



PREFEITURA DE

CAMPOS

SECRETARIA MUNICIPAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA

 **Mais
Ciência**

Adaptação e avaliação nutricional de cultivares de sorgo forrageiro nas condições edafoclimáticas de Campos dos Goytacazes

Orientadora: Elizabeth Fonsêca Processi

Bolsista: Vinicius Batista de Sousa Pires

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

2024



SUMÁRIO

RESUMO DO PLANO DE TRABALHO.....	3
INTRODUÇÃO	4
REVISÃO DE LITERATURA.....	5
Origem e Importância do Sorgo.....	5
Sorgo na alimentação animal	6
Ecofisiologia do Sorgo	7
MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
Fotos da realização das atividades do plano de trabalho	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

RESUMO DO PLANO DE TRABALHO

Objetiva-se com este projeto avaliar a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* de 25 materiais genéticos de sorgo forrageiro. Nos últimos anos tem sido observado redução da área de produção de cana-de-açúcar para o setor sucoenergético e crescente aumento do número de bovinos, da produção de leite e carne na região Norte Fluminense, e com isso há aumento da demanda por alimento para esses animais. Entre as várias espécies forrageiras que podem ser utilizadas como suplemento volumoso para os animais, o sorgo vem sendo explorado como alternativa. O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) apresenta-se como opção forrageira para produção de silagem, devido a sua grande versatilidade, podendo ser plantado estrategicamente em regiões que apresentam veranicos, seca intensa e períodos de chuva maus distribuídos. Foram avaliadas amostras de 25 materiais genéticos diferentes de sorgo forrageiro, que têm a finalidade de produzir silagem, em dois experimentos instalados e colhidos, em dois anos consecutivos. Os experimentos foram implantados em um delineamento em blocos casualizados, compostos por 3 repetições e 25 parcelas por bloco, totalizando 75 parcelas, em cada ano experimental. Cada parcela foi composta por duas linhas de 5 metros, com espaçamento de 0,70 m entre linhas, totalizando uma área experimental útil de 7 m² para cada parcela e 525 m² total. Nas colheitas foram amostradas cinco plantas inteiras de cada parcela. As amostras foram processadas em moinho de facas a 1 mm e avaliadas quanto aos teores de matéria seca, matéria mineral e fibra em detergente neutro. As análises de digestibilidade *in vitro* foram realizadas sobre uma etapa de digestão em líquido ruminal. O modelo estatístico foi ajustado usando o procedimento PROC GLIMIX do SAS Studio. Houve diferença significativa para a matéria seca, fibra em detergente neutro e digestibilidade da matéria seca quando se comparou os anos de plantio, os materiais genéticos e houve interação entre o ano de plantio e o material genético. No entanto, para a digestibilidade da fibra em detergente neutro não houve efeito significativo para o ano de plantio e houve diferença estatística entre os materiais genéticos e interação ano de plantio e material genético. Os materiais genéticos estudados têm grande potencial para uso em Campos dos Goytacazes.

INTRODUÇÃO

A agropecuária é um dos pilares da economia brasileira e a pecuária é um dos principais destaques do setor. O PIB do agronegócio brasileiro alcançou participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020 (participação que era de 20,5% em 2019). Em valores monetários, o PIB do Brasil totalizou R\$ 7,45 trilhões em 2020, e o PIB do agronegócio chegou a quase R\$ 2 trilhões (CEPEA, 2021).

Nos últimos anos tem sido observado redução da área de produção de cana-de-açúcar para o setor sucroenergético e crescente aumento do número de bovinos, da produção de leite e carne na região Norte Fluminense (IBGE, 2019), e com isso há aumento da demanda por alimento para esses animais. Assim como no restante do Brasil, na região norte fluminense a maior parte dos bovinos são criados em pastagens, sendo recorrente períodos de veranico em janeiro e baixa precipitação ou chuvas irregulares durante o ano. Desse modo, a suplementação volumosa é uma prática interessante para manter a eficiência produtiva dos rebanhos e garantir alimento de qualidade para a época seca do ano.

