

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE
DE FEIJOEIRO COMUM COM APLICAÇÃO DE PROTETOR
SOLAR

Autora: Kenia Lorrany Trindade
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa
Coorientador: Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE FEIJOEIRO
COMUM COM APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR

Autora: Kenia Lorrany Trindade
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa
Coorientador: Prof. Dr. Hyrandir Cabral de Melo

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração Irrigação.

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

Trindade, Kenia Lorrany
T T833t Trocas gasosas crescimento e produtividade de
feijoeiro comum com aplicação de protetor solar /
Kenia Lorrany Trindade; orientador Cleiton Mateus
Sousa; co-orientador Hyrandir Cabral de Melo. --
Ceres, 2020.
59 p.

Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2020.

1. Fotossíntese . 2. transpiração. 3. Desempenho.
4. Fisiológico. 5. Rendimento. I. Sousa, Cleiton
Mateus , orient. II. Melo, Hyrandir Cabral de, co-
orient. III. Título.

TERMO DE DEPÓSITO LEGAL E AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação abaixo citada, de acordo com a lei 9610/98, autorizo o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, conforme permissões assinadas abaixo, o texto integral, em meio eletrônico e impresso, no formato especificado, para fins de leitura, impressão e/ou download pela Internet, a título de divulgação da produção científica gerada pelo Instituto, a partir desta data. Declaro que o documento foi corrigido, segundo as orientações da banca examinadora, e revisado na língua portuguesa e inglesa por revisores cadastrados e autorizados pelo programa de pós-graduação vinculado.

1. IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO

<input checked="" type="checkbox"/> Dissertação	Nº de exemplares impressos:	Nº de exemplares em mídia eletrônica:
Programa/curso: Programa de pós graduação em Irrigação no cerrado		Nível: Mestrado
Área de concentração (do programa): Irrigação		
Título: TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE FEJÓEIRO COMUM COM APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR		
Área de conhecimento (CNPq): Ciências Agrárias		
Palavra(s) chave: Fotossíntese, transpiração, desempenho fisiológico, rendimento		

2. IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR

Nome completo: Kenia Lorrany Trindade	Matrícula: 2018103330640067	CPF: 04817835125
Citação: Trindade, K. L.	Telefone: (62) 984097092	e-mail: kenialorrany@hotmail.com
Afiliação (instituição de vínculo empregatício do autor e CNPJ):		Agência de fomento:

3. IDENTIFICAÇÃO DA BANCA

1- Presidente/Orientador: Cleiton Mateus Sousa	CPF: 09167195709
2- Alan Carlos da Costa	CPF: 02903576670
Afiliação: IFGoiano – Campus Rio Verde	CNPJ: 10651417000500
3- Ederlon Flavio da Veiga Moline	CPF: 82114552268
Afiliação: Santa Clara Agrociência	CNPJ: 01810945000131
4- Adinan Alves da Silva	CPF: 98529498100
Afiliação: IFGoiano – Campus Rio Verde	CNPJ: 10651417000500
b- Mariella Camargo Rocha	CPF: 26780899836
Afiliação: Autônoma	CNPJ:

*Somente para pessoas de outras Instituições.

4. IDENTIFICAÇÕES DE ACESSO AO TRABALHO

Este trabalho é confidencial?	<input type="checkbox"/> Sim **	<input checked="" type="checkbox"/> X Não
Ocasionará registro de patente?	<input type="checkbox"/> Total	<input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> X Não
Pode ser liberado para publicação?	<input checked="" type="checkbox"/> X Total	<input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não. Justifique***

**Esta classificação poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso.

***Justificativa:

Em caso de publicação parcial, assinale as permissões:

OBS: 1- O(s) arquivo(s) deverá(o) ser(em) entregue(s) no(s) seguinte(s) formato(s): em texto.doc e texto.pdf
Entregar em 4 vias: 1ª Via - PPG, 2ª Via - Orientador, 3ª Via - discente, 4ª Via - Biblioteca.

Cleiton Mateus Sousa

<input type="checkbox"/> Sumário	<input type="checkbox"/> Introdução e Revisão Bibliográfica	<input type="checkbox"/> Material e métodos	<input type="checkbox"/> Capítulos. Especifique:
<input type="checkbox"/> Resultados e discussão	<input type="checkbox"/> Conclusões	<input type="checkbox"/> Bibliografia	<input type="checkbox"/> outros Segmentos do trabalho:
Assinatura do aluno: <i>Kenia Karany Brindade</i>			Local e data:
Assinatura do orientador: <i>Cláudio José Sousa</i>			Local e data: <i>Curitiba - 06</i>
Assinatura - PPG:			Local e data:

Protocolo de recebimento - Biblioteca

Recebi _____ (_____) exemplar(es) impresso(s) e _____ (_____) exemplar(es) em mídia eletrônica da Dissertação acima descrita.

Assinatura - Coordenação da biblioteca

Local e data:



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

Formulário 5/2021 - DREPG-CE/NPG-CE/GPGPI-CE/CMPCE/IFGOIANO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS CERES**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO**

**TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE FEIJOEIRO COMUM
COM APLICAÇÃO DE PROTETOR SOLAR**

Autor: Kenia Lorrany

Trindade

Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração: Irrigação

APROVADO em: 29 de setembro de 2020.

Prof. Dr. Alan Carlos

Prof. Dr. Ederlon Flavio de Veiga Moline

da Costa

Avaliador externo

Santa Clara Agrocíencia

Verde

Avaliador externo

IF Goiano - Campus Rio

Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

(Orientador)

IF Goiano - Campus Ceres

Documento assinado eletronicamente por:

- Ederlon Flávio da Veiga Moline, Ederlon Flávio da Veiga Moline - Professor Avaliador de Banca - Santa Clara Agrocíencia (01810945000131), em 10/03/2021 15:47:14.
- Alan Carlos da Costa, PRO-REITOR - CD2 - PROPPI-REI, em 09/03/2021 14:39:16.
- Cleiton Mateus Sousa, DIRETOR GERAL- CD2 - CMPCE, em 09/03/2021 08:15:44.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/03/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forne a os dados abaixo:

Código Verificador: 246936
Código de Autenticação: e906dae080



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100

Aos meus pais, Suzana de Assis Peres Trindade e João Trindade Rocha, pelo apoio, compreensão ao longo desses dois anos e por tudo que foram e são em minha vida: exemplo de humildade, dignidade e luta. Essa conquista é tão minha quanto de vocês!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar nos caminhos da sabedoria e da fé.

Aos meus pais, por permanecerem ao meu lado e serem meu rochedo em momentos de fraquezas, me apoiando e incentivando.

Ao meu irmão por me ajudar inúmeras vezes durante os momentos de minha ausência, e a toda minha família.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, que proporcionou todo o suporte para a realização do experimento.

Ao meu orientador, professor Dr. Cleiton Mateus Sousa, que sempre acreditou em meu potencial e proporcionou todo suporte necessário para a conclusão deste projeto.

Ao meu coorientador, professor Dr. Hyrandir Cabral de Melo, pela atenção especial para agregar e transmitir seus conhecimentos.

Aos professores do Programa de Mestrado em Irrigação no Cerrado, pela experiência compartilhada e ensinamentos, fundamentais na minha formação profissional.

À Embrapa Arroz e Feijão, pelo fornecimento de material vegetativo para implantação do experimento.

À empresa Santa Clara Agrociência, pela doação do produto utilizado como fonte protetora.

Aos servidores e terceirizados do IF Goiano – Campus Ceres, que colaboraram e ajudaram na execução de inúmeras tarefas.

Aos alunos e amigos do programa de pós-graduação em Irrigação no Cerrado por me incentivarem e acima de tudo por serem companheiros nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Aos alunos de graduação do IF Goiano – Campus Ceres Vinícius, Letícia, Andressa, Gabriel, Wytalo e Hugo, pela ajuda nas atividades do experimento.

A todos aqueles que contribuíram para a realização desta dissertação, seja de forma direta ou indiretamente, deixo aqui registrados meu reconhecimento e minha gratidão

BIOGRAFIA DA AUTORA

Kenia Lorrany Trindade nasceu no dia 02 de setembro de 1995 em Ceres – Goiás, filha de João Trindade Rocha e de Suzana de Assis Péres Trindade. Tem curso técnico em Agropecuária integrado ao ensino médio pelo então Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, cursado entre os anos de 2010 e 2012. É bacharel em Agronomia pela mesma instituição, com conclusão no ano de 2017. No ano de 2018, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado no Instituto Federal Goiano - Campus Ceres sob orientação do prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa.

RESUMO

TRINDADE, KENIA LORRANY. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, agosto de 2020. **Trocas gasosas, crescimento e produtividade de feijoeiro comum com aplicação de protetor solar.** Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa. Coorientador: Prof. Dr. Hyrandir Melo de Cabral.

O feijoeiro destaca-se na produção de grãos no Brasil, assim a escolha de cultivares adaptadas torna-se importantíssimo. Avaliaram-se o efeito da aplicação de protetor solar comercial e sombreamentos em cultivares de feijão irrigado no Cerrado. Duas cultivares (BRS MG Realce e BRS FC 104) com e sem aplicação de protetor solar comercial foram cultivadas em vasos com ambientes sombreados (50% e 70%) e pleno sol com irrigação por gotejamento, sendo analisada a fotossíntese líquida, transpiração, variáveis de crescimento e produtividade e em campo com irrigação por pivô central avaliando crescimento e produtividade, com aplicação aos 33 DAE e 47 DAE. A fotossíntese líquida e a transpiração foram influenciadas pela aplicação de protetor somente aos 33 dias após emergência; os ambientes influenciaram a fotossíntese e transpiração aos 47 dias após emergência. As variáveis de crescimento e produtividade da cultivar BRS Fc104 não foram afetadas pela aplicação do protetor, porém, em ambientes sombreados, foram superiores ao cultivo a pleno sol. No cultivo a campo, a aplicação de protetor foliar influenciou somente o número de galhos nas cultivares BRS MG Realce e BRS Fc 104. O fator genético entre cultivares ficou evidenciado no cultivo a campo, realçando que o uso de protetor solar em feijoeiro cultivado com irrigação não influencia na produção.

Palavras-chave: Fotossíntese, transpiração, desempenho fisiológico, rendimento

ABSTRACT

TRINDADE, KENIA LORRANY. Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute) Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, August 2020. **Gas exchange, growth, and yield of common bean with sunscreen application.** Advisor: Prof. Dr. Sousa, Cleiton Mateus. Co- advisor: Prof. Dr. Cabral Hyrandir Melo de.

The common bean stands out in the grain yield in Brazil, so the choice of cultivars adapted becomes especially important. This study aimed to evaluate the effect of applying commercial sunscreen and shading on cultivars of irrigated beans in the Cerrado (Brazilian Savannah). Two cultivars (BRS MG Realce and BRS FC 104) were cultivated with and without sunscreen application variables and in pots in shaded environments (50% e 70%) under full sun and with drip irrigation, being analyzed liquid photosynthesis, sweating, growth, and yield variables were analyzed and in the field with central pivot irrigation, growth, and yield variables were analyzed, with application to 33 DAE and 47 DAE. Liquid photosynthesis and sweating were influenced by the sunscreen application only at 33rd day after emergency. The environments have influenced photosynthesis and sweating at 47th day after emergency. The growth and yield variables of the BRS Fc104 cultivar were not affected by the sunscreen application but they were superior in shaded environments than in full sun. The leaf protector application has influenced only the number of branches in the BRS MG Realce and BRS Fc 104 cultivars in field crops. The genetic factor among cultivars was evident in field crop, emphasizing that the use of sunscreen in beans cultivated by irrigation has not influenced yield.

Keywords: Photosynthesis, physiological performance, sweating, yield.

