



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

ANTONIA GARDÊNIA DOMINGOS SOUSA

MORFOLOGIA DO SORGO SACARINO SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO
ENTRELINHA

FORTALEZA – CE

2016

ANTONIA GARDÊNIA DOMINGOS SOUSA

**MORFOLOGIA DO SORGO SACARINO SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO
ENTRELINHA**

Monografia submetida ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso Oliveira.

Coorientadora: M.^a Tatiana Maria da Silva

FORTALEZA – CE

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S696m Sousa, Antonia Gardênia Domingos.

Morfologia do sorgo sacarino sob influência do espaçamento entrelinha / Antonia Gardênia Domingos Sousa. – 2016.

32 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso Oliveira.

Coorientação: Profa. Ma. Tatiana Maria da Silva.

1. Sorghum bicolor (L.). 2. Moench. 3. Densidade de plantio. 4. Híbrido 7C30. I. Título.

CDD 630

ANTONIA GARDÊNIA DOMINGOS SOUSA

**MORFOLOGIA DO SORGO SACARINO SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO
ENTRELINHA**

Monografia submetida ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso Oliveira.

Coorientadora: M.^a Tatiana Maria da Silva

Aprovada em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agr.^a. Ms.^a. Tatiana Maria da Silva (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agr.^a. Joana Gomes de Moura
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agr.^o. Ms. Wesley Costa Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e sua constante presença em minha vida.

Aos meus pais, Antônia e Matias, por serem a minha inspiração e meu alicerce, me dando apoio ao longo dessa caminhada.

Aos meus irmãos, avós, sobrinhas e sobrinho, por me aguentarem e amarem incondicionalmente.

Aos amigos e familiares que souberam compreender por muitas vezes a minha ausência, obrigada pelo apoio e carinho.

A Karyna Nascimento de Aguiar, por cada palavra de incentivo, pela paciência, confiança e amizade.

Ao meu querido amigo Wesley Araújo da Mota, que mesmo distante se fez presente, com a sua prontidão em me ajudar sempre que precisei.

A Universidade Federal do Ceará e todos os professores do curso de Agronomia pelos ensinamentos.

Ao professor Dr. Alexandre Bosco de Oliveira, por ter aceito ser meu orientador inicialmente e ao também professor Dr. Lamartine Soares Cardoso Oliveira por ter aceito o desafio de continuar o processo de orientação.

A Tatiana Maria da Silva, pela coorientação grandiosa, por ter sido por muitas vezes compreensiva e paciente comigo. Obrigada por tudo.

Aos colegas de curso pela amizade e convivência, em especial aos que caminharam sempre ao meu lado, Ana Gabriele Sales, Anderson Herculano Galvão, Darlene Maia Grangeiro, Maria Luiza Bezerra e Luís Fabricio Martins. Amigos que eu levarei para a vida

E por fim, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para realização deste trabalho. Minha eterna gratidão!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento morfológico e índice de clorofila de genótipos de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) produzido no semiárido cearense em função de diferentes espaçamentos entrelinhas. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, no município de Pentecoste – CE, no período de março a julho de 2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida 3x4x5 (três genótipos e quatro espaçamentos entrelinhas e 5 tempos de avaliação), com quatro repetições. Os três genótipos de sorgo sacarino utilizados foram o BRS 506, SF 15 e o híbrido 7C30, quanto aos espaçamentos foi utilizado 50, 60, 70 e 80 cm entrelinhas e cinco tempo de avaliação em dias após a semeadura. Para as avaliações das variáveis morfológicas foram feitas medições a cada 15 dias para altura de planta (AP), número de folha (NF), angulação da folha +3 (AF+3) e diâmetro médio do colmo (DMC) e o Índice relativo de clorofila. Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade da variância, quando não normais foi realizado o teste não-paramétrico de comparação de médias de Kruskal-Wallis (5%) para os dados normais foi feita análise de variância (ANOVA), sendo que para o fator genótipo será feito o teste de Tukey (5%) e para o tempo a regressão polinomial. Os resultados mostraram que os espaçamentos entrelinhas usados não influenciaram estatisticamente nas variáveis analisadas no fator genótipos. Entretanto o híbrido 7C30 obteve altura superior aos demais genótipos e diâmetro de colmo menor. O BRS 506 que apresentou resultados medianos em suas avaliações foi o que mais se destacou em campo.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, densidade de plantio, híbrido 7C30

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the morphological growth and chlorophyll content of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes produced in the semi-arid region of Ceará, as a function of different spacings between the lines. The experiment was conducted at the Curu Valley Experimental Farm, in the municipality of Pentecoste - CE, from March to July 2015. The experimental design was a randomized complete block design with a 3x4x5 subdivision plot (three genotypes, four spacings between lines and 5 evaluation times) with four replicates. The three sorghum genotypes used were BRS 506, SF 15 and the hybrid 7C30, 50, 60, 70 and 80 cm between rows and five evaluation times in days after sowing were used for the spacings. For evaluations of the morphological variables, measurements were made every 15 days for plant height (AP), leaf number (NF), sheet angulation +3 (AF + 3) and mean stem diameter (DMC) and relative index Of chlorophyll. The non-parametric Kruskal-Wallis test (5%) was performed for the normal data, and analysis of variance (ANOVA) was performed. The data were submitted to tests of normality and homogeneity of the variance. That for the genotype factor will be done the Tukey test (5%) and for the time the polynomial regression. The results showed that the spacing between the lines did not statistically influence the variables analyzed in the genotype factor. However, the hybrid 7C30 obtained higher height than the other genotypes and smaller stem diameter. The BRS 506 that presented medium results in its evaluations was the most outstanding in the field.

