

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA – CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE – IEAA
CURSO DE AGRONOMIA

INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DE PLANTAS NOS CARACTERES
AGRONÔMICOS DO SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* L.
Moench), SAFRA 2017/2018 EM HUMAITÁ, AM

PÉRICLES LEÃO DA CUNHA

Humaitá-AM
Junho de 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA – CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE – IEAA
CURSO DE AGRONOMIA

PÉRICLES LEÃO DA CUNHA

INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DE PLANTAS NOS CARACTERES
AGRONÔMICOS DO SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* L.
Moench), SAFRA 2017/2018 EM HUMAITÁ, AM

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao colegiado de Agronomia
do Instituto de Educação Agricultura e
Ambiente – IEAA/UFAM, como requisito
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Paulo Rogério Beltramin da Fonseca
Co-orientadora: Perla Joana Souza Gondim

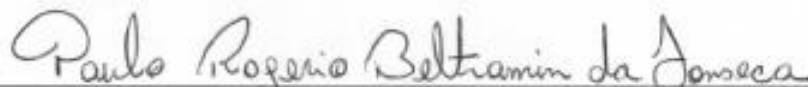
Humaitá-AM
Junho de 2018

Péricles Leão da Cunha

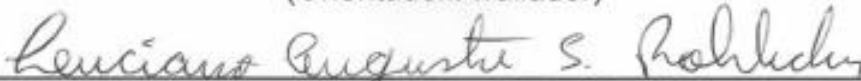
INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO DE PLANTAS NOS CARACTERES
AGRONÔMICOS DO SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* L.
Moench), SAFRA 2017/2018 EM HUMAITÁ, AM

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao colegiado de Agronomia
do Instituto de Educação Agricultura e
Ambiente – IEAA/UFAM, como requisito
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em:
21/06/2018, com a banca examinadora composta pelos
seguintes professores:



Prof. Dr. Paulo Rogério Beltramin da Fonseca
(Orientador/Avaliador)



Prof. Luciano Augusto Souza Rohleder
(Avaliador 01)



Prof. Ozias da Cunha Bello
(Avaliador 02)

Aos meus maiores ídolos e
incentivadores, meu pai José
Resplende da Cunha e
minha mãe Maria do Socorro
Ramos Leão da Cunha.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida concedida a mim.

Segundo agradecer meu pai José Resplende da Cunha e minha mãe Maria do Socorro Ramos Leão da Cunha pelo apoio, incentivo e confiança.

A Universidade Federal do Amazonas/Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente pela oportunidade.

Aos professores Paulo Rogério Beltramin da Fonseca e Perla Joana Souza Gondim pela orientação e disposição para a realização deste trabalho.

Agradecer minha vó Maria Resplende e meu avô Olindo da Cunha e a todos meus familiares por todo apoio e ajuda.

Agradecer minha irmã Karen Leão e minha namorada Rita de Cássia pelo companheirismo e parceria durante o curso.

Aos professores do colegiado de Agronomia principalmente a Luciano Augusto Souza Rohleder, Milton César Costa Campos, Vairton Radamann e em especial a Perla Joana Souza Gondim a qual foi uma grande amiga e solidária no momento mais difícil da minha vida acadêmica que foi quando me acidentei e a todos os professores que ministraram disciplinas no decorrer do curso.

Aos amigos de curso Alan Leite, Lucas Firmo, Emily Lira, Vagner Pandolfo, Altino Quirino, Igor Hister, Aparecida Gomes, Edson Franciscon, Uilson Franciscon, Domingos Souza, Handerson Melo e Felipe Weckner e aos meus amigos e colegas do curso de agronomia.

Aos amigos Marcos Jacinto, Josélia Lira, Alexander Melo, Maria Lira, Isael Rodrigues.

Aos funcionários do IDAM, pela oportunidade de estágio

A todos os professores e técnicos do IEAA/UFAM.

Sou sinceramente grato a todas as pessoas que das mais variadas formas, deram sua parcela de contribuição e apoio para chegar a este momento.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1. Origem e expansão do sorgo	12
3.2. Características botânicas do sorgo	13
3.3. Sorgo sacarino	15
3.4. Fenologia do sorgo.....	16
3.5. Importância econômica do sorgo sacarino	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo.....	18
4.2. Preparo do solo	19
4.3. Caracteres agrônômicos avaliados	20
4.4. Delineamento experimental.....	21
4.5. Análise estatística	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6. CONCLUSÃO.....	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fases de crescimento do sorgo.....	15
Figura 2 - Mapa de localização do experimento na Fazenda experimental Mangabeira do IEAA/UFAM. Humaitá, AM. 2018.....	17
Figura 3 - Instalação do experimento do sorgo sacarino (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) da CV. BRS 509 na Fazenda experimental Mangabeira IEAA/UFAM com diferentes populações de plantas por área. Humaitá, AM. 2018.....	19
Figura 4 - Avaliação das variáveis do experimento do sorgo sacarino (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) da CV. BRS 509 na Fazenda experimental Mangabeira IEAA/UFAM com diferentes populações de plantas por área. Humaitá, AM. 2018.....	20
Figura 5 - Croqui do experimento do sorgo sacarino <i>Sorghum bicolor</i> (L.) da CV. BRS 509 na Fazenda experimental Mangabeira IEAA/UFAM com diferentes populações de plantas por área. Humaitá, AM. 2018.....	21
FIGURA 6 - Produção média de massa verde ($t\ ha^{-1}$) obtido a partir da avaliação de cinco populações de plantas de sorgo sacarino (<i>S. bicolor</i> L.) CV. BRS 509 no município de Humaitá, AM. 2018.....	25

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica mensal (mm) durante o período de cultivo do sorgo sacarino em diferentes populações de plantas no município de Humaitá, AM, na safra 2017/2018.....	18
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Colmo (DC), Produção de Massa Verde (PMV) e Sólidos Solúveis (SS), obtido a partir da avaliação de cinco populações de plantas de sorgo sacarino, avaliadas em Humaitá-AM, 2018.....	22
Tabela 3 - Resultados médios das variáveis Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Colmo (DC), Produção de Massa Verde Total (PMVT) e Sólidos Solúveis (SS) em função das diferentes populações de plantas por ha ⁻¹ (200.000, 300.000, 400.000, 500.000 e 600.000 mil)	22

RESUMO

Para se obter uma produção satisfatória é necessário conhecer a adequada distribuição espacial das plantas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da população de plantas sobre os caracteres agronômicos do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench), safra 2017/2018 em Humaitá, AM. O experimento foi instalado em campo na fazenda experimental mangabeira, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (200, 300, 400, 500 e 600 mil plantas por ha⁻¹) e quatro repetições. Cada parcela foi composta por seis linhas de 4 m de comprimento, com espaçamentos regulares de 0,50 m nas entre linhas. Foi avaliado as seguintes variáveis: altura de plantas, diâmetro do colmo, produção de massa verde total e sólidos solúveis (°Brix). Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos ao teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. Os parâmetros altura de plantas e sólidos solúveis não diferiram estatisticamente entre si. Foi observado decréscimo no diâmetro do colmo, com aumento da população de plantas por ha⁻¹ e para a variável produção de massa verde total observou-se crescimento linear, à medida que se elevou o número de plantas por área.

Palavras Chave: População de plantas, Brix, Massa verde.

1. INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench), é uma monocotiledônea da família Poaceae, do gênero *Sorghum*, sendo sua principal característica, o caule, que é dividido em nós e entrenós, acumulando alta concentração de açúcares nos colmos, além de possuir elevada produção de massa verde. O 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).

