

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E VALOR
NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE SORGO PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM

Autora: Sheilla Davoglio de Moraes
Orientador: Dr. Clóves Cabreira Jobim

MARINGÁ
Estado do Paraná
Dezembro – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E VALOR
NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE SORGO PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM

Autora: Sheilla Davoglio de Moraes
Orientador: Dr. Clóves Cabreira Jobim

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Pastagens e Forragicultura.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Dezembro – 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M827 Moraes, Sheilla Davoglio de
Produção de massa de forragem e valor nutricional
de híbridos de sorgo para produção de silagem /
Sheilla Davoglio de Moraes. -- Maringá: [s.n.], 2011.
43 f.

Orientador: Prof° Dr° Clóves Cabreira Jobim.
Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá.

1. Silagem 2. Silagem - Nutrição animal. 2. Silagem
- Estabilidade aeróbia. 3. Silagem - Fermentação. 4.
Sorgo - Silagem - Valor nutritivo. 5. Digestibilidade
de nutrientes. I. TÍTULO

CDD 21. ed. 636.0862



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E VALOR
NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE SORGO PARA
PRODUÇÃO DE SILAGEM**

Autora: Sheilla Davoglio de Moraes
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Pastagem e
Forragicultura

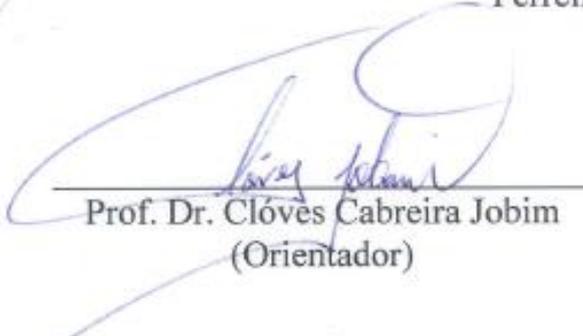
APROVADA em 09 de dezembro de 2011.



Prof. Dr. Ulysses Cecato



Prof. Dr. Leandro das Dores
Ferreira da Silva



Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
(Orientador)

Lembre-se das minhas palavras e nunca as esqueça.
Faça o que eu digo e você viverá.
Procure conseguir sabedoria e compreensão.
Não esqueça, nem se afaste do que eu digo.
Não abandone a sabedoria, e ela protegerá você.
Ame-a, e ela lhe dará segurança.
Para ter sabedoria, é preciso primeiro pagar o seu preço.
Use tudo o que você tem para conseguir a compreensão.
Ame a sabedoria, e ela o tornará importante, abrace-a e você será respeitado.
A sabedoria será para você um enfeite, como se fosse uma linda coroa.

Provérbios 3, 4-9.

Ao Senhor meu Deus, que renova minhas forças e me guia por caminhos certos, como Ele mesmo prometeu.

OFEREÇO

Á minha mãe, Norma Noely Davoglio, principal responsável por essa conquista.

Á minha irmã, Francielle Moraes, por ter me dado um dos presentes mais nobres que são meus sobrinhos, Gabrielle, Caroline e Arthur.

Aos meus nonos, Ari Julio Davoglio e Verônica Sardi Davoglio, que já partiram, mas me ensinaram valores inestimáveis, essenciais á minha criação.

Á minha família que sempre me acolheu com muito cuidado e amor, torcendo por mim em todos os momentos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é o motivo de minha existência e conquistas.

À minha família que é o alicerce da minha vida.

À Universidade Estadual de Maringá, por possibilitar minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudos.

A Monsanto, empresa que disponibilizou as cultivares para realização dessa pesquisa.

Ao Professor Dr. Clóves Cabreira Jobim, pelo incentivo, orientação, dedicação, ensinamentos, amizade, confiança e paciência. Um mestre que em muitos momentos assumiu o papel de pai, dando-me grandes puxões de orelha.

À Professora Dr^a. Eliane Gasparino, pelo exemplo de mestre, mãe, e esposa. Um grande exemplo a ser seguido.

A todos os Professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e amizade.

Aos amigos do Grupo de estudos em Fenos e Silagens: Fabiany Marquardt, Carlos Ferreira Neto, Helio Gremes Pereira Junior, José Luis Soriani Filho, Michele Simili da Silva, Ana Maria Kruger, por me ajudarem na realização desta pesquisa, sem a qual eu não teria conseguido realizar.

Aos amigos de Maringá - Ana Paula, Vanessa, Ana Maria, Julienne, Ana Claudia, Leiliane, Mario, Armino, Vinicius, Tulio, Baiano, Fabricio, Mileni, Cleuza, Tati, Tata, Mirian, Marcelo, pela nossa amizade, conselhos e ajuda nos momentos difíceis e também nas horas boas de confraternizações. E como eram boas as confraternizações...

À minha amiga, Jozi, por sua dedicação com a nossa amizade e à minha amiga, Juliana, que sempre torceu por mim.

À minha “best friend”, Lucimar Medeiros, por passar dias e noites ensinando-me Inglês, sempre acompanhados de muita oração, risadas e um delicioso queijo com goiabada.

Aos funcionários José Carlos, Vicente, Antonio e Vilmar (Fazenda Experimental de Iguatemi), Cleusa e Cleuza (Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal), pela colaboração para a realização do trabalho.

À Vitamais, empresa pela qual trabalho em Rondônia, onde tenho aprendido na prática a ser Zootecnista.

Ao meu patrão, Hugo Santana, pela compreensão em me liberar para as viagens até Maringá e acreditar no meu trabalho.

Ao Consultor da Vitamais, Dr. Daniel de Sousa, por sempre me atender mesmo que tarde da noite para tirar minhas dúvidas em relação à dissertação.

OBRIGADA!

BIOGRAFIA

SHELLA DAVOGLIO DE MORAES, filha de Norma Noeli Davoglio e Nereu Leandro de Moraes, nasceu em Ji-Paraná, Rondônia, no dia 11 de outubro de 1984.

Em dezembro de 2008, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2009, iniciou os estudos no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração: Pastagens e Forragicultura, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos aplicados nas áreas de Conservação de Forragens e Manejo de Pastagens.

Em fevereiro de 2011, foi contratada pela empresa de Nutrição Animal, Vitamais, onde exerce a função de Supervisora Comercial.

No dia 9 de dezembro de 2011, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
I – INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 O processo de ensilagem	2
1.2 Principais culturas para ensilagem	2
1.2.1 Milho (<i>Zea mays</i>)	2
1.2.2 Sorgo (<i>Sorghum ssp.</i>)	4
1.3 Importância do estudo da digestibilidade das silagens	6
1.4 Estabilidade aeróbia das silagens	7
Referências	10
II – OBJETIVOS GERAIS	12
III – PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE HÍBRIDOS DE SORGO E DE MILHO PARA SILAGEM	13
Resumo	13
Abstract	14
Introdução	15
Material e Métodos	16
Resultados e Discussão	18
Conclusões	24
Referências	26
IV – ESTABILIDADE AERÓBIA E DIGESTIBILIDADE DE SILAGENS DE MILHO E DE SORGO EM OVINOS	28
Resumo	28
Abstract	29

Introdução	30
Material e Métodos	31
Resultados e Discussão	35
Conclusões	40
Referências	41

LISTA DE TABELAS

	Página
III – Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem	
Tabela 1	18
Produção de massa de forragem verde (MV), massa de forragem seca (MS), folhas, colmos, panícula e espiga de milho e sorgo colhidos para ensilagem	
Tabela 2	20
Razão folha/colmo e percentagem de panículas em sorgos colhidos para ensilagem	
Tabela 3	21
Composição química (% na MS) das plantas no momento da ensilagem	
Tabela 4	23
Composição química (% na MS) das folhas no momento da ensilagem	
Tabela 5	24
Composição química (% da MS) das partículas no momento da ensilagem	
IV – Estabilidade aeróbia e digestibilidade de silagens de milho e de sorgo em ovinos	
Tabela 1	32
Composição química do solo da área experimental (0-20 cm de profundidade)	
Tabela 2	33
Composição química (% da MS) das silagens	
Tabela 3	35
Digestibilidade da matéria seca (DGMS), da matéria orgânica (DGMO), da proteína bruta (DGPB), da fibra em detergente neutro (DGFDN), do extrato etéreo (DGEE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas contendo silagens de milho ou de sorgo + farelo de soja + sal mineral	
Tabela 4	37
Valores de pH das silagens em função dos dias de exposição ao ar	

LISTA DE FIGURAS

	Página
III – Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem	
Figura 1 Dados climáticos observados durante o período experimental (março de 2008 a março de 2009	16
IV – Estabilidade aeróbia e digestibilidade de silagens de milho e de sorgo em ovinos	
Figura 1 Comportamento da temperatura das silagens em função dos dias de exposição ao ar	38

I – INTRODUÇÃO GERAL

Dentre os diversos sistemas de alimentação do rebanho, o mais econômico é a utilização de forrageiras por meio do pastejo. Entretanto, pelas condições climáticas, a disponibilidade de plantas forrageiras ao longo do ano é irregular, ocorrendo escassez de forragem na pastagem durante a seca.

Para que a produção não diminua durante a época seca, é necessário que a pastagem seja suplementada com outros alimentos volumosos. Uma das alternativas para isso é fazer o uso de silagem durante o período seco, proporcionando uma estratégia operacional e nutricional dentro da propriedade para a alimentação do rebanho.

Não se tem ideia exata da introdução da ensilagem no Brasil, mas é bem provável que já no fim do século XIX inicia-se a utilização de silagem (Faria, 1993). Apesar de antiga e bem estudada, a ensilagem tem sido frequentemente utilizada de forma inadequada. Problemas relacionados à não-aplicação de tecnologias apropriadas têm levado os produtores a considerarem a técnica onerosa e difícil.

A tecnologia de ensilagem é vista como uma alternativa promissora visto que, o retorno obtido com a manutenção da produção de carne e leite durante épocas de restrição de forragens, permite armazenar grande quantidade de alimento (matéria seca) em espaço reduzido, permite maior potencial de produção de matéria seca e de energia por unidade de área, além de proporcionar a manutenção da rentabilidade da atividade.

A produção de silagem pode ser realizada de acordo com a necessidade e ou a finalidade do produtor, podendo ser a silagem feita com a planta inteira, ou com o grão úmido. Na silagem de planta inteira recomenda-se que a cultura seja cortada entre 20 e 50 cm acima do nível do solo. Este tipo de silagem, de acordo com Klepin (2001), tem como objetivo armazenar uma forragem de elevada qualidade, sendo assim é interessante que se dê preferência a híbridos modernos e de alta produtividade.

Para o desempenho desejável dos animais, há a necessidade de uma alimentação de boa qualidade. O uso de ensilagens para a alimentação de animais nos períodos de

carência de pastagens, bem como para a engorda de animais, tem se tornado prática comum entre os pecuaristas. O milho (*Zea mays* L.) é a espécie forrageira mais utilizada para esta finalidade. Entretanto, outras culturas, por se adaptarem às condições climáticas e de solo menos favoráveis, têm sido recomendadas, como o sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench). As culturas de milho e de sorgo apresentam-se como as mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, alto rendimento e por possuírem características desejáveis à fermentação, tais como: adequado teor de matéria seca, baixo poder tampão e suficiente quantidade de carboidratos solúveis, o que exclui a necessidade de aplicação de aditivos para estimular a fermentação.

1.1 O processo de ensilagem

Gramíneas e outros vegetais, com teores de água suficientemente altos e sujeitos a deterioração por microrganismos aeróbios, podem ser preservados com a ensilagem. Ensilagem é um método de preservação de forragens baseado em fermentações acidoláticas espontâneas sobre condições anaeróbias, onde as bactérias lácticas fermentam os carboidratos solúveis, produzindo principalmente ácido lático. Pela produção deste ácido, o pH do material ensilado decresce e microrganismos responsáveis pela deterioração da silagem são inibidos (Oude Elferink et al., 2000). Segundo Woolford (1990), estes microrganismos são inibidos pelo efeito dos ácidos produzidos durante a fermentação, pela pressão osmótica elevada e pela ausência de oxigênio.

A conservação de forragens como silagem envolve um complexo processo bioquímico e microbiológico, da colheita até sua utilização na alimentação animal. A forragem ensilada e conservada por meio de fermentações pode ser dividida, segundo Oude Elferink et al.(2000), em quatro fases: a) fase aeróbia, b) fase de fermentação ativa, c) fase estável e d) fase de utilização. O contato com o oxigênio é complexo e se torna inevitável durante algumas destas fases.

