

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO CAMPUS RIO VERDE – GO

DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO  
SORGO (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) SUBMETIDO A APLICAÇÃO DO  
PRINCÍPIO ATIVO TEMBOTRIONE

Autor: Deucimar Pereira Lima  
Orientador: Professor. Dr. Aurélio Rubio Neto

Rio Verde, GO  
Novembro - 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO CAMPUS RIO VERDE - GO

DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO  
SORGO (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) SUBMETIDO A APLICAÇÃO DO  
PRINCÍPIO ATIVO TEMBOTRIONE

Autor: Deucimar Pereira Lima

Orientador: Professor. Dr. Aurélio Rubio Neto

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em Bioenergia e Grãos do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

RIO VERDE, GO

NOVEMBRO - 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

L  
L732r Lima, Deucimar  
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES DE PRODUÇÃO  
DO SORGO (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) SUBMETIDO A  
APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO ATIVO TEMBOTRIONE / Deucimar  
Lima; orientador Aurélio Rubio Neto; co-orientador  
Adinan Silva. -- Rio Verde, 2020.  
34 p.

Dissertação (Mestrado em PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM BIOENERGIA E GRÃOS) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Rio Verde, 2020.

1. Fotossíntese,. 2. Carotenoides,. 3. HPPD,. 4.  
Herbicidas. I. Rubio Neto, Aurélio, orient. II.  
Silva, Adinan, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 77/2020 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO SORGO (*SORGHUM BICOLOR* [L.]  
MOENCH) SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE TEMBOTRIONE

Autor: Deucimar Pereira Lima  
Orientador: Aurélio Rubio Neto

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADO em 30 de novembro de 2020.

Prof. Dr. Márcio Rosa  
Avaliador externo - Universidade  
de Rio Verde

Prof. Dr. Adinan Alves da Silva  
Avaliador externo - IF Goiano /  
Campus Rio Verde

Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto  
Presidente da Banca - IF Goiano / Polo de Inovação

Documento assinado eletronicamente por:

- Márcio Rosa, Márcio Rosa - Professor Avaliador de Banca - Universidade de Rio Verde (01815216000178), em 23/04/2021 15:59:17.
- Adinan Alves da Silva, Adinan Alves da Silva - Outros - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 06/04/2021 10:09:22.
- Aurelio Rubio Neto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/11/2020 22:31:13.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/11/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 215766  
Código de Autenticação: ed67aed3ea



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3620-5600

## *AGRADECIMENTOS*

Primeiramente, agradeço a DEUS, por ter me iluminado até aqui e por continuar iluminando e protegendo em tudo na minha vida, para que eu pudesse conquistar e realizar grandes objetivos pessoais e profissionais.

A minha família, esposa Fernanda Isabelle Lima e aos meus filhos Maria Fernanda, Arthur e ao Benício que está chegando agora em dezembro, por sempre estarem vibrando comigo em cada vitória me dando forças e apoio a cada momento da minha vida.

À minha mãe Maria Pereira, minha eterna gratidão, pelos ensinamentos e conselhos de como ser e seguir minha vida. Meu maior exemplo de dedicação, honestidade, humanidade e etc. Que sempre estarão presentes em todos os momentos de minha vida, principalmente nos de maiores dificuldades, sempre me apoiando e incentivando e me mostrando que sou capaz de atingir os meus objetivos e sonhos. Meu muito obrigado por dizer que o caminho para vencer estava em estudar!

Ao meu pai de coração Sebastião Bispo dos Santos, por ter me motivado e mostrado o caminho a ser trilhado em busca de estudar e ser alguém, um profissional importante. Sempre me dando suporte e me tirando daquela bela zona de conforto. Meu muito obrigado por me mostrar que eu conseguiria.

Aos meus irmãos e amigos Devan, Johnny e Frank, por acreditarem em mim motivando também por me questionarem e duvidarem, e com isso eu me fortaleço cada vez mais.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Aurélio Rubio Neto, que muito sabiamente soube me orientar e conduzir para a conclusão do meu trabalho. Aprendi muito com os seus conhecimentos, um exemplo de pessoa e profissional.

Aos membros da minha banca Adinan Alves e Márcio Rosa, grandes amigos, conheço a história de cada um, hoje grandes profissionais e exemplo para mim e para todos.

A todos os colaboradores do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde-GO, e ao time do Polo de Inovação – IF Goiano, em especial a coordenadora Renata Marques, que sabiamente conduz o Mestrado de Bioenergia e grãos, com muita dedicação aos mestrandos.

A todo o meu pessoal que trabalha comigo e grandes amigos, Wayner Filho, Eric, Igor, Eduardo, meu muito obrigado pela parceria de sempre e por terem contribuído demais por este trabalho.

## ***BIOGRAFIA***

Deucimar Pereira Lima, nascido em 24 de março de 1984, natural de Alto Garças – Mato Grosso. Filho de Maria Pereira Lima e Diomar Andrade Lima.

Engenheiro Agrônomo formado pelo Instituto Federal Goiano – IF Goiano de Rio Verde – GO no ano de 2014.

Cursou no CEFET – RV entre 2004 e 2005 o curso Técnico em Agropecuária. Iniciou sua carreira profissional na empresa Rainha da Serra em 2005, como Técnico em Agropecuária em Alto Garças – GO até 2007, posteriormente mudando Rio Verde - GO para iniciar a vida acadêmica no então CEFET – RV no curso de Tecnólogo em Produção de Grãos entre 2007 e 2009 onde participou de projetos de pesquisa como IC e ganhando prêmio individual (Melhor trabalho e apresentação no formato de pôster) no Congresso de Iniciação Científica do IF Goiano, em 2008 começou como estagiário na empresa Gravena Pesquisa, Consultoria e Treinamento Agrícola. Já no ano de 2011 foi efetivado na Gravena como auxiliar de pesquisa e iniciou o curso de Agronomia no agora então IF Goiano, na conclusão do curso de Agronomia em 2014, em 2015 veio a sua promoção agora SGS Gravena como GERENTE de Unidade de Pesquisa, permanecendo até setembro de 2017, participando do registro do pacote Enlist (DOW), e também da primeira cana transgênica do Brasil (CTC). Em setembro de 2017 abriu sua empresa de pesquisa e consultoria e passou a executar a função de pesquisador e consultor, no momento em sua empresa PROGRESSO PESQUISA E CONSULTORIA LTDA.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Efeitos de períodos de aplicação do herbicida Tembotrione para fins de controle de plantas daninhas sobre: (a) Peso de Mil grãos e (b) Produtividade.....	11
Figura 2- Efeitos de períodos de aplicação do herbicida Tembotrione para fins de controle de plantas daninhas: (a)Altura de plantas, (b) Comprimento do pedúnculo e (c) Número de perfilhos .....	12
Figura 3– Efeitos de períodos de aplicação do herbicida Tembotrione para fins de controle de plantas daninhas: (a) – Número de plantas sobreviventes, (b) - Massas fresca (c) massa fresca) e (d) – Florescimento.....	14
Figura 4 - Correlações de Pearson representada em heatmap obtidas entre as variáveis Variáveis de fluorescência de clorofila (Heatmap) submetido as diferentes qualidades de luz para avaliação dos efeitos de períodos V2 a V5 de aplicação do herbicida Tembotrione para fins de controle de plantas daninhas no sorgo .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 5- Níveis de fluorescência após a emergência – Fluorescência Inicial(F0) e Fluorescência Máxima (Fm).....	18

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 CULTURA DO SORGO .....	4
2.2 HERBICIDA TEMBOTRIONE NA CULTURA DO SORGO .....	5
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>7</b>
3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	9
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>10</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>21</b>

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO SORGO**  
**(*Sorghum bicolor*) SUBMETIDO A APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO ATIVO**  
**TEMBOTRIONE**

**RESUMO:** O sorgo ganhou espaço entre os produtores e passou a ser utilizado como substituto do milho pelo melhor custo benefício nos diversos ambientes. A ocorrência de plantas daninhas é um dos fatores que limita o cultivo da cultura do sorgo. Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar as repostas fisiológicas, biométricas e de produção da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) à aplicação de tembotrione em diferentes épocas e doses de aplicação. O ensaio foi conduzido na Área experimental da Progreso Consultoria e Pesquisa. Sob plantio-direto, com espaçamento entre linhas de 0,5m e 10 plantas por metro. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 (doses de Tembotrione) x 4 (épocas de aplicações) com quatro repetições. O estudo permitiu observar que a cultura do sorgo apresentou produtividade quando submetida à aplicação do princípio ativo Tembotrione no estágio V4 e também em V3, independente das doses, sendo o estágio da aplicação o diferencial para o resultado do herbicida, pois, a aplicação no estágio adequado permitiu maior crescimento e desenvolvimento da planta quanto à sobrevivência, ao florescimento, ao crescimento/altura e demais fatores fisiológicos analisados.