Key words: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, planting density, 7C30 hybrid.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Análises morfológicas dos genótipos de sorgo sacarino na área Experimental Vale do Curu-Pentecoste-CE, altura das plantas (A), ângulo da folha +3 (B), diâmetro do colmo (C) e aferição da clorofila (D)..... 20
- Figura 2:** Diâmetro médio do colmo de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entrelinhas..... 25
- Figura 3:** Diâmetro médio do colmo de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos dias após a semeadura..... 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais parâmetros meteorológicos referentes ao período do experimento de Março a Julho de 2015 em Pentecoste – CE.....	18
Tabela 2: Condições físico-químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da área experimental da Fazenda Vale do Curu em Pentecoste, Ceará.....	19
Tabela 3: Dados de crescimento de três genótipos de sorgo sacarino submetidas a diferentes espaçamentos entrelinhas.....	22
Tabela 4: Resumo da ANOVA para variável diâmetro médio do colmo de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos entrelinha produzido no semiárido (Pentecoste-CE)	24

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1.	A cultura do sorgo.....	13
2.2.	Morfologia e botânica do sorgo.....	13
2.3.	Sorgo sacarino.....	14
2.4.	Fenologia do sorgo sacarino.....	15
2.5.	Produção de sorgo no semiárido nordestino	15
2.6.	Produção de etanol no Brasil.....	16
2.7.	Espaçamento entrelinhas.....	17
3.	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1.	Local e período de execução.....	18
3.2.	Montagem do experimento.....	18
3.3.	Variáveis estudadas.....	19
3.4.	Análise estatística dos dados.....	21
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.	CONCLUSÕES	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	28

1. INTRODUÇÃO

A incerteza da disponibilidade futura de recursos não renováveis tem despertado o interesse do mundo pelos biocombustíveis, que é apontado como o substituto mais viável do petróleo. A busca por combustíveis de fontes renováveis (oriundas de produtos animais e vegetais) tem se expandido rapidamente nos últimos anos, devido a elevadas emissões de gases associados ao efeito estufa, que são liberados como resultado de reações durante a utilização dos combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão mineral) (MAY *et al.*, 2012).

Dentre os biocombustíveis, o etanol é considerado uma alternativa promissora na substituição aos derivados de petróleo, que é a base principal da matriz energética atual. À medida que a demanda por combustíveis aumenta, intensifica-se também a busca por outras fontes de energia que sejam inesgotáveis. Neste contexto, a produção de etanol no mundo só tem aumentado, e isto se deve aos diferentes tipos de fontes de biomassa usadas para a sua produção, tais como: o amido, que encontramos no milho e grãos de cereais, a sacarose presente na cana-de-açúcar, beterraba açucareira e também no sorgo sacarino e a celulose em resíduos vegetais e madeira (BNDES *et al.*, 2011). Conforme dados da Nova Cana (2015), o Brasil vem adquirindo uma crescente valorização nos setores de produção de álcool, permitindo assim maiores investimentos ao país e fazendo com que ocupe o título de maior exportador e segunda maior produtor mundial de etanol.

Diversas culturas são usadas como matéria-prima para produção de etanol. A escolha de qual cultura usar depende de diversos fatores locais, tais como fatores econômicos, edafoclimáticos, agronômicos, ambientais, entre outros. Marcoccia (2007), diz que a cana-de-açúcar é a matéria-prima mais utilizada em países da América latina e Austrália. Já em grande parte da América do Norte (EUA e Canadá) o milho é predominante, assim como a beterraba açucareira é na França, Alemanha e Espanha. A mandioca, trigo e sorgo são mais utilizados nos países asiáticos, sendo que já se produz etanol a partir do sorgo na África.

O sorgo sacarino se assemelha à cana-de-açúcar no armazenamento de açúcares nos colmos, os quais possibilitam a produção de etanol, e no fornecimento de quantidade de bagaço suficiente para geração de vapor na operação industrial (ALMODARES; HADI, 2009). Parrella *et al.*, (2010) relatam que o sorgo sacarino pode ser colhido no período de entressafra da cana-de-açúcar, beneficiando assim a indústria sucroenergética, que diminuirá seu tempo de ociosidade, tendo matéria prima para a produção de etanol nesse intervalo. Além disso, o sorgo sacarino possui elevada produção de biomassa, sua colheita pode ser

antecipada e por possuir o mesmo processo de industrialização da cana-de-açúcar, esses fatores o torna como primeira opção para a renovação da área de cultivo, visando antecipar o período de moagem em cerca de 45 dias.

Frente a essa necessidade, o sorgo sacarino mostra-se como opção para melhor aproveitamento do ano agrícola, com expansão do tempo de moagem nas usinas (utilizado em áreas de reforma na entressafra) e aumento da produção de etanol. (FISCHER FILHO *et al.*, 2014)

Diante do potencial do sorgo sacarino para a produção de álcool, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento morfológico e índice de clorofila de três genótipos de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos entrelinhas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta moderna, domesticada pelo homem, por gerações, a fim de atender e satisfazer as suas próprias necessidades. A sua origem tem sido motivo de controvérsia entre pesquisadores, embora estudos apontem que o centro de origem provavelmente é a África, existem algumas evidências de que a Índia possa ter sido outra região de dispersão independente (RIBAS, 2003). Santos; Casela e Waquil (2005) estimam que a sua domesticação se deu há 7.000 anos, na Etiópia, por meio da seleção de espécies silvestres, e distribuída por rotas de comércio por toda a África, Oriente Médio e Índia há cerca de 3000 anos.

Conforme Souza (2011) o sorgo é o quinto cereal mais importante do mundo, sendo base alimentar em mais de 30 países para mais de 500 milhões de pessoas. Os grãos são utilizados extensamente na alimentação humana em países da África e Ásia, enquanto que no Ocidente é usado na alimentação animal e na produção de xarope, álcool e açúcar.

De acordo com Pontes (2013) esta espécie é classificada em diferentes tipos, tendo como base o seu potencial de uso e fins agroindustriais. O sorgo pode ser do tipo granífero, destinado à produção de grãos; do tipo forrageiro, destinado a produção de silagem e/ou pastagem, exclusivamente para alimentação animal; do tipo vassoura que é utilizado na confecção de vassouras caseiras, sendo esse cultivado principalmente no sul do país, do tipo biomassa utilizado para complementação da matriz energética atual do setor sucroenergético baseada atualmente no uso de bagaço de cana-de-açúcar, cavacos de eucalipto e palhico de cana e do tipo sacarino, que possui colmo rico em açúcares fermentáveis.

A cultura apresenta características fisiológicas que permitem redução das atividades metabólicas sob a escassez de água, e após o término deste período de déficit, a retomada do crescimento é mais rápida quando comparado com plantas não submetidas a limitação hídrica, demonstrando um atributo interessante quando pensamos na superação de estresses abióticos por plantas cultivadas (AMARAL *et al.*, 2003).