1.2 Principais culturas para ensilagem

1.2.1 Milho (*Zea mays*)

O milho é cada vez mais recomendado, entre as várias plantas que se prestam à produção de silagem, como a cultura de maior expressão no Brasil (Oliveira et al.,

2007), pelas suas características de alto rendimento de massa verde por hectare, boa qualidade, relativa facilidade de fermentação no silo, além de boa aceitação por parte dos animais.

Tradicionalmente, o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho, pela sua composição bromatológica, preenchendo os requisitos para produção de uma boa silagem, como teor de matéria seca entre 30% a 35%, e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar uma boa fermentação microbiana. Apesar da silagem de milho ser suficientemente conhecida, ainda convive-se com conceitos distorcidos que são aplicados na escolha das cultivares, aos tratos culturais, e durante a ensilagem, em que a qualidade do produto final não é priorizada.

A cultivar de milho indicada para silagem, durante muito tempo, era aquela que produzia maior quantidade de MS por hectare. Posteriormente, passou-se a considerar também a produção de grãos, sendo este, atualmente, o critério utilizado pelas companhias produtoras de semente para divulgar seus materiais para silagem.

Avaliando a influência da fração fibrosa da planta, nas diferentes cultivares de milho, na produção de MS por hectare e na digestibilidade “in situ” das diferentes frações da planta, Nussio (1997) constatou que a escolha de híbridos, para produção de silagem, baseada principalmente na produção de MS deve ser revista, em virtude da diversidade do potencial de produção dos materiais disponíveis e da grande dispersão entre variáveis agronômicas e qualitativas.

Para a silagem de milho assumir sua função de recurso forrageiro de alto valor nutritivo, deve apresentar elevada proporção de grãos, da ordem de 40 a 50% da MS total da planta (Nussio, 1993), pois silagens produzidas a partir de materiais com maior teor de carboidratos solúveis apresentam pH mais baixo, maior presença de ácido lático e menores proporções de ácido butírico e de nitrogênio amoniacal, atestando melhor conservação (Wilson & Wilkins, 1973). Desta forma, Restle et al. (2002) confirmam essa condição quando afirmam que a produção de silagem de alta qualidade depende da composição física das estruturas anatômicas da planta de milho, devendo apresentar em torno de 60 a 65% de espigas, o que define a participação em torno de 45% de grãos no material ensilado.

O milho é recomendado pelas suas características de qualidade, facilidade de fermentação no silo e boa aceitação pelos animais, refletindo-se em bons rendimentos (Oliveira et al., 2007). A correta aplicação das técnicas de ensilagem resulta num

adequado processo fermentativo com manutenção do valor nutritivo da massa ensilada até o fornecimento aos animais, tornando-se uma prática eficiente e rentável.

1.2.2 Sorgo (*Sorghum ssp.*)

Seguindo o milho, vem a planta de sorgo, como a segunda mais adequada ao processo de ensilagem, mostrando composição química bastante semelhante à do milho. O sorgo é uma cultura que possui maior resistência à deficiência hídrica quando comparada à cultura do milho. Há no mercado, basicamente, três tipos de sorgo: granífero, de duplo propósito e forrageiro. Embora todos os tipos produzam boas silagens, os materiais de duplo propósito são os mais adequados ao processo. Tais sorgos são assim denominados porque atendem tanto a produção de grãos como a produção de forragem para ensilagem. Geralmente, são de porte inferior aos sorgos forrageiros e apresentam maior proporção de grãos em relação aos graníferos.

Produzem silagens com excelente valor nutritivo em razão da presença de grãos, porém, a produção de massa verde é baixa, (cerca de 30 t/ha) e os forrageiros (são plantas de porte alto, acima de 2,70 m de altura, o que confere a estas cultivares alto potencial de produção de massa verde. Várias empresas estão produzindo híbridos e variedades adaptadas às diversas condições brasileiras. Embora produza maior quantidade de matéria seca/ha, o sorgo forrageiro gera silagem de menor valor nutritivo que os de duplo propósito, que são sorgos de alta qualidade. Estes produzem silagem com qualidade comparável ao de milho. São híbridos de porte médio, com plantas que variam de 2,00 a 2,30 m de altura.

O uso de sorgo para silagem se justifica pelas suas características agronômicas, como alta produção de forragem, maior tolerância à seca e ao calor, capacidade de explorar maior volume de solo, por apresentar um sistema radicular abundante e profundo; pela possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que podem atingir até 60% ou mais do primeiro corte, quando submetido ao manejo adequado.

A produção de silagem de boa qualidade inicia-se pela escolha do híbrido e esta escolha deve ser embasada em informações relativas às características agronômicas e qualitativas. Há disponibilidade de híbridos de sorgo no mercado para se adaptar às diferentes regiões, sendo que numa mesma região tem-se a opção de escolha em função do ciclo, resistência e produtividade. Outra observação deve ser quanto à produção de grãos, pois quanto mais grãos na silagem, maior será o percentual de Nutrientes

Digestíveis Totais (NDT) que é o teor de energia da silagem. O conveniente é fazer a escolha de acordo com o maior número de características desejáveis tais como ciclo, porte, participação de grãos, digestibilidade e teor de fibra, sanidade foliar, resistência a doenças e ao tombamento.

De acordo com Ribas (2008), o sorgo é cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica. Embora de origem tropical, o sorgo é cultivado em latitudes de até 45° Norte ou 45° Sul, e isso só foi possível graças aos trabalhos dos melhoristas de plantas, que desenvolveram cultivares com adaptação fora da zona tropical.

O sorgo é cultivado principalmente onde a precipitação anual se situa entre 375 e 625 mm ou onde esteja disponível irrigação suplementar. É, entre as espécies alimentares, uma das mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação. Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; como matéria-prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; o uso de suas panículas para produção de vassouras; extração de açúcar de seus colmos; até as inúmeras aplicações de sua forragem na alimentação de ruminantes (Ribas, 2008).

O sorgo granífero é o que tem maior expressão econômica e está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás do arroz, trigo, milho e cevada. A área total cultivada com sorgo granífero é de cerca de 37 milhões de ha, e deste total a Ásia e a África participam com 82%. No entanto, a maior produção e produtividade estão na América do Norte. Estados Unidos e México produzem 34% da produção mundial. Entre os maiores produtores de grãos de sorgo do mundo, a Índia detém a maior área plantada, com cerca de 11 milhões de ha. Mas, os Estados Unidos lideram a produção mundial, com quase 14 milhões de toneladas numa área com pouco mais de 3 milhões de ha. Na América do Sul, a Argentina é o maior produtor, seguido pelo Brasil. A produção brasileira está crescendo rapidamente e poderá, ainda nesta década, se igualar ou superar a posição da Argentina no Continente (Ribas, 2008).

Agronomicamente, os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta; vassoura. O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades) adaptados à colheita mecânica. O segundo grupo inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo,

corte verde, fenação e cobertura morta (variedades de capim sudão ou híbridos interespecíficos de *Sorghumbicolor* x *Sorghum sudanense*). O quarto grupo inclui tipos de cujas panículas são confeccionadas para vassouras (Ribas, 2008).

Cultivares diferem pela altura de plantas, quantidades de colmo, folhas e panículas, o que reflete na produtividade, composição bromatológica e valor nutritivo. O sorgo granífero que é cultivado para produção de grãos possui porte baixo. Quando usado para silagem, a produção de massa verde é baixa. As cultivares forrageiras possuem porte de 2 a 3 m de altura e são adaptadas para corte verde e produção de silagem, apresentando alto rendimento de massa verde. Os híbridos de duplo propósito possuem porte médio, de 2,0 a 2,5 m, utilizados para grãos e forragem, alta produção de massa verde e grãos que conferem alta qualidade da silagem (Coelho, 1979). À capacidade de rebrote do sorgo é uma característica vantajosa. Fatores de manejo da cultura afetam o perfilhamento, como a população de plantas. Quanto menor a população, maior a possibilidade de perfilhamento. Em dias curtos e temperaturas mais baixas ocorre aumento no perfilhamento das plantas. Quaisquer danos no ponto de crescimento da planta podem levar a acelerar o processo de perfilhamento, danos estes que podem ser causados por insetos, estresse severo de água ou temperatura (Magalhães et al., 2003).

1.3 Importância do estudo da digestibilidade das silagens

É importante, além do conhecimento da composição bromatológica do alimento fornecido, o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, a qual é obtida por meio do estudo da digestão. Os coeficientes de digestibilidade fazem referência à fração de um determinado alimento da dieta, que desaparece durante sua passagem pelo trato digestório. Supõe-se, assim, que o processo de absorção também faz parte da determinação do valor nutritivo do alimento consumido (Leite et al., 2006).

Silva et al. (1999) sugerem que a digestibilidade da porção volumosa deve ser avaliada quando se pretende determinar a qualidade do material ensilado.

Silva et al.(1999) relatou que pesquisas realizadas pela Pioneer dos Estados Unidos encontraram dois híbridos com a mesma produção de silagem, diferindo 15% quanto à digestibilidade da fração volumosa. Quando essas silagens foram oferecidas a bovinos em crescimento, compondo 65% da dieta, o híbrido mais digestível resultou em uma melhora de 11% na eficiência alimentar e 7% no ganho de peso médio diário.

Os efeitos da utilização de diferentes silagens sobre o desempenho dos animais dependem da qualidade da silagem e da disponibilidade de nutrientes. Segundo Roston & Andrade (1992), os valores de digestibilidade da energia e da proteína de uma forragem são os principais parâmetros para avaliação do seu valor nutritivo.

Segundo Owens (2005), a digestibilidade representa a fração do alimento degradada no trato digestivo e a fração indigestível, excretada sob a forma de fezes. Pode-se determinar a digestibilidade da dieta total (digestibilidade da matéria seca) e de frações da dieta ou nutrientes isolados (digestibilidade da matéria orgânica, FDA, FDN, proteínas, minerais, aminoácidos), pelos métodos como digestibilidade “in vivo”, digestibilidade “in vitro” e digestibilidade “in situ”. A digestibilidade “in vivo” é determinada diretamente nos animais fornecendo-se uma dieta conhecida, pesando ou estimando os dejetos e calculando a porcentagem digerida por diferença entre o ingerido e o excretado pelo animal. Já a digestibilidade “in vitro” simula, em condições laboratoriais, a digestibilidade “in vivo”. A digestibilidade “in situ” é estimada em animais canulados, incubando-se amostras do alimento em pequenos sacos de poliéster, diretamente no rúmex do animal.

Segundo Cabral et al. (2002), maior participação de grãos na silagem resulta em maior digestibilidade da mesma, compensando a menor digestibilidade da fração fibrosa.

Os principais fatores responsáveis pela conversão de forragem em produção animal são: a ingestão de energia, a digestibilidade dessa energia e a eficiência de conversão da energia digestível (Waldo & Jorgensen, 1980).

Diversos autores demonstraram que a produção e a qualidade não são variáveis antagônicas, e afirmaram que se considerando o retorno econômico da propriedade agrícola, um híbrido de alta qualidade com baixa produção é superior a um híbrido com alta produção e baixa qualidade.

1.4 Estabilidade aeróbia das silagens

Estabilidade aeróbia é um termo usado para definir a resistência que a massa ensilada oferece à deterioração após ser exposta ao ar (Kung Jr., 2008). A fase de deterioração aeróbia se inicia no momento em que o silo é aberto para o fornecimento da silagem aos animais ou quando o oxigênio penetra no silo por difusão ou por danos físicos no próprio silo. A presença de O₂, pela entrada de ar durante o período de

estocagem ou na abertura do silo, favorece o crescimento de microrganismos aeróbios. Esses microrganismos utilizam vários substratos derivados diretamente da forragem ou indiretamente da fermentação. A deterioração aeróbia das silagens, ocasionada por fungos e leveduras, é indesejável em razão da grande perda de nutrientes, associada ao baixo consumo voluntário do material e até mesmo a rejeição completa da silagem pelos animais (McDonald et al., 1991).

No Brasil, pela negligência aos processos de oxidação de nutrientes pelos microrganismos aeróbios e a consequente deterioração da silagem, pouca importância tem-se dado na prática, por se tratar na maioria das vezes de um problema assintomático. A dificuldade em se mensurar as perdas totais que ocorrem por manejo inadequado nas propriedades rurais e a não-mensuração de perdas qualitativas por meio de avaliações laboratoriais resulta na falta do estímulo à percepção e à divulgação de resultados para a economia de produção. Dificilmente, os produtores acreditam em perdas elevadas decorrentes de oxidação da massa, pois só consideram como tal aquelas que são visíveis (com presença de micélios), o que subestima perdas reais envolvidas na ensilagem.

