



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**SILAGEM DE SORGO SACARINO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL:
POTENCIAL FORRAGEIRO E DESEMPENHO PRODUTIVO DE
CORDEIROS CONFINADOS**

DÉBORA MAURÍCIO MANARELLI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados - MS
Fevereiro - 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**SILAGEM DE SORGO SACARINO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL:
POTENCIAL FORRAGEIRO E DESEMPENHO PRODUTIVO DE
CORDEIROS CONFINADOS**

Débora Maurício Manarelli
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior

Co-orientadores: Dra. Marciana Retore

Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia – Área de Concentração:
Produção Animal, como parte das
exigências para obtenção do título
de Mestre em Zootecnia.

Dourados - MS
Fevereiro - 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M267s Manarelli, Debora Mauricio

Silagem de sorgo sacarino na alimentação animal: potencial forrageiro e desempenho produtivo de cordeiros confinados / Debora Mauricio Manarelli -- Dourados: UFGD, 2017.

75f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Marco Antonio Previdelli Orrico
Junior Co-orientador: Fernando Miranda de Vargas Junior

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Consumo. 2. Forragicultura. 3. Ruminantes. 4. Sorghum bicolor.
5. Valor Nutritivo. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

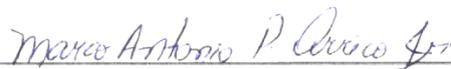
SILAGEM DE SORGO SACARINO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL: POTENCIAL FORRAGEIRO E DESEMPENHO PRODUTIVO DE CORDEIROS CONFINADOS

por

DÉBORA MAURÍCIO MANARELLI

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovada em:20/02/2017



Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior
Orientador – UFGD/FCA



Dra. Ana Carolina Amorim Orrico
UFGD/FCA



Dr. Ricardo Andrade Reis
UNESP/FCAV

BIOGRAFIA DO AUTOR

DÉBORA MAURÍCIO MANARELLI, filha de Jorge Luis Manarelli e de Ieda Maria Maurício Manarelli, nasceu em Alta Floresta, no estado de Mato Grosso, no dia 05 de outubro de 1992. Iniciou em 2010 o curso de Zootecnia na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) concluído em 2015. Em março de 2015 iniciou no mestrado, na área de Produção Animal, do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

*"Faça o teu melhor, na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores,
para fazer melhor ainda!"
Mario Sergio Cortella*

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Jorge e Ieda, pelo amor, incentivo e esforço que sempre fizeram por mim. Nunca me deixaram desanimar, aconselhando-me sempre a seguir em frente e a vencer os obstáculos.

À minha irmã, Michele, que sempre me orgulhei e tive como exemplo. Obrigada pelos conselhos e por tantos momentos alegres.

Ao meu noivo, Karl, pelo amor, carinho, companheirismo, por sempre acreditar em mim e por me incentivar nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, à Deus, por ter me dado força, paciência, perseverança e coragem durante toda esta longa caminhada.

Ao meu orientador, Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior, pela constante disposição em ajudar. Obrigada por toda orientação, ensinamentos e paciência.

À professora Dra. Ana Carolina Amorim Orrico, obrigada pela paciência, compreensão, carinho e amizade.

Aos meus co-orientadores, Dra. Marciana Retore e Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior, por possibilitarem a execução da pesquisa científica e pelo conhecimento compartilhado durante este trabalho.

Ao funcionário administrativo, do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Ronaldo Pasquim, pela paciência e compreensão.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CPAO) pela oportunidade e condições para a execução do experimento.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa em Manejo de Forragens e Resíduos Agropecuários, que contribuíram nas diferentes etapas deste trabalho.

Aos meus amigos, que sempre me ajudaram em momentos difíceis e que de alguma forma tornaram meus dias mais alegres.

À Carla Crone e Franciely Neves, duas amigas muito especiais. Gostaria de agradecer imensamente a amizade e o companheirismo recíproco, que durante cinco anos foram essenciais na minha vida.

Aos membros da banca, por terem aceito o convite de participar deste momento especial.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD pela oportunidade.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	VIII
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	3
CAPÍTULO 1	4
1. REVISÃO DE LITERATURA	5
1.1. Aspectos gerais da cultura do sorgo.....	5
1.2. Tipos de sorgo para alimentação animal.....	7
1.3. Características e processo de ensilagem de plantas forrageiras	9
1.4. Utilização da silagem de sorgo sacarino na alimentação animal.....	11
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
OBJETIVOS	20
OBJETIVO GERAL.....	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
CAPÍTULO 2	21
Potencial forrageiro e qualidade da silagem de quatro variedades de sorgo sacarino	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas.....	35
CAPÍTULO 3	39
Silagem de sorgo sacarino na alimentação de cordeiros: desempenho produtivo e aspectos quantitativos da carcaça.....	40
Introdução.....	41
Material e Métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	47
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63

LISTA DE TABELAS**Página****CAPÍTULO 2**

Tabela 1. Produção, composição química e coeficiente de digestibilidade <i>in vitro</i> da panícula, folha, colmo e planta inteira a partir de quatro variedades de sorgo sacarino.....	28
Tabela 2. pH, perdas fermentativas e composição química das silagens produzidas a partir de quatro variedades de sorgo sacarino.....	32

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta fornecida para cordeiros alimentados com diferentes tipos de silagem de milho e sorgo.....	44
Tabela 2. Ingestão de MS, MO, PB, NDT, FDN e FDA de cordeiros alimentados com diferentes tipos de silagem de milho e sorgo.	47
Tabela 3. Desempenho e digestibilidade <i>in vivo</i> de cordeiros alimentados com diferentes tipos de silagem de milho e sorgo.....	51
Tabela 4. Componentes de carcaça de cordeiros alimentados com diferentes tipos de silagem de milho e sorgo.....	55

LISTA DE FIGURAS**Página****CAPÍTULO 3**

Figura 1. Gráfico biplot da análise de componentes principais (CP) para avaliação de parâmetros de Ingestão de nutrientes de cordeiros alimentados com silagem forrageiro, BRS 506, BRS 511 e Milho.	51
Figura 2. Gráfico biplot da análise de componentes principais (CP) para avaliação de parâmetros de Desempenho e digestibilidade in vivo de cordeiros alimentados com silagem forrageiro, BRS 506, BRS 511 e Milho.....	54
Figura 3. Gráfico biplot da análise de componentes principais (CP) para avaliação de parâmetros dos componentes de carcaça de cordeiros alimentados com silagem forrageiro, BRS 506, BRS 511 e Milho.	57

LISTA DE ABREVIATURAS

MS: Matéria Seca

MO: Matéria Orgânica

MM: Matéria Mineral

PB: Proteína Bruta

FDN: Fibra Detergente Neutro

FDA: Fibra Detergente Ácido

EE: Extrato Etéreo

PMS: Perdas de Matéria Seca

PG: Perda por Gases

PE: Produção de Efluentes

NDT: Nutrientes Digestíveis Totais

PM: Peso Médio

PF: Peso Final

CA: Conversão Alimentar

GPD: Ganho de Peso Diário

PCQ: Peso de Carcaça Quente

PCF: Peso de Carcaça Fria

RCQ: Rendimento de Carcaça Quente

RCF: Rendimento de Carcaça Fria

PCR: Perda de Carcaça por Resfriamento

AOL: Área de Olho de Lombo

RESUMO

MANARELLI, D.M. **Silagem de sorgo sacarino na alimentação animal: potencial forrageiro e desempenho produtivo de cordeiros confinados.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2017.

O presente estudo foi conduzido em dois experimentos, com o objetivo de avaliar o potencial forrageiro, qualidade do processo fermentativo e desempenho de cordeiros alimentados com silagens de variedades de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). No experimento 1 foram utilizadas as variedades de sorgo sacarino BRS 506, BRS 508, BRS 509 e BRS 511, avaliando a produção, composição morfológica, qualidade nutricional, qualidade do processo fermentativo e valor nutricional das silagens. No experimento 2 foram utilizados 32 cordeiros machos, da raça Suffolk. O delineamento foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e oito repetições. Foram testadas as silagens de sorgo forrageiro GrandSilo, sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 e silagem de milho BRS 2223 (híbrido duplo). No experimento 1, a BRS 509 e a BRS 511 foram as que apresentaram maiores produções de MS total. A variedade BRS 508 apresentou o maior coeficiente de digestibilidade *in vitro* da planta inteira (70,65% da MS). Durante o processo fermentativo, a variedade BRS 509 foi a que apresentou menor perda de MS (8,87%). A maior produção de efluentes foi observada para BRS 506 e BRS 508, com produção de 521,87 e 393,16 kg Mg⁻¹ de MS ensilada, respectivamente. Em relação ao processo de ensilagem, a BRS 509 apresenta as menores perdas fermentativas e o maior valor nutritivo da silagem. No experimento 2 o consumo diário foi de 0,926; 0,872 e 0,906 kg/animal/dia, para as dietas de sorgo forrageiro, BRS 511 e BRS 506 respectivamente, menor (P<0,05) do que o dos animais alimentados com silagem de milho (1,167 kg/animal/dia). A dieta contendo silagem de milho proporcionou ganho de peso 27% superior (P<0,05) em relação aos animais que consumiram as demais silagens. A silagem de milho apresentou os menores valores (P<0,05) de rendimento de carcaça quente e fria (44,71 e 42,62%), sendo observada para a silagem de sorgo BRS 506 os maiores valores (46,90 e 44,78%). Conclui-se que no experimento 1 a variedade BRS 511 é a mais indicada em razão dos melhores resultados de produção e de qualidade nutricional da planta. No experimento 2, a silagem de sorgo sacarino BRS 506 foi mais eficiente para os animais converterem alimento em carcaça.

Palavras-chave: Consumo, forragicultura, ruminantes, *Sorghum bicolor*, valor nutritivo.

ABSTRACT

MANARELLI, D.M. **Silage of saccharine sorghum in the animal diet: forage potential and productive performance of confined lambs.** 2017. Thesis (M.Sc.) – Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of the Grande Dourados, 2017.

The present study was conducted in two experiments with the objective of evaluating forage potential, fermentation quality and performance of lambs fed saccharine sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) silages. In the experiment 1 the BRS 506, BRS 508, BRS 509 and BRS 511 sorghum varieties were evaluating the production, morphological composition, nutritional quality, fermentation process quality and nutritional value of the silages. In the experiment 2, 32 male Suffolk lambs were used. The experimental design was a completely randomized block with four treatments and eight replications. The silages of forage sorghum GrandSilo, sorghum BRS 506 and BRS 511 and BRS 2223 maize silage (double hybrid) were tested. In experiment 1, BRS 509 and BRS 511 were the ones with the highest total DM yields. The BRS 508 variety showed the highest in vitro digestibility coefficient of the whole plant (70.65% DM). During the fermentation process, the BRS 509 variety showed the lowest loss of DM (8.87%). The highest effluent production was observed for BRS 506 and BRS 508, with production of 521.87 and 393.16 kg Mg⁻¹ of ensiled DM, respectively. In relation to the silage process, BRS 509 presents the lowest fermentation losses and the highest nutritive value of silage. In experiment 2, daily consumption was 0.926; (P <0.05) than the animals fed corn silage (1.167 kg/animal/day), for BRS 511 and BRS 506, respectively. The corn silage diet provided a 27% higher weight gain (P <0.05) than the animals that consumed the other silages. The corn silage had the lowest values (P <0.05) of hot and cold carcass yield (44.71 and 42.62%), with the highest values (46.90 and 44.78%). It is concluded that in experiment 1 BRS 511 variety is the most indicated because of the better production results and nutritional quality of the plant. In experiment 2, BRS 506 saccharin sorghum silage was more efficient for the animals to convert feed into carcass.

Keywords: Consumption, forage system, ruminant, *Sorghum bicolor*, nutritional value.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sorgo é uma importante cultura em muitas regiões do mundo, devido à sua alta produtividade e capacidade de utilizar a água de forma eficiente, mesmo sob condições de seca. No Brasil, as variedades de sorgo sacarino foram desenvolvidas inicialmente com o objetivo de suplementar a produção de álcool na entressafra da cana-de-açúcar.

O elevado teor de carboidratos solúveis e a alta produção de matéria seca por área obtidos pelas variedades sacarinas são características que favorecem o processo de ensilagem, o que sinaliza o potencial dessa cultura para ser utilizada como fonte de volumoso de qualidade na alimentação animal.

Entretanto, ainda é limitado o conhecimento sobre as características desses materiais como: composição química, qualidade do processo fermentativo, além do valor nutritivo e desempenho dos animais alimentados com essas variedades.

Devido à carência de informações sobre o sorgo sacarino, o objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial forrageiro, qualidade do processo fermentativo e desempenho de cordeiros alimentados com silagens de variedades de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Esta dissertação é composta por três capítulos, sendo o primeiro uma revisão de literatura sobre o sorgo, variedades existentes, fatores relacionados à ensilagem, ao uso como silagem e a aplicação na alimentação animal. O segundo e o terceiro são artigos científicos. Os capítulos 2 e 3 foram redigidos conforme as normas para publicação da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, disponíveis no endereço eletrônico: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab>. O capítulo 2 já foi publicado.

