

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Veterinária

Programa de Pós-graduação em Zootecnia

Isabella Hoske Gruppioni Côrtes

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DE
SILAGENS DO HÍBRIDO DE SORGO 2011 37 062 EM QUATRO ÉPOCAS DE
CORTE**

**BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA
UFMG 2019**

Isabella Hoske Gruppioni Côrtes

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DE
SILAGENS DO HÍBRIDO DE SORGO 2011 37 062 EM QUATRO ÉPOCAS DE
CORTE**

Dissertação apresentada ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Diogo Gonzaga Jayme.

Belo Horizonte – MG

2019

C828c Côrtes, Isabella Hoske Gruppioni, 1993 -
Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de silagens do híbrido de sorgo
201137062 em quatro épocas de corte/ Isabella Hoske Gruppioni Côrtes. – 2019.

48 f.:il.

Orientador: Diogo Gonzaga Jayme
Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal.

Bibliografia: f.22 a 27; f. 40 a 43.

1. Ovino – Alimentação e rações - Teses – 2. Silagem - Qualidade - Teses – 3. Digestibilidade
Teses - 4. Nutrição animal - Teses - I. Jayme, Diogo Gonzaga – II. Universidade Federal de Minas
Gerais, Escola de Veterinária – III. Título.

CDD – 633.2

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de silagens do híbrido de sorgo 2011 37 062 em quatro épocas de corte

ISABELLA HOSKE GRUPPIONI CÔRTEZ

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia **21 de fevereiro de 2019**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes professores:

José Avelino dos Santos Rodrigues

Embrapa - Milho e Sorgo

Lúcio Carlos Gonçalves

Universidade Federal de Minas Gerais

Diogo Gonzaga Jaime - Orientador

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 21 de outubro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Angela Maria Quintão Lana, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 21/10/2021, às 11:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1034087** e o código CRC **7B2CD440**.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, fonte de apoio e por sempre acreditarem e incentivarem.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor incondicional e por sempre me apoiarem em minhas decisões

Ao professor Diogo Gonzaga Jayme pelo tempo e empenho dedicado à minha formação humana e profissional

Ao professor Lúcio Carlos Gonçalves, pela oportunidade, confiança, apoio e ensinamentos.

Ao pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Dr. José Avelino Santos Rodrigues, pelo empenho, profissionalismo e apoio durante a realização deste experimento.

Ao Diego pela inspiração, paciência, carinho e amor por todos esses anos, mesmo enquanto perto ou longe.

Aos professores que contribuíram para minha formação ao longo desta caminhada.

Ao departamento de Zootecnia da EV-UFMG, pela oportunidade de crescimento profissional.

À minha companheira contemporânea de Pós-graduação, Flávia, pelo auxílio e amizade

Às garotas da forragem pelo apoio e por tornarem essa caminhada mais leve.

Aos meus colegas do grupo de Forragicultura, pelo incentivo e ajuda ao longo desses anos.

À toda a minha família por compreenderem meus momentos de ausência

À Capes pelo auxílio financeiro concedido

Aos funcionários do laboratório de Nutrição Animal, Fabiana, Toninho e Gabriela.

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

Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós! (Chico Xavier)

RESUMO

No período das águas, há uma abundância de pastagens enquanto no período da seca há uma escassez. Desta forma, é necessária a suplementação dos animais com forragens conservadas. A ensilagem é a principal alternativa escolhida pelos produtores e consiste na conservação da forragem por meio da fermentação láctica em anaerobiose. A utilização de sorgo para ensilagem tem-se mostrado como uma alternativa viável devido à maior resistência ao déficit hídrico, possibilidade de utilização da rebrota e altas produtividades. Objetivou-se determinar o melhor ponto de colheita do híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 2011 37 062 para confecção de silagem. Desta forma, avaliou-se o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes e o balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com silagens do híbrido de sorgo 2011 37 062 colhido em quatro idades de crescimento. O híbrido de sorgo 2011 37 062 foi cultivado e ensilado nos seguintes estádios do grão: grão leitoso (87dias), massa mole (91dias), massa dura (95dias) e farináceo (98 dias). O material foi colhido, picado e ensilado em tambores metálicos de 200 litros. Após 56 dias de fermentação, os silos experimentais foram abertos e fornecidos a vinte carneiros machos castrados. Os animais passaram por período de adaptação à dieta de 25 dias e 7 dias de coleta de alimento oferecido, sobras, fezes e urina para o ensaio de consumo e digestibilidade. O consumo de CNF e o consumo de PB foram as variáveis que sofreram redução significativa ($p < 0,05$) com o avanço da idade de corte, com redução de 22% e 36%. O balanço de N foi favorável com o avanço da idade de corte. O aumento da digestibilidade da PB em 127% até os 95 dias ($p < 0,05$) pode favorecer o melhor balanço de N dos animais alimentados com silagens aos 95 dias de corte. Portanto, a melhor época de corte para o híbrido de sorgo 2011 37 062 é aos 95 dias de crescimento (grão em massa dura).

Palavras-chave: alimentos, ovinos, ponto de colheita, silagem, valor nutricional

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the intake, apparent digestibility, and nitrogen balance in sheep fed on sorghum silage harvested at four cutting times (at 87, 91, 95, and 98 days after planting). Twenty sheep arranged in an entirely randomized design were adapted to sorghum silage. The offered silage, leftovers, feces, and urine were collected for five days to determine consumption, apparent digestibility, and nitrogen (N) balance. A significance level of $\alpha = 0.05$ was adopted. The voluntary intakes of dry matter (DM), digestible DM, organic matter (OM), digestible OM, neutral detergent fiber (NDF), digestible NDF, and acid detergent fiber (ADF) were not affected ($p > 0.05$) by the cutting season. Non-fibrous carbohydrate intake was reduced ($p < 0.05$) by 22% for sorghum harvested between 87 and 95 days after planting. Voluntary intake of crude protein (CP) and digestible crude protein (DCP) increased 36% and 248%, respectively, ($p < 0.05$) until 95 days, with subsequent reduction reaching values similar to those found at 87 days. DCP ranged from 221.1 to 503.3 g kg⁻¹, showing an increase of 127% until 95 days. The retained N (UTM) and retained/intake N (g day⁻¹) showed minimum values at 87 days, with subsequent 32-fold and 48-fold increase, respectively, until 95 days. Thus, the best harvest time of 2011 37 062 sorghum hybrid for silage production is at 95 days after planting (hard mass).

Keywords: sheep, nutritional value, harvest time

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Composição química das silagens de sorgo colhidas em quatro épocas de corte..... | 45 |
| Tabela 2. Parâmetros de qualidade das silagens de sorgo colhidas em quatro épocas de corte.... | 45 |
| Tabela 3. Consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com silagens de sorgo colhidas em quatro idades de maturação..... | 46 |
| Tabela 4. Utilização do nitrogênio (N) por ovinos alimentados com silagens de sorgo colhidas em quatro estádios de maturação..... | 47 |
| Tabela 5. Consumo de energia (kcal UTM ⁻¹) em ovinos alimentados com silagens de sorgo colhidas em quatro idades de corte..... | 47 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ADCP | Apparent digestibility of crude protein |
| ADF | Acid detergent fiber |
| ADIP | Acid detergent insoluble protein |
| CP | Crude protein |
| °C | Graus Celsius |
| DCP | Digestible crude protein |
| DEI | Digestible energy intake |
| DM | Dry matter |
| DMP | Dry matter production |
| EE | Ether extract |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| FDN | Fibra em detergente neutro |
| g | gramas |
| GE | Gross energy |
| GEI | Gross energy intake |
| Kg | Quilogramas |
| Kcal | Quilocaloria |
| h | hours |
| ha | Hectares |
| HCL | Ácido clorídrico |
| L | Litro |
| LW | Live weight |
| m | Metro |
| mm | Milímetros |
| ml | mililitros |
| MS | Matéria Seca |