2.2 Morfologia e botânica do sorgo

O sorgo é uma planta da família *gramineae*, do gênero *sorghum*, e da espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Sua estrutura radicular é composta por raízes que possuem

sílica na endoderme, grande quantidade de pelos absorventes e altos índices de lignificação de periciclo, que conferem a cultura maior tolerância a seca. O caule por sua vez é dividido em nós e entrenós e folhas ao longo de toda a planta, sua inflorescência é uma panícula e seu fruto é uma cariopse ou grão seco (VON PINHO; VASCONCELOS, 2002). Compreende espécies anuais e espécies vivazes. Atinge 1 a 4 metros de altura, tendo vários caules por pé (afilhamento), cada um dos quais tem uma influência terminal do tipo paniculado. Uma espiga sésil, fértil, acompanhada por duas espiguetas estéreis pedunculadas que caracterizam o gênero (DINIZ, 2010).

Como as sementes do sorgo não possuem uma estrutura de proteção, como por exemplo, o caso do milho que tem a palha ou as glumas do trigo e da cevada, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, que servem para defesa química contra predadores, patógenos e outros competidores. Em toda a estrutura da planta possui aproximadamente os mesmos níveis de proteína, amido, lipídios e etc., porém destaca-se o tanino condensado, substância adstringente, acarretando ao grão problemas de digestibilidade (MAGALHÃES *et al.*, 2000).

2.3 Sorgo sacarino

O Sorgo sacarino é a denominação dada às plantas da espécie *S. bicolor* que possui características como alta produção de massa verde, porte alto e colmos suculentos com altas concentrações de açúcares no caldo (WOODS, 2001). É uma espécie agrícola rústica, com boa adaptação a estresses ambientais, tais como, temperatura e umidade; contudo, em fases críticas de crescimento e desenvolvimento da cultura é necessário o uso da irrigação e a aplicação de corretivos e/ou fertilizantes (DURÃES, 2012). Dentre as cultivares existentes no Brasil, o tipo sacarino apresenta altura que varia de 2,60 a 2,95 m, com florescimento aos 63 a 80 dias após o plantio e o período para colheita de 100 a 130 dias após o plantio (PARRELLA; SCHAFFERT, 2012).

O sorgo sacarino, por possuir o colmo rico em açúcares, tem potencial para produzir etanol em quantidades economicamente viáveis (MIRANDA, 2012). O caldo extraído apresenta uma variação de 15 a 21 °Brix com teor de sacarose de 8,0 a 17,5%, valores próximos aos encontrados na cana-de-açúcar que é de 18 e 21 °Brix e sacarose entre 15 e 18%, o que torna a utilização do caldo do sorgo uma alternativa para complementar o caldo de cana-de-açúcar nas destilarias do país (DURÃES *et al.*, 2012).

2.4 Fenologia do sorgo sacarino

A cultura de sorgo sacarino se caracteriza por ser de ciclo fenológico curto alcançando sua maturação fisiológica em período aproximado de 4 meses, capaz de produzir teores de açúcares próximos aos de cana-de-açúcar em uma escala de tempo semelhante (FONTES *et al.*, 2011).

O ciclo do desenvolvimento do sorgo sacarino de acordo com Magalhães & Durães (2003) apresenta três estágios de crescimento (EC1) que caracteriza a primeira fase de crescimento das culturas, que vai do plantio até a iniciação da panícula. Na fase seguinte (EC2), que compreende a iniciação da panícula até o florescimento, vários processos de crescimento, se afetados, poderão comprometer o rendimento. São eles: desenvolvimento da área foliar, sistema radicular, acumulação de matéria seca e o estabelecimento de um número potencial de sementes e a fase de crescimento (EC3), que vai da floração à maturação fisiológica, os fatores considerados mais importantes são aqueles relacionados ao enchimento de grãos.

O sorgo é uma planta C4 com altas atividades fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para bom crescimento e desenvolvimento. A planta tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES *et al.* 2003).

O sorgo é uma das espécies de importância agrícola que apresentam grande potencial de utilização da radiação solar por meio da fotossíntese para a conversão de carbono mineral em carbono orgânico na forma de grãos e de forragem. Em condições não estressantes, a fotossíntese é afetada pela quantidade de luz fotossinteticamente ativa, proporção desta luz é interceptada pela estrutura do dossel e pela distribuição ao longo do dossel (MAGALHÃES; DURÃES, 2003).

2.5 Produção de sorgo no semiárido nordestino

O Nordeste compreende 18,27% do território brasileiro, possuindo uma área de 1.561.177,8 km², dos quais 841.260,9 km² é delimitado pelo semiárido nordestino (ARAÚJO, 2011). De acordo com a Agência Prodetec (2015), a cultura do sorgo se adapta bem às condições do semiárido nordestino, por possui ciclo vegetativo curto e alta tolerância aos déficits hídricos, fatores comuns na região, assim a planta consegue extrair e reter mais água e

suportar elevadas temperaturas, tornando-se uma alternativa para cultivo em áreas inapropriadas para o milho.

Ainda há poucos trabalhos realizados que avaliam a adaptabilidade da cultura na região. Constata-se maior foco de estudos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), com estudos de qualidade do caldo visando tanto à produção de aguardente quanto a produção de etanol. As pesquisas destas instituições possibilitaram indicações comprovadas do uso do caldo do sorgo sacarino para a fabricação de cachaça, atendendo os padrões da legislação vigente (SOUZA *et al.*, 2005; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2008).

2.6 Produção de etanol no Brasil

O Brasil é o maior produtor de etanol de cana-de-açúcar do mundo e líder na tecnologia de produção. Essa liderança e competitividade deve-se a longos anos de pesquisa em instituições de ensino e em empresas privadas, que resultou em valiosa bagagem de conhecimento e de tecnologia sobre a cana, seus derivados e sobre o processo de fabricação do etanol (ROMEIRO, 2009).

Conforme Silva (2013), não é possível o cultivo da cana-de-açúcar em todas as regiões mantendo o mesmo índice de produtividade encontrado nas regiões centro-sul e nordeste, devido as grandes variações climáticas existentes no Brasil. Logo o sorgo sacarino aparece como alternativa, por possuir características diferenciais quanto ao clima e solo.