CAPÍTULO 1

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Aspectos gerais da cultura do sorgo

O sorgo é uma planta pertencente à família *Poaceae*, gênero *Sorghum* e espécie *Sorghum bicolor* L. Moench, caracterizado por ser uma planta C4. O sorgo é originário do continente africano e, mesmo possuindo grande variabilidade das cultivares, acredita-se que o ponto de partida foi na região da Etiópia (Doggett, 1970; Magalhães et al., 2000; Ribas, 2014). O sorgo foi domesticado ao longo dos anos e passou a ser utilizado como alimento tanto para os humanos quanto para os animais, porém, o seu desenvolvimento nas grandes regiões agrícolas do mundo só ocorreu no final do século XIX (Veiga, 1986; Costa et al., 2004).

No Brasil, o sorgo granífero chegou nos anos 60, após a tecnologia do sorgo híbrido romper fronteiras. A sua disseminação se deu pelo Nordeste e Sul do país, onde era utilizado para fabricação de cachaça e melaço. A chegada do sorgo nas Américas foi em meados do século XIX, sendo trazido por escravos africanos variedades provenientes da França com propósito para produção de forragem e melaço (Ruas et al., 1988).

As primeiras variedades comerciais de sorgo tiveram origem em 1857, por técnicos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, sendo caracterizadas por serem cultivares de porte muito alto, o que impedia seu uso para produção de grãos, pois a colheita era manual, e ciclo muito longo que limitava seu cultivo em regiões do Sul do país (Ruas et al., 1988; Teixeira & Teixeira, 2004).

Segundo Legarto (2000), durante muito tempo, o uso do sorgo forrageiro na França foi praticado com o *Sudam grass*. Após os anos 80, surgiram novas variedades (*Sorghum bicolor*) com baixo teor de tanino e também novas tecnologias no processo de ensilagem, sendo o mercado ampliado para a cultura do sorgo.

De acordo com Ribas (2014), em torno do século XX, seleções foram feitas para obter cultivares com portes cada vez mais baixos, precoces e adaptados à colheita mecânica.

O sorgo é uma espécie versátil e eficiente. Sua versatilidade se estende desde o uso de seus grãos na alimentação humana e animal; matéria-prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas, tintas, até a extração de açúcar dos colmos e como forragem na nutrição de ruminantes (EMBRAPA, 2003). O sorgo é o quinto cereal mais produzido no mundo, depois do milho, arroz, trigo e cevada. No Brasil, a produção vem crescendo, em 2014 chegou a mais de 2 milhões de toneladas de grãos, montante ainda destinado exclusivamente para fabricação de ração animal (IBGE, 2015).

Conforme o levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), foi estimado que na safra 2016/2017 a área plantada de sorgo foi de 579 mil hectares e a produtividade estimada foi de 1.529,8 mil toneladas de grãos. A região Centro-Oeste foi a maior produtora, com 262,8 mil hectares, seguido da região Sudeste (185,0 mil hectares), Nordeste (97,1 mil hectares) e Norte (25,1 mil hectares).

De acordo com a Embrapa (2010), praticamente todo o sorgo produzido no Brasil é destinado para a alimentação animal, desde os grãos, partes da planta ou até por ambos, com potencial para substituir totalmente ou parcialmente o milho na alimentação de ruminantes e não-ruminantes. O sorgo ainda possui seu valor comercial dependente ao do milho no Brasil, o qual corresponde a cerca de 80%, condição desfavorável para que agricultores comecem a produzi-lo. Em contrapartida, a cultura do sorgo tem provocado entusiasmo em alguns produtores, pois possui maior tolerância a altas temperaturas, excesso de umidade no solo e estresse hídrico do que a maioria dos outros cereais (Guerra et al., 2009; Leão et al., 2011).

1.2. Tipos de sorgo para alimentação animal

Segundo a Embrapa existem várias cultivares de sorgo no Brasil, o que distingue os tipos de sorgo é a proporção de colmo, folhas e panículas, os quais influenciam na produção de matéria seca por hectare, na composição bromatológica e no valor nutritivo das cultivares (Borges et al., 1997). As que se destacam na alimentação animal são o sorgo granífero, com genótipo de porte baixo, propício à colheita mecanizada dos grãos, inflorescências ou panículas de formas variadas. O sorgo forrageiro, com genótipos de porte alto, conhecido como “sorgo silageiro”, apresenta colmos suculentos ou secos, doces ou insípidos, grãos pequenos e alto potencial de produção de matéria seca. O sorgo de corte e pastejo provem do cruzamento de Sorgo Granífero (*Sorghum bicolor*) x Capim Sudão (*Sorghum sudanense*), possui folhas estreitas, colmos finos e suculentos, panículas ralas, baixa produção de grãos, rápido crescimento, rebrota fácil e perfilhamento abundante. Já o sorgo sacarino apresenta diversas vantagens, como rapidez no ciclo, colmos com açúcares prontamente fermentáveis, fonte de energia como forragem para animais e fornecimento de matéria prima para produção de etanol durante a entressafra da cana (Embrapa, 2009; Rodrigues & Santos, 2011).

Vários híbridos, com materiais que apresentam características agrônômicas e valores nutritivos diferentes, com consequentes variações quanto à produtividade, dentre outros fatores, vêm sendo pesquisados e desenvolvidos por programas de melhoramento (Skonieski et al., 2010). Conforme Silva et al. (2003), híbridos de sorgo de duplo propósito são utilizados para produção de grãos e silagem, e híbridos de triplo propósito são utilizados na produção de silagem, grãos e palhada para plantio direto.

A Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), por volta da década de 70, criou um programa para aperfeiçoamento de cultivares de sorgo sacarino. Foram incorporados

inicialmente 50 genótipos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, África e Índia, os quais foram classificados agronomicamente. As primeiras variedades brasileiras (BRS 506 e BRS 507) foram produzidas em 1987 com potencial para produção de etanol. Em contrapartida, como o Pro-Álcool e a política nacional não apoiaram as destilarias, os estudos com sorgo sacarino começaram a buscar variedades para a produção de forrageiras (Parrella, 2011).

Em 2008, o CNPMS passou a buscar cultivares para geração de energia renovável e matéria-prima alternativa para a produção de etanol, objetivando rendimento e qualidade do sorgo sacarino. Em 2012, com a retomada do programa, o CNPMS colocou no mercado a variedade de sorgo sacarino BRS 511, com objetivo de complementar a matéria-prima para a produção de etanol. A BRS 511 apresenta alto potencial para produção de colmos suculentos, alcançando produtividades de 80 t.ha⁻¹, com altos teores de açúcares e padrão fermentativo (Embrapa, 2012). Devido à existência de diversas variedades de sorgo, há necessidade de mais pesquisas que comparem a composição química, componentes da planta, produção de grãos e produção de silagens, visando a produção animal.

De acordo com Durães (2011), o sorgo sacarino apresenta colmos com caldo semelhante ao da cana, rico em carboidratos solúveis servindo para a produção de etanol. É uma espécie de ciclo rápido, cultura inteiramente mecanizável. Esse autor obteve produção de 50 a 77 litros de etanol por tonelada de massa verde, com açúcares totais recuperáveis variando de 80 a 127 kg por tonelada de massa verde.

Segundo May et al. (2012), a altura do sorgo sacarino e diâmetro dos seus colmos estão associados à produção de massa verde, características altamente influenciáveis pelas condições ambientais e práticas de manejo (arranjo de plantas, época de semeadura e adubação).

O sorgo sacarino tem sido cultivado no Brasil com o intuito de fornecer matéria-prima para a produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar, por se assemelhar à cana-de-açúcar quanto à fisiologia e características tecnológicas. O sorgo sacarino não concorre com a cana-de-açúcar, pois é cultivado em áreas de expansão agrícola quando os canaviais não são suficientes, áreas de reformas de canaviais e terras onde a cana não se adapta (Ceres, 2010; Damasceno et al., 2010; Tabosa et al., 2010; Canavialis, 2012).

Pesquisas estão sendo realizadas para esclarecer devidamente as exigências nutricionais do sorgo sacarino. Porém, sabe-se que é uma espécie exigente quando se objetiva elevadas produtividades de biomassa. De acordo com a Embrapa (2008), a população de plantas pode variar entre 140.000 e 170.000 plantas por hectare, o que é influenciado pelo espaçamento entre linhas. Segundo May (2011), estes estudos evidenciam que menores espaçamentos demonstram maiores produtividades de caldo por área. No entanto, lavouras muito densas e com crescimento vegetativo intenso se tornam mais vulneráveis ao acamamento decorrente de temporais acompanhados de ventanias nos meses de janeiro e março.

1.3. Características e processo de ensilagem de plantas forrageiras

O produto resultante da fermentação anaeróbica de plantas forrageiras devido à ação de bactéria e leveduras, as quais convertem açúcares em ácidos orgânicos e reduzem o pH, é denominado silagem. O processo de ensilagem é capaz de conservar o volumoso para ser ofertado em época de escassez de pasto. O método é proveniente de uma tecnologia simples e eficiente, porém deve se tomar alguns cuidados para manter o valor nutritivo da cultura utilizada (Teixeira et al., 2009).

O processo fermentativo possui quatro fases de fermentação, sendo elas, aeróbia inicial, fermentação, estável e de retirada, possuindo diferentes durações e intensidades,

que são dependentes umas das outras (Barnett, 1954). A forragem, após o corte, passa a ser substrato para o desenvolvimento de diversos microrganismos, benéficos ou não, os quais podem degradar nutrientes que seriam consumidos pelos animais, o que não deve deixar ocorrer já que a ensilagem é uma prática para melhorar a alimentação e conservar as forragens (Muck, 2010; Putnam, 2011).

O teor de matéria seca (MS), tamanho médio de partícula, densidade do material no silo, manejo de compactação, a condição de anaerobiose, entre outros, são características que podem provocar as perdas de MS e energia. Segundo Silva et al. (2004), para que a silagem tenha bom valor nutricional é necessário que apresente teor de matéria seca desejável (30-35%), elevado conteúdo de açúcar no material (maior que 2%), alta densidade e rápido fechamento do silo e presença de bactérias ácido lácticas heterofermentativas.

A conservação de forragem não deve ser avaliada somente pelo valor nutritivo do produto final, mas em conjunto com as perdas que ocorrem da colheita até a alimentação animal (McDonald et al., 1991). Durante o processo fermentativo ocorrem perdas que estão relacionadas com as alterações químico-bromatológicas do material ensilado. Esse tipo de perda depende das características da forragem e também das práticas de implantação, manejo e colheita das lavouras e ao sistema de armazenamento (McDonald et al., 1991). No entanto, outros tipos de perdas na ensilagem, como as perdas por efluentes e pela produção de gases, têm grande importância, pois podem aumentar os custos do sistema de produção e até mesmo impossibilitar sua utilização (Balsalobre et al., 2001).

Estudos avaliaram silagens de milho, sorgo e girassol, verificando perdas em forma de gás, onde os valores variaram de 2,2 a 7,4% da MS. Perdas de 13,9% da MS foram observadas em silagens de cana-de-açúcar (Oliveira et al., 2010; Schmidt et al.,

2011). Outra fonte de perdas é por efluente, ocorre em silagens que possuem elevada umidade com teor de MS inferior a 30%, há necessidade de deixá-la perder água, seja por meio de emurchecimento ou por adição de ingredientes secos, a fim de minimizar ou eliminar a lixiviação de compostos solúveis (França et al., 2014).

A silagem de sorgo tem se destacado no processo de ensilagem por apresentar alto potencial de produção, flexibilidade na utilização, ótima qualidade fermentativa, cerca de 11% de carboidratos solúveis, resistência ao déficit hídrico entre 72 a 92% do valor nutricional da silagem de milho (Rodrigues & Magalhães, 2001). O híbrido utilizado interfere no valor nutritivo da silagem de sorgo (Zago, 2002; Bolse et al., 2003; Olivier et al., 2004). O outro aspecto é a maturidade, que interfere na deposição de panícula e a mesma contribui para o aumento do valor nutritivo e do percentual de matéria seca do material ensilado.

1.4. Utilização da silagem de sorgo sacarino na alimentação animal

Alguns estudos mencionam menor desempenho produtivo dos animais alimentados com silagem de sorgo quando comparado com silagem de milho. Para alguns autores, isso se deve à presença de tanino no grão, que contribui para a redução do consumo e digestibilidade do alimento (Demarchi et al., 1995). Para outros autores, o menor teor de proteína bruta e amido do sorgo, principalmente o sorgo sacarino, reflete de maneira significativa no ganho de peso dos animais (Lema et al., 2000; Mizubuti et al., 2002; Allen e Johnson, 2009; Di Marco et al., 2009; Amer et al., 2012; Colombini et al., 2012).

No entanto, Neumann et al. (2004), ao avaliarem o desempenho de bezerros em confinamento alimentados com silagens de híbridos de sorgo e milho, não observaram diferenças no consumo de matéria seca, ganho de peso, conversão alimentar e eficiência

energética, ou seja, a silagem de sorgo proporcionou desempenho semelhante à de milho.

