum typhimurium* atcc 14028 after exposure tolerance in Salmonella enterica serovar *Appl. Environ. Microbiol*, 78(14):5021, 2012 a.

LUZ, I. S. et al., Exposure of Listeria monocytogenes to sublethal amounts of Origanum vulgare L. essential oil or carvacrol in a food-based medium does not induce direct or cross protection. Food Research International 48, 667–672. 2012 b.

MASOTTI, V., JUTEAU, F., BESSIE` RE, J.M., VIANO, J., 2003. Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. J. Agric. Food Chem. 51, 7115–7121.

MCDONALD, P. et al. The biochemistry of silage. Marlow: Chalcombe Publications,1991.

miolo VI Simposio.indd 222 11/04/2017 15:52:33

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 183-191, 2010.

PAHLOW, G., R. E. MUCK, F. DRIEHUIS, S. J. W. H. OUDE ELFERINK, and S. F. SPOELSTRA. 2003. Microbiology of ensiling. Pages 31–94 in Silage Science and Technology. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. Am. Soc. Agron.,

PATRA, A. K.; YU, Z. Essential oils affect populations of some rumen bacteria in vitro as revealed by microarray (RumenBactArray) analysis. Frontiers in microbiology, v. 6, 2015.

PEREIRA, L.M. Uso de óleos essenciais como aditivos em silagens de milho (*Zea mays*) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 2016.

PEREIRA, M. et al. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 4, p. 731-738, 2006.

SCHMIDT, P.; SOUZA, M. C.; BACH, C. B. Uso estratégico de aditivos em silagens quando e como usar. In Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá. Anais Maringá: Nova Sthampa, 2014.p.243-264, 2014 .

SOYCAN-ÖNENÇ, S. et al. The Effect of Oregano and Cinnamon Essential Oils on Fermentation Quality and Aerobic Stability of Field Pea Silages. Asian-Australasian journal of animal sciences, v. 28, n. 9, p. 1281, 2015.

ULTEE, A.; KETS, E.P.W.; SMID, E.J. Mechanisms of action of carvacrol on the foodborne pathogen *Bacillus cereus*. Applied and Environmental Microbiology, Washington, v. 65, n. 10, p. 4606-4610, 1999.

WATERS, C.M.; BASSLER, B.L. Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria. Annu. Rev. Cell Dev. Biol., v. 21, p. 319-346, 2005.

WILLIAM, P.; LOSA, R. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. International Journal of Poultry Science, v.17, p.14–15, 2001.

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

miolo VI Simposio.indd 223 11/04/2017 15:52:33

miolo VI Simposio.indd 224 11/04/2017 15:52:33

SNAPLAGE – FONTE EXCLUSIVA DE AMIDO E FIBRA OBTIDA PELA ENSILAGEM OTIMIZADA DA ESPIGA DE MILHO

Willian Pereira dos Santos[1]
Pedro Augusto Ribeiro Salvo[1]
Luiz Gustavo Nussio[2]

1. INTRODUÇÃO

A prática de ensilagem de espigas de milho, conhecida atualmente como *Snaplage*, apesar de ser uma prática bem difundida em países como os Estados Unidos desde a década de 70, está se tornando comum entre pecuaristas brasileiros.

Um dos motivos é a vantagem de se combinar em um único alimento fonte de energia (amido dos grãos) e fonte de fibras (brácteas e sabugo). Além disso, talvez a novidade esteja em que a operação de produção desse ingrediente dietético em larga escala só foi possível devido aadaptações realizadas em colhedoras de forragem automotrizes e as plataformas de colheita de grãos de milho.

Além do benefício de se ter em um único alimento alto valor energético aliado a níveis, possivelmente, adequados de fibra para dietas de gado de corte em terminação, a confecção do *Snaplage* é de grande interesse por parte dos pecuaristas por envolver em uma única operação a colheita e processamento do grão e das porções fibrosas (sabugo e brácteas). Apesar das argumentações plausíveis apresentadas em favor do *Snaplage*, ainda não se dispõe na literaturade dados experimentais suficientes que comprovem a real eficiência operacional de colheita, assim como, o

[1] Doutorando Programa de Pós-Graduação Ciência Animal e Pastagens -USP-ESALQ
[2] Prof. Departamento de Zootecnia- USP-ESALQ.

miolo VI Simposio.indd 225 11/04/2017 15:52:33

melhor desempenho animal quando comparados com outras formas de conservação de grãos.