Atualmente, tem-se uma grande preocupação com a escassez e o preço do petróleo, com isto, busca-se alternativas de fontes de energia limpa e renovável no país e no mundo. Dentre as alternativas estão os biocombustíveis, como o etanol, que pode ser obtido a partir de culturas energéticas como o sorgo, milho e a cana-de-açúcar (FIORINI, 2014).

Sabendo disso, faz-se necessário aumentar a produção de energias renováveis no país, para atender tanto a demanda interna quanto externa. Diante deste quadro, várias culturas energéticas estão sendo estudadas para produção do etanol. Dentre elas, vem se destacando o sorgo sacarino, uma fonte potencial para produção de biocombustíveis (GOMES et al., 2011).

O suco extraído da cana de sorgo doce contém altos níveis de sacarose e açúcar invertido, que são facilmente fermentados para produzir etanol (PRASAD et al., 2007). Todavia, apesar de sua principal finalidade ser voltada para a geração de biocombustíveis, o sorgo sacarino vem sendo bastante utilizado na alimentação animal, onde o mesmo pode ser utilizado na alimentação animal na forma de feno e silagem (BOTELHO, 2010).

Desta forma, com relação a produção de bioenergia, o sorgo sacarino tem se destacado como cultura complementar a cana-de-açúcar, onde a cultura apresenta menor potencial para a produção de biomassa (60 t ha^{-1}) e etanol ($3,0$ a $3,6 \text{ mil l ha}^{-1}$) em relação à cana-de-açúcar (80 a 85 t ha^{-1} e $7,0$ a $7,5 \text{ mil l ha}^{-1}$, respectivamente), entretanto, devido apresentar um ciclo de produção mais curto, cerca de 120 a 130 dias, as facilidades de mecanização da cultura, o teor relativamente alto de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo e a possibilidade de prolongar a oferta de matéria prima nas usinas durante a entressafra de cana-de-açúcar têm gerado grande interesse pela cultura em

várias regiões brasileiras (BORGES et al., 2010; CARLOS et al., 2010; PARRELA et al., 2010; LIMA et al., 2010; TABOSA et al., 2010).

Com relação as características de solo, o sorgo sacarino é tolerante a várias condições de solo, podendo ser cultivado sem problemas sérios, tanto em solos argilosos quanto arenosos. Entretanto, apresenta maior rendimento em solos ricos em matéria orgânica, profundos, de boa drenagem, com pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e sem o excesso de umidade, sendo somente os solos mal drenados os únicos que não se recomendam para esta cultura (AGUIAR, 2012).

Quanto às exigências climáticas do sorgo Botelho (2010), afirma que o ciclo desta cultura requer, para seu completo desenvolvimento, precipitações pluviométricas em torno de 380 mm nos três meses subsequentes à semeadura. Entretanto, não se recomenda o cultivo em regiões com menos de 450 mm anuais de chuva.

Contudo, torna-se de grande importância conhecer o comportamento das características agrônômicas do sorgo sacarino em função das diferentes populações de plantas, pois assim subsidiará a tomada de decisão, quanto ao adequado manejo visando qual for seu objetivo, forragem e/ou etanol. Deste modo, a partir das informações é possível propiciar uma maior eficiência de produção e no manejo da cultura, no uso de insumos e no planejamento de plantio, otimizando assim o uso dos recursos de produção da propriedade, e incrementando a renda. Portanto, daria segurança ao produtor para obtenção de bons resultados seja na opção de produzir sorgo com a finalidade forrageira (silagem) ou com a finalidade industrial (etanol, açúcar e aguardente).

A hipótese deste trabalho baseia-se na premissa de que, com o aumento da população de plantas, espera-se que haja influência nas características da planta de sorgo sacarino, devido a competição pelos recursos disponíveis como: água, luz, nutrientes e oxigênio. Portanto, parte-se do princípio, que seu comportamento tende a ser diferenciado entre as populações avaliadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da população de plantas sobre os caracteres agrônômicos do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench), na safra 2017/2018 em Humaitá – AM.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a influência da população de plantas sobre os caracteres agronômicos do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench), safra 2017/2018 na região de Humaitá – AM.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar os caracteres agronômicos do sorgo sacarino (*S. bicolor* L. Moench) como altura, diâmetro do colmo, produção de massa verde total e sólidos solúveis.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Origem e expansão do sorgo

Algumas evidências apontam que seu centro de origem é na África oriental, mais precisamente na Etiópia e Sudão, sendo aparentemente difundido pelo mundo através de nativos africanos, que pela ocasião do regime de escravidão no século XVII e XVIII, foram levados para diversas partes do mundo e consigo carregaram as sementes, a expansão da cultura do sorgo ocorreu nos Estados Unidos, a partir da década de 50 com o surgimento das variedades híbridas de porte baixo, adaptadas a colheita mecânica (MARTINS, 1975).

No Brasil, o potencial do sorgo sacarino para produção de etanol foi amplamente estudado nas décadas de 70 e 80, estimulado pelo Programa Nacional do Álcool – Decreto nº 76.593/75, nesse período a EMBRAPA iniciou um programa de melhoramento do sorgo acreditando no potencial desta cultura, contribuindo assim para a expansão da cultura no país. No final da década de 70, o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) lançou cinco variedades de sorgo sacarino todas com porte alto e teor de sólidos solúveis médios entre 17 e 18 °Brix (EMBRAPA, 1982).

Todavia, com o insatisfatório êxito do Proálcool, o foco das pesquisas e dos produtos foi redirecionado para a produção de cultivares forrageiras, provocando um intervalo no estado da arte do sorgo sacarino. Como as cultivares lançadas apresentavam boa produção e qualidade de matéria verde, estes produtos se mantiveram no mercado, comercializados como forrageiras.

Atualmente apresentam-se como cultivares de dupla aptidão, sacarinas e forrageiras (SOUSA, 2011).

Para BAHIA FILHO et al., (2008) o crescimento da produção de sorgo ocorreu, principalmente, nos últimos 10 anos, com a concentração da área plantada nas regiões Sudeste e Centro Oeste. No entanto, a cultura do sorgo deve sofrer grande expansão devido aos avanços na utilização do sorgo sacarino como matéria prima para a produção de etanol. Esse segmento pode se concretizar, em pouco tempo, como um importante fornecedor no mercado de energia renovável.

Outros países também veem no sorgo sacarino uma alternativa real para o domínio completo da produção e uso do etanol. China, Índia, UE, EUA, e vários países da África são exemplos (MARCOCCIA, 2007).

3.2. Características botânicas do sorgo

O *S. bicolor* é classificado da seguinte maneira: Divisão: Magnoliophyta, classe: Liliopsida, ordem: Poales, família: *Poaceae*, gênero: *Sorghum* Moench e espécie: *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

O sorgo, morfologicamente é ereto, caule dividido em nó e entrenó, textura similar à do milho, onde pode apresentar ou não sulco semelhante ao da cana-de-açúcar, constituindo assim esta última característica como uma exceção à família das poaceae. Os caules são formados por um número variável de nós. A altura, varia em torno de 1 e 5 m, e a largura na base, entre 1,5 e 5 cm de diâmetro (CETA, 2011).

Referente a estrutura radicular, caracteriza-se por apresentar um elevado número de raízes com grande quantidade de pelos absorventes, e alto índice de lignificação periciclo, habilitando-o para tolerar períodos longos de veranico e plantios de safrinha. Onde a profundidade de enraizamento dessa monocotiledônea pode chegar a 1,30m, com 80% das raízes distribuídas, nos primeiros 30 cm de profundidade (DURÃES, 2014).