**Palavras-chave:** Fotossíntese, Carotenoides, HPPD, herbicidas.

**PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND PRODUCTION COMPONENTS OF  
SORGHUM (*Sorghum bicolor*) SUBMITTED TO THE APPLICATION OF THE  
TEMBOTRIONE ACTIVE PRINCIPLE**

**ABSTRACT:** Sorghum gained space among producers and started to be used as a substitute for corn because of its best cost-benefit in different environments. The occurrence of weeds is one of the factors that limit the cultivation of sorghum. Thus, the objective of this work was to evaluate the physiological, biometric and production responses of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) to the tembotrione application at different times and doses. The trial was conducted in the experimental area of Progresso Consultoria e Pesquisa. Under no-tillage, with 0.5m row spacing and 10 plants per meter. The statistical design was in randomized blocks in a factorial scheme 3 (doses of Tembotrione) x 4 (times of applications) with four replications. The study allowed to observe that the sorghum culture showed productivity when submitted to the application of the active ingredient Tembotrione in the stage V4 and also in V3, regardless of the doses, being the stage of the application the differential for the result of the herbicide, therefore, the application in the adequate stage allowed greater growth and development of the plant regarding survival, flowering, growth / height and other analyzed physiological factors.

**Keyword:** photosynthesis, carotenoids, HPPD, herbicides.

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado de Goiás é reconhecido nacionalmente pela produção de grãos e por sua força no segmento do agronegócio, como mostra o Levantamento de Grãos da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2019), para o ano de 2020 a expectativa é de que o Estado colha 27,18 milhões de toneladas de grãos, e assim, mantenha-se no ranking como terceiro maior produtor nacional. Com 10,7% do total produzido no Brasil, as culturas mais produzidas são soja, milho, feijão, girassol e sorgo (do qual é o maior produtor), com produção aproximada de 1,21 milhões de toneladas em 2020, 22,6% a mais que a última safra. No entanto, deve-se atenção a incidência de plantas infestantes, como um dos principais fatores que causam prejuízos para seu desenvolvimento, pois, competem por água, luz, nutrientes e espaço, e ainda hospedam pragas e doenças (VASCONCELOS et al., 2012; CABRAL et al., 2013).

Dentre as principais formas de manejo para plantas invasoras, o mais utilizado é o controle químico, que é o método mais eficiente e ágil para grandes áreas e propriedades com uso de alta tecnologia, porém, Doll (1979) pontua que o manejo de plantas daninhas deve ser integrado, pois, nenhum método é eficiente em todas as situações.

A aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas é de grande importância para a agricultura, incluindo o sorgo, entretanto, ainda são poucos os produtos registrados para a cultura (VASCONCELOS et al., 2012). Dessa forma, possui grande relevância para a produção do sorgo a indicação de um herbicida, bem como do melhor momento de aplicação do produto, que sejam eficientes no controle de plantas daninhas, mas sem acarretar fitotoxicidade para a cultura.

O investimento em pesquisa para aprimorar a produção do sorgo se justifica pela lucratividade igual ou superior à cultura do milho, e ainda pelo menor risco que do cultivo do milho. Isso eleva as perspectivas de sucesso na produtividade e bom preço na comercialização do sorgo, conseqüentemente a área plantada. Com esse cenário favorável, e já com alguns

materiais com teto produtivo alto, agora encontrar manejos de pragas, doença e plantas daninhas se torna de grande importância, visto que não há quantidade suficiente e eficaz de produtos. E, o Tembotrione pode ser uma ótima ferramenta para o manejo de plantas daninhas na cultura do sorgo semelhante ao que tem sido observado na cultura do milho.

Nesse contexto, o trabalho teve como finalidade encontrar um estágio fisiológico e dose, para a aplicação do princípio ativo Tembotrione (inibidor da enzima 4-hidroxifenilpiruvato desoxigenase –HPPD) sem causar fitotoxicidade e redução de produtividade na cultura. Tendo em vista a expansão da cultura do sorgo no Brasil e os prejuízos ocasionados pelas plantas daninhas, torna-se fundamental o desenvolvimento de pesquisas que identifiquem herbicidas em pós-emergência com ação sobre gramíneas que apresentem seletividade a essa cultura. Com este trabalho, objetivou-se avaliar as respostas biométricas, fisiológicas e de produtividade cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*) à aplicação de Tembotrione em diferentes épocas e doses.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do sorgo

O cultivo do sorgo na safrinha vem crescendo nos últimos anos, uma média de 20% ao ano desde 1995. Na safra (2012/2013) a área cultivada com sorgo no Brasil é de 788,9 mil ha com produção de 2.078,1 mil toneladas. A estimativa do estado de Goiás é de produzir 1,29 milhões de toneladas para safra 2020/2021, e assim se mantém na 1ª colocação no ranking de produção de sorgo no País (49,7%) da produção nacional, com expectativa de aumento de até 17,5% com relação à safra 2019/2020, a partir do aumento da produtividade esperado, que foi de 3.443 kg/hectare, conforme a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2020).

Estima-se que as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência de plantas daninhas no Brasil sejam a cerca de 20% a 30%. (TAKADA, 2012). Já na cultura do sorgo, relatos na literatura apontam que quando não controlada adequadamente nas quatro primeiras semanas após a emergência do sorgo, as plantas daninhas, ocasionam prejuízos na produção de grãos, na ordem de 35%. Em casos, que não foram utilizados nenhum método de controle, os prejuízos podem chegar a 71% (SOUZA, 2016). De acordo com Cabral et al. (2013) a intensidade das perdas depende da densidade de infestação, período de convivência e diversidade da composição da comunidade infestante.

O período crítico de prevenção da interferência das plantas daninhas, é dos 23 aos 42 dias após a emergência do sorgo, sendo necessária a adoção de medidas de controle (CABRAL et al., 2013). A utilização de controle preventivo pode ser cultural, mecânico ou físico, biológico ou químico, porém quando só um método não é satisfatório, faz-se necessário a associação de dois ou mais métodos para se atingir o nível desejado (SOUZA, 2016), sendo mais popular o manejo químico, pois, possui menor custo de mão de obra e seletividade as culturas e rapidez na aplicação (FONTES et al., 2003).

O sorgo se adapta facilmente em diversos ambientes, pois é tolerante ao déficit hídrico o que permite maior amplitude da época de semeadura. Assim, torna-se uma alternativa de cultivo quando ocorre atraso da implantação ou colheita da cultura de verão, podendo também ser cultivado em regiões com distribuição irregular de chuvas (MARIGUELE & SILVA, 2002; COELHO et al., 2002; MAGALHÃES et al., 2009). Sua palhada também auxilia no controle de plantas daninhas da cultura sucessora, tornando-se essencial para uso nos cultivos de safrinha na região Centro-Oeste (SILVA et al., 2008).