Estudos realizados por Nascimento et al. (2008) compararam as silagens de sorgo granífero, sorgo sacarino e de milho no consumo e desempenho de vacas leiteiras. Os autores observaram que os animais alimentados com silagem de sorgo granífero apresentaram maior consumo quando comparado com a silagem de milho e o sorgo sacarino. No entanto, os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes foram maiores nas vacas alimentadas com a dieta à base de silagem de sorgo sacarino em comparação àquelas à base de silagem de sorgo granífero e de milho.

Pesquisa realizada por Cunha et al. (2001) avaliando o desempenho de cordeiros alimentados com silagem de milho, silagem de sorgo e feno de sorgo sudanense, observaram que os animais alimentados com silagem de milho e de sorgo apresentaram maiores ganhos diários de peso que os alimentados com feno de sorgo sudanense.

Além do desempenho animal, deve-se avaliar também a qualidade e o rendimento de carcaça, pois a alimentação animal pode alterar significativamente essas características. Sabe-se que animais que recebem dietas com baixa taxa de passagem pelo trato digestório ou com maior demanda de consumo para atender suas exigências acabam reduzindo seu rendimento de carcaça em função do aumento dos componentes de não-carcaça (Di Marco, 1998). Segundo Vaz et al. (2001) nessas situações pode ocorrer aumento do volume de rúmen, retículo e couro reduzindo o rendimento de carcaça.

Mais estudos devem ser realizados quanto à utilização do sorgo sacarino na alimentação de ruminantes, pois ainda existe muita divergência sobre o valor nutritivo da silagem, digestibilidade e consumo desse tipo de sorgo pelos animais. Se essa

resposta animal for positiva pode-se utilizar a silagem do sorgo sacarino em substituição à do milho, que é uma cultura mais onerosa.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, F. L.; JOHNSON, R. (2009). Corn hybrid and sweet sorghum silage tests in Tennessee. **Agronomic Crop Variety Testing & Demonstrations**, University of Tennessee. Tennessee.

AMER S., SEQUIN P., MUSTAFA A. F. Effects of feeding sweet sorghum silage on milk production of lactating dairy cows. Short communication, **Journal of Dairy Science**, v.95, p.859-63, 2012.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JR., G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p.890-911, 2001.

BARNETT, A.J.G. **Silage fermentation**. New York: Academy Press, 1954.

BOLSE, K. K.; MOORE, K. J.; COBLENTZ, W. K.; SIEFERS, M. K.; WHITE, J. S. Sorghum silage. In: Al-Amoodi, L (Ed.), **Silage Science and Technology**. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA. p.609-632, 2003.

BORGES, A. L. C. C; GONÇALVES, L. C; RODRIGUEZ, N. M. Silagem de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I –Teores de matéria seca, pH e ácidos graxos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, p.719-732, 1997.

CANAVIALIS. 2012. Disponível em: <<http://www.canavialis.com.br/produtos/sorgosacarino/index.aspx>> Acesso em 04 de outubro de 2016.

- CERES. **Sorgo Sacarino tem vantagens que o diferenciam da cana de açúcar**. 2010.
- COLOMBINI, S.; GALASSI, G.; CROVETTO, G. M.; RAPETTI, L. Milk production, nitrogen balance, and fiber digestibility prediction of corn, whole plant grain sorghum, and forage sorghum silages in the dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.4457–4467, 2012.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos safra 2016/2017**, primeiro levantamento. Brasília: CONAB. p.1-164, 2016
- COSTA, R. C. L.; OLIVEIRA NETO, C. F.; FREITAS, J. M. N. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: Workshop sobre produção de silagem na Amazônia. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural. p.9-27, 2004.
- CUNHA, E.A; BUENO, M. S.; SANTOS, L. E.; RODA, D. S.; OTSUK, I. P. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Suffolk alimentados com diferentes volumosos. **Ciência Rural**, v.31, p.671-676, 2001.
- DAMASCENO, C. M. B.; SOUSA, S. M.; NODA, R. W.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; MAGALHAES, J. V. A importância da lignina para a produção de etanol de segunda geração. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2010. 35p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 108).
- DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagens de alta qualidade. **Zootecnia Nova Odessa**, v.33, p.111-136, 1995.
- DI MARCO, O.N. **Crecimiento de vacunos para carne**. Mar Del Plata: Oscar N. Di Marco. 246p, 1998.

DI MARCO, O. N.; RESSIA, M. A.; ARIAS, S.; AELLO, M. S.; ARZADÚN, M. Digestibility of forage silages from grain, sweet and bmr sorghum types: Comparison of *in vivo*, *in situ* and *in vitro* data. **Animal Feed Science and Technology**, v.153, p.161-168, 2009.

DOGGETT, H. **Sorghum**. Great Britain. Longmans, Green and Co Ltd. 403p, 1970.

DURÃES, F. O. M. Agroenergia em revista Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica. **Agroenergia em Revista**. Brasília: Embrapa, 3.ed. p.7, 2011.

EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo. **Sorgo: aspectos econômicos**. Sete Lagoas, 2003. 28 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 28).

EMBRAPA. Embrapa Milho E Sorgo. Sistemas de Produção, 2. **Cultivo do sorgo – Plantio**. Versão Eletrônica - 4ª edição. 2008.

EMBRAPA. **Indicações de Aspectos Tecnológicos sobre o Bioetanol de Matéria-prima Amilácea**. 2009.

EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. **Cultivo do Sorgo - Mercado e Comercialização**. Versão Eletrônica - 6ª edição. 2010.

EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo. BRS508. **O sorgo sacarino com alto teor de açúcar no caldo**. 2012.

FRANÇA, A.M.S.; FERREIRA, I. C.; HERMISDORFF, Í. et al. Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. **Ciência Rural**, v.30, p.201-210, 2014.

GUERRA A.; BARROS, A. S.; MORÃES, E. B.; PIRES, R. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha no sudoeste do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 39, p. 168-174, 2009.

IBGE, G. E. E. Estatística da Produção Agrícola. 2015.

LEÃO, D. A. S.; FREIRE, A. L. O.; MIRANDA, J. R. P. DE. Estado Nutricional De Sorgo Cultivado Sob Estresse Hídrico E Adubação Fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 74–79, 2011.

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

LEMA, M.; FELIX, A.; SALAKO, S.; BISHNOI, U. Nutrient content and *in vitro* dry matter digestibility of silages made from various grain sorghum and sweet sorghum cultivars. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.17, p.55-70, 2000.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas (MG): Embrapa, 2000, 46p. (EMBRAPA -CNPMS Circular Técnica, 3).

MAY, A. Boas práticas agrícolas para o cultivo de sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista** – Sorgo sacarino: Tecnologia Agronômica e Industrial para Alimentos e Energia. Brasília – DF. p.16-17, 2011.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F. DA; PEREIRA FILHO, I. A. (2012) Manejo e tratos culturais *In*: May, A.; Durães, F. O. M.; Pereira Filho, I. A.; Schaffert, R. E.; Parrella, R. A. da C. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.22-31.

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

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; SILVA, L. D. F.; PINTO, A. P.; FERNANDES, W. C.; ROLIM, M. A. 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. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.183-191, 2010.

NASCIMENTO, W.G.; PRADO, I.N.; JOBIM, C.C. et al. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.896-904, 2008.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) ou milho (*Zea mays, L.*) na produção de novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p.438-452, 2004.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.61-67, 2010.

OLIVER, A.L.; GRANT, R.J.; PEDERSEN, J.F.; O'REAR, J. Comparison of brown midrib-6 and-18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.637-644, 2004.

PARRELLA, R. A. C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**, Brasília, v.2, p.8-9, 2011.

PUTNAM, D.H. Marketing of conserved forages based upon quality attributes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND

CONSERVATION, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: ESALQ/USP. p.257-277, 2011.

RIBAS, P.M. **Origem e importância econômica.** In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.D.; PARRELLA, R.A.C. (Eds.). *Sorgo: do plantio à colheita.* Viçosa: UFV. p.09-36, 2014.

RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G. **Sistema de produção do sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2011.

RODRIGUES, J.A.S.; MAGALHÃES P.C. Fisiologia da produção do sorgo forrageiro. In: **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**, 2001. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.227-241, 2001.

RUAS, D. G.; GARCIA, J. C.; TEIXEIRA, N. M. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo.** Sete Lagoas (MG): EMBRAPA - CNPMS, 1988. 79p. (Circular Técnica, n. 1).

SCHMIDT, P.; ROSSI JUNIOR, P.; JUNGES, D. et al. Novos aditivos Microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbia, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.543-549, 2011.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L.; BOTREL, E. P. Consórcio sorgo-soja: IX. Influência de sistemas de cortes na produção de forragens de sorgo e soja consorciados na linha e de sorgo em monocultivo. **Ciências Agrotecnicas**, Lavras, v.27, p.451-461, 2003.

SILVA, A. V.; FERREIRA, C. L. L. F.; FERNANDES, P. C. C. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: In: **WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA**, Belém. **Anais ...** Belém: Universidade Federal Rural, p.83-100, 2004.

SKONIESKI, F.R.; NORBERG, J.L.; AZEVEDO, E.B. de; DAVID, D.B.; KESSLER, J.D.; MENEGAZ, A.L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.32, p.27-32, 2010.

TABOSA, J. N. R.; ODEMAR V.; NASCIMENTO, M. M. A. L.; SILVA J. M. P.; FILHO, F. G.; BRITO, J. G. S.; RODRIGUES, A. R. M. B., JOSÉ A. S. **O Sorgo Sacarino no Semi-Árido Brasileiro: Elevada Produção de Biomassa e Rendimento de Caldo**. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia- GO, 2010.

TEIXEIRA, F.A; AMIN, W.G.; PAULA, M.S. Avaliação da produtividade das silagens de girassol, milho, sorgo e milheto em diferentes espaçamentos. **Nucleus**, v.6, p.1-14, 2009.

TEIXEIRA, P. E. G.; TEIXEIRA, P. P. M. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA, Belém. **Anais ...** Belém: Universidade Federal Rural, p.83-100, 2004.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Peso das vísceras e rendimento de carcaças de novilhos ou novillas Braford superprecoces, terminados com suplementação em pastagem cultivada sob pastejo controlado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2001. (CD-ROM).

VEIGA, A.C. Aspectos econômicos da cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, n.114, p.3-5, 1986.

ZAGO, C.P. Híbridos de milho e sorgo para silagem: características agronômicas e nutricionais. In: **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, p.351-372, 2002.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial forrageiro, qualidade do processo fermentativo e desempenho de cordeiros alimentados com silagens de variedades de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a produção, composição morfológica e qualidade nutricional das variedades sacarinas;
2. Avaliar a qualidade do processo fermentativo e a composição química das silagens;
3. Avaliar o consumo dos nutrientes, ganho de peso corporal, digestibilidade e medidas de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo forrageiro, duas variedades de sorgo sacarino e milho.

CAPÍTULO 2

Potencial forrageiro e qualidade da silagem de quatro variedades de sorgo sacarino

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar quatro variedades de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*) quanto à produtividade, à composição química das partes da planta e à qualidade do processo de ensilagem. As variedades de sorgo sacarino utilizadas foram BRS 506, BRS 508, BRS 509 e BRS 511. O experimento foi dividido em dois ensaios, que avaliaram: produção, composição morfológica e qualidade nutricional das variedades sacarinas; e qualidade do processo fermentativo e valor nutricional das silagens das variedades sacarinas. Das variedades testadas, a BRS 509 e a BRS 511 foram as que apresentaram maiores produções de matéria seca (MS) total. A variedade BRS 508 apresentou o maior coeficiente de digestibilidade *in vitro* da planta inteira (70,65% da MS). Durante o processo fermentativo, a variedade BRS 509 foi a que apresentou menor perda de MS (8,87%). A maior produção de efluentes foi observada para BRS 506 e BRS 508, com produção de 521,87 e 393,16 kg Mg⁻¹ de MS ensilada, respectivamente. A variedade BRS 511 é a mais indicada em razão dos melhores resultados de produção e de qualidade nutricional da planta. Em relação ao processo de ensilagem, a BRS 509 apresenta as menores perdas fermentativas e o maior valor nutritivo da silagem.

Termos para indexação: forragicultura, ruminantes, *Sorghum bicolor*, valor nutritivo, volumoso.

Introdução

No Brasil, o uso de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] na alimentação animal tem vindo a crescer a cada ano, principalmente devido à sua maior resistência ao estresse hídrico, quando em comparação com o milho (Alves et al., 2012). O desenvolvimento de uma linha masculina estéril de sorgo permitiu a geração de híbridos que são mais adequados para produção de silagem, com boa produção de matéria seca e também alto valor nutricional (Souza et al., 2003; Nascimento et al., 2008).

Variedades de sorgo sacarino, que se distinguem pelo aumento e rendimento de caule e alto teor de carboidratos solúveis, foram desenvolvidas para serem utilizadas como matéria-prima para a produção de etanol na entressafra da cana (Silva et al., 2014a). A variedade BRS 506 foi uma das primeiras a serem lançadas pela Embrapa na década de 80, sendo na época a principal opção para a produção de etanol (Durães et al., 2012). Em 2012, três novas variedades foram lançadas pela Embrapa (BRS 508, BRS 509 e BRS 511) sendo consideradas, até o momento, as melhores opções de cultivo, segundo estudos realizados por Parrella & Schaffert (2012).