O sorgo sacarino é cultivado no Brasil desde a década de 50, mas só ganhou importância econômica em meados da década de 70 com a implementação do Programa Nacional do Alcool (Pró-Alcool) pelo governo brasileiro. Este programa visava a substituição do uso de combustíveis veiculares derivados do petróleo por biocombustíveis, devido à crise do petróleo. Nesta época, a principal cultura já era a cana-de-açúcar, mas o sorgo sacarino era cultivado de maneira satisfatória para viabilizar a atividade de médias e pequenas destilarias, principalmente por apresentar ciclo rápido, de apenas quatro meses, e assim manter essas microdestilarias sem períodos ociosos. A Embrapa passou a encaminhar programas de melhoramento genético, o que favoreceu a criação de cultivares com altos rendimentos de colmo e potencial elevado para a produção de etanol, destacando-se as variedades BRS 506 e 507 e o híbrido BRS 601. Com o Programa, o Brasil passou a ser referência mundial na produção de etanol, tornando-se economia pioneira no uso de biocombustíveis (PURCINO, 2011).

O etanol a partir dessa matéria-prima pode ser caracterizado como um combustível ecologicamente correto, por ser de origem vegetal, onde se aproveita todos os componentes da planta na produção de energia para a destilaria, adubação do solo e para alimentação de animais, poluindo menos que os combustíveis fósseis de origem do petróleo. O etanol pode ser produzido a partir de qualquer fonte de carboidrato fermentável pela levedura: milho, beterraba, batata, cevada, aveia, centeio, arroz e sorgo, sendo necessário hidrolisar as moléculas maiores de carboidratos complexos em açúcares simples fermentáveis. (SOUZA; CAMARGO, 2011).

2.7 Espaçamento entrelinhas

Para Albuquerque (2009) determina-se o arranjo ideal de plantas pelo espaçamento entre fileiras e pelo número de plantas presentes em cada linha capazes de explorar de maneira mais eficiente os insumos fornecidos pelos agricultores, além dos recursos naturais. Estudos têm revelado que a redução do espaçamento entrelinhas para a cultura do sorgo sacarino resulta em ganhos de caracteres agronômicos, de importância para a produção de etanol. Para população de plantas, o resultado dos estudos nem sempre indica efeito sobre as principais variáveis de produção, em decorrência da variação ambiental e pelos distintos espaçamentos avaliados em cada estudo (FERNANDES *et al.*, 2014).

As determinações da melhor densidade de semeadura e espaçamento entrelinhas para diversas situações de manejo da cultura, entre outros fatores, são primordiais para otimizar a produtividade (BERENGER; FACI, 2001; HAMMER; BROAD, 2003). Entre os fatores mais influenciados, Fischer Filho *et al.* (2014) destacam a produção de colmo (altura e diâmetro), que proporciona maior ou menor produção de caldo em função da biomassa verde, e, conseqüentemente, deve-se optar por arranjos de semeadura que proporcionem maior incremento dessas variáveis no momento da colheita.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período de execução

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), pertencente à Universidade Federal do Ceará - UFC, localizada no município de Pentecoste – CE, situado geograficamente nas coordenadas UTM a uma latitude 9577349 Leste e longitude 462620 Oeste, e a uma altitude de 48 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, é BSw'h', ou seja, semiárido seco com chuvas irregulares e pequena temporada úmida (AGUIAR *et al.*, 2014). Os dados meteorológicos de temperatura média do ar, umidade relativa e precipitação pluviométrica foram coletados de uma estação meteorológica da fazenda, correspondentes ao período de execução do experimento (TABELA 1).

Tabela 1. Principais parâmetros meteorológicos referentes ao período do experimento de 07 de Março a 26 de Julho de 2015 em Pentecoste – CE.

Período	T (°C)		UR (%)		P (mm)
	9 h	15h	9h	15h	
Março (07 a 31)	28,4	29,6	86,1	82,3	246,6
Abril	27,8	28,7	88,6	85,4	266,2
Maio	30,4	33,1	73,2	60,2	31,6
Junho	30,4	33,9	65,7	51,6	40
Julho (01 A 26)	29,5	34,8	67,7	56,5	56,2
Total	-	-	-	-	640,6

Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Vale do Curu pertencente à Universidade Federal do Ceará. T: temperatura; UR: umidade relativa; P: pluviosidade acumulada.

3.2 Montagem do experimento

Foram analisados três diferentes genótipos, o BRS506, o SF15 e o híbrido experimental de código interno EJX 7C30. Inicialmente o solo foi preparado com uma aração seguida de gradagem. No momento do plantio foi realizada adubação, tomando como base a análise química do solo (TABELA 2), na adubação de fundação colocou-se 30, 50 e 45 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, tendo-se como fontes para cada nutriente os adubos minerais ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, de acordo com a análise química do solo. Aos vinte dias após a semeadura foi realizada uma adubação de cobertura com 140 e 45

kg.ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, as sementes foram semeadas manualmente em condições de sequeiro.

Tabela 1. Condições físico-químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da área experimental da Fazenda Vale do Curu em Pentecoste - CE.

Prof. (cm)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	S	T
	cmolc.kg ⁻¹							
0 – 20	5,80	1,20	0,33	0,49	1,49	0,15	7,8	9,3
20 – 40	5,40	1,60	0,37	0,35	1,16	0,10	7,7	8,9
	V	m	C	N	MO	P Assimil	C/N	PST
	--- % ---		g.kg ⁻¹					
0 – 20	84	2	6,66	0,73	11,48	0,086	9	4
20 – 40	87	1	3,72	0,34	6,41	0,053	11	4
	D.G.	pH	CE	Areia G	Areia F	Silte	Arg.	Arg. Nat.
	g.cm ⁻³	H ₂ O	dS.m ⁻¹	g.kg ⁻¹				
0 – 20	1,46	6,7	0,85	68	593	249	90	61
20 – 40	1,55	7,0	0,66	50	571	271	108	92

Fonte: Laboratório de Solos/Água; Departamento de Ciências do Solo – UFC; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME.