O intuito de controle das invasoras é aprimorar os resultados e a produtividade, que, no Brasil varia entre 0,75 a 5 t.ha<sup>-1</sup>, dependendo de fatores diversos, como clima e insumos (FRANCO, 2011). Com o manejo adequado, Magalhães et al. (2014) afirmam que o sorgo é mais eficiente que o milho e o trigo na conversão de água em matéria seca e é equipado de importantes mecanismos bioquímicos e morfológicos que contribuem para a tolerância à seca, tornando-se uma cultura interessante para condução na safrinha.

## **2.2 Herbicida Tembotrione na cultura do sorgo**

O Tembotrione é um herbicida sistêmico que atua na inibição da biossíntese de carotenoides, através do bloqueio da enzima 4-hidroxifenilpiruvatodioxigenase (FERREIRA et al., 2005). Esses compostos têm por característica acarretar sintomas de albinismo em tecidos vegetais, uma vez que na ausência dos carotenoides, a clorofila é oxidada na presença de luz, assim como a membrana plasmática, promovendo extravasamento do suco celular, seguido de necrose (MITCHELL et al., 2001; GROSSMANN e EHRARDT, 2007).

O herbicida Tembotrione, utilizado para na cultura do milho em pós-emergência, vem demonstrando efetividade no controle de plantas daninhas, especialmente de gramíneas (DAN et al., 2010). Segundo Waddington e Young (2006) esse herbicida possui o *safener* isoxadifen-ethyl, que confere maior seletividade para as culturas de milho e milho-pipoca. Porém, o sorgo

possui maior suscetibilidade a herbicidas quando comparado ao milho, tanto que comumente é utilizado como planta indicadora de herbicidas, principalmente de gramínicas, e este comportamento limita o uso do controle químico como a principal ferramenta no manejo de plantas daninhas na cultura (DAN et al., 2010).

Para que a cultura do sorgo possa expressar todo o seu potencial produtivo, é necessário que seja realizado manejo da comunidade infestante. Um dos grandes desafios do produtor e dos técnicos da área é a escassez de herbicidas registrados para a cultura, dificultando o manejo de plantas daninhas (FERNANDES et al., 2016).

Segundo Abit et al. (2009), apesar de ser uma cultura de grande destaque para a produção de grãos na região dos cerrados, poucos estudos são encontrados em relação à seletividade de herbicidas para o sorgo, evidenciando a importância de novas pesquisas, já que o maior problema para essa cultura é a dificuldade no controle de gramíneas (Tabela 1).

Tabela 1—Tembotrione e suas aplicações para a cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor*).

<b>Espécie</b>	<b>Dose</b>	<b>Época de aplicação</b>	<b>Referência</b>
<b><i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench</b>	5 doses de Tembotrione (0, 25, 50, 100, 200 e 400 g i.a. ha <sup>-1</sup> )	V4 e V10	Veroneis; da Silva e Tropaldi (2019)
<b><i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench</b>	5 doses de Tembotrione (0, 42, 88, 126 e 168 g de i.a. ha <sup>-1</sup> )	Três, cinco e oito folhas completamente expandidas	Dan et al. (2010)
<b><i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench</b>	5 doses comerciais de Tembotrione (100,8 g ha <sup>-1</sup> )	28 dias	Da Silva (2016)
<b><i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench</b>	Três doses de herbicida (0, 90 e 180 g i.a. ha <sup>-1</sup> )	V5 e V7	Siqueira et al. (2017)

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na área experimental da Progresso Consultoria e Pesquisa Agrícola, localizada no município de Montividiu/GO, Brasil (Rod. GO - 220, Km 07, Zona Rural) sob as coordenadas geográficas de latitude 17°22'39.96"S e longitude 51°23'46.21"O e altitude de 878 m. Durante o trabalho houve média de precipitação de 1738 mm (Figura 1).

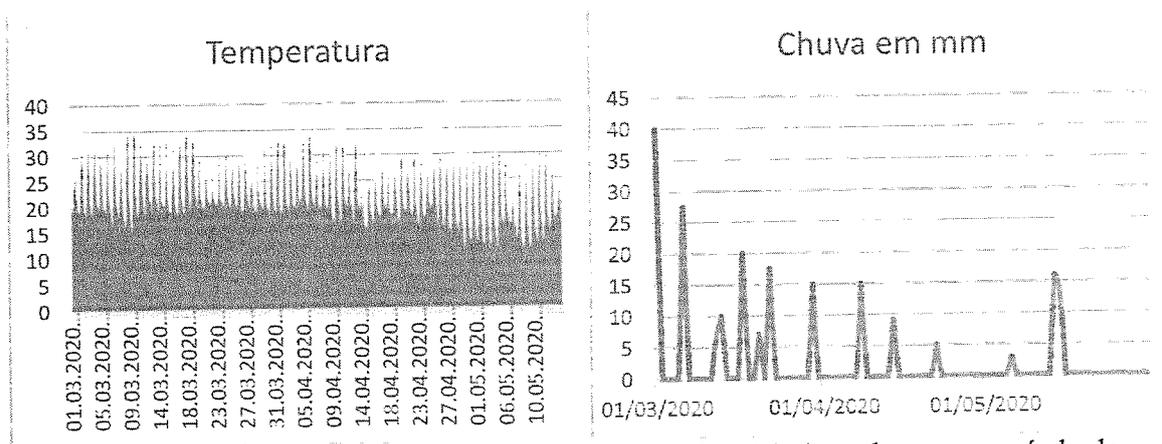


Figura1 – Temperatura e volume de chuvas (mm) in loco durante o período do experimento

Utilizou-se o híbrido MG 50A40 comercial de alto potencial na região, o sistema de plantio utilizado foi o plantio-direto do ciclo precoce, com espaçamento entrelinhas de 0,5 m, com expectativa de 10 plantas/m. Os tratos culturais como: adubações, manejo de doenças e manejo de pragas foram realizadas de acordo com o manejo de produtores de sorgo na região. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso (DBC) constituído por 3 doses e 4 épocas de aplicação com 4 repetições (48 parcelas). A parcela continha área de 21,0 m<sup>2</sup> (3,0 m de largura x 7,0 m de comprimento) contendo 7 linhas de plantio

O herbicida Soberan (Tembotrione, com 420 g L<sup>-1</sup>) foi pulverizado nas plantas de sorgo nas doses 180 e 240 e 300 mL i.a ha<sup>1</sup>, em quatro estádios fenológicos (V2 14 dias DAE e V5 sendo 22 dias DAE). A primeira aplicação ocorreu com as plantas com apenas duas folhas completamente expandidas, a segunda com três folhas, a terceira com quatro folhas, e a quarta

com cinco folhas. As aplicações das doses do herbicida foram realizadas utilizando um pulverizador costal com pressão constante mantida por CO<sub>2</sub> comprimido, munido de barra com seis pontas de pulverização e bico tipo leque, modelo XR110VP. Utilizando equipamento de pressão de serviço constante, CO<sub>2</sub> comprimidos, proporcionando volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. A efetividade de cada dose aplicada, foi realizada dez dias após as aplicações, conforme descrito a seguir.

**Avaliação de estande de plantas:** foi mensurado o estande através de contagem do número de plantas por metro, foram contadas nas duas linhas centrais, as plantas nas linhas três e quatro de cada parcela, para verificar o efeito dos defensivos no nascimento e no desenvolvimento das plantas.

**Avaliação da altura de plantas:** Foi mensurada a altura com auxílio de uma trena, dez plantas aleatórias na linha quatro de cada parcela.

**Avaliação do florescimento:** foi mensurado o florescimento marcando quantos dias após o plantio, mais 50% das plantas da parcela começavam a liberar pólen.

**Comprimento de pedúnculo:** Foi mensurado o comprimento do pedúnculo com auxílio de uma trena, dez plantas aleatórias na linha quatro de cada parcela.

**Avaliação visual da parcela:** Foi mensurada através de uma escala de notas; em que 1 é muito ruim, com plantas desuniformes no tamanho, padrão de folhas inadequadas e etc., a nota 10 quando as plantas possuíam aspectos de uniformidade adequadas para a cultura.