A estabilidade das silagens varia em função de diversos fatores. A temperatura ambiente, a concentração de carboidratos solúveis, a população de fungos e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os fatores que mais afetam a estabilidade das silagens. O aumento do pH após a exposição da silagem ao ar, queda no teor de carboidratos solúveis e baixa concentração de ácido láctico são importantes indicadores da deterioração da massa ensilada (Pitt et al., 1991, Phillip & Fellner, 1992). Em temperaturas inferiores a 10°C e superior a 40°C, a silagem poderá apresentar maior estabilidade pela inibição no crescimento de fungos. Contudo, as temperaturas intermediárias favorecem o desenvolvimento desses microrganismos.

Segundo Jobim & Gonçalves (2003), a fermentação aeróbia mostra-se mais intensa em silagens bem preservadas e de melhor qualidade, pelos maiores teores de carboidratos solúveis residuais e de ácido láctico. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e o etanol, com consequente aumento do pH, redução na digestibilidade e no conteúdo de energia. O processo de deterioração pode ser dividido em dois estágios. O início da deterioração se caracteriza pela utilização dos ácidos orgânicos por leveduras e eventualmente por bactérias produtoras de ácido acético, causando o aumento do pH e dando início ao segundo estágio de deterioração, que é caracterizado pelo aumento da temperatura e

atividade de microrganismos que deterioram a silagem, como bacilos, fungos filamentosos e enterobactérias. Perdas significativas de matéria seca podem ocorrer nesta fase (Oude Elferink et al., 2000).

De acordo com Rust et al. (1989), o aumento das concentrações de ácido láctico, resultado do aumento da fermentação do tipo homofermentativa, poderia resultar em silagens menos estáveis à deterioração aeróbia. As leveduras assimiladoras de ácidos orgânicos consomem ácido láctico, elevando o pH da silagem e aumentando os riscos no desenvolvimento de bactérias oportunistas e de fungos. Ranjit & Kung Jr. (2000), estudando a deterioração aeróbia em silagem de milho, observaram perdas de 5,3% da matéria seca existente no dia da abertura do silo, até o terceiro dia de exposição ao ar. No mesmo período, o pH aumentou de 3,66 para 5,30 e os teores de ácido láctico e acético foram reduzidos de 7,72 para 1,35% e de 1,82 para 0,08% na matéria seca, respectivamente. Sendo assim, as perdas que ocorrem no período de desabastecimento serão influenciadas pela disponibilidade de nutrientes, temperatura ambiente (Ashbell & Lisker, 2002) e pelo tempo de exposição da silagem ao O₂ (Weinberg & Ashbell, 2003).

Referências

- ASHBELL, G.; LISKER, N. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. **Journal Industrial Microbiology & Biotechnology**, v.28, p.261-263, 2002.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2332-2339, 2002.
- COELHO, A.M. Cultivares de sorgo para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.5, p.22-26, 1979.
- FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: PEIXOTO, M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de. **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: Fealq, 1993. p. 323-348.
- JOBIM, C.C.; GONCALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. In: **VOLUMOSOS NA PRODUCAO DE RUMINANTES**, 1., 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p.1-26.
- KEPLIN, L.A.S. Silagem de milho de alta qualidade. In: **IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO NO RIO GRANDE DO SUL**, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. p.36-58.
- KUNG JR., L. Aerobic Stability of silages. In: **II SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCAO ANIMAL EM PASTEJO**, 2., 2008, Vicosa, MG. **Anais...** Vicosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.233-248.
- LEITE, A.L.; SILVA, B.O.; REIS, R.B. et al. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.1192-1198, 2006.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. 4p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.
- NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para a produção de silagem. SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; SILVA, S.C. (Ed.). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: Fealq, 1993. p.75-177.
- NUSSIO, L.G. **Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade “in situ”**. 1997. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- OLIVEIRA, J.S.; SOBRINHO, F.S.; REIS, F.A. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.1, p.45-50, 2007.

- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. Silage fermentation processes and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999, Rome. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000. p.17-30.
- OWENS, F. Corn genetics and animal feeding value. Global nutritional sciences manager. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 66., 2005, Minnesota. **Proceedings...** Minnesota: University of Minnesota, 2005. p.1-24.
- PHILLIP, L.E; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. **Journal Animal Science**, v.70, p.3178-3187, 1992.
- PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage.2. Aerobic Stability. **Grass and Forage Science**, v.46, p.301-312, 1991.
- RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.526-535, 2000.
- RESTLE, J. et al. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1235-1244, 2002.
- RIBAS, P.M. **Cultivo do sorgo**. 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/plantio-plantio.html> Acesso em: 10 ago. 2010.
- ROSTON, A.J.; ANDRADE, P. Digestibilidade de forrageiras com ruminantes: coletânea de informações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.647-666, 1992.
- RUST, S.R.; KIM, H.S.; ENDERS, G.L. Effects of microbial inoculant on fermentation characteristics and nutritive value of corn silage. **Journal of Production Agriculture**, v.2, p.235-241, 1989.
- SILVA, L.F.P.; MACHADO, P.F.; FRANCISCO JUNIOR, J.C.; DONIZETTI, M. Características agronômicas e digestibilidade *in situ* da fração volumosa de híbridos de milho para silagem. **Scientia Agricola**, v.56, p.171-184, 1999.
- WALDO, D.R.; JORGENSEN, N.A. Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservation. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.1207-1229, 1980.
- WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G. Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**, v.13, p.181-188, 2003.
- WILSON, R.F., WILKINS, R.J. Formic acid as a silage additive. **Journal of Agricultural Science**, v.81, p.117-124.1973.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage- A review. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.

II – OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se avaliar os parâmetros produtivos e a composição química de híbridos de sorgo para produção de silagem comparada à planta de milho e níveis de digestibilidade aparente em ovinos e a estabilidade aeróbia das silagens de milho e híbridos de sorgo.

III – Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem

RESUMO - Objetivou-se avaliar os parâmetros produtivos e a composição química de quatro híbridos de sorgo (XBS 60015, XBS 60451, Dow F305 e AG 2005 E), e de um híbrido de milho (AS 32). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com três repetições. Para todos os materiais foram avaliados as produções total de massa verde (MV), massa seca (MS) e das frações colmo, folha, panícula, espiga (milho). Na forragem foram determinados os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO). Não houve diferença entre os híbridos para produção de MS, MV e folha. Apesar dos tratamentos não apresentarem diferenças significativas, a produção de MV e MS foi numericamente superior para a silagem de sorgo XBS 60015 com valores médios de 35.655 kg/ha e 12.767 kg/ha, respectivamente. Todos os híbridos de sorgo apresentaram médias superiores e a menor produção foi para o milho com média de 26.398 kg/ha para MV e 9.238 kg/ha para MS. A produção de colmo foi superior para o milho AS 32 com 2.205 t/ha e para o sorgo XBS 60451 com 2.042 t/ha. A maior produção de panícula foi para os sorgos AG 2005 E com 5.012 t/ha e XBS 60451 com 3.940 t/ha, enquanto o milho teve a menor média com 222 t/ha. A composição química das plantas de sorgo e milho houve diferença entre os híbridos, sendo que para proteína bruta, o sorgo AG 2005 E obteve a maior média com 9,84% e o milho AS 32 a menor, com 7,76%. Para FDN, a menor média foi de 55,57% para o sorgo XBS 60015 enquanto os demais híbridos apresentaram médias superiores sem diferenças significativas. O sorgo AG 2005 E apresentou a maior média para FDA com 38,60% e o milho AS 32 a menor com 28,87%. Os demais híbridos de sorgo não apresentaram diferenças entre si. As maiores médias para EE foram apresentadas pelos híbridos de sorgo XBS 60015 e Dow F305 com 2,36% e 2,42%, respectivamente. Não houve diferença entre os híbridos para os valores médios de CHOT, CNF, MM e MO. Apesar dos híbridos de sorgo apresentarem produções semelhantes de MV e MS ao milho, os híbridos de sorgo apresentaram uma melhor qualidade em sua composição química, sendo recomendável sua utilização para confecção de silagens de qualidade.

Palavras-chaves: composição química, híbridos, massa de forragem, panícula

III – Production and chemical composition of hybrid sorghum and corn for silage

ABSTRACT - The objective was to evaluate the production parameters and chemical composition of four sorghum hybrids (60015 XBS, XBS 60451, AG and Dow 2005 F305 E), and a hybrid corn (AS 32). The experimental design was a complete randomized block with three replications. For all the materials were evaluated total production of green mass (MV), dry matter (DM) and the stem, leaf, panicle, spike (maize). There were determined in forage the crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), total carbohydrates (TC), non-fiber carbohydrates (NFC), mineral matter (MM) and organic matter (OM). There was no difference between hybrids for the production of DM, MV and leaf. Although the treatments did not differ significantly, the production of MV and DM was numerically greater for sorghum silage XBS 60015 with average values of 35,655 kg / ha and 12,767 kg / ha, respectively. All sorghum hybrids had higher average and the lowest was for corn production with an average of 26,398 kg / ha and 9,238 kg for MV / ha for DM. The production of stem was higher for maize AS 32 with 2205 t / ha and for sorghum XBS 60.451 with 2.042 t / ha. The increased production of sorghum panicle was for AG 2005 E with 5012 t / ha and for XBS 60451 with 3940 t / ha, whereas corn had the lowest average of 222 t /hectare/year. The chemical composition of sorghum and maize plants were not different among the hybrids, and for crude protein, sorghum AG 2005 had the highest average with 9.84% and corn 32 AS the smallest with 7.76%. For NDF, the lowest average was 55.57% for sorghum XBS 60015 while other hybrids had higher average with no significant differences. Sorghum AG 2005 had the highest average with 38.60% for FDA and maize AS 32 the lowest 28.87%. The other sorghum hybrids showed no differences between them. The major averages of EE have been presented by sorghum hybrids Dow 60015 and XBS F305 with 2.36% and 2.42% respectively. There was no difference among treatments for mean values of TC, NFC, MM and OM.

Key Works: chemical composition, herbage mass, hybrid, panicle

Introdução

Inúmeros fatores devem ser considerados para se determinar a qualidade da silagem, e na década passada a avaliação era realizada principalmente por meio da produção de matéria seca/ha. Avaliando a influência da fração fibrosa de plantas de milho ou sorgo na produção de matéria seca e na digestibilidade “in situ” das diferentes frações da planta, Nussio (1997) constatou que a escolha de híbridos, para produção de silagem, baseada principalmente na produção de MS deve ser revista, em virtude da diversidade do potencial de produção dos materiais disponíveis e da grande dispersão entre variáveis agronômicas e qualitativas.

É válido considerar, para produção de silagem com boa qualidade, seja de milho ou sorgo, não somente o percentual de grãos na massa ensilada, mas também os demais componentes da planta como um todo. Embora a seleção de híbridos de milho para produção de silagem tenha sido baseada em produção de grãos e de MS total, outros componentes da planta como: espiga, panícula, colmo, folhas e grãos não têm sido devidamente avaliados (Beleze et al., 2003). Deste modo, uma considerável variabilidade entre híbridos de milho ou de sorgo pode existir, quanto ao valor nutritivo, já que, nem sempre a maior proporção de grãos na forragem confere melhor qualidade à silagem (Barrière et al., 1997; Mayombo et al., 1997). Segundo esses autores, a qualidade do grão e da fração fibrosa (colmo, folhas, espiga e panícula), combinada com o percentual de cada uma dessas partes na planta, é o que determina o valor nutritivo do material ensilado. Desta forma, a obtenção de produtos finais com boa qualidade, em função dos fatores acima descritos, é que propiciará melhor resposta animal nos diversos sistemas de produção, quer seja de leite ou de carne, bem como sua viabilidade econômica (Rentero, 1998). Nesse contexto, Nussio & Manzano (1999) sugerem que em programas de seleção de cultivares de milho e ou de sorgo para a produção de silagem, os modelos de previsão de qualidade da silagem devem ser estabelecidos com base em dois fatores: percentagem de grãos na massa ensilada e valor nutritivo da porção haste + folhas.

A cultura do sorgo visando à produção de silagem destaca-se principalmente em regiões que apresentam particularidades edafoclimáticas que limitam o cultivo ou o potencial produtivo da cultura do milho, principalmente no período da entressafra (Neumann, 2001; Neumann et al., 2005).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta adaptada ao processo de

ensilagem, em virtude de suas características fenotípicas, as quais determinam facilidade de semeadura, manejo, colheita e armazenamento, aliadas ao alto valor nutritivo e concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica, bem como aos rendimentos significativos de massa seca por unidade de área (Neumann et al., 2002; Chiesa et al., 2008).

