



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PIRANHAS
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

RAQUEL SOARES DA SILVA

**ACÚMULO DE BIOMASSA EM CULTIVARES DE SORGO SOB DUAS
DENSIDADES DE PLANTIO NO SERTÃO DE ALAGOAS**

PIRANHAS, AL

2021

RAQUEL SOARES DA SILVA

ACÚMULO DE BIOMASSA EM CULTIVARES DE SORGO SOB DUAS DENSIDADES
DE PLANTIO NO SERTÃO DE ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior em Engenharia Agrônoma,
do Instituto Federal de Alagoas, *Campus*
Piranhas, como requisito parcial para obtenção
de grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Ênio Gomes Flôr Souza
Coorientadora: Prof.^a Me. Ellen Abreu da Cruz

PIRANHAS, AL

2021



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Piranhas
Biblioteca Tabetiã Cacilda Damasceno Freitas

Silva, Raquel Soares da.

Acúmulo de biomassa em cultivares de sorgo sob duas densidades de plantio no sertão de Alagoas / Raquel Soares da Silva. – 2021.

1CD-ROM: il., col. (1 arquivo, 1.328 KB).

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 37 folhas, acondicionado em caixa acrílica (12,5 cm x 14 cm).

Trabalho de Conclusão de curso (graduação em Engenharia Agrônômica) - Instituto Federal de Alagoas, *Campus Piranhas*, Piranhas, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Ênio Gomes Flôr Souza.

1. *Sorghum bicolor*. 2. Moench Forragem. 3. Espaçamento. 4. Sequeiro. 5. Semiárido estado de Alagoas.

I. Título.

CDD: 633.62

Fabio Fernandes Silva
Bibliotecário – CRB- 4/2302

RAQUEL SOARES DA SILVA

ACÚMULO DE BIOMASSA EM CULTIVARES DE SORGO SOB DUAS DENSIDADES
DE PLANTIO NO SERTÃO DE ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior em Engenharia Agrônoma,
do Instituto Federal de Alagoas, *Campus*
Piranhas, como requisito parcial para obtenção
de grau de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em: 14 / 10 / 2021

BANCA EXAMINADORA

Ênio Gomes Flôr Souza

Prof. Dr. Ênio Gomes Flôr Souza (Orientador)
Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Piranhas

Gilberto da Cruz Gouveia Neto

Prof. Dr. Gilberto da Cruz Gouveia Neto
Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Santana do Ipanema

André Pereira Freire Ferraz

Prof. Dr. André Pereira Freire Ferraz
Universidade Federal de Rondonópolis – UFR
Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas – ICAT

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me dado saúde durante essa trajetória, e aos meus pais, Renildo Tertuliano da Silva e Jandira Soares Pereira da Silva, por todo apoio, inspiração e perseverança por toda a minha vida, sendo a base de tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, pelas oportunidades que pôs no meu caminho e por confiar a mim coisas que eu nunca imaginaria.

Aos meus pais, Renildo Tertuliano da Silva e Jandira Soares Pereira da Silva, por todo apoio, carinho, ensinamentos e dedicação por todo o período da graduação e durante a vida.

À minha irmã, Raquiane Soares da Silva, pelos momentos de descontração.

Ao meu namorado, hoje esposo, Mário Soares Simões, por toda ajuda nos momentos que precisei de apoio, sempre me lembrando que ia dar tudo certo e que eu tinha/tenho sim capacidade de enfrentar tais barreiras.

À minha cunhada, Márcia por toda ajuda.

À minha prima, Jéssica Alves, pelo apoio e trocas de experiências nessa jornada.

Ao meu amigo de todas as horas, desde 2014, Cássio Laurentino Veloso.

Às amigas que a vida me deu, Fernanda Barbosa, Ranniele Luíza Ventura da Silva, Amanda Cibele da Paz Sousa e Silmara Honorato, por todo apoio emocional tão necessário. A todos amigos que fizeram parte indiretamente em minha vida acadêmica. Aos colegas Weldo e Felipe, grata pela ajuda.

À minha turma de Engenharia Agrônômica, Amanda, Cássio, Dalbert, Denisson, Jailson, Ialy, Magna e Ranniele, sempre presente nos bons e maus momentos.

À galera do Grupo de Estudos de Produção Agrícola de Xingó (GEPAX), Thiago, Dalbert, Winandy e Maria Amanda, essa conquista só foi possível com apoio de vocês.

Ao meu orientador e professor, Dr. Ênio Gomes Flôr Souza, e à minha coorientadora, Prof.^a Me. Ellen Abreu da Cruz, pelo tempo de orientação, que duraram anos e incentivo para meu crescimento profissional, pela confiança em meu trabalho, por todos os valiosos ensinamentos e por sempre estarem dispostos a ajudar.

A todos os professores que estiveram presentes nessa caminhada, os quais contribuíram profissionalmente.

À Banca Examinadora, na pessoa do Prof. Dr. Gilberto Neto e do Prof. Dr. André Ferraz, agradeço pelas contribuições para o enriquecimento do trabalho.

Agradeço, imensamente, ao Instituto Federal de Alagoas (IFAL), pela formação acadêmica. Orgulho-me muito de pertencer a esta instituição.

A todos que, de uma maneira ou outra, estiveram ao meu lado nessa trajetória, incentivando, dando conselhos e compartilhando sabedorias.

Aos que mesmo não citados aqui, estiveram presentes nessa fase, de alguma forma, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Na região do oeste alagoano, há um entrave na produção de alimentos para os animais: baixa produtividade, resultando em pouco estoque de ração para o período de estiagem, a qual pode durar meses ou anos. Tratando-se dessa questão, se faz necessário o estudo sobre diferentes cultivares de sorgo que possibilitem ao produtor a utilização de materiais genéticos que melhor se desenvolvam em sua propriedade. Há também a importância da análise de densidades de plantio, de modo a favorecer maiores crescimento e produtividade à cultura. Neste sentido, objetivou-se avaliar o acúmulo de biomassa de cultivares de sorgo produzidas em duas densidades de plantio no Sertão de Alagoas. O experimento foi realizado no campo experimental do Instituto Federal de Alagoas, *Campus Piranhas*, em cultivo de sequeiro, entre junho e setembro de 2019, sob delineamento em blocos ao acaso, com tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro cultivares de sorgo, sendo três forrageiras (BRS Ponta Negra, IPA 467 e Chopper) e uma granífera (IPA 1011), e duas densidades de plantio: 187,5 mil plantas ha⁻¹ (três plantas por cova a cada 0,20 m) e 250 mil plantas ha⁻¹ (duas plantas por cova a cada 0,10 m). No estágio de grãos pastosos/farináceos, foram avaliadas: massas fresca e seca de folhas, colmo, panícula e total; porcentagem de massa seca e produtividades de massas fresca e seca. As densidades de plantio não influenciaram o acúmulo de biomassa da parte aérea das cultivares de sorgo. Os acúmulos médios de massa seca atingiram 27,47 g planta⁻¹ no colmo, 17,20 g planta⁻¹ nas folhas e 7,45 g planta⁻¹ na panícula. As cultivares BRS Ponta Negra e IPA 467 obtiveram os maiores valores totais de massas fresca e seca, enquanto a Chopper e a IPA 1011 acumularam mais biomassa de panícula que as demais. As produtividades de massa fresca foram de 42,84 t ha⁻¹ (BRS Ponta Negra), 39,95 t ha⁻¹ (IPA 467), 28,85 t ha⁻¹ (IPA 1011) e 23,41 t ha⁻¹ (Chopper), com porcentagem média de massa seca de 28,81 %. Em ambas as densidades de plantio estudadas, as cultivares BRS Ponta Negra, IPA 467 e IPA 1011 constituíram materiais genéticos de elevado potencial de produção de biomassa nas condições edafoclimáticas do Sertão de Alagoas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Forragem. Espaçamento. Sequeiro. Semiárido.