Entre as várias espécies forrageiras que podem ser utilizadas como suplemento volumoso para os animais, o sorgo vem sendo explorado como alternativa. O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) apresenta-se como opção forrageira para produção de silagem, devido a sua grande versatilidade, podendo ser plantado estrategicamente em regiões que apresentam veranicos, seca intensa e períodos de chuva maus distribuídos (Pereira et al., 1993), sendo capaz de produzir alimento suplementar em quantidade e qualidade satisfatórias durante esse período do ano (GUIMARÃES JR., 2003).

A escolha da forrageira tem importância, pois algumas características das mesmas têm influência no valor nutritivo, como o teor de fibra em detergente neutro (FDN). Volumosos com baixo teor de FDN são desejáveis por terem alta digestibilidade (energia) e por reduzirem os custos por meio da diminuição do uso de concentrados para alimentação (FAVORETO, 2006). Os valores de digestibilidade da FDN são usados para estimar o conteúdo de energia dos alimentos para formulação de dietas (NRC, 2001) e para estimar a digestibilidade de forragens.

Métodos de análises *in vitro* são utilizados para estimar a degradabilidade da matéria orgânica dos alimentos oferecidos para ruminantes por meio da quantificação do desaparecimento do substrato durante a incubação (TILLEY e TERRY, 1963; GOERING e VAN SOEST, 1970).

Diferenças na digestibilidade entre híbridos podem ter influência em maior consumo e desempenho animal e a produção de leite e ganho de peso são positivamente correlacionados com a digestibilidade da fibra (KRAMER-SCHIMID et al., 2016), desse modo, são necessários estudos para conhecer sobre o valor nutritivo dos diferentes materiais genéticos de sorgo forrageiro nas condições edafoclimáticas do município de Campos dos Goytacazes.

REVISÃO DE LITERATURA

Origem e Importância do Sorgo

Relatos arqueológicos mostraram a presença do sorgo há aproximadamente 5000 anos no nordeste da África e também há 8000 anos no sudoeste da Ásia, especificamente no Egito. Aonde era produzida para alimento da população, sendo alimento básico para a população da região, chegando a ser destinado a tal 75% do total de grãos produzidos em alguns países como Sudão e Nigéria. Na Ásia os principais consumidores de sorgo são a China e a Índia, correspondendo a aproximadamente 90% do consumo total. Há uma enorme diversidade do sorgo cultivado e do sorgo selvagem na África Central. A maior diversidade da espécie neste continente foi gerada através da seleção disruptiva, isolamento e recombinação em habitats bastante variados, resultando em populações diferentes. Assim o principal centro de origem do sorgo é considerado o continente africano (Wendorf et al., 1992; Mann et al., 1983; Winchell et al., 2018; Smith et al., 2019; Queiroz et al., 2009).

Sendo um dos principais cereais do globo, alimento básico para milhares de pessoas, o sorgo cultivado possui diversas representações agronômicas, entre elas o sorgo granífero, forrageiro, biomassa, vassoura e sacarino. Utilizado principalmente como fonte de alimentação animal no Brasil, sendo cultivada na região Nordeste desde o século XIX, trazidos por escravos africanos. Existem referências sobre cultivo, origem, regiões de adaptação, utilização, práticas culturais e recomendação de cultivares para produção de grãos, xarope, vassoura e forragem desde o início do século XX, em um boletim editado pelo ministério da Agricultura (De Wet, 1978; Brown et al., 2011; Sorgo, 1918; Carmo, 1977).

O sorgo possui uma boa adaptação nos mais variados extremos de condições ambientais, incluindo áreas áridas, semiáridas e subtropicais do mundo, tendo relatos de cultivo do nível do mar até 3000 metros de altitude (Santos et al., 2005).

