

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS *CAMPUS* ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FERNANDO JOSÉ SOUSA BORGES

**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FORRAGEIRA DE HÍBRIDOS DE
SORGO BIOMASSA NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**

**ARAGUATINS - TO
2020**

FERNANDO JOSÉ SOUSA BORGES

**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FORRAGEIRA DE HÍBRIDOS DE
SORGO BIOMASSA NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Leonardo Corrêa da Silva

Coorientadora: Me. Poliana Mendes
Avelino de Carvalho

ARAGUATINS – TO

2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

B732a Borges, Fernando José Sousa
AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FORRAGEIRA DE HÍBRIDOS DE
SORGO BIOMASSA NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS /
Fernando José Sousa Borges. – Araguatins, TO, 2020.
51 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2020.

Orientador: Dr. Leonardo Corrêa da Silva
Coorientadora: Ma. Poliana Mendes Avelino de Carvalho

1. Alternativa alimentar. 2. Bromatologia. 3. Sorghum bicolor. I.
Silva, Leonardo Corrêa da. II. Carvalho, Poliana Mendes Avelino de.
III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FORRAGEIRA DE HÍBRIDOS DE SORGO
BIOMASSA NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**”

AUTOR (A): **Fernando José Sousa Borges**

ORIENTADOR (A): **Prof. Dr. Leonardo Corrêa da Silva**

COORIENTADOR (a): **Profª Me. Poliana Mendes Avelino de Carvalho**

Aprovado em 29 de maio de 2020.

Prof. Dr. Leonardo Corrêa da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Me. Poliana Mendes Avelino de Carvalho
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Esp. Soraya Freitas Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

DEDICATÓRIA

Pelo carinho, amor e cuidado dedico este trabalho aos meus pais, José Rodrigues Borges e Iolanda Sousa da Silva Borges. Os dois maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, que sempre iluminou meus passos e abençoou toda minha trajetória acadêmica. Cuidando com tanto carinho de cada detalhe e colocando pessoas especiais em meu caminho.

À minha mãe, Iolanda S. da Silva Borges, e ao meu pai, José Rodrigues Borges, que, incansavelmente, sempre lutaram para proporcionar o melhor a mim e aos meus irmãos e que, mesmo longe, torceram e se preocuparam conosco. Motivo de todas as minhas conquistas, agradeço a eles.

Aos meus irmãos, Antônio José Sousa Borges e Vanessa da Silva Borges, por compartilharem momentos bons e ruins e por me ajudarem sempre que precisei. Agradeço à Madrinha Ivanea, o Padrinho Wilter, o cunhado Wallison e a todos os meus familiares que contribuíram direta e indiretamente.

À minha namorada, Izabel Pereira de Araújo, pela dedicação oferecida, pelos momentos de companheirismo e por ser essa pessoa que tanto contribuiu.

Ao Professor Dr. Leonardo Corrêa da Silva, pela oportunidade de me orientar na condução do experimento e nas valiosas contribuições durante o TCC. Sempre ajudando com muita dedicação, compromisso e paciência.

À minha coorientadora, Professora Me. Poliana Mendes Avelino de Carvalho, por estar sempre à disposição para ajudar quando precisei neste trabalho e por toda confiança depositada durante a graduação.

Aos meus amigos pelo apoio na graduação e pela ajuda e empenho neste trabalho. Em especial, agradeço à Karla Ágda, Danielly Pereira, Ana Cristina, João Carlos, Adalberto Bandeira, Cássio Barroso, Luiz Felipe, Jacob Alves, Luann Castro, Stiven Simm, Nortton Balby, Rodrigo Barbosa e João Felipe. Sem vocês não seria possível à realização deste TCC e minha graduação não teria sido a mesma.

À Embrapa Milho e Sorgo, por meio do Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella, por ter disponibilizado os híbridos usadas neste experimento. Agradeço ao Dr. José Avelino Santos Rodrigues, meu supervisor de estágio, e ao Dr. Cícero Menezes, pelos conhecimentos compartilhados e pela grande experiência que obtive no Setor de Melhoramento Genético de Sorgo da Embrapa.

À prof^a Soraya Freitas Silva e ao Prof^o Miguel Camargo da Silva, por aceitarem participar da banca de defesa do TCC, como titular e suplente. Sou grato ao profissionalismo e competência de todos os membros do corpo docente do curso. Quantas sabedorias compartilhadas!

Ao meu querido IFTO *campus* Araguatins, pelo aprendizado e acolhimento nesses anos. Um carinho enorme pela biblioteca e seus gentis bibliotecários, Sr. Raimundo, Sr. Criolo e Lindamar Pereira. Sem esquecer das amadas cozinheiras 'Tias' do refeitório, todos os terceirizados e de todos que compõem a direção do *campus*.

“Deus tem consciência do teu limite. Ele só quer o que tu podes, porém se quiseres superar-te... Ele te dará mais força.”

Walter Grando

RESUMO

A alimentação de ruminantes representa custo elevado para o produtor, uma vez que são usados grãos que apresentam alto custo no mercado agrícola, como a soja e o milho. O sorgo tem se mostrado uma alternativa barata e eficaz na alimentação animal, pois é mais tolerante à seca e à deficiência de nutrientes no solo que o milho, apresentando produtividade de grãos e massa verde relativamente elevada, sendo ideal para a silagem. Neste contexto, este trabalho objetiva a avaliar a aptidão forrageira de híbridos de sorgo biomassa cultivados na região do extremo norte do estado do Tocantins. O experimento foi instalado na área experimental pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – Campus Araguatins. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) composto de 39 parcelas, sendo 13 híbridos, incluindo 2 comerciais, com três repetições. Os híbridos foram avaliados quanto à 15 características, agrônômica e bromatológicas, sendo o diâmetro de colmo (DC); altura de planta (AP); produção de matéria verde total (PMVT); dias para do florescimento (DPF); tamanho de panícula (TP); massa de panícula (MP); acamamento (ACMT); perfilhamento (PMT); matéria seca total (MST); matéria seca da folha (MSf) e do colmo (MSc); fibra em detergente neutro da folha (FDNf) e do colmo (FDNc); fibra em detergente ácido da folha (FDAf) e do colmo (FDAc). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de skott knott. Nos resultados apresentaram excelente desempenho agrônômico, incluindo aptidão forrageira. Os híbridos 1, 4, 8 e 11 apresentaram comportamentos iguais ou superiores aos híbridos comerciais, com boa produção de matéria verde total, fibra em detergente neutro do colmo e da folha abaixo de 60%, além de fibra em detergente ácido do colmo e da folha abaixo 30%, podendo inclusive serem recomendados, previamente, para plantio na região. Os resultados são preliminares e, dada à possibilidade do comportamento diferencial dos híbridos quando cultivados em diferentes anos, locais e safras, novos ensaios devem ser conduzidos para verificar a estabilidade de comportamento dos mesmos.

Palavras-chave: Alternativa alimentar. Bromatologia. *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

Feeding ruminants represents a high cost for the farmer, since the grains are used have a high cost in the agricultural market, such as soybeans and corn. Sorghum has proved to be a cheap and effective alternative in animal feed, because it is more tolerant to drought and nutrient deficiency in the soil than corn, presenting grain yield and green mass relatively high, being ideal for silage. In this context, this work aims to evaluate the forage potential of sorghum biomass hybrids grown in the extreme north of the state of Tocantins. The experiment was installed in the experimental field belonging to the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus Araguatins*. A randomized block design (DBC) composed of 39 plots was used, with 13 hybrids, including 2 commercials, with three replications. The hybrids were evaluated for 15 characteristics, agronomic and bromatological, being the stem diameter (DC); plant height (AP); production of total green matter (PMVT); days for flowering (DPF); panicle size (TP); panicle mass (MP); lodging (ACMT); tillering (PMT); total dry matter (MST); leaf dry matter (MSf) and stem (MSc); neutral detergent fiber of the leaf (NDF) and stem (NDF); acid detergent fiber from the leaf (FDAf) and stem (FDAc). The data were submitted to analysis of variance and the means grouped by the skott knott test. The results showed excellent agronomic performance, including forage potential. The hybrids 1, 4, 8 and 11 showed behaviors equal to or superior to commercial hybrids, with good production of total green matter, neutral detergent fiber from the stem and leaf below 60%, in addition to acid detergent fiber from the stem and the leaf below 30%, and may even be recommended previously for planting in the region. The results are preliminary and, given the possibility of the differential behavior of hybrids when cultivated in different years, locations and harvests, new trials should be conducted to verify their behavioral stability.

Key words: Alternative food. Bromatology. *Sorghum bicolor*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análises físico-químicas do solo. Araguatins, Tocantins, 2020.....24

Tabela 2 - Resumo da análise de variância em blocos ao acaso, estimativas de média dos híbridos e do coeficiente de variação experimental (CV%) de 15 características avaliadas em 13 híbridos de sorgo. Araguatins, Tocantins, 2020.....28

Tabela 3 - Resumo do teste de Scott knott para as 15 características avaliadas em 13 híbridos de sorgo. Araguatins, Tocantins, 2020..... 30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de implantação do experimento	23
---	----

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	12
2.0 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Cultura do sorgo: origem e histórico	14
2.2 Botânica, morfologia e fisiologia	14
2.3 Importância da cultura	15
2.4 Tipos de sorgo	16
2.4.1 Sorgo granífero	16
2.4.2 Sorgo vassoura	17
2.4.3 Sorgo sacarino	18
2.4.4 Sorgo forrageiro	19
2.4.5 Sorgo biomassa	20
3.0 MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 Localização do experimento	23
3.2 Coleta e análise de solo	23
3.3 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	24
3.4 Caracterização fenotípica	25
3.5 Análises estatísticas	26
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÊNDICES	48
APÊNDICE A - Preparo da área; Adubação; Plantio	48
APÊNDICE B - Desbaste; Capina; Adubação de cobertura	48
APÊNDICE C - Coleta de dados; Análises morfológicas	49
APÊNDICE D - Corte das plantas; Análises bromatológicas	50

1.0 INTRODUÇÃO

A criação de ruminantes no Brasil é de aproximadamente 244,3 milhões de cabeças, sendo que destas 213,5 são de bovinos, 18,9 de ovinos, 10,6 de caprinos e 1,3 de bubalinos (IBGE, 2018). A alimentação convencional destes animais apresenta custo elevado, uma vez que são usados, principalmente, o milho e a soja, grãos de alto valor no mercado agrícola. Todavia, estes animais podem também ser alimentados com outros grãos e forragens de menor valor no mercado, como o sorgo.

