



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

FIDEL CARLOS BARROSO LUCAS

CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NO SORGO SACARINO

FORTALEZA-CE

2016

FIDEL CARLOS BARROSO LUCAS

CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NO SORGO SACARINO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira.

Coorientadora: Eng. Agrônoma Joana Gomes de Moura.

FORTALEZA

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)

L966c Lucas, Fidel Carlos Barroso.
Controle químico de plantas daninhas no sorgo sacarino / Fidel Carlos Barroso Lucas. – 2016.
37 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 de Oliveira.

Coorientação: Profa. Dra. Joana Gomes de Moura.

1. Sorghum bicolor (L.) Moench. 2. Crescimento. 3. Controle de plantas daninhas. I. Título.

CDD 630

FIDEL CARLOS BARROSO LUCAS

CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS SORGO SACARINO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 02/12/2016.

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

Engenheira Agrônoma: Joana Gomes de Moura (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC - Campus Cariri)

Mestra (Fitotecnia): Tatiana Maria da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Mestra (Fitotecnia): Maria Lilian dos Santos Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

DEDICATÓRIA

A meus pais, Carlos e Maria, meus eternos motivadores.

À tia Edna Barbosa, pelo incentivo às letras, professora por natureza.

A meus avós, Fco Cordeiro e Felismina de Castro, grandes exemplos de dedicação ao trabalho.

A meus avós, José Lucas e Maria Elicinei, pelo amor incondicional.

A meu primo, Lucas Daniel, pelo instigar ao pensar.

A minha namorada Rejane Helena, pelo amor incondicional e por sempre estar ao meu lado.

Ao sr. João Evagelista e a sra. Fca Felismino, pelo exemplo de amor e dedicação aos filhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual, e pelas graças alcançadas em minha vida.

À Universidade Federal do Ceará, pelo apoio dado durante toda a minha carreira acadêmica, sem este não seria possível a execução deste trabalho.

Ao Programa de Residência Universitária, através da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE), pela acolhida, pelo imenso suporte dado a minha trajetória na Universidade.

Aos amigos adquiridos seja na REU-PICI, seja no curso de agronomia, seja nos encontros, dentre tantos,..., “amigo um dia a gente volta a se encontrar”.

A todos os Professores que passaram durante minha vida estudantil, minhas laudas de gratidão, a vocês que são promotores do saber.

Ao Professor Alexandre Bosco de Oliveira, pela orientação, pela oportunidade de monitoria, grande aprendizado.

Ao Professor Lamartine Oliveira, pelas orientações, pelas dicas dadas sobre normalização, enfim pelo apreço a escrita científica.

Ao professor Roberto Jun Takane, pela oportunidade de estágio junto ao Ceflor, pelo exemplo de dedicação a extensão, ao trabalho árduo, em suas oficinas, minicursos, publicação de livros, etc. Meus mais nobres agradecimentos aos seus ensinamentos.

A Dra. Diva Correia, da Embrapa Agroindustrial Tropical, pela oportunidade de estágio, pelos conselhos. A síntese da palavra trabalho chama-se Diva.

Aos Professores Carlos A. Viliotti (Magrão) e Renildo Luiz Mion, pelos ensinamentos na área de Mecanização Agrícola, grande vivência prática.

Aos amigos do DENA (Departamento de Engenharia Agrícola), sejam professores, servidores, companheiros de curso, meus agradecimentos pela colaboração e superação das dificuldades.

Aos amigos, Alan Sombra, Júnior Sombra, Marcelo Queiroz, Kênia Nunes, Elivânia Sousa, Karla Batista, meu muito obrigado pela contribuição de vocês em meu aprendizado.

Aos amigos do laboratório de fisiologia da produção André Nogueira, Ítalo, Aline, meus mais gratos agradecimentos a ajuda de vocês em todas as etapas da condução do experimento.

As Pós-Graduandas Joana Gomes e Tatiana Silva, meus mais árdios agradecimentos pela orientação, pelos ensinamentos, pela paciência em ensinar algo que eu não sabia, pelas correções, pelos puxões de orelha também.

Aos funcionários da FEVC-UFC (Fazenda Experimental Vale do Curu), pela colaboração, por estarem sempre dispostos a colaborar com o bom desempenho das atividades do experimento.

Aos amigos e familiares pela amizade, carinho e compreensão quando eu não podia estar com eles em virtude de ter trabalhos a fazer.

A minha irmã Elis, pelo amor que ela tem ao próximo, a família, exemplo de vida.

A Tia Cleomar e o Tio Fco Lucas meu muito obrigado pela colaboração, por serem sempre hilários frente às dificuldades da vida.

À minha namorada, pelo amor, carinho, apoio e total incentivo. Meu melhor presente de Deus.

Aos meus amigos, Lucas Rosa, Lucas Balela, Marcelino, Fca Raquel, Robson, Arilson, Wesley, Luciana Ferreira, pelos momentos de descontração, pelas dificuldades enfrentadas, também pelas brigas, pois isso tudo faz parte a vida. Ao Horlando, meu companheiro de república, meu muito obrigado pelas dicas de estudos, pelo exemplo de simplicidade e companheirismo.

A banca examinadora, pela valiosa colaboração na revisão deste Trabalho de Conclusão de Curso.

A todo o corpo técnico da universidade, zeladores, motoristas, enfim a todos que não foi possível recordar neste momento, mas que emana o meu sentimento de apreço e gratidão.

*“Nada na vida deve ser temido,
somente compreendido. Agora
é hora de compreender mais
temer menos.”*

Marie Curie

RESUMO

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma planta nativa da África e da Ásia, bastante adaptada a ambientes quentes e secos. É considerada uma fonte de energia e apresenta elevado potencial para a produção de etanol no período da entressafra da cana-de-açúcar. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de três genótipos de sorgo sacarino (SF15, BRS506 e BRS511), submetidos à aplicação de mistura de herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas. O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC-UFC), no município de Pentecoste-CE no período de março a julho de 2016. Os tratamentos utilizados foram os três genótipos de sorgo sacarino, submetidos ao controle de plantas daninhas, com as seguintes formulações: T1 - atrazine (2.500 g ha⁻¹), T2 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 50 g ha⁻¹), T3 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 40 g ha⁻¹), T4 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 30 g ha⁻¹), T5 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 20 g ha⁻¹) e T6 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 10 g ha⁻¹). As coletas dos dados de crescimento foram feitas aos 20, 40, 60 e 80 dias após a aplicação dos herbicidas. Foram avaliados os parâmetros de crescimento: altura de plantas, número de folhas, diâmetro do colmo e ângulo de inserção da folha 3. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% e análise de regressão. Os resultados evidenciaram que o genótipo que apresentou as melhores características de crescimento foi o SF 15, obtendo maior número de folhas, maior diâmetro do colmo e maior altura, características desejáveis para uma boa produtividade de etanol, no entanto, esse genótipo possui colmo esponjoso, com pouco caldo, resultando em baixa produção de etanol. As doses de nicosulfuron em mistura com atrazina causaram interferência apenas na variável diâmetro do colmo. O fator tempo foi significativo para todas as variáveis de crescimento.

Palavras – chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Crescimento; Controle de plantas daninhas.

ABSTRACT

Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] is a plant native to Africa and Asia, and this crop is well adapted to hot and dry environments. It is considered a source of energy and presents high potential for the production of fuel alcohol in the off-season of sugarcane. The objective of this work was to evaluate the growth of three cultivars of sweet sorghum (SF15, BRS506, BRS511) submitted to the application of two herbicides used in weed control. The experiment was installed at the Experimental Vale do Curu Farm (FEVC-UFC), in the municipality of Pentecoste-CE from March to July 2016. The treatments used were the three genotypes of sweet sorghum, submitted to weed control, with the following formulations: T1 - atrazine (2,500 g ha⁻¹), T2 - atrazine + nicosulfuron (2,500 + 50 g ha⁻¹), T3 - atrazine + nicosulfuron (2,500 + 40 g ha⁻¹), T4 - atrazine + nicosulfuron (2,500 + 30 g ha⁻¹), T5 - atrazine + nicosulfuron (2,500 + 20 g ha⁻¹) and T6 - atrazine + nicosulfuron (2,500 + 10 g ha⁻¹). Growth data were collected at 20, 40, 60 and 80 days after herbicide application. Growth parameters were evaluated: plant height, leaf number, stalk diameter and leaf insertion angle. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% of probability and regression analysis. The results showed that the cultivar that presented the best growth characteristics was the cultivar SF 15, obtaining a greater number of leaves, a larger diameter of the stem, desirable characteristics for a good ethanol productivity, however, this genotype has a spongy stem, with little broth, resulting in low ethanol production. The doses of nicosulfuron in mixture with atrazine caused interference only in the stem diameter variable. The time factor was significant for all growth variables.