Produção do Sorgo

Pesquisas com foco no desenvolvimento de cultivares de sorgo no Brasil tiveram início em 1972, no extinto Ipeaco/DNPEA. O objetivo era identificar limitações a produção, utilização e comercialização de grãos de sorgo, com uma colaboração estreita entre os setores público e privado, especialmente da indústria de sementes. Com a criação da Embrapa, a liderança nas pesquisas com a cultura foi planejada com envolvimento de Universidades e OEPAS (Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária). O grande crescimento da produção ocorreu a partir da década de 80, com o redirecionamento das estratégias de pesquisa na cultura, tendo em vista a mudança da fronteira agrícola no Brasil, principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste.

Empresas privadas tem destaque na contribuição das pesquisas com sorgo, possuindo programas próprios de melhoramento e contribuindo significativamente com híbridos competitivos com foco em diversas demandas de cultivares adaptadas a variadas condições de plantio no país. Sendo o sorgo silageiro tendo se firmado em regiões com clima árido onde a pecuária bovina exerce grande influência na economia, um indicador da boa adaptação do sorgo em variados extremos ambientais, abrangendo áreas áridas, semiáridas e subtropicais (Santos et al., 2005; CJB ALBUQUERQUE, 2021).

Sorgo na alimentação animal

A cultura de sorgo tem surgido como a principal alternativa para produção de grãos e forragem na situação em que o déficit hídrico oferece maiores riscos para outras culturas, por exemplo, o milho, como quando ocorre a colheita da segunda safra da soja, implementando o sorgo como cultura de verão, resistindo a épocas mais tardias aonde o volume de chuvas esperado não é o suficiente, ofertando grãos de baixo custo para a agroindústria de rações (Almeida et al., 2015; Menezes, 2020; Landau; Netto, 2015; Menezes et al., 2018).

A utilização de pastagens tropicais tem sido apontada como uma das alternativas de menor custo/benefício para a terminação de animais exclusivamente a pasto, a

utilização do sorgo em terminação pode ser uma alternativa recomendada aos produtores, por ser uma espécie de crescimento rápido e resistente a períodos de escassez de água (OSMARI, 2010).

Ecofisiologia do Sorgo

O sorgo é uma planta autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada, apresenta metabolismo fotossintético do tipo C4, resposta fotoperiódica típica de dia curto e de altas taxas fotossintéticas. A grande maioria dos cultivares comerciais requer temperatura superior a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento (Paul, 1990). Geralmente possui um sistema radicular profundo, que lhe confere maior exploração do solo e certa tolerância ao déficit hídrico. Os tipos de raízes encontradas no sorgo são primárias ou seminais, secundárias e adventícias. Possui o caule do tipo colmo, com 7 a 24 nós, dependendo do genótipo. Sua folha é anfiestomática, dividida em bainha, a qual se liga ao nó e envolve o internódio acima, e limbo, podendo chegar a até 30 folhas em uma planta, com mais de 1 metro e largura variada entre 0,5 a 15 cm. Seus estádios de desenvolvimento são identificados como 10 etapas: Emergência, três folhas, cinco folhas, oito folhas, folha bandeira, emborrachamento, florescimento, grão leitoso, grão pastoso e maturação fisiológica (Assefa; Staggenborg, 2011; Magalhães et al. 2014; Dogget, 1970; Von Pinho et al., 2014).