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I

Tabela 1. Fotossíntese e transpiração em feijoeiro com ou sem aplicação de protetor solar aos 33 e 47 dias após a emergência (DAE)..... 34

Tabela 2. Variáveis de crescimento e produção de feijoeiro comum, cultivar BRS Fc 104, cultivado em diferentes ambientes de cultivo..... 34

CAPÍTULO II

Tabela 1. Quadrado médio da análise de variância de duas cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) submetidas à aplicação de protetor foliar. Ceres, GO, 2019. 52

Tabela 2. Número de galhos (NG), diâmetro de caule (DC), distância entre nós (DEN), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD) de duas cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) irrigadas. Ceres, GO, 2019. 52

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Temperaturas (°C) máximas e mínimas do ar em três ambientes de cultivo de feijoeiro comum em Ceres-GO, no período de novembro de 2019 a janeiro 2020. 34
- Figura 2.** Evaporação (mm) e precipitação (mm) de novembro de 2019 a janeiro de 2020 em três ambientes de cultivo de feijoeiro em Ceres-GO. 35
- Figura 3.** Fotossíntese líquida em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, com e sem aplicação de protetor em diferentes ambientes de cultivo aos 33 DAE. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores são apresentados como média \pm erro padrão (n = 8). 35
- Figura 4.** Transpiração em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, em diferentes ambientes de cultivo aos 33 DAE. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre pelo teste de Tukey a 5% . Os valores são apresentados como média \pm erro padrão (n = 8). 36
- Figura 5.** Fotossíntese líquida em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, em diferentes ambientes de cultivo aos 47 DAE. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores são apresentados como média \pm erro padrão (n = 8). 36
- Figura 6.** Transpiração em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, em diferentes ambientes de cultivo aos 47 DAE. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores são apresentados como média \pm erro padrão (n = 8). 36

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Evaporação de água livre no Tanque Classe A (ECA), Evapotranspiração de referência e evapotranspiração da cultura no período experimental de cultivo de feijão irrigado. Ceres, 2019. 52
- Figura 2.** Temperatura máxima e mínima no período experimental de cultivo de feijão irrigado. Ceres, 2019. 52
- Figura 3.** Número de galhos no cultivo de feijoeiro irrigado com aplicação de protetor solar. Os valores são apresentados como média \pm erro padrão (n = 12). 53

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo/ Sigla	Significado	Unidade de medida
AIPV.....	Altura inserção primeira vagem.....	cm
AP.....	Altura de planta.....	cm
CV.....	Capacidade de vaso.....	-
°C.....	Graus Célsius.....	°C
DAE.....	Dias após emergência.....	-
DAS.....	Dias após semeadura.....	-
DEN.....	Distância entre os nós.....	mm
DC.....	Diâmetro de colmo.....	mm
há.....	Hectare.....	-
Irga.....	Analisador de gás portátil.....	-
Kc.....	Coefficiente de desenvolvimento da cultura.....	-
Kg.....	Quilograma.....	-
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare.....	-
Kgf.....	Quilograma força.....	-
L.....	Litro.....	-
L ha ⁻¹	Litro por hectare.....	-
mm.....	Milímetros.....	-
MGP.....	Massa de grãos planta.....	kg
MSP.....	Massa seca de planta.....	kg
NVP.....	Número de vagens planta.....	-
NG.....	Número de galhos.....	-
NGP.....	Número de grãos planta.....	-
PROD....	Produtividade.....	t ha ⁻¹
OS.....	Distância entre o primeiro e o segundo nó.....	-
PSOL.....	Pleno sol.....	-
QQ.....	Distância entre o quarto e o quinto nó.....	mm
ST.....	Distância entre o segundo e o terceiro nó.....	mm
TQ.....	Distância entre o terceiro e o quarto nó.....	mm
50S.....	50% de sombreamento.....	-
70S.....	70% de sombreamento.....	-
%.....	Porcentagem.....	-

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO13
1.1	Referências.....15
2	OBJETIVO GERAL.....17
4	CAPÍTULO I.....18
	Introdução 19
	Material e métodos 21
	Material vegetal e condições de cultivo21
	Imposição dos tratamentos.....22
	Avaliações fisiológicas.....23
	Avaliações biométricas23
	Delineamento experimental e análises estatísticas24
	Resultados e discussão 24
	Conclusão 30
	Agradecimentos.....30
	Referências 31
5	CAPÍTULO II37
	Introdução..... 39
	Material e métodos 40
	Material vegetal e condições de cultivo40
	Imposição dos tratamentos.....42
	Avaliações biométricas42
	Delineamento experimental e análises estatísticas43
	Resultados e discussão43
	Conclusão 47

	Agradecimentos.....	48
	Referências.....	49
6	CONCLUSÃO GERAL.....	54

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) pertence à família Fabaceae, sendo uma das principais culturas produzidas e consumidas no Brasil e os Estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás os principais produtores. Na safra 2019/2020, a área semeada foi de 3,18 milhões de hectares, com produção de 3,4 milhões de toneladas e produtividade média de 1.035 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

O uso de cultivares melhoradas de feijoeiro vem dando contribuições significativas à eficiência do setor produtivo. Essas cultivares têm menor sensibilidade aos estresses bióticos e abióticos, resistência a doenças, maior eficiência no uso de nutrientes, alta produtividade e menor ciclo produtivo. As cultivares BRS FC104 e BRS MG Realce são exemplos, têm maturidade superprecoce, média de 65 a 85 dias, e maior resistência às doenças quando comparadas a outras cultivares (BARROS, 2019). Outros fatores como a irrigação possibilitam o cultivo do feijoeiro nas diferentes estações do ano nas diversas regiões do País.

O uso da irrigação visa a suprir as necessidades hídricas da planta. O cultivo do feijoeiro é diretamente influenciado pelas condições hídricas do solo, e tanto a deficiência quanto o excesso de água, nos diferentes estádios da cultura, comprometem a produtividade. O feijoeiro necessita de 300 a 500 mm de água por ciclo, exigindo eficiência na irrigação, pois em escala global, estima-se que 50% da água captada nos mananciais do Brasil seja para irrigação (ANA, 2019). Além da disponibilidade hídrica, fatores abióticos como temperaturas máxima e mínima, umidade do ar, vento e radiação solar influenciam na produção vegetal

O crescimento e o desenvolvimento do feijoeiro estão associados à luminosidade do ambiente e à interceptação da luz. A variação da luz incidente nas plantas pode alterar a arquitetura do dossel, o comprimento do caule e pecíolo, número de perfilhos ou ramificações, partição de biomassa, área foliar, rendimento de vagens, matéria seca, produtividade, entre outros (TEIXEIRA; STONE; HEINEMANN, 2015).

A luz incidente na superfície das folhas é absorvida por pigmentos, estando associada à excitação das clorofilas, hidrólise da molécula da água, obtenção de elétrons e à produção de ATP e NADPH utilizados na redução do carbono (ARAÚJO *et al.*, 2019). Em condições de excesso de luz, os carotenoides funcionam como dissipadores do excesso de energia absorvida, liberando na forma de calor pela interconversão no ciclo das xantofilas, podendo atuar como filtros solares (TROPALDI *et al.*, 2018).

As plantas C3 cultivadas no Cerrado encontram períodos do ano com alta radiação solar, assim como com altas temperaturas e déficit hídrico, exigindo mecanismos de dissipação de calor e compensação energética, podendo acarretar alterações moleculares, anatômicas, fisiológicas e morfológicas. Essas mudanças não devem estar associadas ao maior rendimento da cultura, visto a maior produção de grãos estar ligada diretamente à eficiência fotossintética. No Cerrado, essa eficiência pode ser comprometida, uma vez que altas temperaturas levam ao fechamento estomático consequentemente à diminuição de absorção de CO₂ (SABINO *et al.*, 2020).

Visando a proteger as plantas do excesso da radiação solar e das altas temperaturas, existem produtos comerciais com fontes primárias de cálcio, como silicato de cálcio e potássio, fontes de boro com cálcio e, principalmente, à base de carbonato de cálcio (AHMED *et al.*, 2013). A aplicação forma uma camada/película esbranquiçadas na superfície vegetal, possibilitando aumentar a reflectância dos raios solares, reduzir a temperatura foliar e a perda de água, favorecer a fotossíntese e a produtividade (BRITO *et al.*, 2019). O uso visa a melhorar as condições para o desenvolvimento das plantas, substituindo um possível sombreamento adotado em cultivos protegidos por telados (GHARAGHANI; JAVARZARI; VAHDATI, 2018).

Um exemplo promissor da utilização a campo desses produtos foi relatado em videiras. A aplicação de caulim influenciou significativamente o metabolismo da folha da uva e reforçou ser uma estratégia eficaz para mitigar os efeitos adversos de estresses ambientais, como déficit hídrico e irradiância solar excessiva (CONDE *et al.*, 2018). Resultados semelhantes a campo foram alcançados em plantas de nozes, tendo a aplicação de caulim limitado a perda de água pela transpiração das folhas e os danos da fotoinibição, preservando a integridade dos tecidos foliares (LUCIANI *et al.*, 2020).

A utilização desses produtos ainda é pouco difundida em larga escala, com escassez de estudos e questionamentos quanto à sua eficiência comercial com finalidade protetora do excesso de radiação na agricultura. No feijoeiro, além de poucos relatos,

não há estratégias definidas para melhorar o desempenho da cultura com a aplicação destes produtos.

1.1 Referências

AHMED, F. F. ABDEL AAL, A. M. K.; EL- SAYED, M. A.; SAYED, H. R. Protecting Red Roomy Grapevines Growing Under Minia Region Conditions from Sunburn Damage. **Stem Cell**, v. 4, n. 2, p. 15-20, 2013. http://www.sciencepub.net/stem_ISSN:1945-4732 (online)

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Coefficientes técnicos de usos da água para a agricultura irrigada**, 2019. (Nota técnica).

ARAÚJO, L. L. N.; MELO, H. C. de; CASTIGLIONI, G. L.; LETÍCIA ALMEIDA Intensidade de radiação influenciando características morfofisiológicas em folhas de *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd. **Iheringia, Série Botânica**, v. 74, 2019.

BARROS, M. S. de. **Implicações da interação de genótipos com ambientes na recomendação de cultivares de feijoeiro comum: validação de regras e importância de fatores ambientais**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, 2019.

BRITO, C.; DINIS, L-T.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; CORREIA, C.; Kaolin, an emerging tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. **Scientia Horticulturae**, v. 250, n. February, p. 310–316, 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, 2020. (Nota técnica).

CONDE, A.; BREIA, R.; PIMENTEL, D.; DINIS, L-T; CUNHA, A.; PEREIRA, J. M. M.

Kaolin particle film application stimulates photoassimilate synthesis and modifies the primary metabolome of grape leaves. **Journal of Plant Physiology**, v. 223, December 2017, p. 47-56, 2018.

GHARAGHANI, A.; JAVARZARI, A. M.; VAHDATI, K. Kaolin particle film alleviates adverse effects of light and heat stresses and improves nut and kernel quality in Persian walnut. **Scientia Horticulturae**, v. 239, n. April, p. 35-40, 2018.

LUCIANI, E.; PALLIOTTI, A.; FRIONI, T.; TOMBESI, S.; VILLA, F.; ZADRA, C.; FARINELLI, D. Scientia Horticulturae Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. **Scientia Horticulturae**, v. 263, n. December 2019, p. 109097, 2020. <http://hdl.handle.net/10807/144696>.

SABINO, M.; FERNEDA, B. G.; MARTIM, C. C.; BOUVIÉ, L.; SILVA, C. C. da; SOUZA, A. P. de; SILVA, A. C. da; FELIPE, R. T. A.Crescimento inicial de ipê-amarelo amazônico e de cerrado cultivados sob diferentes intensidades de

sombreamento e comprimento espectral de onda. **Revista Interciencia**, v. 45,. Abril, 2020.

TEIXEIRA, G. C. da S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 1, p. 9-17, 2015.

TROPALDI, L.; BRITO, I. P. F. S. de; DIAS, R. de C.; ARALDI, R.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Eficácia de herbicidas inibidores da síntese de carotenoides no controle de espécies de capim-colchão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 443-453, 2018. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17111>

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar e potencializar as respostas fisiológicas e biométricas em feijoeiro irrigado na região do Cerrado pela aplicação de protetor solar comercial, visando a determinar a melhor dosagem como alternativa de potencialização da produtividade.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

3 CAPÍTULO I

(Normas de acordo com a revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB)

Aplicação de protetor solar e sombreamento nas trocas gasosas, crescimento e produtividade de feijoeiro comum

Resumo - Estudos visando compreender os efeitos da utilização de protetores foliares na redução dos danos fisiológicos e morfológicos para o feijoeiro tornam-se importantes. Objetivou-se analisar o comportamento fisiológico, crescimento e produtividade do feijoeiro cultivar comum BRS Fc 104 em três ambientes de cultivo (pleno sol e sombreamentos 50 e 70%), com aplicação aos 33 DAE e 47 DAE e sem aplicação de protetor solar Protex® e irrigada via gotejamento. Foram analisadas a fotossíntese líquida e transpiração e variáveis de crescimento e produtividade ao final do ciclo. A aplicação do protetor solar aos 33 dias após emergência proporcionou redução na fotossíntese e na transpiração das plantas de feijoeiro, aos 47 dias após emergência não diferenciou com e sem o uso do protetor, já no ambiente com pleno sol observou-se menores taxas de fotossíntese e transpiração. A interação entre aplicação de protetor solar e os ambientes de cultivo não influenciaram nas variáveis de crescimento e de produção do feijoeiro comum cultivar BRS Fc104, somente o ambiente. Conclui-se que o sombreamento de 70% favoreceu a fotossíntese, o crescimento e a produtividade na cultivar BRS Fc104 já a aplicação do protetor solar Protex® não propiciar melhores condições nas plantas de feijoeiro BRS Fc104 irrigado.

Termos de Indexação: *Phaseolus vulgaris*, irrigação, radiação, fotossíntese, produção

CHAPTER I

[Standards according to the Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) magazine]

Sunscreen and shading application in common bean and its influence on gas exchange, growth, and yield

Abstract - Studies aiming to understand the effects on using foliar protective products for reducing physiological and morphological damages in beans are important. So, this study aimed to analyze the physiological behavior, growth, and yield of the common bean, BRS Fc 104 cultivar, in three crop environments (under full sun and 50% and 70% shaded) with application to 33 DAE and 47 DAE and without Protex[®] sunscreen application and drip irrigation. Liquid photosynthesis, sweating, growth, and yield variables were analyzed at the end of the cycle. The sunscreen application at the 33rd day after emergence provided reducing photosynthesis and sweating of bean plants, and at 47th day after emergence there was no difference with and without the use of protector; however, the lowest rates of photosynthesis and sweating were found in the environment under full sun. The interaction between sunscreen application and the crop environments has not influenced the growth and yield variables of the common bean, BRS FC 104 cultivar, only the crop environment. It is concluded that the 70% shading favored photosynthesis, growth, and yield of the BRS Fc104 cultivar, and the Protex[®] sunscreen application was not able to provide better conditions in irrigated BRS Fc104 bean cultivar.