| | |
|------|--------------------------------------|
| MSU | Metabolic size unit |
| N | Nitrogênio |
| ND | Nutrient digestibility |
| NFC | Non fiber carbohydrate |
| NDF | Neutral detergent fiber |
| NNP | Nitrogênio não proteico |
| NH3 | Nitrogênio amoniacal |
| OM | Organic matter |
| UFMG | Universidade Federal de Minas Gerais |
| % | Porcentagem |
| pH | Potencial hidrogeniônico |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 13 |
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 2. REVISÃO BIBLOGRÁFICA | 14 |
| 2.1 Silagem de sorgo | 14 |
| 2.2 Processo de ensilagem..... | 15 |
| 2.3 Valor nutritivo | 17 |
| 2.4 Consumo voluntário | 18 |
| 2.5 Digestibilidade aparente..... | 20 |
| 2.6 Balanço de nitrogênio | 21 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 22 |
| CAPÍTULO II – ARTIGO - Consumo e digestibilidade aparente de silagem do híbrido de sorgo 2011 37 062 em quatro épocas de corte | 30 |
| RESUMO | 30 |
| INTRODUÇÃO..... | 31 |
| MÉTODOS..... | 32 |
| Ensilagem..... | 32 |
| Consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio..... | 33 |
| Composição química e digestibilidade in vitro | 34 |
| Análises estatísticas | 35 |
| RESULTADOS | 35 |
| DISCUSSÃO | 37 |
| CONCLUSÃO..... | 41 |
| REFERÊNCIAS..... | 41 |
| TABELAS | 45 |

CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. INTRODUÇÃO

A população mundial cresce cerca de 80 milhões de pessoas ao ano, e como consequência a demanda por alimentos. De acordo com estimativas da Food and Agriculture Organization (FAO, 2017), a população mundial alcançará 9,73 bilhões de pessoas em 2050 e para isso a demanda da produção de alimentos deve aumentar em 50%.

Nessa perspectiva, o Brasil está entre os países responsáveis por garantir a demanda mundial de alimentos. O grande potencial produtivo, caracterizado pela disponibilidade de terras, condições edafoclimáticas favoráveis e disponibilidade de tecnologia garantem esse destaque ao país. De acordo com os dados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), o Brasil possui um rebanho efetivo bovino de aproximadamente 219 milhões de cabeças. Além disso, o país ocupa no cenário mundial a posição de maior exportador mundial de carne bovina (ABIEC, 2017) e quarto maior produtor de leite (EMBRAPA, 2017).

No entanto, a produção pecuária brasileira enfrenta algumas dificuldades, como a estacionalidade da produção de forragem ao longo do ano. Existem dois períodos bem definidos de oferta de forragem pelas pastagens. No período das chuvas, há a abundância de pastagens enquanto, no período da seca há a escassez. Desta forma, é necessária a suplementação dos animais com forragens conservadas, em especial silagens, para que a produção animal não acompanhe a queda na oferta das pastagens. Além disso, a utilização de silagens tem proporcionado a intensificação dos sistemas de produção de leite e carne no Brasil.

Atualmente existem disponíveis no mercado muitas variedades e híbridos de sorgo. O híbrido 2011 37 062 destaca-se por sua boa capacidade de produção de matéria verde e

quantidade de grãos que favorece seu uso nos processos de ensilagem. Além disso, apresenta bom porte, colmo seco, ausência de taninos nos grãos e folhas largas. Também foi relatado estabilidade de produção de matéria seca em diversas regiões do país, resistência ao acamamento e boa tolerância às principais doenças foliares.

Com o objetivo de gerar alternativas que contribuam para o desenvolvimento e sustentabilidade da produção de leite e carne no Brasil, a Escola de Veterinária (UFMG) desenvolve projetos de pesquisa com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) buscando avaliar o valor nutritivo de espécies forrageiras. Assim, objetivou-se com esse estudo determinar o melhor ponto de colheita para o híbrido de sorgo 2011 37 062 para confecção de silagem.

2. REVISÃO BIBLOGRÁFICA

2.1 Silagem de sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é o quinto cereal em importância no mundo (USDA, 2018) com relevância na alimentação humana e animal. De acordo com levantamento realizado pela Conab divulgado em agosto de 2018, a estimativa de produção de sorgo-grão é de 2,135 milhões de toneladas, produtividade de 2.731 kg grão/ha e área plantada de 782,2 mil hectares. Dentre os maiores produtores, destacam-se os estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia (Conab, 2018).

Na alimentação animal, o sorgo é utilizado com maior expressividade na alimentação de bovinos sob a forma de silagem de planta inteira. Essa expressividade se deve ao elevado potencial de resposta em termos de produtividade, quando em condições favoráveis, e elevada tolerância a seca (Rooney, 2014) podendo ser cultivado em regiões que o índice pluviométrico não ultrapassa 600 mm anuais (Rodrigues et al, 2015). Além disso, apresenta-se como uma alternativa para regiões com problemas de veranico e déficit hídrico. O bom

teor de carboidratos solúveis presente na planta também possibilita a obtenção de uma silagem de boa qualidade.

Em um levantamento realizado com 272 propriedades leiteiras no Brasil, o sorgo foi a segunda espécie mais cultivada para a produção de silagem (20%) (Bernardes, 2012). A utilização de sorgo para confecção de silagem tem desempenhado um papel importante na bovinocultura brasileira, pois destaca-se pela maior amplitude de época de plantio, maior resistência ao déficit hídrico, possibilidade de utilização da rebrota, além de ser uma cultura com altas produtividades em matéria seca. Em função disso, a utilização de sorgo tem-se mostrado como uma alternativa viável para regiões que o zoneamento agroclimático limita o potencial produtivo da cultura do milho.

2.2 Processo de ensilagem

A ensilagem é o método de conservação da forragem por meio da fermentação láctica em anaerobiose. O princípio do método é a fermentação dos carboidratos solúveis próprios da forragem por um grupo específico de bactérias, com produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido lático e menor extensão ácido acético, e conseqüente redução do pH da massa ensilada. (McDonald et al, 1991). Devido à produção desses ácidos orgânicos, o pH da massa ensilada decresce e o crescimento de micro-organismos indesejados é inibido (Oude Elferink et al, 1999), resultando em conservação do material.

Uma vez que o material fresco foi compactado e vedado, o processo fermentativo pode ser dividido em quatro fases (Weinberg e Muck, 1996; Merry et al, 1997):

I. Fase aeróbica: Essa fase dura apenas algumas horas. Há a presença de oxigênio, mas este é reduzido pela respiração das plantas e pela atividade de micro-

organismos facultativos como leveduras e enterobactérias. O pH nesta fase encontra-se na faixa de 6.0 a 6.5;

II. Fase fermentativa: Inicia-se quando o meio se torna anaeróbico e prolonga-se por várias semanas em função das propriedades do material ensilado e condições da colheita. Se a fermentação for bem-sucedida, as bactérias ácido lácticas tornam-se a população predominante e o pH atinge valores entre 3.8 e 5.0, após 6 dias de vedação de acordo com modelo proposto por Pitt et al. (1985).

III. Fase de estabilidade: Poucas alterações ocorrem e esta fase é mantida enquanto não houver entrada de oxigênio.

IV. Fase de deterioração aeróbica: Essa fase inicia logo que a massa ensilada é exposta ao ar, que pode ocorrer intencionalmente devido ao desabastecimento ou por danos a lâmina de polietileno utilizada na vedação. Nesta fase há o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis, que podem resultar em consumo de nutrientes da silagem e aumento de pH e temperatura da massa ensilada.

Uma silagem de boa qualidade depende de diversos fatores como o cultivar escolhido, o estágio de maturação do grão, a quantidade de grãos, os tratos culturais, as práticas de ensilagem adequada e o tamanho de partícula. A idade de corte do material interfere na composição química e na habilidade de conservação do material e como consequência no valor nutritivo da silagem (Faria Jr. et al 2011). Estas condições impactam diretamente nas fases II e III do processo fermentativos das silagens.

Os principais fatores que afetam a capacidade de fermentação do material no silo, e a obtenção de uma silagem de qualidade são: o teor e o rendimento de matéria seca, a

quantidade de carboidratos solúveis, o poder tampão e os micro-organismos (McDonald et al., 1991).