**Massa fresca e massa seca:** Foi coletada a parte aérea de 20 plantas, cortando as plantas na região do coleto com o auxílio de uma tesoura de poda (aproximadamente 2cm do solo), coletadas aleatoriamente na linha cinco, e com o auxílio de uma balança foi determinada a massa fresca, logo em seguida as amostras foram submetidas a uma estufa com ventilação forçada de 60°C, até obtenção de massa constante (LARCHER 2000).

**Produtividade:** a colheita foi realizada aos 133 dias, nas linhas dois, três e quatro de cada parcela, realizando a trilhagem, medição da umidade e o peso dos grãos. Foi realizado também peso de 1000 grãos. O cálculo biométrico da produtividade foi expresso em Kg.ha<sup>-1</sup> usando a fórmula:

$$\frac{\text{Peso total dos grãos}}{\text{número de plantas colhidas}} \times \text{densidade de plantas/ha}$$

**Sobrevivência:** A avaliação foi realizada nas linhas dois, três e quatro de cada parcela, realizando a contagem de plantas nas linhas inteira.

**Índice de clorofilas:** o índice de clorofilas foi determinado por meio do clorofilômetro Clorofilog CFL 1030® (Falker®, Porto Alegre, Brasil) sendo obtido o teor de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total, expressos no índice Clorofilog. Para esta avaliação foram realizadas leituras em pontos do terço médio da porção adaxial das folhas.

### 3.1 Análise estatística

Os dados foram avaliados estatisticamente, mediante a análise de variância de regressão e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e quando necessário ao ajuste de modelo de regressão por meio do *software* de análises estatísticas Sisvar (Ferreira, 2011).

#### 4 RESULTADOS e DISCUSSÕES

Não houve interação entre os fatores avaliados para o peso de mil grãos. Para esta variável, verificou-se diferença entre a época de aplicação, com aumento no peso de mil grãos quando a aplicação do produto foi realizada até 18 dias após emergência (v3/v4), em que o peso passou de 30,63 para 34 gramas (Figura 2a), a relevância da análise de mil grãos se justifica porque permite definir a qualidade da semente, do controle genético, bem como a quantidade de semente a ser utilizada por área (Ghellar Júnior et al., 2016).

Para produtividade, verificou-se efeitos isolados dos fatores em que a maior produtividade foi obtida com aplicação de 180 mL do produto (Figura 1B). Não se ajustou modelo matemático para explicar o comportamento dos dados em função do elevado dos dias de aplicação.

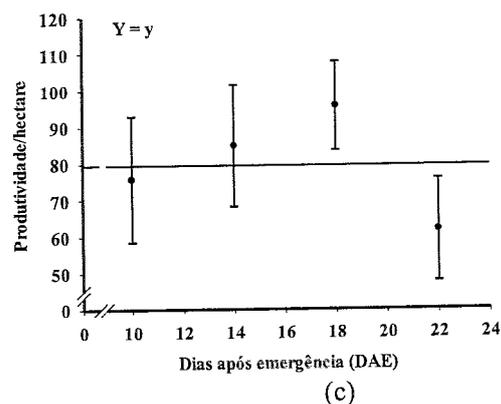
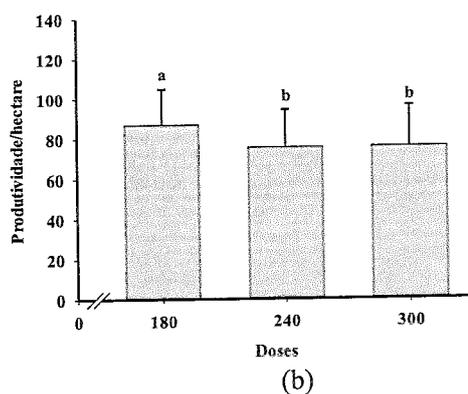
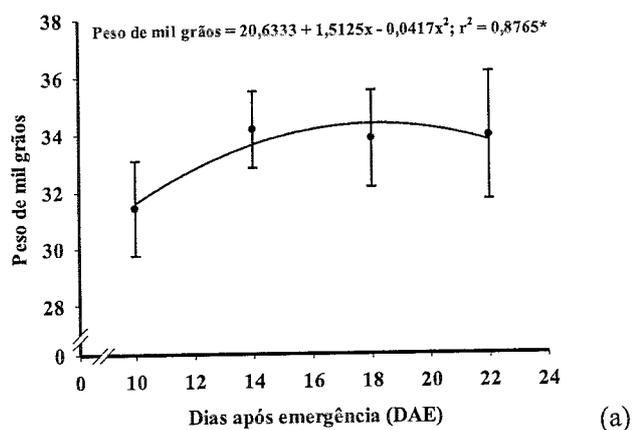


Figura 1–Efeitos de doses e períodos de aplicação do herbicida Tembotrione para fins de controle de plantas daninhas sobre: (a) Peso de Mil grãos e (b) (c) Produtividade na cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor*). Barra = desvio padrão. As médias com letras iguais não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*Significativo ( $p < 0.05$ )

Observou-se que quando a aplicação é precoce (V1), ou tardia (V5), independente da dose aplicada houve efeito de redução de produtividade com o uso do Tembotrione, tal resultado se assemelha ao de Dan et al. (2010), quando a precocidade da planta no momento da aplicação gerou maior sensibilidade da mesma ao herbicida, afetando diversos aspectos de seu desenvolvimento.

Dan et al. (2010), ainda pontuam que com o sorgo granífero cultivar AG-1040 com a aplicação de defensivos correspondentes a cinco doses do herbicida Tembotrione (0, 42, 88, 126 e 168 g de i.a. ha<sup>-1</sup>), aplicados em três estádios fenológicos da cultura: três, cinco e oito folhas completamente expandidas, foi observado fitotoxicidade pelo herbicida Tembotrione quando aplicado nos estádios mais precoces da cultura do sorgo. No entanto, o cultivar de sorgo apresentou tolerância ao Tembotrione, sugerindo potencial de utilização desse herbicida nessa cultura.

Santos (2019), por sua vez apontaram que a associação a uréia na avaliação dos níveis de toxidez, bem como as características agrônômicas, componentes de rendimento e a produtividade de grãos da cultura, levam a dedução de que há tolerância à associação dos herbicidas atrazine e Tembotrione, e se comprova pelo aumento da produtividade.

Quanto ao desenvolvimento da planta, em igual modo, observou-se que nos estádios V2 (10 dias) e V5 (22 dias) houve maior sensibilidade ao Tembotrione se comparados as fases V3(14 dias) e V4 (Figura 2A). Não houve variação na altura das plantas em função das doses e épocas de aplicação, atingindo em média 1,23m de altura. Também não houve diferença no comprimento do pedúnculo, que independente da época de aplicação o comprimento foi em

média de 1,23m (Figura 2B). Houve variação no número de perfilhos atingindo ponto mínimo com aplicação aos 16 dias(Figura 2C):