Para os três genótipos em estudo foram avaliados quatro diferentes espaçamentos entrelinhas, sendo eles 0,50; 0,60; 0,70 e 0,80 metros com o espaçamento entre plantas padronizado em 0,12 metros e cinco tempos de avaliações após a semeadura. O delineamento experimental é o de blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcela subdividida (3x4x5): três genótipos, quatro espaçamentos entrelinhas e cinco tempos de crescimento. Assim o experimento terá uma área total de 1872 m², cada bloco com 468 m² e as parcelas variam de 10 m² a 16 m² de acordo com o tratamento. Cada parcela será constituída de quatro linhas de cinco metros, sendo as duas linhas centrais a área útil da parcela.

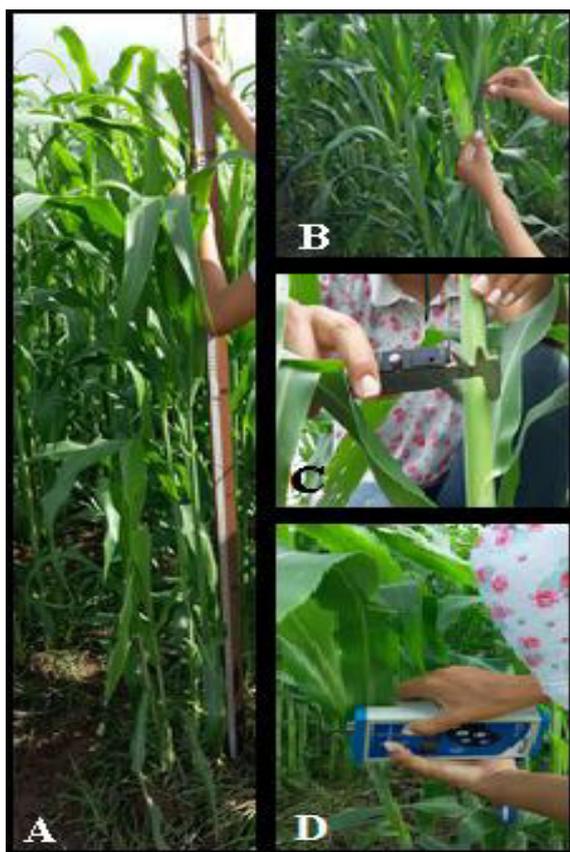
3.3 Variáveis estudadas

Em cada unidade experimental foram escolhidas casualmente seis plantas, demarcadas com fitilhos de diferentes cores. As seis plantas identificadas, tiveram medições feitas a cada 15 dias. Os parâmetros morfológicos analisados foram a altura da planta, o

diâmetro do colmo, o número de folhas, a angulação da folha +3, clorofila a, b, total e relação clorofila a/b.

As medições de altura da planta (FIGURA 1A) foram feitas medindo cada planta da superfície do solo até a base da folha bandeira (estágio vegetativo) ou ápice da panícula, os resultados foram expressos em metros. A angulação da folha +3 (AF+3) foi determinada sempre com base na terceira folha medindo-se a curvatura que ela fazia com o auxílio de um transferidor tomando como base a angulação que a folha formava com o colmo da planta, (FIGURA 1B). Para o diâmetro do colmo (FIGURA 1C) foi utilizado um paquímetro digital e foi determinado a partir da média de três leituras tiradas da base, meio e ápice de cada planta, o resultado obtido foi expresso em centímetros. O índice relativo de clorofila foi realizado através do medidor ClorofiLOG CFL1030, sendo feita a leitura em três partes da folha +3, base, meio e ápice, com posterior cálculo da média (FIGURA 1D). O número de folhas (NF), foi determinado pela contagem de folhas totalmente expandidas.

Figura 1. Análises morfológicas e da clorofila de genótipos de sorgo sacarino na área Experimental Vale do Curu – Pentecoste – CE, altura das plantas (A), ângulo da folha +3 (B), diâmetro do colmo (C) e aferição da clorofila (D).



3.4 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e quando atenderam a tais pressuposições foi feita análise de variância (ANOVA), com teste de Tukey (5%) para comparar as médias dos três genótipos; e estudo de regressão polinomial para analisar o espaçamento entrelinhas e os tempos de crescimento. Quando os dados não atenderam a uma das pressuposições estes foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (5%).

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio dos softwares Action 2.7 (ESTATCAMP, 2015) para transformação Boxcox e teste de Bartlett (teste de variância); Assistat 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009) para os testes de normalidade e Kruskal-Wallis; e Sisvar 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2011) para ANOVA com Tukey ou regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a Tabela 3, onde encontra-se a análise não-paramétrica, é possível notar que houve diferença estatística ($p \leq 0,05$) para o fator genótipo e para o fator tempo de crescimento (DAS), já o fator espaçamento entrelinhas não apresentou diferença estatística para nenhuma das variáveis estudadas. Os genótipos BRS 506 e SF-15 se sobressaíram apenas nas variáveis ângulo e relação a/b, respectivamente, enquanto o genótipo híbrido 7C30 se destacou nas variáveis altura, clorofila a, clorofila b, clorofila t. No fator tempo de crescimento, podemos observar que as maiores médias, para a maioria das variáveis (exceto relação a/b) foram apresentadas a partir dos 60 dias, mas também observamos que houve diferença significativa nas médias entre os tempos anteriores.

Tabela 3. Dados de crescimento de três genótipos de sorgo sacarino submetidas a diferentes espaçamentos entrelinhas.