O texto que se segue tem o intuito de trazer informações sobre as diferenças entre os tipos de colheita de espiga, aspectos sobre o processo de colheita, o uso de aditivos para conservação e desempenho animal.

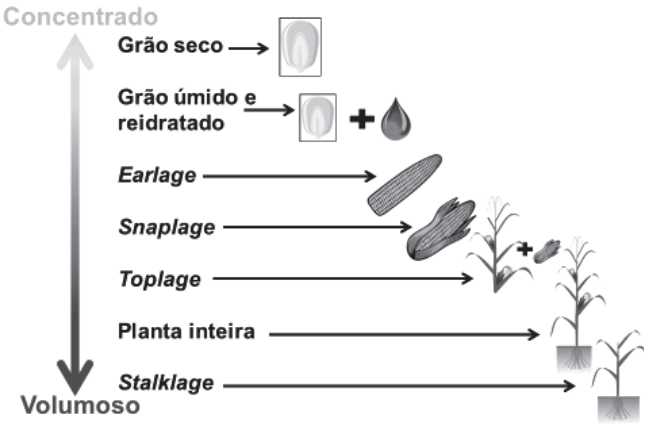


Figura 1. Estratégias de ensilagem de componentes da planta de milho

2. HIGH MOISTURE EAR CORN: *SNAPLAGE* E *EARLAGE*

Ainda existem algumas dificuldades relacionadas a compreensão da terminologia utilizadas no campo quando se fala em silagem de espiga. Fora do Brasil a silagem de espiga, em geral, se refere ao *High moisture ear corn*, que representa tanto o *Snaplage*, quanto o *Earlage*. Porém a diferença real entre o *Snaplage* e o *Earlage* está na presença das frações da espiga que cada um deles contém e também no tipo de equipamento utilizado para a colheita das espigas (Figura 2). O *Snaplage* é a silagem que é composta pelas frações de grãos, sabugo e palhas, colhidos em uma única operação que é representada por uma unidade automotriz com frente de colheita de espigas/grãos acoplada à uma unidade de processamento de forragem com rolos processadores. Na colheita do *Snaplage* deve-se atentar para algumas alterações fundamentais na regulagem da forrageira visando

miolo VI Simposio.indd 226 11/04/2017 15:52:33

atender o fluxo de material nos rolos de picagem e, também, adquirir kits de repicagem das palhas para se evitar a segregação das palhas na composição de rações completas.

Tabela 1 – Fracionamento das silagens de espiga *-High moisture ear corn*

	Snaplage	*Earlage*
Grãos de milho, %	75 - 80	84-90
Sabugo, %	10 - 15	10-16
Palha da espiga, %	5 - 10	0

Fonte: SWANSON, 2009

Por outro lado, o *Earlage* é composto apenas pelas frações grãos e sabugo e, geralmente, a colheita é conduzida exclusivamente por uma colhedora de espigas/grãos e, na sequência, exige uma segunda operação de transbordoe moagem na unidade móvel/estacionária. Na colheita do *Earlage* são necessárias algumas modificações na abertura da peneira, para aumentar a passagem de sabugos para a caixa de armazenamento, assim como, existe a alteração na velocidade do rotor, para permitir a retenção do sabugo picado junto aos grãos de milho antecedendo a moagem.

No momento da colheita tanto para *Snaplage* quanto para *Earlage* o grão de milho já atingiu a maturidade fisiológica, não havendo mais ganhos líquidos em produtividade de grãos no campo. A umidade do grão nessa fase oscila entre 28 e 40 %. Em ambas as formas de silagens o grão compõe a maior parte da massa e por este motivo será o principal componente a influenciar o teor de matéria seca do produto final.