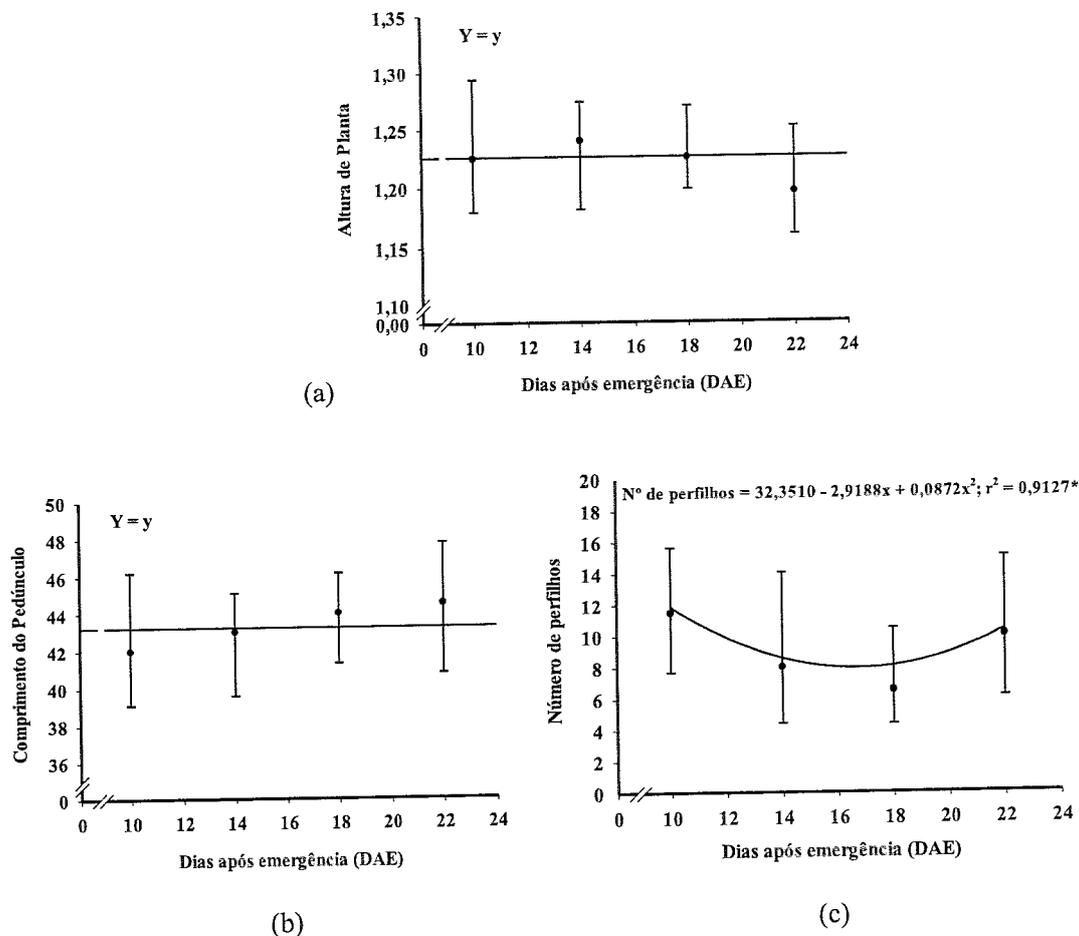
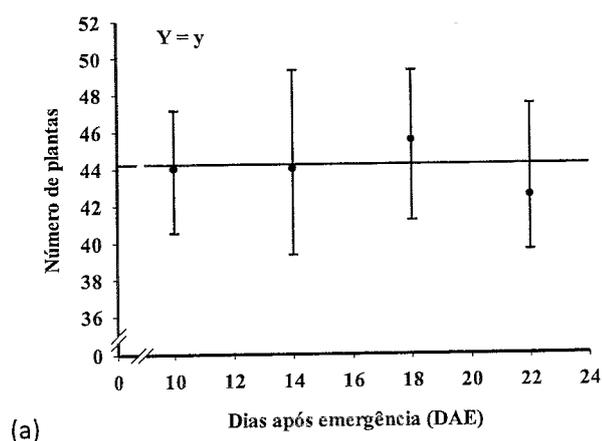


Figura 2- Efeitos de doses e períodos de aplicação do herbicida Tembotrione para fins de controle de plantas daninhas durante o cultivo do Sorgo (*Sorghum bicolor*): (a) *Altura de plantas*, (b) *Comprimento do pedúnculo* e (c) *Número de perfilhos*. Barra = desvio padrão. As médias com letras iguais não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*Significativo ( $p < 0.05$ )

Observou-se que não houve variação da altura das plantas, comprimento do pedúnculo e número de perfilhos com relação às doses, demonstrando baixa fitointoxicação, resultado divergente do encontrado por Veroneis; Da Silva e Tropaldi (2019), que apontaram que a fitointoxicação foi crescente com o aumento da dose de Tembotrione, reduzindo a altura e

diâmetro do colmo no sorgo (cultivar Volumax). Assim como a clorofila teve o teor reduzido com as doses do herbicida (reduções máximas de 100 e 44,8%, respectivamente para V4 e V10), sendo V4o melhor momento de aplicação do Tembotrione, uma vez que aplicações tardias demonstraram contribuir para maior seletividade de Tembotrione na cultura do sorgo, ao contrário deste estudo que na fase tardia houve maior sensibilidade, e pode justificar ainda fatores como massas (Figura 3B e C) e sobrevivência (Figura 3A).



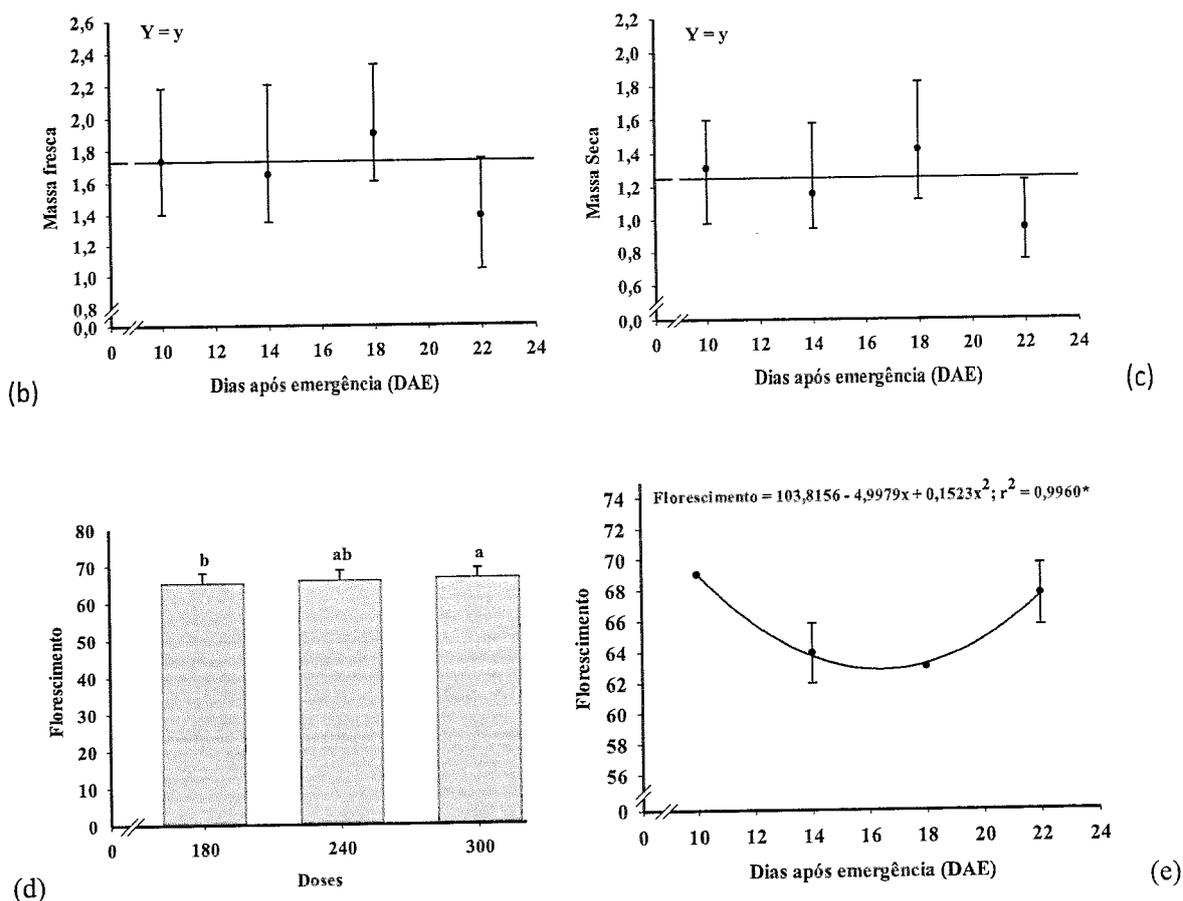


Figura 3—Efeitos de períodos e doses de aplicação do herbicida para fins de controle de plantas daninhas durante o cultivo do Sorgo (*Sorghum bicolor*):(a) – Número de plantas sobreviventes, (b) - Massas fresca (c) massa fresca e (d)(e) – Florescimento. Barra = desvio padrão. As médias com letras iguais não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*Significativo ( $p < 0,05$ )

Observou-se que as doses no estágio V5 foram as que mais perderam plantas no estande (menor número de sobreviventes), índices de matéria fresca e seca no mesmo estágio sofreram queda, quando comparado aos demais, com base nos resultados obtidos, a cultura do sorgo em seu desenvolvimento, quando submetida à aplicação do princípio ativo Tembotrione no estágio V4 (maior volume em massas seca e fresca) e também em V3. Para os estádios V2 e V5 o florescimento sofreu atraso em dias e as plantas ficaram por mais tempo vegetando e, conseqüentemente, alongando seu ciclo (Figura 3 d, Figura 3 e).

