



Ministério da Educação – Brasil  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM  
Minas Gerais – Brasil  
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas  
ISSN: 2238-6424  
QUALIS/CAPES – LATINDEX  
Nº. 22 – Ano XI – 10/2022  
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

## **Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades nos aspectos fisiológicos do grão-de-bico**

Raniell Inácio Leandro  
Mestre em Produção Vegetal- Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG  
Montes Claros- MG- Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7766712239145923>  
Email: [raniellinacio@gmail.com](mailto:raniellinacio@gmail.com)

Prof. Dr. Cândido Alves Da Costa  
Doutor em Fitotecnia Universidade Federal de Viçosa -UFV  
Docente na Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG  
Montes Claros- MG- Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8427741177499943>  
Email: [candido-costa@ufmg.br](mailto:candido-costa@ufmg.br)

Paloma Leite Gomes  
Mestranda em Produção Vegetal- Universidade Federal de Minas Gerais-  
UFMG  
Montes Claros- MG- Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4123716176306904>  
Email: [pallomagomes2010@hotmail.com](mailto:pallomagomes2010@hotmail.com)

Luan Mateus Silva Donato  
Doutor em Produção Vegetal-Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG  
Montes Claros-MG- Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5328210132796339>  
Email: [luandonato@ufmg.br](mailto:luandonato@ufmg.br)

Cássia Michelle Cabral

Pós Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- UFVJM  
Diamantina- MG- Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8256971689993828>  
E-mail: [michelle.cabral@ufvjm.edu.br](mailto:michelle.cabral@ufvjm.edu.br)

Prof. Dr. Evander Alves Ferreira  
Professor Visitante ICA-Universidade Federal do Minas Gerais-UFMG  
Montes Claros- MG- Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5887024898731149>  
E-mail: [evanderalves@gmail.com](mailto:evanderalves@gmail.com)

Prof. Dr. Leonardo David Tuffi Santos  
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa- UFV  
Docente na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG  
Montes Claros- MG- Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6075904912928109>  
Email: [ltuffi@ufmg.br](mailto:ltuffi@ufmg.br)

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da *Euphorbia heterophylla*, *Commelina benghalensis* e *Glycine max* nas características fisiológicas do grão-de-bico. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados completos, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 4, composto por três espécies competidoras (*G. max*, *E. heterophylla* e *C. benghalensis*) e quatro densidades (0, 1, 2 e 4 plantas vaso<sup>-1</sup> o que equivale a 0, 14, 28 e 56 plantas m<sup>-2</sup>). As variáveis analisadas foram: relação entre a fluorescência variável (Fv) e a fluorescência máxima (Fm), condutância estomática, concentração interna de carbono, transpiração e taxa de fotossíntese líquida. A relação Fv/Fm indicou a presença de estresse no grão-de-bico quando em convívio com todas as plantas daninhas estudadas, no qual a *G. max* foi a planta daninha que causou estresse em menor densidade (6,67 plantas m<sup>-2</sup>). Plantas de grão-de-bico sofrem interferência da *G. max* no seu desempenho fisiológico, mesmo em menores densidades. Já quando em competição com a *C. benghalensis* e *E. heterophylla*, o grão-de-bico se mostrou mais competitivo, sendo necessária maior densidade dessas daninhas para causar danos fisiológicos.

**Palavras-chaves:** *Cicer arietinum* L.. *Commelina benghalensis*. *Euphorbia heterophylla* L.. *Glycine max*. competição.

**Interference of weed plants in different densities in the physiological aspects of chickpeas grain**

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the effect of *Euphorbia heterophylla*, *Commelina benghalensis* and *Glycine max* on the physiological characteristics of chickpeas. The randomized block design was used, with 4

replications, in a 3 x 4 factorial scheme, composed of 3 weed species (*G. max*, *E. heterophylla* and *C. benghalensis*) and 4 densities (0, 1, 2 and 4 plants.pots<sup>-1</sup> which is equivalent to 0, 14, 28 and 56 plants m<sup>-2</sup>). The variables analyzed were: Variable Fluorescence/ Maximum Fluorescence ratio (Fv/Fm), stomatal conductance, internal carbon concentration, transpiration and liquid photosynthesis rate. The Fv / Fm ratio indicated the presence of stress in the chickpeas when living with all the weeds studied, in which *G. max* was the weed that caused the lowest density of stress (6.67 plants m<sup>-2</sup>). With the present work it was possible to conclude that the chickpea suffers strong interference from *G. max* in its physiological performance, even in lower densities. When in competition with *C. benghalensis* and *E. heterophylla*, the chickpeas proved to be more competitive, requiring a higher density of these weeds to cause physiological damage.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L., *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla* L., *Glycine max*, competition.