ABSTRACT

In the western region of Alagoas, there is an obstacle in the production of food for animals: low productivity, resulting in few stocks of feed for the dry season, which can last for months or years. Dealing with this issue, it is necessary to study different sorghum cultivars that enable the producer to use genetic materials that best develop in his property. There is also the importance of the analysis of planting densities, in order to favor greater growth and productivity to the culture. Therefore, the objective was to evaluate the biomass accumulation of sorghum cultivars produced at two planting densities in the western region of Alagoas. The experiment was conducted in the experimental field of the Federal Institute of Alagoas, Piranhas *Campus*, in dryland cultivation, between June and September 2019, under randomized block design, with treatments arranged in a 4 x 2 factorial scheme, with four repetitions. The treatments consisted of four sorghum cultivars, three forage (BRS Ponta Negra, IPA 467, and Chopper) and one grain (IPA 1011), and two planting densities: 187.5 thousand plants ha⁻¹ (three plants per pit every 0.20 m) and 250 thousand plants ha⁻¹ (two plants per pit every 0.10 m). At the pasty/farinaceous grain stage, the following were evaluated: fresh and dry masses of leaves, stem, panicle, and total; percentage of dry mass; and productivity of fresh and dry mass. The planting densities did not influence the aboveground biomass accumulation of the sorghum cultivars. The average dry mass accumulation reached 27.47 g plant⁻¹ in the stem, 17.20 g plant⁻¹ in the leaves and 7.45 g plant⁻¹ in the panicle. The cultivars BRS Ponta Negra and IPA 467 obtained the highest total values of fresh and dry mass, while Chopper and IPA 1011 accumulated more panicle biomass than the others. The fresh mass yields were 42.84 t ha⁻¹ (BRS Ponta Negra), 39.95 t ha⁻¹ (IPA 467), 28.85 t ha⁻¹ (IPA 1011) and 23.41 t ha⁻¹ (Chopper), with an average dry mass percentage of 28.81 %. In both planting densities studied, the cultivars BRS Ponta Negra, IPA 467 and IPA 1011 constituted genetic materials of high potential for biomass production in the edaphoclimatic conditions of Alagoas.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Forage. Spacing. Dryland. Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Valores médios de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) entre 11 de junho e 9 de setembro de 2019, em Piranhas, Sertão de Alagoas	18
Figura 2 – Croqui da parcela experimental e área útil do experimento com cultivares de sorgo no Instituto Federal de Alagoas, em Piranhas, Sertão de Alagoas	19
Figura 3 – Plantio das cultivares de sorgo no Instituto Federal de Alagoas, <i>Campus</i> Piranhas, em Piranhas, Sertão de Alagoas	20
Figura 4 – Adubações manuais realizadas na cultura do sorgo aos 20 (A) e 40 (B e C) dias após o plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	21
Figura 5 – Capinas manuais realizadas na cultura do sorgo aos 15 (A) e 45 (B) dias após o plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	22
Figura 6 – Colheita das plantas de sorgo no estágio de grãos pastosos/farináceos aos 90 dias após o plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	23
Figura 7 – Divisão das plantas de sorgo em folhas mortas, vivas, panícula e colmo (A) para pesagem da massa fresca (B) em Piranhas, Sertão de Alagoas	23
Figura 8 – Pesagem da massa seca de colmos (A), folhas (B) e panículas (C) de sorgo em Piranhas, Sertão de Alagoas	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análises químicas do solo da área experimental do sorgo (profundidade de 0, 20 m), no inverno de 2019, em Piranhas, Sertão de Alagoas	20
Tabela 2 – Resumo da análise de variância (valores de F) para massas frescas de colmo (MFC); de folhas vivas (MFFV), mortas (MFFM) e total (MFFT); panícula (MFP) e total (MFT) de cultivares de sorgo em função de densidades de plantas em Piranhas, Sertão de Alagoas	25
Tabela 3 – Médias de massas frescas de colmo (MFC); de folhas vivas (MFFV) e totais (MFFT); panícula (MFP) e total (MFT) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	26
Tabela 4 – Valores médios de massa fresca de folhas mortas de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	27
Tabela 5 – Resumo das análises de variância (valores de F) para massas secas de colmo (MSC), folhas (MSF), panícula (MSP) e total (MST) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	28
Tabela 6 – Valores médios de massas secas de colmo (MSC), folhas (MSF), panícula (MSP) e total (MST) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	28
Tabela 7 – Resumo das análises de variância (valores de F) para produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS) e porcentagem de massa seca (%MS) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	29
Tabela 8 – Médias de produtividades de massa verde e de massa seca de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	IMPORTÂNCIA DO SORGO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	13
2.2	CULTIVARES DE SORGO	15
2.3	DENSIDADES DE PLANTIO	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	18
3.2	DELINEAMENTO, TRATAMENTOS E UNIDADE EXPERIMENTAL.....	19
3.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	19
3.4	VARIÁVEIS AGRONÔMICAS	22
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, é de importância ímpar para a região Semiárida do Brasil, partindo do ponto de que grande parte dos produtores/pecuaristas não tem acesso à água de irrigação e, assim, cultivam forragens apenas em sequeiro (período das águas). O sorgo completa seu ciclo com menos água quando comparado a outras forrageiras, apresentando ótimo desempenho agrônômico.

Essa cultura apresenta quatro tipos, sendo eles: vassoura, sacarino, forrageiro e granífero. Cada um apresenta características particulares, apesar de que podem proporcionar dupla aptidão, como é o caso de cultivares sacarinas/forrageiras, que oferecem características ótimas para produção de etanol e alimentação animal.

O sorgo granífero é um dos tipos mais utilizados em todo o Brasil. Dispor de grãos de sorgo na alimentação animal possibilita uma menor despesa na produção nas formulações de rações para animais, principalmente aves e suínos, por ser possível substituir o milho. Além disso, há a dispensa da moagem no uso do sorgo granífero, outro ponto favorável. O sorgo forrageiro é bastante explorado, principalmente na região Nordeste. O sorgo forrageiro, assim como o sorgo sacarino, também pode ser utilizado como forragem verde ou silagem para alimentar ruminantes, como bovinos, ovinos e caprinos. Dessa forma, o estudo das cultivares de sorgo tem aumentado nos últimos anos devido à busca por fatores como adaptabilidade, precocidade e elevados índices de produtividade de massas fresca e seca.

Com o avanço da agricultura, milhões de hectares foram e estão sendo desmatados, e uma das formas de controlar esse avanço invasivo na natureza é adensar as culturas com o objetivo de aumentar ainda mais a produção por área. A redução dos espaçamentos entre plantas possibilita maiores densidades de cultivo, com consequentes aumentos de produtividade, porém pode trazer maiores exigências, sendo elas de recursos de solo, nutrientes, água e/ou luz.

O estudo das densidades aplicado à cultura do sorgo é totalmente viável, pois sua arquitetura contribui na redução dos espaçamentos, diferentemente de outras forrageiras, que necessitam de um espaço mais amplo para seu completo desenvolvimento, como é o caso do milho para grão. No sorgo, mesmo tendo cultivares graníferas dentre seus tipos, ainda será possível adensar e obter altas populações.

Se faz notória a importância de se realizar trabalhos como este, em regiões do oeste alagoano, mais precisamente na região do Alto Sertão, pois, até o momento, pouca tecnologia é empregada nos cultivos, resultando em baixas produções e consequentemente na falta de suporte de forragem ao produtor durante todo o ano e, ainda, nos possíveis anos de seca

prolongada. Além disso, grande parte dos produtores da região Semiárida possuem áreas pequenas, necessitando produzir na época chuvosa para armazenar e alimentar os animais durante os meses de seca, que podem se prolongar a depender do ano. O cultivo do sorgo agregado às técnicas agronômicas corretas e demanda hídrica atendida, garantirá ao agricultor forragem de qualidade para seus animais.