Key words: *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Growth; Weed control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Croqui da área experimental.....	23
-		
Figura 2	Aplicação de inseticida com pulverizador costal.....	25
-		
Figura 3	Coleta de dados dos parâmetros de crescimento.....	26
-		
Figura 4	Diâmetro do colmo de plantas de sorgo sacarino em função da aplicação - de doses de nicosulfuron.....	28
Figura 5	Desdobramento da interação de tempo dentro de cada nível de genótipo - sobre a altura de plantas de sorgo sacarino.....	30
Figura 6	Desdobramento da interação de tempo dentro de cada nível de genótipo - sobre o número de folhas de plantas de sorgo sacarino.....	31
Figura 7	Desdobramento da interação de tempo dentro de cada nível de genótipo - sobre o ângulo da folha de plantas de sorgo sacarino.....	33
Figura 8	Média de diâmetro do colmo de plantas de sorgo sacarino em função do - tempo após a aplicação do herbicida.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, avaliados na camada de 0 – 20 e 20 – 40 cm.....	24
Tabela 2	Resumo da análise de variância para a altura de plantas, o número de folhas, o ângulo da folha e o diâmetro do colmo, obtida de plantas de sorgo sacarino submetidas à doses de herbicidas.....	27
Tabela -	Média de altura de plantas, número de folhas, ângulo da folha e diâmetro do colmo de três genótipos de sorgo sacarino submetidos à aplicação de doses de herbicidas.....	27
Tabela 4	Síntese da análise de variância para a altura de plantas, o número de folhas, o ângulo da folha e o diâmetro do colmo, obtida de três genótipos de sorgo sacarino ao longo do tempo.....	29
Tabela 5	Teste de médias do desdobramento de genótipos dentro de cada nível de tempo para a variável altura de plantas.....	29
Tabela 6	Teste de médias do desdobramento de genótipos dentro de cada nível de tempo para a variável número de folhas.....	31
Tabela 7	Teste de médias do desdobramento de genótipos dentro de cada nível de tempo para a variável ângulo da folha.....	32
Tabela 8	Diâmetro do colmo de três genótipos de sorgo sacarino, avaliados ao longo do ciclo de cultivo.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Aspectos gerais da cultura do sorgo.....	16
2.1.1	<i>Origem e classificação botânica.....</i>	16
2.1.2	<i>Ecofisiologia.....</i>	17
2.1.3	<i>Tipos de Sorgo.....</i>	18
2.2	Sorgo Sacarino.....	18
2.2.1	<i>Descrição morfológica.....</i>	18
2.2.2	<i>Finalidade e importância econômica do sorgo (granífero e sacarino).....</i>	19
2.3	O semiárido brasileiro e o sorgo no nordeste.....	20
2.4	Controle de plantas daninhas na cultura do sorgo.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1	Caracterização da área experimental	22
3.2	Tratamentos e delineamento experimental.....	22
3.3	Preparo da área, instalação e condução do experimento.....	23
3.4	Variáveis analisadas.....	25
3.5	Análise estatísticas.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5	CONCLUSÃO.....	35
6	REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

Uma planta pode ser considerada daninha em determinado momento, se estiver causando danos ao homem (aos objetivos deste), porém podendo ser útil em outra situação. A princípio, nenhuma planta pode ser considerada planta daninha (SILVA, *et al.*, 2007). No entanto, estima-se que as perdas geradas às culturas agrícolas pelos eventuais danos causados pelas plantas daninhas no Brasil sejam em torno de 20-30%. Associado a esta perda quantitativa pode estar também a perda qualitativa, em que cereais têm o seu teor de umidade aumentado e valor comercial depreciado devido a contaminação por sementes e restos de plantas daninhas (LORENZI *et al.*, 2014). Portanto, pesquisas visando maior conhecimento de herbicidas para o controle de plantas daninhas são de grande relevância, pois são poucos os herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas na cultura do sorgo.

A moderna planta de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é um produto da intervenção do homem, a domesticação desta espécie por séculos a submeteu a mudanças, a fim de atender as exigências e demandas do ser humano. O sorgo é tido como uma fabulosa fábrica de energia, de grande importância em regiões muito quentes e muito secas, onde o homem não consegue produzir adequadamente cultivando outras espécies. A grande eficiência da cultura do sorgo na transformação de água e nutrientes absorvidos, em fotoassimilados e elementos estruturais de cadeia carbônica torna-o excepcionalmente interessante para as regiões de elevadas temperaturas e com restrição pluviométrica, sendo desta forma mais adaptado a condições adversas do que outras culturas, a exemplo do milho (DINIZ, 2010).

Mesmo sendo Ásia e África detentoras de 90% da área plantada do mundo, o país que mais produz sorgo é os EUA, pois apresenta elevado nível tecnológico, desenvolvido nos últimos 25 anos. O sorgo é o quinto cereal mais plantado no mundo, ficando atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada (OLIVEIRA, 2010). O Brasil nos últimos anos tem se tornado uma referência a nível mundial na geração e na utilização de fontes renováveis de energia, apresentando um leque de vantagens que o qualificam para a liderança neste mercado exportador, a se frisar a cadeia produtiva dos biocombustíveis, a exemplo do etanol. O uso de energias renováveis para a geração de energia contribui para a redução do consumo das fontes oriundas de combustíveis fósseis, gerando, ainda, um maior equilíbrio entre a produção e o consumo de CO₂ na natureza (PEREIRA FILHO *et al.*, 2012). Em 2015 a produção nacional de sorgo sofreu um declínio de 10%, isso ocorreu devido a cultura está diretamente competindo em área com a produção de milho de 2ª safra, cultura esta que obteve um aumento de 12,4%

(IBGE, 2015). Mesmo com essa perspectiva negativa acredita-se no retorno ao aumento da produção de sorgo.

Na busca para utilizar fontes energéticas alternativas, o Brasil volta a encontrar o caminho certo para uma grande oportunidade de desenvolvimento econômico e social, por meio da produção de combustíveis renováveis alternativos a cana de açúcar. Em relação aos biocombustíveis, o Brasil apresenta-se na vanguarda em relação a outros países e isso torna o país um importante exportador de biocombustíveis (AGENCIA CT & I, 2015). Segundo dados da CONAB (2014), o estado que mais produziu sorgo na safra 2013/2014 foi Goiás, com uma estimativa de produção de 978 mil toneladas. Um importante avanço pôde-se perceber no estado do Ceará, no que se refere a incremento percentual de produção, isso porque se produzia 300 toneladas do grão na safra 2012/2013, enquanto que na safra seguinte esse valor passou a 1400 toneladas, um aumento de mais de 450% em relação ao ano anterior. Este dado só vem a fomentar ainda mais a necessidade de estudos e investimentos nesta cultura que ainda tem muito a ser desenvolvida, seja no nosso estado ou em outros estados do Brasil que ainda carecem de investimentos em novas tecnologias para esta gramínea.

Mesmo que durante todo o seu ciclo, a planta de sorgo sofra estresse hídrico, ela ainda permite colheitas de grãos e massa verde economicamente compensadora em condições de precipitações mínimas e irregulares. A cultura apresenta boas características ao cultivo em zonas áridas e semiáridas, tornando-se alimento pelas seguintes razões: apresenta excelente potencial produtivo, é uma fonte de energia qualificada para o arração animal, possui grande versatilidade para ensilagem, feno, pastejo direto, além de ser uma planta resistente a períodos prolongados de déficit hídrico (PERREIRA FILHO & RODRIGUES, 2015). Devido as suas características intrínsecas de maior tolerância ao déficit hídrico e qualidade nutricional, o sorgo tem sua potencialidade para o cultivo na Região Nordeste (DINIZ, 2010).