## Introdução

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das leguminosas mais importantes do mundo. Seus grãos possuem alto valor nutricional, sendo compostos de 17-24% de proteína, 41-51% de carboidratos e alta porcentagem de minerais, além de serem ricos em ácidos graxos insaturados, o que reduz o colesterol LDL e aumenta o HDL, por esse motivo, são usados para a alimentação humana em grande parte do mundo (Hirdyani, 2014). A cultura possui baixo custo de produção, alta adaptação climática e grande capacidade de associação com microrganismos fixadores de nitrogênio, características essas que a tornam uma ótima opção para a rotação de cultura (Barros *et al.*, 2018).

A planta de grão-de-bico adapta-se bem em região de clima e solos do cerrado. O Norte de Minas apresenta alto potencial produtivo para a cultura, obtendo-se médias de produtividade superiores a 5 t ha<sup>-1</sup> para a cultivar BRS Aleppo (em cultivos iniciados no mês de maio e utilizando irrigação) (Avelar *et al.*, 2018), maior que a média mundial de 1,472 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2020).

A evolução do manejo da cultura no Brasil, para a obtenção de elevada produção de grão-de-bico, ainda, é dependente da realização de estudos relacionados à interferência por plantas daninhas. As plantas daninhas podem

causar danos que vão de 20 a 87% da produção de grãos, dependendo da densidade e das espécies que compõem a comunidade infestante (Bhutada *et al.*, 2015). Elas competem com as plantas cultivadas por luz, água e nutrientes do solo, além de poderem ocasionar efeitos alelopáticos, ou hospedar insetos-pragas e patógenos que podem causar danos à cultura agrícola (Alves *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2016). Essa competição causa reflexos nos aspectos fisiológicos das plantas, como foi constatado para as culturas da soja (Ferreira *et al.*, 2015), feijão (Manabe *et al.*, 2014) e milho (Lemos *et al.*, 2012).

Entre as espécies de plantas daninhas que estão presentes, nas áreas de produção do Brasil, citam-se a *Commelina benghalensis* e a *Euphorbia heterophylla*. Tais espécies são de grande ocorrência e se destacam por possuírem indivíduos tolerantes ao herbicida glyphosate, o que dificulta o seu manejo (Vidal *et al.*, 2007).

*Commelina benghalensis* é uma planta daninha pertencente à família Commelinaceae e possui como principal característica a reprodução assexuada, o que dificulta o controle mecânico, uma vez que seus caules podem gerar novas plantas. Outra característica relevante da planta é a alta tolerância ao sombreamento, o que faz com que ela seja grande problema nas áreas de produção (Oliveira *et al.*, 2014).

*Euphorbia heterophylla* é uma planta daninha pertencente à família Euphorbiaceae, muito frequente no território brasileiro. Ela se destaca por apresentar ciclo curto, o que lhe possibilita três gerações em um ano, causando grande proliferação (Kissmann & Groth, 1995).

*Glycine max* é uma planta cultivada, que, em alguns casos, pode ser grande problema, em áreas cultivadas, uma vez que, durante a sua colheita, pode haver sobras de sementes as quais podem germinar durante outros cultivos. Quando isso acontece, a *G. max* passa a ser considerada uma planta daninha comum, conhecida popularmente como planta voluntária, tiguera ou guaxa. Esse fato pode acarretar grandes danos às culturas em sucessão ou rotação a soja, pois a *G. max* possui rápido crescimento e alta demanda de recursos como água e nutrientes.

Tendo em vista a importância do grão-de-bico na alimentação humana, os danos que as plantas daninhas podem trazer à cultura e a necessidade de elaboração de estudos relacionados à interferência dessas plantas no cultivo, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da *E. heterophylla*, *C. benghalensis* e *G. max* nas características fisiológicas do grão-de-bico.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado, no período de julho a setembro de 2019, em área experimental do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, (localizado a Lat. 16°40'56"S, long. 43°50'24"W e 643 m de altitude). O clima predominante da região é do tipo Aw, tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação internacional de Köppen.

O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 4, composto por três espécies de plantas, uma planta daninha comum (*G. max*) e duas plantas daninhas tradicionais (*E. heterophylla* e *C. benghalensis*) em quatro densidades (0, 1, 2 e 4 plantas por vaso o que equivale a 0, 14, 28 e 56 plantas por m<sup>2</sup>). As sementes da *G. max*, *E. heterophylla* e grão-de-bico foram plantadas em bandeja de poliestireno de 128 células; já a reprodução da *C. benghalensis* ocorreu de forma vegetativa. A variedade de grão-de-bico utilizada foi a BRS Aleppo.

O solo, para fins de implantação das unidades experimentais, foi seco à sombra, durante sete dias e, em seguida, foi tamizado em peneira com quatro furos por polegada linear. Três subamostras foram utilizadas, para determinar os valores de massa específica de solo, a capacidade de campo e a análise física e química do solo.