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o acúmulo de biomassa de cultivares de sorgo produzidas em duas densidades de plantio no Sertão de Alagoas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA DO SORGO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A cultura do sorgo pertence à família *Poaceae*, gênero *Sorghum* e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor* (L.) Moench. É originária de regiões de clima tropical, provavelmente da África, mas algumas evidências indicam que possa ter ocorrido em dois locais de dispersão distintos: África e Índia. A planta não suporta baixas temperaturas e, por isso, no Brasil, é cultivada em regiões e situações de temperaturas médias acima de 20 °C (PERAZZO, 2012).

O Semiárido brasileiro apresenta como fator de destaque o clima, que é limitante para os demais fatores que compõem a paisagem. É caracterizado principalmente pelas frequentes secas que podem ser pela ausência, escassez, alta variabilidade espacial e temporal de chuvas (SANTOS, 2016).

No Semiárido brasileiro, o cultivo é realizado em condições bem específicas, o sorgo é produzido principalmente em regime de sequeiro. A precipitação anual pode ser igual ou inferior a 800 mm, porém com chuvas irregulares no período de chuvas de cada localidade. O risco da falta de água é alto e o sorgo é uma alternativa mais segura, pois é atingida pelo déficit hídrico com menos intensidade quando comparada a outras culturas, como o milho (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011; ELIAS *et. al.*, 2016). Se tratando mais especificamente do Sertão alagoano, o regime de chuvas é tido como insuficiente para forrageiras de alto porte, utilizadas diariamente na alimentação dos animais. Tendo esta problemática, é necessário o uso na região de forragens que tolerem a escassez hídrica, como é o caso da cultura do sorgo.

A cultura do sorgo caracteriza-se como uma forrageira bastante resistente à desidratação, graças ao seu conjunto de raízes fibrosas e com grande extensão, podendo chegar a 1,5 m de profundura, com ritmo de transpiração efetivo e perfil foliar de planta xerófita, enquanto a cerosidade e a inexistência de pilosidade permitem a redução da perda de água pela planta (FONTES; MOURA FILHO, 1979). Isso se dá pelo fato de que a cultura possui mecanismo fotossintético de gramíneas tropicais C4, garantindo melhor adaptação à escassez hídrica por meio da sua fisiologia que tolera tal economia de água.

A cultura do sorgo possui os seguintes atributos morfológicos: colmo ereto, com suporte em um sistema radicular muito resistente, com raízes seminais e adventícias, possuindo também folhas alternadas, compostas por bainha e lâmina foliar com origem nos nós individuais, cujo número de folhas varia de 7 a 30 e a inflorescência é chamada de panícula, a

qual possui eixo central, onde dá origem as ramificações primárias, secundárias e terciárias. Nas ramificações finais localizam-se os racemos ou espiguetas, podendo ser a panícula compactada ou aberta (SANTOS *et al.*, 2021).

Para o seu completo desenvolvimento, o sorgo passa por três estádios de crescimento (EC). O EC1 acontece no espaço entre a germinação e diferenciação de panícula, sendo importante que ocorra de forma rápida. A EC2 vai desde o início da panícula até o florescimento, dependendo do fotoperíodo para ultrapassar as transições das plantas. Sendo a planta de sorgo de dias curtos, é possível que se obtenha altos rendimentos, ótimas áreas foliares e eficiência no sistema radicular. A EC3 é a última fase de crescimento e finaliza na maturação fisiológica dos grãos (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2008).

Nas últimas décadas, o sorgo vem ganhando destaque na agropecuária brasileira, por ser uma cultura que possui alto potencial energético, elevada digestibilidade, alta produtividade e ótima adaptação aos ambientes mais desfavoráveis. Por ser uma gramínea que se sobressai quando é comparada com outras espécies, é utilizada para diversos fins, como corte para servir no cocho, silagem, pastejo, diversas rações para animais e também para o consumo humano (SILVA *et al.*, 2021). A cultura surgiu no Nordeste brasileiro como uma alternativa de alta eficiência, oferecendo menor risco de perda em regiões em que as condições chuvosas reduzem a produção agrícola (PERAZZO, 2012). A cultura apresenta características agrônomicas benéficas, tais como: rusticidade, se adequando a diferentes ambientes onde outras culturas não se estabeleceriam; tolerância ao déficit hídrico e a altas temperaturas, menor custo de produção e alta produtividade (LANDAU; NETTO, 2015). Além da sua versatilidade e fácil adaptação a diferentes locais de produção, o sorgo vem se tornando uma alternativa ao plantio de milho por oferecer similar valor nutritivo (CHIELLE *et al.*, 2013).

Desse modo, a cultura representa um dos principais suportes forrageiros para a pecuária nas áreas sujeitas a déficits hídricos, principalmente naquelas inseridas no Semiárido do Nordeste, uma vez que apresenta, nessas condições, elevado potencial de produção de matéria fresca e seca (CUNHA, 2012). Além disso, são utilizadas atualmente cultivares que já passaram por um processo de melhoramento para atender as necessidades agrícolas, nutricionais e econômicas até se tornarem um dos cereais mais plantados no Brasil (MENEZES *et al.*, 2015).

2.2 CULTIVARES DE SORGO

Para a utilização das cultivares de sorgo que existem e são produzidas no Nordeste, foi necessário um ponto inicial para pesquisar seu comportamento, como adaptação às condições climáticas, comportamento em diversas densidades de plantio, logo apresentando vantagens como a tolerância ao déficit hídrico, reciclagem de nutrientes, sistema radicular profundo, menor exigência em fertilidade do solo e possuir rebrota (CUNHA, 2012).

Entre os grupos de sorgo mais cultivados, o do tipo granífero apresenta dupla aptidão, pois algumas características vão variar de acordo com as cultivares ou híbridos, graças ao melhoramento genético, podendo alterar em função do ciclo e precocidade, porte, tolerância ao clima e ao ataque de nematoides, perfilhamento e rebrota, produção de massa seca e de grãos, entre outras (ARAÚJO; SILVA, 2019). Já o sorgo forrageiro apresenta característica de alta produção de massa fresca/seca por hectare, no entanto com menor produtividade de grãos (cerca de 10 % do total da planta é grão) (ARAÚJO; SILVA, 2019). Se tratando do sorgo granífero, seus grãos possuem em diferencial a alta quantidade de carboidratos, melhorando a qualidade do alimento, podendo ser em silagens.

A cultivar BRS Ponta Negra é uma variedade adaptada à região Semiárida do Nordeste, tolerante à seca, altura média de 2,20 m e produtividade de massa fresca que pode atingir valores superiores a 50 t ha⁻¹ (SANTOS *et al.*, 2007). O sorgo IPA 467 é considerado uma cultivar sacarina de elevada produção de biomassa para corte e silagem, podendo atingir 3,50 m de altura e produtividade de massa seca de 15 t ha⁻¹ (IPA, 2020). A cultivar Chopper é um híbrido de sorgo para silagem, com grãos brancos e ausência de tanino (AGRANDA SEMENTES, 2020). A variedade IPA 1011 é uma cultivar granífera com altura média de 1,70 m e elevada produtividade de grãos (1,5-3,0 t ha⁻¹) (SEAGRI-AL, 2008).

Há no mercado uma grande variedade de genótipos de sorgo, com isso pesquisas são essenciais para a caracterização agrônômica desses materiais, proporcionando uma recomendação mais adequada às condições edafoclimáticas do local onde será cultivado.

2.3 DENSIDADES DE PLANTIO

No manejo cultural do sorgo são utilizadas técnicas, como o uso cultivares de ciclo rápido, diminuição do espaçamento tanto entre linhas, quanto entre plantas e ainda aumento da densidade de plantio. As sementeiras adensadas incrementam a captação de luz pelas plantas, porém a depender do nível de adensamento pode ocorrer morte das folhas inferiores devido a

baixa quantidade de luz interceptada (PEERZADA *et al.*, 2016). Pereira Filho *et al.* (2013) sugeriram novos trabalhos envolvendo arranjos espaciais (espaçamentos e densidades de plantas por área), visando analisar altura de plantas e ponto de máxima produtividade física para a produção de biomassa (fresca e seca).