Seu ciclo pode ser dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e período de maturação do grão. Durante a primeira fase é muito importante a rapidez da germinação, emergência e estabelecimento da plântula, uma vez que a planta é pequena e possui crescimento inicial lento. Na fase seguinte, inicia a panícula e vai até o florescimento, onde ocorre o desenvolvimento da área foliar, sistema radicular, acumulação de matéria seca e estabelecimento de um número potencial de sementes. Na terceira fase de crescimento, que vai da floração à maturação fisiológica, os fatores considerados importantes são aqueles relacionados ao enchimento de grãos (Doggett, 1970; Eastin, 1972; Paul, 1990; Barnabás et al., 2008; Lopes et al., 2011; Ávila, 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas amostras de 25 materiais genéticos diferentes de sorgo forrageiro, que têm a finalidade de produzir silagem, em dois experimentos instalados e colhidos, em dois anos consecutivos, 2019/2020 e 2020/2021. As sementes dos materiais genéticos foram cedidas pela EMBRAPA Milho e Sorgo – Sete Lagoas (MG). Os experimentos foram implantados em um delineamento em blocos casualizados, compostos por 3 repetições e 25 parcelas por bloco, totalizando 75 parcelas, em cada ano experimental. Cada parcela foi composta por duas linhas de 5 metros, com espaçamento de 0,70 m entre linhas, totalizando uma área experimental útil de 7 m² para cada parcela e 525 m² total. A colheita foi realizada quando os cultivares apresentaram ponto ideal de colheita para a produção de silagem, quando o grão se apresentou no estágio leitoso/pastoso. Nas colheitas foram amostradas cinco plantas inteiras de cada parcela. As mesmas foram picadas em picadeira/forrageira, acondicionadas em sacos de papel, identificadas e pré-secas em estufa a 55°C por 72 horas e armazenadas para processamento e análises laboratoriais.

Portanto, foram analisadas 25 amostras de materiais genéticos com três repetições em cada ano experimental, totalizando 75 amostras da planta inteira do sorgo por ano e 150 dos dois anos de experimentos, que foram analisadas quanto a composição bromatológica e digestibilidade. As amostras foram processadas em moinho de facas a 1 mm e avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS) (AOAC 967.03; AOAC, 1990), matéria mineral (MM) (AOAC 967.03; AOAC, 1990) e fibra em detergente neutro (FDN, Método AOAC 2002.04; MERTENS, 2002).

As análises de digestibilidade *in vitro* foram realizadas na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, através de uma parceria com o Laboratório de Zootecnia.

O fluido ruminal foi coletado dos animais do Laboratório de Zootecnia da UENF, momentos antes da alimentação diurna, conforme recomendado por Yáñez-Ruiz et al. (2016). O fluido ruminal (líquido e sólido) foi coletado em vários pontos da interface líquido-sólido do ambiente ruminal para cada bateria de incubação. Será utilizada a solução tampão descrita por McDougall (1948). Foram pesados 200 mg (Desvio padrão = 10 mg) de amostra de cada parcela e repetições dos experimentos e adicionadas em frascos de penicilina âmbar (100 ml) junto com 20 ml do inóculo previamente preparado (relação 1:4, fluido ruminal e solução tampão, respectivamente, de acordo com Goering

e Van Soest (1970). As incubações in vitro foram conduzidas em duas execuções consecutivas, cada ano de experimento em uma bateria.

A determinação da digestibilidade in vitro centrou-se sobre uma etapa de digestão em líquido ruminal, omitindo-se a etapa com utilização de pepsina preconizada por Tilley and Terry (1963). Após 48 horas de incubação, os frascos foram retirados do banho maria e imediatamente lavados com água destilada e o material incubado foi filtrado em papel filtro quantitativo (55 l/s m² de permeabilidade ao ar). Após a lavagem, estes materiais foram secos (55°C/24 horas seguido de 105°C/16 horas) e pesados, obtendo-se o resíduo aparentemente não digerido da matéria seca (MS).

Para a avaliação da digestibilidade in vitro da FDN, estes materiais foram analisados conforme metodologia descrita por Detmann et al. (2012). A fração potencialmente digestível foi determinada pela subtração da FDN pelo iFDN.

Para determinação da digestibilidade (D) da MS e da FDN foram calculadas conforme a equação:

$$D = \frac{(M-[R-B])}{M} \times 1000 \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: M = massa de MS ou FDN incubada (g); R = resíduo de MS ou FDN da incubação (g); B = resíduo de MS ou FDN obtido nos “brancos” (g).