Index Terms: *Phaseolus vulgaris*, irrigation, photosynthesis, production, radiation

Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*, L) é amplamente cultivado no Brasil, estando

61 presente em praticamente todos os Estados em diferentes épocas do ano, representando um
62 dos pilares da dieta alimentar dos brasileiros. Sua ampla capacidade de adaptação
63 edafoclimática favorece a diversificação da produção, porém fatores morfofisiológicos devem
64 mais bem explorados para alcançar a máxima produtividade da cultura (Fuscaldi & Prado,
65 2005).

66 Em plantas com metabolismo fotossintético C3, como o feijoeiro, elevadas
67 temperaturas aumentam a fotorrespiração, podendo chegar a mais de 40% de perdas na
68 fotossíntese líquida, limitando a produtividade da cultura (Gerlach *et al.* 2013). A maior
69 incidência da radiação está diretamente relacionada com o desenvolvimento das plantas,
70 promovendo o melhor desempenho fisiológico, biométrico e de produtividade. Em relação à
71 temperatura, cada cultura tem uma faixa de temperatura ideal. O feijoeiro em temperatura
72 acima de 28 °C começa a perder órgãos reprodutivos (Hiolanda *et al.*, 2018). Essas condições
73 adversas de temperatura podem ser encontradas no bioma Cerrado, sendo necessário o
74 conhecimento técnico das exigências do cultivo do feijão para a região.

75 O bioma Cerrado é caracterizado por elevadas temperaturas (25°C a 40°C) e radiação
76 solar e condições climáticas bem definidas durante as estações do ano. Apesar de essenciais às
77 plantas, em excesso, essas condições causam estresses térmico e luminoso, principalmente a
78 plantas C3 como o feijoeiro (Reis & Schmiele, 2019). Nesses ambientes hostis, essas plantas
79 sofrem alterações na distribuição de energia e na atividade das enzimas do metabolismo do
80 carbono, principalmente na taxa de regeneração da ribulose bifosfato (RuBP) (Mendes *et al.*,
81 2017). Formas de minimizar esse excesso de temperatura no sistema ocorrem naturalmente
82 nas plantas por meio da transpiração pelos estômatos, entretanto, comercialmente, alguns
83 produtos vêm sendo utilizados com a finalidade de melhorar a reflectância para controle da
84 entrada da alta radiação, que leva ao excesso de temperatura (Brito *et al.*, 2019).

85 A aplicação de protetor solar em plantas está associada com a formação de uma

86 película à base de cálcio na superfície dos tecidos, que aumenta a reflectância e a eficiência
87 hídrica e ainda reduz a transpiração, a absorbância da radiação solar e a temperatura foliar
88 (Salib, 2018). Com isso, ocorre atenuação dos danos causados pelos estresses térmico e
89 luminoso. Assim, a aplicação destes produtos pode ser promissora para a otimização da
90 produção em condições de alta radiação solar e temperatura (Guimarães *et al.*, 2016).

91 Diante do exposto, objetivou-se trabalhar nesse estudo com as seguintes hipóteses a
92 respeito do uso de protetor foliar comercial: 1) induzir melhor performance fotossintética em
93 plantas de feijão sob alta luminosidade; e 2) auxiliar no incremento da produtividade. Assim,
94 objetivou-se validar a possível influência da aplicação de protetor foliar comercial na
95 fisiologia de plantas de feijão, submetidas a alta luminosidade.

96

97 **Material e métodos**

98

99 **Material vegetal e condições de cultivo**

100

101 O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, nas
102 coordenadas geográficas latitude -15.348569 Sul, longitude -49.600885 Oeste e 574 m de
103 altitude, no período de novembro de 2019 a janeiro 2020. O clima do local é classificado no
104 Sistema Internacional de Koppen - Geiger como Aw, com verão quente chuvoso e inverno
105 seco ameno (Cardoso *et al.*, 2014).

106 A cultivar de feijoeiro utilizada foi a BRS Fc 104. Foram utilizados recipientes de
107 polietileno com capacidade para 12 L, preenchidos com solo como substrato, com as
108 seguintes características: Latossolo Vermelho, pH em H₂O = 5,10 (mg dm⁻³), matéria orgânica
109 = 5,80 (mg dm⁻³), P = 0,5 (mg dm⁻³), K⁺ = 31,00 (mg dm⁻³), Ca²⁺ = 0,70 (cmolc dm⁻³), Mg²⁺ =
110 0,70 (cmolc dm⁻³), Al³⁺ = 0,10 (cmolc dm⁻³), H + Al = 1,80 (cmolc dm⁻³), T = 3,3 (cmolc dm⁻³)

111 ³), soma de bases= 1,50 (cmolc dm⁻³), V= 45,11(%), argila= 60,2 (%), silte= 9,8 (%) e areia=
112 30,1(%).

113 A correção do solo e demais adubações para a cultura do feijoeiro foram feitas
114 conforme recomendações da Embrapa (2012). Foi feita também adução de plantio com 120
115 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando superfosfato simples (21% de P₂O₅). As sementes foram tratadas
116 com o inseticida-nematicida (Cropstar[®]), na dosagem de 0,5 L para 100 kg de sementes, e a
117 semeadura ocorreu no dia 07 de novembro de 2019. Aos 5 dias após a semeadura (DAS), foi
118 feito o desbaste, deixando uma plântula por vaso. Os vasos foram mantidos a pleno sol e a
119 umidade do substrato, em capacidade de vaso (CV), conforme Casaroli, Van Lier (2008).

120 Decorridos 12 dias após a emergência (DAE), foi feita a adubação de cobertura com
121 200 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 e 80 kg ha⁻¹ de N como ureia. Aos 15 DAE, foi feita a
122 diferenciação dos ambientes de cultivo e, a partir de então, monitoradas a temperatura do ar, a
123 umidade do ar, a precipitação e a evapotranspiração da cultura.

124 A temperatura do ar (Fig. 1) e a umidade do ar foram monitoradas por um termo-
125 higrômetro instalado em cada ambiente de cultivo. A umidade do ar máxima variou entre 60 e
126 99% e a mínima, entre 15 e 66%, com pequena variação entre os ambientes.

127 O fornecimento hídrico, a partir da diferenciação dos tratamentos, teve por base a
128 leitura diária de tanques evaporímetros instalados em cada ambiente, o coeficiente de
129 desenvolvimento da cultura (Kc) e a precipitação pluviométrica do período (Fig. 2). A
130 irrigação foi feita com gotejadores com vazão de 2 L h⁻¹, fluxo autocompensante e pressão de
131 serviço de 2,6 kgf. O turno de rega foi de dois dias.

132

133 **Imposição dos tratamentos**

134 Os tratamentos foram impostos nos estádios de desenvolvimento R6 e R7, início da
135 floração (27 DAE) e início da formação de vagens (38 DAE). Foi feita aplicação manual do

136 protetor foliar comercial (Protex[®]), na dosagem de 10 mL por planta, resultando em uma
137 concentração de 2L p.c. para 100 L de calda em plantas controle não foi realizada a aplicação.
138 Após, as plantas foram submetidas a ambientes com 50% e 70% de sombreamento e pleno
139 sol, entre os meses de novembro de 2019 e janeiro de 2020. A média de radiação solar nas
140 condições experimentais pode ultrapassar $2200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, conforme descrito por Ávila
141 (2019).

142

143 **Avaliações fisiológicas**

144

145 Foram feitas duas avaliações de trocas gasosas, utilizando o analisador de
146 infravermelho (IRGA), modelo CI-340. As primeiras leituras foram feitas em plantas que se
147 encontravam em estágio R6 (início da floração) e a segunda leitura em estágio R7 (início da
148 formação de vagens), após cinco dias de aplicação do protetor solar, tendo sido utilizadas 12
149 repetições por tratamento para análise de trocas gasosas. As leituras foram feitas no primeiro
150 trifólio totalmente expandido, entre 9 h 00 min e 11 h 00 min.

151

152 **Avaliações biométricas**

153

154 A colheita foi feita aos 65 DAE das plantas cultivadas no ambiente de pleno sol e aos
155 68 DAE das plantas cultivadas nos ambientes com 50% e 70% de sombreamento. Foram
156 avaliados a altura de planta (AP), medindo-se do colo da planta até o limite da haste principal,
157 a altura de inserção da primeira vagem (AIPV), medindo-se do colo da planta até a primeira
158 vagem da primeira haste produtiva, o diâmetro de caule (DC) no terço médio do caule, o
159 número de galhos (NG), a distância de entre os nós (do primeiro para o segundo nó (PS), do
160 segundo para o terceiro nó, do terceiro para o quarto nó, do quarto para o quinto) com auxílio

161 de um paquímetro digital. Foram analisados também os dados de produtividade,
162 compreendendo o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP),
163 massa de grãos por planta (MGP) e massa seca de planta (MSP). A pesagem foi feita
164 utilizando uma balança analítica.

165

166 **Delineamento experimental e análises estatísticas**

167

168 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em
169 esquema de parcela subdividida 3x2, as parcelas sendo os ambientes de cultivo (pleno sol,
170 sombreamentos de 50 ou 70%), as subparcelas, a aplicação do protetor solar (com ou sem
171 aplicação), com 12 plantas por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância
172 e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a 5%, utilizando o software Sisvar
173 5.6.

174

175 **Resultados e discussão**

176

177 A fotossíntese e a transpiração aos 33 dias após a emergência (DAE) foram
178 influenciadas pela aplicação do protetor solar (Tabela 1) e pelos ambientes de cultivo (Fig. 3 e
179 4) e, aos 47 DAE, somente pelos ambientes de cultivo (Fig. 5 e 6).

180 A aplicação do protetor solar aos 33 DAE proporcionou redução na fotossíntese e na
181 transpiração das plantas de feijoeiro, provavelmente pelo fato de o produto formar uma
182 película na superfície das folhas, bloqueando a absorção de luz, conseqüentemente causando
183 diminuição da entrada de CO₂ no mesófilo foliar. Ainda como efeito dessa baixa absorção,
184 possivelmente houve menor disponibilidade de CO₂ para o Ciclo de Calvin,
185 conseqüentemente menor taxa fotossintética e queda na dissipação fotoquímica (SALIB,

186 2018). Como o feijoeiro é classificado quanto ao arranjo dos estômatos nas folhas como uma
187 planta anfiestomática, não podemos inferir que deposição do produto tenha influenciado na
188 atuação dos estômatos, visto que os estômatos da face abaxial seriam pouco bloqueados pelo
189 produto (Ćosić *et al.*, 2018). Sendo assim, outra hipótese é que a película esbranquiçada
190 formada na superfície foliar tenha gerado efeito de reflectância da luz solar, provocando
191 declínio na atividade enzimática das enzimas envolvidas no ciclo de Calvin em razão de
192 limitações na regeneração da RuBP (Dias & Bruggemann, 2010).

193 Aos 47 DAE, não houve diferença com e sem o uso do protetor, em razão da alta
194 precipitação no intervalo entre a aplicação e a avaliação. No ambiente com pleno sol, foram
195 encontradas as menores taxas de fotossíntese e transpiração (Fig. 3 e 4). Plantas de
196 metabolismo fotossintético C3 geralmente apresentam um ponto de saturação luminosa mais
197 baixo que plantas de metabolismo C4 e CAM. Casaroli e Van Lier (2015) expõem que o
198 feijoeiro atinge seu valor máximo quando a radiação fotossinteticamente ativa está entre 900 e
199 $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e que, as plantas, ao serem expostas a altos níveis de radiação e excesso de
200 luminosidade, atingem o ponto de saturação. Vale ressaltar ainda que os índices de clorofilas
201 e carotenoides podem ser influenciados positivamente pelos níveis de sombreamento,
202 indicando adaptação às condições de sombra proporcionadas por esses pigmentos acessórios,
203 levando as plantas a captar maior quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa
204 (Araújo *et al.*, 2019).

205 Em razão da grande incidência luminosa em plantas cultivadas sob pleno sol, houve
206 um desbalanço de fótons disponíveis para o fotossistema I e fotossistema II (Zheng & Van
207 Labeke, 2017), afetando suas subunidades, reduzindo a expressão da subunidade menor da
208 Rubisco (Landi *et al.*, 2020), alterando, assim, a performance fotossintética. Como a
209 capacidade fotossintética das plantas foi prejudicada, uma grande fração de energia absorvida
210 foi dissipada por rotas alternativas, sendo uma das rotas para esta dissipação de energia a

211 dissipação na forma de calor, constatando, assim, a necessidade de um ajustamento do
212 mecanismo de dissipação de energia luminosa absorvida na forma de calor (Coelho *et al.*,
213 2014). Além disso, podemos inferir que, como consequência dessa redução na transpiração,
214 pode ter ocorrido aumento na temperatura foliar, visto que a transpiração, além de atuar nas
215 trocas gasosas, também atua no resfriamento da folha, ou seja, atua controlando a temperatura
216 foliar (Crawford *et al.*, 2012).

217 Aos 47 DAE, após a segunda aplicação do protetor solar, observou-se que os
218 ambientes de cultivo influenciaram nos parâmetros de fotossíntese e de transpiração (Fig. 5 e
219 6). Em condições de pleno sol, a fotossíntese e a transpiração foram menores em razão
220 provavelmente do fechamento estomáticos, resultando na menor produção de fotossimilados
221 (Santos, 2016). A cultivar BRS Fc 104 apresenta uma boa condição de adaptação do aparato
222 fotossintético a diferentes ambientes de cultivo, em especial, é referenciado que em ambientes
223 sombreados há maior acúmulo de recursos para órgãos vegetativos, afetando a produtividade,
224 ressaltando ainda que houve acréscimo de 5% no potencial do FSII (Fv/Fm) em plantas
225 cultivadas a 50% de sombreamento (Souza *et al.*, 2009).