Assim, a elevação na produção em função do adensamento pode se dar basicamente, devido às características fenológicas dos genótipos testados, ou seja, demonstrar maior adaptabilidade à maior densidade provavelmente devido ao seu menor porte e ciclo mais precoce. Tais fatores podem contribuir para melhor distribuição de fotoassimilados pelos componentes da planta (AVELINO *et al.*, 2011).

Segundo Coelho *et al.* (2002), o manejo cultural na semeadura visa a obtenção de ótima população de plantas e excelente distribuição espacial das plantas entre e dentro da linha de plantio, para maximizar o desempenho da cultura, sem tanto custo adicional, indicando que a densidade de semeadura é um componente importante do sistema de produção, sendo esta função da cultivar e da disponibilidade hídrica e/ou de nutrientes. De maneira geral, conforme os mesmos autores, há tendência de aumento de produtividade da cultura em condições de espaçamento reduzido entre linhas, associado a maiores densidades populacionais, por mostrar vantagens potenciais quanto ao aumento na eficiência de utilização de luz solar, água, nutrientes e melhor controle de plantas daninhas.

Em suas pesquisas, Albuquerque *et al.* (2010) estudaram arranjos de plantas, cultivares de sorgo sacarino (BRS 506 e BRS 507) e quatro densidades de semeaduras associadas a quatro espaçamentos entre fileiras, verificando que a redução do espaçamento provoca maior produtividade de massa fresca (média de 32,62 t ha⁻¹) e reduz a altura das plantas (2,16 m em média) em função do local de cultivo.

A eficácia de uma planta em adaptar-se a diferentes densidades populacionais irá depender do potencial genético da cultivar, em que cada variedade responde de forma diferente ao manejo empregado, de forma que, alguns genótipos têm a capacidade de comportar elevados índices produtivos em função da capacidade de exploração de recursos como: luminosidade, boa nutrição, captação de água e etc. Outra característica importante a ser levada em consideração, é a capacidade de competição da variedade, que permite a planta, elevada tolerância as altas densidades populacionais, aumentando o rendimento por área (ALVAREZ *et al.*, 2006).

No entanto, a escolha da densidade ideal de semeadura e melhor arranjo de plantas na área, está também relacionado aos índices produtivos da cultura do sorgo. Conforme Baumhardt e Howell (2006), a densidade de semeadura de sorgo sofre variação em função do ciclo da cultivar e de condições de umidade da região. Contudo, os menores espaçamentos entre

linhas da cultura podem proporcionar maior eficiência na absorção de água, em função da competição das plantas nas linhas de plantio (PHOLSEN; SUKSRI, 2007).

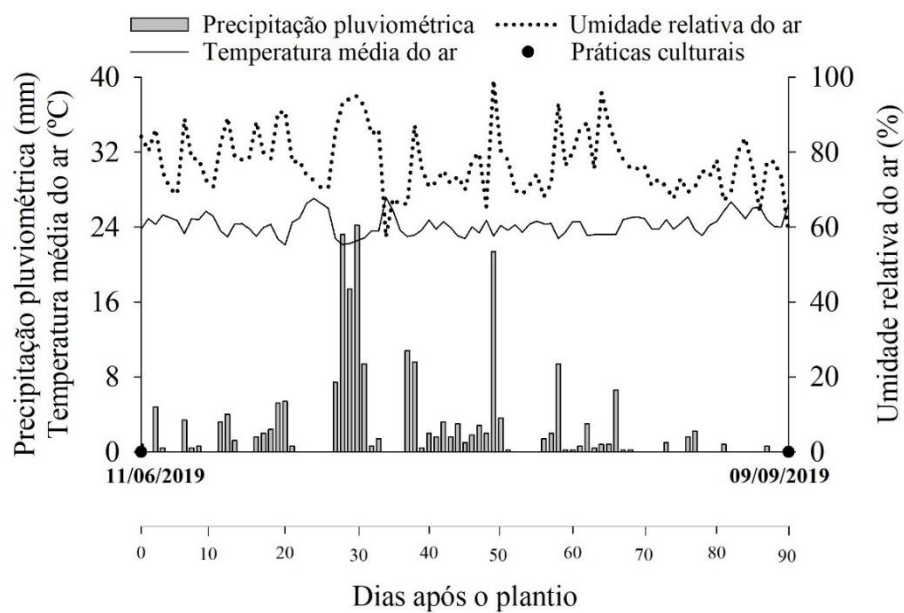
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em campo, no período de junho a setembro de 2019 (período chuvoso), na área experimental do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), localizado no município de Piranhas, Alto Sertão do Estado de Alagoas, Semiárido brasileiro (9° 37'22,42" Sul, 37°46'1,51" Oeste; 178 m de altitude). De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Piranhas é BSh, tropical, semiárido, com estação chuvosa entre abril e julho, precipitação média anual de 492,2 mm, umidade relativa em torno de 74,4 % e temperatura média do ar variando entre 23,5 °C e 28,2 °C (SANTOS *et al.*, 2017).

Ao longo do experimento, os dados meteorológicos médios de temperatura do ar foram de 24,2 °C, a umidade relativa do ar foi de 77,6 % e a precipitação pluviométrica acumulada foi de 216,6 mm (Figura 1), os quais foram obtidos por meio de uma estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada no Ifal, *Campus Piranhas*.

Figura 1 – Valores médios de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) entre 11 de junho e 9 de setembro de 2019, em Piranhas, Sertão de Alagoas



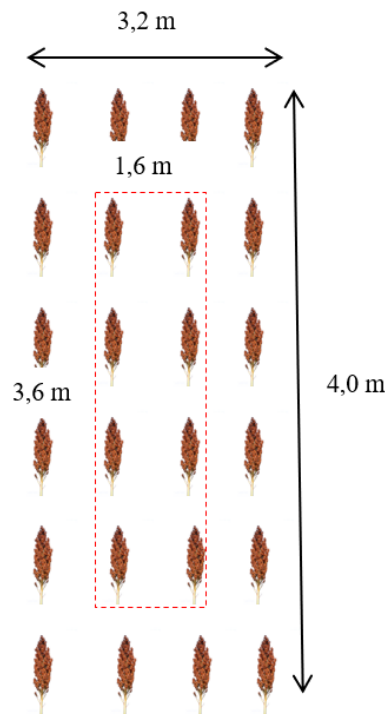
Fonte: Silva, 2021.

3.2 DELINEAMENTO, TRATAMENTOS E UNIDADE EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro cultivares de sorgo, três forrageiras (BRS Ponta Negra, IPA 467 e Chopper) e uma granífera (IPA 1011), com duas densidades de plantio: 187,5 mil plantas ha⁻¹ e 250 mil plantas ha⁻¹.

Cada parcela foi constituída por quatro linhas de quatro metros de comprimento e com 0,80 m de espaçamento entre si (12,80 m²). As duas linhas centrais, descartando-se 0,20 m de cada extremidade, foram consideradas como área útil da parcela (5,76 m²), como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Croqui da parcela experimental e área útil do experimento com cultivares de sorgo no Instituto Federal de Alagoas, em Piranhas, Sertão de Alagoas



Fonte: Silva, 2021.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para o preparo do solo, foram realizadas duas gradagens cruzadas a uma profundidade média de 0,20 m. Em seguida, as parcelas experimentais foram demarcadas e sulcos foram abertos para a semeadura manual do sorgo (Figura 3), no dia 11 de junho de 2019, colocando de seis a oito sementes por cova.

Aos 15 dias após o plantio (DAP), foi realizado o desbaste de acordo com as diferentes densidades de plantio: 187,5 mil plantas ha⁻¹ (três plantas por cova a cada 0,20 m) e 250 mil plantas ha⁻¹ (duas plantas por cova a cada 0,10 m).

Figura 3 – Plantio das cultivares de sorgo no Instituto Federal de Alagoas, *Campus Piranhas*, em Piranhas, Sertão de Alagoas



Fonte: Silva, 2021.