Pequenas diferenças na umidade são encontradas quando se compara *Snaplage* com o *Earlage*. Geralmente, o *Snaplage* apresenta cinco unidades percentuais a mais de umidade quando comparado ao *Earlage* (Figuras 3 e 4), o que, em geral, se deve a presença das palhas, que no momento da ensilagem possui umidade em torno de 50% e, representa 10% da massa total em peso. É importante que o material apresente umidade acima de 30% para que asinterações microbianas na fermentação

miolo VI Simposio.indd 227 11/04/2017 15:52:34

no silo favoreçam aumentos na digestão do amido quando fornecido ao animal (Benton et al., 2005). Não é relatado na literatura diferença na digestibilidade do amido quando comparado *Snaplage* e *Earlage* confeccionados sobre mesmas condições de umidade, armazenamento e processamento do grão. Trabalhos recentes em curso demonstram vantagem para a digestão de amido do *Snaplage* em relação a silagem de grãos úmidos e, ao menos em parte, esse fato tem sido atribuído à população microbiana associada às frações fibrosas (sabugo/brácteas). As observações recentes sugerem que as frações fibrosas podem contribuir com diversidade e contagens microbianas que poderão enriquecer o padrão de fermentação da fração de amido dos grãos. As informações sobre a abundância microbiana relativa de sabugo e brácteas já haviam sido reportadas por Jobim et al. (1999), identificando aumento das populações relativas de fungos e leveduras em silagens de espigas quando comparada à silagem de grãos úmidos exclusivos.

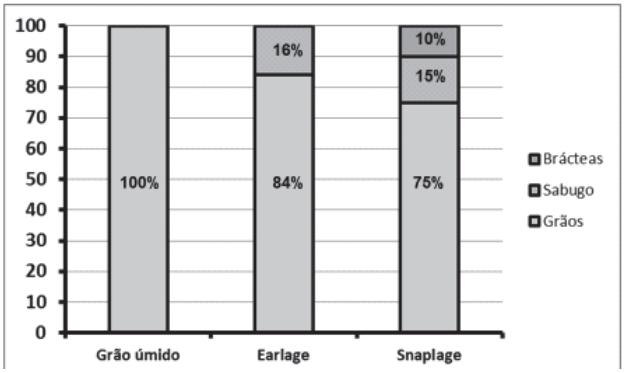


Figura 2. Principais componentes morfológicos das silagens de *Earlage* e *Snaplage* comparadas à silagem de grãos úmidos de milho.

Fonte: Swanson, 2009

Os ganhos relativos do ponto vista nutricional com a confecção de silagem de grãos úmidos (90,4% NDT) em relação aos grãos secos moídos (82% NDT) revelam o potencial de ganho qualitativo na fração de amido (Figura 4). A produção de *Snaplage,* entretanto, se apresenta como forma

miolo VI Simposio.indd 228 11/04/2017 15:52:34

interessante de produção de ingrediente com valor nutricional semelhante (81,8% NDT) ao grão seco, contendo 22% FDN o que poderia atender as exigências de animais em terminação, com a vantagem da colheita de cerca de 25% mais massa por hectare (sabugo e palha) (Figura 2).

Fração da planta	Umidade (%)	DIVMS (%)
Colmo	76	50
Folha	57	68
Bráctea	55	70
Sabugo	57	56
Grão	35	82

Adaptado de Zopollato, 2007 e Mahanna, 2008

Figura 3. Teor de umidade típico dos componentes morfológicos da planta de milho no momento da ensilagem de grãos

	MS, %	FDN, %	DFDN, %	NDT, %	Elg, (Mcal/kg)
Milho grão seco	88,1	9,5	52,7	82,0	1,35
Milho grão úmido	71,8	10,3	54,2	90,4	1,55
Earlage	67,1	18,0	58,1	87,0	1,47
Snaplage	62,5	22,2	57,8	81,8	1,34
Silagem de milho planta inteira	35,1	45,0	59,8	68,7	0,99

Figura 4. Estimativa de valor nutricional comparativo de *Snaplage* e *Earlage*às opções convencionais de silagem de planta inteira ou silagem de grãos úmidos de milho

Fonte: Hudson, 2012

miolo VI Simposio.indd 229 11/04/2017 15:52:34

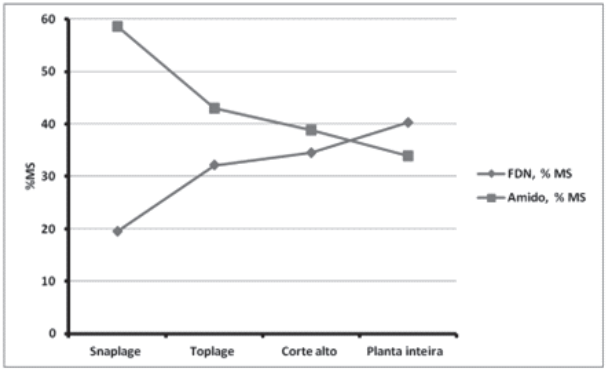


Figura 5. Alternância das presenças de amido e FDN de acordo com a composição relativa das silagens de *Snaplage* e de planta inteira