As culturas do milho e do sorgo são as mais utilizadas no processo de ensilagem dado a facilidade de cultivo, altos rendimentos e, especialmente, pela quantidade produzida, sem necessidade de aditivo para estimular a fermentação (PARRELLA *et al.*, 2014). Todavia, o sorgo forrageiro se destaca na produção de silagem por apresentar características agronômicas superiores.

Dentre essas características, podem ser citadas a maior produção de biomassa, maior tolerância à seca e ao calor, capacidade de explorar maior volume de solo, maior eficiência do sistema radicular na absorção de água e nutrientes e capacidade de rebrota, a qual pode atingir até 60% da biomassa no primeiro corte. Além disso, a biomassa obtida com o sorgo para a produção de forragem apresenta características bromatológicas semelhantes àquelas obtidas com a forragem de milho e de outras gramíneas (PARRELLA *et al.*, 2014).

Em regiões áridas e semiáridas o sorgo tem sido cultivado como primeira cultura, já em regiões de melhor distribuição de chuvas tem apresentado boa adaptação ao cultivo de safrinha (NETO, 2017).

A região do extremo norte do Tocantins tem como principal característica climática a presença de uma época chuvosa e outra seca, bem definidas durante o ano, sendo a última caracterizada pela escassez de alimento para os ruminantes (SEAGRO, 2017). Essa escassez de alimento pode gerar queda dos índices zootécnicos na produção dos ruminantes, como por exemplo, perda de peso, redução dos índices reprodutivos e da produção leiteira, aumento do tempo de crescimento dos animais jovens e do tempo de abate.

Assim, a utilização de sorgo para alimentação de ruminantes na época da seca é uma alternativa prática e relativamente barata para os produtores desta região, principalmente aqueles que possuem pequenas propriedades rurais e não

dispõem de insumos e de técnicas mais modernas, geralmente necessárias para o cultivo do milho.

Alguns produtores localizados na microrregião bico do papagaio, no estado do Tocantins, já cultivam sorgo para produção de silagem, mas sem conhecimento da finalidade da cultivar plantada, ou seja, se a mesma foi desenvolvida para produção de silagem ou de grãos. Além disso, também não há informação se o cultivar plantado é o recomendado para a região (BORGES *et al.*, 2019). Segundo Parrella *et al.* (2014), existem no Brasil poucas cultivares de sorgo desenvolvidas e comercializadas para produção de silagem. Como exemplo, podem ser citados os híbridos BRS 658 e VOLUMAX.

Atualmente os híbridos de sorgo biomassa surgem como uma alternativa alimentar interessante devido às suas características agronômicas, como a alta produção de matéria seca (MS) por hectare ($t \cdot ha^{-1}$), e nutricionais, como parâmetros adequados ao processo fermentativo de qualidade, propiciando bons teores bromatológicos, alta concentração de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão (FERNANDES *et al.*, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a aptidão forrageira de híbridos de sorgo biomassa nas condições de solo e clima do extremo norte do Tocantins e gerar conhecimentos que permitam a recomendação de cultivares de sorgo que melhor se adaptem às condições locais.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do sorgo: origem e histórico

O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é uma planta originária da África, mas alguns autores advertem que pode haver duas regiões de dispersão independentes, sendo uma na África e a outra na Índia (BUSO, 2011). O sorgo primitivo se encontrava, primariamente, na África Oriental, na região da Etiópia-Sudão, entre 5 a 7 mil anos atrás, sendo difundido por nativos africanos que migraram para vários países do continente (WALL e ROSS, 1975; VON PINHO e VASCONCELOS, 2002)

No início do século XX, novas cultivares de sorgo foram introduzidas no Brasil para serem utilizadas como cultura de verão em substituição ao milho nos seus diversos usos (VON PINHO e VASCONCELOS, 2002; RODRIGUES, 2015). A cultura começou a se expandir a partir da década de 70, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Paraná (ROSA, 2012).

2.2 Botânica, morfologia e fisiologia

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum* e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor* (L.) Moench. A planta apresenta raízes primárias, secundárias e adventícias, sendo as raízes primárias iguais em número às do milho, já as secundárias são em maior quantidade, bastante ramificadas e formam o sistema radicular principal. Este sistema radicular confere ao sorgo maior resistência à seca que o milho, uma vez que o sorgo absorve duas vezes mais água do solo (MANSO, 2015; RODRIGUES, 2015)

O colmo é dividido em nós e entrenós. Suas folhas são alternas, lisas, lanceoladas e apresentam bordas serrilhadas, com camadas cerosas na junção da bainha com o limbo, reduzindo a perda de água pelo processo de transpiração e, conseqüentemente, reduz a quantidade de água requerida pela planta ao longo da produção (MAGALHÃES *et al.*, 2014)

O florescimento é o período mais crítico para a planta devido seu maior crescimento nesta fase. Logo, deve-se evitar qualquer tipo de estresse para não

afetar os índices produtivos (MANSO, 2015). A inflorescência é do tipo panícula, com eixo central ou ráquis, de onde partem os eixos secundários (VON PINHO *et al.*, 2014). O processo de fecundação começa no topo da panícula e pode durar de 4 a 5 dias (DURÃES, 2014).

Os perfilhos são influenciados pelo grau de dominância apical que, por sua vez, é regulado por fatores hormonais, ambientais e genéticos. Além desses fatores, o grau de dominância apical é influenciado pela disponibilidade de fotoassimilados de reservas (carboidratos), densidade populacional de plantas, espaçamento entre linhas, ataque de pragas, fertilidade do solo, altura de corte, oferta hídrica e temperatura (RODRIGUES *et al.*, 2012; PEREIRA FILHO e RODRIGUES, 2015; ROCHA *et al.*, 2016).

O sorgo é uma planta autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada (entre 2 e 10%), apresenta metabolismo C4, resposta fotoperiódica típica de dia curto e altas taxas fotossintéticas (RODRIGUES, 2015). O sorgo produz vários compostos fenólicos que servem como uma defesa química contra pássaros, patógenos e outros competidores, sendo uma vantagem agrônômica (MANSO, 2015).

2.3 Importância da cultura

O sorgo é o quinto cereal mais plantado no mundo, vindo logo depois do trigo, do arroz, do milho e da cevada, e faz parte da dieta de aproximadamente 300 milhões de pessoas que vivem em países em desenvolvimento e dependem essencialmente desse cereal como fonte de energia (DICKO *et al.*, 2006).

Diversos tipos de alimentos são preparados utilizando o sorgo como ingrediente, especialmente na África e na Índia. É um cereal de elevado valor nutritivo que apresenta características tecnológicas favoráveis ao desenvolvimento de novos produtos, além de sua incorporação às preparações alimentícias, as quais são usualmente elaboradas com o trigo e o milho (MARTINO *et al.*, 2014).

É um cereal que não possui glúten, rico em vitaminas do complexo B, minerais e antioxidantes capazes de prevenir e controlar doenças crônicas como a obesidade, diabetes, síndrome metabólica, doenças cardiovasculares, enfermidades inflamatórias e câncer (ANUNCIÇÃO *et al.*, 2018).

No Brasil, a estimativa de área plantada com sorgo granífero na safra 2019/2020 é cerca de 706,9 mil hectares (mil ha), a colheita em torno de 2,177 milhões de toneladas de grãos, com produtividade de 3.079 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020). Os maiores produtores são os estados de Goiás (262 mil ha), Minas Gerais (209,1 mil ha), Bahia (81,4 mil ha), Mato Grosso (32,5 mil ha), Piauí (30 mil ha) e Tocantins (27,9 mil ha), respectivamente (CONAB, 2020).

O sorgo possui ampla variabilidade morfológica e fisiológica, o que possibilita seu destino a diferentes tipos de cultivos, tendo uma aptidão específica ou duplo propósito (CARVALHO, 2019). Atualmente o sorgo é muito utilizado na alimentação animal, na forma de grãos ou como silagem, mas também estudos mostram que, por meio de programas de melhoramento genético, o sorgo pode ser uma alternativa para a produção de biocombustível e queima da biomassa (BRITO, 2018).

2.4 Tipos de sorgo

O gênero *Sorghum* abrange todos os sorgos de interesse comercial, independente da morfologia e finalidade de sua utilização, e são reconhecidos pelo menos cinco tipos agronômicos de sorgo no mercado de sementes da maioria dos países produtores, incluindo o Brasil. Os tipos de sorgo são: granífero, vassoura, sacarino, biomassa e forrageiro (BORÉM *et al.*, 2014). Existem também variedades de capim sudão ou híbridos inter-específicos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* utilizados, principalmente, para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta (MAY *et al.*, 2011; RIBAS, 2012).

2.4.1 Sorgo granífero

O sorgo granífero possui porte de planta baixo, podendo chegar até 1,70 metros. A população de plantas varia conforme a cultivar e a época de plantio, mas em média recomenda-se *stand* de 160.000 e 180.000 plantas por hectare (MENEZES *et al.*, 2018).

Os grãos são grandes, quando comparados com os demais sorgos, e se separam das glumas com maior facilidade. É apto à colheita mecanizada e é

utilizado principalmente como substituto do milho em rações de aves e suínos, apresentando vantagens econômicas em relação a este devido os menores custos de produção (COELHO *et al.*, 2002).

Um dos seus grandes atrativos é seu preço, girando em torno de 70 a 80% do preço do milho. O sorgo é um cereal rico em amido (65 a 72% da MS), com teor de PB (11,6%) e de fibra (10,9%) pouco superiores ao do milho. O NDT do sorgo varia em torno 90% do valor do milho (MARTINEZ, 2007).

A média nacional na safra 2019/20 fechou com produtividade de grãos em 3.079 kg ha⁻¹ e o rendimento de grãos ao longo de 40 anos aumentou apenas 20%. Essa baixa evolução pode ser explicada pela época de plantio do sorgo que, inicialmente, era plantado logo após a colheita da soja ou do milho. Todavia, com a supervalorização da soja, o plantio do milho foi transferido para a segunda safra e, conseqüentemente, transferiu o plantio do sorgo para épocas mais tardias (MENEZES *et al.*, 2018; CONAB, 2020).