A maior parte dos açúcares, principalmente, sacarose é encontrado no caule, que consiste de uma coroa externa com numerosos feixes vasculares, densamente arranjados, a qual se encontra acumulada em uma medula suave, denominada parênquima (CETA, 2011).

Com relação as folhas são eretas quando novas, tendendo para horizontalidade quando amadurecem podendo chegar a medir 1,35m. Suas folhas são alternadas, lanceoladas, com bordos serrilhados, com uma camada de serosidade. Os estômatos se localizam nos dois lados da folha. A nervura central é saliente, convexa no lado de baixo e côncavo no lado de cima da folha. Mesma citação, no parágrafo logo abaixo.

No que diz as inflorescências, elas são agrupadas numa panícula e que por sua vez, apresenta comprimento variável e, quando a inflorescência se encontra bem desenvolvida, pode chegar aos 60 cm (incluindo o pedúnculo) (DURÃES, 2014).

O sorgo é de origem africana, sendo o quinto cereal mais cultivado do mundo depois do trigo, arroz, milho e cevada. Segundo a CONAB, (2017) a sua área plantada no ano de 1976 era em torno de 180 mil hectares e hoje é de aproximadamente 700 mil hectares. A produção de grãos na década de 80 girava em torno de 2.450 kg ha⁻¹ atualmente, está em torno de 2.778 kg ha⁻¹. O centro-oeste é a região mais produtora do país, seguido do sudeste, nordeste e sul com um aumento de 400% de área plantada no Brasil. Esses dados se referem aos quatro tipos de sorgo: granífero, forrageiro, vassoura e sacarino.

O sorgo granífero é o que apresenta maior expressão, em termo de cultivo no Brasil, podendo ser utilizado em diversos ramos da indústria alimentícia, sendo importante, principalmente, na produção de ração animal, podendo substituir parcialmente o milho (RIBAS, 2008).

O sorgo forrageiro além de ser utilizado na forma de feno, capineira e pastejo, pode ser utilizado como alternativa ao milho, na elaboração de silagem para alimentação animal, possuindo alto potencial produtivo, com elevada disponibilidade de matéria seca e bom valor nutritivo (SIMON et al., 2008).

O sorgo vassoura é cultivado, principalmente, no sul do país, sendo suas panículas empregadas na fabricação de vassouras e escova doméstica. Seu cultivo é apontado como atividade alternativa para a geração de renda, tanto nos sistemas de agricultura familiar, como para artesão fabricante de vassoura (FARIAS et al., 2000).

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é um tipo de sorgo com alto potencial forrageiro e apresenta colmos suculentos, com altos teores de açúcares fermentáveis, sendo esta sua principal característica, e pode ser

utilizado na alimentação humana, animal, produção de biocombustível, energia para industrialização, e cogeração de eletricidade (PARRELLA, 2011).

3.3. Sorgo sacarino

O sorgo sacarino, é caracterizado por apresentar colmos com caldo semelhante ao da cana-de-açúcar, rico em açúcares fermentáveis, porte alto, entre 2 a 4 metros de altura, e pode servir para produção de etanol na mesma instalação utilizada pela cana-de-açúcar. Trata-se de uma espécie de ciclo rápido (120 a 130 dias), cultura totalmente mecanizável (plantio por sementes, tratos culturais e colheita), alta produtividade de biomassa verde (60 a 80 t ha⁻¹), com altos rendimentos de etanol (3.000 a 6.000 L ha⁻¹), com bagaço utilizável como fonte de energia (vapor para industrialização e cogeração de eletricidade) ou forragem para animais, contribuindo para um favorável balanço energético. Adicionalmente, o sorgo sacarino produz grãos (2 a 5 t ha⁻¹), que apresentam características nutricionais similares as do milho, podendo ser utilizados na alimentação humana ou animal (LIMA et al., 2011; EMBRAPA, 2012b).

Desta forma, a cultura do sorgo sacarino é de fácil instalação, e em sistemas intensivos de cultivo, se destaca por suas características de alta produção e boa qualidade alcançadas nos períodos mais quentes do ano. Assim, essa cultura representa uma alternativa promissora, para o aumento da produção do etanol no Brasil, principalmente, por fornecer matéria prima de qualidade entre os meses de janeiro a abril no centro oeste, na entressafra da cana-de-açúcar, período em que ocorre a redução da produção de etanol, devido a indisponibilidade da matéria prima nas usinas (LANDAU; SCHAFFERT, 2011).

Entretanto, em relação ao cultivo dessa espécie de sorgo, a literatura agrônômica é escassa, no que se refere ao manejo da cultura, em especial a época de semeadura, espaçamento, população de plantas e a profundidade de plantio, tanto em sistema de semeadura convencional, quanto direta (EMBRAPA, 2012b).

Referentes ao cultivar utilizado neste trabalho, sorgo sacarino BRS 509 apresenta altos teores de açúcares fermentáveis no caldo (média de 18° Brix), alto potencial de produção de biomassa (média de 60 t ha⁻¹), porte alto (em torno de 3 metros), ciclo de 100 a 120 dias (ponto ideal para extração de caldo para a produção de etanol) e apresenta outras características importantes, como a

resistência ao acamamento e a alta sanidade foliar e densidade de plantas recomendada de 100 a 120 mil plantas ha⁻¹ (PARRELLA et al., 2011).

3.4. Fenologia do sorgo

Para Vanderlip (1979) é de grande importância conhecer os estádios fenológicos do sorgo, desde o crescimento, desenvolvimento até a maturidade fisiológica, com objetivo de se conhecer as respostas fisiológicas ao meio a qual a cultura é implantada, assim subsidiando e contribuindo para a tomada de decisões pelos produtores, visando assim maximizar a produção da cultura por área, tanto quanto se objetiva no sorgo o rendimento forrageiro, quanto o rendimento industrial (sacarino) (Figura 1). O ciclo do sorgo pode ser dividido basicamente em três fases, que são: a fase vegetativa, a reprodutiva e o período de maturação dos grãos, onde: a fase vegetativa, que é a etapa de crescimento (EC1), caracteriza-se pela germinação, aparecimento da plântula, crescimento das folhas e estabelecimento do sistema radicular fasciculado; a segunda fase (EC2), começa quando o meristema apical se diferencia em um meristema floral, continua com o desenvolvimento da inflorescência, iniciação da panícula, incrementos exponenciais em área foliar, extensão radicular, acúmulo de matéria seca e vai até a antese e a terceira fase (EC3) caracteriza pela polinização, fertilização, desenvolvimento, maturação dos grãos e senescência das folhas.

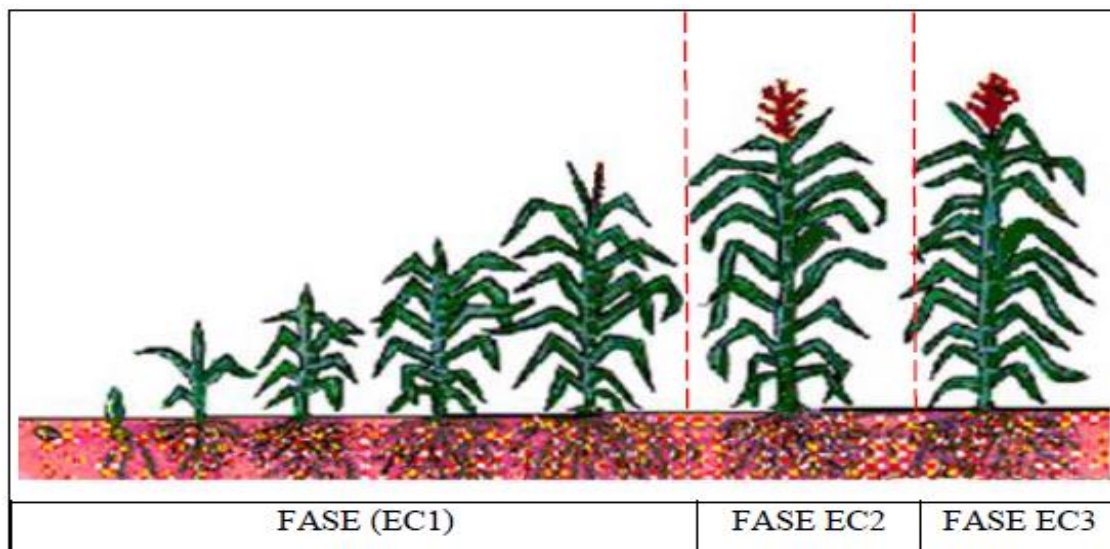


FIGURA 1 – Fases de crescimento do sorgo sacarino.