Estudos e pesquisas que viabilizem a indicação de genótipos adaptados e formas de manejo propícias para estas condições tornam-se fundamentais para se alcançar a estabilidade da cultura na região, não somente para cobrir a exigência do mercado de etanol no período de entressafra das usinas sucroalcooleiras, mas também para indicar novos mercados no âmbito da agricultura familiar (LESSA, 2015). Diante do exposto, foi constatada a necessidade de mais estudos para verificar o comportamento de genótipos de sorgo sacarino na região semiárida e a influência da mistura em tanque de dois herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas na cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura do sorgo

A planta sorgo é pertencente à família Poaceae, ao gênero *Sorghum* e a espécie cultivada é a *Sorghum bicolor* (L.) Moench, sendo o sorgo uma planta de mecanismo fotossintético C4, o que lhe confere grande vantagem fotossintética sobre outras culturas similares quanto ao uso (COSTA, 2013). Devido ao fato de o sorgo não apresentar uma película nas sementes, como, por exemplo, a palha no caso do milho, e as glumas para o trigo e a cevada, a planta de sorgo fotossintetiza vários compostos fenólicos os quais servem como um mecanismo de defesa, contra pássaros, patógenos e outros competidores (MAGALHAES *et al.*, 2012).

Temperaturas superiores a 38°C ou inferiores a 16°C limitam o desenvolvimento da maioria dos cultivares de sorgo. Sendo as temperaturas ideais acima dos 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento. Por fazer parte do grupo de plantas C4, o sorgo suporta elevados teores de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, diminuindo a abertura estomática e consequente evapotranspiração. Assim, o aumento da intensidade luminosa resulta em maior produtividade, sempre que as demais condições forem favoráveis (LANDAU & SANS, 2008).

É tido como um dos principais alimentos cultivados em todo o planeta e é destaque não só pelo grande progresso que tem ocorrido em pesquisas ligadas a essa espécie vegetal, mas pelo seu indiscutível e importante papel na economia de vários países e grande potencial que ele apresenta. O sorgo é geralmente visado como uma planta produtora de grãos, entretanto, tem sido dada uma considerável importância como planta produtora de forragem, tendo em vista à alimentação animal, seja para obtenção de leite ou carne (PERAZZO, 2012).

2.1.1 Origem e Classificação Botânica

O sorgo originou-se no quadrante noroeste da África onde se encontra, atualmente, a maior variedade de espécies silvestres e cultivadas. O sorgo foi provavelmente domesticado na Etiópia, pela seleção de espécies silvestres (*Sorghum Arundinaceum* ou *Sorghum verticilliflorum*), há cerca de 7.000 anos. Foi distribuído, por rotas de comércio, por toda a África e do Oriente Médio à Índia há pelo menos 3.000 anos. Da Índia, o sorgo alcançou a China pela rota da seda no século III d.C. O sorgo foi primeiramente levado para as Américas pelos comerciantes de escravos do oeste da África. Foi introduzido nos EUA, em 1857

(extensivamente usado para a produção de xarope) e depois na América latina e Austrália (SANTOS *et al.*, 2005).

O melhoramento do sorgo no Brasil data de seus primórdios no IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco) em 1957, quando foram dados os primeiros passos em pesquisas com coleções de sorgo, oriundas de Forth Collins (EUA), norte da África e do IAC (São Paulo). Sendo que só foi explorada de forma racional e econômica a partir da década de 1970. A Embrapa através de seu programa de melhoramento de sorgo também tem papel significativo no desenvolvimento de atividades para obtenção de linhagens com valores agregados para a tolerância contra a seca, à toxidez de Al e à alta temperatura; eficiência na utilização de nutrientes, ciclo e porte adequado; resistência às doenças e pragas e melhor qualidade do produto (SANTOS *et al.*, 2005).

2.1.2 Ecofisiologia

O sorgo é uma planta C₄, de dia curto e com elevadas taxas fotossintéticas. Em sua maioria os materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera mais, o déficit de água e o excesso de umidade no solo, do que a maioria dos outros cereais, podendo ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo. O período que requer uma maior atenção refere-se à fase inicial de crescimento, pois a planta apresenta um crescimento inicial lento, sendo muito importante o plantio, a germinação, a emergência e o estabelecimento da plântula, em ambiente livre de plantas daninhas e sendo necessário um controle eficiente de plantas daninhas no período que vai até a inicialização da panícula para não afetar seu rendimento (MAGALHAES *et al.*, 2008). Sua estrutura radicular é composta por raízes que por possuir sílica na endoderme, grande quantidade de pelos absorventes e altos índices de lignificação de periciclo, conferem a cultura maior tolerância ao déficit hídrico do que os demais cereais (FERNANDES, 2013).

As fases de crescimento são divididas em três, a primeira fase de crescimento da cultura do sorgo, compreende do plantio da germinação até a iniciação da panícula e é denominada de EC1, sendo importante as características de rapidez da germinação, emergência e estabelecimento da plântula. A fase seguinte compreende a iniciação da panícula até o florescimento e é denominada de EC2, vários processos de crescimento, se afetados, poderão comprometer o rendimento, entre eles, o desenvolvimento da área foliar, sistema radicular, acumulação de matéria seca e o estabelecimento de um número potencial de sementes. A terceira fase de crescimento, denominada EC3, vai da floração a maturação fisiológica, os

fatores considerados mais importantes são aqueles relacionados ao enchimento de grãos (MAGALHAES; DURÃES; RODRIGUES, 2008).

2.1.3 Tipos de sorgo

Segundo o IPA (2012) basicamente, existem quatro tipos de sorgo: granífero, sacarino, forrageiro e vassoura. O sorgo granífero é um tipo de sorgo que apresenta porte baixo, altura de planta com no máximo 1,70 m, que produz na extremidade superior uma panícula (cacho) compacta de grãos. Apresentando como produto principal o grão. No entanto, após a colheita, como o resto da planta ainda se encontra verde, pode ser usada também para a fenação ou pastejo. O sorgo forrageiro é um tipo de sorgo de porte alto, com altura de planta superior a dois metros, muitas folhas, panículas (cachos) abertas, com poucas sementes, elevada produção de forragem e adaptado ao semiárido. Existe sorgo forrageiro que possui colmo doce. Neste caso com colmo succulento e doce, podendo ser denominado de sacarino. O tipo vassoura é muito encontrado no Rio Grande do Sul para fabricação de vassouras, possui a panícula em forma de vassoura.

Recentemente a Embrapa lançou o sorgo biomassa, que apresenta como uma das principais características o porte elevado, chegando a 6 m de altura, e tendo uma capacidade de produção de 120 a 150 toneladas por hectare. Este material possui boa sanidade, resistência ao acamamento, e adaptação ampla a diferentes regiões do Brasil (EMBRAPA MILHO & SORGO, 2014).

2.2 Sorgo sacarino

2.2.1 Descrição morfológica

O sorgo é da família das gramíneas, do gênero *sorghum*, e da espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Apresenta caule repartido em nós e entrenós e folhas ao longo de toda a sua planta. Compreende espécies anuais e espécies vivazes (que morrem no inverno). Esta planta pode apresentar a característica de afilhamento (vários caules por pé), em que cada um tem uma inflorescência do tipo paniculado (DINIZ, 2010).

O sorgo sacarino apresenta característica de alta produção de biomassa verde, com elevado crescimento de colmo, sendo estes succulentos e com elevados teores de açúcares fermentáveis no caldo (SOUSA, 2016; PONTES, 2013; SOUSA, 2011).