Apesar dessas variedades serem amplamente estudadas para a produção de etanol, pouco se sabe dos seus potenciais forrageiros. Os trabalhos encontrados na literatura, como os de Lourenço et al. (2007) e Santos et al. (2015), apenas se referem aos teores de açúcar e à produção de colmo das variedades, deixando de lado a qualidade nutricional das diversas partes da planta e sua interferência sobre o processo de ensilagem. A grande quantidade de açúcares presentes nessas variedades pode proporcionar um importante aporte energético aos animais, resultando em bom desempenho e contribuindo para que o processo de ensilagem ocorra de maneira satisfatória (Bergamaschine et al., 2006; Coan et al., 2007 e França et al., 2011). Amer

et al. (2012) testaram o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com o híbrido de sorgo sacarino CSSH45 e obtiveram produções médias de 33 kg de leite por dia. Esse dado reforça a necessidade de se estudar de maneira mais detalhada o valor nutritivo das variedades de sorgo sacarino utilizadas no Brasil.

O objetivo deste trabalho foi avaliar quatro cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*) com relação à produtividade, à composição química das partes da planta e qualidade do processo de ensilagem.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste e as análises químicas foram realizadas na Universidade Federal da Grande Dourados, ambos localizados no município de Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo vermelho escuro distroférico com textura argilosa (Santos et al., 2006), e apresentou as seguintes características: pH (CaCl₂) 4,6; 24,4 mg dm⁻³ P-resina; 8,0 mmol dm⁻³ K; 42,0 mmol dm⁻³ Ca; 17,0 mmol dm⁻³ mg; 82,0 mmol dm⁻³ Al + H; soma de bases de 244,0 mmol dm⁻³; capacidade de permuta catiônica de 149,0 mmol dm⁻³; base saturação de 44,9%; e 30,6 g dm⁻³ de matéria orgânica. A temperatura média durante o período experimental foi 28,1°C e a precipitação acumulada foi 485,4 mm.

O experimento foi dividido em dois ensaios, que avaliaram: produção, composição morfológica e qualidade nutricional das variedades sacarinas; e qualidade do processo fermentativo e valor nutricional das silagens das variedades sacarinas.

O experimento avaliando a produção, composição botânica e qualidade nutricional das variedades sacarinas foi implantado em junho de 2014, considerado

como uma cultura de "safrinha", em um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro tratamentos (variedades de sorgo sacarino BRS 506, BRS 508, BRS 509 e BRS 511) e oito repetições. Um total de 450 kg ha⁻¹ da fórmula 8-20-20 N-P₂O₅-K₂O foi aplicado na semeadura e a adubação nitrogenada, com 500 kg sulfato de amônio e 100 kg de KCl, foi aplicada 30 dias após a emergência das plantas. A semeadura foi realizada usando uma plantadora, com 0,45 m entre linhas e sete plantas por metro linear, com um total de 155.000 plantas por hectare. As parcelas experimentais foram compostas de oito linhas de 5,0 metros de comprimento, excluindo-se 1,0 m em cada extremidade.

A colheita ocorreu quando cada híbrido atingiu 28% MS (ponto em que os grãos apresentaram a consistência pastosa), o que estava em 138 dias para a BRS 506, a 120 dias para a BRS 508, 132 dias para a BRS 509 e 132 dias para a BRS 511. Os parâmetros avaliados foram: produção de matéria seca por hectare e a proporção de folhas, colmo e panículas nas plantas. Na fração folha incluiu-se a lâmina e a bainha, e a panícula foi separada na inserção da última folha. As frações foram secas em estufa a 55°C, com circulação forçada de ar, por 72 horas, e posteriormente moídas num moinho do tipo modelo Willey, (Fortinox, Piracicaba, SP, Brasil), com peneira de malha de 1,0 mm, para análises laboratoriais. As amostras secas e trituradas foram submetidas às análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina e digestibilidade *in vitro* da MS (Silva & Queiroz, 2006).

Os resultados foram avaliados através da análise de variância e as médias das variedades comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software R (O R Foundation, 2012).

O ensaio que avaliou a qualidade do processo fermentativo e valor nutricional das silagens das variedades sacarinas foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições (silos). Os tratamentos foram as variedades de sorgo sacarino: BRS 506, 508, 509 e 511, e os silos experimentais foram feitos com tubos de PVC, com 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, vedados na extremidade inferior com um *cap*. No fundo dos silos foi colocado 0,3 kg de areia seca, separada da forragem por uma tela e um tecido de algodão para quantificação do efluente produzido. A compactação do material picado foi realizada manualmente com bastões de madeira. Após a compactação da forragem, os silos foram vedados com lona plástica e fita adesiva, pesados e armazenados.

Aos 100 dias de fermentação, os silos foram novamente pesados para determinação das perdas por gases e, em seguida, foram abertos. A determinação da perda gasosa foi calculada pela fórmula (Jobim et al., 2007):

$$PG = (PSI - PSF) / MSI \times 100,$$

em que: PG = perda por gases (% da MS); PSI = peso do silo no momento da ensilagem (kg), PSF = peso do silo no momento da abertura (kg); e MSI = matéria seca ensilada (quantidade de forragem em kg \times % MS).

Após a retirada da silagem, o conjunto silo, areia, tela e tecido de algodão foram pesados para quantificação do efluente produzido. A determinação da produção de efluente foi calculada pela equação (Jobim et al., 2007):

$$PE = (PSAF - PSAI) / MSI \times 1000,$$

em que: PE = produção de efluente (kg de efluente/t de matéria verde ensilada); PSAF = peso do conjunto silo, areia, tela e náilon após a abertura (kg); PSAI = peso do

conjunto silo, areia, tela e náilon antes da ensilagem (kg); e MSI = quantidade de forragem ensilada (kg).

Já a determinação da perda de matéria seca foi calculada pela equação (Jobim et al., 2007):

$$\text{Perdas de MS: } ((MSi-MSf / MSi)) * 100,$$

em que: MSf = quantidade de MS final; MSi = quantidade de MS inicial.

Após a abertura foi retirada uma amostra de aproximadamente 300g de silagem de cada silo. Cada amostra foi fragmentada em duas sub-amostras: uma foi utilizada para determinação do pH, segundo Silva & Queiroz (2006); e a outra foi pesada e seca em estufa a 55°C, com circulação forçada de ar, por 72 horas, e posteriormente desintegrada em moinho tipo "Willey", modelo ESTRELA FT-50/6, (Fortinox, Piracicaba, SP, Brasil), com peneira de malha de 1,0 mm, para as demais análises laboratoriais.

As amostras secas e trituradas foram submetidas às análises dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Silva & Queiroz, 2006). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias das variedades comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software R (O R Foundation, 2012).

Resultados e Discussão

Das variedades testadas, a BRS 511 e BRS 509 foram as que apresentaram maiores ($P < 0,05$) produções de matéria seca total. Já a variedade 508 obteve o pior desempenho para esse parâmetro (Tabela 1). Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) para a produção de colmo entre as variedades testadas, sendo observada uma média de

19,679 kg de MS/ha. A produção de folha foi maior na variedade BRS 508 (960,82 kg de MS/ha), o que equivale a uma proporção de 4,3% de folha em relação à produção total de MS.

Tabela 1. Produção, composição química e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da panícula, folha, colmo e planta inteira de quatro variedades de sorgo sacarino.

Composição	Fração	Variedade				CV (%)
		506	508	509	511	
Produção (kg/ha)	Panícula	2707,16a	2507,21b	2747,11a	2759,00a	29,74
	Folha	420,73b	960,82a	385,60b	399,38b	8,12
	Colmo	19.194,34b	18.523,70c	20.919,47a	20.081,21a	9,34
	Produção total	22.322,24b	21.991,74c	24.052,19a	23.239,60a	18,90
PB (% da MS)	Panícula	4,29b	7,65a	6,31ab	4,51b	15,24
	Folha	10,87	11,89	11,02	10,63	12,6
	Colmo	3,42ab	2,84b	4,18ab	4,34a	15,48
	Planta inteira	4,76b	5,30a	4,78b	5,14a	3,91
FDN (% da MS)	Panícula	73,04a	54,37c	62,71bc	68,55ab	6,01
	Folha	50,35ab	50,44ab	54,42a	49,52b	3,53
	Colmo	38,70	37,59	36,97	39,11	10,77
	Planta inteira	49,69a	42,16b	40,93b	41,69b	9,98
FDA (% da MS)	Panícula	41,13a	25,88c	31,12bc	35,74ab	7,37
	Folha	25,29ab	24,36b	28,03a	23,16b	4,94
	Colmo	20,25	20,82	18,68	21,34	16,43
	Planta inteira	28,48a	24,42b	23,64c	20,86d	2,21

Composição	Fração	Variedade				CV (%)
		506	508	509	511	
Hemicelulose (% da MS)	Panícula	31,91	28,48	31,58	32,82	8,06
	Folha	25,06	26,08	26,39	26,37	3,58
	Colmo	18,46	18,77	18,30	17,77	11,31
	Planta inteira	21,21a	17,75d	20,38b	19,23c	1,52
Celulose (% da MS)	Panícula	32,70a	19,99c	22,72bc	27,88ab	8,25
	Folha	18,76ab	19,82ab	21,89a	18,05b	6,52
	Colmo	15,23	15,45	14,14	16,87	16,56
	Planta inteira	23,64a	20,49b	20,48b	20,74b	4,86
Lignina (% da MS)	Panícula	7,65a	5,35b	7,56a	6,98ab	16,21
	Folha	5,90a	3,63c	5,13b	3,99b	18,23
	Colmo	4,62a	4,77a	3,98b	3,94b	13,45
	Planta inteira	3,84a	3,17b	3,92a	3,18b	15,69
Digestibilidade (% da MS)	Panícula	32,30b	62,00a	40,50b	36,10b	16,21
	Folha	56,17	55,53	49,27	52,53	6,61
	Colmo	65,63	63,73	65,53	60,70	10,54
	Planta inteira	65,67c	70,65a	65,93c	67,61b	1,74

Na linha, letras distintas (variedades) diferem entre si pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. CV% = coeficiente de variação.

O colmo foi a fração da planta que apresentou a maior proporção, média de 85,9% da composição botânica das variedades estudadas. Este resultado já era esperado, pois as variedades sacarinas foram selecionadas para a alta produção de colmo (Lourenço et al., 2007; Santos et al., 2015). Não foi observada diferença ($P > 0,05$) na proporção de colmo entre as variedades, mas a elevada proporção desta fração influenciou de maneira

significativa os resultados de composição química encontrados, ou seja, a composição do colmo foi determinante na composição final da planta inteira.

O teor de proteína bruta das variedades testadas foram superiores na fração da folha, não havendo diferença entre as variedades (média de 11,10% de PB). No entanto, o teor de PB da planta inteira foi superior ($P < 0,05$) nas variedades 508 e 511 (5,30 e 5,14% de PB, respectivamente) em comparação às demais variedades. Rodrigues Filho et al. (2006) observaram variações de 4,85% a 7,78% no teor de PB (média de 6,73% de PB) para diferentes variedades de sorgo forrageiro, ou seja, CMSXS 762, BRS 610, BR 700 e BRS 506. Comparando com as variedades testadas, somente as cultivares BRS 511 e BRS 508 apresentaram um teor de PB próximo a uma variedade forrageira - neste caso BR 700 -. As demais apresentaram valores muito inferiores de PB. A proteína é fundamental para o atendimento das exigências nutricionais dos animais e no caso da utilização de sorgo sacarino na alimentação de ruminantes seria necessária a utilização de maiores proporções de concentrado proteico nas dietas para garantir os níveis mínimos desse nutriente.

As frações fibrosas foram superiores na panícula das variedades testadas, reflexo da baixa produção de grãos (média de 2,4 % da MS de panícula) observada principalmente nas variedades 506 e 511. A presença de grãos é interessante do ponto de vista nutricional. No entanto, quando as lavouras de sorgo são atacadas por pássaros os prejuízos são muito maiores nas variedades forrageiras e graníferas. Desta forma, o sorgo sacarino pode ser colocado como uma alternativa nas regiões onde os ataques de pássaros são frequentes, visto que a fração mais importante (colmo) fica preservada.

A variedade BRS 508 apresentou o maior ($P < 0,05$) coeficiente de digestibilidade da planta inteira (70,65% da MS), o que pode ser explicado por apresentar um dos

maiores teores de PB em associação com um dos menores teores de FDN na planta. Independente da fração da planta analisada, a variedade BRS 506 foi a que apresentou os maiores teores de FDN, FDA, celulose e lignina o que interferiu de maneira negativa na digestibilidade *in vitro* das plantas. Orrico Junior et al. (2013) destacou a importância dos valores de FDN para verificar a qualidade das plantas forrageiras. Segundo os autores quanto maior a proporção de FDN menor o consumo voluntário da forragem pelos animais e conseqüentemente, pior o desempenho animal. Desta forma as variedades BRS 506 e 509 seriam as menos indicadas para serem utilizadas na alimentação animal, por aliarem baixa produção de MS e menor qualidade nutricional das plantas.