Os dados foram analisados considerando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + \tau_k + g\tau_{ijk} + e_{ijk} \quad \text{Eq. 2}$$

No qual Y_{ijk} corresponde à observação do i -ésimo genótipo (α_i) colhida na parcela correspondente ao k -ésimo bloco ($b_k(ij)$) em cada ano do experimento (τ_k). Fatores com letras Latinas são considerados aleatórios e com letras gregas considerados fixos.

O modelo estatístico foi ajustado usando o procedimento PROC GLIMIX do SAS Studio (Statistical Analysis System, versão online e gratuita).

Fotos da realização das atividades do plano de trabalho

Instalação e colheita do experimento:



Análise de fibra em detergente neutro:



Ensaio de digestibilidade *in vitro*:



RESULTADOS E DISCUSSÃO

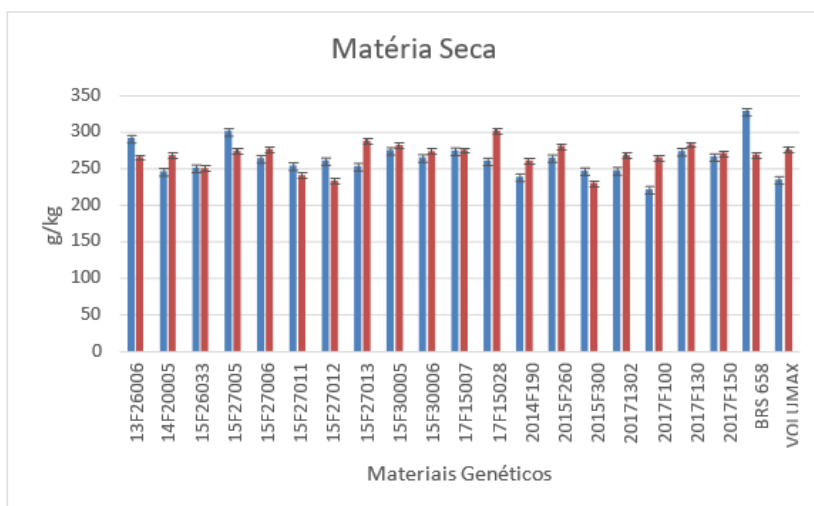
Na tabela 1 foi observado que houve diferença significativa para a matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade da matéria seca (DIGMS) quando se comparou os anos de plantio, os materiais genéticos e houve interação entre o ano de plantio e o material genético. No entanto, para a digestibilidade da fibra em detergente neutro não houve efeito significativo para o ano de plantio e houve diferença estatística entre os materiais genéticos e interação ano de plantio e material genético. Tabela 1 – Valores de P dos efeitos de ano, material genético e interação ano e material genético para as variáveis matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade da matéria seca (DIGMS) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DIGFDN).

	Valores de P		
	Ano	Material	Ano*Material
MS	<.0001	<.0001	0.0039
FDN	<.0001	<.0001	<.0001
DIGMS	<.0001	<.0001	0.009
DIGFDN	0.0717	<.0001	0.0033

As avaliações bromatológicas permitem observar a composição química dos materiais genéticos de sorgo forrageiro e selecionar os materiais que possuam, dentro dos componentes analisados, as melhores composições nutricionais. É importante salientar que não apenas a avaliação da composição nutricional do sorgo deve ser levada em consideração, mas também a digestibilidade dos materiais.