O sorgo sacarino tem como principais características o seu grande porte, com plantas de altura superior a 3 metros, elevada produção de massa verde (60 a 80 t. ha⁻¹), colmos suculentos e elevados teores de açúcares fermentáveis em seu interior, devido à translocação de fotoassimilados para o caule, tendo esse acúmulo iniciado na fase de floração, apresentando picos até a fase de maturação fisiológica (RATNAVATHI *et al.*, 2010; DURÃES, 2014).

Uma característica bastante importante as plantas cultivadas é que quanto maior o volume de solo explorado pelas raízes, maior será a absorção dos nutrientes pelas plantas. Esta também é bastante analisada em estudos envolvendo a morfologia de sorgo sacarino. Em trabalhos feito por MOREIRA *et al.* (2011), obteve uma variação positiva entre a espessura da raiz e a disponibilidade hídrica. Tal interação indica a importância dos aspectos morfológicos no crescimento e desenvolvimento da cultura.

2.2.2 Finalidade e importância econômica do sorgo (granífero e sacarino)

Sua utilização é multivariada, desde a alimentação animal, até a humana, com a produção de farinhas, na Índia, China, Sudão, Etiópia, Nigéria e outros países da África. Outra finalidade é com relação a produção de forragem armazenada, sob a forma de feno e silagem, tendo destaque os EUA no primeiro quesito (TABOSA *et al.*, 2013). Seu amplo aspecto de finalidades se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; o uso de suas panículas para produção de vassouras; extração de açúcar de seus colmos até às inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes (RIBAS, 2007).

Com a implementação do programa Proálcool na década de 1970, foi incentivado as indústrias de produção de álcool anidro e desde então o Brasil tem se tornado referência mundial na produção de bioenergia através da cana-de-açúcar. A partir disso a Embrapa milho e sorgo iniciou suas pesquisas no melhoramento de sorgo sacarino com o intuito de desenvolver cultivares destinadas a produção de álcool. Na década seguinte houve um declínio no programa de melhoramento devido a diminuição dos incentivos governamentais (PURCINO, 2011).

Com finalidade de diminuir a dependência do uso de combustíveis fósseis, além da cana de açúcar, tem-se dado especial atenção ao sorgo sacarino para a produção de etanol. Apresentando vantagens devido ao seu ciclo rápido de produção. A quantidade relativamente alta de açúcares diretamente fermentáveis contidos nos colmos e a versatilidade em termos de fatores climáticos, justificam sua posição de destaque, podendo este reduzir a ociosidade das indústrias de produção de etanol ocupando a lacuna gerada pela entressafra da cana de açúcar,

gerando a rotação de cultura na área de cultivo e proporcionando um completo uso da área durante o ano (QUEIROZ *et al.*, 2013).

2.2.3 *Sorgo sacarino no semiárido brasileiro*

O nordeste brasileiro apresenta, em sua região semiárida, clima tropical semiárido, tendo como características ser quente e seco, com temperaturas próximas aos 28 °C, insolação em torno de 3000 horas/ano, umidade relativa em torno de 65%, com precipitação entre 300 e 800 mm. O semiárido brasileiro corresponde a 70% da área do Nordeste, mais o norte de Minas Gerais. Sendo a região coberta por solos rasos, com baixa fertilidade e caracterizada pela vegetação da Caatinga. Os problemas mais recorrentes da região são a falta e a irregularidade de chuvas. Onde periodicamente ocorrem estiagens, podendo estas serem prolongadas, causando sérios danos a economia e com custos sociais elevados (CANDIDO *et al.*, 2005).

Em trabalho realizado no município de Canindé de São Francisco (Sertão de Sergipe), sob condições ótimas de irrigação e adubação (química e orgânica), atingindo uma produção acima de 120 t.ha⁻¹ de biomassa para os 6 genótipos avaliados. Neste contexto, o genótipo SF 15 produziu 194 t.ha⁻¹ de massa verde, em apenas um corte (TABOSA *et al.*, 2010). Estas características evidenciam o grande potencial deste genótipo para o cultivo no semiárido nordestino.

2.4 Controle de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino

Quando tratadas com herbicidas nas fazes iniciais (pós-plantio), as plantas de sorgo podem apresentar sintomas de toxicidade, tais como clorose, seguidas por manchas necróticas, principalmente nas folhas mais novas. No trabalho de ARCHANGELO *et al.* (2002), este observou que aos 28 DAA este problema foi corrigido, com as plantas seguido com um desenvolvimento normal.

Uma importante característica associada a cultura do sorgo, que deve ser considerada no momento da aplicação de herbicidas é que plantas em estádios de desenvolvimento avançados podem apresentar maiores quantidades de ceras epicuticulares, o que gera uma barreira físico-química, dificultando a penetração de herbicidas via foliar (PETTER *et al.* 2011), portanto ao realizar o controle de plantas daninhas nessa cultura se deve ter o cuidado de aplicar quando as plantas já estão bem desenvolvidas, evitando assim fitotoxicidade, contudo a aplicação não pode ser muito tardia uma vez que a etapa inicial de crescimento do sorgo é

também o período em que a cultura apresenta crescimento lento, sendo portanto mais suscetível a matocompetição.

Dentre os produtos registrados para a cultura do sorgo sacarino temos apenas seis princípios ativos, sendo eles Atrazine (com vários produtos no mercado), Atrazine + simazine (Extrazin SC), Diquat (Reglone), 2,4-D (Herbi-D 480), Linuron (Afalon SC), Paraquat (Gramoxone 200). Uma característica importante para que o atrazine atue no controle das plantas daninhas é a umidade do solo, pois para que possa agir de forma correta se faz necessário um pouco de umidade do solo (CONCENÇO, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em sistema de sequeiro em uma área experimental da Fazenda Vale do Curu da Universidade Federal do Ceará no município de Pentecoste – CE, a 103 Km da cidade de Fortaleza, geograficamente situada nas coordenadas UTM 462620 E e 9577349 S, a 48 metros de altitude.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen e Geiger é BSw'h', ou seja, semiárido seco com pequena temporada úmida, com duas estações climáticas bem definidas (ALVARES *et al.*, 2013). Tendo como a histórica normal uma precipitação média anual de 756 mm sendo que no corrente ano choveu apenas 483 mm de precipitação média no município de Pentecoste, o que resulta em 36,2% abaixo da média da série histórica normal (FUNCEME, 2016).

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 6, com quatro repetições: o primeiro fator consistiu em três genótipo de sorgo sacarino e o segundo fator, seis métodos de controle de plantas daninhas. O trabalho foi desenvolvido em uma área de 1.209,6 m², cada bloco tem 288,0 m² e cada parcela experimental uma área de 16,0 m², como pode ser observado na Figura 1.

Os três genótipos de sorgo sacarino utilizados foram o BRS 506, BRS 511 e SF 15. Os quais serão avaliados mediante os seguintes manejos de plantas daninhas: T1 - atrazine (2.500 g ha⁻¹), T2 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 50 g ha⁻¹), T3 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 40 g ha⁻¹), T4 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 30 g ha⁻¹), T5 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 20 g ha⁻¹) e T6 - atrazine + nicosulfuron (2.500 + 10 g ha⁻¹).

localizado na Universidade Federal do Ceará, *Campus Pici*. O resultado da análise está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, avaliados na camada de 0 – 20 e 20 – 40 cm. Fortaleza/CE, UFC, 2016.

Profundidade	pH	M. O.	N	P	K	Na	Ca	Mg	Al	(H + Al)	S	V
Cm	H ₂ O	g Kg ⁻¹		mg Kg ⁻¹	mmolc dm ⁻³			mmolc dm ⁻³			%	
0 - 20	7,0	10,2	0,61	39	0,66	0,68	5,1	2,7	0,05	0,66	9,1	93
20 - 40	7,5	6,1	0,37	39	0,45	0,76	4,5	2,9	0,00	0,33	8,6	96

Granulometria (g Kg)				
Profundidade (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
0 - 20	68	511	294	128
20 - 40	75	532	267	126

Fonte: Laboratório de Solos/Água. *FUNCEME/UFC – Campus Pici, 2016*. M.O - matéria orgânica; N - nitrogênio; P - fósforo; K - potássio; Na – sódio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; (H+Al) – acidez potencial; S – soma de bases e V – saturação por bases.