Resultado semelhante foi obtido por Rodrigues Filho et al. (2006) com a variedade BRS 506, em comparação à BRS 610, BR 700 e CMSXS762. Segundo os autores, a BRS 506 apresentou o mesmo potencial produtivo das demais variedades, porém com menores teores de PB e NDT. Desta forma, a variedade BRS 511 se destacou na produção de panícula e colmo, resultando em plantas com menores teores de fibra e maiores teores de PB o que refletiu de maneira positiva na digestibilidade *in vitro* da MS, sendo indicada a utilização desta variedade *in natura* na alimentação animal.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no pH das variedades tanto no início quanto no final do processo fermentativo (Tabela 2). O valor médio do pH foi de 3,64, que pode ser considerado como sendo ideal, uma vez que, de acordo com Ferreira et al. (2011), valores de pH menores que 4,0 caracterizam uma fermentação láctica, a qual inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, garantindo a qualidade do produto final. França et al. (2011) observaram valores de pH que variaram de 3,9 a 4,3 em

silagens de variedades forrageiras de sorgo (1F 305, 0369 267, 0369 255 e BR 700), ou seja, o maior teor de carboidratos solúveis presentes nas variedades sacarinas (em comparação às variedades forrageiras) pode proporcionar uma maior produção de ácidos orgânicos de cadeia curta durante o processo de ensilagem, permitindo uma rápida e eficiente redução do pH na massa ensilada.

Tabela 2. pH, perdas fermentativas e composição química das silagens de quatro variedades de sorgo sacarino.

Parâmetros	Variedade				CV (%)
	506	508	509	511	
pH ensilagem	5,35	5,53	5,28	5,25	16,90
pH abertura	3,60	3,68	3,64	3,67	0,47
Perdas MS (%)	10,57ab	11,12ab	8,87b	16,67a	34,88
Perdas de Gás (%)	6,16	5,94	3,74	8,10	59,24
Perdas de Efluente (kg/Mg MS)	521,87a	393,16b	310,89d	374,62c	9,09
Matéria Mineral (% MS)	5,26a	4,93ab	4,48c	4,82bc	7,91
Proteína Bruta (% MS)	4,14b	4,10b	4,98a	4,96a	5,81
Fibra em Detergente Neutro (% MS)	47,30ab	48,32a	43,63c	45,70b	7,45
Fibra em Detergente Ácido (% MS)	27,60ab	27,69a	24,01c	24,45bc	11,31
Hemicelulose (% MS)	19,70	20,63	19,61	21,24	11,00
Celulose (% MS)	21,52ab	22,49a	18,24c	18,88bc	12,47
Lignina (% MS)	5,31	4,51	5,33	5,07	18,1
Digestibilidade (% MS)	57,29b	57,02b	61,35a	61,16a	5,7

Na linha, letras distintas (variedades) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV% = coeficiente de variação.

As variedades BRS 511, BRS 508 e BRS 506 apresentaram as maiores ($P < 0,05$) perdas de MS, que foram de 16,67, 11,12 e 10,67%, respectivamente. Já a menor perda de MS foi observada para a variedade BRS 509 com apenas 8,87%. Esses dados de perdas estão próximos aos observados por Rodrigues et al. (2002), que encontraram valores que variaram entre 8 e 14 % perdas de MS. As perdas de gás não diferiram ($P > 0,05$) entre as variedades, sendo observada uma média de 5,98%. Este valor foi maior do que as perdas de gás relatado por França et al. (2011) de 2%, ao avaliarem silagens de 1F 305, 0369 267, 0369 255 e BR 700, variedades de sorgo forrageiro

As variedades sacarinas apresentam o colmo suculento e, como consequência, apresentaram elevadas produções de efluentes (Podkówka & Podkówka, 2011), variando de 310,89 a 521,87 kg/Mg de MS ensilada para a BRS 509 e 506, respectivamente. Esses valores são considerados elevados quando comparados aos 133 kg/Mg observados por França et al. (2011) com a utilização de variedades forrageiras (colmo seco). Esse excesso de efluente pode propiciar o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que produzem ácido butírico, provocando a degradação de proteína e ácido láctico. Além disso, uma parte significativa dos nutrientes da planta pode ser eliminada pelo efluente, reduzindo a qualidade do material (Amaral et al., 2008 e Silva et al., 2014b).

Ao comparar a qualidade das plantas do ensaio 1 (mesmo material utilizado para o enchimento dos silos) com a qualidade das silagens produzidas no ensaio 2, pode-se concluir que quanto mais digestível for a variedade maior será a perda de qualidade, em função da lixiviação de nutrientes pela produção de efluente. A variedade BRS 508 apresentou o maior coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS (70,65%) antes da ensilagem e, em função da grande produção de efluente (393,16 kg/Mg MS), houve

redução do valor da digestibilidade em 19,29% na silagem produzida (57,02%). Já a variedade BRS 509, que apresentou o pior coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS (65,93% antes da ensilagem) e a menor produção de efluente (310,89 kg/Mg MS), obteve redução de apenas 6,90% na digestibilidade (61,35%) durante o processo de ensilagem.

A alta produção de efluentes também interferiu nas frações fibrosas das silagens produzidas. As variedades BRS 506 e 508 que produziram as maiores quantidade de efluentes, obtiveram os maiores teores ($P < 0,05$) das frações fibrosas, com exceção da lignina. Essas variedades também apresentaram os menores valores de PB, o que evidencia ainda mais os efeitos negativos da produção de efluentes nessas variedades de sorgo sacarino.

Apesar das perdas mencionadas, que são incomuns quando comparadas às outras espécies de sorgo, as variedades apresentaram composição química interessante do ponto de vista nutricional, sendo algumas superiores às comumente observadas para as variedades de sorgo forrageiro e granífero. Os níveis médios de 46,30% FDN e 59,20% de digestibilidade *in vitro* da MS obtidos no presente estudo foram mais baixos do que os relatados por Rodrigues et al. (2002) para as variedades forrageiras, que observaram valores de 58,79% FDN e 52,87% na digestibilidade *in vitro* da MS.

Todas as variedades apresentaram desempenho satisfatório (Coan et al. 2007; Podkówka & Podkówka, 2011; Dias et al., 2014) nos parâmetros estudados, com exceção da produção efluente, o qual deve ser reduzida para assegurar uma utilização mais adequada dos nutrientes da silagem produzida a partir das variedades sacarinas.

Conclusões

1. A variedade BRS 511 obteve a melhor produtividade e maior valor nutritivo da planta.
2. Com relação ao processo fermentativo a variedade BRS 509 apresenta menores perdas fermentativas e silagem de maior valor nutricional.

Referências Bibliográficas

- ALVES, E. M.; PEDREIRA, M. S.; AGUIAR, L. V.; COELHO, C. P.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, A. M. P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, p. 157-164, 2012.
- AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.977-983, 2008.
- AMER, S.; SEGUIN, P.; MUSTAFA, A. F. Effects of feeding sweet sorghum silage on milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.95, p.859–863, 2012.
- BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M; VERIANO FILHO, W. V.; ISEPONI, O. J; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1454-1462, 2006.
- COAN, R. M.; REIS, R. A.; GARCIA, G. R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P., FERREIRA, D. S. F.; RESENDE, F. D.; GURGEL, F. A. Dinâmica fermentativa e

microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1502-1511, 2007.

DIAS, A. M.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; BLAN, L. R.; GOMES, E. N. O.; SOARES, C. M.; LEAL, E. S.; NOGUEIRA, E.; COELHO, E. M. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.66, p.1874-1882, 2014.

DURÃES, F. O. M.; MAY, A.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público-Privada: oportunidades, perspectivas e desafios**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Documentos, 138), 2012, 76 p.

FERREIRA, D.J.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; LANA, R. P.; SILVA, W. L.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, O. G. Perfil fermentativo e valor nutritivo de silagem de capim-elefante inoculada com *Streptococcus bovis*. **Archivos de Zootecnia**. v.60, p.1223-1228, 2011.

FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; RODRIGUES, J. A. S. R.; MIYAGI, E. S.; SILVA, A. G.; PERON, H. J. M. C.; ABREU, J. B. R.; BASTOS, D. C. Características fermentativas da silagem de Híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, p. 383-391, 2011.

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

LOURENÇO, M. E. V.; MASSA, V. M. L.; PALMA, P. M. M.; RATO, A. E. M. Potencialidades do sorgo sacarino [*Sorghum bicolor*(L.) Moench] para a produção

sustentável de bioetanol no Alentejo. **Revista de Ciências Agrárias**. v.30, p. 103-110, 2007.

NASCIMENTO, W. G.; PRADO, I. N.; JOBIM, C. C.; EMILE, J. C.; SURAULT, F.; HUYGHE, C. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.896-904, 2008.

PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. IN: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Documentos, 139), 2012, p. 14-22.

PODKÓWKA, Z.; PODKÓWKA, L. Chemical composition and quality of sweet sorghum and maize silages. **Journal of Central European Agriculture**. v.12, p.294-303, 2011.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, p. 37-48, 2006.

RODRIGUES, P. H. M.; SENATORE, A. L.; ANDRADE, S. J. T.; RUZANTE, J. M.; LUCCI, C. S.; LIMA, F. R. 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.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2.ed, 2006. 306p.

SANTOS, R. F.; PLACIDO, H. F.; GARCIA, E. B.; CANTÚ, C.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; FRIGO, K. D. A. Sorgo sacarino na produção de Agroenergia. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v.4, p. 01-12, 2015.

SILVA, C.; SILVA, A. F.; VALE, W. G.; GALON, L.; PETTER, F. A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, v.73, p.438-445, 2014a.

SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora Universitária, 2006. 166p.

SILVA, E. T. P.; GUIMARÃES, K. C.; MARQUES, K. O.; CARVALHO, T. A.; ANTONIO, P. VIEIRA JUNIOR, A. I. R. Nutritional and fermentation parameters of Xaraés grass silage produced with bacterial additive. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.36, p. 265-269, 2014b.

SOUZA, V. G.; PEREIRA, O. G.; MORAES, S. A.; GARCIA, R., VALADARES FILHO, S. C. V.; ZAGO, C. P.; FREITAS, E. V. V. Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, p.753-759, 2003.

CAPÍTULO 3

Silagem de sorgo sacarino na alimentação de cordeiros: desempenho produtivo e aspectos quantitativos da carcaça

Resumo – Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo e a quantificação da carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgos forrageiro e sacarino e milho. Foram utilizados 32 cordeiros machos, da raça Suffolk, não castrados, com idade de 75 ± 15 dias e peso de 21 ± 7 kg. O delineamento foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos (silagens) e oito repetições (animais). Foram testadas as silagens de sorgo forrageiro GrandSilo, sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 e silagem de milho BRS 2223 (híbrido duplo). As dietas foram compostas por volumoso e concentrado na proporção de 50:50, sendo o concentrado à base de milho, farelo de soja e minerais. O consumo diário de MS foi de 0,926; 0,872 e 0,906 kg/animal/dia, para as dietas de sorgo forrageiro, BRS 511 e BRS 506 respectivamente, menor ($P < 0,05$) do que o consumo dos animais alimentados com silagem de milho (1,167 kg/animal/dia). A dieta contendo silagem de milho proporcionou ganho de peso 27% superior ($P < 0,05$) em relação aos animais que consumiram as demais silagens. Os resultados avaliados para a digestibilidade *in vivo* não diferiram ($P > 0,05$) entre as diferentes silagens. A silagem de milho apresentou os menores valores ($P < 0,05$) de rendimento de carcaça quente e fria, 44,71 e 42,62%, sendo observada para a silagem de sorgo BRS 506 os maiores valores, 46,90 e 44,78%, respectivamente. Conclui-se que o maior consumo e desempenho dos animais alimentados com silagem de milho não foi suficiente para incrementar a produção e rendimento de carcaça. A silagem de sorgo sacarino BRS 506 foi mais eficiente para os animais converterem alimento em carcaça.

Termos para indexação: BRS 506, BRS 511, consumo, rendimento de carcaça, volumosos.

Introdução

Com as mudanças dos cenários climáticos mundiais, culturas tolerantes ao estresse hídrico, como o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], deverão ter sua importância destacada, pois apresentam grande potencial de crescimento, principalmente em regiões tropicais e semi-áridas (Amer et al., 2012; Rakshit et al., 2014). A cultura do sorgo apresenta menor custo de produção e valor nutritivo próximo a cultura do milho, que é a mais utilizada na alimentação animal (Nascimento et al., 2008; Buso et al., 2011; Alves et al., 2012).

O sorgo sacarino é muito estudado para a produção de etanol, no entanto existem poucos dados que o avaliam quanto a qualidade como volumoso na alimentação de ruminantes e também como cultura para produção de silagens. Para França et al. (2011) a presença de carboidratos solúveis é de fundamental importância para a queda rápida do pH da silagem, o que interfere diretamente na qualidade do produto final. Além disso, os carboidratos solúveis são fontes prontamente disponíveis de energia, o que pode, dependendo da situação, favorecer o desempenho animal (Gentil et al., 2007; Costa et al., 2015).