Tratamentos	AL (cm)	NF	ANG (°)	CLOR a	CLOR b	CLOR t	REL a/b
GENÓTIPOS							
BRS 506	225,01 b	7,54 a	41,39 a	33,98 b	9,24 b	43,21 b	3,79 b
SF-15	230,48 b	7,08 a	33,72 b	32,10 c	7,77 c	39,88 c	4,22 a
7C30	274,09 a	7,55 a	37,38 b	34,96 a	10,30 a	45,26 a	3,45 c
EL (cm)							
50	245,34 a	7,30 a	35,65 a	33,79 a	9,22 a	43,01 a	3,77 a
60	241,74 a	7,26 a	35,85 a	33,58 a	8,81 a	42,39 a	3,91 a
70	240,82 a	7,33 a	39,04 a	33,42 a	8,79 a	42,22 a	3,92 a
80	242,70 a	7,68 a	39,47 a	33,92 a	9,60 a	43,52 a	3,68 a
TEMPO (DAS)							
30	94,55 d	6,64 bc	25,94 d	33,00 bc	8,07 b	41,07 b	4,14 a
45	197,49 c	8,93 a	25,06 d	33,81 ab	7,78 b	41,59 b	4,41 a
60	281,67 b	8,86 a	32,93 c	34,84 a	9,77 a	44,61 a	3,65 b
75	312,31 ab	6,96 b	39,91 b	34,54 a	10,12 a	44,66 a	3,51 b
90	329,93 a	5,56 c	63,65 a	32,20 c	9,78 a	41,99 b	3,39 b

Altura da planta (AL), número de folha (NF), ângulo da folha +3(ANG°), clorofila a (CLORa), clorofila b (CLORb), clorofila total (CLORT), relação clorofila a/b (RELa/b), espaçamento entrelinhas (EL) médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância a 5%.

De acordo com Audilakshmi *et al.* (2010) a característica altura de plantas passa a ter grande importância quando se avalia cultivares de sorgo sacarino tendo em vista a produção de etanol. A produção de biomassa tem como um dos componentes primário a produção de colmo, que está diretamente correlacionada com a altura da planta. Tanto, altura de plantas como diâmetro do colmo, são caracteres altamente influenciáveis pelas condições ambientais e pelas práticas de manejo adotadas, especialmente arranjo de plantas como o espaçamento entrelinhas, além de época de semeadura e adubação (EMYGDIO *et al.*, 2011).

Ao comparar a altura média entre cada genótipo, notasse que o híbrido 7C30, obteve média maior que os demais com 274,09 cm de altura, seguida dos genótipos SF-15 e BRS 506 com 230,48 cm e 225,01 cm respectivamente.

Com relação ao número de folhas entre os genótipos, não houve diferença significativa como também não houve no fator espaçamento entrelinhas em função dos tratamentos estudado. Foi notado uma variação no comportamento no fator tempo (DAS), que ao se passar os dias o número de folhas que começou com uma média de 6,64 nos seus primeiros 30 dias, chegou a ter uma média de 8,93 folhas por planta aos 45 dias após a semeadura, voltando a decrescer após 60 dias, chegando a ter apenas 5,56 folhas ao fim dos 90 dias. Esse comportamento acontece devido à idade da planta, que entra no período de senescência natural e baixa disponibilidade de água no solo. Magalhães; Durães, (2003) afirmam que esse comportamento é aceitável, uma vez que o número total de folhas numa planta após 30 dias de emergência pode variar de 7 a 30, sendo geralmente de 7 a 14 para genótipos adaptados de sorgo granífero.

Os resultados obtidos para a variável ângulo da folha +3 (TABELA 3) apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) para o genótipo BRS 506 e nos diferentes dias após a semeadura (tempo) apresentando médias maiores a partir dos 60 dias. Wenner *et al.*, (2001) citaram que folhas que estão em posição mais horizontal ao solo são mais eficientes na captação de luz, porém luz em excesso não é convertida em fotoprodutos o que resulta em menor taxa de ganho de carbono. Em contraposição folhas mais perpendiculares ao solo diminui a interceptação da radiação excessiva resultando em um reforço no ganho de carbono.

Conforme Machado *et al.* (2004) o teor de clorofila é um importante indicador da senescência foliar, sendo esta acelerada pelo déficit hídrico e carência de N.

Uns dos pigmentos envolvidos na fotossíntese são as clorofilas *a* e *b* que se encontram na natureza numa proporção de 3:1, respectivamente, e diferem nos substituintes de carbono C-3 (VON ELBE, 2000). A clorofila *a* está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese com liberação de oxigênio. É o pigmento utilizado para realizar o

primeiro estágio da conversão de energia luminosa em energia química, enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios, como é o caso das clorofilas *b* e carotenóides (TAIZ & ZIEGER, 2004).

Os teores de clorofila *a*, *b* e total (TABELA 3) apresentaram comportamento semelhante entre os diferentes tipos de espaçamento entrelinha apresentado, enquanto no comportamento entre os genótipos o 7C30 apresentou média superior aos demais.

Quando analisando o fator tempo em dias após semeadura, observa-se que as variáveis clorofila *a*, *b* e total, obtiveram médias maiores a partir dos 75 DAS.

Na Tabela 4 encontra-se o resumo da anova para a variável diâmetro de colmo dos genótipos de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos entrelinhas e o tempo. Observa-se que houve efeito significativo a 1% ($p < 0,01$) do fator genótipo e tempo isoladamente, e da interação entre ambos.

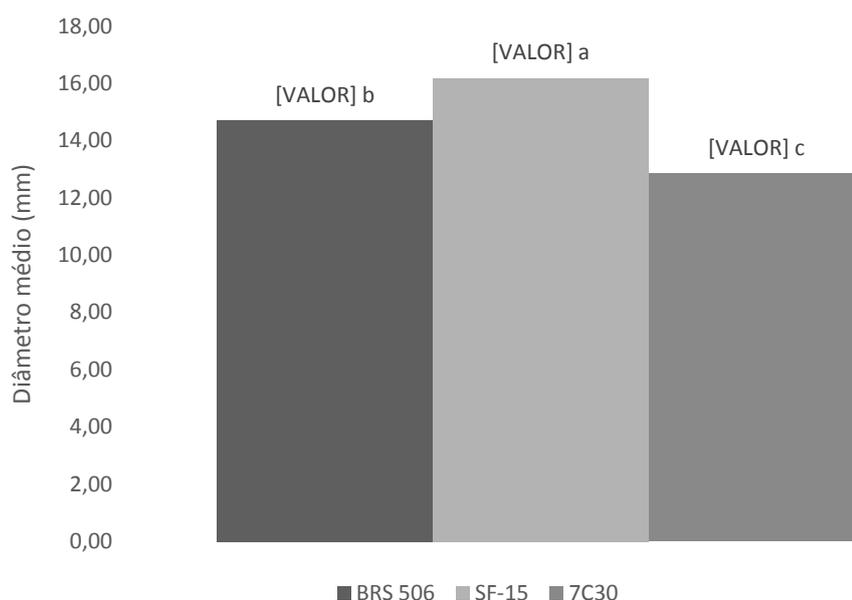
Tabela 4. Resumo da ANOVA para variável diâmetro médio do colmo de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos entrelinha produzido no semiárido (Pentecoste-CE)