Apesar dos aumentos observados na produtividade, a média nacional está muito distante do potencial desta cultura. Experimentos demonstram que a produtividade de alguns híbridos obtidos com o melhoramento genético pode ultrapassar 7.000 Kg ha⁻¹ em condições favoráveis de safrinha (SANTOS *et al.*, 2005; RESENDE *et al.*, 2009). Estudos de viabilidade econômica do sorgo mostram que produtividades acima de 2.750 kg ha⁻¹ cobrem até os custos fixos da cultura (MENEZES *et al.*, 2018).

2.4.2 Sorgo vassoura

O sorgo vassoura tem, em média, 2 a 3 metros de altura. É cultivado no período da primavera ao outono. A parte mais utilizada da planta é a panícula, da qual se origina a palha usada na confecção da vassoura de sorgo, mais conhecida como vassoura caipira (FOLTRAN, 2012). São cultivadas de 8 a 12 plantas por metro linear, em espaçamento variando de 80 a 90 cm entre linhas (SAWAAKI e FREITAS, 2018).

Além do sorgo vassoura ser um cultivo alternativo, isto é, ser cultivado em pequenas áreas, requerer mão-de-obra considerável e rende mais por área que outras culturas tradicionais. A vassoura de sorgo é considerada um produto da tecnologia verde, o que tem concorrido para o aumento da demanda do produto

(FOLTRAN, 2012).

Por ser cultivado em pequenas propriedades, essa cultura foi sempre considerada de pouca importância econômica e, conseqüentemente, houve pouco melhoramento genético da cultura. Em contrapartida, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) fez um grande trabalho ao longo dos anos lançando diferentes cultivares, com destaque para a cultivar IAC 10V50 que apresenta porte baixo, é 33% mais produtiva que as demais, produz de 500 a 900 kg ha⁻¹ de palha seca, possui 2,10 m de altura e 62 cm de palha (SAWAAKI e FREITAS, 2018).

2.4.3 Sorgo sacarino

O sorgo sacarino apresenta o caule dividido em nós e entrenós com um alto teor de sacarose nos colmos, sendo esta sua principal característica, além da elevada produção de massa verde (NASCIMENTO *et al.*, 2017). Este tipo de sorgo é considerado uma “*smart crop*” em função de produzir combustível através da biomassa e açúcares fermentáveis que, industrializados, transformam-se em etanol e/ou em alimento (PEREIRA FILHO *et al.*, 2013).

O sorgo sacarino é representado por cultivares que apresentam caules longos, suculentos, doce e com menor produção de grãos que o tipo granífero (WALL e ROSS, 1975). No Brasil, foram inicialmente estudados nos anos de 1970 e 1980 pela Embrapa e outras instituições. É fenotipicamente semelhante ao sorgo forrageiro (BORÉM *et al.*, 2014)

Pode ser considerada uma alternativa energética quando usado como complemento na produção de etanol. Possui ciclo curto de 100 a 130 dias, apresentado grande eficiência no uso de água e o seu manejo é totalmente mecanizado (MOREIRA *et al.*, 2013). Dados técnicos mostram possibilidades de produção de etanol de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar, reduzindo assim o período de ociosidade das usinas e termelétricas, gerando mais renda (PARRELLA *et al.*, 2010; DURÃES, 2011).

Possui alta produtividade de biomassa verde, cerca de 60 a 80 t.ha⁻¹, e alto rendimento de etanol, média de 3.000 a 6.000 L.ha⁻¹. Além disso, seu bagaço também pode ser usado para produção de energia, produzindo de 50 a 77 litros de etanol por tonelada de bagaço (DURÃES, 2011). Importante que o período de utilização industrial (PUI) seja de no mínimo de 30 dias, época esta em que a cultivar

estará apto para colheita no campo, mantendo os padrões mínimos de qualidade (PARRELLA *et al.*, 2014).

2.4.4 Sorgo forrageiro

São conhecidos no Brasil como sorgos silageiros. Apresentam porte alto, variando de 2 a 3 metros da base da planta até o ápice da panícula, possuem caule suculento ou seco, doces ou insípido, grãos pequenos, alto potencial de matéria seca, baixa relação de folha/colmo e baixa relação panículas/planta inteira (BORÉM *et al.*, 2014)

O sorgo silageiro caracteriza-se por produzir massa verde de boa qualidade e quantidade, podendo ser usado na alimentação direta ou armazenado na forma de silagem. Mesmo em condições de estresse hídrico, pode produzir um volume satisfatório de massa verde, entretanto, quando as condições são favoráveis e a sementeira é feita em período adequado, expressam seu potencial rapidamente, permitindo um segundo corte (EMBRAPA, 2017).

O sorgo forrageiro constitui cultura adequada para o processo de ensilagem para uso na alimentação de bovinos, pois apresenta alto teor nutritivo, facilidade de cultivo, alto rendimento de massa seca por unidade de área e qualidade bromatológica da silagem produzida, além de dispensar o uso de aditivos como forma de melhorar e estimular a fermentação (WALL e ROSS, 1975; CRUZ e PEREIRA FILHO, 2001). A ensilagem consiste no armazenamento e conservação dos alimentos mantendo o valor nutritivo semelhante à planta fresca, preservando-se a forragem de forma picada e/ou triturada, compactada em um silo, onde a conservação é feita por meio de fermentação anaeróbica (VENTURINE, 2019).

Dentre os tipos de sorgo, o cultivo do sorgo forrageiro é um dos que mais cresce no país. Em 2016/2017, plantou-se no Brasil em torno de 309.114 hectares deste sorgo, passando a ter importância estratégica no abastecimento de forragem do país (CONAB 2018). Este grupo está destinado à suprir as necessidades de alimentação animal na época de escassez, garantindo oferta de alimento com qualidade e quantidade suficientes (PARRELLA *et al.*, 2014).

O uso do sorgo, em detrimento do milho, para silagem, se justifica por suas características agrônomicas como elevada produtividade, maior tolerância à seca e ao calor, capacidade de explorar um maior volume de solo e sistema

radicular abundante e profundo. Outra característica positiva é a possibilidade de se cultivar a rebrota. Alguns cultivares forrageiros rendem, em média, 40 a 60% do primeiro corte quando submetidos a manejo adequado (EMBRAPA, 2011). Produz satisfatoriamente entre 380 e 600 mm de precipitação média. Com a utilização de água salina na irrigação, o sorgo tem tolerância quatro vezes maior quando comparado ao milho, sendo vantajoso no semiárido brasileiro (NETO *et al.*, 2016).

A cultura do sorgo está expandindo cada vez mais no Brasil em sistema de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF) e permite a utilização do solo em processo de construção da fertilidade como, por exemplo, em áreas de recuperação. Pode também ser cultivado em regiões com distribuição irregular de chuvas, principalmente no período de safrinha, em sucessão às culturas de verão (EMBRAPA, 2011).

Tem boa adaptação ao consórcio por possuir arquitetura foliar, o que lhe confere pressão de competição com as demais espécies, e por tolerar períodos de estiagem ou de menor competição por água, podendo ser recomendado pelo zoneamento agroclimático para regiões inapropriadas ao milho (PEREIRA FILHO e RODRIGUES, 2015).

O ponto de colheita do sorgo para a produção de silagem se estabelece quando a planta atinge sua maturidade, isto é, quando os grãos estão passando do estágio pastoso para o farináceo, e a planta já acumulou matéria seca suficiente para a produção de silagem de alta qualidade. Esse ponto pode ser verificado pela consistência dos grãos, quando o teor de matéria seca se encontra entre 28 e 33%. A colheita pode ser feita em operações separadas, envolvendo o corte, recolhimento e picagem, ou de forma mecanizada (NETO *et al.*, 2016)

Outras características importantes devem ser consideradas para que uma forrageira seja indicada para produção de silagem. Dentre estas características, podem ser citadas a produção de matéria verde acima de 40 t.ha⁻¹, teor de matéria seca entre 30 e 35% no ponto de ensilagem, teor de carboidratos solúveis de 12% na matéria seca, baixo poder tampão e facilidade de colheita (VALENTE, 1992).

2.4.5 Sorgo biomassa

Trata-se de um tipo de sorgo que apresenta rápido crescimento e alto potencial produtivo. Apresenta plantas que atingem até seis metros de altura, em

apenas 180 dias, podendo produzir, por ciclo, 150 t.ha⁻¹ de matéria fresca e cerca de 50 t.ha⁻¹ de matéria seca. Além disso, o sorgo biomassa é vigoroso, resistente a pragas e a doenças (EMBRAPA, 2014). Semelhante aos capins elefante e napier, gramíneas que surgem como uma das fontes de energia renovável para a crescente problemática energética.

Nos últimos anos, o sorgo biomassa vem ganhando espaço no mercado dos biocombustíveis por causa, principalmente, da escassez de matéria-prima e dos altos preços dos combustíveis fósseis. Ademais, o Brasil possui um grande parque industrial alimentado por caldeiras à base de biomassa de bagaço da cana-de-açúcar, que por sua vez também vem sofrendo com altos preços (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Nesse contexto, o sorgo biomassa entra como uma fonte alternativa, tanto como matéria-prima para a produção de vapor na industrialização ou cogeração de energia, como na produção de etanol de segunda geração (SILVA *et al.*, 2018).

O sorgo biomassa é uma excelente matéria-prima para a cogeração de energia, justificada pelo alto poder de queima, pela alta produtividade de matéria verde e a alta qualidade da biomassa, caracterizadas por altas concentrações de lignina e baixo teor de umidade (SIMEONE *et al.*, 2018). Além disso, em relação ao milho e à cana-de-açúcar, o sorgo se destaca por apresentar menor necessidade de fertilizantes, maior eficiência no uso da água, maior potencial de resistência ao déficit hídrico e melhor desempenho quando cultivado em áreas marginais. O sorgo ainda apresenta ciclo relativamente curto (5 a 6 meses) quando comparados a outras culturas utilizadas com a finalidade de cogeração de energia (CASTRO, 2017; BATISTA *et al.*, 2018).

O sorgo biomassa possui a particularidade de ser mais sensível ao fotoperíodo. Esta característica, específica deste tipo de sorgo, possibilita a ampliação do ciclo vegetativo e, conseqüentemente, o aumento da produção de biomassa por hectare/ciclo quando comparado às cultivares insensíveis ao fotoperíodo (PARRELLA *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2012).