226 Assim como a fotossíntese, a transpiração, após a segunda aplicação, sofreu influência
227 apenas dos ambientes de cultivo. A transpiração foi menor nos ambientes de pleno sol e 50%
228 de sombreamento em relação ao ambiente de 70% de interceptação da radiação (Fig. 6).

229 O ciclo produtivo da cultivar BRS Fc 104 é de aproximadamente 75 dias da semeadura
230 à colheita, porém, em todos os ambientes, houve antecipação desse período médio. A
231 antecipação do ciclo do cultivar BRS Fc 104 pode estar associada à influência da luz no
232 tempo necessário para ocorrência das fenofases.

233 A interação entre aplicação de protetor solar e ambientes de cultivo não influenciou
234 nas variáveis de crescimento e de produção do feijoeiro comum, cultivar BRS FC 104. Já os
235 ambientes de cultivo influenciaram na altura de planta, altura de inserção da primeira vagem,

236 distância entre os nós (PS, ST, TQ, QQ), número de vagens por planta, número de grão
237 planta, massa grãos por planta, massa seca de plantas (Tabela 2).

238 Considerando que o experimento foi conduzido em condições de verão, com altas
239 temperaturas e alta radiação solar no local, conseqüentemente essas condições podem ter
240 ocasionado a diminuição da fixação de CO₂ pelo fechamento estomático em plantas a pleno
241 sol, levando a uma redução da alocação de C em folhas e tecidos de crescimento (Liang *et al.*,
242 2020). Inferindo-se que o sombreamento favoreceu o acúmulo de massa seca (Tabela 2) pelo
243 incremento da fotossíntese líquida (Fig. 5). Esse acúmulo de massa seca indica um balanço
244 positivo de carbono na planta, visto que o carbono que foi fixado está sendo direcionado para
245 o acúmulo de biomassa (Charbonnier *et al.*, 2017).

246 Observou-se que o sombreamento proporcionou maior altura das plantas,
247 comprimento entre o segundo, terceiro e quarto nó e acúmulo de massa seca das plantas
248 (Tabela 2). A altura da planta e a distância entre as gemas, entre os nós, estão associadas com
249 a divisão e a expansão celular, que são controladas pela ação de hormônios vegetais e
250 fotorreceptores. É possível que a baixa intensidade luminosa, assim como os dias longos,
251 tenham aumentado a capacidade de resposta das giberelinas endógenas, induzindo aumento da
252 capacidade de resposta do tecido celular e das regiões meristemáticas (Assis *et al.*, 2014),
253 ocasionando alongamento entre os nós pela expansão e divisão celular (Pereira *et al.*, 2019).

254 A altura da inserção da primeira vagem foi superior no ambiente de 70% em relação
255 ao pleno sol, já quando proporcionado 50% de sombreamento a média foi equivalente ao
256 ambiente de cultivo a 70% e a pleno sol. A altura de inserção da primeira vagem influenciou
257 diretamente na quantidade de vagens que a planta produziu. Plantas com primeira vagem mais
258 próxima da base do solo suportaram maior número de vagens. Em cultivo de soja em
259 diferentes sombreamentos, foi possível observar que quanto maior o nível de sombreamento
260 mais altas as plantas ficaram em razão de um maior alongamento celular desenvolvido pelas

261 plantas, sendo que o nível de sombreamento que mais apresentou diferença significativa foi o
262 de 50% de interceptação da radiação (Tibolla *et al.*, 2019).

263 A distância entre os nós mostra o crescimento e o desenvolvimento da planta, além de
264 serem desenvolvidas por ordem natural alguns fatores fisiológicos que podem sofrer alteração
265 em razão do ambiente a que as plantas estão submetidas. A distância entre os nós no caso do
266 feijoeiro influencia no número de ramos secundários que serão emitidos, sendo a relação
267 inversamente proporcional, pois nos mais distantes ocorre menor número de ramificações
268 possíveis de produzir vagens e grãos. No ambiente a pleno sol, o comprimento do primeiro
269 para o segundo nó foi semelhante nos ambientes de 50% e 70%. Do segundo para o terceiro
270 nó, o maior alongamento ocorreu nos ambientes de 50% e 70% de sombreamento, sendo que
271 a pleno sol a média foi de 8,33 mm e nos demais, de 10,29 e 10,60 mm, respectivamente. A
272 distância entre o terceiro e o quarto nó apresentou resultados semelhantes, tendo a melhor
273 média obtida sido alcançada no ambiente a pleno sol, e os ambientes de 50% e 70% não
274 diferiram estatisticamente entre si.

275 Diversos metabolismos da planta são afetados por intensidade de luz, qualidade,
276 período e temperatura, entre os quais a síntese e a produção de hormônios como giberelinas
277 endógenas, induzindo aumento da capacidade de resposta do tecido celular e das regiões
278 meristemáticas, aumento da área foliar, visando a capturar mais luz para combater a baixa
279 capacidade fotossintética e o incremento do metabolismo secundário (Manivannan *et al.*,
280 2017). Resultados semelhantes foram relatados em outras espécies, incluindo *Solanum*
281 *lycopersicum* L., (Naznin *et al.*, 2019). O aumento do comprimento da parte aérea em plantas
282 expostas a baixa luminosidade tem sido associado ao controle do equilíbrio da atividade da
283 enzima AIA oxidase, em que a ativação do pigmento vermelho desencadeia os sistemas de
284 enzimas oxidativas que convertem os cofatores da enzima AIA oxidase que servem como
285 inibidores, promovendo aumento de auxinas endógenas (Oh *et al.*, 2015).

286 O número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por
287 planta são variáveis correlatas, tendo essas três variáveis apresentado as maiores médias no
288 ambiente com 70% de sombreamento. O número de vagens por planta obteve a maior média a
289 70% de sombreamento, com valor de 18,04; seguido, respectivamente, pelas médias de 50%
290 de sombreamento (8,98) e pleno sol (4,16). Observa-se que quanto menor a incidência de
291 luminosidade maior a influência no desenvolvimento de vagens. Para número de grãos por
292 planta, o ambiente de 70% de sombreamento obteve resultado 895% maior que em pleno sol,
293 com médias de 55,87 e 6,24, respectivamente. Já para 50% de sombreamento, as médias
294 obtidas foram 535% inferior a 70% de sombreamento e 380% superior ao pleno sol.

295 Para massa de grãos por planta, o ambiente de 70% de sombreamento apresentou
296 média de 13,10 g, superior aos demais ambientes em 32,67% e 6,16%, respectivamente. A
297 massa de grãos se reflete na produção, pois grãos mais pesados resultam de maior acúmulo de
298 subprodutos advindos do processo fotossintético. Massa seca é todo material resultante da
299 secagem (retirada de água) das plantas em condições controladas. Para o presente estudo, as
300 melhores médias obtidas ocorreram nos ambientes de 50% a 70%, apresentando 14,16 e
301 13,12, respectivamente. No ambiente a pleno sol, as plantas cresceram menos, houve menor
302 produção de galhos, conseqüentemente menor produção foliar, o que pode ter levado a uma
303 média inferior (9,12) em relação aos demais ambientes.

304 Estes resultados indicaram que maior incidência de sombreamento durante o cultivo
305 favoreceu parâmetros relacionados tanto ao desempenho fisiológico, como de crescimento e
306 produtividade na cultivar BRS Fc104, indicando que a redução da incidência luminosa em
307 plantas desta cultivar levou a um melhor desempenho. Com isso, ressalta que a consorciação
308 com culturas que proporcionem sombreamento pode beneficiar rentabilidade aos produtores,
309 ao atribuir recursos de crescimento, como nutrientes, umidade e interceptação de luz (Yu *et*

310 *al.*, 2016), assim como observado por Nassary *et al.* (2020) ao promover o consórcio de feijão
311 com milho.

312 Os resultados obtidos indicam ainda que o protetor solar comercial Protex® não foi
313 capaz de alterar o metabolismo em plantas de feijão nas condições utilizadas neste
314 experimento, sendo evidenciados apenas os resultados decorrentes da condição de
315 sombreamento. Os respectivos resultados fornecem novas perspectivas para a produção de
316 feijoeiros, indicando que a produção em áreas com menos incidência luminosa implica
317 obtenção de maior produtividade e desempenho fisiológico das cultivares.

318

319 **Conclusão**

320

321 Conclui-se que:

322 a) O sombreamento de 70% favoreceu a fotossíntese, o crescimento, a formação de
323 grãos e a produtividade geral da cultivar de feijoeiro BRS Fc104;

324 b) A aplicação do protetor solar Protex® não foi capaz de propiciar efeitos
325 semelhantes ao sombreamento na mesma cultivar irrigada.

326

327 **Agradecimentos**

328

329 Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, que proporcionou todo o suporte para
330 a realização do experimento.

331 Ao meu orientador, professor Dr. Cleiton Mateus Sousa, que sempre acreditou em
332 meu potencial e proporcionou todo suporte necessário para a conclusão deste projeto.

333 Ao meu coorientador, professor Dr. Hyrandir Cabral de Melo, pela atenção especial
334 para agregar e transmitir seus conhecimentos.

335 Aos professores do Programa de Mestrado em Irrigação no Cerrado, pela experiência
336 compartilhada e ensinamentos, fundamentais na minha formação profissional.

337 À Embrapa Arroz e Feijão, pelo fornecimento de material vegetativo para
338 implantação do experimento.

339 À empresa Santa Clara Agrociência, pela doação do produto utilizado como fonte
340 protetora. Aos servidores e terceirizados do IF Goiano – Campus Ceres, que colaboraram e
341 ajudaram na execução de inúmeras tarefas.

342 Aos alunos e amigos do programa de pós-graduação em Irrigação no Cerrado por me
343 incentivarem e acima de tudo por serem companheiros nos momentos mais difíceis dessa
344 jornada.

345 Aos alunos de graduação do IF Goiano – Campus Ceres Vinícius, Letícia, Andressa,
346 Gabriel, Wytalo e Hugo, pela ajuda nas atividades do experimento.

347 A todos aqueles que contribuíram para a realização desta dissertação, seja de forma
348 direta ou indiretamente, deixo aqui registrados meu reconhecimento e minha gratidão

349

350

Referências

351

352 ARAÚJO, L. L. N.; MELO, H. C. de, CASTIGLIONI, G. L.; GONÇALVES, L. A.
353 Intensidade de radiação influenciando características morfofisiológicas em folhas de
354 *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd. **Iheringia, Série Botânica**, v. 74, 2019. DOI:
355 <https://doi.org/10.21826/2446-82312019v74e2019001>

356

357 ASSIS, G. A. de; GUIMARÃES, R. J.; COLOMBO, A.; DOMINGHETTI, A. W. .Drip
358 irrigation in coffee crop under different planting densities: Growth and yield in southeastern
359 Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1116-1123,
360 2014. ISSN 1415-4366 DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v18n11p1116-1123

361

362 ÁVILA, E. A.da S. **Trocas gasosas, crescimento e produtividade de cafeeiros (Coffea**
363 **arabica) irrigados em Ceres - Goiás**. Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) -
364 Instituto Federal Goiano, p. 106, 2019.

365

366 BRITO, C.; DINIS, L. T.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; CORREIA, C. Kaolin, an emerging
367 tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. **Scientia Horticulturae**,
368 v. 250, n. February, p. 310-316, 2019.

- 369
370 CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Climatic Classification of
371 Köppen-Geiger For the State of Goiás and Federal District. **Acta Geográfica**, v. 8, n. 16, p.
372 40-55, 2014.
- 373
374 CASAROLI, D.; VAN LIER, Q. de J.. Critérios para determinação da capacidade de vaso.
375 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.
- 376
377 CASAROLI, D.; VAN LIER, Q. de J.. Resposta fotossintética do feijoeiro em função da
378 intensidade de radiação e do teor de água no solo. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta
379 Floresta, MT, v. 13, n. 1, p. 69-75, 2015.
- 380
381 CHARBONNIER, F.; ROUPSARD, O.; LE MAIRE, G.; GUILLEMOT, J.; CASANOVES,
382 F.; LACOINTE, A.; VAAST, P.; ALLINNE, C.; AUDEBERT, L.; CAMBOU, A.; VIDAL,
383 A. C.; DEFRENET, E.; DUURSMA, R. A.; JARRI, L.; JOURDAN, C.; KHAC, E.;
384 LEANDRO, P.; MEDLYN, B. E.; SAINT-ANDRÉ, L.; THALER, P.; MEERSCHKE, K. V.
385 D.; AGUILAR, A. B.; PETER LEHNER, P.; DREYER, E. Increased light-use efficiency
386 sustains net primary productivity of shaded coffee plants in agroforestry system. **Plant Cell
387 and Environment**, v. 40, n. 8, p. 1592-1608, 2017.
- 388
389 COELHO, D. S.; MARQUES, M. A. D.; SILVA, J. A. B. da; GARRIDO, M; da S.;
390 CARVALHO, P. G. S. de. Respostas fisiológicas em variedades de feijão caupi submetidas a
391 diferentes níveis de sombreamento. **Brazilian Journal of Biosciences**, v. 12, n. 2011, p. 14-
392 19, 2014.
- 393
394 ČOSIĆ, M.; STRIČEVIĆ, R.; DJUROVIĆ, N.; LIPOVAC, A.; BOGDAN, I.; PAVLOVIĆ,
395 M. Effects of irrigation regime and application of kaolin on canopy temperatures of sweet
396 pepper and tomato. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080
397 Zemun, **Scientia Horticulturae**, v. 238, January, p. 23-31, 2018.
398 www.elsevier.com/locate/scihorti.
- 399
400 CRAWFORD, A. J., MCLACHLAN, D. H., HETHERINGTON, A. M., FRANKLIN, K.A.
401 High Temperature Exposure Increases Plant Cooling Capacity. **Current Biology**, v.2, n.10, p.
402 396-397, 2012.
- 403
404 DIAS, M. C., BRUGGEMANN, W. Limitations of photosynthesis in *Phaseolus vulgaris*
405 Under Drought Stress: Gas Exchange, Chlorophyll Fluorescence and Calvin Cycle Enzymes.
406 **Photosynthetica**, v. 48, n. 1, p. 96-97, 2010.
- 407
408 FUSCALDI, K. DA C.; PRADO, G. R. Análise econômica da cultura do feijão. **Revista de
409 Política Agrícola**, n. 1, p. 17-30, 2005.
- 410
411 GERLACH, G. A., ARF, O., CORSINI, D. C., SILVA, J. C., COLETTI, A. J. Análise
412 econômica da produção de feijão em função de doses de nitrogênio e coberturas vegetais.
413 **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 42-49, 2013.
- 414
415 GUIMARÃES, D. S.; NASCIMENTO, M. N. do; SILVA, N. S. Influência da luminosidade
416 no crescimento e fenologia de plantas de *Physalis ixocarpa* 'ROXA'. **Anais Seminário de
417 Iniciação Científica**, p. 3-6, 2016.
- 418