O solo da área experimental apresentou 812 g kg⁻¹ de areia, 3 g kg⁻¹ de silte e 185 g kg⁻¹ de argila. A adubação foi realizada conforme adaptação das recomendações de Tabosa, Tavares Filho e Brito (2008), a partir dos resultados de análise de solo realizada antes do plantio (Tabela 1). A primeira adubação de cobertura aconteceu aos 20 DAP, na dosagem de 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e a segunda aos 40 DAP, na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia (Figura 4). A relação Ca/Mg estava adequada e não foi necessária adubação com fósforo e potássio devido aos altos teores presentes no solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Análises químicas do solo da área experimental do sorgo (profundidade de 0, 20 m), no inverno de 2019, em Piranhas, Sertão de Alagoas

P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H+Al
mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				
220,00	0,43	10,80	3,50	0,13	0,00	1,76
pH	CE*	MO*	Cu	Fe	Mn	Zn
H ₂ O	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³			
6,70	0,98	16,20	1,00	122,30	90,90	16,80

*Extratores – P, K e Na: Mehlich (HCl + H₂SO₄); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: KCl 1 mol L⁻¹. CE – condutividade elétrica; MO – matéria orgânica

Figura 4 – Adubações manuais realizadas na cultura do sorgo aos 20 (A) e 40 (B e C) dias após o plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas



Fonte: Silva, 2021.

Durante a condução do experimento, o controle de plantas daninhas foi realizado por meio de duas capinas manuais, aos 15 e 45 DAP (Figura 5). Não foi verificada a ocorrência de pragas e doenças.

Figura 5 – Capinas manuais realizadas na cultura do sorgo aos 15 (A) e 45 (B) dias após o plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas



Fonte: Silva, 2021.

3.4 VARIÁVEIS AGRONÔMICAS

No dia 9 de setembro de 2019 (90 DAP), em que o sorgo se apresentava no estágio de grãos pastosos/farináceos (E8), foram avaliadas as seguintes características: massa fresca e seca de colmo, folhas, panícula e total (g planta^{-1}), as quais foram obtidas com a pesagem de dez plantas da área útil – colhidas aleatoriamente na fileira (Figura 6) e fracionadas de acordo com o órgão da planta (Figura 7). Para avaliar as folhas mortas, foram consideradas aquelas com 50 % ou mais do limbo foliar sem coloração esverdeada. Após o fracionamento as estruturas das plantas foram pesadas antes e depois da secagem em estufa de circulação forçada de ar (Figura 8), regulada à temperatura de 65 °C; a porcentagem de massa seca (%), razão entre a massa seca total e a massa fresca total, multiplicado por 100; produtividades de massas fresca e seca (t ha^{-1}), estimadas a partir da multiplicação das médias de massas fresca e seca por planta pela densidade final de plantas na parcela.

Figura 6 – Colheita das plantas de sorgo no estágio de grãos pastosos/farináceos aos 90 dias após o plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas



Fonte: Silva, 2021.

Figura 7 – Divisão das plantas de sorgo em folhas mortas, vivas, panícula e colmo (A) para pesagem da massa fresca (B) em Piranhas, Sertão de Alagoas



Fonte: Silva, 2021.

Figura 8 – Pesagem da massa seca de colmos (A), folhas (B) e panículas (C) de sorgo em Piranhas, Sertão de Alagoas



Fonte: Silva, 2021.

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (Teste F a 5 % de probabilidade) por meio do programa estatístico Sisvar, Versão 5.6 (FERREIRA, 2011), aplicando-se o teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, para comparar as médias dos tratamentos, quando o Teste F foi significativo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para massa fresca de colmo, folhas vivas, folhas mortas, folhas totais, panícula e total estão dispostas na Tabela 2. Para a massa fresca de folhas mortas, ocorreu interação entre cultivares de sorgo e densidades de plantio. Houve efeito isolado das cultivares nas demais características e o tratamento densidades não as influenciou. Este resultado pode ter se dado pelo fato de que as densidades de plantio estudadas não promoveram competição intraespecífica, o que poderia afetar negativamente a produção de fotoassimilados (TAIZ; ZEIGER, 2004). Terra *et al.* (2010), avaliando desenvolvimento e produtividade do sorgo em função de densidades de plantio, obtiveram maiores resultados nos tratamentos com menor densidade de plantio. Assim, observa-se que nem sempre o adensamento será a melhor estratégia agronômica.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância (valores de F) para massas frescas de colmo (MFC); de folhas vivas (MFFV), mortas (MFFM) e total (MFFT); panícula (MFP) e total (MFT) de cultivares de sorgo em função de densidades de plantas em Piranhas, Sertão de Alagoas

Causas de variação	GL	Valores de F					
		MFC	MFFV	MFFM	MFFT	MFP	MFT
Blocos	3	8,72**	1,03 ns	8,17**	0,91ns	4,49*	4,05*
Cultivares (C)	3	26,40**	12,05**	1,17ns	12,79**	19,15**	13,13**
Densidades (D)	1	0,41ns	0,57ns	0,002ns	0,55ns	0,00ns	0,48ns
C x D	3	0,39ns	0,40ns	4,91*	0,15ns	2,017ns	0,31ns
CV (%)		23,75	31,56	15,92	23,81	35,55	21,64
Média geral (g planta ⁻¹)		83,20	30,99	14,05	40,93	17,32	182,41

ns: não significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F; **: significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste F e *: significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação.

De acordo com a Tabela 3, observou-se que a variável massa fresca do colmo alcançou seu melhor resultado na cultivar BRS Ponta Negra (120,42 g planta⁻¹), não diferindo significativamente da IPA 467 (100,19 g planta⁻¹). Para a variável de massa fresca de folhas vivas, houve novamente um destaque das cultivares BRS Ponta Negra (46,52 g planta⁻¹) e IPA 467 (33,68 g planta⁻¹). Do mesmo modo, para massa fresca de folhas totais, a BRS Ponta Negra (56,26 g planta⁻¹) e IPA 467 (44,92 g planta⁻¹) atingiram os valores mais altos.

Contudo, para massa fresca de panícula (Tabela 3), a cultivar Chopper obteve resultado superior (27,75 g planta⁻¹), não diferindo da IPA 1011 (21,45 g planta⁻¹). Em relação à massa fresca total, a cultivar BRS Ponta Negra atingiu valor de destaque (247,55 g planta⁻¹),

sendo considerada semelhante à IPA 467 (195,55 g planta⁻¹). Tratando-se da cultivar BRS Ponta Negra, os resultados foram de destaque em todas as variáveis, exceto massa fresca de panícula, pois suas características forrageiras não objetivam o desenvolvimento panicular como prioridade, mas sim, crescimento da planta como um todo. Por sua vez, a IPA 1011, que alcançou resultados satisfatórios em sua massa fresca de panícula, é uma cultivar granífera, ou seja, o desenvolvimento superior da panícula já era esperado em relação às forrageiras.

Tabela 3 – Médias de massas frescas de colmo (MFC); de folhas vivas (MFFV) e totais (MFFT); panícula (MFP) e total (MFT) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas

Cultivares	MFC	MFFV	MFFT	MFP	MFT
	g planta ⁻¹				
BRS Ponta Negra	120,42 a ¹	46,52 a	56,26 a	14,59 b	247,55 a
IPA 467	100,19 ab	33,68 ab	44,92 ab	5,51 c	195,55 ab
Chopper	37,08 c	24,83 bc	34,32 bc	27,75 a	133,46 c
IPA 1011	75,11 b	18,92 c	28,24 c	21,45 ab	153,06 bc

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Ferreira *et al.* (2012), trabalhando com as cultivares de sorgo BRS Ponta Negra e IPA 467 submetidas a diferentes adubações em condição de sequeiro em Alagoinha-PB e colhendo aos 90 DAP, assim como no presente trabalho, obtiveram resultados de massa fresca total de 402,96 g planta⁻¹ para BRS Ponta Negra e 383,68 g planta⁻¹ para IPA 467. Se tratando das partições, a BRS Ponta Negra alcançou os valores de 277,04 g planta⁻¹ na massa fresca de colmo, 64 g planta⁻¹ na massa fresca das folhas e 62 g planta⁻¹ na massa fresca da panícula. Já a cultivar IPA 467 obteve valores de 269,92 g planta⁻¹ de massa fresca do colmo, 47,92 g planta⁻¹ de massa fresca das folhas e 65,84 g planta⁻¹ de massa fresca da panícula. Esses valores encontram-se acima da presente pesquisa, pois a densidade de plantio utilizada foi de 125 mil plantas ha⁻¹, permitindo maior acúmulo de biomassa por cada planta.