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido com as avaliações de campo conduzidas na Estância JAE, no município de Santo Inácio-PR, no ano agrícola de 2009, em cultivo de safrinha (plantio no mês de março e colheita no mês de julho). As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia-UEM.

Os dados climáticos podem ser vistos na Figura 1.

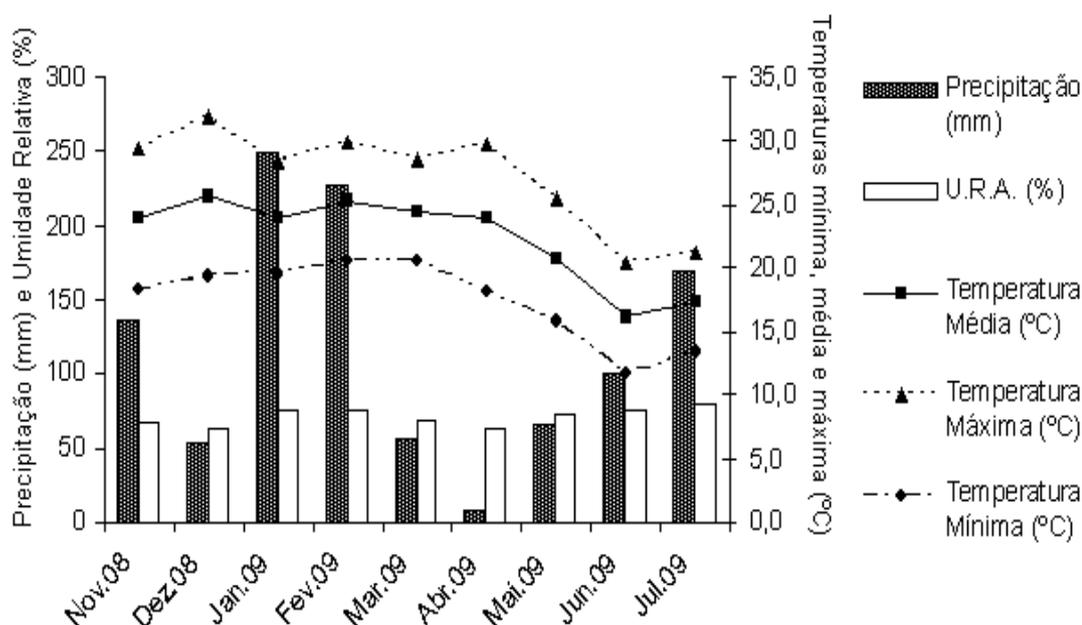


Figura 1 - Dados climáticos observados durante o período experimental (novembro de 2008 a julho de 2009).

Fonte: Precipitação: Estância JAE – Temperatura/Umidade: Iapar – Paranavaí, Estado do Paraná.

Foram avaliados dois híbridos de sorgo em desenvolvimento para produção de silagem pela Monsanto do Brasil (Sorgo XBS 60015 e Sorgo XBS 60451), tendo como referência os híbridos comerciais de sorgo disponíveis no mercado (AG 2005E e F305)

e um híbrido de milho (AS 32), totalizando cinco tratamentos. As culturas foram estabelecidas em parcelas de seis linhas distanciadas em 0,7 m, obedecendo à população de plantas recomendada para cada material, sendo 60 mil plantas/ha para o milho e cerca de 240 mil plantas/ha para os sorgos. O plantio foi em parcelas com dimensões de 4,2 x 10 m (42 m²), sendo quatro parcelas para cada material, totalizando aproximadamente 1.000 m², incluindo as áreas (1,0 m) de ruas entre parcelas.

As adubações na semeadura e em cobertura foram realizadas de acordo com a análise de solo. Foram aplicados 300 kg de Super Fosfato Simples e 176 de Cloreto de Potássio no plantio e 80 kg de Nitrogênio, tendo como fonte a ureia em cobertura numa única aplicação. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendações técnicas e aplicação de defensivos, quando necessário, realizados conforme recomendação dos fabricantes.

No dia de corte para ensilagem, foram amostradas cinco plantas por parcela para separação dos componentes estruturais. Para todos os materiais foi determinada a produção de colmo, folha, panícula (sorgo= cacho, milho= pendão), espiga (milho), e a produção total de massa verde (kg/ha) e de massa seca (kg/ha) com cortes nos estádios recomendados para produção de silagem. Após pesagens do material fresco, as amostras da planta inteira e das frações foram secas a 55°C por 72h em estufa com circulação forçada de ar e moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm de malha para análises químicas. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Das amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria verde (MV), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM), obtidos segundo citado por Silva & Queiroz (2002). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidos de acordo com Van Soest et al. (1991). Os valores de carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não-fibrosos (CNE) foram calculados, segundo Sniffen et al. (1992), em que: CHO = 100 - (%PB + %EE + %CINZAS) e CNE = CHO - FDN.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. Os dados foram analisados, segundo o modelo

$$Y = Y_{ij} = m + T_i + B_j + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = observação do tratamento i na repetição j ; m = média dos tratamentos; T_i = efeito do tratamento i ; $i = 1$ a 5; B_j = efeito de bloco j ; $j = 1$ a 4; e_{ij} =

erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} . As diferenças entre as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Os valores médios para produção de MV, MS, folhas, colmo, panícula e espiga são apresentados na Tabela 1, constatando-se que apenas para a produção de colmo e de panícula houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os materiais avaliados.

Tabela 1 - Produção de massa de forragem verde (MV), massa de forragem seca (MS), folhas, colmos, panícula e espiga de milho e sorgo colhidos para ensilagem

Cultura	MV (kg/ha)	MS (kg/ha)	Folha (kg/ha)	Colmo (kg/ha)	Panícula (kg/ha)	Espiga (kg/ha)
Milho AS32	26.398	9.238	2.869	2.205a	222d	3.942
Sorgo AG 2005E	29.045	10.803	4.063	1.727bc	5.012a	----
Sorgo XBS 60015	35.655	12.767	7.731	1.824b	2.799b	----
Sorgo XBS 60451	32.378	11.675	5.693	2.042ab	3.940ab	----
Sorgo DowF305	29.597	9.778	5.998	1.460c	2.320c	----
CV (%)	18,99	19,75	20,67	23,31	22,32	----

Valores seguidos de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey a 5%

CV - Coeficiente de variação

Apesar das culturas não ter apresentado diferenças significativas ($P > 0,05$) na produção de massa de forragem, o sorgo XBS 60015 apresentou maior produção de MS, e o milho a menor produção. O sorgo XBS 60015 apresentou a maior quantidade de folhas (7,731 t/ha), o que contribuiu efetivamente para produção de MS total, evidenciando ser este material uma boa opção para cultivo na safrinha.

A produção de matéria seca dos materiais avaliados foi inferior àquelas obtidas por Flaresso et al. (2000), quando avaliaram híbridos de sorgo em cultivos de novembro. Os autores obtiveram, em média, 15 t/ha de MS. Gomes et al. (2006) trabalharam com 11 diferentes híbridos de sorgo e encontraram em média 11 t/ha na matéria seca, produções equivalentes às encontradas no presente estudo.

Em média, todos os sorgos apresentaram produção de MS/ha acima do obtido com o milho AS 32 que foi de 9.238 kg/ha. Estes resultados evidenciam que os materiais de sorgo avaliados são mais indicados para o plantio de safrinha em regiões com baixa precipitação, quando comparados ao milho. Soriani Filho (2008), trabalhando com diferentes híbridos de milho, encontrou para híbrido AS 32, valores superiores para produção de MV (56 t/ha) e MS (15,6 t/ha). Essa diferença pode ser

explicada pelo fato de o cultivo do milho, no presente trabalho, ter sido feito durante o período da safrinha, quando normalmente há estresse hídrico acentuado, proporcionando baixa produção na matéria seca. Os estudos realizados por Oliveira et al. (2004), com a cultura do milho, indicaram a existência de variabilidade entre híbridos e locais avaliados, evidenciando não haver consistência do comportamento dos híbridos nos diferentes locais, tanto para produtividade de matéria seca, quanto para o potencial de produção de leite ou carne. Esse mesmo comportamento pode ser evidenciado para os híbridos de sorgo.

A produção de colmo foi superior para o milho AS 32 (2.205 kg/ha) em relação aos sorgos, com exceção do sorgo XBS 60451 (2.042 kg/ha). As menores produções de colmo foram obtidas com os sorgos DowF305 e AG 2005E, os quais também apresentaram produção de massa de forragem inferior ($P>0,05$) aos demais sorgos avaliados. De forma geral, a produção de colmos representou 15,64% em relação à produção total de MS, enquanto que para o milho foi de 23,83%. Híbridos de sorgo de porte alto têm a tendência de apresentarem percentagens maiores de colmo, comprometendo a qualidade do valor nutritivo da forragem.

A maior produção de panícula foi para os sorgos AG 2005E com 5.012 kg/ha e XBS 60451 com 3.940 kg/ha. Von Pinho et al. (2007) observaram que a proporção de panículas nos sorgos de duplo propósito foram sempre maiores que nos sorgos forrageiros, corroborando com os valores encontrados neste trabalho, já que os sorgos AG 2005E, XBS 60451 e XBS 60015 são classificados como plantas de duplo propósito e o sorgo DOW F305, como forrageiro. Skoniesk et al. (2010) avaliaram as características produtivas das plantas de sorgo, e também encontraram valores de produção de panícula superiores para os sorgos de duplo propósito (18,19% na MS), em relação ao sorgo forrageiro (15,35% na MS). Cabral et al. (2003) observaram aumento linear nos teores de MS, proteína, carboidratos não-fibrosos, extrato etéreo e NDT quando houve aumento da proporção de panículas no material ensilado.

O milho apresentou 3.942 kg/ha de espigas, indicando boa proporção, em que a maior proporção de espigas no material a ser ensilado é desejável, pois contribui para melhor qualidade da silagem. Contudo, avaliando de uma maneira geral, todos os híbridos apresentaram boas proporções de folhas e panículas em relação aos colmos.

Tabela 2 - Razão folha/colmo e percentagem de panículas em sorgos colhidos para ensilagem

Cultura	Razão Folha/colmo	Panícula na MS (%)
Sorgo AG 2005E	2,35b	46,39a
Sorgo XBS 60015	4,24a	21,93c
Sorgo XBS 60451	2,79b	33,75b
Sorgo Dow F305	4,11a	23,73c
CV (%)	9,05	13,21

Valores seguidos de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CV - Coeficiente de variação.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para a razão folha/colmo e para a percentagem de panícula na MS das culturas de sorgo. A panícula do sorgo é a parte da planta que apresenta maior digestibilidade e os colmos com digestibilidade menor. Portanto, o aumento da participação de grãos tem efeito diluidor do teor de fibra, mesmo este sendo crescente na parte vegetativa da planta. O Sorgo XBS 60015 apresentou a maior razão folha/colmo (4,24), indicando boa participação de folhas (60%) na planta, sem diferença para o sorgo Dow F305 com 61,31% de folhas. Flaresso et al. (2000) consideram que a panícula é o componente mais importante para produção de silagem de alta energia, destacando em seus estudos o híbrido AG 2005E com 47,4% de panícula, valores próximos ao mesmo híbrido utilizado neste trabalho. Os mesmos autores também consideram o componente colmo como o principal responsável pela produção de silagens com menor valor nutritivo, pela sua baixa qualidade, destacando em seus estudos o híbrido AG 2002 com 62,2% de colmo e apenas 22,7% de panícula.

O sorgo AG 2005E apresentou a menor razão folha/colmo (2,35) e a maior percentagem de panículas (46,39%) o que pode significar forragem de melhor qualidade. No trabalho de Neumann et al (2002), quando utilizou diferentes híbridos de sorgo, constatou-se resultados semelhantes aos do presente estudo para sorgo AG 2005E, com maior percentagem de panículas (58,4%) e menor percentagem de colmo (20,1%) e folhas (21,5%). A razão folha/colmo para o sorgo XBS 60451 foi de 2,79 e 33,75% de panícula na MS. A maior percentagem de panícula, além de contribuir para o aumento da qualidade da silagem em função da presença dos grãos e do seu melhor valor nutritivo, tem ainda participação muito grande no aumento da porcentagem de matéria seca do material ensilado, em função do seu menor conteúdo de água (Zago, 1991).