Este tipo de sorgo é considerado uma planta de dia curto, pois floresce apenas quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos, período entre 21 de março e 22 de setembro na maior parte do Brasil (PARRELLA *et al.*, 2014). Assim, quando o sorgo biomassa é semeado nos meses de outubro a dezembro, quando o fotoperíodo é maior que 12 horas e 20 minutos, ele apresenta longo período de crescimento vegetativo e inicia o desenvolvimento da gema floral apenas

a partir de 21 de março do ano seguinte, ampliando o ciclo vegetativo e a altura. Conseqüentemente, possibilita maior produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação aos cultivares insensíveis ao fotoperíodo, que florescem em qualquer época do ano e apresentam ciclo curto (MAY *et al.*, 2013).

A obtenção de híbridos de sorgo biomassa teve início em 2008 no Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Milho e Sorgo, onde foram selecionados os materiais adaptados e que apresentaram as melhores produtividades e características agrônômicas com fins de utilização agroenergética. Como resultado desses ensaios, foi obtido o híbrido denominado BRS 716, lançado em 2014. Este híbrido apresentou porte alto, grande quantidade de massa verde e potencial produtivo superior a 50 t.ha⁻¹ de matéria seca num ciclo de 6 meses, com a particularidade de ser mais sensível ao fotoperíodo. Além disso, apresentou excelente qualidade bromatológica, o que lhe conferiu também aptidão forrageira (LANZA, 2017).

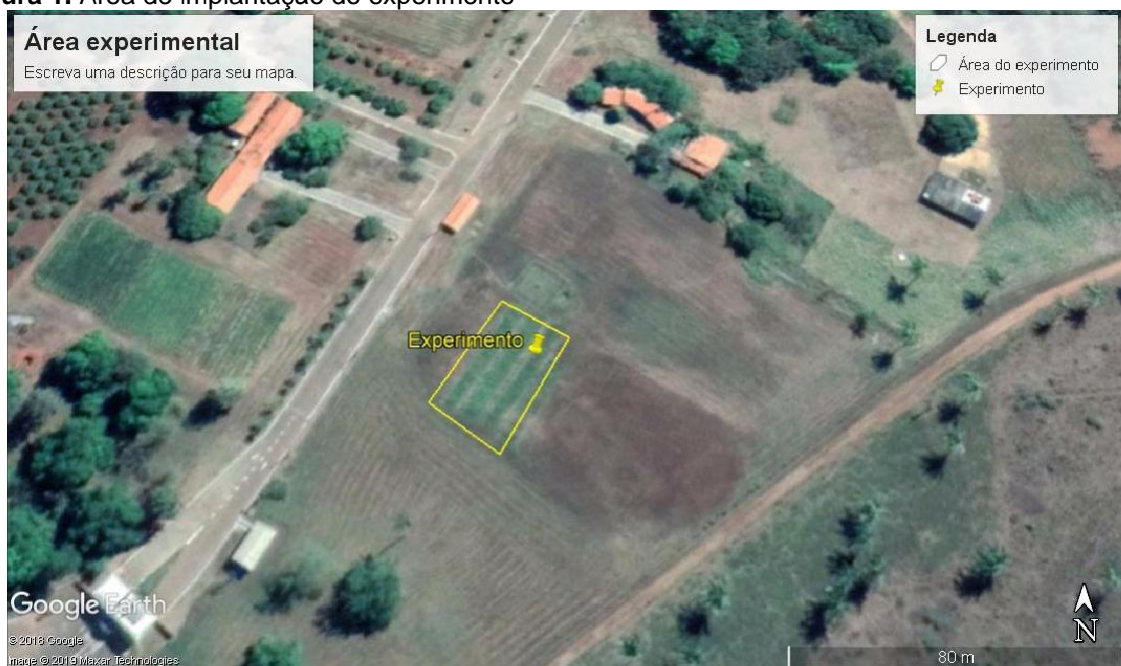
Diante do contexto, é importante considerar que, do ponto de vista forrageiro, o sorgo biomassa permite ao produtor ter “estoque no campo” como fonte alternativa de forragem e pode ser utilizado como alimentação volumosa para ruminantes, principalmente no período seco do ano. Além disso, é possível colher e armazenar em forma de silagem ou feno para uso posterior na época de estiagem. Contudo, é fundamental avaliar sua qualidade como forragem a partir da análise e mensuração de suas características bromatológicas.

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi instalado na área experimental pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus Araguatins* (Figura 1), localizado nas coordenadas aproximadas de 05° 38' 35" S e 48° 04' 14" W. O clima característico da região segundo a classificação de Koppen-Geiger é do tipo Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de inverno, com precipitação média anual de 1.500 mm, temperatura média de 28,5°C e altitude de 103 m (INMET, 2015).

Figura 1. Área de implantação do experimento



Fonte: Google Earth 2020

3.2 Coleta e análise de solo

Foram coletadas amostras do perfil do solo para análises químicas (teores de P, K, Ca, Mg, Al, (H+Al)), de matéria orgânica (MO), de pH, dos níveis de Al³⁺ e análise física (Areia, Silte e Argila) de acordo com o manual de Análises Químicas desenvolvido por Silva (2000), na camada de 0 à 20 cm de profundidade. No preparo de solo, foram realizadas duas gradagens. A adubação da área experimental foi feita

de acordo com os resultados da análise de solo (Tabela 1) e conforme recomendado por Ribeiro *et al.* (1999).

Assim, não houve necessidade de calagem. Foram usados 266 Kg/ha do adubo formulado NPK 4:30:10 no plantio e 222 Kg/ha de uréia (45% de nitrogênio) em cobertura, dividido em duas aplicações. Todas as adubações foram feitas nas linhas de plantio. O plantio foi realizado no dia 24 de Janeiro de 2019.

Tabela 1 - Análises físico-químicas do solo. Araguatins, Tocantins, 2020

Amostra	pH em	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O.
N°	H ₂ O	mg/dm ³		cmol _c /dm ³							%
330	6,5	6,16	197	15,1	3,7	0,0	1,49	19,30	20,79	92,86	2,43

Amostra	Areia	Argila	Silte
N°	%		
330	41,04	47,01	11,95

3.3 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O experimento foi instalado segundo o delineamento em blocos casualizados (DBC), composto de 39 parcelas, sendo 13 híbridos e 3 repetições. Cada parcela foi formada por duas fileiras de cinco metros (m), espaçadas de 0,70 m entre si. Foram semeadas 15 sementes por metro linear à três centímetros (cm) de profundidade, sendo mantidas 10 plantas por metro linear após o desbaste. A área útil da parcela foi constituída pelos três metros centrais das duas fileiras, desprezando um metro das extremidades de cada fileira. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado de acordo com a recomendação para a cultura (BORÉM *et al.*, 2014; RODRIGUES, 2015).

Os 13 híbridos utilizados no experimento foram cedidas pela Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais. Posto isto, 11 são híbridos de sorgo biomassa em fase de avaliações, para serem lançados como novas cultivares, e 2 híbridos de sorgo forrageiro (BRS 658 e VOLUMAX) que cultivares de destaque no mercado e consideradas como testemunhas neste trabalho.

3.4 Caracterização fenotípica

Foram avaliadas na área útil de cada parcela, em ocasião do estágio fenológico 8 (grão pastoso), as características agrônômicas: tamanho de panícula (TP), em centímetros (cm), medido do ápice da panícula à inserção da panícula no pedúnculo da planta com auxílio de uma régua métrica; altura de planta (AP), em metros (m), medida da superfície do solo até o ápice da panícula com auxílio de uma régua graduada; produção de matéria verde total (PMVT), em toneladas por hectare ($t \cdot ha^{-1}$), obtido pelo corte de todas as plantas da área útil da parcela, cinco cm acima da superfície do solo e, posteriormente, pesadas com auxílio de uma balança digital; diâmetro do colmo (DC), em milímetro (mm), medido a 15 cm acima da superfície do solo com auxílio de um paquímetro digital; massa de panícula (MP), em gramas (g), obtido pelo corte da mesma no ponto de inserção no pedúnculo e aferidas em balança de precisão; número de dias para o florescimento (DPF), determinado da emergência da parcela até quando 50% das panículas da mesma apresentaram flores abertas e emitindo pólen; acamamento (ACMT), obtido pela contagem do número de plantas que apresentaram um ângulo de inclinação maior que 45° em relação ao eixo vertical; perfilhamento (PMT), obtido pela contagem do número de perfilhos em ocasião do florescimento. As características TP, AP, DC e MP foram avaliadas a partir da média de cinco plantas da área útil de cada parcela.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Microbiologia de Alimentos do IFTO – *Campus* Araguatins. Foi feita a separação da folha e do caule para serem analisadas de forma individual. Depois da divisão, cada material seguiu para determinação da matéria pré-seca (MPS), sendo submetidos à estufa de circulação forçada de ar a $55^\circ C$ por 72 horas (AOAC, 2010). Posteriormente, as amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário do tipo Willey, utilizando-se peneira de 1 mm e estocados em frascos de polietileno com tampa. Os teores de matéria seca total (MST) foram determinados por secagem em estufa a $105^\circ C$ por 16 horas (AOAC, 2010). A determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da folha e do colmo foram realizadas conforme Van Soest *et al.* (1991), adaptado por utilizar saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993) e submetidos a autoclave por 40 minutos a $600^\circ C$ (SENGER *et al.*, 2008)

3.5 Análises estatísticas

Os dados das caracterizações agronômicas e bromatológicas foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram agrupadas e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2016). O teste de Scott-Knott é método de comparações múltiplas baseados em análise de agrupamento univariada e têm por objetivo separar as médias de tratamentos em grupos homogêneos pela minimização da variação dentro e maximização entre grupos de médias (SANTOS, 2000).