As cultivares foram colhidas aos 90 DAP e, apesar disso, nem todas apresentaram pleno desenvolvimento antes do corte. As cultivares BRS Ponta Negra e IPA 467 foram cortadas com baixa emissão de panícula e/ou enchimento de seus grãos. Dessa forma, foi possível observar que, dentre as cultivares testadas, algumas se comportam de forma distinta (devido a fatores controlados geneticamente, que agem na diferenciação das cultivares, além dos fatores ambientais), enquanto umas aceleram seu desenvolvimento e entram mais rapidamente na fase reprodutiva, outras passam mais tempo desenvolvendo sua fase vegetativa.

A partir destas observações, é possível informar ao agricultor tais características e auxiliá-lo a selecionar cultivares de menor ciclo, a depender de sua finalidade (forrageira ou granífera).

Simplício *et al.* (2019), avaliando diferentes genótipos de sorgo em cultivo irrigado e submetidos a quatro ciclos sucessivos em Piranhas-AL, concluíram que a cultivar IPA T 17 alcançou os melhores resultados, apresentando valores superiores às demais cultivares (SF 15, IPA 467, IPA 1158, SF 25, QUALIMAX, SF 11, IPA 1011 e IPA 2502), com 642 g planta⁻¹ de massa fresca e 205,33 g planta⁻¹ de massa seca no primeiro corte. Este resultado é superior ao presente trabalho, provavelmente devido ao potencial genético da cultivar e à utilização da irrigação.

Para massa fresca de folhas mortas, na densidade de 187,5 mil plantas ha⁻¹, a cultivar IPA 467 apresentou maior valor (13,37 g planta⁻¹) que a IPA 1011 e a Chopper, não diferindo da BRS Ponta Negra (Tabela 4). Na densidade de 250 mil plantas ha⁻¹, as cultivares não diferiram entre si. Avaliando-se densidades em função de cultivares, verificou-se que a BRS Ponta Negra e IPA 1011 obtiveram desempenhos semelhantes nas duas densidades de plantio. Entretanto, a cultivar IPA 467 teve maior resultado na densidade de 187,5 mil plantas ha⁻¹ e a Chopper na densidade de 250 mil plantas ha⁻¹. O aumento da quantidade de folhas mortas pode ser decorrente da baixa pluviosidade (216,6 mm acumulados) durante o experimento, tendo as cultivares tolerâncias distintas ao ambiente em que foram expostas, e, assim, necessitado de maiores quantidades de chuva.

Tabela 4 – Valores médios de massa fresca de folhas mortas de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas

Cultivares	Massa fresca de folhas mortas (g planta ⁻¹)	
	Densidade de plantio	
	187,5 mil plantas ha ⁻¹	250 mil plantas ha ⁻¹
BRS Ponta Negra	10,50 abA ¹	8,96 aA
IPA 467	13,37 aA	9,10 aB
Chopper	7,77 bB	11,19 aA
IPA 1011	8,05 bA	10,58 aA

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

De acordo com as análises de variância, houve efeito significativo apenas do tratamento cultivares para as variáveis de massa seca de colmo, folhas, panícula e total (Tabela

5), com médias de 27,47 g planta⁻¹; 17,20 g planta⁻¹; 7,45 g planta⁻¹ e 52,12 g planta⁻¹, respectivamente.

Tabela 5 – Resumo das análises de variância (valores de F) para massas secas de colmo (MSC), folhas (MSF), panícula (MSP) e total (MST) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de

Alagoas					
Causas de variação	GL	Valores de F			
		MSC	MSF	MSP	MST
Blocos	3	3,69*	1,15ns	2,59ns	3,92*
Cultivares (C)	3	14,20**	8,42**	48,07**	7,23**
Densidades (D)	1	0,44ns	0,35ns	0,95ns	0,69ns
C x D	3	0,19ns	0,19ns	1,11ns	0,12ns
CV (%)		38,84	20,44	28,95	2,04
Média geral (g planta ⁻¹)		27,47	17,20	7,45	52,12

ns: não significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F; **: significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste F e *: significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação.

Quanto aos dados de massa seca, a cultivar BRS Ponta Negra alcançou os melhores resultados, exceto na variável de massa seca de panícula (Tabela 6). Porém, as cultivares Chopper e IPA 1011 externaram as menores médias de massa seca total. A cultivar IPA 1011 é granífera, tendo um menor potencial forrageiro justificável. Verificou-se que a IPA 467 e a BRS Ponta Negra apresentaram baixo desenvolvimento panicular na época do corte, em contrapartida acumularam valores de massa seca total acima das demais cultivares que desenvolveram sua panícula antes do corte.

Tabela 6 – Valores médios de massas secas de colmo (MSC), folhas (MSF), panícula (MSP) e total (MST) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas

Cultivares	MSC	MSF	MSP	MST
	g planta ⁻¹			
BRS Ponta Negra	42,74 a ¹	22,10 a	4,54 b	69,39 a
IPA 467	34,18 ab	16,83 b	1,47 c	52,48 ab
Chopper	9,90 c	16,44 b	12,15 a	38,50 b
IPA 1011	23,06 bc	13,43 b	11,66 a	48,15 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Diante disso, Perazzo *et al.* (2013) avaliaram cinco genótipos de sorgo: Ponta Negra, SF 15, IPA 467-42, IPA 2502 e IPA 1011, em cultivo de sequeiro no Semiárido

paraibano, e observaram que houve diferenças nas características agrônômicas das cultivares. Silva *et al.* (2011) também encontraram diferenças estatísticas na produtividade de massa seca de 25 híbridos de sorgo avaliados no Agreste da Paraíba, com resultados variando entre 7,7 e 21,0 t ha⁻¹.

Oliveira (2005), avaliando quatro híbridos de sorgo sacarino/biomassa para silagem em Goiânia-GO, obteve resultado médio de massa seca total no primeiro corte de 120,23 g planta⁻¹ com 120 kg ha⁻¹ de N e aos 120 DAP. Essa diferença no acúmulo de massa seca total está relacionada principalmente às diferenças nos ciclos fenológicos da cultura em função das condições climáticas de cada região (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010).

Ao avaliar a adubação mineral em cultivo de sequeiro das cultivares de sorgo BRS Ponta Negra e IPA 467 em Alagoinha-PB, Ferreira *et al.* (2012) alcançaram, aos 90 DAP, resultados de massa seca total de 118,24 g planta⁻¹ na primeira e 109,52 g planta⁻¹ na segunda cultivar. Se tratando das partições, a BRS Ponta Negra alcançou os valores de 54,32 g planta⁻¹ de massa seca no colmo, 19,2 g planta⁻¹ nas folhas e 44,8 g planta⁻¹ na panícula. A cultivar IPA 467 acumulou 66,8 g planta⁻¹ no colmo, 15,52 g planta⁻¹ nas folhas e 27,20 g planta⁻¹ na panícula. Esses valores encontram-se acima da presente pesquisa, provavelmente devido à adubação de fundação realizada no experimento de Ferreira *et al.* (2012) e melhores condições meteorológicas no período do experimento, garantindo, assim, melhor desempenho da cultura.