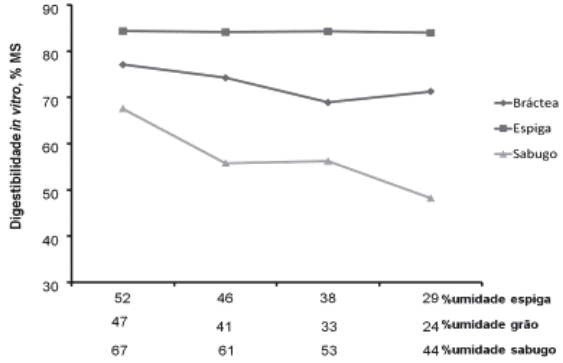


Figura 6. Evolução na queda da digestibilidade das frações de brácteas e sabugo da espiga de milho.
Fonte: Soderlund et al., 2006

3. USO DE ADITIVOS

Assim como em qualquer silagem com alto teor de matéria seca (baixo teor de umidade), faz-se necessário o uso de aditivos químicos e ou biológicos, para otimizar a fermentação reduzida dessas silagens e, também para aumentar a estabilidade do material após a abertura dos silos. Além disso, no trabalho realizado por Junges et al. (2015) (Figura 7) mostrou que aproximadamente 60% da proteólise que acontece em silagens de

miolo VI Simposio.indd 230 11/04/2017 15:52:34

grãos úmidos de milho, a fim de aumentar a digestibilidade do amido, é resultante da ação de bactérias.

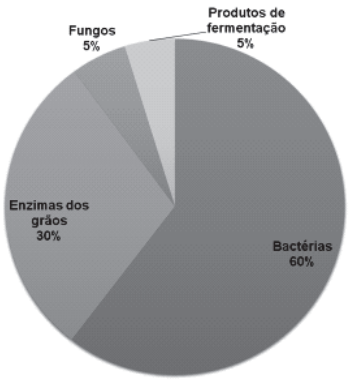


Figura 7. Participação relativa microbiana no processo de proteólise de prolaminas em silagens de grãos de úmidos

Fonte: Junges et al., 2015

Sendo assim, é necessário usar estratégias que otimizem o crescimento da população microbiana.Lynch et al. (2012) utilizaram silagem de grão de milho colhida como *Earlage* (grão e sabugo), inoculadas com *Lactobacillus plantarum e Lactobacillus buchneri*, para avaliar o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia. Estes autores demonstraram que com o aumento do período de armazenamento (130d) a inoculação com *L. buchneri* aumentou a produção de ácido acético, e consequentemente, aumentou a estabilidade aeróbia em 56%. O aumento na estabilidade aeróbia após abertura do silo reflete em menor perda de matéria seca, isto é, garante a preservação dos nutrientes no material.

4. DESEMPENHO DE ANIMAIS

O interesse atual em silagens de espiga é devido a adaptações tecnológicas recentes nas colhedoras automotrizes que proporcionaram maior eficiência de colheita e processamento de forma simultânea.

miolo VI Simposio.indd 231 11/04/2017 15:52:34

Portanto os dados na literatura relacionados a desempenho de animais ainda são escassos. Akins e Shaver (2014) compararam a resposta de vacas leiteiras alimentadas com *Snaplage* vs. silagem de grão úmido na inclusão de 25 % da dieta (base na MS) e observaram aumento na eficiência alimentar em 7,5 % em favor do *Snaplage*. Entretanto, as silagens de *Snaplage* eram 10 unidades percentuais mais úmidasem relação à silagem de grão úmido. Esta diferença na umidade pode ter resultado em maior digestibilidade do amido nas silagens de *Snaplage* que poderia justificar o desempenho observado para os animais.