- 419 HIOLANDA, R.; MACHADO, D. H.; JUNIOR CANDIDO, W.; FARIA, L. C. de;
420 DALCHIAVON, F. C. Desempenho de genótipos de feijão carioca no Cerrado Central do
421 Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 815-824, 2018.
422 <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17285>.
- 423
- 424 LANDI, M.; ZIVCAK, M.; SYTAR, O.; BRESTIC, M.; ALLAKHVERDIEV, S. I.
425 Allakhverdiev, Plasticity of photosynthetic processes and the accumulation of secondary
426 metabolites in plants in response to monochromatic light environments: A review, *Biochim.*
427 *Biophys. Acta*, n. 148131, 2020. DOI: 10.1016/j.bbabbio.2019.148131
- 428
- 429 LIANG, X. G.; GAO, Z.; SHEN, S.; MATTHEW, J.; ZHANG, L.; ZHAO, X.; LIN, S.; WU,
430 G.; CHEN, X.; ZHOU, S. L. Differential ear growth of two maize varieties to shading in the
431 field environment: Effects on whole plant carbon allocation and sugar starvation response.
432 **Journal of Plant Physiology**, v. 251, n. 153194, 2020.
- 433
- 434 MANIVANNAN, A.; SOUNDARARAJAN, P.; PARK, Y. G.; WEI, H.; KIM, S. H.;
435 JEONG, B. R. Blue and red light-emitting diodes improve the growth and physiology of in
436 vitro-grown carnations ‘Green Beauty’ and ‘Purple Beauty,’ **Horticulture, Environment,**
437 **and Biotechnology**, v. 58, p. 12-20, 2017.
- 438 MENDES, K. R.; MARENCO, R. A.; NASCIMENTO, H. C. S. Velocidade de carboxilação
439 da rubisco e transporte de elétrons em espécies arbóreas em resposta a fatores do ambiente na
440 Amazônia Central. **Revista Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 947-959, 2017.
- 441
- 442 NASSARY, E. K.; BAIJUKYA, F.; NDAKIDEMI, P. A. Productivity of intercropping with
443 maize and common bean over five cropping seasons on smallholder farms of Tanzania.
444 **European Journal of Agronomy**, v. 113, n. 125964, 2020.
- 445
- 446 NAZNIN; T.; PARK, C. H.; LEFSRUD, M.; AZAD, O. K. Effect of different combinations
447 of red and blue led light on growth characteristics and pigment content of *in vitro* tomato
448 plantlets, **Agriculture**, v. 9 n. 196, 2019. <https://doi.org/10.3390/agriculture9090196>
- 449
- 450 OH, W.; KIM, J; KIM, Y. H.; LEE, I-J.; KIM, K. S.. Shoot Elongation and Gibberellin
451 Contents in *Cyclamen persicum* Are Influenced by Temperature and Light Intensity.
452 **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 56, n. 6, p. 762-768, 2015.
- 453
- 454 PEREIRA, L. F.; MATSUMOTO, S. N.; OLIVEIRA, U. S. de; RAMOS, P. A. S.;
455 TEIXEIRA, E. C.; GONÇALVES, A. N. S.; GUGÉ, R. M. A.; VIRGIANE, A. S.; VALE, E.
456 S. do; SILVA, T. M.; MATOS, P. e S.; MEINEN JÚNIOR, E.; GODOI, R. L.; ALMEIDA, C.
457 de S.. Manejo da supressão e estímulo à biossíntese de giberelina em cafeeiros arábica. **X**
458 **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.
- 459
- 460 REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na
461 indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1-12, 2019.
- 462
- 463 SALIB, N. C. **Respostas fisiológicas de soja à aplicação de caulim e carbonato de cálcio.**
464 Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", p.
465 54, 2018.
- 466
- 467 SANTOS, P. L. D. S. **Respostas fisiológicas do feijão-caupi submetidos a restrição hídrica**
468 **e aplicação de óxido de cálcio sobre as folhas.** Dissertação (Mestrado em Agricultura e

- 469 Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, p. 44, 2016.
470
- 471 SOUZA, G. M.; BALMANT, B. D.; VÍTOLO, H. F.; GOMES, K. B. P.; FLORENTINO, T.
472 M.; CATUCHI, T. A.; VIEIRA, W. de L. Estratégias de utilização de luz e estabilidade do
473 desenvolvimento de plântulas de *Cordia superba* Cham. (Boraginaceae) crescidas em
474 diferentes ambientes luminosos. **Acta Botanica Brasílica**, v. 23, n. 2, p. 474-485, 2009.
475
- 476 TIBOLLA, L. B.; SCHWERZ, F.; SGARBOSSA, J.; ELLI, E. F.; NARDINI, C.;
477 MEDEIROS, S. L. P.; SCHMIDT, D.; CARON, B. O. Effect of artificial shading on soybean
478 growth and yield Efeito do sombreamento artificial no crescimento e produtividade da soja.
479 **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, p. 1-7, 2019.
480 DOI:10.5039/agraria.v14i4a6876
481
- 482 Y. YU, Y.; STOMPH, T.-J.; MAKOWSKI, D.; VAN DER WERF, W. A meta-analysis of
483 relative crop yields in cereal/legume mixtures suggests options for management. **Field Crops**
484 **Research**, v. 184, p. 133-144, 2016.
485
- 486 ZHENG, L.; VAN LABEKE, M.C. Long-Term Effects of Red- and Blue-Light Emitting
487 Diodes on Leaf Anatomy and Photosynt
488 hetic Efficiency of Three Ornamental Pot Plants, **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 2017.
489

490 **Tabela 1.** Fotossíntese e transpiração em feijoeiro com ou sem aplicação de protetor solar aos 33 e 47 dias após
491 a emergência (DAE).

TRATAMENTO	33 DAE		47 DAE	
	Fotossíntese ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Transpiração ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Fotossíntese ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Transpiração ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
Com protetor	20,416 b*	2,226 b	16,229 a	2,260 a
Sem protetor	28,607 a	3,152 a	19,341 a	2,420 a

492 *Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Média
493 \pm SE (n=12).

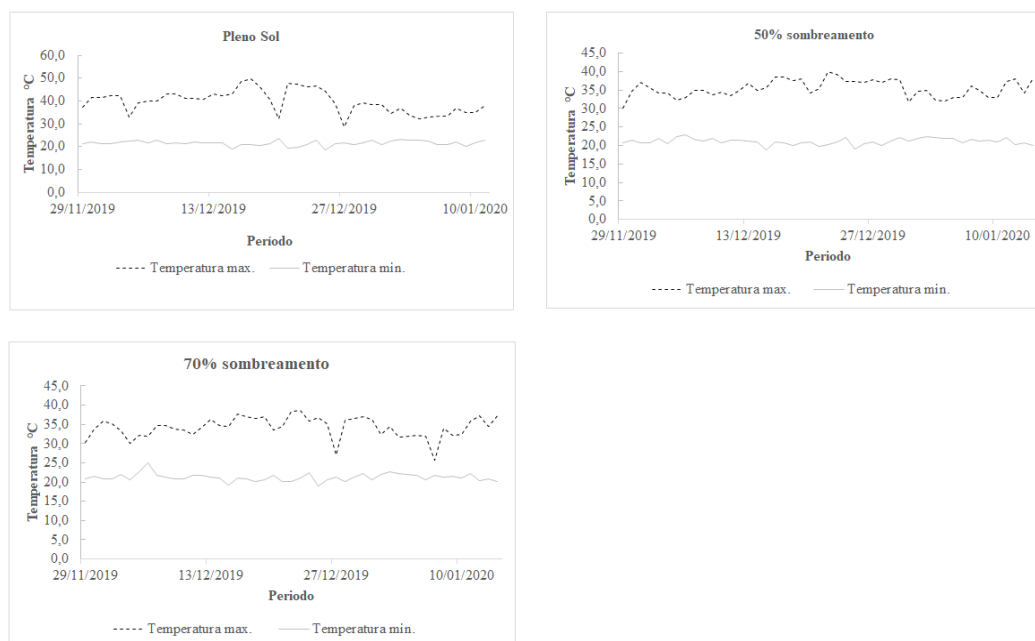
494

495 **Tabela 2.** Variáveis de crescimento e produção de feijoeiro comum, cultivar BRS Fc 104 cultivado em
496 diferentes ambientes de cultivo.

Ambiente	AP	AIPV	PS	ST	TQ	QQ	NVP	NGP	MGP	MSP
PSOL	84,04 \pm 8,58b*	14,60 \pm 1,71a	10,26 \pm 1,07ab	8,33 \pm 0,83b	9,02 \pm 0,87b	11,36 \pm 1,19b	4,16 \pm 0,60 c	6,24 \pm 0,94 c	0,808 \pm 0,14b	9,12 \pm 1,00 b
50S	143,68 \pm 9,60a	10,64 \pm 0,91b	9,29 \pm 0,50b	10,29 \pm 0,61 a	13,49 \pm 0,90 a	20,45 \pm 1,19a	8,89 \pm 1,32 b	23,73 \pm 4,01 b	4,280 \pm 0,80b	14,16 \pm 1,00 a
70S	145,08 \pm 6,36a	12,44 \pm 0,89ab	11,19 \pm 0,36a	10,60 \pm 0,42 a	12,93 \pm 0,59 a	18,27 \pm 0,93a	18,04 \pm 1,73 a	55,87 \pm 6,78 a	13,10 \pm 1,90 a	13,12 \pm 1,03a

497 *Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Média \pm SE
498 (n=24).

499

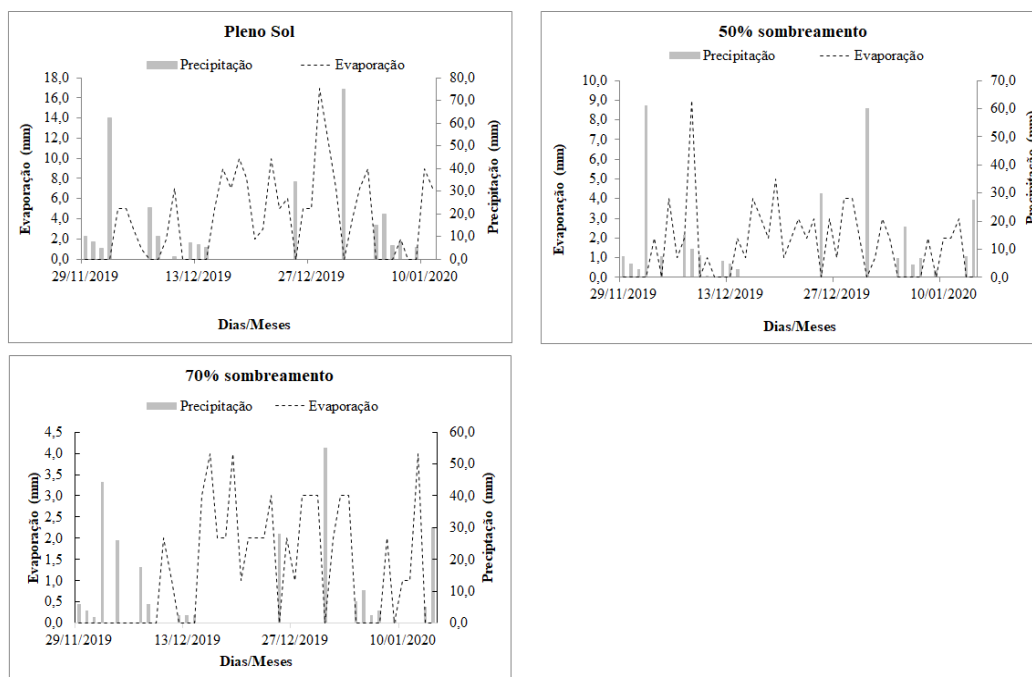


500 **Figura 1.** Temperaturas (°C) máximas e mínimas do ar em três ambientes de cultivo de feijoeiro comum em
501 Ceres-GO, no período de novembro de 2019 a janeiro 2020.

502 **Fonte:** A autora (2020).