Na Tabela 7 é possível observar que houve efeito significativo apenas das cultivares para as variáveis produtividade de massa verde e produtividade de massa seca. A porcentagem de massa seca não sofreu influência dos tratamentos.

Tabela 7 – Resumo das análises de variância (valores de F) para produtividade de massa verde (PMV), produtividade de massa seca (PMS) e porcentagem de massa seca (%MS) de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas

Causas de variação	GL	Valores de F		
		PMV	PMS	%MS
Blocos	3	1,14ns	1,50ns	0,79ns
Cultivares (C)	3	8,00**	3,96*	1,59ns
Densidades (D)	1	0,89ns	0,47ns	0,08ns
C x D	3	0,77ns	0,79ns	0,21ns
CV (%)		27,15	32,99	16,28
Média geral		33,76 t ha ⁻¹	9,66 t ha ⁻¹	28,81 %

ns: não significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F; **: significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste F e *: significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação.

De acordo com May *et al.* (2013), a porcentagem de massa seca na biomassa varia com o genótipo e a época de colheita. No caso do sorgo biomassa, por apresentar um maior ciclo, sua colheita ocorre nos períodos mais secos no Estado de Minas Gerais (abril a junho), em que as porcentagens de massa seca são mais elevadas, variando de 35 a 55 % e o ponto ideal após a maturação fisiológica no estágio de grão farináceo.

O ponto de corte ou colheita é a base para uma correta produção de silagem. Se tratando especificamente do sorgo, é necessário que a porcentagem de massa seca esteja entre 28 a 33 %. Entretanto, caso passe de 37 %, a qualidade cai consideravelmente, reduzindo a digestibilidade (DANTAS, 2018). Na Tabela 7, verifica-se que a porcentagem de massa seca está dentro do padrão estabelecido na literatura, com 28,81 %. Perazzo (2012), em seus estudos de avaliação agrônômica de cultivares de sorgo no Semiárido, conseguiu valores de porcentagem média de massa seca de 27,08 %, confirmando com os resultados desse trabalho.

Pesquisando potenciais produtivos de cultivares de sorgo em função de doses de N, Oliveira (2005) observou teores de massa seca variando de 21,60 % a 28,17 %, valores semelhantes ao presente trabalho. Avaliando cinco cultivares de sorgo sacarino e biomassa, Souza (2018) conseguiu resultados estatisticamente significativos para porcentagem de massa seca, em que todas as cultivares utilizadas diferiram. A cultivar BRS 716 obteve porcentagem de massa seca de 40,23 %, enquanto os genótipos sacarinos variaram de 15,70 % a 17,95 %.

De acordo com a Tabela 8, percebe-se que a variável produtividade de massa verde atingiu maiores valores através da cultivar BRS Ponta Negra (42,84 t ha⁻¹), não diferindo da IPA 467 (39,95 ha⁻¹). A IPA 1011 e a Chopper obtiveram valores inferiores (28,85 t ha⁻¹ e 23,41 t ha⁻¹, respectivamente) à BRS Ponta Negra. Para produtividade de massa seca, a BRS Ponta Negra apresentou destaque com 11,91 t ha⁻¹, não diferindo da IPA 467 (10,91 t ha⁻¹) e da IPA 1011 (8,98 t ha⁻¹), e sendo superior à Chopper (6,83 t ha⁻¹).

Tabela 8 – Médias de produtividades de massa verde e de massa seca de cultivares de sorgo em função de densidade de plantio em Piranhas, Sertão de Alagoas

Cultivares	Produtividade de massa verde	Produtividade de massa seca
	(t ha ⁻¹)	
BRS Ponta Negra	42,84 a ¹	11,91 a
IPA 467	39,95 ab	10,91 ab
Chopper	23,41 c	6,83 b
IPA 1011	28,85 bc	8,98 ab

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Tabosa (2002), estudando o comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas, conseguiu resultados de 18 a 21 t ha⁻¹ de produtividade de massa seca, obtidos quando a precipitação durante o ciclo da cultura variou de 300 a 500 mm, no Estado de Pernambuco, seguindo uma distribuição de certa forma regular. No Estado de Alagoas, nas localidades de Santana de Ipanema (localizada na porção semiárida do Estado) e Viçosa (localizada na Zona da Mata de Alagoas), foram obtidas produtividades médias de massa seca de 15,32 e 13,43 t ha⁻¹, refletida pelos 20 materiais praticamente similares. Em Santana do Ipanema-AL, a precipitação acumulada foi de 370 mm durante o ciclo da cultura, enquanto em Viçosa-AL foi de 1.411 mm.

Silva (2011), avaliando genótipos de sorgo forrageiro na Zona da Mata de Alagoas, obteve valores de produtividade de massa seca variando de 3,29 t ha⁻¹ a 6,20 t ha⁻¹, nas cultivares IPA 467 e BRS Ponta Negra, respectivamente, com precipitação total no período de 335 mm. Elias (2016), estudando características agronômicas de cultivares de sorgo (BRS 655, BRS 700, BRS 810 e IPA 2502) em sistema de plantio direto no Sertão de Pernambuco, atingiram valores médios de produtividade de massa verde de 7,10 t ha⁻¹ a 20,77 t ha⁻¹ e de produtividade de massa seca variando de 2,02 t ha⁻¹ a 6,05 t ha⁻¹ com apenas 73,4 mm de precipitação pluvial acumulada.

5 CONCLUSÕES

As densidades de plantio não influenciam o acúmulo de biomassa da parte aérea das cultivares de sorgo.

Em ambas as densidades de plantio estudadas, as cultivares BRS Ponta Negra, IPA 467 e IPA 1011 constituem materiais genéticos de elevado potencial de produção de biomassa nas condições de edafoclimáticas do Sertão de Alagoas.

REFERÊNCIAS

- AGRANDA SEMENTES. **Semente de sorgo forrageiro Chopper**. 2020. Disponível em: <https://www.agranda.com.br/produto/semente-de-sorgo-forrageiro-chopper-atlantica/>. Acesso em: 21 jun. 2020.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT R. S.; SIMÕES D. A.; FONSECA JR, W. B.; OLIVEIRA R. M.; JESUS, K. M. Potencial Forrageiro de Cultivares de Sorgo Sacarino em Diferentes Arranjos de Plantas e Localidades de Minas Gerais. *In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Anais... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.* Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/868217/potencial-forrageiro-de-cultivares-de-sorgo-sacarino-em-diferentes-arranjos-de-plantas-e-localidades-de-minas-gerais>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no Semiárido. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 278-285, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/RXjxKyFJDfXWRjZ69cKjXsr/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragens e grãos de milho e diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e agrotecnologia**, v. 30, n.3, p. 402-408, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/YMnnqDYtx5DqDRRcrYTJMrh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- ARAÚJO, Leonardo Brandão; SILVA, Lucicleia Lima. **Resposta do sorgo à adubação nitrogenada em um Latossolo Amarelo da Amazônia**. 2019. 30 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1040/1/Resposta%20do%20Sorgo%20%C3%A0%20Aduba%C3%A7%C3%A3o%20Nitrogenada%20em%20Um%20Latossolo%20Amarelo%20da%20Amaz%C3%B4nia.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- AVELINO, P. M.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V. L.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C.; RESTLE, J. Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. **Ciência Agrônoma**, v. 42, n. 2, p. 534-541, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/sBMzwdpFVbHVGkVL4Sfy4zJ/?lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2020.
- BAUMHARDT, R. L.; HOWELL, T. A. Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. **Agronomy journal**, v. 98 n. 3, p. 462-470, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/43257590_Seeding_Practices_Cultivar_Maturity_and_Irrigation_Effects_on_Simulated_Grain_Sorghum_Yield. Acesso em: 12 jun. 2020.
- CHIELLE, Z. G.; GOMES, J. F.; ZUCHI, J.; GABE, N. L.; RODRIGUES, L. R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. **Revista Brasileira**

de **Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 260-269, 2013. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/439>. Acesso em: 12 jun. 2020.