Foram realizadas aração e gradagem da área, posteriormente foi realizado o sorteio da localização dos tratamentos e demarcação da área com o uso de piquetes. No dia da semeadura se procedeu com adubação de fundação com N-P-K nas doses de 30-50-45 Kg.ha⁻¹, respectivamente, de acordo com as exigências mínima da cultura. Vinte dias após da semeadura, foi feita a adubação de cobertura com N-K nas doses de 140-45 Kg.ha⁻¹, respectivamente. Os fertilizantes utilizados na adubação foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

A semeadura do sorgo sacarino ocorreu no dia 18 de março de 2016, de forma manual, com a abertura das covas a uma profundidade de 3 cm. A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de sorgo, cada fileira com cinco metros de comprimento. O espaçamento entre linhas de plantio foi de 0,8 m e o espaçamento entre plantas de 0,16 m, obtendo-se assim uma população de 78.125 plantas/ha. A área útil utilizada da parcela foi composta pelas duas linhas centrais, sendo utilizadas as outras duas linhas como bordadura, para evitar que os efeitos de fatores externos interfiram nas análises.

A aplicação dos herbicidas foi realizada 12 dias após a emergência do sorgo sacarino. Utilizando-se um pulverizador costal com capacidade de 20 L de calda e bico de pulverização do tipo leque, que melhor distribui a calda sobre as plantas. A aplicação foi realizada no período da manhã. Durante a condução do experimento foi realizado o controle das lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) com o uso de DECIS 25ec, sendo este um inseticida do grupo dos piretróides, a base de Deltrametrina (Figura 2).

Figura 2 – Aplicação de inseticida com pulverizador costal



Fonte: Fidel Lucas.

3.4 Variáveis Analisadas

Para avaliação do crescimento dos genótipos sob efeito dos tratamentos, foram realizadas medições, durante o ciclo da cultura, em quatro plantas escolhidas ao acaso dentro da parcela útil (Figura 3). Essas amostragens foram realizadas aos 20, 40, 60 e 80 dias após aplicação dos tratamentos:

- Altura de plantas – com o auxílio de uma fita métrica foi mensurada desde a base da planta no nível do solo até a base da última folha totalmente expandida;
- Número de folhas – esta ocorreu com a contagem do número de folhas totalmente abertas;
- Ângulo de inserção da folha 3 - medido com o auxílio de um transferidor;
- Diâmetro de colmo – foi aferido na base, no meio e no ápice do colmo com o auxílio de um paquímetro digital.

Figura 3 – Coleta de dados dos parâmetros de crescimento



Fonte: Fidel Lucas.

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram analisados no programa Sistema de Análise Estatística – SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014), submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância conjunta do experimento, não apresentou efeito significativo ($p < 0,01$), pelo teste F, para a interação dos genótipos e as doses aplicadas de herbicida para nenhuma das variáveis estudadas, como podemos visualizar (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a altura de plantas, o número de folhas, o ângulo da folha e o diâmetro do colmo, obtida de plantas de sorgo sacarino submetidas às doses de herbicida. Fortaleza-CE, UFC, 2016.

FV	GL	Quadrados Médios			
		AP	NF	AF	DC
Bloco	3	1,35**	1,8*	679,59**	3,75 ^{ns}
Genótipo (G)	2	2,71**	8,47**	2205,33**	78,17**
Doses (D)	5	0,11 ^{ns}	0,22 ^{ns}	129,76 ^{ns}	3,47**
G x D	10	0,15 ^{ns}	0,36 ^{ns}	34,85 ^{ns}	1,01 ^{ns}
Resíduo	51	0,08	0,58	133,88	1,42
CV%	-	11,35	11,79	16,58	7,37

F.V. - Fontes de Variação; C.V. - Coeficiente de Variação; G.L. - Graus de Liberdade; AP - altura de plantas; NF - número de folhas; AF - ângulo da folha e DC - diâmetro do colmo.

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo(ANOVA).

Para o fator doses (D) foi observado que apenas a variável diâmetro do colmo (DC) apresentou efeito significativo ($p < 0,01$), tendo as demais apresentado efeito não significativo, quando analisadas isoladamente. Para o fator genótipo (G) foi observado que houve significância para todas as variáveis analisadas ($p < 0,01$).

Observa-se na Tabela 3 a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a variável altura de plantas. Foi verificado que o genótipo SF 15 apresentou a maior média, diferindo estatisticamente dos genótipos BRS 506 e BRS 511. Quanto a variável número de folhas (NF) observa-se que houve efeito significativo ($p < 0,05$), sendo que neste as três cultivares diferiram entre si, sendo a SF15 a que obteve maior número de folhas.

Tabela 3 – Média de altura de plantas, número de folhas, ângulo da folha e diâmetro de três genótipos de sorgo sacarino submetidos a aplicação de doses de herbicida.

Genótipo	Altura de plantas	Número de folhas	Ângulo da folha	Diâmetro do colmo
BRS 506	2,36 b	5,88 c	75,79 a	15,38 b
BRS 511	2,38 b	6,44 b	58,74 b	14,88 b
SF 15	2,95 a	7,06 a	74,85 a	18,23 a
Média Geral	2,56	6,46	69,79	16,16

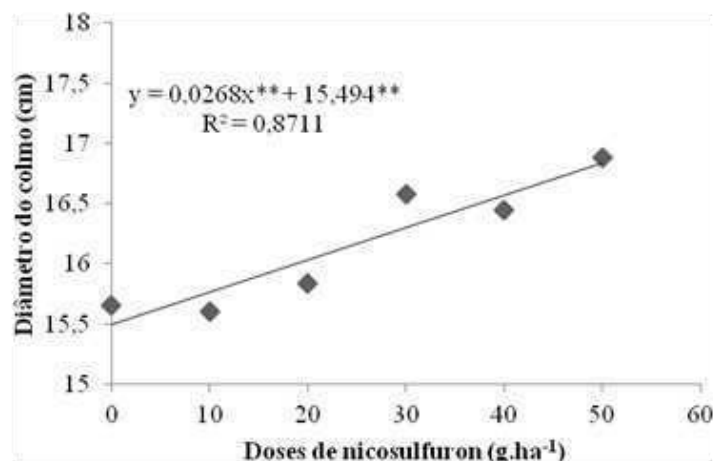
*Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey 5% de probabilidade

Para a variável analisada ângulo foliar, os genótipos BRS 506 e SF15 não diferiram estatisticamente entre si, já a cultivar BRS 511 diferiu das demais, apresentando menor ângulo foliar.

O genótipo SF15 obteve maior diâmetro do colmo quando comparada aos outros dois genótipos, sendo isto associado ao fato do genótipo ser mais adaptada as condições nordestinas que as demais (produzidas em Minas Gerais).

Na Figura 4 estão apresentados os dados da análise de regressão para a variável diâmetro do colmo em função das doses de nicosulfuron em mistura com atrazina. Pode-se observar que a distribuição dos dados obedece à distribuição linear, ou seja, cada elevação na dose de nicosulfuron resultou em maior diâmetro de colmo das plantas de sorgo sacarino. Isto pode ser explicado pelo fato de este herbicida ser da classe dos seletivos (Bula Nortox 40 SC), de ação sistêmica, agindo sobre as gramíneas de folhas largas, assim como as que infestam a cultura do milho, encontradas também na cultura do sorgo sacarino, dentre estas corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e caruru (*Amaranthus* sp.), que quando não controladas interferem de forma negativa no crescimento e desenvolvimento da cultura. Em plantios da cultura visando a produção de etanol, o aumento do diâmetro do colmo, se constitui em uma característica muito importante para obtenção de maior quantidade de caldo.

Figura 4 – Diâmetro do colmo de plantas de sorgo sacarino em função da aplicação de doses de nicosulfuron.