Após a colheita, a proteólise rápida começa devido à ação das proteases da planta e a extensão da proteólise é aumentada pelo teor de matéria seca da cultura (McDonald et al., 1991), ou seja, o momento de colheita. Isso resulta no aumento da fração do nitrogênio (N) de maior solubilidade e redução do teor de proteína. Givens e Rulquin (2004) afirmam que 24 horas após a ensilagem o conteúdo total de proteína em relação ao teor de N total decresceu 0,2%.

2.3 Valor nutritivo

O valor nutritivo de um alimento é representado pela composição química, digestibilidade dos nutrientes. Para Andriquetto et al (1990), a análise química é o ponto de partida para determinar o valor nutritivo dos alimentos. A aptidão de uma cultura para confecção de silagem pode ser estabelecida por meio da comparação de sua composição química a valores padronizados (Debrouwer et al, 1991).

Baseado em análises laboratoriais, o valor nutritivo da silagem de sorgo se aproxima muito ao da silagem de milho (Debrouwer et al, 1991). Dann et al. (2008) avaliando a composição química de silagens de milho de teores médios de matéria seca (MS) de 377 g/kg obtiveram valores de proteína bruta de 72 g/kg na MS e fibra em detergente neutro de 368 g/kg na MS. Para silagens de sorgo de teores de MS de 333 g/kg, Cabral et al. (2003) encontraram valores de proteína bruta de 678 g/kg e fibra em detergente neutro de 513 g/kg.

Vários fatores podem influenciar a degradação ruminal do nitrogênio (N) proveniente da silagem, entre eles destacam-se aditivos da silagem, maturidade da cultura (Givens e Rulquin, 2004). Geralmente, com o avanço do estágio de maturação do grão, ocorre um

aumento na produção de matéria seca por área, porém observa-se a redução do valor nutricional devido ao aumento das frações fibrosas do colmo e folhas. Desta forma, é preciso conhecer a composição química da silagem de sorgo em diferentes idades de maturação, a fim de estabelecer o melhor momento de corte para que se alcance boa produtividade por área e bom valor nutritivo. Cada híbrido ou variedade de sorgo apresentam comportamentos diferentes de maturação em função de diferenças na proporção dos componentes da planta (Faria Jr. et al, 2011). Portanto, é primordial determinar a época de corte adequada de cada material para garantir uma boa conservação e, conseqüente silagem de bom valor nutritivo.

2.4 Consumo voluntário

O consumo voluntário é o parâmetro utilizado para avaliar a quantidade de alimento ou nutriente que o animal é capaz de ingerir por dia. É o parâmetro que mais impacta no desempenho animal. Em todo programa de alimentação é necessário medir e prever as quantidades de alimentos que serão ingeridas por dia, para que seja possível formular dietas balanceadas e eficientes. Entretanto, a utilização dos nutrientes ingeridos pelo animal depende do direcionamento desses nutrientes no organismo (Andrighetto et al, 1990).

A regulação da ingestão de matéria seca pelos animais é multifatorial e requer a interação entre vários sinais imediatos ou a longo prazo (Baile e McLaughlin, 1987). O controle do consumo por meio do conteúdo de energia da dieta depende da ingestão de alimentos que é capaz de sustentar um balanço positivo (NRC, 1987).

O sítio primário responsável pelo controle integrado da ingestão de alimentos e balanço de energia é o sistema nervoso central (SNC) (NRC, 1987). No entanto, a quantidade de forragem ingerida por um ruminante pode ser limitada pela capacidade do rúmen (Campling, 1970). O peso da digesta ruminal comparado ao peso ao início da alimentação pode aumentar em 48% em volume e 96% em matéria seca. (Mobiiglia et al, 2013). Baseado

nisso, os ruminantes são capazes de ingerir alimento até que ocorra distensão ruminal (NRC, 1987).

O consumo de forragem é limitado pela taxa de desaparecimento dos compostos fibrosos do rúmen. (Mertens, 1973). O modelo de Mertens e Ely (1979) sugere que o máximo consumo de matéria seca digestível sofre mais efeito da proporção de fibra indigestível e da taxa de passagem do que da taxa de digestão da fibra. Desta forma, o conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) do alimento é considerado o constituinte primário do alimento, e está relacionado aos mecanismos de regulação do consumo por distensão ruminal (NRC, 2001). No entanto, apenas o conteúdo de FDN isoladamente não é adequado para prever o consumo, pois a capacidade de enchimento da fibra pode variar em função do tamanho de partícula do alimento (Allen, 1996) e da composição da FDN.

Além dos fatores físicos, outros mecanismos regulam a ingestão de alimentos pelos ruminantes, como por exemplo, fatores químicos, metabólicos, hormonais, neuro-hormonais e a ingestão de água. (NRC, 1987; Silva, 2006; Baile e McLaughlin, 1987). No mecanismo de regulação química do consumo, o animal ingere até que suas demandas energéticas sejam atendidas (Mertens, 1985).

De forma geral, o consumo de dietas de baixa digestibilidade é regulado por mecanismos físicos (Allen, 1996). Enquanto o consumo de dietas alta digestibilidade é regulado pela demanda energética do animal. No entanto, é difícil determinar sob qual mecanismo regulatório o consumo está sendo determinado, já que todos eles atuam de forma integrada e sinérgica.

Além disso ainda existem outros fatores que interferem no consumo de alimentos como condições ambientais, fatores intrínsecos aos alimentos (NRC, 1987). O consumo de

matéria seca também é uma variável que depende de fatores relacionados ao animal, como peso vivo, idade e nível de produção.

2.5 Digestibilidade aparente

A digestibilidade aparente dos nutrientes é o primeiro passo na determinação do valor nutritivo de um alimento (Corrêa et al, 2007). A digestibilidade é a fração do alimento consumido que não é recuperada nas fezes (Andriquetto et al, 1990). O coeficiente de digestibilidade de um alimento ou nutriente representa a porção do alimento que está apta a ser absorvida pelo animal, sendo considerado um dos principais parâmetros para se avaliar um volumoso (Minson, 1990).

A digestibilidade aparente de um alimento representa apenas a quantidade de nutrientes eliminados nas fezes do total de nutrientes ingerido pelo animal. Porém, nem tudo que está presente nas fezes são componentes indigestíveis do alimento. Juntamente estão presentes frações endógenas, como por exemplo, secreções digestivas, bactérias e células de descamação do epitélio intestinal, obtendo-se, portanto, um valor de digestibilidade aparente. De acordo com Van Soest (1965), as perdas endógenas de matéria seca (MS) variam entre 10-30%.

Para Milford (1996) o conteúdo e a digestibilidade da proteína bruta, bem como o consumo e a digestibilidade da matéria seca, são os critérios mais importantes para avaliação do valor nutritivo de forrageiras.

A digestibilidade dos alimentos é dependente da sua cinética de digestão e taxa de passagem pelo rúmen. A taxa de passagem de um alimento pelo rúmen sofre efeito direto do nível de consumo do animal. O aumento em duas vezes (2X) o consumo em manutenção resulta em redução de 1 a 2 % na digestibilidade da matéria seca do alimento (NRC, 1987).

2.6 Balanço de nitrogênio

O estudo do balanço nutricional permite medir as quantidades ingeridas e eliminadas de um nutriente. Assim, é possível estabelecer e prever as possíveis perdas e ganhos no organismo e avaliar o crescimento e as exigências nutricionais dos animais. (Andriquetto et al, 1990). O balanço de nitrogênio é um parâmetro utilizado para indicar se o animal apresenta alguma perda de proteína em relação ao que foi ingerido. A determinação do balanço de N pode ser mais eficaz do que a mensuração do consumo e da digestibilidade para determinar se há perda ou não de proteína no organismo (Andriquetto et al, 1990).