Em relação à composição química das plantas no momento da ensilagem (Tabela 3), verificou-se que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os materiais avaliados. Para a variável PB, os maiores valores encontrados foram para os sorgos AG 2005 E (9,84%), DOW F305 (9,51%) e XBS 60015 (8,85%). O AG2000E, apesar da baixa participação de folhas em relação aos outros híbridos, apresentou valor de proteína relevante, o que pode ser atribuído à sua melhor contribuição de panícula na planta. Os valores para PB observados neste presente estudo foram maiores que os valores encontrados no trabalho de Gomes et al. (2006), quando utilizaram 11 híbridos de sorgo, apresentando em média apenas 5,24%.

Tabela 3 - Composição química (% da MS) das plantas no momento da ensilagem

Cultura	PB	FDN	FDA	EE	CNE	MM	MO
Milho AS32	7,76c	62,74a	28,87b	1,49bc	23,88b	4,13	95,87
Sorgo AG 2005E	9,84a	66,65a	38,60a	1,98ab	15,55c	5,98	94,02
Sorgo XBS 60015	8,85abc	55,57b	31,00ab	2,36a	29,09a	4,13	95,87
Sorgo XBS 60451	8,27bc	64,23a	31,54ab	1,44bc	21,99b	4,07	95,93
Sorgo DowF305	9,51ab	61,72a	30,63ab	2,42a	21,04b	5,31	94,69
CV (%)	8,45	10,57	10,34	9,47	9,32	8,59	8,56

Valores seguidos de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CV - Coeficiente de variação.

Para as variáveis fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, a maior concentração foi observada para o sorgo AG 2005E, indicando relevante participação de carboidratos estruturais na planta. O conteúdo celular da planta aumenta pela crescente participação de grãos ricos em amido e, simultaneamente, ocorre o aumento dos teores de carboidratos não-estruturais na fração vegetativa (Flachowsky et al., 1993). As frações FDN e FDA quando em níveis muito elevados, acima dos valores aqui obtidos, comprometem o consumo e o aproveitamento da forragem. Skoniesk et al. (2010), trabalhando com híbridos de sorgo para produção de silagem, encontraram teor médio de FDN (55,54%) inferior aos obtidos neste trabalho, o qual apresentou valores médios de 62,18% na MS. Na avaliação do valor nutritivo de híbridos de sorgo, Neumann et al (2002) também encontrou menor teor de FDN, com valor médio de 53,50% na MS. A menor concentração da FDA foi observada para o milho AS 32, porém com diferença ($P > 0,05$) somente para o sorgo AG 2005E.

A fração FDN tem relação negativa com o consumo, visto que é um fator físico que limita a ingestão de matéria seca, enquanto que as frações FDA e lignina possuem relação negativa com a digestibilidade aparente do material e com a ingestão (Lupatini

et al., 2004). Segundo Vasconcelos et al. (2005), quanto menor o valor de FDA, maior o valor energético do alimento.

Os híbridos de sorgo que apresentaram os maiores valores para EE foram o XBS 60015 e o DOW F305 com 2,36% e 2,42%, respectivamente. Chiesa et al. (2008), quando trabalharam com híbridos de sorgo, encontraram 3,89% de EE no híbrido AG 2005 E.

Os níveis de carboidratos não-estruturais estão condizentes com os níveis de FDN e FDA encontrados nos materiais, já que a menor percentagem de carboidratos não-estruturais foi encontrada no sorgo AG 2005E, com 15,55%. Os maiores teores de CNE foram obtidos na planta de milho com 23,88% e no sorgo XBS 60015, com 29,09%, indicando uma boa participação de amido e açúcares solúveis em água, sendo uma importante característica que se busca nas plantas destinadas à produção de silagens. Apesar do sorgo DOW F305 ser classificado como sorgo forrageiro, diferente dos demais híbridos aqui estudados, tendo outras características como um porte mais alto e conseqüentemente resultando em maiores quantidades de carboidratos estruturais, mostrou resultado semelhante aos demais com 21,04% de CNE.

Há dois tipos de carboidratos nas plantas que são encontrados no conteúdo celular e na parede celular: carboidratos estruturais e não-estruturais. Os carboidratos estruturais encontrados na parede celular são a celulose, hemicelulose e lignina e os carboidratos não-estruturais, encontrados no conteúdo celular, são principalmente amido e açúcares solúveis em água, esta de vital importância na preservação da forragem ensilada.

Quando a planta ou parte dela tem alto conteúdo de parede celular, especialmente lignina, como no caso do colmo, a digestibilidade é baixa e a performance animal é restrita.

Geralmente, o sorgo tem alto conteúdo de carboidratos não-estruturais que resultam em alta digestibilidade e energia comparado às outras forrageiras.

Os maiores valores encontrados para a matéria mineral foram no híbrido AG 2005E (5,98%) e DOW F305 (5,31%), porém sem diferença ($P>0,05$) entre os materiais avaliados. O mesmo comportamento foi observado para os teores de MO. Os teores de MM e de MO observados nesse estudo estão de acordo com os teores encontrados por Chiesa (2008).

A composição química das folhas (Tabela 4) apresentou diferenças significativas ($P<0,05$) entre o milho e os híbridos de sorgo. O milho quando comparado aos híbridos de sorgo, apresentou diferenças para todas as variáveis, exceto para CHOT, CNE, MO e MM. O teor de PB na folha do milho (12,16%) apresentou diferença ($P<0,05$) em

relação aos sorgos XBS 60015 e XBS 60451. Apesar do sorgo AG 2005E ter sido o híbrido que apresentou a menor percentagem de folhas na planta, mostrou elevado teor de proteína nas folhas (12,05%). Na análise do teor de PB entre as partes componentes da planta, observou-se que o maior teor médio está nas folhas (11,48%) em relação à panícula (9,60%). Para a fração FDN, as folhas dos híbridos de sorgo apresentaram valores semelhantes ao observado nas folhas do milho, com valor médio de 65,14%. O mesmo comportamento foi observado para o teor de FDA, com diferença ($P < 0,05$) somente entre os sorgos AG 2005E e XBS 60015.

Tabela 4 - Composição química (% da MS) das folhas no momento da ensilagem

Cultura	P	FDN	FDA	EE	CHOT	CNE	MO	MM
Milho AS32	12,16 ^a	62,90ab	32,21ab	1,56b	79,30	16,40	93,02	6,98
Sorgo AG 2005E	12,05 ^a	62,25b	30,99b	3,37 ^a	78,36	16,11	93,78	6,22
Sorgo XBS 60015	9,80b	66,02 ^a	35,69 ^a	3,09 ^a	81,32	15,30	94,21	5,79
Sorgo XBS 60451	9,87b	66,65 ^a	33,26ab	2,51ab	82,27	16,62	94,65	5,35
Sorgo DowF305	13,55 ^a	65,65ab	34,42ab	3,54 ^a	77,44	11,79	94,53	5,47
CV (%)	9,48	11,89	10,02	14,35	13,04	11,87	9,43	9,52

Valores seguidos de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CV - Coeficiente de variação.

Gomes et al. (2006) avaliaram 11 híbridos de sorgo e encontraram na fração folha 6,31% de PB, 63,34% de FDN e 35,35% de FDA, em média. No presente trabalho para a fração folha, foram encontrados 11,48% de PB, 64,69% de FDN e 33,31% de FDA em média. Estas características podem ser associadas às diferentes cultivares disponíveis no mercado.

O milho AS32 apresentou a menor concentração de EE na fração folha (1,56%), sem diferir ($P > 0,05$) do XBS 60451, enquanto que os sorgos não evidenciaram diferença significativa ($P > 0,05$) com valor médio de 3,12%.

Os carboidratos totais (CHOT) não mostraram efeitos significativos ($P > 0,05$), entre os materiais avaliados. O mesmo comportamento foi observado para as variáveis CNE, MO e MM.

Considerando essas concentrações de carboidratos não-estruturais nas folhas, o milho foi a planta que teve a menor produção de folhas em relação aos híbridos de sorgo (Tabela 1), porém obteve resultado igual de CNE em relação aos mesmos. As concentrações de MO variaram entre 93,02% e 94,65% para o menor e o maior valor. O maior teor de matéria mineral foi encontrado no milho com 6,98% e o menor teor, encontrado no sorgo XBS 60451, com 5,35%.

Tabela 5 - Composição química (% da MS) das panículas no momento da ensilagem

Cultura	PB	FDN	FDA	EE	CHOT	CNE	MO	MM
Milho AS32	7,78b	67,54 ^a	22,91ab	2,28	87,87	20,33b	97,93	2,07
Sorgo AG 2005E	10,01 ^a	63,90 ^a	20,27b	3,82	82,34	18,44b	96,17	3,83
Sorgo XBS 60015	9,99 ^a	54,93 ^a	24,39ab	2,33	84,54	29,61 ^a	96,86	3,14
Sorgo XBS 60451	10,06 ^a	57,29b	23,00ab	2,39	84,49	27,20 ^a	96,94	3,06
Sorgo DowF305	10,20 ^a	65,61 ^a	26,06 ^a	2,36	83,96	18,35b	95,52	3,48
CV (%)	10,92	12,87	10,65	9,68	11,28	9,45	8,96	16,32

Valores seguidos de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CV - Coeficiente de variação.

Os valores referentes à composição química das panículas (inflorescência masculina = pendão) do milho AS32 e de híbridos de sorgo mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$) para as variáveis PB, FDN, FDA e CNE. A menor concentração de PB na panícula foi encontrada no milho, com 7,78%, enquanto que os híbridos de sorgo apresentaram valores em média de 10,06%, o que é explicado pela presença dos grãos na panícula dos sorgos. O milho e os híbridos AG 2005E e DOW F305 não apresentaram diferença ($P > 0,05$) para a fração FDN, enquanto os híbridos XBS 60015 e XBS 60451 apresentaram os menores teores. Os híbridos de sorgo e o milho AS 32 apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) nos teores de FDA da panícula, com valores entre 26,06 para o DOW F305 e 20,27 para o AG 2005E, os quais apresentaram a menor e a maior produção de panícula, respectivamente. Com esse resultado, pode-se afirmar que a maior concentração de panícula, dilui a fração fibra do material, tornando este, mais digestível.

Os valores de extrato etéreo, carboidratos totais, matéria orgânica e matéria mineral das panículas não mostraram diferenças significativas ($P > 0,05$). Para os carboidratos totais, o maior teor foi observado no milho (87,87%), enquanto que os valores foram semelhantes entre os híbridos de sorgo, não havendo efeito significativo ($P > 0,05$). Os sorgos XBS 60015 e XBS 60451 apresentaram os maiores teores de CNE, apesar de terem apresentado uma das menores produções de panícula.

Conclusões

Não há diferenças entre os híbridos XBS 60015 e XBS 60451 quanto à produtividade total de massa verde e massa seca. As diferenças são notadas para produção de folhas, colmo e panículas, em que o híbrido XBS 60451 obteve o maior valor para a fração panículas e o menor para fração folhas, porém o sorgo XBS 60015

compensou em maior teor para a fração folhas, sendo assim considerados como boas opções para cultivo durante a safrinha, por se adaptarem bem a estas condições.

O híbrido AG 2005 E foi o sorgo que mais teve destaque quanto à sua composição bromatológica e níveis de produção, que apesar de ter tido a menor produção de folhas, compensou com a relevante produção de panículas, o que lhe conferiu boas características para a confecção de silagens de alto valor nutritivo.