FONTE: Adaptado de Fancelli, (1986).

3.5. Importância econômica do sorgo sacarino

O sorgo sacarino produz cerca de 2.426 de litros de etanol por hectare, em comparação com a cana de açúcar que produz cerca de 7.000 litros de etanol por ha⁻¹ (MAY et al., 2012). Esses valores são realmente significativos, entretanto quando comparamos em termos de toneladas por hectare observamos que a diferença de rendimento não é muito grande quando analisamos o tempo de produção de cada cultura, por exemplo, uma tonelada de cana a produção de etanol pode chega a 89,5 litros em doze meses, no caso do sorgo a produção pode chegar 75 litros de etanol em quatro meses, mostrando realmente que a utilização do sorgo sacarino é uma alternativa viável (PFEIFFER et al., 2010).

Vale ressaltar que, a aplicação do sorgo não visa substituir as matérias-primas consagradas, como é o caso da cana de açúcar, mas a sua aplicação, principalmente, em períodos de entre safra, onde não se tem matéria-prima para ser processada. Proporcionando aplicação no período de moagem das usinas, sem fazer uso de novas áreas, devido ao aproveitamento de canaviais de renovação (DURÃES, 2014).

Devido à tolerância do sorgo sacarino as condições edafoclimáticas, comparado a outros cereais a cultura se mostra promissora para o plantio em áreas, onde a produção de outras culturas energéticas é limitada, podendo exercer o importante papel de garantir a produção em meio às adversidades climáticas. A produção de etanol a partir do sorgo sacarino tem sido considerada viável, devido à semelhança com a cana-de-açúcar, ao alto teor de açúcares fermentáveis, e ser utilizado no período de entre safra da cana, além de o processamento poder ser feito nas usinas de cana-de-açúcar (LIMA et al., 2011).

De acordo com Parrella (2011) o sorgo sacarino pode oferecer, dentre outras, as seguintes vantagens: rapidez no ciclo (quatro meses); cultura totalmente mecanizável, desde o plantio até a colheita; produção de grãos em torno de 2,5 t ha⁻¹, que podem ser utilizados para alimentação humana, animal ou para a produção de biocombustível; utilização do bagaço como fonte de energia para industrialização, cogeração de eletricidade e apresenta alto potencial para produção de massa verde, usado para alimentação animal.

Assim, no Brasil seu cultivo vem se popularizando e o Brasil é um dos 10 maiores produtores mundiais. Todavia, sua produtividade ainda é baixa, quando comparado com as produtividades de países como os EUA e Argentina.

Portanto, os diferentes tipos de sorgo como granífero, forrageiro, vassoura, corte e pastejo e o sacarino, são excelentes alternativas de rotação de culturas e diversificação agrícola com resultados econômicos e sociais para região, otimizando o uso da mão-de-obra, de máquinas e de equipamentos na propriedade rural, inclusive onde a cultura da cana-de-açúcar é praticada (FIORINI, 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo

O trabalho foi realizado na área da Fazenda experimental, Mangabeira, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) – Campus Vale do Rio Madeira (CVRM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com coordenadas geográficas de latitude 7°31'49.51" S e longitude de 63° 3'14.62" W altitude de 60 m, localizada na BR 230, km 3, lado direito, sentido Humaitá-AM - Porto Velho, no município de Humaitá – Amazonas (Figura 2).

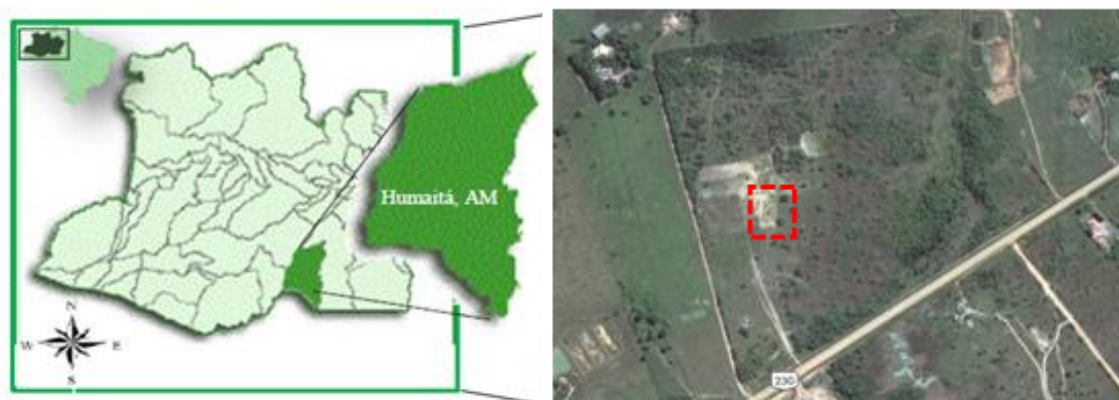


FIGURA 2 - Mapa de localização do experimento na Fazenda experimental Mangabeira do IEAA/UFAM. Humaitá, AM. 2018.

FONTE: Adaptado da biblioteca virtual do Amazonas e google Earth.

O município de Humaitá, situado na mesorregião Sul do estado do Amazonas e possui área territorial de 33.111,164 Km², e população estimadas em 53.383 habitantes (IBGE, 2017).

De acordo com Campos (2012), o solo da área é classificado como Cambissolo Háplico Alítico, de textura franca (45,0% de silte, 35,2% de areia e 18,3% de argila). O clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração (Am), temperaturas variando entre 25 e 27°C e precipitação média anual

de 2.500 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho e umidade relativa do ar entre 85 e 90% (BRASIL, 1978).

Os dados de precipitação pluviométrica durante o período de condução do experimento (Tabela 1). Nota-se elevadas precipitações nos meses de dezembro e fevereiro, com 340,6 e 448,4 mm, respectivamente. Porém, no mês de março ocorreu menor volume de chuvas, com 146,4 mm, no qual foi feita a coleta dos dados.

TABELA 1 - Precipitação pluviométrica mensal (mm), durante o período de cultivo do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), no município de Humaitá, AM, na safra 2017/2018.

Meses	Novembro (2017)	Dezembro (2017)	Janeiro (2018)	Fevereiro (2018)	Março (2018)
Precipitação (mm)	214,2	340,6	253,6	448,4	146,4

FONTE: Adaptado de: www.inmet.gov.br.