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a tabela 1, os valores do coeficiente de variação experimental (CV%) variam de 2,66 (DPF) a 78,90% (ACMT). Sabe-se que quanto menor o valor do CV%, maior a precisão experimental e mais confiável é a conclusão a respeito dos híbridos para cada característica. De acordo com Gomes (1985), os CVs% obtidos na experimentação agrícola podem ser classificados em baixo (menor ou igual à 10%), médio (entre 10 e 20%), alto (entre 20 e 30%) e muito alto (maior que 30%).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância em blocos ao acaso, estimativas de média dos híbridos e do coeficiente de variação experimental (CV%) de 15 características avaliadas em 13 híbridos de sorgo. Araguatins, Tocantins, 2020

FV	GL	Quadrados Médios							
		DC Mm	AP M	PMVT t.ha ⁻¹	DPF dias	TP cm	MP G	ACMT --	PMT --
Blocos	2	2.5084	0.0406	239.1105	0.7179	3.9446	568.0017	19.5641	32.3333
Híbridos	12	3.2204*	1.6524**	149.9518**	97.2436**	25.4908**	1088.2510**	17.3034**	67.9359**
Resíduo	24	1.2884	0.0246	30.8561	3.8846	2.6797	237.6854	4.3419	27.0833
Média		19.48	4.50	49.58	74.10	33.09	38.94	2.64	16.05
CV (%)		5.83	3.49	11.20	2.66	4.95	39.59	78.90	32.42

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} não-significativo pelo teste F. DC: diâmetro do colmo; AP: altura da planta; PMVT: produção de massa verde total; DPF: dias para o florescimento; TP: tamanho de panícula; MP: massa de panícula; ACMT: acamamento; PMT: perfilhamento

Tabela 2 continuação – Resumo da análise de variância em blocos ao acaso, estimativas de média dos híbridos e do coeficiente de variação experimental (CV%) de 15 características avaliadas em 13 híbridos de sorgo. Araguatins, Tocantins, 2020

FV	GL	Quadrados Médios							
		MST t.ha ⁻¹	MSc %	MSf %	FDNc %	FDNf %	FDAc %	FDAf %	
Blocos	2	24.7007	8.5322	74.1688	51.0732	43.2315	47.5103	15.8514	
Híbridos	12	19.6370**	15.3018**	31.1885 ^{ns}	108.2857**	22.4300 ^{ns}	51.5927**	6.9555 ^{ns}	
Resíduo	24	4.9681	3.2291	20.8700	12.7250	26.4693	8.7272	4.9946	
Média		15.02	28.75	32.87	43.38	52.98	20.28	17.10	
CV (%)		14.84	6.25	13.90	8.22	9.71	14.57	13.07	

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} não-significativo pelo teste F. MST: matéria seca total; MSc: matéria seca (colmo); MSf: matéria seca (folha). FDNc: fibra em detergente neutro (colmo); FDNf: fibra em detergente neutro (folha); FDAc: fibra em detergente ácido (colmo); FDAf: fibra em detergente ácido (folha)

Houve efeito significativo ($P < 0,01$ e/ou $0,05$) para quase todas as características avaliadas, como exceção de FDAf, FDNf e MSf. Estes resultados comprovam a variabilidade existente entre estes híbridos para as características avaliadas, importante para a seleção daqueles que combinem o máximo de características com valores de médias ideais e possam ser lançados como novas cultivares, inclusive sendo recomendados para o extremo norte do Tocantins. Na tabela 3 os híbridos são agrupados pelo teste de Scott-Knott para cada característica significativa.

Para a característica diâmetro de colmo (DC) todos os híbridos formaram apenas um grupo de média homogênea pelo teste de Scott-Knott. Todavia, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, todos os híbridos, incluindo a testemunha Volumax, apresentaram média estatisticamente igual ao híbrido 11 (21,17 mm), com exceção da testemunha BRS 658, corroborando a significância do teste F e o potencial deste híbridos para esta característica (dados do teste de Tukey não apresentados). Este resultado demonstra a diferença do rigor estatístico entre os diferentes testes de médias e de agrupamentos sendo, neste caso, o de agrupamento mais rigoroso que o teste de Tukey. Os valores de DC obtidos neste trabalho foram superiores à maior média obtida por Nascimento *et al.* (2017), que avaliaram cultivares de sorgo sacarino na região amazônica e aferiram DC de 15,95 mm para a cultivar BRS 506.

O colmo mais espesso é vantajoso para o sorgo, pois permite maior sustentação de folhas e panículas, além de aumentar a matéria seca à medida que a altura da planta também aumenta. Além disso, a redução do diâmetro do colmo pode tornar as plantas mais sensíveis ao acamamento e ao quebramento, afetando negativamente a colheita da cultura (MAY *et al.*, 2012).

Tabela 3 - Resumo do teste de Scott knott para as 15 características avaliadas em 13 híbridos de sorgo. Araguatins, Tocantins, 2020

Híbridos	Características							
	DC Mm	AP M	PMVT t.ha ⁻¹	DPF dias	TP Cm	MP G	ACMT --	PMT --
Híbrido 1	18.00 a	4,02 c	52.88 b	72.3 c	31.6 c	34.61 b	1 b	23.3 a
Híbrido 2	19.30 a	4.79 b	45.93 c	76.0 b	33.8 b	42.10 b	4 a	11.0 b
Híbrido 3	19.88 a	5.22 a	50.55 b	76.6 b	31.6 c	41.54 b	0 b	11.0 b
Híbrido 4	19.04 a	5.10 a	61.98 a	76.0 b	32.0 c	34.80 b	0.33 b	11.3 b
Híbrido 5	19.40 a	4.64 b	44.73 c	71.6 c	32.8 c	38.20 b	0.33 b	24.6 a
Híbrido 6	19.32 a	4,92 a	45.04 c	76.0 b	38.6 a	55.86 a	3.33 a	16.3 b
Híbrido 7	19.19 a	5.05 a	47.41 c	76.0 b	33.3 c	41.34 b	3.66 a	15.0 b
Híbrido 8	20.93 a	5,03 a	57.51 a	76.6 b	31.1 c	77.25 a	3 a	11.6 b
Híbrido 9	20.16 a	4.75 b	51.31 b	78.3 b	35.7 b	67.02 a	6.33 a	12.3 b
Híbrido 10	20.40 a	4,64 b	50.20 b	84.3 a	34.7 b	21.24 b	5.33 a	15.6 b
Híbrido 11	21,17 a	4,23 c	58.66 a	71.6 c	36.8 a	23.03 b	6.33 a	20.3 a
BRS 658	17.62 a	2.90 d	38.12 c	61.0 e	27.6 d	14.86 b	0.66 b	20.3 a
VOLUMAX	18.80 a	3.11 d	40.12 c	67.0 d	30.2 c	14.33 b	0 b	15.6 b

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra do alfabeto, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott knott. DC: diâmetro do colmo; AP: altura da planta; PMVT: produção de massa verde total; DPF: dias para o florescimento; TP: tamanho de panícula; MP: massa de panícula; ACMT: acamamento; PMT: perfilhamento.

Tabela 3 continuação - Resumo do teste de Scott knott para as 15 características avaliadas em 13 híbridos de sorgo. Araguatins, Tocantins, 2020

Híbridos	Características						
	MST t.ha ⁻¹	MSc %	MSf %	FDNc %	FDNf %	FDAc %	FDAf %
Híbrido 1	17.41 a	31.27 a	34.81 a	32.66 b	50.64 a	14.28 b	17.40 a
Híbrido 2	14.47 b	29.66 a	33.48 a	47.81 a	52.97 a	24.81 a	20.12 a
Híbrido 3	17.43 a	29.94 a	38.78 a	51.84 a	51.09 a	25.67 a	16.86 a
Híbrido 4	19.41 a	28.23 a	34.81 a	48.57 a	52.15 a	20.90 a	17.19 a
Híbrido 5	15.08 b	29.36 a	38.44 a	43.81 a	49.31 a	19.74 a	17.42 a
Híbrido 6	13.92 b	30.27 a	31.38 a	45.87 a	56.14 a	24.02 a	18.06 a
Híbrido 7	11.98 b	31.36 a	30.91 a	46.96 a	56.18 a	23.29 a	18.61 a
Híbrido 8	16.92 a	28.76 a	29.97 a	42.59 a	54.37 a	22.63 a	16.21 a
Híbrido 9	14.46 b	30.00 a	27.22 a	47.15 a	50.89 a	22.45 a	15.63 a
Híbrido 10	14.51 b	25.71 b	32.13 a	45.04 a	52.09 a	20.75 a	17.88 a
Híbrido 11	17.07 a	25.18 b	33.20 a	35.16 a	49.68 a	16.24 b	17.46 a
BRS 658	11.82 b	29.56 a	32.13 a	37.75 b	56.07 a	14.28 b	14.40 a
VOLUMAX	10.98 b	24.43 b	30.53 a	35.59 b	52.00 a	13.55 b	15.03 a

Médias de híbridos na mesma coluna, seguidas da mesma letra do alfabeto, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott knott. MST: matéria seca total; MSc: matéria seca (colmo); MSf: matéria seca (folha). FDNc: fibra em detergente neutro (colmo); FDNf: fibra em detergente neutro (folha); FDAc: fibra em detergente ácido (colmo); FDAf: fibra em detergente ácido (folha)

Para altura de planta (AP), foram formados quatro grupos de médias distintas pelo teste de Scott Knott. Destacaram-se como maiores aqueles do grupo 'a', sendo os híbridos 3 (5,22 m), 4 (5,10 m), 7 (5,05 m), 8 (5,03 m) e 6 (4,92 m). No grupo 'b' ficaram os híbridos 2, 9, 5, e 10, com altura média entre 4,64 e 4,79 m. Já no grupo 'c' foram alocados os híbridos 11 (4,23 m) e 1 (4,02 m). As menores médias de altura foram das cultivares testemunhas, VOLUMAX (3,11 m) e BRS 658 (2,90 m), alocadas sozinhas no grupo 'd'.

Observa-se que todos híbridos aqui testados foram superiores para AP quando comparados às testemunhas que são cultivares consolidadas no mercado. Segundo Perazzo *et al.* (2013), a altura ou porte da planta é determinante no comportamento do sorgo, podendo prever características agrônomicas. Quando de porte alto, geralmente apresenta maior produção de matéria verde e matéria seca devido ao maior percentual de colmo e lâmina foliar, caracterizando um comportamento forrageiro.