Os trabalhos realizados por Fellner et al. (2001) e Phillip e Fellner (1992) avaliaram o uso aditivos em *Snaplage* no desempenho de novilhos, sendo que o *Snaplage* foi utilizado como fonte de amido e fibra.Experimentos utilizando *Snaplage* como fonte exclusiva de amido e fibra comparados a dietas tradicionais usando grão úmido mais fonte de forragem para atender as exigências de fibra do animal ainda não foram reportados. Apesar da ausência de estudos relacionados ao desempenho de animais, o interesse dos pecuaristas pela utilização de *Snaplage* se dá pelo fato dos ganhos operacionais no manejo de colheita, fornecimento e também no menor custo alimentar das dietas (Tabela 2).

miolo VI Simposio.indd 232 11/04/2017 15:52:34

Tabela 2 – Simulação de desempenho de animais: Bovinos de corte alimentados com *Snaplage* como fonte exclusiva de carboidrato fibroso e não fibroso *vs.* grão úmido mais silagem de milho como fonte de forragem.

	Snaplage	Grão úmido
MS dieta, % da MN	61.0	60.0
PB	13.7	14.2
FDN	21.7	19.3
EE	3.2	3.5
Cinzas	4.1	4.6
CNF	57.3	58.4
EMg, kg/d	1.37	1.38
CMS, kg/d	8.8	8.8
GMD, kg/d	1.36	1.36
Custo alimentar, R$/d	6.84	7.22
Custo/kg MS, R$	0.77	0.82
Custo alimentar/ @	75.44	79.63

*Snaplage=450,00 R$ Ton; Grão úmido=560,00 R$ Ton. Estimativa de produtividade de Snaplage (10,0 ton/ha) e de Grão úmido (8,0 Ton/ha).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINS, M. S., SHAVER, R.D. 2014. Effect of corn Snaplage on lactation performance by dairy cows. The Professional Animal Scientist, v. 30, p. 86–92.

BENTON, J. R., KLOPFESTEIN, T.J AND ERICKSON, G. E. 2005. Effect of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility an rumen degradable protein. Nebraska Beef Report v. 1, p. 31–33.

FELLNER, V., PHILLIP, L. E., SEBASTIAN, S., IDZIAKI, E. S. 2001. Effects of a bacterial inoculant and propionic acid on preservation of high-moisture ear corn, and on rumen fermentation, digestion and growth performance of beef cattle. Canadian Journal of Animal Science.

miolo VI Simposio.indd 233 11/04/2017 15:52:34

HUDSON,D. 2012. Is snaplage a good fit for dairy farmers in the northeast? University of Vermont Extension Agronomators, Aug 2012 (www.agronomators.wordpress.com)

JOBIM, C.; REIS, R.A; SCHOKEN-ITURRINO, R.P; ROSA, B, 1999. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos e de espigas de milho sem brácteas. Acta Scientiarum 21(3): 671-676

JUNGES, D.; MORAES, G. ; DANIEL, J.L.P. ; SPOTO, M. H. F. ; NUSSIO, L.G. . Contribution of proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. In: XV InternationalSilageConference, 2015, Piracicaba. XV InternationalSilageConference. São Pedro: Riopedrense, 2015. v. 1. p. 566-567.

LYNCH, J. P., O'KIELY, P., WATERS, S. M., DOYLE, E. M. 2012. Conservation characteristics of corn ears and stover ensiled with the addition of *Lactobacillus plantarum* MTD-1, *Lactobacillus plantarum* 30114, or *Lactobacillus buchneri* 11A44. Journal of Dairy Science. v. 95, p. 2070 – 2080.

MAHANNA, B. 2008. Bottom line: Renewed interest in snaplage displayed. Feedstuffs. 80(50), Dec. 8, 2008. The Miller Publ. Co., Bloomington, MN.

SODERLUND, S.D., J. UHRIG, B. CURRAN AND L. NUZBACK. 2006. Pioneer Nutritional Insights — Influence of maturity on the yield and nutritional quality of four Pioneer hybrids harvested as high-moisture ear corn. Availablebyrequestfrom steve.soderlund@pioneer.com.

SWANSON, K. 2009. Harvesting and feeding high moisture corn, ear corn and Snaplage. Beef Tech-Line, p 1-2.

ZOPOLLATTO, M, NUSSIO, L. G, MARI, L. J, SCHMIDT, P, DUARTE, A.P., & MOURÃO, G. B. (2009). Alterações na composição morfológica em função do estádio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *38*(3), 452-461. https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000300008

miolo VI Simposio.indd 234 11/04/2017 15:52:35