Referências

- BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O.; MICHALET-DOREAU, B. et al. Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize. **Agronomie**, v.17, p. 395-411, 1997.
- BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.I.; CECATO, U. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zeamays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.529-537, 2003.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, D. et al. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1250-1258, 2003.
- CHIESA, E.D.; ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L. et al. Aspectos agrônômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. L.L.L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, p.67-73, 2008.
- FLACHOWSKI, G.; PEYKER, W.; SCHENEIRER, A. et al. Fibre analyses and fractions of two corn varieties harvested at various times. **Animal Feed Science and Technology**, v.43, p.41-50, 1993.
- FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1608-1615, 2000.
- GOMES, S.O.; PITOMBEIRA, J.B.; NEIVA, J.N.M. et al. Comportamento Agrônômico e composição químico-bromatológica de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, p.221-227, 2006.
- LUPATINI, C.G.; MACCARI, M.; ZANETTE, S. et al. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho (*Zea mays*, L), para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p.193-203, 2004.
- MAYOMBO, A.P.; DUFRASNE, I.; HORNICK, J.L. et al. Influence du stade de maturité de la plante de mais récoltée pour ensilage sur la composition, la digestibilité apparente, les caractéristiques de fermentation dans le rume et les performances zootechniques chez le taurillon à l'engraissement. **Annales de Zootechnie**, v.46, p.43-55, 1997.
- NEUMANN, M. **Caracterização agrônômica, quantitativa e qualitativa da planta, qualidade da silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. 2001. 156f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.293-301, 2002. Suplemento especial.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. et al. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, p.224-242, 2005.
- NUSSIO, L.G. **Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade “in situ”**. 1997. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho, In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1999. v.1, p.27-46.
- OLIVEIRA, J.S.; SOBRINHO, F.S.; FERNANDES, S.B.V. Estratificação de ambientes, adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho para silagem no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.34, p.997-1003, 2004.
- RENTERO, N. Qualidade total: nova referência das silagens. **Balde Branco**, v.34, p.22-28, 1998.
- SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SORIANI FILHO, J.L. **Características agrônômicas e qualitativas de híbridos de milho e valor nutritivo das silagens avaliadas em ovinos**. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SKONIESKI, F.R.; NORBERG, J.L.; AZEVEDO de, E.B. et al. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.32, p.27-32, 2010.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991
- VASCONCELOS, R.C.; PINHO, R.G.V.; REZENDE, A.V. et al. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade da matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.1139-1145, 2005.
- VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.; BORGES, I.D. et al. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, v.66, p.235-245, 2007.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1991. p.169-217.

IV – Estabilidade aeróbia e digestibilidade de silagens de milho e de sorgo em ovinos

RESUMO - Objetivou-se avaliar os níveis de digestibilidade aparente em ovinos, das dietas contendo silagem de milho ou de sorgo mais farelo de soja e sal mineral, como também avaliar a estabilidade aeróbia das silagens de milho ou de sorgo. O trabalho foi dividido em Experimento I, utilizando um delineamento de quadrado latino 5x5, sendo cinco tratamentos com cinco períodos de coleta avaliando dois novos híbridos de sorgo para silagem, XBS 60451 e XBS 60015 da Monsanto do Brasil em comparação as silagens de milho AS 32 e os híbridos de sorgo DOW F305 e AG 2005 E. Para o Experimento II, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições utilizando as mesmas silagens. Para o Experimento I não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para as variáveis de digestibilidade entre os híbridos de sorgo, exceto para a DGPB, onde o sorgo DOW F 305 foi superior ao AG 2005E e para DGFND, o sorgo AG 2005 E apresentou a maior média em relação aos demais materiais de sorgo. Os sorgos XBS 60451 e XBS 60015 apresentaram resultados semelhantes. A silagem de milho apresentou os melhores valores de digestibilidade. O Experimento II apresentou diferença significativa ($P<0,05$) nos valores de pH para as silagens dos híbridos de sorgo XBS 60015 e XBS 60451, onde o XBS 60451 obteve maiores variações em relação aos dias de exposição. A silagem de milho AS 32 e a silagem de sorgo DOW F305 apresentaram as menores variações em pH, sendo consideradas como mais estáveis á deterioração. Os maiores picos de temperatura foram observados entre as 36 e 60 horas de exposição das silagens ao ar. A silagem de sorgo XBS 60451 sofreu as maiores variações de temperatura chegando a picos de 42°C. A silagem de milho AS 32 foi quem mais demorou para elevar sua temperatura em relação a temperatura ambiente. As silagens dos híbridos de sorgo XBS 60015 e XBS 60451 apresentaram baixa estabilidade aeróbia.

Palavras-chaves: carboidratos solúveis, digestibilidade da matéria seca, pH, ovinos, temperatura

IV – Aerobic stability and digestibility of corn and sorghum silages in sheep

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the levels of apparent digestibility in sheep, of diets containing corn silage or sorghum + soybean meal + mineral salt, and evaluate the aerobic stability of silage corn or sorghum. The work was divided in Experiment I, using a 5x5 Latin square design, with five treatments and five sampling periods considering two new hybrids of sorghum silage XBS 60451 and XBS 60015 Monsanto in Brazil compared to corn silage AS 32 and sorghum hybrids DOW AG F305 and 2005 E. For Experiment II, it was used a completely randomized design with five treatments and four replications using the same silages. For Experiment I no significant differences ($P > 0.05$) for the variables of digestibility between sorghum hybrids, except for the CPDG where sorghum DOW F 305 was superior to AG 2005E and NDFDG, sorghum AG 2005 had the highest average compared to other materials of sorghum. The sorghum XBS 60451 and XBS 60015 showed similar results. Corn silage showed better digestibility. Experiment II showed a significant difference ($P < 0.05$) in pH values for the silages of sorghum hybrids and XBS 60015 and XBS 60451 where 60451 XBS had the largest variations in relation to days of exposure. The AS 32 corn silage and the DOW F305 sorghum silage showed the smallest changes in pH, and are considered more stable decay. The higher temperature peaks were observed between 36 and 60 hours of exposure of silage to air. The sorghum silage XBS 60451 has the largest temperature fluctuations reaching peaks of 42 °C. Corn silage AS 32 was the one who took more to raise its temperature to about room temperature. The silage sorghum hybrids XBS 60451 and XBS 60015 showed poor aerobic stability.

Key Words: digestibility of dry matter, oxygen, sheep, soluble carbohydrate, temperature

Introdução

As culturas de milho e de sorgo têm sido as espécies mais utilizadas no processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimentos e especialmente pela qualidade da silagem produzida, sem necessidade de aditivo para estimular a fermentação. Em razão disso, as silagens de milho têm sido a fonte de volumoso estratégico em grande parte do território brasileiro (Reis & Jobim, 2000).

Frequentemente, a pesquisa tem desenvolvido diferentes variedades de milho, permitindo seu cultivo desde o Equador até o limite das terras temperadas, e desde o nível do mar até as altitudes superiores a 3.600 m (Magalhães et al., 2002). Essa adaptação representada por diferentes genótipos/híbridos determina multiplicidade de uso dessa planta como alimento para ruminantes, na forma direta (grão), processada (silagem, farelo), bem como na indústria.

Dentro desse contexto, a cultura de sorgo é também uma das que mais crescem no país. O sorgo pode ser plantado, no Centro-Sul do Brasil, de agosto até meados de abril. O seu uso para silagem se justifica pelas suas características agrônômicas, como alta produção de forragem, maior tolerância à seca e ao calor, capacidade de explorar maior volume de solo, por apresentar um sistema radicular abundante e profundo, pela possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% no primeiro corte, quando submetido ao manejo adequado.

A grande demanda por materiais de melhor qualidade favoreceu o surgimento de inúmeros genótipos de sorgo, com características específicas de porte (alto, médio, baixo), ciclo (precoce ou tardio) e aptidão (forrageiro, duplo-propósito, granífero), as quais têm influência marcante no valor nutritivo da silagem produzida. Os novos materiais de sorgo lançados no mercado devem ser sempre avaliados entre si, independentemente de sua aptidão, para se obterem resultados mais consistentes em relação ao seu potencial para produção de silagem de alto valor nutritivo.

Em nossas condições, o milho e o sorgo são as culturas mais indicadas na confecção de silagens, pois apresentam maiores teores de carboidratos solúveis, baixos teores de nitrogênio e são ensilados normalmente com teores de MS acima de 30% Sousa (2011). Neste caso, os maiores problemas estão relacionados à fase após a abertura dos silos. Como a ensilagem dessas culturas leva à rápida fermentação e estabilização da massa, caso haja compactação e vedação bem feitos, há grande preservação dos carboidratos solúveis prontamente disponíveis a microrganismos

aeróbicos oportunistas na abertura do silo, que podem ocasionar grandes perdas nessa fase final (McDonald et al., 1991).

Em uma avaliação completa e eficiente do valor nutritivo dos alimentos, a simples determinação da composição química não é suficiente, devendo ser considerados também os efeitos dos processos de fermentação, digestão, absorção e metabolismo animal. Contudo, busca-se, então, por meio de melhoramento genético das cultivares, melhorar a digestibilidade e, conseqüentemente, a qualidade das forragens destinadas ao processo de ensilagem.

Tratando-se, ainda, das estimativas dos parâmetros nutricionais das silagens, podemos considerar que a estabilidade aeróbia da silagem pode afetar a composição da silagem que está sendo consumida pelo animal. Estabilidade aeróbia pode ser definida como a resistência da silagem à deterioração durante a fase de utilização. Normalmente, a estabilidade aeróbia é medida em relação ao tempo que a massa de forragem leva para aumentar sua temperatura em 2°C em relação à temperatura ambiente após a abertura do silo (Taylor & Kung Jr., 2002) sendo, então, um importante parâmetro para a determinação da qualidade da silagem.

A preservação de nutrientes na ensilagem decorre da fermentação pelos lactobacilos ou outras bactérias produtoras de ácido láctico, assim, a pós-fermentação (estabilidade aeróbia) será mais intensa, quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis residuais e de ácido láctico.

Diversos autores (Kung Jr., 2000; O'Kiely et al., 2001; Borreani et al., 2008) correlacionaram a degradação aeróbia de silagens à elevação na temperatura nesse alimento, decorrente da liberação de calor pela atividade respiratória microbiana como também pela fermentação (metabolismo) da massa microbiana.

É importante ressaltar que as perdas ocorridas durante a deterioração aeróbia provocada pela atividade microbiana têm a atividade limitada, normalmente, por fatores químicos e físicos, como fornecimento de oxigênio e alterações da temperatura.

Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar a estabilidade aeróbia e a digestibilidade aparente em ovinos, de silagens de híbridos de sorgo, tendo como referência à silagem do híbrido de milho AS 32.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em convênio entre UEM/Monsanto do Brasil Ltda., com as avaliações de campo conduzidas na Estância JAE, no Município de Santo

Inácio-PR, no ano agrícola de 2009, em cultivo de safrinha (plantio no mês de março e colheita no mês de julho). As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia/UEM.

Foram avaliados dois híbridos de sorgo em desenvolvimento para produção de silagem, cedidos pela Monsanto do Brasil (Sorgo XBS 60015 e Sorgo XBS 60451), tendo como referência híbridos comerciais de sorgo disponíveis no mercado (AG 2005E e DOW F305) e um híbrido de milho (AS 32), totalizando cinco tratamentos. As culturas foram estabelecidas em parcelas com seis linhas distanciadas em 0,7 m, obedecendo à população de plantas recomendada para cada material, sendo 60 mil plantas/ha para o milho e cerca de 240 mil plantas/ha para os sorgos. O plantio foi realizado em parcelas com dimensões de 4,2 x 10 m (42 m²), sendo quatro parcelas para cada material, totalizando aproximadamente 1.000 m², incluindo as áreas (1,0 m) de ruas entre parcelas.

As adubações na semeadura e em cobertura foram realizadas de acordo com a análise de solo (Tabela 1). Foram aplicados 300 kg de Super Fosfato Simples e 176 kg de Cloreto de Potássio no plantio e 80 kg de Nitrogênio, tendo como fonte a ureia em cobertura numa única aplicação, 30 dias após o plantio. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendações técnicas e aplicação de defensivos, quando necessário, realizados conforme recomendação dos fabricantes.

Tabela 1 - Composição química do solo da área experimental (0-20 cm de profundidade)

P	C	pH	Al	H+Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	V	Al
mg.dm ⁻³		H ₂ O	cmol _c .dm ⁻³							%	
5,0	8,79	5,18	0,03	2,24	1,42	0,65	0,08	2,15	4,39	48,97	0,71

Fonte: Laboratório da Sociedade Rural de Maringá, Estado do Paraná, 2009.

A precipitação acumulada do plantio a colheita foi de 380 mm, a temperatura média do ar foi de 21,3°C e a umidade relativa do ar de 71,7% em média.

No dia do corte para ensilagem, foram amostradas cinco plantas por parcela para separação dos componentes estruturais. As plantas foram cortadas a 15 cm do solo, com ensiladeira da marca JF90Z10, e armazenadas em tambores de plástico com capacidade para cerca de 200 kg cada. A linha de leite foi usada como um indicador visível do momento de colheita (Wiersma et al., 1993), que ocorreu no estágio de ½ linha de leite ou cerca de 34% de matéria seca. Após 60 dias de fechamento, os silos foram abertos para realização do estudo de digestibilidade com os animais.

Foi avaliada a digestibilidade aparente das dietas que foram constituídas de silagem de milho e ou de sorgo (Tabela 2), com farelo de soja na proporção de 75:25, e sal mineral à vontade.