A produção de matéria verde total (PMVT) variou de 38,12 a 61,98 t.ha⁻¹, com formação de três grupos, destacando-se os híbridos 4 (61,98 t.ha⁻¹), 11 (58,66 t.ha⁻¹) e 8 (57,51 t.ha⁻¹) no grupo 'a'. No grupo 'b', constituído pelos híbridos 10, 3, 9 e 1 a produção variou de 50 a 52 t.ha⁻¹. No grupo 'c', formado pelos híbridos 7, 2, 6, 5, BRS 658 e VOLUMAX, a produção variou de 38,12 a 47,41 t.ha⁻¹. Estes resultados demonstram o potencial de todos os híbridos para PMVT, sobretudo aqueles dos grupos 'a' e 'b', que superaram as cultivares comerciais.

Valente (1992) afirma que a produtividade mínima aceitável para o uso do sorgo forrageiro, em detrimento do milho, é de 40 t.ha⁻¹ de massa verde, pois abaixo disso é economicamente inviável para produção de silagem. Nesse sentido, todos os híbridos conduzidos no experimento, incluindo o BRS 658, atendem à produção mínima, exceto o VOLUMAX, com 38,12 t.ha⁻¹, mas com valor próximo a produtividade desejada.

Pelos resultados apresentados, verificou-se a superioridade de alguns híbridos Biomassa em relação às cultivares forrageiras BRS 658 e VOLUMAX. Estes resultados são semelhantes àqueles obtidos por Lanza (2017) que também avaliou a aptidão forrageira do cultivar biomassa BRS 716. Este cultivar produziu 2,5 vezes mais massa verde e 3 vezes mais massa seca que o sorgo forrageiro BRS 655, além de ter apresentado 94% da qualidade forrageira deste último, considerando os

teores de FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, conteúdo celular e nitrogênio digestivo total (NDT).

Os híbridos apresentaram resultados consideráveis para AP e PMVT, mas poderiam apresentar valores ainda mais expressivos, pois os híbridos de biomassa são sensíveis ao fotoperíodo, sofrendo variação do período de florescimento e, conseqüentemente, da altura e do acúmulo de massa. Este experimento foi instalado no dia 24 de Janeiro de 2019 e a colheita iniciou-se no mês de Abril. Neste período, o fotoperíodo regional é menor que 12 horas e 20 minutos, valor crítico para a diferenciação da gema apical em gema floral, cessando o crescimento vegetativo (PARRELLA *et al.*, 2010). Portanto, o período vegetativo das plantas foi encurtado, inviabilizando que atingissem maior altura. O plantio realizado nos meses de Outubro ou Novembro aumentaria o efeito da fotossensibilidade dos híbridos, permitindo a expressão do seu máximo potencial (MAY *et al.*, 2013; PARRELLA *et al.*, 2014).

As cultivares VOLUMAX e BRS 658 foram as mais precoces, com 61 e 67 DPF, respectivamente, e também apresentaram menor valor de PMVT. O valor do DPF variou entre 71 e 72, para os híbridos 5, 11 e 1, e entre 76 e 78 para os híbridos 2, 4, 6, 7, 3, 8 e 9. O híbrido 10 foi o mais tardio, florescendo aos 84 dias, todavia, está apenas no segundo dos três grupos de híbridos mais produtivos (PMVT). O híbrido 11 está no primeiro dos três grupos de híbridos mais produtivos (PMVT), todavia, está no terceiro dos cinco grupos de híbridos mais precoces, ou seja, mesmo sendo relativamente precoce produziu mais que aqueles mais tardios. Esses resultados podem ser explicados pelo plantio em período de dias curtos, ou seja, não houve horas de luz suficiente para que os híbridos mais tardios expressassem seu potencial de produção e os híbridos mais precoces talvez apresentem maior eficiência fotossintética nessa condição do experimento.

Com relação a massa da panícula (MP), os híbridos 8 (77,25 g), 9 (67,02 g) e 6 (55,86 g) destacaram-se em relação aos demais, inclusive foram superiores às testemunhas (Tabela 3). Já para o tamanho de panícula (TP) destacaram-se os híbridos 6 (38,6 cm) e 11 (36,8 cm), seguidos dos híbridos 9 (35,7 cm), 10 (34,77 cm) e 2 (33,84 cm), tendo o menor valor a testemunha VOLUMAX (27,62 cm). Os híbridos avaliados também parecem promissores quanto às essas características, pois Neumann *et al.* (2002) avaliaram diferentes híbridos de sorgo quanto aos componentes de planta e silagem e verificaram a influência positiva da participação

da panícula na massa ensilada, com conseqüente aumento do teor da proteína bruta e da matéria seca.

De maneira geral, buscam-se silagens com maior porcentagem de participação da panícula, pois além desta contribuir para o aumento da qualidade da silagem, dado seu melhor valor nutritivo, tem uma participação muito grande na elevação da MS da massa ensilada, dado seu menor conteúdo de água, sendo responsável pela queda de umidade da planta (ZAGO, 1992). Já os grãos, presentes nas panículas, são os responsáveis por grandes quantidades de carboidratos e proteínas. Ambos são importantes componentes químicos da silagem do sorgo, pois afetam diretamente o consumo e a digestibilidade do animal e, conseqüentemente, interferem na performance produtiva do mesmo (ZAGO, 2001; LOURENÇO JÚNIOR *et al.*, 2004).

A maioria dos híbridos apresentaram poucas plantas acamadas (ACMT). Os híbridos 1, VOLUMAX, 5, 4, BRS 658 e 3 formaram o grupo 'b' com média de zero a uma planta acamada por parcela. Os híbridos do grupo 'a' apresentaram de 3 a 6 plantas, valor também muito baixo levando em consideração que a parcela útil era composta por 60 plantas. Segundo Corrêa (1996), que avaliaram dois híbridos de porte médio e um de porte alto, o acamamento das plantas não comprometeu a qualidade da silagem. Ainda assim, plantas tolerantes ao acamamento são de interesse, pois favorecem a maior interceptação solar, aumentam a eficácia da colheita mecanizada e evitam a formação de rachaduras no colmo que poderiam facilitar o ataque de pragas e doenças.

Os híbridos, de maneira geral, podem ser divididos em dois grupos quanto à capacidade de perfilhamento (PMT), destacando-se os híbridos 5 (25,6), 1 (23,3), BRS 658 (20,3) e 11 (20,3). Os demais híbridos, incluindo o Volumax, variaram de 11 a 16,3 perfilhos. O aumento do perfilhamento no sorgo forrageiro é vantajoso por permitir também o aumento da matéria verde a ser ensilada, Todavia, para o sorgo granífero pode não ser vanta, pois pode não haver coincidência de maturação entre planta mãe e perfilhos, prejudicando a colheita (RODRIGUES *et al.*, 2012).

O perfilhamento do sorgo pode ser axilar, quando origina-se nas axilas das folhas, ou basal, quando origina-se de gemas do primeiro nó. Todas as gemas dos nós são morfológicamente idênticas e possuem potencial para formar perfilhos. No presente trabalho foram quantificados os perfilhos basais, os quais geralmente

brotam após o início do desenvolvimento das raízes secundárias (MAGALHÃES *et al.*, 2014).

Para produção da matéria seca total (MST) por hectare foram formados dois grupos de médias. O grupo 'a', formado pelos híbridos 4, 3, 1, 11 e 8, variou de 16,92 a 19,4 t.ha⁻¹ e foi superior aos comerciais Volumax e BRS 658, que, junto com os demais híbridos, produziram de 10,98 a 15,08 t.ha⁻¹. Mesmo as menores produtividades obtidas estão próximas daquelas obtidos por Magalhães *et al.* (2010), em que a MST variou de 7,47 a 16,08 t.ha⁻¹ para os 25 híbridos experimentais de duplo propósito, biomassa e forragem, testados em Sete Lagoas, Minas Gerais.

Avelino *et al.* (2011) estudaram diferentes densidades de plantio e observaram que o arranjo de plantas também influencia na MST conforme descrito a seguir. O híbrido de duplo propósito AG-2005E apresentou maior produção de MS no espaçamento de 0,5 metros (280.000 plantas.ha⁻¹), produzindo 9,47 t.ha⁻¹, seguido do espaçamento de 0,75 metros (186.666 plantas.ha⁻¹), produzindo 5,09 t.ha⁻¹, e do espaçamento de 1,0 metro (140.000 plantas.ha⁻¹), produzindo 4,74 t.ha⁻¹. No presente trabalho, os 13 híbridos biomassa foram semeados em linhas espaçadas de 0,70 m com total de 144.000 plantas.ha⁻¹ e a menor produção variou de 10,98 a 15,08 t.ha⁻¹, o que corrobora o potencial destes híbridos. Além da densidade de plantas o genótipo também interfere diretamente na MST. Silva (2014) avaliou 18 genótipos de sorgo para silagem em Araguaína, Tocantins, em espaçamento único, e também observou uma ampla variação para MST, de 5,38 a 11,11 t.ha⁻¹.

Para o percentual da matéria seca do colmo (MSc) também foram formados dois grupos de médias. O grupo 'a' foi formado por 10 híbridos, incluindo o BRS 658, variado de 28,23 a 31,36% e o grupo 'b' pelos híbridos VOLUMAX (24,43%), 11 (25,18%) e 10 (25,71%). Para matéria seca da folha (MSf) os valores variaram de 27,22% (híbrido 9) a 38,78% (híbrido 3), todavia foi formado apenas um grupo de médias como era esperado pelo teste F. Percebe-se que os percentuais inferiores e superiores de MSf, 27,22 e 38,78%, respectivamente, são todos maiores que aqueles do MSc, 24,43 e 31,36%, respectivamente. Este resultado é esperado uma vez que no período do corte a folha apresenta mais matéria seca que o colmo. Deve-se destacar também que o fato dos híbridos apresentarem valores para MSc e MSf semelhantes Volumax e BRS 658 é indicativo que eles são tão bons quanto estes últimos.

Avelino *et al.* (2011) avaliaram os cultivares VOLUMAX e AG2005 em três espaçamentos diferentes e os valores de MS da planta completa variaram de 26,58 a 44,85%, variação um pouco superior àquelas obtidas neste trabalho. Segundo McDonald *et al.* (1991), o teor de MS da planta é importante no processo de ensilagem, uma vez que este é fator determinante do tipo de fermentação que irá desenvolver dentro do silo.

Para fibra em detergente neutro do colmo (FDNc), os híbridos 1 (32,66%) e 11 foram agrupados juntamente com VOLUMAX (35,59%) e BRS 658 (37,75%). Já o outro grupo, com maiores valores de FDNc, incluem os demais híbridos, variando de 42,59% (híbrido 8) a 51,84% (híbrido 3).