503

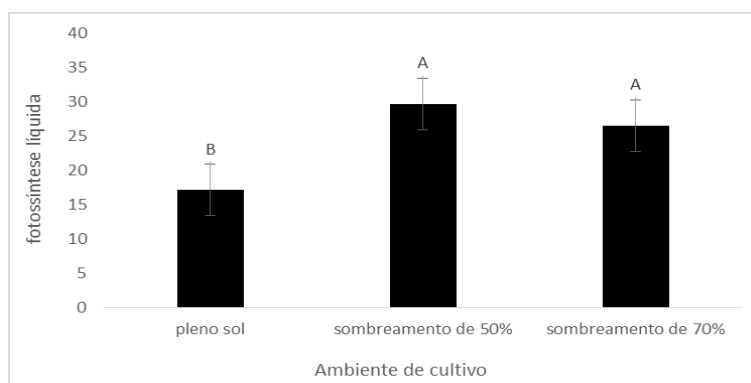
504



505
506 **Figura 2.** Evaporação (mm) e precipitação (mm) de novembro de 2019 a janeiro de 2020 em três ambientes de
507 cultivo de feijoeiro em Ceres-GO.

508 **Fonte:** A autora (2020).

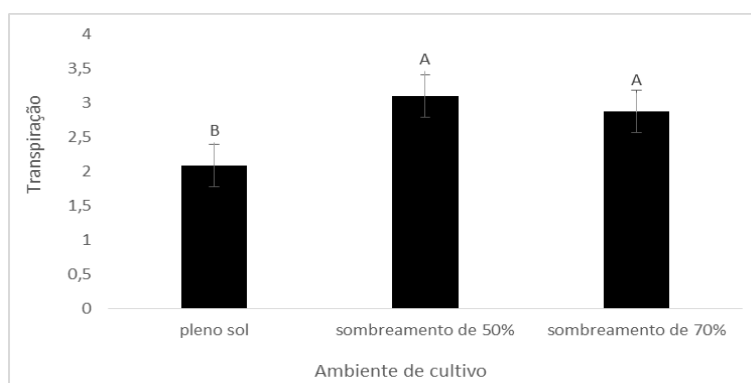
509



510

511 **Figura 3.** Fotossíntese líquida em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, em diferentes ambientes de cultivo aos 33
512 DAE. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores são
513 apresentados como média ± erro padrão (n = 12).

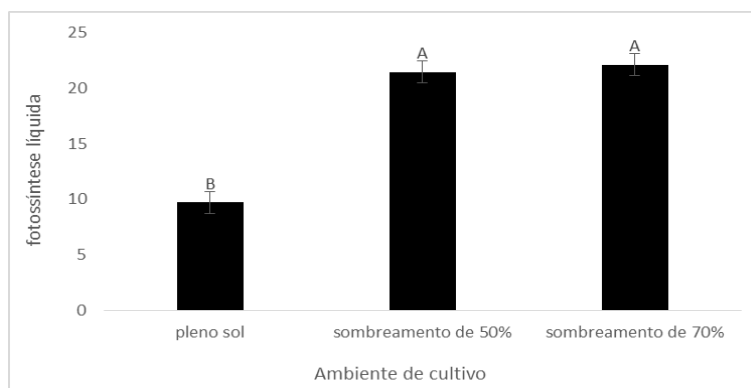
514 **Fonte:** A autora (2020).



515

516 **Figura 4.** Transpiração em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, em diferentes ambientes de cultivo aos 33 DAE.
517 Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores são
518 apresentados como média ± erro padrão (n = 12).

519 **Fonte:** A autora (2020).
520

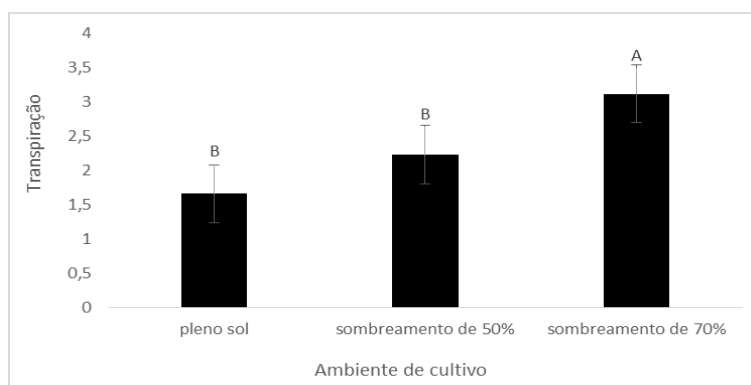


521

522 **Figura 5.** Fotossíntese líquida em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, em diferentes ambientes de cultivo aos 47
523 DAE. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores são
524 apresentados como média ± erro padrão (n = 12).

525 **Fonte:** A autora (2020).

526



527

528 **Figura 6.** Transpiração em feijoeiro, cultivar BRS Fc 104, em diferentes ambientes de cultivo aos 47 DAE.
529 Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores são
530 apresentados como média ± erro padrão (n = 12).

531 **Fonte:** A autora (2020).

532
533
534
535
536
537
538
539

CAPÍTULO II

(Normas de acordo com a revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB)

Aplicação de protetor solar em duas cultivares de feijoeiro irrigado, cultivado no Cerrado

540 **Resumo** - O cultivo do feijoeiro no Cerrado enfrenta limitações devido a fatores climáticos e
541 desenvolvimento de cultivares adaptadas, tornando-se importante estudos de produtos
542 comerciais que mitiguem esses efeitos. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de protetor
543 solar a base de carbonato de cálcio e aditivos no crescimento e produtividade de duas
544 cultivares de feijoeiro comum irrigadas no Cerrado. As cultivares BRS MG Realce e BRS FC
545 104 foram cultivadas sob pivô central com aplicação nos estádios: vegetativo, florescimento,
546 formação de vagens, enchimento de grãos, formação de vagens + enchimento de grãos,
547 vegetativa + florescimento + formação de vagens + enchimento de grãos. Ao final do ciclo
548 foram analisadas características de crescimento e produtividade final. A aplicação de Protex®
549 proporcionou menor ramificação nas duas cultivares de feijoeiro. A cultivar BRS Fc 104
550 apresentou maior número de galhos, entrenós, número de vagens, número de grão e
551 produtividade. Já a BRS MG Realce apresentou apenas maior diâmetro do caule e entrenós.
552 Conclui-se que a aplicação de protetor solar promoveu incremento nos parâmetros
553 fisiológicos, biométricos e de produtividade em plantas de feijoeiro, principalmente no
554 cultivar BRS FC 104.

555

556 **Termos de Indexação:** *Phaseolus vulgaris*, irrigação, genótipos, fotossíntese

557

558
559
560
561

CHAPTER II

[Standards according to the Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) magazine]

588 dessa característica função de genótipos adaptados às diferentes condições edafoclimáticas.
589 As cultivares BRS MG Realce e BRS FC 104 são exemplos bem-sucedidos de melhoramento
590 do feijoeiro no Brasil (Melo *et al.*, 2017), sendo aptas à produção nas regiões Centro-Oeste,
591 Sul e Nordeste (Melo *et al.*, 2014a, 2019).

592 O cultivo do feijoeiro no Cerrado enfrenta desafios e limitações como déficit hídrico,
593 excesso de radiação e altas temperaturas. O déficit hídrico vem sendo minimizado com
594 técnicas de irrigação, sendo o método de pivô central um forte aliado, aumentando a
595 produtividade e racionalizando o uso dos recursos hídricos com manejo adequado. Na cultura
596 do feijoeiro (metabolismo C3) em condições ideais de água no solo, altas temperaturas e altos
597 índices de radiação solar comprometem a fotossíntese e impactam na produtividade da
598 cultura (Santis *et al.*, 2019).

599 A redução da fotossíntese se dá em função do fechamento estomático e dos danos ao
600 aparato fotossintético causados pelo excesso de radiação que chega à superfície dos tecidos
601 vegetais. O uso de produtos comerciais que mitiguem esses efeitos negativos das condições de
602 clima como as do Cerrado vem se difundindo no meio agrícola. Os chamados “protetores
603 solares para planta” têm como base de formulação o carbonato de cálcio, que é um promissor
604 filtro solar.

605 A utilização desses produtos já foi testada em maçã (Aly *et al.*, 2010), uva (Ahamed *et*
606 *al.*, 2013), roseira (Sotelo-Cuitiva *et al.*, 2011), algodão (Showler, 2002), tomate (Ćosić *et al.*,
607 2018), feijão-vagem (Abdallah *et al.*, 2019) e outras culturas, e os resultados se mostraram
608 satisfatórios na proteção contra o excesso de radiação, que pode causar queimaduras em frutos
609 e elevação da temperatura dos tecidos vegetais (Garrido *et al.*, 2019). Estes protetores se
610 mostram eficientes ainda no consumo de água em condições de estresse hídrico e otimizam
611 parâmetros fotossintéticos do feijão-caupi (Oliveira Júnior *et al.*, 2019).

612 Estes produtos agem pela formação de uma película protetora sobre as folhas, que, por
613 sua vez, é capaz de refletir o excesso da radiação incidente, reduzindo o risco de danos pelo
614 acúmulo de carga de calor e aumento da temperatura. O uso desses protetores favorece ainda
615 o uso de água pela planta, levando a uma maior densidade estomática, conseqüentemente
616 aumentando a capacidade de regulação estomática, equilibrando a transpiração com o
617 desempenho fotossintético (Zhang *et al.*, 2016; Brito *et al.*, 2019).

618 O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de protetor solar á base de
619 carbonato de cálcio e aditivos em diferentes fases fenológicas no crescimento e produtividade
620 de duas cultivares de feijoeiro comum irrigadas no Cerrado.

621 Diante do exposto, objetivou-se trabalhar nesse estudo com as seguintes hipóteses a
622 respeito do uso de protetor foliar à base de carbonato de cálcio em duas cultivares de feijoeiro
623 comum irrigadas no Cerrado: 1) atenuar os efeitos de estresse em cultivares de feijoeiro em
624 diferentes fases fenológicas; 2) induzir melhor performance fotossintética em duas cultivares
625 de feijão; e 3) auxiliar na diminuição da temperatura foliar nas plantas sob alta luminosidade.
626 Assim, objetivou-se validar a possível influência da aplicação de protetor foliar à base de
627 carbonato de cálcio em duas cultivares de feijoeiro comum irrigadas no Cerrado nas diferentes
628 fases fenológicas.

629

630 **Material e métodos**

631

632 **Material vegetal e condições de cultivo**

633

634 O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal Goiano -
635 Campus Ceres, no período de maio a agosto de 2019, nas coordenadas geográficas -

636 15°35'49'' S; -49°60'66'' W e 546 m de altitude. O clima do local é classificado no Sistema
637 Internacional de Koppen- Geiger como Aw, com verão quente chuvoso e inverno seco ameno.

638 O solo da área de condução do experimento passou por preparo convencional com
639 auxílio de implementos agrícolas mecanizados, tendo sido feitas uma aração e duas
640 gradagens. A adubação foi baseada em análise física e química de solo feita pelo laboratório
641 de análises de solo Unisol em Goianésia – GO. As características do solo foram: areia = 445
642 g kg⁻¹; silte = 134 g kg⁻¹; argila = 421 g kg⁻¹; pH (em CaCl) = 5,1; matéria orgânica = 16,49
643 (mg dm⁻³); C.O. = 9,6 (mg dm⁻³); Ca⁺² = 2,77 (cmolc dm⁻³); Mg⁺² = 1,28 (cmolc dm⁻³); Al⁺² =
644 0,0 (cmolc dm⁻³); H + Al = 2,37 (cmolc dm⁻³); Ca+Mg= 4,05(cmolc dm⁻³); Ca/Mg= 2,16; K =
645 126,00 (mg dm⁻³); B= 0,60 (mg dm⁻³); T = 6,74 (cmolc dm⁻³); P = 28,00 (mg dm⁻³); e V = 65
646 (%).

647 A adubação de sementeira foi feita com 14 kg ha⁻¹ de N, 105 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 35 kg
648 ha⁻¹ de K₂O, utilizando a formulação 04-30-10. As sementes foram tratadas com Standak
649 Top[®] e Cruiser[®] antes da sementeira. A área experimental apresentava 17,5m de largura e 20
650 m de comprimento, totalizando uma área de 350 m². Cada parcela contou com 5m² com 5
651 linhas, tendo sido adotada uma população de 240.000 plantas ha⁻¹. O espaçamento foi de 0,5
652 m entre linhas e 12 sementes por metro linear. A sementeira ocorreu no dia 19/05/2019 e a
653 emergência das plantas, no dia 26/05/2019.

654 Posteriormente à emergência das plantas, conforme a necessidade, foram feitos tratos
655 culturais como adubação de cobertura (22 DAS), fornecendo 72 kg ha⁻¹ de N, utilizando ureia
656 como fonte de nitrogênio. O controle de plantas daninhas foi feito aos 29 DAS por capina
657 manual. Para controle de insetos praga e doenças, foram feitas três pulverizações: primeira
658 aplicação: Platinum neo, Tiger, Clorpirifós e Basagran; segunda aplicação: Platinum Neo,
659 Tiger, Recop e Unizeb gold; e terceira aplicação: Sumilex, Pirete e Belt, aos 15, 30 e 50 DAS,
660 respectivamente.

661 A irrigação foi manejada utilizando tanque Classe A instalado na unidade
662 meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Não houve precipitação
663 pluviométrica no período e a necessidade hídrica da cultura foi suprida via irrigação por
664 sistema de pivô central. A Figura 1 mostra os valores de Evaporação de água livre no tanque
665 Classe A ETc e ETo durante a condução do experimento.