Quando a ingestão diária de N é menor do que o total excretado, o animal encontra-se em um balanço negativo de N, e, portanto, mobiliza proteína do organismo (Andriquetto et al, 1990). O que indica que a ingestão diária de proteína não atende às suas exigências de manutenção podendo ou não manifestar perda de peso. Além disso, o balanço de nitrogênio pode ser afetado pela disponibilidade de carboidratos fermentáveis no rúmen (Calsamiglia et al, 2010).

O processo de reciclagem de N se inicia quando o NH_3 é absorvido pela parede ruminal (Berchielli et al., 2011). Esse mecanismo permite que a síntese de proteína microbiana seja mantida, caracterizando o ruminante como a espécie com maior capacidade de conservar N no organismo, mesmo em planos nutricionais mais pobres (Kennedy and Milligan 1980). A habilidade dos micro-organismos ruminais de formar proteína a partir de NNP é útil mesmo quando o N da dieta é baixo (Broderick et al. 1991). Esse mecanismo parece ser bem exacerbado em dietas exclusivas de forragem já que que a eficiência da utilização das frações N das silagens é baixa (Givens e Rulquin, 2004)

Diversos fatores influenciam na utilização e retenção do nitrogênio pelo ruminante, entre eles a relação entre proteína e energia e a concentração de N da dieta (Calsamiglia et

al, 2010). Desta forma, o sincronismo no fornecimento de energia e proteína da dieta é essencial para maximizar o crescimento microbiano, maior retenção de N e melhor aproveitamento de proteína e energia. (Nocek e Russel, 1988). Um dos fatores que mais limita a fermentação ruminal, e como consequência o desempenho animal é o conteúdo de N ingerido diariamente. A variação no N ingerido pode ser em função de variação do consumo de matéria seca (MS) e a concentração de proteína na dieta (Givens e Rulquin, 2004).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. *Journal Animal Science*, v. 74, p. 3063–3075, 1996.

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARD, I. et al. Nutrição animal: Bases e os fundamentos da nutrição animal, v. 1, Rio de Janeiro: Nobel, 1990. 389p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE, 2018. Perfil da Pecuária no Brasil – Relatório Anual.

BAILE, C. A. e MCLAUGHLIN, C. L. 1987. Mechanisms controlling feed intake in ruminants: A review. *Journal Animal Science*, v. 64, p.915– 922.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

BERNARDES, T. F. Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas produtoras de leite no Brasil. Departamento de Zootecnia: Universidade Federal de Lavras, 2012 (e-book)

BRODERICK, G. A.; WALLACE, R. J.; ORSKOV, E. R. 1991. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; KAWASHIMA, R. (Eds) San Diego: Academic Press, 1991. p.541-592.

CABRAL, L. DA S.; VALADARES FILHO, S. DE C.; DETMANN, E. et al. Composição química-bromatológica, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panícula. *Revista Brasileira de Zootecnia*, V.32, n.5, p.1250-1258, 2003.

CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; REYNOLDS, C. K. et al. Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. *Animal*, v. 4, n.7, p. 1184-1196, 2010.

CAMPLING, R. C. 1970. Physical regulation of voluntary intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE PHYSIOLOGY OF DIGESTION AND METABOLISM IN THE RUMINANT, 3, 1970, Newcastle-upon-Tyne, England: Oriel Press. *Anais...*1970.

SILVA, J. F. C. Nutrição de ruminantes: Mecanismos reguladores de consumo. Jaboticabal, SP: Funep, 2006. p. 57 – 78.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018. Análise mensal – Sorgo – agosto 2018.

CORREA, R. A.; SILVA, L. D. F.; BETT, V. et al. Consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem com ou sem aditivos em ovinos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 1, p.151-158, 2007.

DANN, H. M.; GRANT, R. J.; COTANCH, K. W. et al. Comparison of Brown midrib sorghum-sudangrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility in Holstein dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.91, p. 663-672, 2008.

DEBROUWER, C. H. M.; VANDER MERWE, H. J.; SNYMAN, L. D. A laboratory study of the composition and fermentation of various crop silages. *South Africa Journal Animal Science*, v. 21, p. 21–27, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2017. Indicadores – Leite e Derivados, ano 8, n. 72.

ENDO, V.; SOBRINHO, A. G. S.; ALMEIDA, F. A. et al. Digestibility and nitrogen balance of lambs fed sugarcane hydrolyzed under different conditions as roughage in the diet. *Ciência Rural*, v. 45, n. 2, p. 304-310, 2015.

FARIA JR., W. G.; GONÇALVES, L. C.; RIBEIRO JÚNIOR, G. O. et al. Effect of grain maturity stage on the quality of sorghum BRS 610 silages. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 5, p.1215-1223, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2009. How to feed the world in 2050.

GIVENS, D. I. e RULQUIN, H. Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, v. 114, p.1-18, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2014) Produção da Pecuária Municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas> Acesso em: janeiro 2019

KENNEDY, P. M. e MILLIGAN, L. P. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: A review. *Canadian Journal Animal Science*, v. 60, p. 205-221, 1980.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. 1991. *The Biochemistry of Silage*, 2 ed. Marlow: Chalcombe, 340p.

MERRY, R. J.; LOWES, K. F.; WINTERS, A. L. 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage. In: Jambor V., Klapil L. Chromec P., Prochazka P. (Eds) Proc. 8th Int. Symp. Forage Conservation Research Institute of Animal Nutrition, Pohorelice, Czech Republic, 1997.

MERTENS, D. R. Application of Theoretical Mathematical Models to Cell Wall Digestion and Forage Intake in Ruminants. 1973 Ph.D. Dissertation. Cornell University, Ithaca, N.Y.

MERTENS, D. R. Factors influencing feed intake in lactating cows: from theory to application using neutral detergent fiber. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE, 7, 1985, Atlanta. *Proceedings...* Atlanta, 1985.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal Dairy Science*, v. 64, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. e ELY, E. O. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminal evaluating forage quality. *Journal Animal Science*, n. 49, 1979.

MILFORD, R. Criteria for expressing nutritional value of subtropical grasses. *Australian Journal of Agriculture Research*, v.11, n.2, p.121-137, 1996.

MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2017. Dados do rebanho bovino e bubalino.

MOBIGLIA, A. M.; CAMILO, F. R.; FERNANDES, J. J. R. Comportamento ingestivo e alguns reguladores de consumo em bovinos de corte. *Pubvet*, v. 7, n. 17, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1987. Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. Washington, D.C.: National Academy Press.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, National Academy Press, Washington, DC, USA. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007. Nutrient requirements of small ruminants., 1st ed. National Academy Press, Washington, DC, USA. 362p.

NOCEK, J. E. e RUSSEL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science*, v. 71, n. 8, 1988.

OLIVEIRA, J. S. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL 1998 n. 47 34p (Circular Técnica 47).

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOELSTRA, S.F. Silage fermentation processes and their manipulation. IN: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999, Rome, *Proceedings...* Rome: FAO, 17-30 <http://www.fao.org/docrep/005/x8486e/x8486e09.htm#bm9>

PITT, R. E.; MUCK, R. E.; LEIBENSPERGER, R. Y. A quantitative model of the ensilage process in lactate silages. *Grass and Forage Science*. v. 40, p.279-303, 1985.

RODRIGUES, J. A. S.; VIANA, G. F.; CASTRO, R. L. et al. Cultivo do sorgo. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo. 2015. 9 edição.

ROONEY, W. L. Sorghum. Cellulosic Energy Cropping Systems, First Edition. Edited by Douglas L. Karlen. Cap 7. 2014

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2018. World agricultural production.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal Animal Science*, v. 24, p. 834, 1965.