Apresentando o resultado da análise de variância, para comparação dos fatores genótipo e tempo, observa-se efeito significativo ($p < 0,01$), pelo teste F, para a interação G x T, quando analisando as variáveis, altura de plantas, número de folha e ângulo da folha. A variável

diâmetro do colmo apresentou efeito significativo para os fatores isolados, ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4). Pode-se observar que o coeficiente de variação variou entre 3,66 e 8,55%, sendo este intervalo considerado ótimo.

Tabela 4 - Síntese da análise de variância para a altura de plantas, o número de folha, o ângulo da folha e o diâmetro do colmo, obtida de três genótipos de sorgo sacarino ao longo do tempo. Fortaleza-CE, UFC, 2016.

FV	GL	Quadrados Médios			
		AP	NF	AF	DC
Bloco	3	0,34**	1,12**	77,22*	1,19 ^{ns}
Genótipo (G)	2	0,05 ^{ns}	1,34**	511,23**	65,78**
Tempo (T)	3	2,61**	24,62**	1683,04**	40,85**
G x T	6	0,17**	1,34**	93,37**	0,75 ^{ns}
Resíduo	33	0,02	0,19	21,59	0,44
CV%	-	6,28	5,66	8,55	3,66

F.V. - Fontes de Variação; C.V. - Coeficiente de Variação; G.L. - Graus de Liberdade; AP - altura de plantas; NF - número de folha; AF - ângulo da folha e DC - diâmetro do colmo.

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

Ao analisar as fontes de variação tempo, em dias após a aplicação do herbicida (DAA) versus genótipos, obtêm-se que para as variáveis analisadas aos 20 (DAA) a BRS 511 diferiu das demais, obtendo a maior altura de planta, sendo que o genótipo BRS 506 não diferiu dos demais genótipos. Aos 40 e 60 DAA os genótipos não diferiram entre si ($p < 0,05$). Aos 80 DAA o genótipo SF15 apresentou diferença estatística significativa aos outros dois que não diferiram entre si, sendo aquele o que obteve maior média de altura de plantas (Tabela 5). Em estudo realizado por SIMPLÍCIO *et al.* (2015), este obteve ao analisar 10 cultivares de sorgo que mesmo no 4º corte o genótipo SF 15 obteve o melhor desempenho quanto à altura de plantas, obtendo 3,43 m de altura.

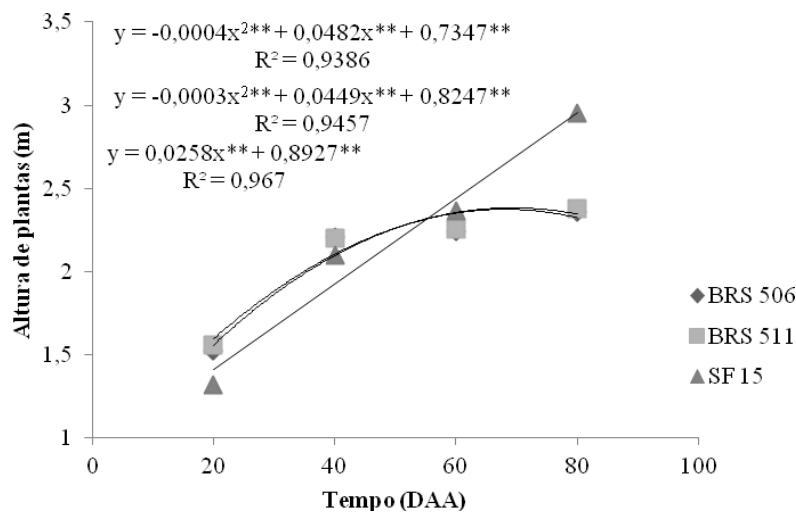
Tabela 5 – Teste de médias do desdobramento de genótipos dentro de cada nível de tempo para a variável altura de plantas.

Fonte de Variação		Genótipo (G)		
		BRS 506	BRS 511	SF 15
Tempo (T)	20	1,52 ab	1,56 a	1,32 b
	40	2,21 a	2,21 a	2,10 a
	60	2,24 a	2,26 a	2,36 a
	80	2,36 b	2,38 b	2,95 a
DMS		0,23		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 5 podemos ver que o genótipo SF 15 obteve melhor desempenho quanto ao parâmetro altura de plantas, quando comparado aos demais genótipos analisados, sendo que dentre 60 e 80 dias após a aplicação de herbicidas (DAA) pode se observar melhor essa diferença, quando os demais genótipos seguem um parâmetro de crescimento polinomial que descende durante o período, enquanto o genótipo SF15 segue um parâmetro linear ascendente. Em trabalho realizado por SILVA *et al.* (2016) analisando 19 cultivares de sorgo sacarino, onde os genótipos SF 15 e IPA-467 também obtiveram melhor desempenho quanto ao parâmetro altura de plantas, diferindo estatisticamente das demais cultivares avaliadas, coincidindo com o obtido no presente trabalho.

Figura 5 –Desdobramento da interação de tempo dentro de cada nível de genótipo sobre a altura de plantas de sorgo sacarino.



Na Tabela 6 pode-se analisar a interação de genótipo dentro de cada nível de tempo sobre o número de folhas. Observa-se que aos 20 DAA não houve variação no número de folhas ($p < 0,05$) e que aos 40 DAA o genótipo BRS 511 apresentou um maior número de folhas, sendo que após este período o genótipo teve um declínio na quantidade de folhas, sendo que aos 80 DAA o genótipo que se destaca dos demais com maior número de folhas é o SF 15, que mesmo com um número reduzido de folhas ainda assim apresenta maior quantidade de folhas que os demais.

Tabela 6 – Teste de médias do desdobramento de genótipos dentro de cada nível de tempo para a variável número de folhas.

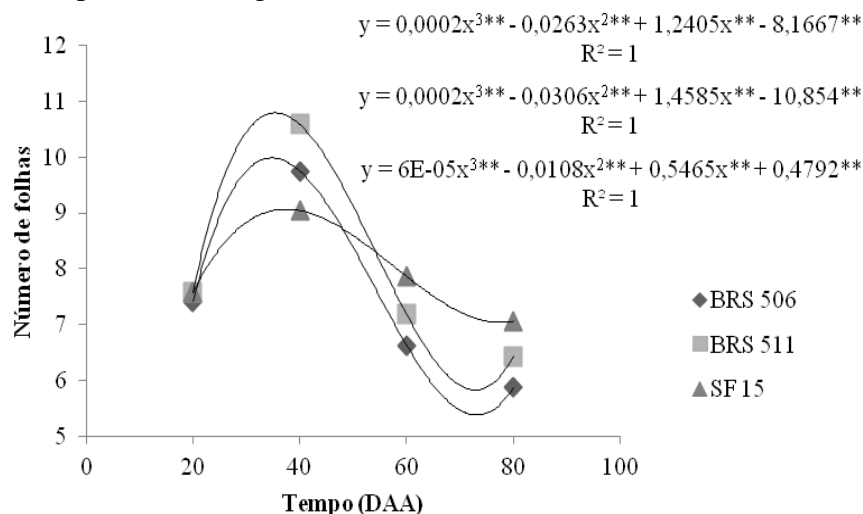
Causa de Variação		Genótipo (G)		
		BRS 506	BRS 511	SF 15
Tempo (T)	20	7,42 a	7,58 a	7,59 a
	40	9,75 b	10,59 a	9,04 b
	60	6,64 b	7,19 ab	7,86 a
	80	5,88 b	6,44 ab	7,06 a
DMS		0,76		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Provavelmente esta característica de maior número de folhas é atribuída ao melhor desempenho agrônômico deste genótipo, por ter um ciclo um pouco maior (130 dias), enquanto os demais de 110 dias, que representa folhas fotossinteticamente ativas por um maior período; ser mais tolerante a seca, ou a outros fatores, associados ao estresse hídrico, elevadas temperaturas.

Ao analisar o crescimento de duas cultivares de sorgo sacarino no município de Jaboticabal-SP, ABASCAL *et al.*, (2014) obteve incremento no número de folhas até 153 DAS, estas características podem ser associada aos genótipos serem diferentes, a condição climática da região. No presente experimento obteve-se um incremento no número de folhas até próximo aos 50 DAS, sendo que o genótipo SF15 teve após esse período uma menor perda, comparando-se com os demais genótipos, que tiveram um declínio mais acentuado no número de folhas após esse período, entrando em processo de senescência (Figura 6).