Di Marco et al. (2009) ao realizarem um estudo comparando a qualidade das silagens de três tipos de sorgo (granífero, sacarino e sudanense), observaram para a silagem de sorgo sacarino maiores coeficientes de digestibilidade *in vivo* da FDN, da fração degradável no rúmen e das taxas de degradação ruminal. Nascimento et al. (2008) também verificaram maiores coeficientes de digestibilidade *in vivo* em vacas

alimentadas com ração à base de silagem de sorgo sacarino em comparação às dietas compostas por sorgo granífero e milho. Para estes autores, a maior digestibilidade estaria relacionada ao menor tamanho de partícula, ao maior teor de carboidratos solúveis e à melhor sincronização da taxa de passagem entre as proteínas e carboidratos no rúmen, proporcionado pela dieta à base de silagem de sorgo sacarino.

Com base no exposto, testou-se duas hipóteses: 1) A alta concentração de carboidratos solúveis nas cultivares de sorgo sacarino proporcionaria silagens de melhor qualidade, conseqüentemente, melhor desempenho dos animais quando comparado às silagens de milho e sorgo forrageiro. 2) O melhor desempenho dos animais com a silagem de cultivares de sorgo sacarino proporcionaria carcaças quantitativamente melhores.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em Dourados-MS, Brasil. Foram utilizados 32 cordeiros machos, da raça Suffolk, não castrados, com idade de 75 ± 15 dias e peso médio de 21 ± 7 kg.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos (silagens) e oito repetições (animais). Foram testadas as silagens de sorgo forrageiro GrandSilo, sorgo sacarino BRS 506, sorgo sacarino BRS 511 e milho BRS 2223 (híbrido duplo granífero). O material ensilado de cada tratamento foi armazenado em tambores de 200 L com compactação manual. Os tamanhos médios de partícula foram de 14, 10, 13 e 10 mm e densidade de 874,38; 882,81; 861,47 e 738,82 kg/m³ para as silagens de sorgo forrageiro, sorgo sacarino BRS 506, sorgo sacarino BRS 511 e milho, respectivamente.

As dietas foram formuladas (Tabela 1) com base nas exigências do NRC (2007) para um ganho médio de 0,20 kg/ animal/dia, na relação de 50% volumoso (silagens) e 50% concentrado. Para que o teor de PB das dietas fosse semelhantes foram formulados dois concentrados: um para a silagem de milho (menor teor de PB) e outro para as silagens de sorgo (maior teor de PB). O concentrado foi composto por milho, farelo de soja, calcário calcítico, premix mineral e vitamínico, coccidiostático, ureia e sal comum.

Tabela 1. Ingredientes e composição química das dietas fornecidas para cordeiros alimentados com diferentes tipos de silagem.

Ingredientes (kg)	Silagens			
	Sorgo Forrageiro	Sorgo Sacarino BRS 506	Sorgo Sacarino BRS 511	Milho
Volumosos	50,00	50,00	50,00	50,00
Milho grão	32,30	32,30	32,30	34,80
Soja farelo 46	15,00	15,00	15,00	12,50
Premix mineral ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário	1,00	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,47	0,47	0,47	0,47
Sulfato de amônio	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix vitamínico ²	0,05	0,05	0,05	0,05
Flor de enxofre	0,02	0,02	0,02	0,02
Lasalocida sódica 15%	0,01	0,01	0,01	0,01
Nutrientes (%)	Composição química			
Matéria seca	33,90c	35,06b	36,45a	34,60bc
Matéria mineral (% da MS)	6,26a	5,32b	5,01c	5,26b
Matéria orgânica (% da MS)	93,73c	94,67b	94,99a	94,73b
Proteína bruta (% da MS)	13,15	12,82	12,66	13,77
Extrato etéreo (% da MS)	1,35	1,35	1,35	1,40
Fibra em detergente neutro (% da MS)	44,61a	41,05b	40,98b	36,11c
Fibra em detergente ácido (% da MS)	20,17a	17,26b	17,56b	12,97c
Nutrientes digestíveis totais ³ (% da MS)	70,32b	69,09b	70,25b	74,66a
Cálcio (g/kg, % da MS)	5,37	5,37	5,37	5,37
Fósforo Total (g/kg, % da MS)	2,52	2,52	2,52	2,52

¹Composição: Cálcio (mín.) 111,00 g/kg, Cobalto 50,00 mg/kg, Enxofre 11,99 g/kg, Ferro 4,42 mg/kg, Fósforo (mín.) 72,00 g/kg, Iodo 75,00 mg/kg, Magnésio 9,00 g/kg, Manganês 1.550,00 mg/kg, Selênio 13,50 mg/kg, Sódio 174,00 g/kg, Zinco 7.200,00 mg/kg, Flúor (máx.) 720,00 mg/kg. ²Composição:

Vitamina A (mín.) – 15.000.000 UI/kg, Vitamina D3 (mín.) – 2.000.000 UI/kg, Vitamina E (mín.) – 5.500 UI/kg. ³Calculado segundo Cappelle et al. (2001). Valores seguidos por letras (a, b, c) diferentes, na mesma linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os animais foram alojados em baias individuais, com 2m² de área, providas de comedouro individual móvel e bebedouro tipo nipple, dispostas em área coberta. A cama de maravalha foi utilizada para a retenção de fezes e urina, e trocada a cada 15 dias. Antes dos animais entrarem no experimento, os mesmos foram identificados, pesados, vermifugados (Zolvix®) e submetidos à adaptação (instalações e dietas).

A fase experimental foi iniciada em janeiro de 2016, com 10 dias de adaptação e 56 dias de avaliação. As dietas foram fornecidas diariamente as 8:00 e 16:00 horas. A oferta de alimento foi *ad libitum* sendo recalculadas a cada três dias, para permitir uma sobra de 5 a 10 % da ração total. Todos os dias, antes da primeira refeição, as sobras do dia anterior eram recolhidas, pesadas e amostradas para obtenção do consumo de MS e dos nutrientes pelos animais. As amostras dos alimentos e das sobras diárias foram congeladas e agrupadas em períodos de 14 dias (uma amostra composta/animal/período) para posterior análise dos nutrientes. A cada 14 dias, após jejum de alimento e água por 16 horas, os animais foram pesados em balança digital para o acompanhamento do ganho de peso corporal e cálculo da conversão alimentar (CA).

A digestibilidade *in vivo* da dieta foi obtida pelo método da coleta total de fezes (CT), por intermédio de sacolas coletoras, sem contaminação, e com reduzida volatilização de nitrogênio. Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das dietas e as estimativas de digestibilidade das silagens foram realizados segundo Silva & Leão (1979), com base na relação entre ingestão e produção fecal. Para calcular os nutrientes

digestíveis totais (NDT) foi utilizada a seguinte fórmula: $NDT = 3,71095 - 0,129014 * FDN + 1,02278 * DMO$, de acordo com a metodologia de Cappelle et al. (2001).

As amostras de alimento, sobras e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72h. Depois foram moídas em moinhos do tipo Willey, providos de peneira com crivos de 1 mm. Posteriormente foram determinados os teores de MS, MO, MM, PB, FDN, FDA e extrato etéreo (EE). Todas as determinações foram realizadas seguindo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2006).

Ao final do período experimental, os animais foram pesados, precedidos de jejum de sólidos de 16 horas. O abate foi realizado de acordo as normas do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA.

Após a retirada da pele, evisceração e retirada da cabeça e extremidades dos membros, as carcaças foram pesadas obtendo-se o peso de carcaça quente (PCQ, kg). Após resfriadas em câmara fria à temperatura entre 1 e 4 °C, por aproximadamente 24 horas, foi realizada nova pesagem para a obtenção do peso de carcaça fria (PCF, kg). Para o cálculo de rendimento comercial de carcaça quente (RCQ, %) foi utilizado o PCQ dividido pelo peso corporal e multiplicado por 100. Já para a obtenção do rendimento comercial de carcaça fria (RCF, %) foi utilizado o PCF dividido pelo peso corporal, e o resultado multiplicado por 100. Para o cálculo de perda no resfriamento utilizou-se PCQ subtraindo-se o PCF, multiplicando-se o resultado por 100.

As mensurações da área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea foram realizadas na meia carcaça direita, entre a 12ª e 13ª costelas, após o resfriamento. A área de olho de lombo foi mensurada traçando-se o contorno do músculo *Longissimus dorsi* em papel vegetal, para posterior determinação da área, através da fórmula $(A/2*$

B/2)* π , onde “A” ou “medida A” é a distância maior do músculo *Longissimus dorsi* no sentido médio-lateral e “B” ou “medida B” é a distância máxima no sentido dorso-ventral, perpendicular à medida A e “ π ” é igual a 3,1416, conforme descrito por Yáñez et al. (2006). A gordura subcutânea foi mensurada no terço distal do mesmo músculo com paquímetro digital.

Os dados referentes aos parâmetros de desempenho animal foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a aplicação das análises multivariadas (análises de agrupamento e análises de componentes principais (PCA)), o conjunto de dados foi padronizado, ficando cada descritor com média igual a zero e variância igual a um. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R versão 3.3.0 (2016), para as análises de PCA foi utilizando o pacote vegan (Oksanen et al., 2015).

Resultados e Discussão

Os animais alimentados com silagem de milho tiveram consumos maiores ($P < 0,05$) que aqueles alimentados com as silagens de sorgo sacarino e forrageiro (Tabela 2).

Tabela 2. Ingestão de nutrientes por cordeiros alimentados com diferentes silagens.

Variáveis	Tratamentos				P	CV (%)
	Forrageiro	BRS 506	BRS 511	Milho		
IMS (kg/dia)	0,926b	0,872b	0,906b	1,167a	<0,0001	9,10
IMS (g/kg PC)	34,630b	32,573b	35,328b	39,742a	<0,0001	6,42
IMS (g/kg ^{0,75})	78,657b	73,880b	79,314b	92,395a	<0,0001	7,02

Variáveis	Tratamentos				P	CV (%)
	Forrageiro	BRS 506	BRS 511	Milho		
IMO (kg/dia)	0,764b	0,732b	0,762b	0,967a	0,0003	9,69
IMO (g/kg PC)	28,553b	27,117b	29,911ab	32,850a	<0,0001	6,92
IMO (g/kg ^{0,75})	64,866b	61,628b	67,039b	76,425a	0,0001	7,51
IPB (kg/dia)	0,111b	0,101b	0,103b	0,140a	<0,0001	9,10
IPB (g/kg PC)	4,172b	3,749b	4,070b	4,755a	<0,0001	6,85
IPB (g/kg ^{0,75})	9,476b	8,157b	9,116b	11,066a	<0,0001	7,19
INDT (kg/dia)	0,577b	0,539b	0,566b	0,763a	<0,0001	10,15
INDT (g/kg PC)	21,532b	19,828b	22,169b	25,899a	<0,0001	7,57
INDT (g/kg ^{0,75})	48,930b	45,151b	49,727b	60,257a	<0,0001	8,15
IFDN (kg/dia)	0,336	0,299	0,308	0,350	0,1941	12,14
IFDN (g/kg PC)	12,517	11,058	12,066	11,976	0,1644	9,89
IFDN (g/kg ^{0,75})	28,464	25,139	27,062	27,819	0,1709	10,43
IFDA (kg/dia)	0,142	0,121	0,127	0,122	0,1061	14,75
IFDA (g/kg PC)	5,260a	4,474ab	4,958ab	4,181b	0,0218	12,23
IFDA (g/kg ^{0,75})	11,965a	10,162ab	11,121ab	9,698b	0,0342	12,88

MS, MO, PB, NDT, FDN e FDA (kg/dia) - consumo em kg.dia⁻¹; MS, MO, PB, NDT, FDN e FDA (g/kg PC) - consumo em relação ao peso corporal; MS, MO, PB, NDT, FDN e FDA (g/kg^{0,75}) - consumo em relação ao peso metabólico; P - valor da significância; CV% - coeficiente de variação. Valores seguidos por letras diferentes, na mesma linha, diferem (P < 0,05) pelo teste de Tukey.

Na literatura existem trabalhos que comprovam o maior consumo da silagem de milho em comparação com silagens de outras espécies forrageiras (Miron et al., 2007; Dann et al., 2008), pelo fato de o consumo animal estar ligado diretamente à qualidade da dieta utilizada.

No caso deste trabalho, o milho BRS 2223 é híbrido duplo que foi selecionado para a produção de grãos. Quando esse tipo de híbrido é utilizado na ensilagem há

aumento na proporção de grãos na massa ensilada, o que resulta em silagens com menores teores de fibra (Tabela 1), propiciando maior consumo de MS. Já para as silagens de sorgo (sacarino e forrageiro), em razão da sua maior proporção de FDN (Tabela 1), houve menor ingestão de MS e, conseqüentemente, menor consumo de NDT e PB.