WEINBERG, Z. G. E MUCK, R. E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews* v. 19, p. 53-68, 199

**O ARTIGO A SEGUIR ESTÁ NAS NORMAS DA REVISTA
SCIENTIA AGRICOLA**

CAPÍTULO II – ARTIGO - Consumo e digestibilidade aparente de silagem do híbrido de sorgo 2011 37 062 em quatro épocas de corte

RESUMO

Objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com silagem de sorgo colhidas em quatro épocas de corte (aos 87, 91, 95 e 98 dias após o plantio). Vinte carneiros dispostos em delineamento inteiramente ao acaso foram adaptados às silagens de sorgo. Realizaram-se cinco dias de coleta de oferecido, sobras, fezes e urina para determinação do consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio (N). Adotou-se nível de significância de $\alpha = 0,05$. Os consumos voluntários de MS, MS digestível, matéria orgânica (MO), MO digestível, fibra em detergente neutro (FDN), FDN digestível e fibra em detergente ácido (FDA) não foram afetados ($p > 0,05$) pelo da época de corte. O consumo de carboidratos não fibrosos reduziu ($p < 0,05$) 22 % entre 87 e 95 dias após o plantio. O consumo voluntário de proteína bruta (PB) e proteína bruta digestível (PBD) aumentou 36% e 248%, respectivamente, ($p < 0,05$) até os 95 dias, com posterior redução atingindo valores semelhantes aos encontrados aos 87 dias. Apenas a digestibilidade da proteína bruta (DPB) variou de 221.1 a 503.3 g kg⁻¹, apresentando aumento de 127% até os 95 dias. O N retido (UTM) e o N retido/ingerido (g dia⁻¹) apresentaram valores mínimos aos 87 dias, com posterior aumento de 32 vezes e 48 vezes, respectivamente, até os 95 dias. Desta forma, o melhor momento de colheita do híbrido de sorgo 2011 37 062 para confecção de silagem é aos 95 dias após o plantio (massa dura).

Palavras-chave: ovinos, valor nutricional, ponto de colheita

INTRODUÇÃO

A produção de forragem ao longo do ano é irregular em decorrência de variações no regime de chuvas, incidência luminosa e temperatura, resultando em dois períodos bem definidos de oferta de forragem. No período das águas, há uma abundância de pastagens enquanto no período da seca há uma escassez. Desta forma, é necessária a suplementação dos animais com forragens conservadas. A ensilagem é a principal alternativa escolhida pelos produtores. A utilização de sorgo para confecção de silagem tem desempenhado um papel importante na bovinocultura brasileira, pois destaca-se como uma cultura com altas produtividades em matéria seca, maior amplitude de época de plantio, maior resistência ao déficit hídrico, além da possibilidade de utilização da rebrota. Em função disso, a utilização de sorgo para ensilagem tem-se mostrado como uma alternativa viável para regiões que as condições agroclimáticas limitam o potencial produtivo da cultura do milho.

Com o objetivo de gerar alternativas que contribuam para o desenvolvimento e sustentabilidade da produção de leite e carne no Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) atua no melhoramento genético e lançamento de novos materiais. O Programa de Melhoramento Genético Milho e Sorgo, desenvolvido pela Embrapa busca selecionar cultivares com melhores características agronômicas (maior produtividade e resistência a doenças), associados a melhores valores nutritivos. O presente experimento encontra-se inserido nesse programa, e é resultado da parceria dessa instituição de pesquisa com o Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária – UFMG.

Geralmente, com o avanço do estágio de maturação do grão, ocorre aumento na produção de matéria seca (PMS) por área, porém observa-se redução no valor nutricional

devido ao aumento das frações fibrosas do colmo e folhas. Desta forma, é preciso conhecer a composição química da silagem de sorgo em diferentes estádios de maturação, a fim de estabelecer o melhor momento de corte para que se alcance boa produtividade por área e bom valor nutritivo. Cada híbrido ou variedade de sorgo apresentam comportamentos diferentes de maturação em função de diferenças na proporção dos componentes da planta (Faria Jr. et al, 2011). Portanto, é primordial determinar o intervalo adequado de maturidade de cada material para garantir uma boa conservação do material e uma silagem de bom valor nutritivo.

Por isso, objetivou-se determinar o melhor ponto de colheita do híbrido de sorgo 2011 37 062 para confecção de silagem a partir da caracterização química das silagens e avaliação do consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio (N) em ovinos.

MÉTODOS

Ensilagem

O híbrido de sorgo 2011 37 062 foi cultivado no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da EMBRAPA, localizado no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil (latitude 19° 28'S, longitude 44° 15'W e altitude de 732m). O plantio foi realizado em fevereiro de 2013 e foram utilizadas cinco parcelas de campo para cada época de colheita, totalizando vinte canteiros. Os cortes foram realizados aos 87 (grão leitoso), 91 (massa mole) 95 (massa dura) e 98 (farináceo) dias após o plantio. O material foi colhido, picado e ensilado em tambores metálicos de 200 litros. Os tambores foram revestidos com sacos plásticos e vedados com fita adesiva e lacres metálicos. O material dos canteiros 1, 2, 3, 4 e 5 do primeiro corte (87 dias após o plantio) foram homogeneizados e formaram uma

amostra única que correspondeu à época de corte 1. O mesmo aconteceu com as demais amostras compostas correspondentes aos cortes 91, 95 e 98 dias após o plantio. Ao final do experimento, obtiveram 20 tambores para cada idade de corte, totalizando 80 tambores.

Consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio

Para o ensaio de consumo e digestibilidade aparente foram utilizados 20 carneiros adultos ($41,13 \text{ kg} \pm 6,81$), castrados sem raça definida (SRD). Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas, individuais, confeccionadas em cantoneira de ferro, com piso ripado, nas dimensões de 1,50 X 0,80 m, dispendo de bebedouro e comedouro em aço inoxidável e saleiro de PVC. Os tambores foram abertos e o material danificado das camadas superiores foi descartado. A silagem de sorgo foi oferecida duas vezes por dia aos animais (07:00 e 17:00 horas). Todas as manhãs as sobras foram pesadas e a quantidade de alimento fornecida foi ajustada para que se obtivesse aproximadamente 20% de sobras, com consumo de água e sal mineral ad libitum. Os animais permaneceram durante 25 dias em período de adaptação à dieta. Em sequência, a silagem oferecida, as sobras e as fezes de cada animal foram pesadas e foram amostradas 300g de oferecido, sobras e coleta total de fezes. O volume total de urina produzida por cada animal foi mensurado e foram amostradas alíquotas de 20% por dia. As coletas duraram cinco dias e as amostras diárias formaram um pool por animal que foram identificados e armazenados a $-17 \text{ }^\circ\text{C}$ para análises laboratoriais. A volatilização do N urinário foi prevenida com adição de 100 mL da solução de HCl a 16,6% a cada recipiente coletor. As amostras diárias do alimento oferecido, das sobras no cocho e de fezes foram descongeladas durante um período de 14 horas e foram homogeneizadas para a formação de uma amostra composta. Essas amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e em seguida foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Wiley”, modelo 4, utilizando-se peneira de 1mm. As amostras foram

estocadas à temperatura ambiente em frascos com tampa. Os consumos voluntários dos nutrientes das silagens de sorgo na matéria seca foram determinados pela diferença do alimento oferecido e das sobras. A digestibilidade aparente foi obtida a partir das amostras de fezes. Para o cálculo da digestibilidade dos nutrientes (DN) foi utilizada a seguinte equação descrita por Schneider e Flatt (1975):

$$\text{DN} = [(\text{consumo do nutriente} - \text{nutriente nas fezes}) / \text{consumo do nutriente}] * 100$$

Composição química e digestibilidade in vitro

As amostras compostas do alimento oferecido, das sobras e das fezes foram analisadas em duplicatas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG. O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa a 105 °C e as cinzas por meio de combustão em forno a 600 °C (AOAC, 1990, método 942.05), sendo a matéria orgânica (MO) calculada como a diferença do conteúdo antes e depois da queima completa da amostra. O nitrogênio das amostras foi determinado pelo método de Kjeldahl e seu teor foi multiplicado por 6,25 para o cálculo da proteína bruta (PB) (AOAC, 1990, método 991.20). O extrato etéreo (EE) foi determinado por meio da extração por 6 horas utilizando o método de Soxhlet (AOAC, 1990, método 920.39). As concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991) utilizando-se analisador de fibras Ankom200 (Ankom Technology Corp, Fairport, NJ). A enzima amilase termoestável (Termamyl 2x, Novozymes A/S, Krogshoejvej, Bagsvaerd) foi adicionada na proporção de 0,5 mL por amostra durante as análises de FDN. As ligninas foram analisadas no resíduo de FDA utilizando-se solução de ácido sulfúrico (72%) de acordo com o procedimento descrito por Van Soest et al. (1991). A energia bruta (EB) das amostras foi determinada por combustão em bomba calorimétrica adiabática PARR

modelo 2600 (PARR Instrument Company, Moline, IL). As amostras de urina foram submetidas à secagem prévia em estufa a 55 °C por 72 horas para determinação de seus teores de energia bruta. Com o auxílio de uma prensa hidráulica foi extraído de cada amostra de silagem 150 ml de suco. Este foi utilizado para determinação do pH, utilizando-se um medidor de pH digital (modelo HI 2210), e o conteúdo de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), pelo método Kjeldahl (AOAC 1990).

Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com 4 tratamentos (épocas de colheita) e 5 repetições (carneiros), utilizando-se o seguinte esquema de análise de variância. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando-se o pacote estatístico SAS versão 1997, e as médias comparadas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

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

Em que:

Y_{ij} é a observação j na silagem i , μ é média geral, T_i é o efeito da idade de crescimento ($i=87, 91, 95$ e 98 dias) e ϵ_{ij} é o erro residual. Quando houve efeito da idade de crescimento foram utilizados polinômios ortogonais para determinar se a época de colheita resultou em efeitos lineares ou quadráticos sobre as variáveis. Para todas as variáveis testadas nesse experimento adotou-se $\alpha = 0,05$ como nível de significância nas análises de variância, regressões e correlações de Pearson executadas.

RESULTADOS

Todas as silagens apresentaram teores de matéria seca (MS) ligeiramente abaixo dos valores considerados ideais para silagens de sorgo apesar do aumento observado com o avanço da época de corte (tabela 1). O aumento do teor de proteína bruta das silagens foi de 33% até atingir 95 dias, após essa idade apresentou declínio de 32%. A proteína associada à parede celular (a proteína insolúvel em detergente ácido PIDA) apresentou comportamento semelhante ao da proteína bruta, com aumento de 113% até 95 dias, correspondendo em média a 39.9g kg⁻¹ da proteína bruta. Os conteúdos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) apresentaram-se constantes com média de 640.4 g kg⁻¹ e 381.1 g kg⁻¹, respectivamente (tabela 1).

Os consumos voluntários de MS, MS digestível, matéria orgânica (MO) e MO digestível não foram afetados ($p>0,05$) pela idade de corte (tabela 3). Os consumos de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e FDN digestível (CFDND) não foram afetados ($p>0,05$) pelo avanço da idade de corte. O consumo de carboidratos não fibrosos sofreu redução ($p<0,05$) de 22% entre 87 e 95 dias (tabela 3). O mesmo aconteceu com o consumo de CNF digestível que sofreu uma redução ($p<0,05$) de 29% entre 87 dias e 91 e 95 dias. O consumo voluntário de proteína bruta (PB) e proteína bruta digestível (PBD) apresentaram aumento de 36% e 248% respectivamente, ($p<0,05$) até 95 dias e posterior declínio atingindo valores semelhantes aos 87 dias. O consumo voluntário de PIDA sofreu aumento ($p<0,05$) de 215% do 87º dia ao 95º dia (tabela 3).

A digestibilidade da MS (DMS), MO (DMO), FDN (DFDN) e CNF (DCNF) não foram afetados ($p>0,05$) com o avanço da idade de corte (tabela 3). A digestibilidade da proteína bruta (DPB) variou de 221.1 a 503.3 g kg⁻¹, apresentando aumento de 127% até 95 dias.

O balanço de nitrogênio foi favorável com avanço da idade de corte (tabela 4). O N ingerido exibiu aumento de 56 % até 95 dias ($p < 0,05$) enquanto o N perdido na urina reduziu ($p < 0,05$) 58% entre as idades de 87 e 95 dias (tabela 4). O N eliminado pelas fezes não apresentou variação ($p > 0,05$) com avanço da idade. O N retido (UTM) e o N retido/ingerido (g dia⁻¹) apresentaram valores mínimos aos 87 dias, com posterior aumento de 32 vezes e 48 vezes, respectivamente, até 95 dias.

O consumo de energia bruta e o consumo de energia digestível não variaram ($p > 0,05$) com o avanço da idade de corte (tabela 5).

DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca médio foi de $55,26 \text{ kg}^{-1} \text{PV}^{0.75} \text{ d}^{-1}$ (tabela 2). Apesar de não apresentarem diferença ($p > 0,05$), esses valores encontram-se ligeiramente abaixo dos valores de $60\text{-}80 \text{ g kg}^{-1} \text{PV}^{0.75} \text{ d}^{-1}$ recomendados pelo NRC (2007) para ovinos em manutenção. A regulação da ingestão de matéria seca pelos animais é multifatorial e requer a integração de vários sinais imediatos ou a longo prazo (Baile e McLaughlin, 1987). As silagens do híbrido em estudo apresentaram teores de matéria seca ligeiramente inferiores aos híbridos comumente disponíveis no mercado. Oliveira et al (2018) avaliando silagens de seis cultivares de sorgo encontraram valores de matéria seca que variaram de 289 a 352 g kg^{-1} . Já Faria Jr et al (2011) avaliando silagens do híbrido de sorgo BRS 610 em sete estádios de maturação, do grão leitoso a farináceo, encontraram valores de matéria seca que variaram de 199 a 473 g kg^{-1} em silagens de excelente qualidade fermentativa. Portanto, não é possível concluir sobre a qualidade da silagem apenas a partir do seu teor de matéria seca. O teor de matéria seca necessário para garantir uma boa conservação do material deve ser avaliado

juntamente com o pH e com os valores de N-NH₃. (McDonald et al, 1991; Tomich et al 2003; Faria Jr et al, 2011). Para Elizalde (1995), o valor de pH e a concentração de N-NH₃ são bons parâmetros para identificar silagens de baixo consumo e pouca aceitabilidade pelos animais. O teor de matéria seca ligeiramente inferior das silagens do híbrido 2011 37 062 pode ser decorrente do baixo teor de matéria seca encontrado nas frações dos colmos desse material (Amaral, 2014). No presente estudo, apesar dos menores teores de matéria seca do material, estes não comprometeram a preservação do material pois os valores de pH e N-NH₃ (tabela 2) enquadram-se na classificação de silagens de ótima qualidade de acordo com a metodologia de avaliação de silagens de Tomich et al (2003).

O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) do alimento é considerado o constituinte primário do alimento relacionado ao mecanismo de regulação do consumo por distensão ruminal (NRC, 2001). O conteúdo de FDN e FDA das silagens de sorgo apresentaram média de 640.1 g kg⁻¹ e 381.1 g kg⁻¹, (tabela 1) respectivamente. Estes valores foram ligeiramente superiores aos valores encontrados na literatura. O CFDN e CFDA apresentaram médias de 34.19 e 20.01 g kg⁻¹ (tabela 3). O consumo de forragem é limitado pela taxa de desaparecimento dos compostos fibrosos no rúmen. (Mertens, 1973). Os valores de consumo de FDN encontrados neste estudo estão de acordo aos valores encontrados na literatura para carneiros em manutenção (23, 9 a 37,52 g kg⁻¹PV^{0.75} d⁻¹), apesar de se aproximarem ao limite superior deste intervalo (Mizubuti et al, 2002; Machado et al, 2011; Oliveira et al, 2018). Mertens (1973) recomenda o consumo de FDN de 35 g kg⁻¹PV^{0.75} d⁻¹ para carneiros em dietas quase exclusivas de forragem sem prejuízos à ingestão de matéria seca.