4.2. Preparo do solo

Com relação ao preparo do solo, realizou-se mediante o uso de uma aração e duas gradagens, antes da instalação do experimento com sorgo sacarino. Foi realizada a correção da acidez do solo no dia 15 de setembro de 2017 pela utilização da calagem, a fim de elevar a saturação de bases a 60%, permanecendo o solo em descanso por 60 dias, após a incorporação do calcário dolomítico 3 t ha⁻¹. No dia 15/11/2017 foi realizado a abertura dos sulcos com 5cm de profundidade, com um sulcador manual de 4 linhas, e concomitantemente foi realizada a adubação de base, com dois elementos nutricionais, 500 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples 200 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio e após 25 dias após semeadura (DAS) foi aplicado 120 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia (Figura 3). Vale ressaltar que a área do experimento é o primeiro ano de cultivo.



FIGURA 3 – Instalação do experimento do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) da cv. BRS 509, na Fazenda experimental Mangabeira IEAA/UFAM, com diferentes populações de plantas por área. Humaitá, AM. 2018.

FONTE: Cunha, P. L.

A semeadura do sorgo sacarino na área experimental foi realizada de forma manual no dia 17/11/2017, com as seguintes densidades (10, 15, 20, 25 e 30 sementes por metro linear), com espaçamento 0,5m entre fileiras, obtendo assim as populações de plantas desejadas de (200, 300, 400, 500 e 600 mil plantas por ha⁻¹), respectivamente. Em seguida, a quantidade de semente recomendada para cada tratamento por metro linear, foi calculada para ser distribuída em cada linha de cultivo (4 m), onde as quantidades de sementes recomendadas por linha para cada tratamento foram pesadas com um adicional de 20%. Portanto, de forma a estabelecer a população ideal de plantas para cada tratamento, foi o realizado o desbaste do excedente de plantas após 15 dias após semeadura (DAS).

4.3. Caracteres agronômicos avaliados

A coleta das variáveis foram realizadas no dia 22/03/2018, quando o sorgo sacarino se encontrava no estágio (EC3), e os grãos atingiram sua maturidade fisiológica. Foram avaliadas 10 plantas de forma aleatória por parcela na unidade amostral para avaliação dos seguintes parâmetros: altura de planta, diâmetro do colmo e o teor de sólidos solúveis (Figura 4). Entretanto, para produtividade de massa verde total foi avaliada a área útil da parcela para os parâmetros citados.

1. Altura de planta (AP) - tomada a distância da superfície do solo até a ponta da panícula, com auxílio de uma trena métrica.

2. Diâmetro do colmo (DC) – foi medido no terço médio das plantas com uso de um paquímetro digital.

3. Produtividade de massa verde total (PMVT) - foi determinado em kg/parcela, e posteriormente convertido em t.ha⁻¹, com auxílio de uma balança de campo.

4. Sólidos solúveis (SS) - foi determinado com auxílio de um refratômetro de campo, Marca Kasvi K52-032, com escala de 0 – 32 °Brix.



FIGURA 4 – Avaliação dos parâmetros do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) cv. BRS 509 na Fazenda experimental Mangabeira IEAA/UFAM com diferentes populações de plantas por área. Humaitá, AM. 2018.

FONTE: Cunha, P. L.

4.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental para cultivar de sorgo sacarino BRS 509 foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos (200, 300, 400, 500 e 600 mil plantas por ha⁻¹) e quatro repetições. Os tratamentos foram atribuídos às parcelas experimentais, constituídas por seis fileiras de quatro metros e espaçamento de 0,50 m na entre linha, sendo avaliado as quatro fileiras centrais (Figura 5).

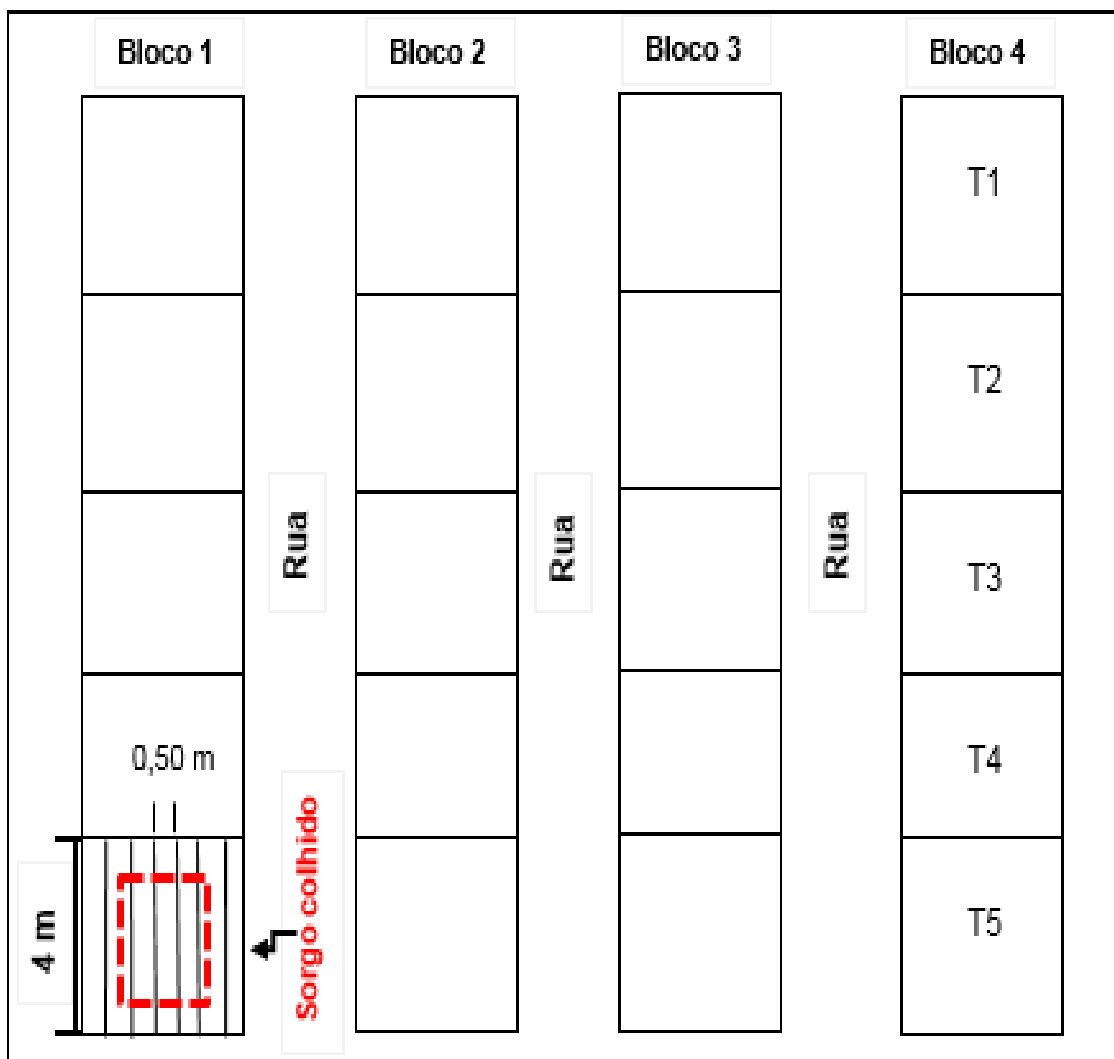


FIGURA 5 - Croqui do experimento com sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) da cv. BRS 509, na Fazenda experimental Mangabeira IEAA/UFAM, com diferentes populações de plantas por área. Humaitá, AM. 2018.

FONTE: Cunha, P. L.