Figura 6 – Desdobramento da interação de tempo dentro de cada nível de genótipo sobre o número de folhas de plantas de sorgo sacarino.



Em relação ao número de folhas o genótipo SF 15 apresentou uma maior quantidade de folhas na última avaliação, o que representa um potencial mais duradouro de produção de fotoassimilados, característica também muito desejável.

Ao analisarmos a interação de genótipo dentro de cada nível de tempo sobre o ângulo foliar, observa-se que somente a partir de 40 e 60 DAA houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o genótipo BRS 506 que diferiu dos demais (BRS 511 e SF15) e estes que não diferiram entre si (Tabela 7). Aos 80 DAA os genótipos BRS 506 e SF15 obtiveram o maior ângulo foliar não diferindo entre si ($p < 0,05$), mas diferindo do BRS 511.

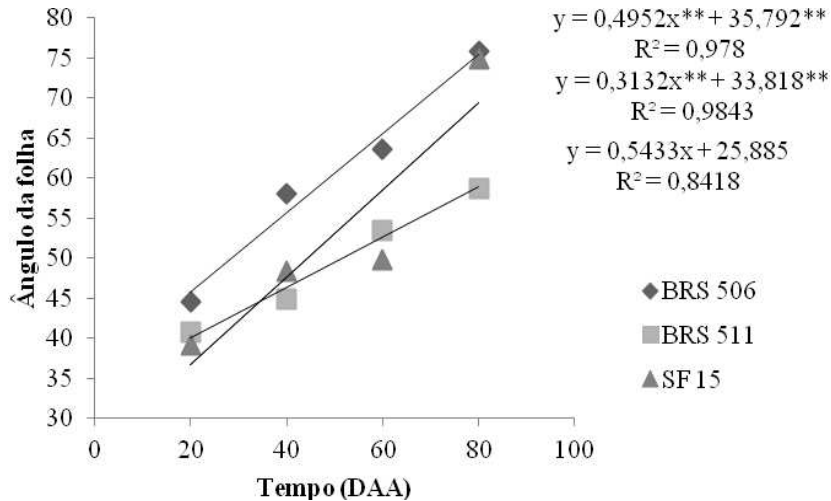
Tabela 7 – Teste de médias do desdobramento de genótipos dentro de cada nível de tempo para a variável ângulo da folha.

Causa de Variação		Genótipo (G)		
		BRS 506	BRS 511	SF 15
Tempo (T)	20	44,63 a	40,71 a	39,12 a
	40	58,13 a	44,96 b	48,38 b
	60	63,67 a	53,50 b	49,86 b
	80	75,79 a	58,74 b	74,86 a
DMS		8,06		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em trabalho realizado por SOUSA *et al.* (2015) avaliando o crescimento de duas cultivares de sorgo sacarino, este obteve ao analisar o ângulo foliar, que a cultivar BRS 506 obteve um maior ângulo foliar em todos os períodos da avaliação aos 90 dias após a semeadura fato que coincide com o obtido neste trabalho e está apresentado na Figura 5. Pode-se inferir também que entre os genótipos SF 15 e BRS 511 houve um aumento da angulação mais acentuado para o genótipo SF 15, quando em relação a outra que não teve um aumento tão expressivo.

Figura 7 – Desdobramento da interação de tempo dentro de cada nível de genótipo sobre o ângulo da folha de plantas de sorgo sacarino.



O ângulo foliar maior não indica uma melhor característica produtiva, uma vez que em estudos feitos por Wenner *et al.*, (2001 *apud* SOUSA *et al.*, 2016) indicaram que folhas com posicionamento mais horizontal ao solo são mais eficientes na captação de luz, porém luz em excesso não é convertida em fotoassimilados o que resulta em menor taxa de ganho de carbono. Em contraposição folhas com angulação mais próxima a 90° em relação ao solo há uma diminuição da interceptação da radiação excessiva resultando em um aumento no ganho de carbono. Portanto em relação aos outros genótipos a BRS 511 obteve uma menor angulação o que evidencia uma melhor distribuição foliar, parâmetro este que está associado a arquitetura de parte aérea, vale salientar que esta menor angulação é da folha em relação ao colmo da planta.

Ao analisar a Tabela 8 observa-se o diâmetro do colmo dos genótipos em estudo, pode-se inferir que o genótipo SF 15 obteve maior diâmetro, diferindo estatisticamente dos demais que não diferiram entre si.

Tabela 8 – Média de diâmetro do colmo de três genótipos de sorgo sacarino, avaliados ao longo do ciclo de cultivo.

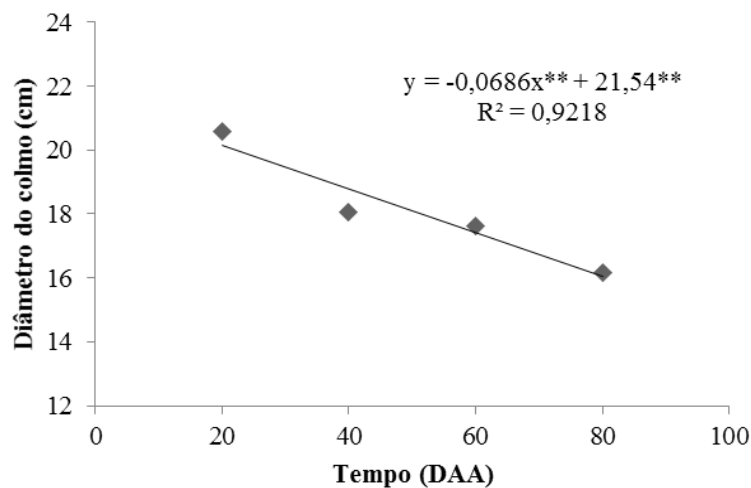
Genótipo	Diâmetro do colmo
BRS 506	17,14 b
BRS 511	16,75 b
SF 15	20,44 a
Média Geral	18,11

* Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em trabalho realizado por SILVA *et al.*, (2016) ao examinar genótipos de sorgo sacarino submetidos a herbicidas pré-emergentes, este obteve que a mistura do herbicida atrazine + s-metolachor ocasionou uma certa fitotoxidez, havendo redução em até 80% do diâmetro do colmo do sorgo, quando a cultura foi submetida a dose registrada para a cultura do milho (atrazine 1665 g.h⁻¹ + 1305 g.h⁻¹ de s-metolachor). Isso ocorreu devido ao segundo herbicida não ser totalmente degradado pelo sorgo, sendo que este defensivo é registrado para o sorgo nos EUA, mas seu uso só é possível devido a utilização também de *safners* (substâncias que auxiliam na degradação do herbicida).

Na figura 6, observa-se o comportamento da variável diâmetro do colmo ao longo do ciclo de cultivo do sorgo sacarino. Podemos observar na análise de regressão que os dados seguem uma distribuição linear negativa, ou seja, à medida que o tempo passou resultou em menor diâmetro de colmo das plantas de sorgo. Isso, possivelmente, se deve ao estresse hídrico sofrido pelas plantas durante o período final do ciclo de cultivo que promoveu murcha das plantas e conseqüente redução no diâmetro. Menor diâmetro do colmo também foi observado por Filho *et al.*, (2014) quando as plantas sofreram déficit hídrico.

Figura 8 – Diâmetro do colmo de plantas de sorgo sacarino em função do tempo após a aplicação do herbicida.



5 CONCLUSÃO

O genótipo que apresentou as melhores características foi o SF15 ante aos aspectos altura de plantas, diâmetro do colmo e número de folhas, no entanto, esse genótipo possui colmo esponjoso, com pouco caldo, resultando em baixa produção de etanol.

As doses de nicosulfuron em mistura com atrazina afetaram de forma positiva apenas o diâmetro do colmo.

O fator tempo foi significativo para todas as variáveis de crescimento.