Para o consumo de NDT, os animais alimentados com a silagem de sorgo forrageiro, sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 apresentaram uma redução de 24,40, 29,26 e 25,72%, respectivamente, em comparação aos alimentados com silagem de milho. Já em relação ao consumo de PB, os valores observados para os animais que receberam a silagem de milho foram, em média, de 0,140 kg/dia e os animais que consumiram silagens de sorgo forrageiro, BRS 506 e BRS 511 foram de 0,111, 0,101 e 0,103 kg/dia, respectivamente. Isso representa, em comparação ao milho, um consumo de 20,71, 27,85 e 26,42% menor das dietas contendo silagens de sorgo forrageiro, BRS 506 e BRS 511, respectivamente.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Nascimento et al. (2008), que observaram menores ingestões de MS em vacas de leite alimentadas com silagem de sorgo sacarino, quando comparada à silagem de milho. Os autores observaram teores de 35,75 e 48,53% de FDN para as dietas compostas por silagem de milho e de sorgo sacarino, respectivamente, o que levou a uma redução de 19,85% na ingestão de MS/animal/dia, próxima às reduções encontradas neste estudo. Desta forma, os autores concluíram que a maior proporção de FDN da silagem de sorgo sacarino contribuiu para o rápido enchimento do rúmen, com redução na ingestão dos nutrientes e conseqüentemente menor produção de leite pelos animais.

De acordo com Mertens (1992), o limite da ingestão de FDN está em torno de 1,2% da ingestão de MS diária. Para os dados observados neste experimento (Tabela 2), as ingestões de FDN variaram de 1,1 a 1,2% da ingestão diária, não havendo diferença entre os tratamentos, ou seja, os animais deste experimento ingeriram o máximo de FDN possível em todas as dietas experimentais.

Os resultados obtidos pelos modelos de efeitos fixos lineares mostraram diferenças entre as silagens testadas para cada variável de ingestão de nutrientes em cordeiros. No entanto, a análise de componentes principais (PC) permite uma visualização global da configuração de dados em duas dimensões (Figura 1). A variância acumulada no primeiro e segundo componentes principais foi 83,30% da variância total inicial. As principais contribuições para o primeiro componente foram quase todas as variáveis da ingestão de nutrientes exceto as variáveis IFDN (g/kg PC), IFDA (kg/dia), IFDA (g/kg PC) e IFDA (g/kg^{0,75}) que estão associadas ao segundo componente que corresponde à 21,2% da variabilidade total. Ao considerar todos os componentes de ingestão de nutrientes observa-se que a elipse que representa a silagem de milho se distancia das demais silagens avaliadas no primeiro plano.

As variáveis da ingestão de nutrientes associadas ao primeiro componente e as associadas ao segundo componente permitiram discriminar as silagens com resultados ingestão de nutrientes semelhantes. No caso, a silagem de sorgo forrageiro e silagem milho apresentam pouca diferença nas propriedades das variáveis da ingestão de nutrientes no segundo componente, mas foram claramente diferentes para as variáveis associadas ao primeiro componente (Figura 1). Estes resultados refletem as estimativas apresentadas na Tabela 2.

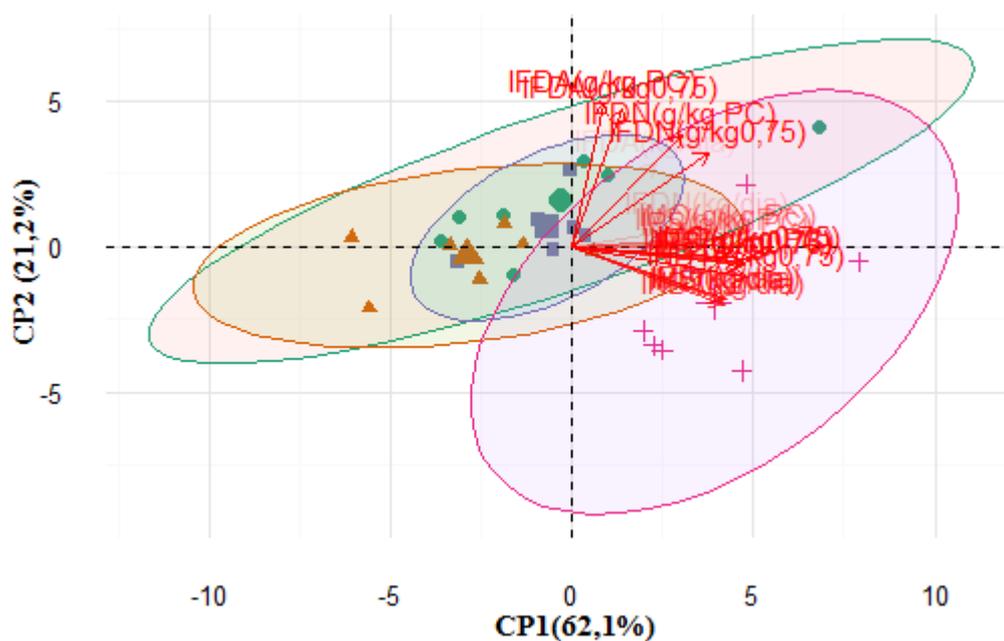


Figura 1. Gráfico biplot da análise de componentes principais (CP) para avaliação de parâmetros de Ingestão de nutrientes de cordeiros alimentados com silagem forrageiro (■), BRS 506 (▲), BRS 511 (■) e Milho (⊕).

Tabela 3. Desempenho e digestibilidade *in vivo* de cordeiros alimentados com diferentes silagens.

Variáveis	Tratamentos				P	CV (%)
	Forrageiro	BRS 506	BRS 511	Milho		
PI (kg)	21,78	21,80	20,97	22,66	0,7770	13,03
PM (kg)	26,74b	26,89b	25,86b	29,48a	0,0124	3,97
PF (kg)	31,70b	31,98b	30,75b	36,30a	0,0124	6,61
CA	5,64	4,82	5,28	4,86	0,2617	17,56
GMD (kg)	0,177b	0,182b	0,175b	0,244a	0,0124	19,86
DMS (%)	72,55	72,05	71,15	72,82	0,7752	2,85
DMO (%)	70,76b	69,11b	70,23b	73,93a	0,0012	2,46

Variáveis	Tratamentos				P	CV (%)
	FORAGEIRO	BRS 506	BRS 511	MILHO		
DPB (%)	68,86	65,33	65,77	70,01	0,2556	6,49
DFDN (%)	65,64	64,54	65,77	68,75	0,7406	8,73
DFDA (%)	60,38	59,95	62,62	65,08	0,8106	16,00

PM - Peso corporal médio; PF - Peso corporal final; CA - Conversão alimentar; GMD - Ganho médio diário e DMS, DMO, DPB, DFDN e DFDA - digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Valores seguidos por letras diferentes, na mesma linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O maior consumo de nutrientes contribuiu para o maior ganho de peso dos animais alimentados com a silagem de milho (Tabela 3). O ganho de peso dos animais que receberam a dieta composta por silagem de milho foi 27% superior ao ganho dos que consumiram as silagens de sorgo forrageiro, BRS 506 e BRS 511, não havendo diferenças ($P > 0,05$) entre as variedades de sorgo. Os animais que receberam silagem de milho obtiveram peso final médio de 36,3 kg, uma superioridade ($P < 0,05$) de cerca de 13% em relação ao peso final dos animais que consumiram silagens de sorgo. O fato de não haver diferenças ($P > 0,05$) entre o consumo e o desempenho de animais alimentados com silagem de sorgo sacarino e forrageiro merece destaque, visto que a baixa produção de grãos do sorgo sacarino (Orrico Junior et al., 2015) é compensada pelo alto teor de carboidratos não-estruturais, que permanecem no caule na forma de açúcares solúveis, resultando em uma silagem com valor nutritivo semelhante à silagem de sorgo tradicionalmente utilizada. Desta forma, as variedades de sorgo sacarino, BRS 506 e BRS 511, além de importantes para a produção de etanol, podem ser utilizadas na alimentação de ruminantes.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos quanto à CA. Como a CA é uma relação entre a quantidade de alimento consumido e o ganho de peso

do animal, houve uma compensação entre os tratamentos, ou seja, os animais alimentados com silagem de sorgo tiveram os menores ganhos de peso acompanhados também pela menor ingestão de MS, sendo essa relação semelhante à verificada no tratamento com silagem de milho.

Os resultados encontrados para a digestibilidade *in vivo* da MS, PB, FDN e FDA não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos. Estudos realizados por Khan et al. (2011), utilizando cordeiros que receberam dietas à base de silagens de milho e sorgo, obtiveram valores para a DMS, DFDN e DPB superiores para a dieta contendo silagem de milho. Os valores encontrados por esses autores para a DMS e DFDN foram inferiores aos encontrados neste experimento, provavelmente devido aos elevados teores de FDA nas dietas (33,8 e 37,2% de FDA para as silagens de milho e sorgo, respectivamente).

Os resultados das análises de variância apresentados na Tabela 3 mostram que a maioria das características analisadas não apresentou diferenças entre os tratamentos testados. Outra forma de analisar estas variáveis é através da análise de componentes principais que permitirá ter uma visualização global das variáveis analisadas com respeito ao desempenho e digestibilidade *in vivo* de cordeiros alimentados com diferentes silagens (Figura 2), observa-se que as duas componentes principais retém 68,2% da variabilidade dos dados. A maior parte das variáveis associadas a desempenho e digestibilidade estão relacionadas ao primeiro componente, exceto as variáveis GP (kg), CA e DMS (%) que estão correlacionadas com o segundo componente, que pode ser considerada como de pequeno significado, já que responde por apenas 17,8% da variância total.

Ao observarem-se as elipses desenhadas para cada silagem (Figura 2), estas elipses estão muito próximas, indicando que em médias as diferentes silagens testadas tem o mesmo efeito sobre o desempenho e digestibilidade *in vivo* no cordeiro. Ao analisar o comportamento das elipses em função das silagens, observa-se que a silagem BRS506 e BRS511 tem comportamento semelhante; e as elipses da silagem de milho e forrageiro tem comportamento diferente, isto indica que em algumas características estudada pode ter diferença com as silagens testadas, sobre tudo com a silagem milho que o comportamento é diferente quando comparado com as outras silagens testada, este resultado esta acordo ao obtido na tabela 3.

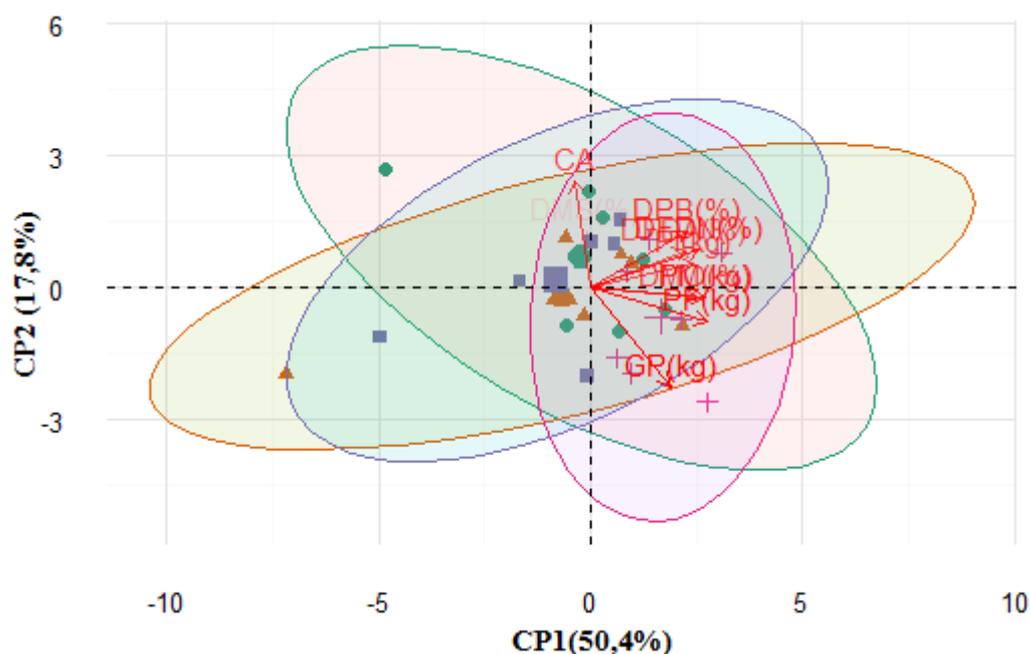


Figura 2. Gráfico biplot da análise de componentes principais (CP) para avaliação de parâmetros de Desempenho e digestibilidade *in vivo* de cordeiros alimentados com silagem forrageiro (●), BRS 506 (▲), BRS 511 (■) e Milho (⊕).

Tabela 4. Componentes de carcaça de cordeiros alimentados com diferentes silagens.