Observou-se que o atraso do florescimento é uma consequência da fitointoxicação ao Tembotrione (não houve seletividade), resultado divergente do encontrado por Da Silva et al. (2016) que observou ausência de sintomas de intoxicação na cultura. Porém, as demais variáveis (altura, diâmetro, área foliar, massa da matéria seca de folhas, colmos e total) foram afetadas negativamente pelo uso da dose de 100 g.ha<sup>-1</sup>, que ocasionaram reduções de aproximadamente 20 a 85,6%. Quanto ao visual da parcela (Figura 4A), houve decréscimo de 9 para 8, conforme a dose aumentou, já em índice de clorofila *a* e *b* (Figura 4B), também diminuiu em V5:

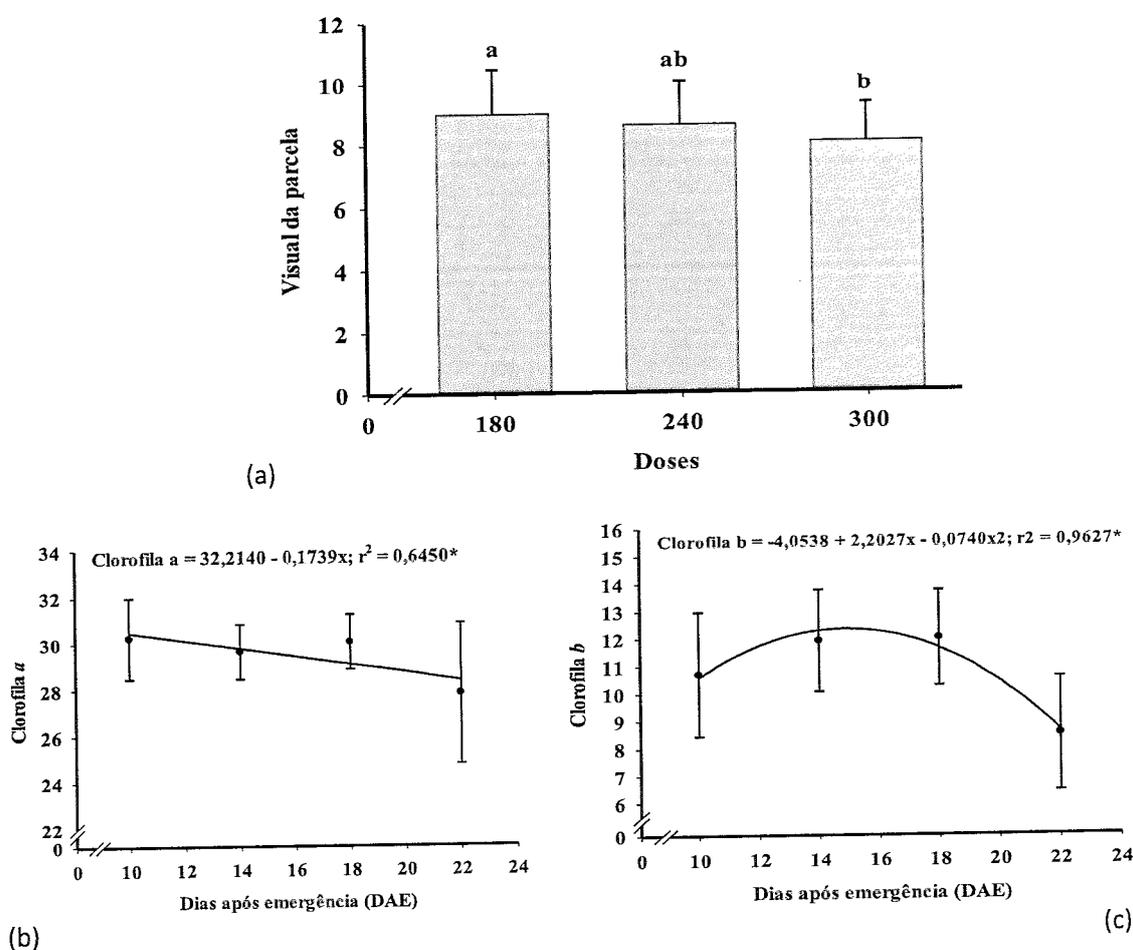


Figura1–Efeitos de períodos de aplicação do herbicida Tembotrione para fins de controle de plantas daninhas durante o cultivo do Sorgo (*Sorghum bicolor*):(a)Visual da parcela e /índices de clorofila a(b) e b(c).Barra = desvio padrão. As médias com letras iguais não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*Significativo ( $p < 0.05$ )

O teor de clorofila sofreu queda pouco significativa conforme à época da aplicação, mais uma vez, destacou-se a aplicação nos estádios V3 e V4 (não apresentou queda no índice de clorofila, pelo contrário, aumentaram de V3 para V4) havendo declínio quando aplicado em V5(Figura 4 b e c).

O impacto do visual se deve ao retardo com relação aos demais estádios e doses. Também foi possível visualizar que neste mesmo estádio e doses a clorofila a e b obteve menor conteúdo de clorofilas, e com isso, redução no rendimento quântico máximo ( $\Phi Po$ ) eficiência fotoquímica, demonstrando maior sensibilidade nesta fase (V5) em que já está em fase avançada de crescimento.

Os resultados relatados diferem dos encontrados por Cunha et al. (2016), pois, a dose com maior efetividade do presente estudo é superior a dose de alta toxicidade de seu estudo, sendo de 132,3 e 176,4 g L<sup>-1</sup>, em que houve redução de 10% na clorofila a no intervalo de dois DAA, mesmo a dose de 92 g L<sup>-1</sup> provocou foto inibição. De igual modo, Fernandes et al. (2016) notaram severos sintomas de fitotoxicidade à cultura do sorgo, ao aplicar Tembotrione (100,8 g ha<sup>-1</sup>), no entanto, não considerou o estádio da aplicação que fez associada com outros princípios, respectivamente, de modo que não recomenda a aplicação dos mesmos.

Observou-se que não houve variação na fluorescência inicial, no entanto, quanto a fluorescência máxima houve prejuízo ao aparato em (V5), ou seja, 22 dias após a emergência, resultado similar ao de Cunha et al. (2016), que também aplicou o herbicida Tembotrione com doses: 44,1 a 172,4 g ha<sup>-1</sup>, aplicadas no estádio fenológicos da cultura do sorgo, sendo avaliados aos 2, 4, 6, 8 e 10 dias após a aplicação – DAA, em que as avaliações da fluorescência da clorofila e teor de clorofila e fitotoxicidade.