No entanto, a baixa digestibilidade da FDN associado à baixa relação FDN:CNF nestas silagens podem ter comprometido o consumo de MS destes animais. A baixa relação

entre FDN:CNF para as dietas pode ser explicada pelo baixo consumo de CNF pelos animais e a redução do consumo com o avanço da idade de corte. Esse comportamento é explicado pela cultura do sorgo ser muito suscetível ao ataque de pássaros devido à grande exposição da panícula. Nestas estruturas, os grãos ficam totalmente expostos ao ataque de ataques de pássaros. Na fase de campo, foi observado o ataque de pássaros às panículas de sorgo com grande expressividade após 95 dias de plantio, o que resultou em silagens com menor conteúdo de grãos. Desta forma, há a redução do conteúdo de CNF (Tabela 1) da silagem e consequente redução do consumo de CNF (Tabela 3).

O conteúdo de proteína bruta variou de 8 a 10.7% (tabela 1) e se encontra dentro do intervalo de 6 a 8% capaz de garantir adequada fermentação ruminal (Van Soest, 1994). O consumo de PB aos 87 e 98 dias foram semelhantes ($p > 0,05$) enquanto houve aumento de 21 g kg⁻¹ ($p < 0,05$) de 91 a 95 dias (tabela 3). O aumento do CPB é resultado do aumento do conteúdo de PB da silagem com o avanço da idade corte. Além disso, aos 91 e 95 dias foram as idades que exibiram digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) 127% maior, o que justifica os valores positivos de balanço de N. No entanto, as DAPB apresentaram valores inferiores ao esperado, mas que estão de acordo com os valores médios de 33.85 g kg⁻¹ encontrados por Machado et al (2011) para os híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655. Além disso, o consumo de PB digestível da silagem colhida aos 95 dias foi o único que atingiu o mínimo exigido (2,8 g kg⁻¹PV^{0.75} d⁻¹) para ovinos em manutenção (Salah et al, 2014). Com avanço do estágio de maturação, a relação entre consumo de CNF:PB reduziu de 3.29 para 1.64, resultado da redução do conteúdo e consumo de CNF decorrente do ataque de pássaros às panículas de sorgo.

A interação entre carboidratos e proteína no rúmen é alta. A deficiência de proteína bruta ou ineficiência na utilização da proteína bruta no rúmen, pode reduzir a digestibilidade

dos carboidratos (Nocek e Russel, 1988). Com avanço da idade de corte houve aumento de 56% na ingestão de N (tabela 4). O valor de N ingerido aos 95 dias foi superior aos encontrados na literatura para animais com dietas a base exclusiva de volumoso. A variação no N ingerido pode ser em função de variação do consumo de matéria seca (MS) e a concentração de proteína na dieta (Givens e Rulquin, 2004). Como não houve alteração do consumo de matéria seca com o avanço do estágio ($p>0,05$), a variação na ingestão de N pode ser atribuída aos maiores valores de proteína bruta observados aos 91 e 95 dias. Apesar do N fecal não apresentar variação ($p>0,05$) com avanço da idade, o N absorvido apresentou aumento de 248% até os 95 dias de idade. O aumento do N absorvido é resultado do maior consumo de N.

O N liberado pela urina variou de 1.417 a 2,239 g dia⁻¹ e foram inferiores aos valores 2.91 dia⁻¹ encontrados por Teixeira et al (2014), indicando maior eficiência de reciclagem de N pelos animais deste experimento. Todos os tratamentos apresentaram balanço positivo de N, variando de 0.019 a 0.422 g UTM⁻¹, o que indica que não houve perda de proteína pelo animal. Apesar dos valores de consumo de MS encontrarem-se abaixo dos valores mínimos exigidos pelo NRC (2007), os animais apresentaram balanço de N positivo, explicado pela alta reciclagem de N no organismo. No entanto, foi possível observar melhores valores de N retido e melhor relação N retido/ingerido para as silagens de sorgo aos 95 dias. Para Milford (1996) o conteúdo e a digestibilidade da proteína bruta, bem como o consumo e a digestibilidade da matéria seca, são os critérios mais importantes para avaliação do valor nutritivo de forrageiras. Assim do ponto de vista do balanço de N, consumo de PB e consumo de PBD, o melhor momento para colheita do híbrido 2011 37 062 é aos 95 dias (grão em massa dura).

O consumo de energia bruta e de energia digestível (kcal UTM⁻¹) foram similares ($p>0,05$) com o avanço da idade de corte. No entanto, o consumo de energia digestível (kcal

UTM⁻¹) foi inferior a 123.32 kcal UTM⁻¹ valor encontrado em meta-análise para ovinos em manutenção (Salah et al, 2014).

Apesar do presente estudo indicar o melhor ponto de colheita para o híbrido 2011 37 062 aos 95 dias de crescimento (grão em massa dura), outros fatores práticos devem ser levados em considerações. A cultura do sorgo é muito suscetível ao ataque de pássaros devido à grande exposição da panícula. Portanto, é imprescindível que, além do acompanhamento do estágio de maturação do grão, o acompanhamento do ataque de pássaros às panículas. No presente estudo, foi possível identificar ataque de pássaros entre 95 e 98 dias, impossibilitando a permanência da cultura no campo por períodos maiores.

CONCLUSÃO

Observando os valores de consumo de proteína, de proteína digestível e de balanço de nitrogênio encontrados neste experimento, a melhor época de corte para o híbrido de sorgo 2011 37 062 é aos 95 dias de crescimento (grão em massa dura).

REFERÊNCIAS

- Association of Official Analytical Chemists – International [AOAC]. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Baile, C. A. and McLaughlin, C. L. 1987. Mechanisms controlling feed intake in ruminants: A review. *Journal Animal Science* 64:915– 922.
- Cabral, L. S.; Valadares Filho, S. C.; Detmann, E.; Zervoudakis, J. T.; Pereira, O. G.; Veloso, R. G. 2003. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in*

- in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panícula. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:5:1250-1258.
- Elizalde, H. F. 1995. El valor nutritivo de los ensilajes. *Revista Argentina Producción Animal* 15:1:103-121.
- Faria Jr., W. G.; Gonçalves, L. C.; Ribeiro Júnior, G. O.; Carvalho, W. T. V; Mauricio, R. M. Rodrigues, J. A. S.; Faria, W. G.; Saliba, E. O. S.; Rodriguez, N. M.; Borges, A. L.C. C. 2011. Effect of grain maturity stage on the quality of sorghum BRS 610 silages. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 63:5:1215-1223.
- Givens, D. I., Rulquin, H., 2004. Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. *Animal Feed Science and Technology* 114:1-18.
- Holden, L.A. 1999 Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. *Journal Dairy Science* 82:1791-1794.
- Oliveira, B. S.; Pereira, L. G. R.; Azevedo, J. A. G.; Rodrigues, J. A. S.; Velasco, F. O.; Neves, A. L. A.; Maurício, R. M.; Verneque, R. S.; Santos, R. D. 2018 Silage quality of six cultivars for sheep. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 53:2:256-264.
- Machado, F.S.; Rodríguez, N.M.; Gonçalves, L.C.; Rodrigues, J.A.S.; Ribas, M.N.; Pôssas, F.P.; Guimarães Júnior, R.; Jayme, D.G.; Pereira, L.G.R. 2011. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 63:6:1470-1478.

McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E., 1991. The Biochemistry of Silage, 2 ed. Marlow: Chalcombe, 340p.

Mertens, D. R. 1973. Application of Theoretical Mathematical Models to Cell Wall Digestion and Forage Intake in Ruminants. Ph.D. dissertation. Cornell University, Ithaca, N.Y.

Milford, R. Criteria for expressing nutritional value of subtropical grasses. 1966. Australian Journal of Agriculture Research, 11:2:121-137.

Mizubuti, I. Y.; Ribeiro, E. L. A.; Rocha, M. A.; Silva, L. D. F.; Pinto, A. P.; Fernandes, W. C.; Rolim, M. A. 2002 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 31:1:267-272.

National Research Council, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, National Academy Press, Washington, DC, USA. 381p.

National Research Council, 2007. Nutrient requirements of small ruminants., 1st ed. National Academy Press, Washington, DC, USA. 362p.