4.5. Análise estatística

Foi realizada análise de variância para os parâmetros estudadas e quando significativo os resultados das variáveis foram comparados pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar 5.6® (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância utilizando diferentes populações de plantas de sorgo sacarino por hectare, demonstrou que houve significância a nível de 5% de probabilidade para os caracteres diâmetro do colmo e produção de massa verde total, indicando que as populações de plantas afetaram esses

caracteres (Tabela 3). Com exceção para altura de planta e sólidos solúveis não foi observado diferença estatística para ambos caracteres.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Colmo (DC), Produção de Massa Verde (PMV) e Sólidos Solúveis (SS), obtido a partir da avaliação de cinco populações de plantas de sorgo sacarino, avaliadas em Humaitá-AM, 2018.

FV	GL	-----QM-----			
		AP	DC	PMVT	SS
Tratamentos	4	0,044 ^{ns}	17,76*	232,04*	0,97 ^{ns}
Bloco	3	0,041 ^{ns}	0,16 ^{ns}	15,63 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Erro	12	0,014 ^{ns}	0,54 ^{ns}	11,33 ^{ns}	0,37 ^{ns}
CV (%)		4,92	7,49	8,83	3,66
Média geral		2,41	9,86	38,1	16,63

*Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade e ^{ns}Não significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O coeficiente de variação (CV%) para as características agrônômicas variaram entre 3,66 e 8,83, ou seja, ficando inferior a 10% indicando boa precisão dos dados (Tabela 4). Esses resultados assemelham-se aos encontrados na literatura para as mesmas variáveis avaliando sorgo sacarino (PEREIRA FILHO et al., 2013; ALBUQUERQUE et al., 2012; MAY et al., 2012).

Tabela 4 - Média da altura de plantas (AP), Diâmetro do Colmo (DC), Produção de Massa Verde Total (PMVT) e Sólidos Solúveis (SS) em função das diferentes populações de plantas de sorgo sacarino (*S. bicolor* L.) CV. BRS 509 no município de Humaitá, AM. 2018.

População de plantas ha ⁻¹	QM			
	AP (m)	DC (mm)	PMVT (t h ⁻¹)	SS (°Brix)
200.000	2,54 a	12,4 a	30,50 c	17,25 a
300.000	2,49 a	11,1 a	31,83 c	17,00 a
400.000	2,41 a	9,25 b	37,04 bc	16,87 a
500.000	2,33 a	8,30 bc	42,21 ab	16,25 a
600.000	2,29 a	7,31 c	48,92 a	16,12 a
CV (%)	4,92	7,49	8,83	3,88

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à altura de planta, não houve diferença significativa entre as populações avaliadas, sendo a altura média de 2,41m, onde observou-se decréscimo em altura com o aumento da população de plantas (Tabela 4).

Apresentando assim o maior valor de 2,54m para o tratamento com menor número de plantas por área (200.000 t.ha⁻¹) e o menor valor no tratamento com 600.000 plantas ha⁻¹, com 2,29m (Tabela 4). Entretanto, independente dos tratamentos, os valores foram inferiores à média de altura para o cultivar BRS 509, que tem média de 3,00 m (PARRELLA, 2011).

Resultados semelhantes foram verificados por outros autores (MAY et al., 2012; SNIDER et al., 2012), avaliando experimentos com arranjos de plantas utilizando outros genótipos de sorgo sacarino, corroborando assim o resultado deste trabalho com os obtidos por esses autores na ausência de efeito da população de plantas sobre essa variável.

Para o diâmetro do colmo verificou-se significância, onde com o incremento de 400.000 plantas ha⁻¹, houve decréscimo de 5,18 mm no diâmetro de colmos, passando assim de 12,64 mm para 7,46 mm (Tabela 4). Esses resultados corroboram com os obtidos por outros autores (MAY et al. 2012; ALBUQUERQUE, 2010; BORSOI, 2015), observaram que com o aumento da população de plantas ha⁻¹ pode resultar na redução do diâmetro de plantas, atribuindo assim este efeito a grandes quantidades de plantas por área, podendo ter provocado um aumento na competição intraespecífica pelos recursos de produção (água, luz, nutrientes e O₂), ocasionando redução do diâmetro do colmo das plantas.

Para Fernandes (2013) as plantas de sorgo sacarino com panículas maiores, são mais susceptíveis ao acamamento em função de maior peso no ápice da planta, com isso, o uso de menores populações de plantas por área objetiva-se diâmetro de colmo maior, podendo assim reduzir a incidência desse problema.

A produtividade média brasileira de biomassa verde da cana de açúcar é de 81,59 t ha⁻¹ (CONAB, 2017). Entretanto, é importante ressaltar, que a cana é colhida com um ano ou um ano e meio e o ciclo do sorgo sacarino é de no máximo 120 dias. Desta forma, pode-se obter 2 ou 3 safras por ano de sorgo sacarino e considerando a produtividade média dos ensaios de 50 t ha⁻¹, pode-se concluir que o sorgo sacarino é uma cultura bastante competitiva quando comparada à cana de açúcar. Com relação aos valores de SS, pode-se verificar que os mesmos são equivalentes aos encontrados na cana de açúcar (RIBEIRO FILHO et al., 2008).

A produtividade de massa verde total variou em função da população de plantas, havendo assim diferença significativa entre as populações de sorgo sacarino (Tabela 3). Observou-se crescimento linear à medida que se eleva o número de plantas por área. Assim, as maiores produtividades, de 48,92 t ha⁻¹ e 42,21 t ha⁻¹, foram encontradas nos estandes de 600.000 e 500.000 plantas ha⁻¹, respectivamente. Já os menores valores foram observados nos tratamentos com 200.000, 300.000 e 400.000 plantas ha⁻¹, com produtividades média de 30,5 t ha⁻¹, 31,83 t ha⁻¹, e 37,04 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Autores como (HAN et al. 2012; HABYARIMANA et al. 2004) verificaram também o aumento na produtividade de massa verde total com o aumento do número de plantas por área.

O rendimento de massa verde obtido neste trabalho está dentro da amplitude de rendimento de massa verde (27,9 a 124 t ha⁻¹) encontrada por (ALMODARES; HADI, 2009) dentre 36 materiais de sorgo sacarino.

Observou-se que com o incremento de 400.000 plantas ha⁻¹ aumentou a produtividade de massa verde total em 17,1 t ha⁻¹, alcançando 48,53 t ha⁻¹ no stand de 600.000 plantas por hectare (Tabela 4). Com tudo, independente dos tratamentos os valores para este parâmetro foram inferiores à média para o cultivar BRS 509, onde encontra-se médias superiores a 60,0 t ha⁻¹ (PARRELLA, 2011).

A relação entre a massa verde e as diferentes populações de plantas utilizadas possibilitou o aumento linear da produtividade de massa verde total obtido do sorgo sacarino, em decorrência da elevação do número de plantas por área (Figura 6), onde pesquisas realizadas por Albuquerque et al., (2010), verificou em estudos de arranjos de plantas envolvendo cultivares de sorgo sacarino, densidades de sementeiras e espaçamentos entre fileiras, que com o aumento da população de plantas por hectare, proporciona maior produtividade de massa verde.