FV	GL	DC (mm)
		-----QM-----
Bloco	3	0,945105 ^{ns}
Genótipo (G)	2	224,0555 **
Erro 1	6	3,12916 ^{ns}
Espaçamento entre linhas (EL)	3	7,98681 ^{ns}
G x EL	6	3,28583 ^{ns}
Erro 2	27	3,34809 ^{ns}
Tempo (T)	4	46,40826**
G x T	8	5,40646**
EL x T	12	1,03959 ^{ns}
G x EL x T	24	0,96118 ^{ns}
Erro 3	144	1,15567 ^{ns}
Total	239	-
	CV1 (%)	-
	CV2 (%)	-
	CV3 (%)	-

FV: fatores de variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; ns, **, respectivamente, não significativo, significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F da análise de variância (ANOVA).

Ao analisar o diâmetro médio dos colmos dos genótipos de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos entrelinhas observamos que o maior diâmetro obtido foi pelo genótipo SF-15 com 16,19 mm de espessura, seguido do genótipo BRS 506 com média de 14,71 mm e o híbrido 7C30 com apenas 12,85mm, nota-se aí uma diferença de 3,34 mm de espessura do diâmetro entre os genótipos SF-15 e o 7C30 (FIGURA 2).

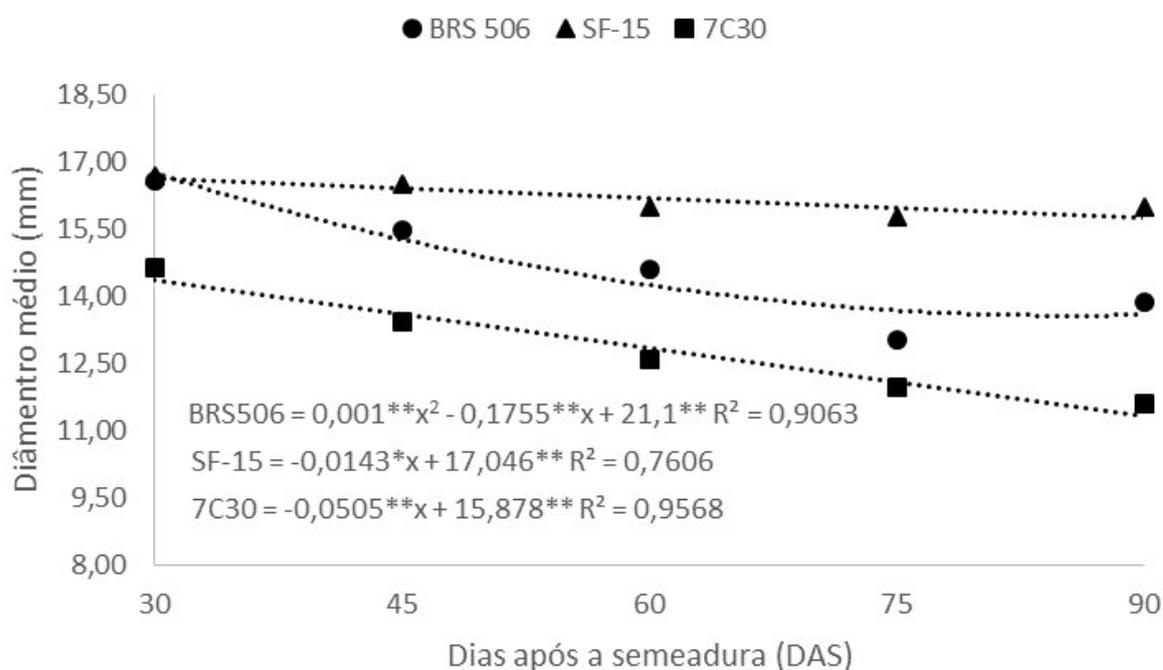
Figura 2. Diâmetro médio dos colmos de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entrelinhas.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Para o diâmetro médio em função dos dias após a semeadura (DAS) foi observada uma redução no diâmetro médio dos colmos com o aumento dos dias após a semeadura do experimento (FIGURA 3).

Figura 3. Diâmetro médio do colmo dos genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos dias após a semeadura.



*, **; significância pelo teste F, respectivamente quando, significativo a 5% e significativo a 1%.

A apresentação gráfica da equação de regressão encontra-se na Figura 3. Quanto ao diâmetro médio, observou-se que o genótipo BRS 506 obteve um comportamento quadrático, visto que, nos primeiros trinta dias o seu diâmetro era de 16,80 mm e no final dos 90 dias apresentou diâmetro de 14,9 mm, essa redução deve-se ao crescimento em altura da planta, com um coeficiente de determinação (R^2) de 90,63%.

Foi constatada uma relação linear decrescente entre o diâmetro médio do colmo e os dias após a semeadura no genótipo 7C30, que após os 30 primeiros dias obteve espessura inicial de 14,9 mm de diâmetro chegando a medir, após os últimos 90 dias, diâmetro de 11,7 mm. Podemos ver no campo experimental que enquanto a planta crescia de tamanho o seu diâmetro do colmo ia diminuindo, numa proporção direta. Não se tornando vantajoso para a produção de etanol, pois é no colmo que encontramos os açúcares fermentáveis.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que os espaçamentos usados entrelinhas não influenciaram nas variáveis morfológicas estudadas e que os genótipos apresentaram padrão morfológico semelhante.