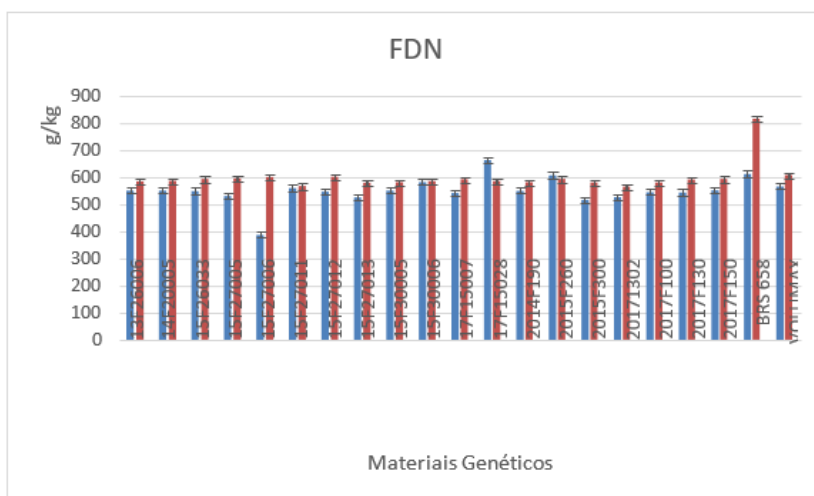
No ano 1 de avaliação o sorgo teve menor teor de MS (261,82 g/kg) do que no ano 2 (267,81 g/kg). No entanto, houve interação entre o ano e os materiais genéticos, mostrando que alguns materiais como o 15F27005, 15F27013, 17F15028, 2017F100, BRS 658 e Volumax tiveram maiores diferenças entre os anos analisados.

O conhecimento do teor de MS nas forragens é de grande importância, uma vez que as dietas dos animais são formuladas na base da MS. O teor de umidade ou conteúdo de MS de uma forragem é considerado o principal fator que determina a qualidade da silagem segundo McDonald (1991).



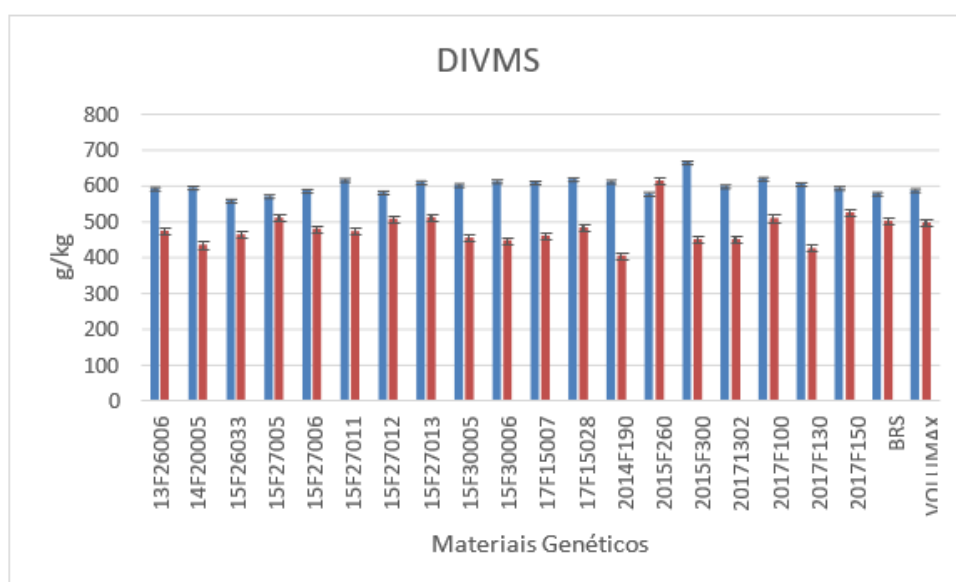
O teor de FDN é uma característica que está diretamente relacionada a velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, e quanto menor o nível de FDN, maior o consumo de MS. Da mesma forma, é importante salientar que o teor de FDN está diretamente relacionado a fatores como o ciclo do cultivar, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros.

O material genético 15F27006 teve o menor teor de FDN no ano 1 de plantio, enquanto no ano 2 o material BRS 658 teve o maior teor. A média de FDN dos materiais genéticos no ano 1 foi de 551,42 g/kg e no ano 2 foi de 596,96 g/kg. Os resultados encontrados foram menores que os observados por Resende (2003) que foi de 60,4% de FDN.