666

667 **Imposição dos tratamentos**

668

669 Os tratamentos foram impostos na fase vegetativa, florescimento, formação de vagens,
670 enchimento de grãos, formação de vagens + enchimento de grãos, fase vegetativa +
671 florescimento + formação de vagens + enchimento de grãos e controle. Foi feita aplicação
672 manual do produto comercial Protex[®]. O preparo da calda consistiu na diluição de 2 L ha⁻¹ do
673 produto comercial Protex[®] (425g L⁻¹ de carbonato de cálcio e 17 g L⁻¹ nitrogênio) e as
674 aplicações ocorreram aos 20, 34, 46, 52 DAE, com auxílio de um pulverizador costal.

675 No momento da colheita, foram excluídas duas linhas de bordadura de cada parcela e
676 colhidas plantas em um metro linear das três linhas centrais. A colheita foi realizada de forma
677 manual no dia 18/08/2019, totalizando 88 dias após semeadura (DAS). A parcela útil colhida
678 foi colocada em sacos identificados em que foram analisadas as variáveis em cinco plantas ao
679 acaso. As cinco plantas de cada parcela foram separadas e levadas para secagem e
680 trilhamento.

681

682 **Avaliações biométricas**

683

684 Foram avaliados a altura de inserção da primeira vagem (AIPV), o número de galhos
685 (NG), o diâmetro de caule (DC) a um cm do nível do solo, com auxílio de paquímetro, a

686 distância entre os nós (DEN), o número de vagens por planta (NVP), o número de grãos por
687 planta (NGP) e o peso de grãos por parcela útil colhida, o que resultou na produtividade final
688 (PROD).

689

690 **Delineamento experimental e análises estatísticas**

691

692 O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema
693 fatorial 2x7, duas cultivares (BRS MG Realce e BRS FC 104) e sete aplicações de protetor
694 solar (fase vegetativa, florescimento, formação de vagens, enchimento de grãos, formação de
695 vagens + enchimento de grãos, fase vegetativa + florescimento + formação de vagens +
696 enchimento de grãos e controle), com cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à
697 análise de variância e a comparação das médias feita pelo teste Tukey a 5%, utilizando o
698 Software Sisvar 5.6.

699

700

Resultados e discussão

701

702 As cultivares apresentaram diferenças após a aplicação de Protex[®] para as variáveis
703 número de ramos, diâmetro de caule, distância entre os nós, número de vagem por planta,
704 número de grãos por planta e produtividade (Tabela 1).

705 O número de galhos foi superior no tratamento sem aplicação do protetor foliar (Fig.
706 3). Nas fases de floração, formação de vagens e fase vegetativa + floração + formação de
707 vagens + enchimento de grãos, foram observadas as menores médias em resposta à aplicação
708 de Protex[®].

709 A deposição do produto sob as folhas pode ter alterado a percepção dos receptores de
710 luz conhecidos como fitocromos, responsáveis por transmitir o estímulo recebido da luz,

711 influenciando na diferenciação e gasto energético nos órgãos vegetativo ou reprodutivo
712 (Goulart *et al.*, 2010). As plantas de feijoeiro com aplicação de Protex[®] direcionaram uma
713 energia maior para alongamento horizontal do caule, reduzindo gastos com ramificações, área
714 foliar e sistema radicular. Acredita-se ainda que essas funções sejam desempenhadas por
715 intermediações hormonais.

716 Entre os principais fito-hormônios, temos as citocininas, que estão envolvidas em
717 diversos processos fisiológicos das plantas e podem inibir ou estimular características como
718 altura de planta, diâmetro de caule, área foliar, massa seca da parte aérea, altura de inserção
719 do primeiro nó, atuando na divisão celular, formação de grãos, dominância apical e retardação
720 da degradação da clorofila (Abu-Romman *et al.*, 2015). Os teores de citocininas podem ter
721 sido aumentados em razão da maior reflectância da radiação incidente provocada pela
722 aplicação do produto, provocando, assim, maior dominância apical e não diferenciação de
723 brotações laterais (Almeida & Rodrigues, 2016), por consequência, as plantas que não
724 receberam o produto obtiveram maior número de galhos.

725 Outras sínteses de hormônios podem ter sido afetadas pela redução da luz captada
726 pelas plantas, caso das auxinas e giberelinas, que estão ligadas, principalmente à expansão
727 celular e ao crescimento das plantas (Almeida & Rodrigues, 2016). Com a redução das
728 citocininas principalmente, os níveis de giberelina podem ter sofrido aumento, levando as
729 plantas a crescer mais e a produzir, até determinada fase vegetativa, mais folhas
730 fotossinteticamente ativas (Pedó *et al.*, 2018).

731 A cultivar BRS Fc 104 apresentou maior número de galhos, distância entre os nós,
732 número de vagens por planta, número de grão por planta e produtividade. Já a BRS MG
733 Realce apresentou maior diâmetro do caule e entrenós (Tabela 2).

734 Pelo fato de a cultivar BRS FC 104 ter hábito indeterminado e a cultivar BRS MG
735 Realce hábito determinado, as diferenças morfológicas como ramificação, floração, vagens e

736 produção foram mais evidentes entre ambas. Rabelo *et al.* (2017) expõem que os ráceros
737 podem ser do tipo axilar para crescimento indeterminado e do tipo terminal para hábito de
738 crescimento determinado, relatando ainda que outras características como número e
739 comprimento entre os nós estão relacionadas com essa característica da planta além de
740 corresponder diretamente à característica de altura de planta.

741 A aplicação de Protex[®] no cultivar BRS MG promoveu incremento somente na
742 variável número de galhos, isso pode ter ocorrido pelo fato de as plantas aparentemente não
743 terem sido submetidas a nenhum tipo de estresse além do luminoso. Em condições de estresse
744 hídrico associado a excesso de radiação e altas temperaturas, o uso de protetor no feijoeiro
745 pode gerar benefícios ao aparato fotossintético assim como relatado por Oliveira Júnior *et al.*
746 (2019). Além disso, com o desenvolvimento das plantas, ocorreu o autossombreamento,
747 equiparado ao efeito de sombreamento imposto pela aplicação de protetor.

748 Conforme observado, a cultivar BRS MG Realce apresentou caules mais robustos com
749 característica mais lenhosa, o que conferiu à planta maior resistência à entrada de patógenos
750 (Sousa & Lima, 2010), assim como propiciou porte mais ereto, tornando-a mais resistente ao
751 acamamento, fatores de grande importância no processo de colheita mecanizada. Vale
752 salientar ainda que a formação de caules mais resistentes desempenha funções importantes na
753 melhoria do transporte de água e nutrientes, conferindo, além de sustentação, melhoria dos
754 processos fisiológicos e morfológicos das plantas (Conceição *et al.*, 2018).

755 Diferentemente do que foi observado para a cultivar BRS MG Realce, a cultivar BRS
756 Fc 104 mais entrenós, o que pode ocasionar maior altura de inserção da primeira vagem,
757 característica indesejável do ponto de vista produtivo. Apesar do maior distanciamento entre
758 os nós observado na cultivar BRS Fc 104, a altura de inserção da primeira vagem não foi
759 influenciada, mas vale ressaltar que cultivares que apresentam essas características acarretam
760 problemas de manejo das plantas, qualidade de grãos e ineficiência na colheita com

761 automotriz (Souza *et al.*, 2010).

762 O número de grãos por vagem e de vagens por planta de feijoeiro apresentou um
763 incremento com o aumento da irrigação. Apesar de esses fatores serem fortemente
764 influenciados por características genéticas de cada cultivar, esse incremento na produção pode
765 estar relacionado com a capacidade de resposta da cultivar à irrigação e à relação fonte-dreno
766 (Magalhães *et al.*, 2019). Na relação fonte-dreno, mais uma vez entra a atuação dos
767 hormônios, a associação entre auxinas e citocininas, sendo a parte aérea estimulada quando as
768 citocininas dominam as auxinas, explicando bons resultados para NVP e NGP, pois, com a
769 atuação desse hormônio intensificado por sua relação com a luz, as vagens se tornaram drenos
770 mais fortes que o sistema radicular (Zürcher *et al.*, 2016).

771 A produtividade final foi resultado da associação conjunta de fatores favoráveis à
772 planta ao longo do ciclo. O número de vagens por planta e o número de grãos que essas
773 vagens geraram influenciaram na produtividade, porém não foram fatores únicos, uma vez
774 que se a planta não tivesse condições favoráveis para translocar seus assimilados da fonte para
775 seus drenos, eles não se desenvolveriam (Magalhães *et al.*, 2019).

776 A cultivar BRS MG Realce, por apresentar hábito de crescimento indeterminado, pode
777 ter ocasionado maior competição por fotoassimilados, acarretando, portanto, menor
778 disponibilidade de energia para seus drenos. O que foi observado pelo fato de essa cultivar ter
779 apresentado médias superiores de diâmetro de caule e menor produtividade, com média
780 experimental de 1,56t ha⁻¹ (Gomes *et al.*, 2016).

781 Segundo Melo *et al.* (2017), a cultivar BRS FC 104, em condições favoráveis de
782 cultivo como nutrição, luminosidade, temperatura e pluviosidade, apesar de seu ciclo
783 superprecoce, apresenta uma produtividade média de 3,792 t ha⁻¹, a qual se aproxima do
784 resultado obtido para esse trabalho, que foi de 3,35t ha⁻¹. A cultivar BRS MG Realce
785 apresentou média inferior àquela descrita por Melo *et al.* (2014b), a média experimental foi de

786 1,56t ha⁻¹, sendo a média comumente apresentada para a cultivar de 2,128 t ha⁻¹. Essas
787 reduções nos parâmetros de produtividade podem estar relacionadas ao baixo vigor
788 fisiológico da cultivar, culminando, portanto, na formação de plantas com baixo desempenho,
789 o que conseqüentemente acarretou redução brusca na produtividade.

790 Os resultados obtidos no presente trabalho mostram claramente que as variações entre
791 as cultivares BRS MG Realce e BRS FC 104 durante o cultivo foram capazes de induzir
792 respostas distintas quanto aos parâmetros biométricos e produtivos. De fato, foi observado
793 que, mesmo apresentando bons parâmetros biométricos após a aplicação do protetor Protex®,
794 a cultivar BRS MG Realce, por apresentar crescimento indeterminado, acabou acarretando
795 uma competição nutricional, o que se refletiu na redução de produtividade, diferentemente do
796 que foi observado para a cultivar BRS FC 104. Estes resultados fornecem novas perspectivas
797 para a produção de feijoeiros com aplicação de protetor comercial, com importantes
798 implicações para a obtenção de maior produtividade e comportamento fisiológicos para
799 diferentes cultivares.

800

801 **Conclusão**

802

803 Conforme observado, conclui-se que:

- 804 a) A aplicação de aplicação de Protex® foi eficiente para promover maior número de
805 galhos, entrenós, número de vagens por planta, número de grão por planta e
806 produtividade para o cultivar BRS Fc 104;
- 807 b) Para o cultivar BRS MG Realce a aplicação de Protex® promoveu incremento
808 somente para os entrénos;
- 809 c) Somente a cultivar BRS FC 104 apresentou incremento em produtividade após a
810 aplicação, evidenciando que o hábito de crescimento indeterminado da cultivar

811 BRS MG Realce ocasionou maior competição por fotoassimilados, reduzindo,
812 assim, a produtividade.

813

814 **Agradecimentos**

815

816 Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, que proporcionou todo o suporte para
817 a realização do experimento.

818 Ao meu orientador, professor Dr. Cleiton Mateus Sousa, que sempre acreditou em
819 meu potencial e proporcionou todo suporte necessário para a conclusão deste projeto.

820 Ao meu coorientador, professor Dr. Hyrandir Cabral de Melo, pela atenção especial
821 para agregar e transmitir seus conhecimentos.

822 Aos professores do Programa de Mestrado em Irrigação no Cerrado, pela experiência
823 compartilhada e ensinamentos, fundamentais na minha formação profissional.

824 À Embrapa Arroz e Feijão, pelo fornecimento de material vegetativo para
825 implantação do experimento.

826 À empresa Santa Clara Agrociência, pela doação do produto utilizado como fonte
827 protetora. Aos servidores e terceirizados do IF Goiano – Campus Ceres, que colaboraram e
828 ajudaram na execução de inúmeras tarefas.

829 Aos alunos e amigos do programa de pós-graduação em Irrigação no Cerrado por me
830 incentivarem e acima de tudo por serem companheiros nos momentos mais difíceis dessa
831 jornada.

832 Aos alunos de graduação do IF Goiano – Campus Ceres Vinícius, Letícia, Andressa,
833 Gabriel, Wytalo e Hugo, pela ajuda nas atividades do experimento.

834 A todos aqueles que contribuíram para a realização desta dissertação, seja de forma
835 direta ou indiretamente, deixo aqui registrados meu reconhecimento e minha gratidão.