O maior diâmetro médio obtido foi com o genótipo SF-15. Contudo, seu colmo excessivamente esponjoso, não o torna recomendada para a produção de etanol. Embora o genótipo BRS 506 tenha apresentado valores de diâmetro de colmo e altura de planta medianos, este seria o mais indicado, visando a produção de etanol.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGÊNCIA PRODETEC. **Agricultura nordeste: BNB-ETENE mostra panorama sobre cultura do sorgo**. Disponível em: <http://www.agenciaprodetec.com.br/estudos-e-pesquisas/354-agricultura-nordeste-bnb-etene-mostra-panorama-sobre-cultura-do-sorgo.html>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

AGUIAR, M. J. N.; VIANA T. V. A.; AGUIAR, J. V.; JÚNIOR R. R. C.; AQUINO, F. C.; JÚNIOR, J. H. C. B. **Dados climáticos: estação de Pentecoste**, Fortaleza/CE: 2003. Embrapa Agroindústria Tropical, Documento 87, 2004. 16 p

ALBUQUERQUE, C.J.B. **Arranjo de plantas de sorgo para a região do semiárido de Minas Gerais**. 2009. 125p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2009.

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.

AMARAL, S. R.; LIRA, M. A.; TABOSA, J. N.; SANTOS, M. V. F. S.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, V. F. Comportamento de linhagens de sorgo forrageiro submetidas a déficit hídrico sob condições controladas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.8, p. 973-979, 2003.

ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. Rios Eletrônica - **Revista Científica da FASETE**. ano 5 n. 5 dez. de 2011.

AUDILAKSHMI, S.; MALL A. K.; SWARNALATHA, M.; SEETHARAMA, N. Inheritance of sugar concentration in stalk (brix), sucrose content, stalk and juice yield in sorghum. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 34, p. 813-820, 2010.

BNDES; CGEE; FAO; CEPAL. **Bioetanol de cana-de-açúcar Energia para o desenvolvimento Sustentável**. 2008. Disponível em:<<http://www.cgee.org.br/publicacoes/bietanol.php>>. Acesso em: 10 de fev. de 2016.

CAMARGO, E. R.; SOUZA, D. H. F. **Síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose**. 2011. Disponível em:<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=20851>>. Acesso em: 04 dez 2015.

DINIZ, G. M. M. **Produção de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Aspectos gerais**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas. Recife, PE. 2010.

EMYGDIO, B, M.; AFONSO, A, P, S.; OLIVEIRA, A, C, B, D.; PARELLA, R.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A. **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino para a produção de etanol sob diferentes densidades de plantas** – Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2011. 22p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

ESTATCAMP. **Software Action**. Disponível em: <<http://www.estatcamp/empresa/software-action>>. Acesso em: 15 out. 2015

FERNANDES, P. G.; MAY, A.; COELHO, F. C.; ABREU, M. C.; BERTOLINO, K. M. Influência do espaçamento e da população de plantas de sorgo sacarino em diferentes épocas semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.6, p.975-981, jun, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, v. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILHO, J. A. F.; GOMES, G. G. C.; BOLONHEZI, A. C.; OLIVEIRA, J. A. V.; SANTOS, B. T. R. R. **Características de crescimento de híbridos de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos**. Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal, v. 6, p. 11-15. Suplemento; II Simpósio de Tecnologia Sucroenergética e de Biocombustíveis, 2014.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA: Milho e Sorgo, Documento 87, 1º Ed. 2003.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica, 3).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da Planta de Sorgo**. 1. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMS, nov. 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 68)

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA: Milho e Sorgo, Documento 87, 1º Ed. 2003. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16164/1/Com_87.pdf. Acesso em: 8 de set. de 2016.

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

MARCOCCIA, R. **A participação do etanol em uma nova perspectiva na matriz energética mundial**. 95 p. Dissertação de mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo. 2007.

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; SILVA, A. F.; COELHO, M. A. O.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; FILHO, I. A. P.; Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v11, n.3, p. 278-290, 2012.

NOVA CANA. **Pró-álcool: programa brasileiro de álcool**. Acesso em 30 nov 2015. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol.htm>>. 2015.

PARRELLA, N. N. L. D.; PARRELLA, R. A. C. Produção de sementes de sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 14-15, Ago. 2011. Plantas no Brasil. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

PARRELLA, R.A.C.; MENEGUCHI, J.L.P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A.R.; PARRELLA, N.L.D.; RODRIGUES, J.A.S.; TARDIN, F.D.; SCHAFFERT, R.D. (2010) **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diversos ambientes visando produção de etanol**. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28; Simpósio Brasileiro sobre Lagarta do Cartucho, 4, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 256-263

PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, L. A. C (Editores). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol, Sistema BRS 1G – Tecnologia qualidade Embrapa**. Documentos 139, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012, cap 1. p. 14-21.

PONTES, G. M. **Avaliação da produtividade de biomassa de capim elefante e sorgo sacarino no estado do Ceará para uso energético**. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas – EESP – FGV, São Paulo, 2013.

PURCINO, A. A. C. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. In: DURÃES, F. O. M. **Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia**. Embrapa Agroenergia, Agroenergia em revista. Ano II, n. 3, ago. 2011.

RIBAS, P. M. **Sorgo: introdução e importância**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Documentos, 26. p, 65. 2003. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16217/1/Doc_26.pdf> Acesso em: 10 de fev. de 2016.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO, I. M.; ROCHA, A. S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, n. 1, p. 9-16, 2008.

SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 605- 658.

SILVA, K. M. J. **Produtividade e qualidade do caldo de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais**. 2013. 40f. Monografia. Universidade Federal de Montes Claros. Janúba, MG, 2013.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, C.; SILVA, A. F; VALE, W. G.; GALON, L.; PETTER, F. P. A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**,

Campinas, v. 73, n. 4, p.438-445, 2014.

SOUZA, V. F. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino**. 2011. 53 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido), Universidade Estadual de Montes Claros. Janaúba - MG, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3º ed. Porto Alegre: Artmed. p. 719, 2004

VON ELBE J.H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Wisconsin - Madison, 2000. Cap.10, p.782-799.

VON PINHO, R. Z.; VASCONCELOS, R. C. Cultura do Sorgo. Lavras: Editora UFLA. 2002. 75p. (Textos Acadêmicos)

WENNER, C.; RYEL, R.J.; CORREIA, O.; BEYSCHLAG, W. 2001. Structural and functional variability within the canopy and its relevance for carbon gain and stress avoidance. **Acta Oecologica** v. 22, p. 129-138. 2001.

WOODS, J. The potential for energy production using sweet sorghum in Southern Africa. **Energy for Sustainable Development**, v. 5, n. 1, p. 31- 38. 2001