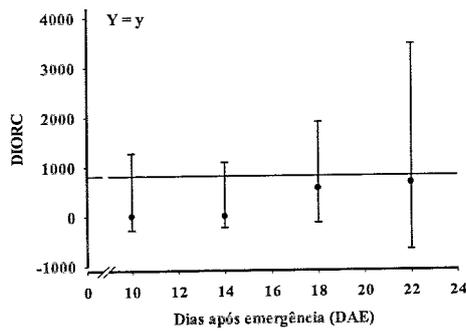
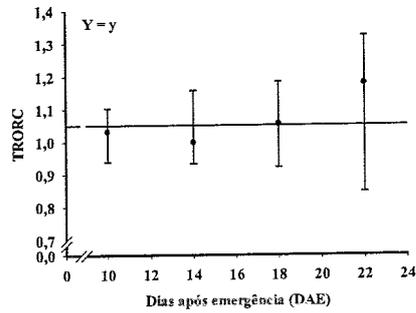
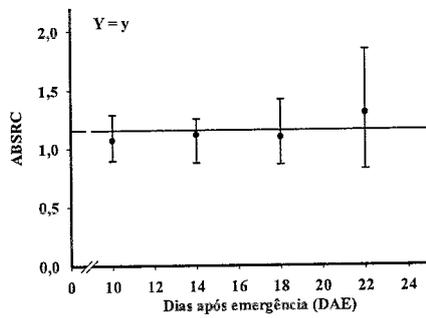
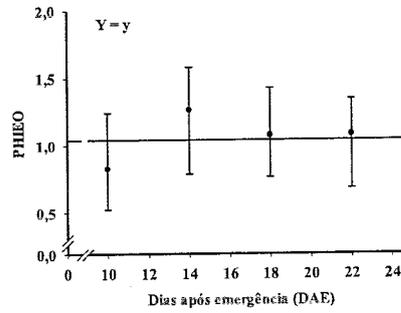
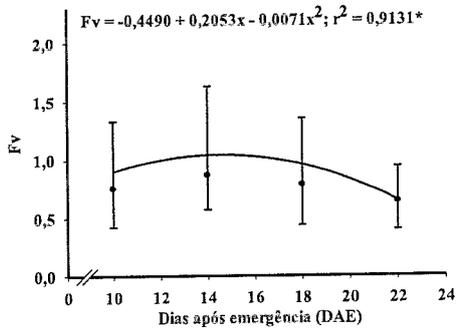
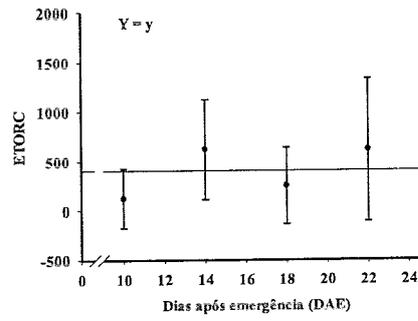
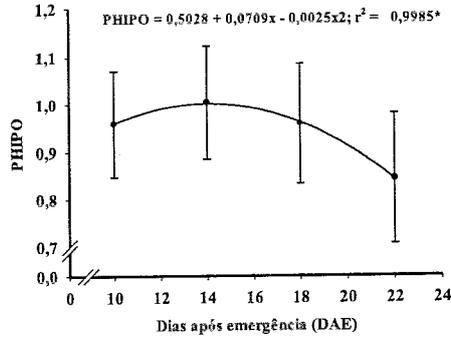
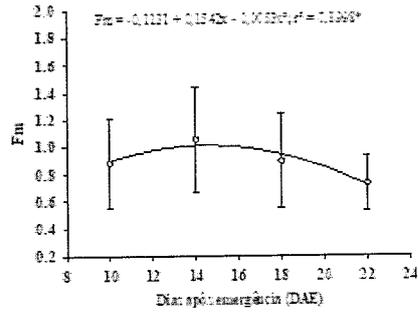
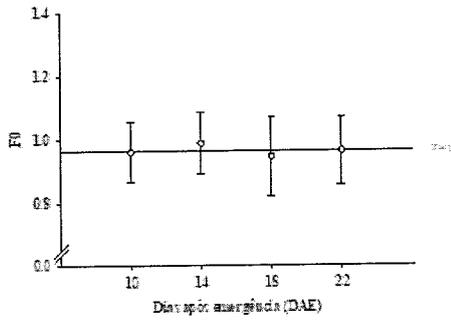


Figura 4-Níveis de fluorescência após a emergência – Fluorescência Inicial (F0) e Fluorescência Máxima (Fm). Barra = desvio padrão. A análise de regressão apontou que as respostas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*Significativo ( $p < 0.05$ )

Os resultados dessa pesquisa corroboram com os observados por Dan et al. (2010), que avaliando a utilização do herbicida Tembotrione no cultivar de sorgo granífero (AG-1040), a intoxicação teve grande impacto quando o herbicida foi aplicado nos estádios mais precoces da cultura do sorgo. O Tembotrione ( $100,8 \text{ g ha}^{-1}$ ), demonstrou elevado controle sobre *Ipomoea indivisa* e *Urochloa aplantaginea* (Link) R.D. Webster, porém não foi verificada seletividade às cultivares de sorgo.

Já comparando a outros herbicidas Teixeira et al. (2017) encontrou resultados que assinalaram que os herbicidas atrazine e bentazon possuiu menor potencial ofensivo às plantas se comparados aos herbicidas linurone e Tembotrione, que por sua vez não houve seletividade no manejo das plantas daninhas, ao fim do estudo, ainda considerou que o bentazon se mostrou o mais eficiente no controle em pós-emergência.

Dan et al. (2010) ainda citaram que os níveis de seletividade podem variar conforme a época de aplicação e a dose, e que o cultivar analisado (sorgo granífero), demonstrou ser tolerante ao Tembotrione.

Teixeira et al. (2016), verificaram que a cultivar BRS 506 de sorgo sacarino estudada se mostraram muito sensíveis a aplicação do Tembotrione. Em trabalho conduzido por Silva Neto et al. (2017), com o sorgo cultivar G100, com aplicação de Tembotrione em V4, foi observado que na dose de  $0,48 \text{ L ha}^{-1}$  o defensivo aplicado causou menores sintomas de fitotoxicidade, havendo maior potencial para utilização como alternativa para controle de plantas daninhas, o que demonstra a relevância da avaliação dos cultivares.

O potencial de intoxicação pode ainda estar associado à dose aplicada, uma vez que Siqueira et al. (2017), em seu estudo observaram tolerância ao Tembotrione na dose  $90 \text{ g i.a}$

ha<sup>-1nos</sup> estádios fenológicos V5 e V7, sendo uma dose inferior as que foram aplicadas neste experimento.

## **CONCLUSÃO**

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a cultura do sorgo apresentou produtividade quando submetida à aplicação do princípio ativo Tembotrione no estágio V4 e também em V3, de modo que as doses não foram determinantes, porém, o estágio da aplicação, sendo o diferencial para o resultado do herbicida, pois, a aplicação no estágio adequado permitiu maior crescimento e desenvolvimento da planta quanto à sobrevivência, ao florescimento, ao crescimento/altura e demais fatores fisiológicos analisados, proporcionando maiores produtividades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT, J. M. et al. Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. **Weed Technol.**, v. 23, n. 1, p. 28-33, 2009

ADUGNA, A.; BEKELE, E. Geographical distribution and phenotypic diversity of wild/weedy sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in Ethiopia: implications for germplasm conservation and crop-wild gene flow. **Plant Genetic Resources**, v. 11, n.1, p. 68-76, 2013.

ARCHANGELO, E. R. et al. Tolerância do sorgo forrageiro ao herbicida Primestra SC. **R. Bras. Milho Sorgo**, v. 1, n. 2, p. 59-66, 2002.

BAYER. **Soberan**. Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento/MAPA sob nº 05108, 2019.

CABRAL, P.H.R. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 43, p. 308-314, 2013.