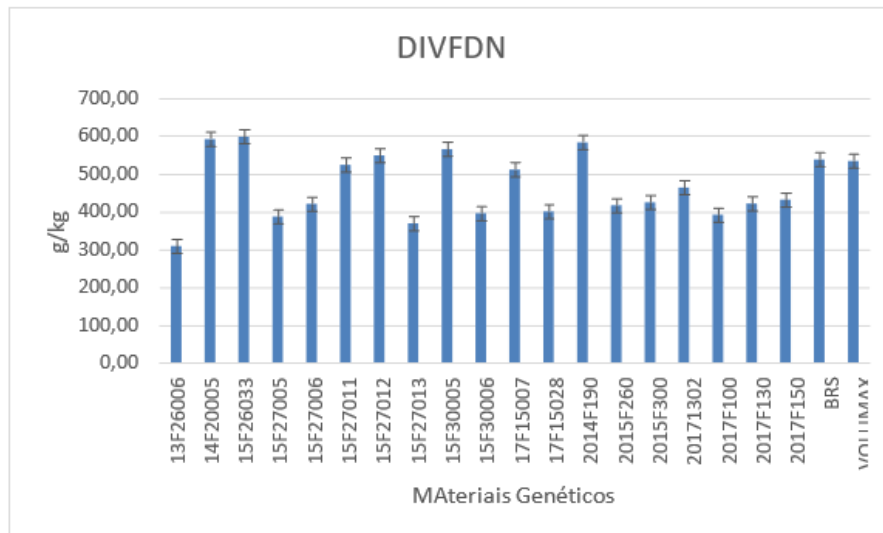
A digestibilidade do sorgo forrageiro é influenciada pelas partes da planta, como colmos, folhas e panículas. A digestibilidade das panículas é maior do que a das folhas e colmos.

A DIGMS no ano 1 (599,63 g/kg) foi maior que no ano 2 (478,28 g/kg). No ano 1 os materiais genéticos tiveram menos teor de MS e essa foi mais digestível. Foi observado também que o material genético 2015F260 se destacou entre os demais no ano 1 de plantio com melhor DIGMS.



Quanto maior a digestibilidade mais bem aproveitado será o alimento e esse passará mais rápido pelo trato gastrointestinal disponibilizando mais espaço para o aumento do consumo de MS, que está diretamente relacionado com o desempenho animal.

Os materiais que apresentaram maiores DIGFDN foram: 14F20005, 15F26033, 15F30005, 2014F190. No entanto, os cultivares comerciais BRS 658 e Volumax não diferiram estatisticamente, apesar de terem apresentado valores mais baixos de DIGFDN.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os materiais genéticos estudados têm grande potencial para uso em Campos dos Goytacazes. Os materiais de sorgo forrageiro estudados com melhores digestibilidade da fibra em detergente neutro: 14F20005, 15F26033, 15F30005 e 2014F190 têm potencial para utilização na alimentação de animais ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENEZES, C. B.; FREITAS, R. S. Origem, evolução e domesticação do sorgo. In: MENEZES, C. B. (Ed.). Melhoramento genético de sorgo. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Cap. 2, p. 59-73.

ALMEIDA, E. F.; MOTA, J. H.; MENEZES, C. B.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M.

Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Jataí-GO. Scientia Plena, v. 11, n. 12, p. 1-7, 2015.

AOAC. Official Methods of Analysis. 15ª edição. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, 1990.

ASSEFA, Y.; STAGGENBORG, S. A. Phenotypic changes in grain sorghum over the last five decades. Journal of Agronomy and Crop Science, v. 197, n. 4, p. 249-257, 2011.

ÁVILA, R. Indução de tolerância à seca em sorgo cultivado sob déficit hídrico e suplementada com silício e nitrato de potássio no pré-florescimento. 2018. 123 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

BARNABÁS, B.; JÄGER, K.; FEHÉR, A. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant, Cell and Environment, v. 31, n. 1, p. 11-38, 2008.