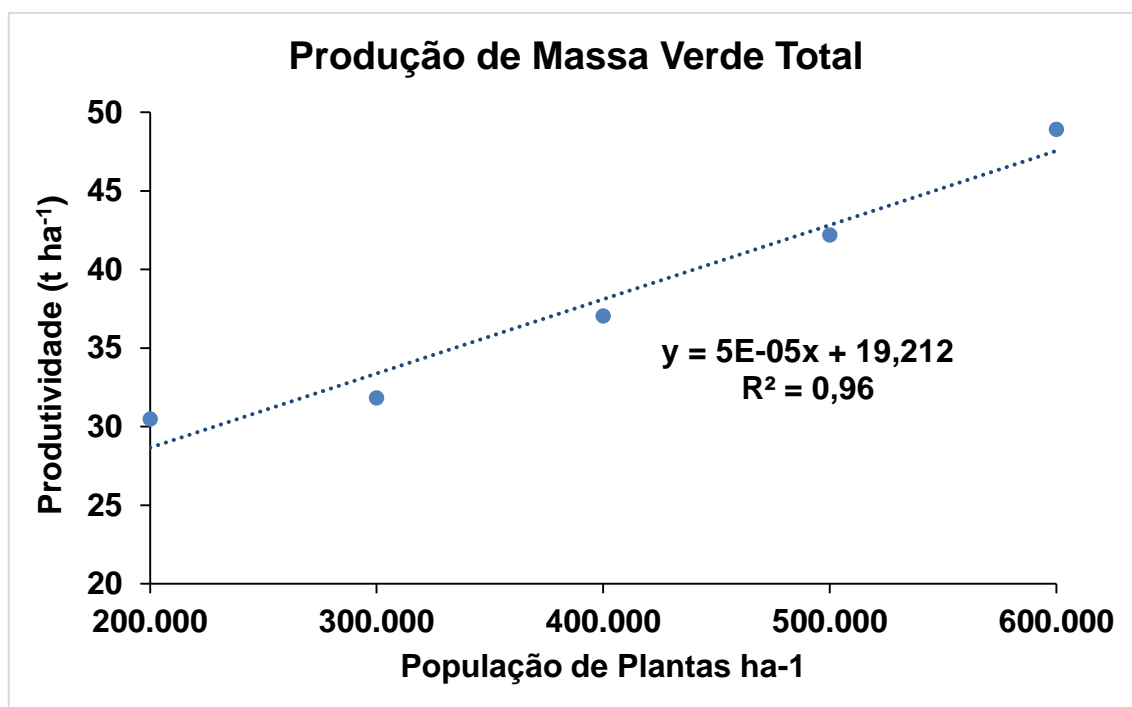


FIGURA 6. Produção média de massa verde (t ha⁻¹) obtido a partir da avaliação de cinco populações de plantas de sorgo sacarino, avaliadas em Humaitá-AM, 2018

Albuquerque et al., (2012) afirmam que os trabalhos relacionados ao efeito da densidade de plantas no rendimento do sorgo sacarino são inconsistentes. Onde alguns autores destacam que taxas elevadas de semeadura propiciam incrementos na produtividade de massa verde; em outros casos, não é verificado nenhum efeito sobre a produtividade de massa verde (STICKLER e LAUDE, 1960; STEINER, 1986; HABYARIMANA et al., 2004; WORTMANN et al., 2010; SNIDER et al., 2012). O rendimento de sorgo sacarino, em resposta à densidade de semeadura, parece ser dependente do ambiente e do cultivar (HABYARIMANA et al, 2004; WORTMANN et al, 2010).

De acordo com Prasad et al. (2007) citado por May et. (2012), o estágio ideal de colheita é quando o caldo apresenta de 15,5 a 16,5 °Brix, sendo este grau importante para se obter um caldo com alta qualidade de fermentação e, com isto, maximizar a produção de etanol por hectare. Estes resultados corroboram com os do presente trabalho (17,25; 17,0; 16,87; 16,25 e 16,12 °Brix) para as populações avaliadas, onde para alguns tratamentos foi superior ao sugerido (Tabela 4).

Referente a variável sólidos solúveis, não foi observado diferença significativa para as populações avaliadas (Tabela 3). Isto pode ser justificado

pelo fato do Brix do caldo ser influenciado principalmente pelos diferentes tipos de materiais genéticos, pelo fotoperíodo e pela adubação ou pela fertilidade do solo (TEIXEIRA et al., 1999; KUMAR et al., 2008).

Houve uma pequena redução do °Brix do caldo com o aumento da população de plantas, onde com o incremento de 400.000 plantas ha⁻¹ diminuiu o Brix em 1,13 °Brix, passando de 17,25 para 16,12 °Brix, que corresponde as populações com 200.000 e 600.000 plantas ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). May et al., (2012) avaliando arranjos de plantas utilizando genótipos de sorgo sacarino, também observou diminuição no °Brix à medida que se aumenta o número de plantas por área.

Portanto, conforme Pereira Filho (2013), estudando diferentes populações de plantas de sorgo sacarino visando à obtenção de etanol, também não observou diferença significativa no Brix entre os tratamentos estudados, entretanto conclui que o Brix (teor de açúcares redutores totais) é uma das características mais importante da planta de sorgo sacarino quando se objetiva como produto final o etanol.

6. CONCLUSÃO

A massa verde de sorgo sacarino aumentou em relação ao aumento número de plantas por área. O estande com 600.000 plantas por ha⁻¹ foi o que apresentou maior produtividade de massa verde.

O aumento da população de plantas de sorgo sacarino reduziu o diâmetro do colmo, onde verificou-se o decréscimo no diâmetro com aumento da população de plantas por área.

As populações de plantas de sorgo sacarino não influenciaram no teor de sólidos solúveis e altura de plantas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S. M. L.; MORAIS, C. V. A.; GUIMARÃES, P. D. **Cultivo do sorgo**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/clima.htm>. > Acesso em: 20 de abril de 2018.

ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. 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. SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia, GO. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos. Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

ALBUQUERQUE, C.J.B.; TARDIN, D. T.; PARRELA, R. A. C.; GUIMARÃES, A. S.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de minas gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 69-85, 2012.

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. **African Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 4, n. 9, p. 772- 780, 2009.

BAHIA FILHO, A. F. C. et al. Impulsionando a produção e a produtividade de milho e sorgo, no Brasil. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: **Embrapa Informações Tecnológicas**, 2008. cap. 2, p. 125.

BORGES, I.D.; MENDES, A.A.; VIANA, E.J.; GUSMÃO, C.A.G.; RODRIGUES, H.F.F.; CARLOS, L.A. **Caracterização do caldo extraído dos colmos do cultivar de sorgo sacarino BRS 506 (*Sorghum bicolor* L.)**. Resumos, In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo; IV Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho. Goiânia: ABMS, 2010.

BORSOI, A. **Características Agronômicas e Tecnológicas do Sorgo Sacarino em Diferentes Densidades de Plantas e Espaçamento entre Linhas**. Marechal Cândido Rondon, 2015. 43 p.

BOTELHO, P. R. F. **Avaliação agronômica e nutricional da rebrota anual de quatro genótipos de sorgo para produção de silagem na região Norte de Minas Gerais**. Minas Gerais, 2010. Tese (Dissertação de mestrado), p. 4, 2010.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil**, folha SB. 20, Purus. Rio de Janeiro, 1978. 561 p.

CAMPOS, M. C. C. et al. **Topossequência de solos na transição campos naturais-floresta na região de Humaitá, Amazonas**. Acta Amazônia, 42:387-398, 2012.

CARLOS J.B. ALBUQUERQUE, C.J.B.; PARRELA, R.A.C.; TARDIN, F.D.; BRANT, R.S.; SIMÕES, D.A.; FONSECA JR., W.B.; OLIVEIRA, R.M.; SILVA, K.M.J. **Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais**. Resumos, In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo; IV Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho. Goiânia: ABMS, 2010.

CETA - Centro de Ecologia Teórica e Aplicada (2011) **manual de Sweetanol precoce**. Poligrafiche San Marco S.A.S. Cormons (Gorizia), Itália. 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio de 2017**. Brasília: Conab, Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>.

DURÃES, N. N. L. **Heterose em sorgo sacarino**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Genética e melhoramento de plantas) UFL, p 21. 2014.