Neumann, M.; Restle, J.; Alves Filho, D. C.; Bernardes, R. A. C.; Arboite, M. Z.; Cerdótes, L.; Peixoto, L. A. O. 2002. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*,

- L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31:1:302-312 (suplemento).
- Nocek, J. E. E Russel, J. B. 1988 Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science* 71:8.
- Salah, N.; Sauvant, D.; Archimède, H. 2014. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. *Animal* 8:1439-1447.
- Schneider, B. H. and Flatt, W. P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press, Athens.
- Teixeira, A. M.; Ribeiro Junior, G. O.; Velasco, F. O.; Faria Jr., W. G.; Rodriguez, N. M.; Rodrigues, J. A. S.; McAllister, T.; Gonçalves, L. C. 2014 Intake and digestibility of sorghum (*Sorghum bicolor*, L. Moench) silages with diferent tannin contents in sheep *Revista Brasileira de Zootecnia* 43:1:14-19.
- Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society* 18:104-111.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York

TABELAS

Tabela 1. Composição química das silagens de sorgo colhidas em quatro épocas de corte

| Nutrientes | Dias de crescimento | | | |
|---|---------------------|-------|-------|-------|
| | 87 | 91 | 95 | 98 |
| Matéria seca (MS) (g kg ⁻¹ da matéria natural) | 229.8 | 247.8 | 252.9 | 256.2 |
| Matéria orgânica (MO) (g kg ⁻¹) | 892.2 | 835.3 | 898.1 | 907.1 |
| Proteína bruta (PB) (g kg ⁻¹) | 80.4 | 95.4 | 107.1 | 80.8 |
| Fibra em detergente neutro ¹ (FDN) (g kg ⁻¹) | 631.3 | 627.4 | 663.3 | 639.7 |
| Fibra em detergente ácido (FDA) (g kg ⁻¹) | 381.9 | 380.8 | 390.7 | 371.0 |
| Extrato etéreo (EE) (g kg ⁻¹) | 32.9 | 47.1 | 32.9 | 49.8 |
| Proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA)(g kg ⁻¹) | 25.2 | 41.4 | 53.9 | 39.4 |
| Carboidratos não fibrosos (CNF) (g kg ⁻¹) | 245.3 | 219.1 | 185.3 | 217.0 |

Tabela 2. Parâmetros de qualidade das silagens de sorgo colhidas em quatro épocas de corte

| Variável | Dias de crescimento | | | |
|---------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|
| | 87 | 91 | 95 | 98 |
| pH | 4.06 | 4.05 | 4.3 | 4.26 |
| N-NH/NT (g kg ⁻¹ MS) | 1.41 | 1.228 | 1.249 | 1.808 |

Tabela 3. Consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com silagens de sorgo colhidas em quatro estádios de maturação

| Item | Dias de crescimento (d) | | | | EPM ⁵ | Efeitos | |
|---|-------------------------|---------|---------|----------|------------------|----------------|----------------|
| | 87 | 91 | 95 | 98 | | L ² | Q ³ |
| Ingestão (g kg⁻¹PV^{0.75} d⁻¹) | | | | | | | |
| MS | 53.87 | 54.83 | 56.92 | 55.43 | 0.05 | NS | NS |
| MO | 48.18 | 49.21 | 51.35 | 50.64 | 2.97 | NS | NS |
| PB ¹ | 4.22 a | 5.42 b | 6.61 c | 4.59a | 0.304 | 0.0345 | 0.0001 |
| EE | 1.69 a | 2.70 b | 1.73 a | 3.01 b | 0.140 | 0.0003 | NS |
| FDN | 32.24 | 33.83 | 36.92 | 33.79 | 2.27 | NS | NS |
| FDA | 19.19 | 20.41 | 21.54 | 18.9 | 1.460 | NS | NS |
| CNF | 13.9 b | 12.07b | 10.85 a | 13.18 b | 0.828 | NS | 0.025 |
| PIDA | 1.07a | 2.33b | 3.38 c | 2.25 b | 0.125 | <0.0001 | <0.0001 |
| MS digestível | 23.11 | 23.78 | 24.55 | 23.99 | 2.605 | NS | NS |
| MO digestível | 22.74 | 22.45 | 24.45 | 23.92 | 2.406 | NS | NS |
| PB digestível | 0.96a | 2.50b | 3.35b | 1.50a | 0.233 | 0.0115 | <0.0001 |
| FDN digestível | 10.07 | 11.05 | 13.69 | 10.85 | 1.520 | NS | NS |
| CNF digestível | 12.11 a | 9.28 b | 8.58 b | 10.74 ab | 1.31 | NS | 0.017 |
| Digestibilidade (g kg⁻¹) | | | | | | | |
| MS | 421.6 | 431.6 | 426.3 | 433 | 26.20 | NS | NS |
| MO | 465.8 | 454.2 | 470.8 | 472.2 | 17.70 | NS | NS |
| PB | 221.1 a | 461.1 b | 503.3 b | 326.9 c | 29.3 | 0.006 | <0.0001 |
| FDN | 305.3 | 325.7 | 365.2 | 320.8 | 2.699 | NS | NS |
| CNF | 860.7 | 752.2 | 782.7 | 813.2 | 6.94 | NS | NS |

¹Valores seguidos de letras diferentes na linha indicam diferença estatística (P<0,05) MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidrato não fibroso; PIDA: proteína indigestível em detergente ácido; EPM: erro padrão da média; NS: não significativo; L²: efeito linear; Q³efeito quadrático;

Tabela 4. Utilização do nitrogênio (N) por ovinos alimentados com silagens de sorgo colhidas em quatro estádios de maturação

| Item | Dias de crescimento (d) | | | | EPM ⁵ | Efeitos | |
|--|-------------------------|------------|------------|-----------|------------------|-----------------|----------------|
| | Leitoso | Massa mole | Massa dura | Farináceo | | L ² | Q ³ |
| N ingerido (g d ⁻¹) ¹ | 10.83 a | 14.21 ab | 16.96 b | 11.86 a | 1.177 | NS ⁴ | 0.0039 |
| N fecal (g d ⁻¹) | 8.378 | 8.918 | 8.422 | 7.800 | 0.584 | NS | NS |
| N urinário (g d ⁻¹) | 2.239 b | 1.532 a | 1.728 ab | 1.417 a | 0.210 | 0.027 | NS |
| N absorvido (g d ⁻¹) | 2.454 a | 5.300 b | 8.545 c | 4.063 ab | 0.773 | NS | 0.0007 |
| N retido (g d ⁻¹) | 0.215a | 3.768 b | 6.817c | 2.647b | 0.751 | 0.0036 | 0.0003 |
| N retido/absorvido (g d ⁻¹) | -0.042a | 0.714 b | 0.786 b | 0.644 b | 0.121 | 0.0014 | NS |
| N retido (UTM) | 0.019 a | 0.229 b | 0.422 c | 0.160 b | 0.036 | 0.0006 | <0.0001 |
| N retido/ingerido (g d ⁻¹) | 0.008 a | 0.262 b | 0.393 c | 0.221 b | 0.034 | <0.0001 | <0.0001 |

¹Valores seguidos de letras diferentes na linha indicam diferença estatística (P<0,05); ²Efeito linear; ³Efeito quadrático; ⁴NS: não significativo; ⁵EPM: erro padrão da média

Tabela 5. Consumo de energia (kcal UTM⁻¹) em ovinos alimentados com silagens de sorgo colhidas em quatro idades de corte

| Item | Dias de crescimento (d) | | | | EPM ⁵ | Efeitos | |
|------|-------------------------|--------|--------|--------|------------------|----------------|----------------|
| | 87 | 91 | 95 | 98 | | L ² | Q ³ |
| CEB | 216.5 | 218.24 | 226.08 | 228.26 | 13.55 | NS | NS |
| CED | 93.48 | 101.04 | 105.5 | 110.7 | 10.043 | NS | NS |

¹Valores seguidos de letras diferentes na linha indicam diferença estatística (P<0,05); ²Efeito linear; ³Efeito quadrático; ⁴NS: não significativo; ⁵EPM: erro padrão da média; CEB: consumo de energia bruta; CED: consumo de energia digestível