Quanto à fibra em detergente neutro das folhas (FDNf), as médias de todos os híbridos e das testemunhas foram iguais, com valores entre 49,31 a 56,18%, resultado esperado dada a não significância do teste F. Os teores de FDNc e FDNf obtidos neste trabalho estão dentro dos limites recomendados para constituição das dietas. Para Van Soest (1994), os teores ideais de FDN devem ser inferiores a 60%, pois valores superiores constituem um fator limitante devido à redução da ingestão de matéria seca. Mertens (1993) complementa que essa redução ocorre devido o enchimento do rúmen e redução da taxa de passagem.

A FDN é o principal parâmetro utilizado para balanceamento da dieta dos ruminantes, nela é quantificada a fração total indigestível do alimento, ou seja, o somatório de celulose, hemicelulose e lignina (JÚNIOR *et al.*, 2007).

Os valores médios dos híbridos quanto à fibra em detergente ácido do colmo (FDAc) foram divididos em dois grupos. As menores médias foram do grupo dos híbridos 1 (14,28%) e 11 (16,24%), juntamente com as testemunhas Volumax (13,55%) e BRS 658 (15,28%). As maiores médias variaram de 19,74 a 25,67% no outro grupo com os híbridos restantes, mas ainda abaixo do limite máximo de 30% de FDA (PIONEER, 2019).

Para fibra em detergente ácidos das folhas (FDAf) apenas um grupo de médias homogêneas foi formado, resultado esperado dada a não significância do teste F. Os valores variaram de 14,4% (BRS 658) a 20,12% (híbrido 2). Os valores obtidos neste trabalho estão de acordo com os encontrados por Rodrigues *et al.* (2011) que relatam que os níveis ideais de FDA para as forragens estão em torno de 30% (bom consumo animal) e que níveis acima de 40% de FDA proporcionam

menor consumo pelo animal. Nesse contexto, os resultados comprovam a aptidão forrageira destes híbridos biomassa.

A FDA dos alimentos é utilizada para quantificar as frações insolúveis dos alimentos (celulose e lignina) por possuírem uma relação direta com a digestibilidade (ALVES, 2007).

Neto (2017) avaliou o valor nutricional das silagens do híbrido de sorgo BRS 610 em quatro estádios diferentes, em ordem crescente do número de dias até o corte, e os valores de FDA obtidos foram entre 24,4 e 27,9%. Já Machado (2009) avaliou três híbridos de sorgo em diferentes estágios de maturação e encontrou valores entre 32,16 e 35,06%. Ambos os autores encontraram valores mínimos superiores em relação menor teor FDA encontrado nesta pesquisa. Os valores de FDA e FDN variam de acordo com a época de colheita, local de plantio, híbridos utilizados, adubação, densidades de plantas, entre outros fatores, afetando diretamente a qualidade da forragem.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos resultados obtidos, ficou comprovada a aptidão forrageira dos híbridos biomassas avaliados pelas suas características agronômicas e bromatológicas iguais ou superiores às cultivares testemunhas. Deve-se dar destaque aos híbridos 1, 4, 8 e 11 que apresentaram elevados valores de PMV, valores FDAc e FDAf abaixo de 30% e, finalmente, FDNc e FDNf abaixo de 50%, podendo inclusive serem recomendados, previamente, para plantio na região.

Estes resultados são preliminares e, dada a possibilidade do comportamento diferencial dos híbridos quando cultivados em diferentes anos, locais e safras, novos ensaios devem ser conduzidos para verificar a estabilidade de comportamento dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. A.; FILHO, M. A.M.; SILVA, D, C. da; AZEVÊDO, D.M.M.R. **Avaliação de alimentos para ruminantes no nordeste do brasil.** Resumo. Terezina-PI. 2007.
- ANJOS, G. V. De S. dos, **Efeito da reensilagem e do uso de inoculante microbiano na silagem de sorgo.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. 40p.: Belo Horizonte, 2017
- ANUNCIAÇÃO, P.C., CARDOSO, L.D., QUEIROZ, V.A.V. MENEZES, C.B. de, CARVALHO, C.W.P. de, SANT'ANA, H.M.P., ALFENAS, R. de C.G. Consumption of a drink containing extruded sorghum reduces glycaemic response of the subsequent meal. **European Journal Nutrition** 57, 251–257. Fevereiro, 2018
- AOAC – Association of official analytical chemists. **Official Methods of Analysis.** 18.ed.Maryland: USA, 3000p. 2010.
- AVELINO, P. M.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L. DE; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C. DOS.; RESTLE, J. Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. **Revista Ciência Agronômica** Rev. Ciênc. Agron. vol.42 no.2, p. 534-541. Fortaleza, Junho, 2011.
- BATISTA, V. A. P.; BATISTA, V. Z. P.; MOREIRA, T. D. S.; BARROS, A. F. D. Agronomic and energetic potential of sorghum evaluated in two consecutive crops. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 22, n. 6, p. 1-9, 2018.
- BORÉM, Aluizio.; PIMENTEL, L.D.; PARRELLA, R.A da C. **Sorgo: do plantio a colheita.** – Viçosa, Minas Gerais: Ed.UFV. p.275, 2014.
- BORGES, F.J.S.; MOTA, K.A.B.; ARAUJO, I. P. de; AVELINO, P. M. de C.; PARRELLA, R.A. da C.; SILVA, L.C. Avaliação da aptidão forrageira de híbridos de sorgo biomassa no extremo norte do Tocantins. In: 10ª JICE - Jornada de Iniciação Científica e Extensão. (**Anais**) v. 10. p. 1-8. Palmas - TO, Outubro, 2019.
- BRITO, L. **Pesquisa mostra potencial do sorgo para produção de bioenergia.** Notícias/Governo do Tocantins. RURALTINS - Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins. 09 de Abril, 2018. Disponível em: <<https://ruraltins.to.gov.br/noticia/2018/4/9/pesquisa-mostra-potencial-do-sorgo-para-producao-de-bioenergia/>> Acesso em: 17/02/2020.
- BUSO, W. H. D. **Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal.** PUBVET, Londrina, V. 5, N. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.
- CARVALHO, A. L. S. **Seleção de genótipos de sorgo para produção de**

silagem. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, p.80, 2019.

CASTRO, E.; NIEVES, I. U.; RONDÓN, V.; SAGUES, W. J.; FERNÁNDEZ, M. T.; YOMANO, L. P.; YORK, S. W.; ERICKSON, J.; VERMERRIS, W. Potential for ethanol production from different sorghum cultivars. **Industrial Crops and Products**, v. 109, p. 367-373, 2017.

COELHO, A. M. **Seja o doutor do seu sorgo: informações agronômicas**, Piracicaba, n.100, 2002.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.

Acompanhamento da safra brasileira - grãos safra 2016/2017– 12º levantamento. Brasília, p. 1-158, Setembro, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=30>> Acesso em: 04/03/2020.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.

Acompanhamento da safra brasileira – grãos. V.7 SAFRA 2019/20- N.5 – Quinto levantamento, Brasília, p.1-29. Fevereiro, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>> Acesso em: 04/05/2020.

CORRÊA, C.E.S. **Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação.** (Dissertação, Mestrado), Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 121p, 1996.

CRUZ, C. D. **Genes Software** – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.11-37, 2001.

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A.S.; VORAGEN, A.J.; BERKEL, W. Sorghum grains as human food in Africa> relevance of content of starch na amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.5, n.5, p. 384-395, 2006.

DURÃES, F.O.M.; Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica. **Agroenergia em Revista.** Sorgo sacarino: Tecnologia Agrônômica e Industrial para Alimentos e Energia. Ano II, nº 3, Edição 3, Agosto, 2011.

DURÃES, N.N.L. **Heterose em sorgo sacro.** 2014. 96 p. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal de Lavras, 96 p., 2014.

EMBRAPA, Clima Temperado. **Indicações técnicas para o cultivo de milho**

e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2017/2018 e 2018/2019 / LXII
Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho; XLV Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo, Sertão, RS, 17 a 19 de julho de 2017. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo de Sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2011 Disponível em:
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82182/1/doencas.pdf>>
Acesso em :25/11/2019.

EMBRAPA, Milho e Sorgo. **Sorgo biomassa é ótima opção para geração de energia**. Agroenergia. – Brasília, DF. 18, Nov. 2014. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2246665/sorgo-biomassa-e-otima-opcao-para-geracao-de-energia>> Acesso em 17/03/2020.

FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVINDO, C.S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa Vol.38 n.11, p. 2111-2115, Novembro, 2009.

FOLTRAN, D.E.; **O sorgo-vassoura como alternativa agrícola regional**. Pesquisa & Tecnologia, ISSN: 2316-5146. vol. 9, n. 1, Jan-Jun, 2012.

FORTES, C.F.; EVARISTO, B.A.; PIMENTEL, L.D. Desempenho Agrônomo De Híbridos De Sorgo Biomassa Nas Condições Edafoclimáticas Do Tocantins. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 33, n.1, p.27-30, janeiro-março, 2018.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 11. ed. Piracicaba, SP: Nobel, p. 466, 1985.

IBGE. **Instituto Brasileiro de geografia e Estatísticas**. Pesquisa da Pecuária Municipal – Efetivo dos rebanhos – 2018. Disponível em:
<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>> Acesso em: 15/03/2020.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2015. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>, acesso em: 14/11/2019.

JÚNIOR, G. de L. M.; ZANINE, A. de M.; BORGES, I.; PÉREZ, J.R.O. **Qualidade da fibra na dieta dos ruminantes**. Ciência Animal. Viçosa-MG, 2007.

KOMAREK, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. J. Dairy Sci., v.76, supl.(1), p.250, 1993.

LANZA, A. L. L. **Avaliação forrageira do sorgo biomassa (brs 716) em diferentes épocas de corte e estratégias de adubação em cobertura**. Dissertação (Mestrado – Programa De Pós-Graduação Em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de São João Del-Rei, 63p. Sete Lagoas- MG, 2017.

LIMA, E. M. de, **Cinética de fermentação ruminal *in vitro*, cinética de degradação ruminal, comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade e partição da energia em ovinos alimentados com silagem de milho reensilados**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. p.118.: Belo Horizonte, 2019.

LOURENÇO JÚNIOR, J.B., DANTAS, J.A da, SILVA, A.V.da, MONTEIRO, E.M.M. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA. 1, 2004, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, p.83-100, 2004.