COELHO, M. A.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja doutor do seu sorgo. **Informações Agronômicas**, n. 100, 2002. Disponível em: https://www.agroinnovar.com.br/site/fotos_editor/file/Doutor/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20Sorgo.pdf. Acesso em: 30 jun. 2021.

CUNHA, Paulo Almeida de Souza. **Produção de fitomassa fresca e seca e de grãos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sob adubação orgânica e mineral**. 2012. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/591?locale=pt_BR. Acesso em: 15 abr. 2021.

DANTAS, T. F.; FERRARI, J. V.; MATOSO, A. O.; CRUZ, L. T. Avaliação do sorgo forrageiro em diferentes épocas de colheita. In: COLOMBO, A. S.; SILVA, A. P.; TONDATO, C.; SILVA JUNIOR, E. C.; TONIN, G. A.; BRANCO JÚNIOR, G. A.; MAGNONI JÚNIOR, L.; MAGNONI, M. G. M.; FIGUEIREDO, W. S. (Org.). **Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil**. 1ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2018. v. 1, p. 67-79. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Mobilizar2018/pdf/07-Mobilizar.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2021.

ELIAS, O. F. A. S.; LEITE, M. L. M. V.; AZEVEDO, J. M.; SILVA, J. P. S. S.; NASCIMENTO, G. F.; SIMPLÍCIO, J. B. Características agronômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no Semiárido de Pernambuco. **Ciência Agrícola**, v. 14, n. 1, p. 29-36, 2016. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/2318>. Acesso em: 15 jul. 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh>. Acesso em: 15 jul. 2020.

FERREIRA, L. E.; SILVA, I. F. S.; SOUZA, E. P.; SOUZA, M. A.; BORCHARTT, L. Caracterização física de variedades de sorgo submetidas a diferentes adubações em condição de sequeiro. **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 249-255, 2012. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1200>. Acesso em: 20 jul. 2021.

FONTES, L. A. N.; MOURA FILHO, W. Calagem e adubação. **Informes Agropecuários**, v. 5, n. 56, p. 17-19, 1979.

IPA. Instituto Agrônomo de Pernambuco. **IPA 467 (Seleção 2000)**: sorgo sacarino de elevada produção de biomassa para corte e silagem. Disponível em: <<http://www.ipa.br/pdf/Sorgo%20467-4-2.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2020.

LANDAU, E. C.; MARTINS NETTO, D. A. **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. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 125). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1038640/expansao-potencial-da-producao-de-sorgo-granifero-no-brasil-no-sistema-de-rotacao-com-soja-considerando-o-zoneamento-de-risco-climatico-201516>. Acesso em: 20 jul. 2020.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Ecofisiologia do sorgo**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 7 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35247/1/Ecofisiologia.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

MAY, A.; SILVA, D. D.; SANTOS, F. C. **Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 69 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/964766/1/doc152.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2021.

MENEZES, C. B.; SANTOS, C. V.; JÚLIO, M. P. M.; SILVA, K. J.; SALDANHA, D. C.; TUMA, E.; SILVA, C. H.; TARDIN, F. D.; RODRIGUES, J. A. S. **Capacidade combinatória de linhagens de sorgo granífero cultivados em segunda safra**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 25 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1038142>. Acesso em: 3 de jul. 2021.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F. de S.; RODRIGUES FILHO, O.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V. MELLO, S. Q. S. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 45-53, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2288>. Acesso em: 07 nov. 2021.

PEERZADA, A. M.; ALI, H. H.; CHAUHAN, B. S. Weed management in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using crop competition: a review. **Crop Protection**, v. 95, p. 74-80, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301593209_Weed_management_in_sorghum_Sorghum_bicolor_L_Moench_using_crop_competition_A_review. Acesso em: 20 jul. 2020.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F. R.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1771-177, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/f3BWz4rvbSndhFvX5xQhZjN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2021.

PERAZZO, Alexandre Fernandes. **Avaliação agronômica de cultivares de sorgo no semiárido**. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/31055>. Acesso em: 20 jun. 2021.

PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELLA, R. A. C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F.; CRUZ, J. C. 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**, v. 12, n. 2, p. 118-127, 2013. Disponível em: <http://rbms.cnpmembrapa.br/index.php/ojs/article/view/408>. Acesso em: 10 jun. 2021.

PHOLSEN, S.; SUKSRI, A. Effects of phosphorus and potassium on growth, yield and fodder quality of IS 23585 forage sorghum cultivar (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, n. 10, p. 1604-1610, 2007. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/19086505>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SANTOS, Camila Castro. **Maturação de sementes de sorgo sacarino produzido no Semiárido**. 2016. 27 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/36970>. Acesso em: 18 jun. 2021.

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. **BRS Ponta Negra: variedade de sorgo forrageiro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 6 p. (Comunicado Técnico, 145). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/474346/1/Com145.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

SANTOS, G. R.; SANTOS, E. C. M.; LIRA, E. S.; GOMES, D. L.; SOUZA, M. A.; ARAÚJO, K. D. Análise da precipitação pluvial e temperatura média do ar de Olho D'Água do Casado, Delmiro Gouveia e Piranhas, Alagoas. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 3, n. 1, p. 16-27, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10845>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SEAGRI-AL. Secretaria de Agricultura de Alagoas. **Sorgo granífero: nova opção para produção de grãos no semiárido de Alagoas**. Maceió: SEAGRI/DIPAP, 2008. Disponível em: http://www.agricultura.al.gov.br/relatorio/Folder%20Sorgo%20Granifero%20Fev%202008.pdf/at_download/file. Acesso em: 24 jun. 2020.

SILVA, D. F.; GARCIA, P. H. M.; SANTOS, G. C. L.; FARIAS, I. M. S. C.; PÁDUA, G. V. G.; PEREIRA, P. H. B.; SILVA, F. E.; BATISTA, R. F.; GONZAGA NETO, S.; CABRAL, A. M. D. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Society and Development**, v. 10, n. 3, p. 01-09, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13172/11808>. Acesso em: 11 jul. 2021.

SILVA, Michel Lopes. **Avaliação de genótipos de sorgo forrageiro na Zona da Mata de Alagoas**. 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/6360>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SILVA, T. C.; SANTOS, E. M.; AZEVEDO, J. A. G.; EDVAN, R. L.; PERAZZO, A. F.; PINHO, R. M. A.; RODRIGUES, J. A. S.; SILVA, D. S. Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in the semiarid region of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1886-1893, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/Fgh9wrhQCPfGTvmSLs3gmzt/abstract/?lang=en>. Acesso em: 18 jun. 2021.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; BARROS, A. H. C.; SILVA, F. G.; JOSÉ FILHO, F.; ANDRADE, J. J. Avaliação de diferentes cultivares de sorgo irrigados e submetidos a quatro ciclos sucessivos, no semiárido alagoano. **De Grão em Grão**, p. 22-32, set. 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/23989>. Acesso em: 17 jun. 2021.

SOUZA, Hélio de. **Características agrônômicas e potencial bioenergético das cultivares de sorgo sacarino e biomassa sob baixa latitude**. 2018. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018. Disponível em: <http://200.129.179.47/handle/11612/2903>. Acesso em: 13 jun. 2021.

TABOSA, J. N. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agrocológicos dos estados de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 2, p. 47-58, 2002. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/22.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.

TABOSA, J. N.; TAVARES FILHO, J. J.; BRITO, A. R. Sorgo forrageiro. *In*: CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 2ª aproximação. 3. ed. rev. Recife: IPA, 2008. p. 191.

TAIZ L., ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal, Tradução de: Elaine R. Santarém, [et al.], 3ª ed., Porto Alegre, Artimed, 2004, 719 pág.

TERRA, T. G. R.; LEAL, T. C. A. B.; SIEBENEICHLER, S. C.; CASTRO, D. V.; DIAS NETO, J. J.; DOS ANJOS, L. M. Desenvolvimento e produtividade de sorgo em função de diferentes densidades de plantas. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 208-215, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7065/4681>. Acesso em: 5 nov. 2021.