Referências

- 836
- 837
- 838 ABU-EOMMAN, S. M.; AL-HADID, K. A.; ARABIYYAT, A. R. Kinetin is the most
839 effective cytokinin on shoot multiplication from cucumber. **Journal of Agricultural Science**,
840 North York, v. 7, n. 10, p. 159-165, 2015.
- 841
- 842 ABDALLAH, A. M.; MASHAHEET, A.; ZOBEL, R.; BURKEY, K. O.
843 Physiological basis for controlling water consumption by two snap beans genotypes using
844 different anti-transpirants. **Agricultural Water Management**, v. 214, n. October 2018, p. 17-
845 27, 2019. DOI: 10.1016/j.agwat.2018.12.029
- 846
- 847 AHMED, F. F.; ABDEL AAL, A. M. K.; EL- SAYED, M. A.; SAYED, H. R. Protecting Red
848 Roomy Grapevines Growing Under Minia Region Conditions from Sunburn Damage. **Stem**
849 **Cell**, v. 4, n. 2, p. 15-20, 2013. <http://www.sciencepub.net/stem> ISSN: 1945-4732 (online)
- 850
- 851 ALMEIDA, G. M.; RODRIGUES, J. G. L. Development of plants by interference auxins,
852 cytokinins, gibberellins and ethylene. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 9, n. 3, p.
853 111-117, 2016.
- 854
- 855 ALY, M.; EL-MEGEED, N. A.; AWAD, R. M. Reflective particle films affected on, sunburn,
856 yield, mineral composition and fruit maturity of “Anna” apple (*Malus domestica*) trees.
857 **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 6, n. 1, p. 84-92, 2010.
- 858
- 859 BRITO, C.; DINIS, L-T.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; CORREIA, C. Kaolin, an emerging
860 tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. **Scientia Horticulturae**,
861 v. 250, n. February, p. 310-316, 2019.
- 862
- 863 CONCEIÇÃO, C. G. da; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; PARIZI, A. R. C.
864 CONCEIÇÃO, J. A. da. Desenvolvimento Vegetativo Do Feijoeiro Irrigado Com Diferentes
865 Lâminas. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 2, p. 2406-2417, 2018. DOI:
866 10.7127/rbai.v12n200676
- 867
- 868 ĆOSIĆ, M.; STRIČEVIĆ, R.; DJUROVIĆ, N.; LIPOVAC, A.; BOGDAN, I.; PAVLOVIĆ,
869 M. Effects of irrigation regime and application of kaolin on canopy temperatures of sweet
870 pepper and tomato. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080
871 Zemun, **Scientia Horticulturae**, v. 238, n. January, p. 23-31, 2018.
872 www.elsevier.com/locate/scihorti
- 873
- 874 GARRIDO, A.; SERÔDIO, J.; DE VOS, R.; CONDE, A.; CUNHA, A.
875 Influence of Foliar Kaolin Application and Irrigation on Photosynthetic Activity of Grape
876 Berries. **Agronomy**, v. 9, n. October, p. 18, 2019. DOI: 10.3390/agronomy9110685
- 877
- 878 GOMES, G. R.; MORITZ, A.; FREIRIA, G. H.; FURLAN, F. F.; TAKAHASHI, L. S. A.
879 Yield performance of bushing snap bean genotypes in two environments. **Scientia**
880 **Agropecuaria**, v. 07, n. 02, p. 85-92, 2016. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2016.02.0
- 881
- 882 GOULART, M. M. P.; WALKER, R.; GONÇALVES, A. H.; COSTA, K.; BRAZ, A.
883 Crescimento vegetativo de cultivares de feijoeiro submetido a dois níveis de luminosidades.

- 884 **Global Science and Technology**, v. 03, n. 03, p. 31-39, 2010.
885
- 886 MAGALHÃES, I. D.; LYRA, G. B.; SOUZA, J. L. de; LYRA, G. B.; FERRAZ, R. L. de S.;
887 CAVALCANTE JÚNIOR, C. A. Growth, production and yield of common bean under water
888 replacement levels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 10, p.
889 754-760, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n10p754-760>
890
- 891 MELO, L. C.; ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. de S.; PAULA
892 JUNIOR, T. J. de; DEL PELOSO, M. J.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C. de; PEREIRA
893 FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A.; MARTINS, M.; VIEIRA, R. F.; MARTINS, F. A. D.;
894 COELHO, M. A. de O.; COSTA, J. G. C. da; WENDLAND, A.; SANTOS, J. B. dos;
895 CABRERA DIAZ, J. L.; CARNEIRO, P. C. de S.; DEL GIÚDICE, M. P.; FARIA, J. C. de.
896 Cultivar release brsmg Realce: Common bean cultivar with striped grains for the state of
897 Minas Gerais. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, p. 61-64, 2014a.
898
- 899 _____. **BRSMG Realce: cultivar de feijão comum de grãos rajados adaptada a colheita**
900 **mecânica direta** Tecnologias para a sustentabilidade da cultura do feijão, 2014b.
901
- 902 _____. BRS FC104: Cultivar de Feijão-Comum Carioca Superprecoce. **Comunicado**
903 **Técnico 239**, EMBRAPA, p. 7-10, 2017.
904
- 905 _____. BRS FC104 – Super-early carioca seeded common bean cultivar with high yield
906 potential. v. 19, n. 4, p. 471-475, 2019.
907
- 908 OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G. de; SANTOS, P. L. de S.; LIMA, R. S. N. de; SILVEIRA, M.
909 P. C.; FAGUNDES, J. L.; CARNELOSSI, M. A. G.; REIS, F. de O. Physiological parameters
910 of cowpea treated with CaO-based particle film and subjected to water restriction. **Pesquisa**
911 **Agropecuária Brasileira**, v. 54, 2019. [https://doi.org/10.1590/s1678-](https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00033)
912 [3921.pab2019.v54.00033](https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00033)
913
- 914 PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; BACARIN, M. A.; ANTUNES, I. F.; KOCH, F.;
915 MONTEIRO, M. A.; PIMENTEL, J. R.; TROYJACK, C.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T.
916 Z. Plant growth and vigor of bean seeds in response to the exogenous application of
917 gibberellic acid. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 3, p. 181-190, set. 2018.
918
- 919 RABELO, A. C. R.; RIBEIRO, D. F.; REZENDE, R. M.; ALCANTRA, E.; FREITAS, A. S.
920 de. Adubação Nitrogenada Na Cultura Do Feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio**
921 **Verde**, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 825-841, 2017.
922
- 923 SANTIS, F. P. de; SALVADOR NETO, A.; CAVALCANTE, A. G.; FILLA; V. A.;
924 MINGOTTE, F. L. C; LEMOS, L. B. Componentes de produção, produtividade e atributos
925 tecnológicos de cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca. **Colloquium Agrariae**, v.
926 15, n. 6, p. 21-30, 2019.
927
- 928 SHOWLER, A. T. Effects of Kaolin-Based Particle Film Application on Boll Weevil (
929 Coleoptera : Curculionidae) Injury to Cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 4,
930 p. 754-762, 2002.
931
- 932 SOTELO-CUITIVA, Y. M.; RESTREPO-DÍAZ, H.; GARCÍA-CASTRO, A.; RAMÍREZ-
933 GODOY, A.; FLÓREZ-RONCANCIO, V. J. Effect of Kaolin Film Particle Applications

- 934 (Surround WP®) and Water Deficit on Physiological Characteristics in Rose Cut Plants (Rose
935 spp L.). **American Journal of Plant Sciences**, v. 2, n. 3, p. 354-358, 2011.
- 936
- 937 SOUSA, M. A. de; LIMA, M. D. B. Influência da supressão da irrigação em estádios de
938 desenvolvimento do feijoeiro cv. Carioca Comum. **Bioscience Journal**, v. 26, p. 550-557,
939 2010.
- 940
- 941 SOUZA, C. A.; CLOVIS ARRUDA SOUZA, COELHO, C. M. M.; GUIDOLIN, A. F.;
942 ENGELSING, M. J.; BORDIN, L. C. Influência do ácido giberélico sobre a arquitetura de
943 plantas de feijão no início de desenvolvimento. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 32, n. 2, p.
944 325-332, 2010.
- 945
- 946 ZHANG, XIAOYU.; ZHANG, XIYING.; LIU,X.; SHAO, L.; SUN, H.; CHEN, S. Improving
947 Winter Wheat Performance by Foliar Spray of ABA and FA Under Water Deficit Conditions.
948 **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 35, n. 1, p. 83-96, 2016.
- 949
- 950 ZÜRCHER, E.; LIU, J.; DI DONATO, M.; GEISLER, M.; MÜLLER, B. Plant development
951 regulated by cytokinin sinks. **Science** 02 Sep 2016: Vol. 353, Issue 6303, pp. 1027-1030 DOI:
952 10.1126/science.aaf7254
- 953

954 **Tabela 1.** Quadrado médio da análise de variância de duas cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*)
 955 submetidas à aplicação de protetor foliar. Ceres, GO, 2019.

FV	GL	NG	DC	DEN	NVP	AIPV	NGP	PROD
Cultivar	1	1210,86*	230,12*	312,54*	2439,36*	4,48 ^{ns}	159516,52*	56,32*
Aplicação	6	23,03*	1,40 ^{ns}	21,54 ^{ns}	123,20 ^{ns}	10,33 ^{ns}	2878,30 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Interação	6	11,66 ^{ns}	1,36 ^{ns}	13,60 ^{ns}	36,86 ^{ns}	12,41 ^{ns}	933,83 ^{ns}	0,66 ^{ns}
CV (%) =		30,76	16,23	18,50	37,41	24,60	40,78	28,70

956 FV - Fonte de variação; GL - grau de liberdade; *significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não
 957 significativo; CV - coeficiente de variação.

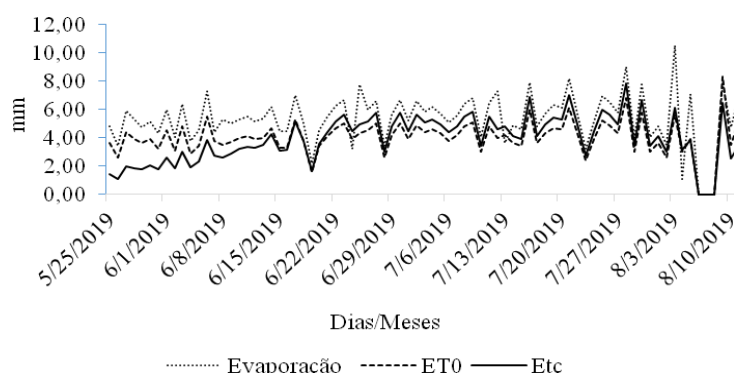
958

959 **Tabela 2.** Número de galhos (NG), diâmetro de caule (DC), distância entre os nós (DEN), número de vagem por
 960 planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD) de duas cultivares de feijoeiro
 961 (*Phaseolus vulgaris*) irrigado. Ceres, GO, 2019.

CULTIVAR	NG (unid.)	DC (mm)	DEN (mm)	NVP (unid)	NGP (unid.)	PROD (t ha ⁻¹)
BRS Fc 104	10,56±0,27a	4,85±0,05b	21,94±0,30a	24,18±0,70 a	119,04±3,64a	3,35±0,97a
BRS MG Realce	6,84±0,11b	6,47±0,08a	20,05±0,28 b	18,90±0,49b	76,34±2,20b	1,56±0,56b

962 *Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Média
 963 ±SE (n=12).

964

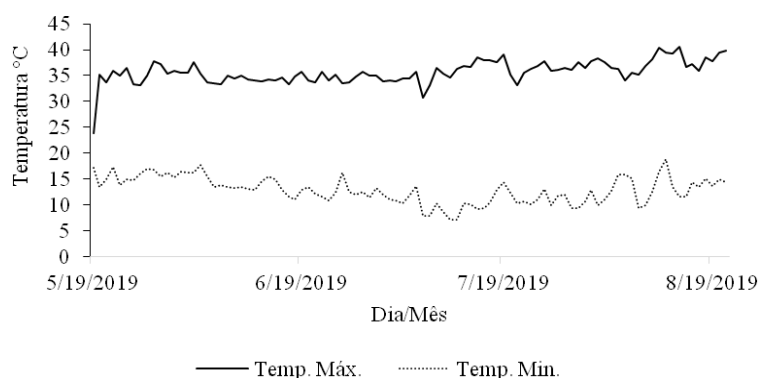


965

966 **Figura 1.** Evaporação de água livre no Tanque Classe A (ECA), Evapotranspiração de referência e
 967 evapotranspiração da cultura no período experimental de cultivo de feijão irrigado. Ceres, 2019.

968 **Fonte:** A autora (2020).

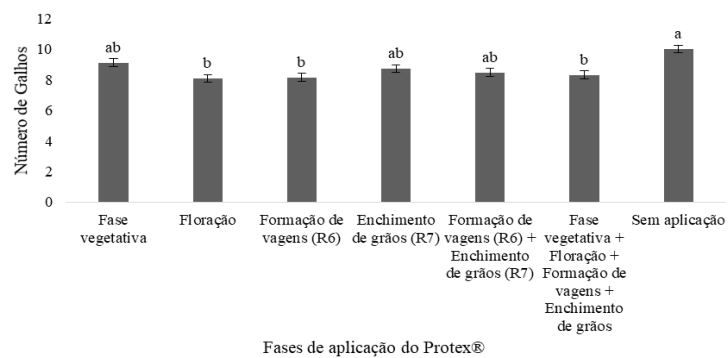
969



970

971 **Figura 2.** Temperatura máxima e mínima no período experimental de cultivo de feijão irrigado. Ceres, 2019.

972 **Fonte:** A autora (2020).



973

974 **Figura 3.** Número de galhos no cultivo de feijoeiro irrigado com aplicação de protetor solar. Os valores são
975 apresentados como média ± erro padrão (n = 12).

976 **Fonte:** A autora (2020).

977

978

Conclusão geral

O cultivo de feijoeiros sob sombreamento favoreceu parâmetros fisiológicos, biométricos e de produtividade, sendo 70% de sombreamento responsável por um incremento de 32,67% e 6,16% na produtividade em relação aos demais ambientes. Em relação ao uso de protetor solar (Protex®) de plantas no cultivo de feijoeiro em condições de Cerrado, ficou comprovado que não foi eficiente para promover um maior incremento nos parâmetros fisiológicos, biométricos e de produtividade em plantas de feijoeiro.