MACHADO, F. S. **Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. p.107. Belo Horizonte, 2009.

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C. de; MAY, A. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In : BORÉM, Aluizio et al. (Ed.). **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, p.275, 2014.

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, L.; RODRIGUES, J. A. S.; FONSECA, J. F. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Arquivo Brasileiro de medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62 n.3,p.747-751, 2010.

MANSO, M. P., **Sorgo: Morfologia e Fisiologia**. CEAGRA UFG, Grupo de Eestudo Agrônômico em Grãos e Algodão na Universidade Federal de Goiás (UFG). Publicada em 26 de março, 2015.

MARTINEZ, J.C., **Fontes alternativas de energia para bovinos leiteiros – parte 2**. Doutorado em Ciência Animal e Pastagens (ESALQ), em 31 de Novembro, 2007. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/fontes-alternativas-de-energia-para-bovinos-leiteiros-parte-2-40703n.aspx>> acesso em: 27/10/2019

MARTINO, H. S. D., ; CARDOSO, L. DE M., ; MORAES, E. A.,; SANT'ANA, H. M. P.,; QUEIROZ, V. A. V.,: **Por que utilizar o sorgo na alimentação humana?**. Capítulo 11, pag 95-114, Universidade Federal de Viçosa (UFV); Viçosa, MG, 2014.

MAY, A.; SILVA, D.D. da; SANTOS, F.C. dos. **Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, p.62, 2013.

MAY, A., Campanha, M.M., Silva, A.F., Coelho, M.A.O., Parrella, R.A., Schaffert, R.E., Pereira Filho, I.A., 2012, Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos ou populações de plantas. **Revista Brasileira de**

Milho e Sorgo, v.11, n.3, p.278-290, 2012

MAY, A.; FILHO, M. R. A.; RODRIGUES, J. A. S.; LANDAU, E. C.; PARRELA, R. A. C.; MASSAFERA, R. **Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, p.28, 2011.

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

MENEZES, C. B. de ; COELHO, A. M. ; SILVA, A. F., **É Possível Aumentar a Produtividade de Sorgo Granífero no Brasil?** Capítulo 4. In book: Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: livro de palestras. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, pp.106-139. Sete Lagoas – MG, Dezembro, 2018.

MERTENS, D.R. **Rate and extent of digestion**. Cap.2, p.14-51. In: Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism, Forbes, J.M.; France, J., eds. CAB International, Londres, 1993.

MOREIRA, L.R.; ERVILHA, J.D.C.; COUTINHO, J.G. **Caracterização fisiológica de sorgo sacarino em diferentes intensidades de irrigação**. v.15, n.2. Campos dos Goytacazes: Vértices, 2013.

NASCIMENTO, M. F.; CAMPOS, M. C. C.; SILVA, D. M. P. da.; MANTOVANELLI, B. C.; GOMES, R. P.; Avaliação de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na região amazônica, Brasil. **Revista Pesquisas Agrárias e Ambientais**. Nativa, Sinop, v.5, n.6, p.381-385, nov./dez, 2017.

NETO, A.R., TABOSA, J.N., MEGUEL, A.A. **Sorgo forrageiro: alternativa para a alimentação de rebanhos no Semiárido**. Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido. 127. ISSN 1809-0001. Petrolina-PE, Setembro, 2016.

NETO, O. de S. P., **Valor nutricional das silagens do híbrido do Sorgo BRS 610 em quatro estágios**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. 88p.: Belo Horizonte, 2017.

NEUMAN, M.; RESTLE, J.; ALVES, D. C. F.; BERNARDES, R. A. C.; CERDÓTES L.; PEIXOTO, L. A. DE O. Avaliação de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) quanto aos Componentes da Planta e Silagens Produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia** Rev. Bras. Zootec. vol.31 no.1 suppl.0 Viçosa Jan./Feb, 2002.

OLIVEIRA, I. C. M.; DAMASCENO, C. M. B.; PASTINA, M. M.; PARRELA, R. A. da C. **Desempenho Produtivo de Híbridos de Sorgo Biomassa do Programa de Melhoramento da Embrapa**. 17 p. : il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 187). Sete Lagoas- MG, Junho, 2019.

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

PARRELLA, R. A. C.; MENEZES, C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In : BORÉM, Aluizio et al. (Ed.). **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 275p, 2014.

PARRELLA, R. da .C.; .; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C.M.B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 23 p.: il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 28, ISSN 1679-0154; 28) Dezembro, 2010.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R.M.A.; CAMPOS, F. S. C.; Características agrônômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1771-1776, Outubro, 2013.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). 327p.: il.; 16 cm x 22 cm. Embrapa – Brasília, DF, 2015.

PEREIRA FILHO, I.; PARRELLA, R.; MOREIRA, J.; MAY, A.; SOUZA, V.; CRUZ, J. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 2, p. 118-127, 2013.

PEREIRA, G. De A.; PARRELLA, R. A. da C.; PARRELLA, N. N. N. L. D.; SOUSA, V. F.; SCHAFFERT, R. E.; COSTA, R. K. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: [s. n.], 2012.

PIONEER. **Análise bromatológica**. 2019. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/milho/silagem/analise-bromatologica>>. Acesso em: 19/04/2020.

RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. **Adução maximiza o potencial produtivo do sorgo**. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 119). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

RIBAS, P. M. Importância econômica. In: RODRIGUES, J.S. A. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 8. Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

ROCHA, D. D. D.; MOURA, S. M.; SILVA, R. A.; SANTOS, C. V. dos; SILVA,

C. H. T. e; PARRELLA, R. A. da C. **Influência da densidade de cultivo no perfilhamento de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO – “Milho e Sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar”. Bento Gonçalves – RS, 2016.

RODRIGUES, B.H.N.; ANDRADE, A.C.; MAGALHÃES, J.A. **Teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de cinco gramíneas tropicais irrigadas e adubadas em Parnaíba, Piauí**. Embrapa Meio-Norte - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio Norte, ISSN 1413-1455 ; 100). 20p.; 21 cm. Teresina, PI. Dezembro, 2011.

RODRIGUES, J. A. S. Sistemas de Produção Embrapa. **Cultivo de Sorgo**. 9ª edição, Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 9ª edição Julho, 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaold=8301&p_r_p_-996514994_topicold=9201> Acesso em: 26/02/2020

RODRIGUES, J. A. S.; MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do Sorgo**. 8. Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2, ISSN 1679-012X Versão Eletrônica. Outubro, 2012. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaold=3809&p_r_p_-996514994_topicold=3532> Acesso em: 13/03/2020.

ROSA, W.J. **Cultura do sorgo**. Emater, 2012. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL_TECNICO/a%20cultura%20do%20sorgo.pdf> Acesso em : 15/03/2020

SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. v. 1, p. 429-466. UFV. Viçosa- MG, 2005.

SANTOS, C. **Novas Alternativas de Teste de Agrupamentos Avaliados por meio de simulações Monte Carlo**. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. p.85, 2000.

SAWAAKI, E. ; FREITAS, R. S. de ; Sorgo-Vassoura de Porte Baixo IAC 10V50. **Informações Técnicas**. Tecnologia verde para produção de vassoura. v.70, 9 de Abril, 2018.

SEAGRO - SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E EQUICULTURA. **Suplemento alimentar é uma alternativa de nutrição de rebanho em**

períodos de seca. Palmas. 2017. Disponível em:
<<https://seagro.to.gov.br/noticia/2017/8/3/suplemento-alimentar-e-alternativa-para-nutricao-do-rebanho-no-periodo-de-seca/>>. Acesso em: 15/12/2019.

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B. *et al.* Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.146, p.169-174, 2008.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.370, 2000.

SILVA, M. de O. **Características agronômicas, aspectos nutricionais e fermentativos das silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench) cultivados em Araguaína, TO.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Tocantins. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia – EMVZ- Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. p.77. Araguaína, 2014.

SILVA, M. J. da; CARNEIRO, P. C. S.; CARNEIRO, J. E. de S.; DAMASCENO, C. M. B.; PARRELLA, N. N. L. D.; PASTINA, M. M.; SIMEONE, M. L. F.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. Evaluation of the potential of lines and hybrids of biomass sorghum. **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 379-385, 2018.

SIMEONE, M. L. F.; PARRELLA, R. A. da C.; MAY, A.; SCHAFFERT, R. E. Production and characterization of high-biomass sorghum pellet. **Brazilian Applied Science Review**. v. 2, n. 5, p. 1682-1695, 2018.

VALENTE, J. O. Introdução. In: VIANA, A. C. (Ed.). **Manejo cultural do sorgo para forragem.** (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica. 17). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.5-7. Abril, 1992.

VAN SOEST, P. J.; **Nutritional ecology of ruminant.** 2. Ed. Ithaca, New York : Cornell University, 476p. 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTTSON, J. B.; LEWIS, B. A. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.** *Journal of Dairy Science*, New York, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VENTURINE, T. **Caracterização da silagem de sorgo forrageiro AGRI 002E e utilização na alimentação de bovinos.** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Produção e Nutrição Animal. p.148, 2019.

VON PINHO, R. G.; FIORINI, I.V.A.; SANTOS, A.de O. Botânica. In : BORÉM, Aluizio *et al.* (Ed.). **Sorgo do plantio à colheita.** Viçosa: Editora UFV, 275p, 2014.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. **Cultura do Sorgo.** Lavras:

UFLA/FAEPE, p. 76, 2002.

WALL, J.S; ROSS, W.M. **Produccion Y usos del sorgo**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sul, 1975.

ZAGO, C.P. Silagem de Sorgo de Alto Valor Nutritivo. In: CRUZ, J.C. et al. (Ed.). **Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo**.1.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.519-544, 2001.

ZAGO, C.P. Utilização de Sorgo na alimentação de ruminantes. In: VIANA, A. C. (Ed.). **Manejo cultural do sorgo para forragem**. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica. 17). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.5-7, 1992.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Preparo da área; Adubação; Plantio



Fonte: Autoria própria

APÊNDICE B - Desbaste; Capina; Adubação de cobertura



Fonte: Autoria própria

APÊNDICE C - Coleta de dados; Análises morfológicas



Fonte: Autoria própria

APÊNDICE D - Corte das plantas; Análises bromatológicas



Fonte: Autoria própria