Um fator que não foi totalmente elucidado foi, o fator angulação foliar. Portanto, se fazem necessários novos estudos complementares para indicar qual genótipo apresenta melhor resultado ante a este aspecto associado a outros fatores, tais como arquitetura de parte aérea.

REFERÊNCIAS

- ABASCAL, G.F. *et al.* **Produção de biomassa de genótipos de sorgo sacarino cultivados em Jaboticabal – SP.** Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal – SP, v.6, p.212-217. 2014. Suplemento.
- AGÊNCIA CT& I BRASIL. **Embrapa agroenergia mapeia novos tipos de microorganismos presentes na produção do etanol.** 2015. [Online]. Acessado em 06/07/2016, Disponível em: http://www.agenciacti.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=7744:embrapa-agroenergia-mapeia-novos-tipos-de-microorganismos-presentes-na-producao-do-etanol&catid=144:noticias.
- ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ARCHANGELO, E. R.; SILVA, A. A.; SILVA, J.B.; KARAM, D.; CARDOSO, A.A. **Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do sorgo forrageiro.** In: Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.3, p. 107-115, 2002.
- CÂNDIDO, M.J.D.; ARAUJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. **Pastagens no ecossistema semiárido brasileiro: perspectivas futuras.** Acesso em 20 de junho de 2016 Disponível em <http://www.neef.ufc.br/pal05.pdf>, 2005.
- CONAB: **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.** N.3 - 3º levantamento dez./2013. Acesso em julho de 2016. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_10_16_06_56_boletim_portugues_dezembro_2013.pdf.
- CONCENÇO, G. **Manejo de plantas daninhas na cultura do sorgo-sacarino- informações gerais.** Comunicado técnico, Embrapa, Dourados-MS, 2015.
- COSTA, R. de Q. **Fenologia e análise de crescimento de sorgo forrageiro volumax em Vitória da Conquista-BA.** 64f. dissertação(Fitotecnia), Universidade Estadual da Bahia(UESB). Vitória da Conquista-BA.2013
- DINIZ, G. M. M. **Produção de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]: aspectos gerais.** Dissertação (Mestrado em Melhoramentos Genético de Plantas) – Recife – PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – UFRPE, 97p. 2010.
- EMBRAPA MILHO E SORGO, **sistema de produção 2 – 6ª edição,** Setembro/2010. Acesso em 10 de outubro de 2016. http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/mercado.htm.
- EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sorgo biomassa é uma ótima opção para geração de energia.** (Agroenergia). 2014. Acesso em 05 de dezembro de 2016. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2246665/sorgo-biomassa-e-otima-opcao-para-geracao-de-energia>.

FERNANDES, P.G. **Avaliação agrônômica de dois cultivares de sorgo sacarino** [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em Sete Lagoas-MG. 2013, 89f. Tese (Doutor em Agronomia), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Campos dos Goytacazes — RJ. 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: **a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciência e Agrotecnologia. 2014, vol.38: 109-112, n.2 [acesso em 15 de novembro de 2016]. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FILHO, J. A. F. et al. **Características de crescimento de híbrido de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos**. Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal, v. 6, p. 11-15, 2014.

FUNCEME. **Média anual por município, Pentecoste**. Acesso em 07/12/2016 <http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/media/anual>. 2016.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Clima. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Acesso em 11 de agosto de 2016 [online]. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/clima.htm>

LESSA, B. F. T.; **Avaliações agrônômicas de sorgo sacarino para a produção de etanol no semiárido: maturação e resposta ao silício**. 97 f. Tese- Doutorado em Fitotecnia- Universidade federal do Ceará-UFC, Fortaleza. 2015.

LORENZI, H. (Autor Coordenador). **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: Plantio direto e convencional (livros)**. 7ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2014.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES J. A. S. **Cultivo do sorgo: ecofisiologia**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA: Milho e Sorgo Sistemas de Produção, 2, 2º Ed. 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/ecofisiologia.htm> Acesso em: 29 de nov. de 2016.

MAGALHAES, P.C.; de SOUZA, T.C.; RODRIGUES, J.A.S. **Cultivo do Sorgo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa: Milho e Sorgo. .8ª edição, sistema de produção. 2012

MAGALHAES, P.C.; DURAES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S.; **Cultivo do sorgo**. Embrapa milho e sorgo: sistemas de produção 2, 4ª edição. 2008. Online, acesso: 08 de dezembro de 2016. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/ecofisiologia.htm>

MOREIRA, L. R. et al. **Aspectos morfológicos do sistema radicular de sorgo sacarino em diferentes níveis de irrigação**. In: 64ª Reunião anual da SBPC. UFMA-São Luís, MA, 2012. Online acesso em 09 de dezembro de 2016 <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/1509.htm>>

OLIVEIRA, A. B. **Envelhecimento artificial, osmocondicionamento e estresse osmótico em sementes de sorgo: parâmetros fisiológicos e bioquímicos e citoquímicos.** Fortaleza: UFC, 231f. (Tese – doutorado em fitotecnia).2010.

PERAZZO, A. F.; **Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo no semiárido.** 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Salvador – BA, Universidade Federal da Bahia. 2012.

PEREIRA FILHO, I. A. et al. **Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [*sorghum bicolor(L.)Moech*] em diferentes densidades de semeadura visando à obtenção de etanol.** In CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. Águas de Lindóia. **Anais.** Águas de Lindóia: EMBRAPA, 2012. CD-ROM.

PERREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J.A.S.; **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** 327f. Livros (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), Embrapa – Brasília, DF. 2015.

PETTER, F.A.; PACHECO, L.P.; ALCÂNTARA NETO, F.; ZUFFO, A.M.; PROCOPIO, S.O.; ALMEIDA F.A. **Desempenho agrônômico do sorgo em função de doses e épocas de aplicação do herbicidas 2,4 –D.** vol. 29. Revista Planta Daninha. Viçosa – MG. 2011.

PURCINO, A. A. C. **Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos.** Revista agroenergia. Ano 2, nº 3, 2011.

QUEIROZ, T. R.; BERALDO, M, A; ERNESTO, R. C.; YOSHIMURA, B. K et al. **Análise da viabilidade econômica e as potencialidades de produção de biocombustível a partir do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench).** GDS – Gestão da Sustentabilidade. XXIV ENANGRAD, Resumos. Florianópolis, SC. 2013.

RATNAVATHI, C.V. *et al.* **Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice.** Hyderabad, v.34, n.7, p. 947-952. March, 2010.

RIBAS, P.M.; **Cultivo do sorgo.** Embrapa milho e sorgo: sistemas de produção 2, 3ª edição. 2007.

SANTOS, F. G.; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M. **Melhoramento de espécies cultivadas: Melhoramento do sorgo.** UFV, MG – A. Borém (EDITOR), 2ªEd., p.605 -658. 2005.

SILVA, A. A. *et al.* **Biologia de plantas daninhas.** In: Tópicos em manejo de plantas daninhas(livro). Cap. 1, Editora UFV, MG. 2007.

SOUSA, W. N. *et al.* **Morfologia do crescimento de sorgo sacarino produzidos no semiárido em função de adubação foliar silicatada** In: XXI Encontro de Iniciação à Pesquisa. Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Fortaleza, CE. 2015.

SUASSUNA, J. **Semiárido: Proposta de Convivência com a seca.** Fundação Joaquim Nabuco. Recife-PE. [Online], acessado em 05/07/2016, disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=659&Itemid=376> 2002.

TABOSA, J. N. *et al.* **O Sorgo Sacarino no Semiárido Brasileiro: Elevada Produção de Biomassa e Rendimento de Caldo** In CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, 2010, Goiânia. Anais. Goiânia: EMBRAPA, 2010.

TABOSA, J. N.; TAVARES FILHO, J. J.; BRITO, A. R. de M. B.; **cultivo do sorgo no Semiárido de Pernambuco – Aspectos gerais e recomendações básicas de plantio**. Recife, PE. IPA: folhetos explicativos. 2012.

TABOSA, J. N. *et al.* **Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável**. Cap. 7- Cultivo do sorgo no semiárido brasileiro: Potencialidades e Utilizações. 1ª ed. IPA, Recife, PE, 2013.