EMBRAPA, Sistema Embrapa de Produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 120 p., 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo. **Recomendações para o Cultivo do Sorgo. (Circular Técnica Nº 01)**. Sete Lagoas-MG, 62 p. 1982.

FANCELLI, A.L. **Plantas Alimentícias: guia para aula, estudos e discussão**. Centro Acadêmico “Luiz de Queiroz”. ESALQ/USP, 1986. 131p.

FARIAS, G. A. A. M.; FARRIAS, J. G. & NORONHA, J. F. Rentabilidade de produção de vassouras (*sorghum bicolor* (L.) Moench) de sorgo-vassoura. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiania, v. 30, p. 97-102, 2000.

FERNANDES, P. G. **Avaliação Agronômica de Dois Cultivares de Sorgo Sacarino (*sorghum bicolor* (L.) moench) em Sete Lagoas - MG**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), GOYTACAZES – RJ, 2013. 89 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.

FIORINI, I. V. A. **Desempenho de cultivares de sorgo em função da população de plantas, época de semeadura e de corte**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2014.

GOMES, A.; RODRIGUES, D. & OLIVEIRA, P. Caracterização do sorgo para a produção de etanol. **Agroenergia em Revista, Brasília**, v. 3, p. 26, 2011.

HABYARIMANA, E.; BONARDI, P.; LAURETI, D.; DI BARI, V.; COSENTINO, S.; LORENZONI, C. Multilocational evaluation of biomass sorghum hybrids under

two stand densities and variable water supply in Italy. **Industrial Crops and Products**, Tucson, v. 20, p. 3-9, 2004.

HAN, K. J.; PITMAN, W. D.; ALISON, M. W.; HARRELL, D. L.; VIATOR, H. P.; McCORMICK, M. E.; GRAVOIS, K. A.; KIM, M.; DAY, D. F. Agronomic considerations for sweet sorghum biofuel production in the South-Central USA. **Bioenergy Research**, New York, v. 5, p. 748-758, 2012.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado/estatisticas.html?t=destaques&c=1301704>. Acesso em 07 de Junho de 2018.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/mapaEstacoes>. Acesso em 08 junho de 2018.

KUMAR, S. R; SHROTRIA, P. K; DESHMUKH, J. P. Characterizing Nutrient Management Effect on Yield of Sweet Sorghum Genotypes. **World Journal of Agricultural Sciences**, Pradesh, v. 4, n. 2008.

LANDAU, C.E; SCHAFFERT, E.R. **Mapeamento de áreas aptas para plantio de sorgo sacarino na época da entressafra da cana de açúcar no Brasil**. AGROENERGIA EM REVISTA. ANO II, N. 3, 51 p. Ago. 2011.

LIMA, A. M.; SANTOS, D. T. & GARCIA, J. C. Viabilidade econômica e arranjos produtivos. **Agroenergia em Revista, Brasília**, vol. 3, p. 43-44, 2011.

LIMA, J. M. P.; MEDEIROS, A. C.; GONÇALVES, R. S.; LIMA, J.G.A.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. L.; SOBRINHO, E. E. Comportamento de Cultivares de Sorgo Sacarino no Agreste Potiguar no Estado do Rio Grande do Norte. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, 2010. **Anais: Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. p. 2189-2196. 2010.

MARCOCCIA, R. A. **Participação do etanol brasileiro em uma nova perspectiva na matriz energética mundial**. 2007. 95 p. Dissertação (Mestrado) EP/FEA/IEE/IF da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

MARTINS, J. H. **História de classificação do sorgo (*sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Produção e uso do sorgo, Buenos Aires; Hemisfério Sul, p. 4-6, 1975.

MAY, A.; CAMPANHA, M.M.; ABREU, M. C.; BERTOLINO, K.M.; SILVA, A.F.S.; COELHO, M.; PARRELLA, R.A.C.; SCHAFFERT, R.E; FILHO, A.P. **Influência do arranjo de plantas no desempenho produtivo de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), em Sete Lagoas - MG**, *Congresso Nacional de Milho e Sorgo*, 29, Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. 2382-2389 p.

PARRELA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. dos S.; TARDIN, F. D.; SCHARFFET, R. E. R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando

a produção de etanol. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, 2010. **Anais: Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. p. 2858-2866. 2010.

PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; COTA, L. V.; F D TARDIN; MENEZES, C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; MENDES, S. M E MAY A. **BRS 509- Variedade de Sorgo Sacarino para Produção de Etanol**. Comunicado Técnico 192. ISSN 1679-0162 Sete Lagoas, MG Dezembro, 2011.

PARRELLA, R. A. C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**, Brasília, vol. 3, p. 8-9, 2011.

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 FILHO, et al. **Avaliação de Cultivares de Sorgo Sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em Diferentes Densidades de Semeadura Visando à Obtenção de Etanol**. XXIX Congresso Nacional de Milho E Sorgo - Águas de Lindóia - 26 a 30 de agosto de 2012.

PFEIFFER, T. W. et al. Heterosis in sweet sorghum and section of a new sweet sorghum hybrid for use in syrup production in Appalachia. **Crop Science, Madson**, v. 50, n 5, p, 1794-1794, Sept, 2010.

PRASAD, S.; SINGH, A.; JAIN, N.; JOSHI, H. C. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. **Energy and Fuels**, Washington, v. 21, p. 2415-2420, 2007.

RIBAS, P. M. **cultivo do sorgo Importância econômica**, 2008. Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicações /sorgo/index.htm>>. Acesso em: 23/04/2018.

RIBEIRO FILHO NM, FLORÊNCIO IM, ROCHA AS, DANTAS JP, FLORENTINO ER, SILVA FLH (2008) Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente. R. Bras. de Prod. Agroindus. 1:9- 16.

SCHAFFERT, R. E; PEREIRA FILHO, I. A. **Variedades de Sorgo Sacarino em Diferentes Espaçamentos e População de Plantas**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.11, n.3, p. 278-290, 2012a.

SIMON, J. E.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; FERREIR, G. D. G.; SANTOS, N. F. A. & NAHUM, B. S. consumo e digestibilidade aparentedas frações fibroas de silagem de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 3, p. 333-338, 2008.

SNIDER, J. L.; RAPER, R. L.; SCHWAB, E. B. The effect of row spacing and seeding rate on biomass production and plant stand characteristics of non-irrigated photoperiod-sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Industrial Crops and Products**, Tucson, v. 37, p. 527-535, 2012.

SOUSA, V. F. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo Sacarino**. Tese (Dissertação mestrado), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, UEMC, p. 15, 2011.

STEINER, J. L. Dryland grain sorghum water use, light interception, and growth responses to planting geometry. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 720-726, 1986.

STICKLER, F. C.; LAUDE, H. H. Effect of row spacing and plant population on performance of corn, grain sorghum and forage sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 52, p. 275-277, 1960.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V. do.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, J. M. P. de; SILVA, F. G. da; FILHO, J. G. S.; BRITO, A. R. M. B.; RODRIGUES, J. A. S. O Sorgo Sacarino no Semi-Árido Brasileiro: Elevada Produção de Biomassa e Rendimento de Caldo. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, 2010. Anais: **Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. p. 2179-2186. 2010.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.

VANDERLIP, R. L. How a sorghum plant develops. Manhathan: Kansas States Universit, 1979. 19 p.

WORTMANN, C. S.; LISKA, A. J.; FERGUSON, R. B.; LYON, D. J.; KLEIN, R. N.; DWEIKAT, I. Dryland performance of sweet sorghum and grain crops for biofuel in Nebraska. **Agronomy Journal**, Madison, v. 102, p. 319-326, 2010.