Tabela 2 - Composição química (% da MS) das silagens

Cultura	MS	PB	FDN	FDA	EE	MO	MM	CHOT	CNE
Milho AS32	34,00	9,72	61,50ab	31,42b	2,98	94,86	5,14	82,16	20,66
Sorgo AG 2005E	37,00	8,40	66,24 ^a	38,65 ^a	1,75	93,36	6,64	83,21	16,97
Sorgo XBS 60015	35,00	9,47	58,58b	31,61b	1,98	94,83	5,17	83,38	24,80
Sorgo XBS 60451	36,00	9,89	62,40ab	33,02ab	2,06	94,93	5,07	82,98	20,58
Sorgo DowF305	33,00	9,10	60,08ab	32,08ab	2,17	95,65	4,35	84,38	24,30
CV (%)	5,23	9,37	10,32	11,65	16,46	9,51	9,78	8,56	7,84

Valores seguidos de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Ítavo et al. (2000) avaliaram a composição bromatológica de silagem de milho, e encontraram valores de 8,3; 45,1; 20,1 e 1,1% para proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE), respectivamente.

Rodrigues et al. (2002) avaliaram a composição bromatológica das silagens de sorgo e encontraram para produção de MS 33,85%, para PB 13,28%, para a FDN 58,14%, para a FDA 36,33% e para CHOT 7,34%.

O delineamento utilizado foi um quadrado latino 5x5, sendo cinco tratamentos e cinco períodos de coleta.

Para avaliação da digestibilidade, foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, com aproximadamente 27 kg de peso vivo. Os animais foram mantidos em gaiolas de metabolismo com piso ripado de madeira, com comedouro e bebedouros individuais, onde receberam as rações duas vezes ao dia, às 8h, e às 16h, e água à vontade.

O período experimental teve duração de 15 dias, sendo dez dias para adaptação e cinco dias para amostragens de alimentos e de fezes. A quantidade de ração oferecida foi ajustada para que houvesse 10% de sobras. Durante o período de coleta, as rações fornecidas e as sobras foram amostradas diariamente e acondicionadas em sacos plásticos formando amostra composta. As fezes foram colhidas uma vez ao dia, ou seja, às 8h, registrando-se, nesta oportunidade, a quantidade diária da excreta. As fezes foram colhidas entre o 11^o e 15^o dia de cada período experimental. Após a homogeneização do material, foi retirada uma alíquota diária de 10% do total produzido, para a formação de uma amostra composta por animal e por período experimental. Essas amostras foram

colocadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em freezer a -20°C . Ao término de cada período de coleta, as amostras compostas de fezes e de alimentos foram secas em estufa com circulação de ar a 55°C por 72h e, posteriormente, foram moídas até as partículas atingirem menos de 1 mm e armazenadas em potes plásticos. A partir das amostras secas e moídas, foram determinadas as digestibilidades dos nutrientes (DIG) obtidas pela seguinte equação: $\text{DIG} = \{(\text{ingestão} - \text{excreção}) / \text{ingestão}\} \times 100$. As variáveis avaliadas foram a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e matéria orgânica (MO). A estimativa do NDT foi calculada a partir da equação descrita por Kunkle & Bates (1998):

$$\text{NDT} = \text{MO} \{[26,8 + 0,595 (\text{DIVMO})]/100\}$$

em que: NDT = nutrientes totais digestíveis (%); DIVMO = digestibilidade aparente da matéria orgânica (%), em que se utilizou a DMO = digestibilidade aparente da MO; MO = matéria orgânica (%).

Os resultados do experimento de digestibilidade foram submetidos à análise de variância e comparados utilizando-se o teste de Tukey em nível de 5% de significância.

O modelo matemático empregado para as análises estatísticas foi o quadrado latino 5×5 (5 silagens x 5 períodos de coleta):

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = observação do tratamento i na repetição j no período k ; μ = média dos tratamentos; T_i = efeito do tratamento i ; $i = 1$ a 4 ; A_j = efeito do animal j ; $j = 1$ a 4 ; P_k = efeito do período k ; $k = 1$ a 4 ; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação ijk .

Para condução do experimento de estabilidade em aerobiose foram obtidas amostras das silagens durante a utilização no experimento de digestibilidade em ovinos. As amostras das silagens foram colocadas em baldes plásticos com capacidade para 3L, com quatro repetições por tratamento. As silagens permaneceram em sala fechada à temperatura ambiente ($25-27^{\circ}\text{C}$) quando foram medidos a temperatura e o pH. As temperaturas foram tomadas com termômetro digital duas vezes ao dia no período da manhã e a tarde, segundo metodologia de Taylor & Kung Jr., 2002. O pH foi determinado uma vez ao dia com o uso de potenciômetro digital. Os tratamentos foram arranjados em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (silagens = 4 sorgos, 1 milho) e quatro repetições:

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

em que: Y_{ij} = observação do tratamento i na repetição j ; μ = média dos tratamentos; T_i = efeito do tratamento i ; $i = 1$ a 4 ; e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação ij .

Resultados e Discussão

As maiores médias encontradas para as digestibilidades determinadas e para a estimativa de NDT foram na silagem de milho, o que pode explicar sua melhor digestibilidade frente aos materiais de sorgo estudados (Tabela 3).

Tabela 3 - Digestibilidade da matéria seca (DGMS), da matéria orgânica (DGMO), da proteína bruta (DGPB), da fibra em detergente neutro (DGFND), do extrato etéreo (DGEE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas contendo silagens de milho ou de sorgo + farelo de soja + sal mineral

Digestibilidade	DGMS	DGMO	DGPB	DGEE	DFDN	NDT
Milho AS32	71,53 ^a	73,47 ^a	74,10 ^a	75,59 ^a	65,49	66,89 ^a
Sorgo AG 2005E	65,48	66,90 ^b	65,27 ^c	71,06 ^{ab}	64,53	62,18 ^b
Sorgo XBS 60015	64,90 ^b	66,10 ^b	69,61 ^{abc}	68,64 ^b	50,95	62,71 ^b
Sorgo XBS 60451	67,27 ^{ab}	69,23 ^{ab}	69,11 ^{bc}	70,12 ^b	46,32	64,54 ^a
Sorgo DowF305	67,46 ^{ab}	69,23 ^{ab}	72,90 ^{ab}	71,82 ^b	58,04	65,03 ^a
CV (%)	12,45	13,87	17,86	11,03	10,23	9,62

Valores seguidos de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto à composição dos constituintes da planta de milho, vários trabalhos foram desenvolvidos no sentido de identificar a possível influência destas na qualidade da planta (Nussio & Manzano, 1999; Thomas et al., 2001; Caetano, 2001; Zopollatto, 2007). De fato, os constituintes da planta influenciam na silagem de milho, que é um alimento particular, uma vez que são constituídas por duas frações distintas: a fração grãos e a fração fibrosa, compreendida pelo colmo, folhas, brácteas e sabugo. No entanto, ressalva-se que as proporções das diversas frações da planta não são os únicos fatores que determinam a digestibilidade. Atenção especial deve ser dada à qualidade da fibra, quanto ao seu tipo e sua composição, considerando, de maneira geral, que as variações encontradas nos coeficientes de digestibilidade da silagem estejam relacionadas aos teores dos constituintes da parede celular dos componentes colmo, folhas e espiga. As médias de digestibilidade do milho para MS (71,53%), e para PB (74,10%) foram superiores aos valores encontrados por Mizubuti et al. (2002), avaliando a digestibilidade aparente de silagem de milho, que observaram valores de 55,87%, e 59,82%, respectivamente.

As silagens de sorgo não apresentaram diferença ($P > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente, exceto para a DGPB, em que o sorgo DOW F 305 foi superior ao AG 2005E e para DGFND, o sorgo AG 2005 E apresentou a maior média em relação aos demais materiais de sorgo. Em média, o híbrido de sorgo Dow F305 apresentou

maiores valores absolutos de digestibilidade (DGMS, DGMO e DGPB), em relação aos demais híbridos. Isto pode ser pelo fato de que este híbrido apresentou em sua composição baixa produção de colmo e relativa produção de panícula e folhas, refletindo em melhor digestibilidade dessa silagem. Neumann et al. (2002a) verificaram maior produção de forragem para os híbridos forrageiros em relação aos de duplo propósito. Em contrapartida, os híbridos de duplo propósito, particularmente o AG 2005 E conferiu maior valor nutritivo à silagem. No presente estudo, os melhores valores nutritivos foram observados na silagem do híbrido de sorgo forrageiro DOW F305, com menor produção de MS. Este híbrido apresentou resultados semelhantes a silagem de milho, com 67,46% (DGMS), 69,23% (DGMO) e 72,90% (DGPB). Os consideráveis valores da DGFND determinados neste trabalho foram decorrentes, possivelmente, da maior proporção de panículas ou de espigas na MS com menores proporções de colmos e folhas na MS e, conseqüentemente, com redução na porcentagem de fibra na silagem. O maior valor para a digestibilidade de NDT também foi encontrado no híbrido Dow F305 (65,03%), ficando atrás somente do milho AS 32 que apresentou 66,89%.

Entre as silagens de sorgo, a menor digestibilidade da MS e da MO foram para o híbrido XBS 60015, apresentando 64,90% e 66,10%, respectivamente, porém sem diferenças significativas ($P>0,05$). Entretanto, este mesmo híbrido apresentou uma das maiores digestibilidades da PB (69,61%), sendo inferior somente para o sorgo Dow F305. Em média todos os híbridos de sorgo apresentaram excelentes valores de digestibilidade. Silagens com digestibilidade na matéria seca acima de 65% pode ser classificada como muito boa, e no presente trabalho todas as silagens apresentaram valores acima de 65%, com exceção somente à silagem de sorgo XBS 60015. Apesar de o híbrido de sorgo AG2005E ter apresentado uma das maiores produções de panículas, as digestibilidades da MS e da MO não apresentou teores mais elevados em relação aos demais híbridos estudados, nos quais seus resultados não apresentaram diferenças significativas. Van Soest et al. (1967) relatam que teoricamente, o maior teor de panículas, aumenta o valor nutricional do material ensilado. Correa & Silva (2007), avaliando a digestibilidade da silagem de sorgo AG 2002, encontraram para as digestibilidades da MS, MO, PB e FDN valores inferiores aos encontrados neste trabalho. Os sorgos XBS 60451 e XBS 60015 tiveram diferenças significativas somente para a digestibilidade de NDT com 64,54% e 62,71%, respectivamente.

Quanto à estabilidade da silagem, houve efeito ($p<0,05$) de dias de exposição e da silagem para os valores de pH. Comparando-se os valores de pH das silagens antes e

após o período de 120h (5 dias) de exposição ao ar, observou-se aumento ($p < 0,05$) no pH, com exceção do Sorgo Dow F305 que não apresentou diferença significativa. A silagem da cultivar Sorgo Dow F305 apresentou menor variação de pH com média de 3,8 seguido do Milho AS32, com média de 4,1, sendo que estas resultaram em silagens sem maiores perdas advindas do processo de fermentação. A variável pH apresentou-se abaixo de 3,8, típica para silagens de milho, segundo Kleinschmit et al. (2005) e Kleinschmit & Kung Jr. (2006), de acordo com Vilela (1998), silagens com pH em torno de 3,8 a 4,2 podem ser classificadas como excelente e boa. As cultivares de Sorgo AG 2005E, Sorgo XBS 60015 e Sorgo XBS60451 obtiveram níveis mais elevados de pH durante a exposição ao ar, sendo que a cultivar Sorgo XBS60451 foi quem apresentou a maior diferença de pH entre o início e término do período de exposição ao ar (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores de pH das silagens em função dos dias de exposição ao ar

Silagens	Dias de Exposição ao Ar					Média
	1	2	3	4	5	
Sorgo XBS60451	3,76c	6,64b	8,46a	9,21a	9,32a	7,48a
Sorgo Dow F305	3,78a	3,70a	3,81a	3,89a	3,86a	3,80a
Sorgo XBS 60015	3,75c	3,77c	5,64b	7,37a	8,12a	5,73B
Sorgo AG 2005E	3,80b	3,78b	4,22b	6,31a	7,70a	5,16C
Milho AS32	3,60b	3,55b	3,67b	3,77b	6,12a	4,14C
Média	3,81E	4,54D	5,70C	6,56B	7,38A	

Valores nas linhas seguidos de letras minúsculas e valores para as médias seguidos de letras maiúsculas designam diferenças pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Segundo Van Soest (1994), a associação de pH e umidade pode ser um critério simples de avaliação da qualidade das silagens, sendo que, em silagem com baixo teor de MS, a melhor qualidade é obtida com valores de pH abaixo de 4,4. Em silagens com alto teor de MS ($> 35\%$ MS), o pH é menos importante, podendo-se obter silagens de boa qualidade mesmo com valores de pH mais alto. Neste estudo, podemos observar que todas as silagens de sorgo exceto a silagem do híbrido DOW F305, apresentaram teores de matéria seca maiores que 35%.