Variáveis	Tratamentos				P	CV (%)
	Forrageiro	BRS 506	BRS 511	Milho		
PCQ (kg)	15,11b	16,00a	14,86b	16,55a	0,0131	2,95
PCF (kg)	14,28b	15,28a	14,18b	15,78a	0,0062	2,92
RCQ (%)	45,70ab	46,90a	45,70ab	44,71b	0,0163	2,97
RCF (%)	43,18ab	44,78a	43,58ab	42,62b	0,0077	2,93
PCR (%)	5,51	4,52	4,64	4,68	0,0672	14,27
AOL (cm ²)	11,87	12,49	13,00	12,08	0,8051	16,74
EGC (mm)	1,36b	2,46a	2,11ab	2,33a	0,0226	29,84
CAC (kg)	3,43ab	3,06b	3,42ab	3,96a	0,0021	10,72

PCQ - peso de carcaça quente, PCF - peso de carcaça fria, RCQ - rendimento de carcaça quente, RCF - rendimento de carcaça fria, PCR (%) - perda percentual de carcaça por resfriamento, PCR (kg) - perda de peso de carcaça por resfriamento, AOL - área de olho de lombo, EGC - espessura de gordura corporal, CAC - conversão de alimento em carcaça. Valores seguidos por letras diferentes, na mesma linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Houve efeito ($P < 0,05$) para as características de PCQ, PCF, RCQ e RCF em função do tipo de silagem consumida pelos animais (Tabela 4). O maior ganho de peso observado para os animais alimentados com a silagem de milho não refletiu ($P > 0,05$) no PCQ e PCF, que apresentaram valores semelhante aos animais alimentados com silagem de sorgo sacarino BRS 506. Esse dado contribuiu para que o milho apresentasse o menor valor ($P < 0,05$) de rendimento de carcaça quente e fria, 44,71 e 42,62%, respectivamente. Esse resultado evidencia que o maior ganho de peso dos animais alimentados com a silagem de milho foi, provavelmente, convertido em componentes não-carcaça.

Na literatura existem trabalhos, como os de Medeiros et al. (2008) e Moreno et al. (2011), que observaram aumento do tamanho dos órgãos viscerais, principalmente, o

fígado e o trato gastrintestinal, em função do tipo de volumoso utilizado. Peron et al. (1993) compararam bovinos abatidos ao início do experimento (mais leves) com animais submetidos à restrição alimentar ou alimentados à vontade (mais pesados) e concluíram que o regime alimentar influenciou o peso do trato gastrintestinal, que foi menor em animais submetidos à restrição alimentar. Assim, a maior ingestão de matéria seca da dieta à base de silagem de milho pode ter contribuído para o aumento do tamanho dos órgãos ligados à digestão e do conteúdo gastrintestinal, prejudicando o rendimento de carcaça.

Com relação aos valores de PCR (%) e AOL não foram observadas diferenças, apresentando médias de 4,83%, 0,752 kg e 12,35 cm², respectivamente. De acordo com Martins et al. (2000) a uniformidade da gordura de cobertura, o sexo, peso, temperatura e umidade relativa da câmara fria em ovinos, podem influenciar nos índices de perda por resfriamento que pode variar entre 1 e 7%, o que torna os valores das perdas por resfriamento observadas neste estudo favoráveis.

A AOL é um indicador da composição corporal, pois determina o conteúdo da carne do animal, sendo importante na avaliação do preço final da carne (Cezar & Sousa, 2007). Estudos realizados por Macedo et al. (2008) mostram valores médios de área de olho de lombo de 11,32 cm² avaliando diferentes níveis de inclusão de semente de girassol na dieta de cordeiros mestiços Suffolk. Portanto, os valores obtidos neste trabalho podem ser considerados satisfatórios.

Em função da menor ingestão de matéria seca pelos animais alimentados com a BRS 506 e sua maior produção de carcaça, pode-se concluir que essa dieta proporcionou a melhor conversão entre alimento ingerido e carcaça produzida. Isso

torna, provavelmente, a dieta com BRS 506 a mais interessante do ponto de vista econômico, principalmente quando comparada à dieta à base de silagem de milho.

Na análise de componentes principais com respeito aos componentes da carcaça (Figura 3), foi observado o valor de 36,2% no primeiro componente e variância acumulada nos dois componentes de 60,4% em relação à variância total.

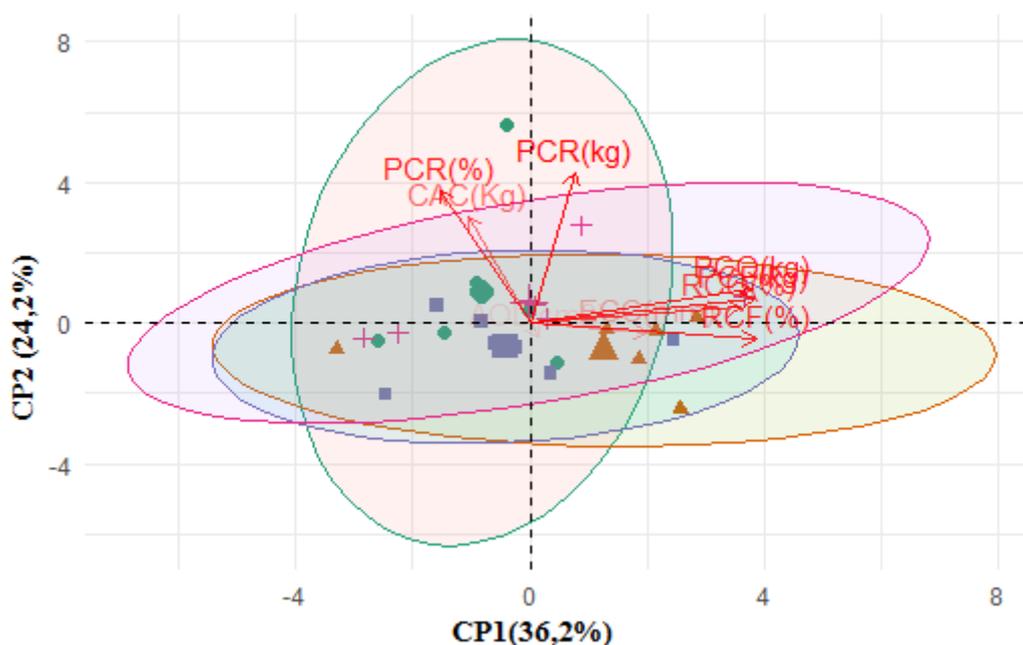


Figura 3. Gráfico biplot da análise de componentes principais (CP) para avaliação de parâmetros dos componentes de carcaça de cordeiros alimentados com silagem forrageira (■), BRS 506 (▲), BRS 511 (■) e Milho (■).

As principais contribuições para o primeiro componente foram PCQ, PCF, RCQ e RCF, enquanto PCR (%) contribuiu para o segundo componente. As elipses desenhadas para cada silagem estudada demonstram proximidade e indicam que as variáveis analisadas tem o mesmo efeito nos componentes de carcaça de cordeiro. Entretanto, ao analisar o padrão das elipses observa-se que os tratamentos contendo

silagens das variedades BRS 506, BRS 511 e milho tem comportamentos próximos indicando que o efeito das variáveis analisadas para estas silagens são semelhantes. No entanto, para a silagem de sorgo forrageiro, o comportamento se diferencia, indicando que algumas características de componentes de carcaça, poderão de diferenciar. Estes resultados mostram de forma global o comportamento das características em função das silagens testadas que está em concordância com os resultados obtidos na Tabela 4.

Conclusões

1. Os resultados obtidos não sustentaram a primeira hipótese, pois apesar das silagens de sorgo sacarino apresentarem maiores teores de carboidratos não fibrosos, houve o efeito limitante do teor de FDN das dietas sobre o consumo e o desempenho dos animais.

2. Apesar dos resultados de desempenho, a segunda hipótese foi confirmada, uma vez que as dietas de sorgo (principalmente BRS 506) foram as que proporcionaram maiores rendimentos de carcaça.

Comitê de Ética

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFGD), da Universidade Federal da Grande Dourados, registrado sob o protocolo de nº 33/2015.

Referências Bibliográficas

ALVES, E. M.; PEDREIRA, M. S.; AGUIAR, L. V.; COELHO, C. P.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, A. M. P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem

de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, p. 157-164, 2012.

AMER, S.; SEGUIN, P.; MUSTAFA, A. F. Effects of feeding sweet sorghum silage on milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.95, p.859–863, 2012.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**. v.5, p.1143-1149, 2011.

CAPPELLE, Edilson Rezende; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; SILVA, José Fernando Coelho da and CECON, Paulo Roberto. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. 2007. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. **Agropecuária Tropical**. 147p.

COSTA, N. D. L.; MONTEIRO, A. L. G.; SILVA, A. L. P.; MORAES, A. D.; GIOSTRI, A. F.; STIVARI, T. S. S.; GILAVERTTE, S.; BALDISSERA, T.C.; PIN, E.A. Considerações sobre a degradação da fibra em forragens tropicais associada com suplementos energéticos ou nitrogenados. **Archivos de Zootecnia**, v.64, p.31-41, 2015.

DANN, H. M.; GRANT, R. J.; COTANCH, K. W.; THOMAS, E. D.; BALLARD, C. S.; RICE, R. Comparison of brown midrib sorghum-sudangrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.663-672, 2008.

DI MARCO, O. N.; RESSIA, M. A.; ARIAS, S.; AELLO, M. S.; ARZADÚN, M. Digestibility of forage silages from grain, sweet and bmr sorghum types: Comparison of

in vivo, *in situ* and *in vitro* data. **Animal Feed Science and Technology**, v.153, p.161-168, 2009.

FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; RODRIGUES, J. A. S. R.; MIYAGI, E. S.; SILVA, A. G.; PERON, H. J. M. C.; ABREU, J. B. R.; BASTOS, D. C. Características fermentativas da silagem de Híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, p.383-391, 2011.

GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; MOURÃO, G. B. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, p.63-69, 2007.

KHAN, S. H.; SHAHZAD, M. A.; NISA, M.; SARWAR, M. Nutrients intake, digestibility, nitrogen balance and growth performance of sheep fed different silages with or without concentrate. **Tropical Animal Health and Production**, v.43, p.795-801, 2011.

MACEDO, V.P.; GARCIA, C.A.; SILVEIRA, A.C.; MONTEIRO, A.L.G.; MACEDO, F.A.F.; SPERS, R.C. R. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1860-1868, 2008.

MARTINS, R. C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29p. (Boletim de Pesquisa, 21).

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; ALVES, K. S.; MATTOS, C. W.; SARAIVA, T. A.; NASCIMENTO, J. F. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1063-1071, 2008.

MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188.

MIRON, J.; ZUCKERMAN, E.; ADIN, G.; SOLOMON, R.; SHOSHANI, E.; NIKBACHAT, M.; YOSEF, E.; ZENOU, A.; WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; HALACHMI, I.; BEN-GHEDALIA, D. Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.139, p.23-39, 2007.

MORENO, G. M. B.; SOBRINHO, A. G. S.; LEÃO, A. G.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREIRA, G. T. Rendimento dos componentes não-carcaça de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2878-2885, 2011.

NASCIMENTO, W. G.; PRADO, I. N.; JOBIM, C. C.; EMILE, J. C.; SURAULT, F.; HUYGHE, C. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.896-904, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 2007, 362p.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. The vegan package. **Community ecology package**. 2015.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; RETORE, M.; MANARELLI, D. M.; SOUZA, F. B. D.; LEDESMA, L. L. M.; ORRICO, A. C. A. Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.1201-1207, 2015.

PERON, A.J., FONTES, C.A.A., LANA, R.P.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, A. C.; FREITAS, J. A. Rendimento de carcaça e de seus cortes básicos e área corporal de bovinos de cinco grupos genéticos submetidos à alimentação restrita e “ad libitum”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, p.238-247, 1993.

RAKSHIT, S.; HARIPRASANNA, K.; GOMASHE, S.; GANAPATHY, K. N.; DAS, I. K.; RAMANA, O. V.; DHANDAPANI, A; PATIL, J. V. Changes in area, yield gains, and yield stability of sorghum in major sorghum-producing countries, 1970 to 2009. **Crop Science**, v.54, p.1571-1584, 2014.

SILVA, D.J. QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora Universitária, 2006. 166p.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. 1979. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livro cereas. 380p.

YAÑEZ, E. A., FERREIRA, A. C. D., MEDEIROS, A. N., PEREIRA FILHO, J. M., TEIXEIRA, I. A. M. A., & RESENDE, K. T. D. Methologies for ribeye area determination in goats. **Small Ruminant Research**, v.66, p.197-200, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados neste trabalho demonstraram que as variedades de sorgo sacarino apresentam boa qualidade nutricional e podem ser uma opção viável para a produção de silagens de qualidade. Foi constatada uma importante variação na produtividade e composição química entre as diferentes variedades de sorgo sacarino, o que acabou interferindo diretamente no processo fermentativo e no valor nutritivo das silagens.

A produção de efluente foi o maior problema observado no processo de ensilagem das variedades sacarinas. Esse excesso de efluentes traz preocupações do ponto de vista nutricional (perda de nutrientes solúveis) como ambiental (contaminação do solo). Diante disto, estudos mais amplos devem ser realizados com o uso de aditivos secos para reduzir a formação de efluentes.

A utilização da silagem de sorgo sacarino nas dietas de cordeiro confinados permitiu que os animais apresentassem potencial produtivo semelhante ao sorgo forrageiro e ligeiramente inferior ao milho. Acredita-se que se não houvesse as excessivas perdas por efluentes as silagens de sorgo sacarino apresentariam resultados semelhantes à silagem de milho.

Outro fator que merece destaque é com relação ao custo de produção. A cultura do sorgo apresenta menor custo de produção em relação a cultura do milho, o que pode contribuir para a redução dos custos das dietas e assim tornar a atividade mais lucrativa.

Assim, recomenda-se que estudos futuros sejam feitos com o objetivo de reduzir as perdas por efluentes das silagens de sorgo sacarino, que pode ser considerado o principal limitante da sua utilização.