CALDERÓN-CHINCHILLA, V. R.; HERNÁNDEZ-VALLE, M.; MASON, S. C.; ROONEY, L. W. Influencia Del nitrógeno em lalocalidad del grano de sorgo em del Salvador. **Agronomia Mesoamericana**, v. 19, n.1, p. 47, 2008.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. **Seja o doutor do seu sorgo**. Arquivo do agrônomo, 14. Potafos, 2002.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: nono levantamento, junho de 2019. Brasília: Conab, v. 6, n. 9, 117 p. 2019. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 01 de julho de 2019.

\_\_\_\_\_. Levantamento de grãos confirma produção acima de 250 milhões de toneladas na safra 2019/2020. < <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3371-levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-de-toneladas-na-safra-2019-2020>>

CUNHA, FERNANDO NOBRE et al. SELETIVIDADE DO HERBICIDA TEMBOTRIONE À CULTURA DO SORGO. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 281-293, 2016.

CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Pelotas, v. 43, n. 2, p. 273-278, 2012.

DAN, H. A. Tolerância do sorgo granífero ao herbicida Tembotrione. **Planta daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, 2010.

DAN, H.A. et al. Tolerância do sorgo granífero ao herbicida Tembotrione. **Planta daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 615-620, 2010. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83582010000300019&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000300019&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 04 nov. 2020.

DA SILVA, Wilton Tavares et al. Tolerância do sorgo biomassa ao herbicida Tembotrione. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, , 2016.

DOLL, J.D. Competencia y alelopatia. In: Dool J.D. Manejo y control de malezas enel tropico. **Calí**, Colombia. p. 01-31, 1979.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sorgo Biomassa: cultura promissora para geração de energia. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, ano 07, edição 43, 2013.

FERNANDES, F. F. et al. Manejo Químico De Plantas Daninhas Infestantes Do Sorgo Sacarino. In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2016, Bento Gonçalves, **Anais...** Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2016.

FERNANDES, Franciele Fátima et al. Manejo químico de plantas daninhas infestantes do sorgo sacarino. In: **Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016., 2016.

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

FERREIRA, F.A.; SILVA, A. A. & FERREIRA, L. R. **Mecanismos de ação de herbicidas** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. Anais... Salvador: 2005.

FIGUEIREDO, C.C. de, BARBOSA, D. V.; OLIVEIRA, S. A. de; FAGIOLI, M.; SATO, J. H. **Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho**. *Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 446-452, 2012.

FONSECA, I. M.; PRADO, R. M. DE.; ALVES, A. U. Crescimento e nutrição do sorgo (cv. BRS 304) em solução nutritiva. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Jaboticabal, v. 8, n. 2, p. 113-124, 2008.

FONTES, J.R.A. L.S, SHIRATSUCHI. J.L, NEVES. L, JÚLIO J, SODRÉ FILHO. **Manejo integrado de plantas daninhas** – Embrapa. Planaltina – DF, 2003.

FRANCO, A. A. N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. Dissertação (Mestrado). Montes Claros. 2011. 74p.

FREITAS, S. P.; RODRIGUES, J. C.; SILVA, C. M. M. Manejo de plantas daninhas no plantio direto da soja (*Glycinemax*) sobre o milheto (*Pennisetum maximum*). **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 481-487, 2006.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras. UFLA/FAEPE, 2001. 261p.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; ARRUDA, O. G.; VILELA, R. G. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 2, p. 121-129, 2011.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R. Produtividade de milho submetido à aplicação de uréia revestida por polímeros. **Global Science and Technology**, v. 6, n. 2, p. 31 - 37, 2013.

LANFRANCONI, L.E.; GAZZIERO, D.L.P. 2019. **Consequências da resistência nas plantas daninhas**: Plantas daninhas resistentes a herbicidas. Disponível em: <<https://www.croplifela.org/pt/pragas/lista-do-pragas/plantas-daninhas>> Acesso em 11 out. 2020.

LIMA, Cintia Gabriela; SILVA, Patrícia Costa; COSTA, Reinaldo Adriano; MARTINS, Yasmin Alves Moraes, LANA, Regina Maria Quintão. Aplicação de diferentes doses de uréia polimerizada sob o desenvolvimento vegetativo de plantas de sorgo sacarino. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.9, n.17; p. 2.

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

MAGALHÃES, P. C. et al. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In: BORÉM A (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV. 2014.p.58-88.

MARIGUELE, K. H.; SILVA, P. S. L. Avaliação dos rendimentos de grãos e forragem de cultivares de sorgo granífero. **Caatinga**, v. 15, n. 1/2, p. 13-18, 2002.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, 2011.

OLIVEIRA JR., R.S. 2011. **Seletividade de Herbicidas para Culturas e Plantas Daninhas**, Cap.10.

PACHECO L.P. et al. 2016. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. **Rev Ciên Agron.**, 47: 500-508.

PITTA, G. V.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. Cap. 9, p. 243-262.

SANTOS, Weverton. **Alternativas para o manejo de plantas daninhas no sorgo granífero na região dos Cerrados**. Tese do Programa de pós graduação em Ciências Agrárias - Agronomia - Doutorado) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2019, 139 p.

SIQUEIRA, G.G.C.; et al. Tolerância do sorgo granífero BRS 380 submetido a aplicação de Soberan®. **XVV CICURV Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde**, 2017.

SILVA NETO, J. J. et al. Fitointoxicação e produção de plantas de sorgo, tratadas com mesotrione, Tembotrione e nicossulfuron. **VI CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IF GOIANO**, 2017, Urataí, **Anais...**Instituto Goiano, 2017.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Aplicação de diferentes fontes de uréia de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**. v. 28, supl. 1, p. 104-111, 2012.

SILVA A. F. et al. Percepção da ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas por produtores de soja-milho safrinha no Estado de Mato Grosso. **Documentos Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas : Embrapa, 2017. 26 p.

SILVA , Adriane de Andrade ; SILVA, Tales Souza; VASCONCELOS, Ana Carolina Pereira de; LANA, Regina Maria Quintão. **Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação Gradual na cultura do milho**. Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 104-111, Mar. 2012.

SILVA, P. C. S.; LOVATO, C. Análise de crescimento e rendimento em sorgo granífero em diferentes manejos com nitrogênio. **Revista da FZVA**, v. 15, n. 1, p. 15-33, 2008.

SILVA, J.B. da; PASSINI, T.; VIANA, A.C. Controle de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.144, p.43-45, 1986.

SOUZA, D. J. P. **Manejo de plantas daninhas através de controle físico no crescimento do sorgo granífero**. 2016. 28 f.Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

SOUZA, R. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; MACIEL, C. D.; CAMPO, R. J.; ZAIA, D. A. M. Conjunto mínimo de parâmetros para avaliação da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p. 83-91, 2008.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. (Org.) SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2004. 416p.

TAKADA, E. I. **Efeito de doses do herbicida Diuron sobre a germinação da semente de sorgo granífero**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnologia em Biocombustíveis) - Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2012.

TEIXEIRA, M. F. F. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do sorgo sacarino. **Revista Espacios**, v. 38, n. 13, p. 18, 2016.

TEIXEIRA, Matheus Ferreira França et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do sorgo sacarino. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

VANIN, A.; MENEZES, J. F. S.; BENITES, V. M.; SIMON, G. A. Ammonia volatilizations from surfasse application of organican durea on marandu palisa degrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n. 4, 2013.

VASCONCELOS, M.C.C. et al. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v. 8, p. 1-6, 2012.

VERONEIS, Luiz Fernando; DA SILVA, Edmar Mesquita Borges; TROPALDI, Leandro. Sensibilidade de plantas de sorgo ao Tembotrione em dois estádios de desenvolvimento. **Anais SIMPOHERBI**, v. 1, 2019.

VITTI, G. C.; REIRINCHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão Holística. In: YAMADA, T.; STIPP, S. R.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e Enxofre: na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007. p. 109 – 157.

WADDINGTON, M. A.; YOUNG, B. G. Interactionsofherbicidesandadjuvantwith AE 0172747 onpostemergencegrasscontrol. **WeedSci.**, v. 61, n. 4, p. 108-115, 2006.