DOGGETT, H. Physiology and agronomy. In: DOGGETT, H. (ed.). Sorghum. London: Longman, 1970. p. 180-211.

EASTIN, J. Photosynthesis and translocation in relation to plant development. In: RAO, N.; HOUSE, L. (ed.). Sorghum in seventies. New Delhi: Oxford & IBH, 1972. p. 214- 246.

LANDAU, E. C.; NETTO, D. A. M. Expansão potencial da produção de sorgo granífero no Brasil no sistema de rotação com soja considerando o zoneamento de risco climático 2015/16. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 27 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 125).

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; MAY, A.; LIMA FILHO, O. F. de; SANTOS,

F. C. dos; MOREIRA, J. A. A.; LEITE, C. E. do P.; ALBUQUERQUE, C. J. B.;

FREITAS, R. S. de. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In: BORÉM, A.;

PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. da C. (ed.). Sorgo: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 58-88.

MENEZES, C. B. de. A opção interessante do sorgo. A Granja, v. 76, n. 856, p. 35-36. 2020.

MENEZES, C. B. de; COELHO, A. M.; SILVA, A. F. da; SILVA, D. D. da; MENDES, S. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S. É possível aumentar a produtividade de sorgo granífero no Brasil? In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 32., 2018, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. p. 106-139.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. Journal of Official Analytical Chemists. v.85, p.1217-1240, 2002.

MANN, J. A.; KIMBER, C. T., MILLER, F. R. The origin and early cultivation of sorghums in Africa. Texas: Texas Agricultural Experiment Station, 1983. (Texas Agricultural Experiment Station Bulletin, 1454). Disponível em: <http://hdl.handle.net/1969.1/128074>. Acesso em: 5 out. 2020.

OSMARI, M.P. Dinâmica da pastagem de sorgo em diferentes ofertas de lâminas foliares na terminação de vacas de descarte. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PAUL, C. Agronomia del sorgo: programa del mejoramento del ICRISAT para América Latina. El Salvador: Centro de Tecnologia Agrícola, 1990.

QUEIROZ, V. A. V.; VIZZOTTO, M.; CARVALHO, C. W. P.; MARTINO, H. S. D. O sorgo na alimentação humana. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 133).

RESENDE, J.A.; PEREIRA, M.N.; VON PINHO, G.R.; FONSECA, A.H., Ruminal silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. Scientia Agrícola, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In: BORÉM, A. (ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. P. 605-658.

SMITH, O.; NICHOLSON, W. V.; KISTLER, L.; MACE, E.; CLAPHAM, A.; ROSE, P.; STEVENS, C.; WARE, R.; SAMAVEDAM, S.; BARKER, G.; JORDAN, D.;

FULLER, D. Q.; ALLABY, R. G. A domestication history of dynamic adaptation and genomic deterioration in Sorghum. *Nature Plants*, v. 5, p. 369-379, 2019.

VON PINHO, R.; FIORINI, I.; SANTOS, A. Botânica do sorgo. In: BORÉM, A.;

PIMENTEL, I.; PARRELA, R. A. C. (ed.). *Sorgo: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 37-57.

WENDORF, F.; CLOSE, A. E.; SCHILD, R.; WASYLIKOWA, K.; HOUSLEY, R. A.;

HARLAN, J. R.; KRÓLIK, H. Saharan exploitation of plants 8,000 years bp. *Nature*, v. 359, p. 721-724, 1992.

WINCHELL, F.; BRASS, M.; MANZO, A.; BELDADOS, A.; PERNA, V.; MURPHY,

C.; STEVENS, C.; FULLER, D. Q. On the origins and dissemination of domesticated sorghum and pearl millet across Africa and into India: a view from the Butana Group of the Far Eastern Sahel. *African Archaeological Review*, v35, p. 483-505, 2018.