Pereira & Reis (2007) avaliaram o pH da silagem do híbrido de sorgo BR 601 com ou sem aditivos e tiveram estabilização do pH no quinto dia de exposição ao ar da silagem, com pH de 3,84 para a silagem testemunha.

A variação do pH durante o período de exposição ao ar pode ser um indicativo prático de que a silagem está sendo deteriorada pelo contato com o ar. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos

orgânicos e o etanol, resultando em aumento do pH, redução na digestibilidade, perda de nutrientes e conteúdo de energia. Nessa etapa, a utilização do ácido lático pelas leveduras eleva o pH e libera as bactérias inibidas pela acidez levando à degradação de nutrientes. Está bem definido que os sorgos utilizados para silagem, no Brasil, geralmente têm um nível de carboidratos solúveis suficiente para uma boa fermentação, com conseqüente queda do pH (Nogueira, 1995; Borges, 1995). Assim como o milho, o sorgo sofre uma fermentação ligeiramente rápida após o fechamento do silo, e quando ele é aberto para sua utilização, há, ainda, muito carboidratos solúveis disponíveis, e estes acabam se tornando combustível para fermentação secundária.

Comparando-se o valor do pico de temperatura das silagens durante o período de 120h (5 dias) de exposição ao ar, observaram-se picos de temperatura diferentes. A cultivar Sorgo XBS 60451 apresentou maior pico de temperatura, seguido do Sorgo AG 2005E, Sorgo XBS 60015, Sorgo DOW F305 e Milho, com 42°C, 35°C, 34°C, 27°C e 34°C, respectivamente. Os picos de temperatura foram observados entre 36 e 60h após a exposição ao ar.

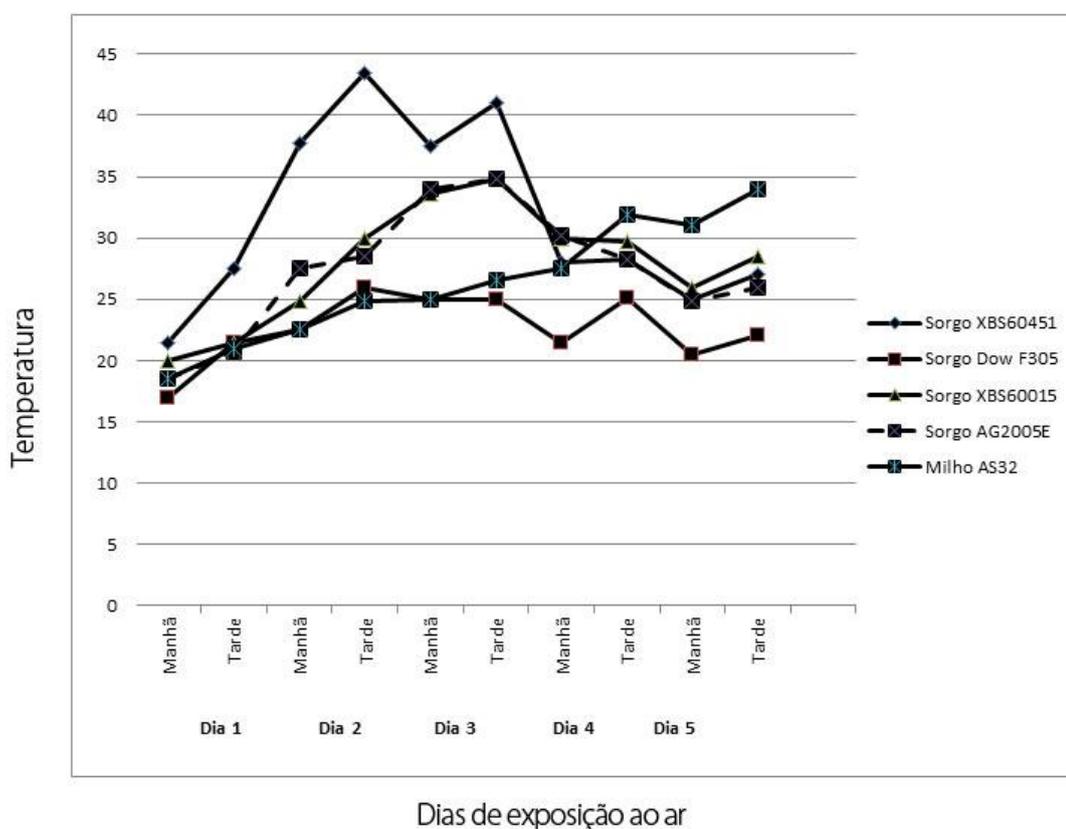


Figura 1 - Comportamento da temperatura das silagens em função dos dias de exposição ao ar.

O aumento da temperatura do material ensilado está relacionado com a proliferação de microrganismos indesejáveis, causando a deterioração do material (Kung Jr. et al., 2003). A temperatura ambiente também influencia, de maneira que se temos altas temperaturas, temos também maior desenvolvimento de microrganismos, aumentando as taxas de perdas. Estas maiores atividades microbianas podem resultar em menores teores de MS, de matéria orgânica MO e carboidratos não-estruturais CNE (Simili, 2006). A temperatura pode chegar a 45°C (Rotz & Muck, 1994), sendo verificados picos de aquecimento de 42°C no presente trabalho.

Os híbridos de sorgo XBS 60451 e XBS 60015 foram as silagens que apresentaram as maiores elevações e oscilações de temperatura logo nas primeiras horas de exposição e também as maiores alterações de pH, o que pode ser por essas silagens terem apresentado maiores teores de carboidratos não-estruturais, tendo conseqüentemente maiores produções de ácido láctico, que provavelmente foram utilizados por leveduras, tornando essas silagens menos estáveis à deterioração. De acordo com Jobim (2007), a atividade dos microrganismos que decompõem a silagem será mais intensa, quanto à qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido láctico residuais.

Os maiores níveis de deterioração das silagens em condições aeróbias acontecem em temperatura por volta dos 30°C, havendo intenso crescimento de fungos, elevação de pH e maior produção de CO₂ (Ashbell et al., 2002), o que é bastante comum em regiões de clima tropical.

A silagem de sorgo DOW F305 foi a única que não chegou à temperatura de 30°C, e como observado nas alterações de pH, também foi a silagem que menos sofreu alterações, podendo verificar, então, que houve pouca atividade microbiana nesse material, contribuindo para sua melhor qualidade.

Como pode ser observado, a silagem de milho teve também pouca variação de temperatura, tendo sua temperatura elevada acima de 30°C somente após 84h de exposição, o que indica uma silagem com boa estabilidade aeróbia, sem grandes perdas de nutrientes, comparadas às silagens de algumas cultivares de sorgo. Em relação ao aumento da temperatura da massa, Ranjit & Kung Jr. (2000) estudaram a deterioração aeróbia de silagens de milho, na qual a estabilidade aeróbia foi de 26,5h. Em silagens de milho, quando a massa entra em contato com o ar, populações de leveduras podem quebrar a estabilidade em poucas horas (Kung Jr. et al., 1998; Borreani et. al., 2002; Muck, 2004).

Bernardes (2006) avaliou a deterioração aeróbia das silagens de milho e de sorgo e notou que a elevação da temperatura da massa iniciou após 40h de exposição ao ar.

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser definida como a resistência da massa de forragem à degradação após a abertura do silo, sendo definido por autores como o tempo que a massa de forragem leva para aumentar sua temperatura em 2°C em relação à temperatura ambiente. Podemos ver assim que a temperatura fornece contudente indicativo em relação à degradação do produto.

Conclusões

O híbrido de sorgo DOW F305 apresentou as melhores digestibilidades para as variáveis estudadas.

As silagens de sorgo XBS 60451 e XBS 60015 resultaram em valores semelhantes quanto às suas digestibilidade, porém apresentaram valores menores em relação aos outros híbridos avaliados, não sendo, portanto considerados materiais aptos à confecção de silagens com alta qualidade, comparados aos híbridos DOW F305 e AG 2005 E que apresentaram valores bem mais satisfatórios.

As silagens dos híbridos XBS 60451 e XBS 60015 podem ser consideradas como silagens com baixa estabilidade aeróbia.

Para a estabilidade aeróbia, o híbrido de sorgo DOW F305 foi também o que teve menor variação, sendo um material com boa qualidade a ser utilizado como silagem.

Referências

- ASHBELL, G.; WEINBERG, Z.G.; HEN, Y. et al. The effect of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silage. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v.28, p.261-263, 2002.
- BERNARDES, T.F.; **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. 2006. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BORGES, A.L.C.C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermenta o**. 1995. 104f. Disserta o (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BORREANI, G.; BERNARDES, T.F.; TABACCO, E. Aerobic deterioration influences the fermentative, microbiological and nutritional quality of maize and sorghum silages on farm in high quality milk and cheese productions chain. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.68-77, 2008. Suplemento especial.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; COLOMBARI, G. Influenza del deterioramento aeróbico degli insilati sulla qualit  dei prodotti caseari. **L' Informatore Agrario**, v.11, p.58-61, 2002.
- CAETANO, H. **Avalia o de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produ o de silagem**. 2001. 187f. (Tese de Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- CORREA, R.A.; SILVA, L.D.F. Consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) com ou sem aditivos, em ovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, p.151-158, 2007.
-  TAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. et al. Substitui o da silagem de milho pela silagem do bagaço de laranja na alimenta o de vacas leiteiras: consumo, produ o e qualidade do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1498-1503, 2000.
- JOBIM, C.C. et al. Avanços metodológicos na avalia o da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007. Suplemento especial.
- KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG JR., L. The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. **Journal Dairy Science**, v.89, p.3999-4004, 2006.
- KLEINSCHMIT, D.H.; SCHMIDT, R.J.; KUNG, JR., L. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2130-2139, 2005.
- KUNG JR., L. Microbial and chemical additives for silage: effect on fermentation and animal response. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2000. p.1-53.
- KUNG JR., L.; SHEPERD, A.C.; SMAGALA, A.M. et al. 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**, v.81, p.1322-1330, 1998.
- KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.251-304.

- KUNKLE, W.E.; BATES, D.B. Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE, 1998, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1998. p.59-70.
- MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P. et al. **Fisiologia do milho**. Minas Gerais, MG: Embrapa milho e Sorgo, 2002. p.65. (Circular técnico, 22).
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2 ed. Marlow: Chalcomb, 1991. 340p.
- MIZUBUTI, I.; RIBEIRO, A.L.E.; ANTÔNIO DA ROCHA, M. et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea Mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.267-272, 2002.
- MUCK, R.E.; Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. **Transactions of the ASAE**, v.47, p.1011-1016, 2004.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.293-301, 2002a.
- NOGUEIRA, F.A.S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório**. 1995. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1999. p.27-46.
- O'KIELY, P.O.; CLANCY, M.; DOYLE, E.M. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2001, p.794-795.
- PEREIRA, A.C.; REIS, R.S. Avaliação da silagem do híbrido de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] BR 601 com aditivos 1 – PH, nitrogênio amoniacal, matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, p.211-222, 2007.
- RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.526-535, 2000.
- REIS, A.R.; JOBIM, C.C. Perfil da fração de carboidratos da planta e adequação de aditivos no processo de ensilagem. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Esalq, 2000. p.27.
- RODRIGUES, P.H.M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, S.J.T. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2373-2379, 2002.
- ROTZ, C.A; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY, G.C. et al. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: University of Nebraska, 1994. p.828-868.
- SIMILI, M. **Avaliação da estabilidade aeróbia de silagens de milho**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SOUSA, D.P. Uso de aditivos em forragens conservadas. In: SIMPÓSIO MATO-GROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 1., 2011, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2011. p.97-124.

- TAYLOR, C.C.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1526-1532, 2002.
- THOMAS, E.D.; MANDEBVU, P.; BALLARD, C.S. et al. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient, composition, in vitro digestibility, and milk yield by dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.84, p.2217-2226, 2001.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. 1 CD ROM.
- WIERSMA, D.W.; CARTER, P.R.; ALBRECHT, K.A. et al. Kernel milkline state and corn forage yield, quality, and dry matter content. **Journal Produce Agricultural**, v.6, p.94-99, 1993.
- ZOPOLLATTO, M. **Avaliação do efeito da maturidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem sobre a produtividade, composição morfológica e valor nutritivo da planta e seus componentes**. 2007. 210f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.