As análises relacionadas ao solo apresentaram os seguintes resultados: pH = 5,00; Ca<sup>2+</sup> = 3,00 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,90 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,56 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; H+Al<sup>3+</sup> = 2,01 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 91,00 mg dm<sup>-3</sup>; P = 1,24 mg dm<sup>-3</sup>; SB = 4,13 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; T = 6,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; t = 4,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 1,3 %; areia = 12 dag kg<sup>-1</sup>; silte = 34 dag kg<sup>-1</sup>; argila = 54 dag kg<sup>-1</sup>; CC (capacidade de campo) = 24,64 % e Ds (densidade do solo) = 1,36 g cm<sup>-3</sup>.

Cada unidade experimental foi composta de um vaso de 12 L, contendo 10 L de solo, uma planta de grão-de-bico e as plantas daninhas correspondentes a cada tratamento. A adubação do solo foi realizada seguindo a recomendação proposta por Novais (1991). Os fertilizantes utilizados foram diluídos em água, de acordo com as concentrações propostas por Ribeiro (1999) e misturados ao solo. Após a adubação, o grão-de-bico e as daninhas foram colocados nos vasos distribuídos, conforme cada tratamento e irrigados até atingir a capacidade de campo.

As características analisadas foram: relação Fv/Fm (relação entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima), condutância estomática (gs), concentração interna de carbono (Ci), transpiração (E) e taxa de fotossíntese líquida (A). Todas as variáveis foram avaliadas aos 60 dias após o transplântio (início da floração do grão-de-bico). Para estimar a relação Fv/Fm, foi colocada uma garra de adaptação ao escuro no segundo folíolo da quinta folha do ramo principal do grão-de-bico. Após 30 minutos de aclimatação ao escuro, foi realizada a leitura com o fluorômetro, modelo opti-sciences Fv/Fm meter. As demais variáveis foram analisadas, na quinta folha do ramo principal, com o auxílio de um analisador de gases no infravermelho (IRGA), modelo LCpro-SD Marconi, configurado para emitir  $1200 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  de luz. No entanto, em razão de o grão-de-bico possuir folhas compostas, foi necessário realizar a correção dos dados obtidos. Para a correção, foi necessário tirar a foto de cada folha avaliada, que, posteriormente, foi usada para determinar a área foliar. A partir do valor da área da folha avaliada e, conhecendo a área da câmara de avaliação do IRGA, foi determinado o fator de correção, a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Fator de correção} = \frac{\text{Área da folha analisada}}{\text{Área da câmara de avaliação do IRGA}}$$

Cada fator de correção foi multiplicado pelo valor obtido no IRGA, para cada variável, obtendo o valor corrigido.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os cálculos estatísticos foram realizados com o programa R utilizando o pacote ExpDes.pt (R core team, 2014).

## Resultados e Discussão

A relação Fv/Fm do grão-de-bico sofreu interferência das plantas daninhas, tanto das espécies quanto das densidades. Entre as espécies, observou-se que a *G. max* causou menor relação Fv/Fm na maioria as densidades avaliadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios de relação Fv/Fm, condutância estomática (gs), concentração interna de carbono (Ci), taxa transpiratória (E); taxa fotossintética (A) das plantas de grão-de-bico submetidas à competição com *G. max*, *E. heterophylla* e *C. benghalensis*, nas densidades 0, 14, 28 e 56 plantas m<sup>-2</sup> do grão-de-bico, em função da densidade de plantas daninhas. Montes Claros-MG, UFMG, 2019.

Tratamento	Variáveis				
	Fv/Fm	Ci	E	gs	A
<b>Densidade 0 (plantas m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>C. benghalensis</i>	0,782a	187,417a	3,778a	0,161a	14,72a
<i>E. heterophylla</i>	0,782a	187,417a	3,778a	0,161a	14,72a
<i>G. max</i>	0,782a	187,417a	3,778a	0,161a	14,72a
<b>Densidade 14 (plantas m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>C. benghalensis</i>	0,779a	220,917c	2,715b	0,106a	7,221a
<i>E. heterophylla</i>	0,772ab	252,083a	2,890a	0,104a	7,014a
<i>G. max</i>	0,725b	235,667b	1,840c	0,058b	3,363b
<b>Densidade 28 (plantas m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>C. benghalensis</i>	0,741a	264,167b	2,325a	0,091a	3,593ab
<i>E. heterophylla</i>	0,763a	242,667c	2,641a	0,091a	4,329a
<i>G. max</i>	0,658b	292,500a	2,325b	0,092a	2,859b
<b>Densidade 56 (plantas m<sup>-2</sup>)</b>					
<i>C. benghalensis</i>	0,728a	262,334b	1,706b	0,056b	3,60ab
<i>E. heterophylla</i>	0,741a	284,917a	2,143a	0,074a	4,329a
<i>G. max</i>	0,560b	289,083a	1,594b	0,049c	2,859b
<b>CV(%)</b>	4,18	1,48	2,73	3,68	5,84
<b>DAN*DENS</b>	***	***	***	***	***

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, para cada densidade, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. \*\*\* =  $p < 0,01$ ; \*\* =  $0,01 < p < 1$ ; \* =  $1 < p < 5$ ; DAN = daninha; DEN = densidade.

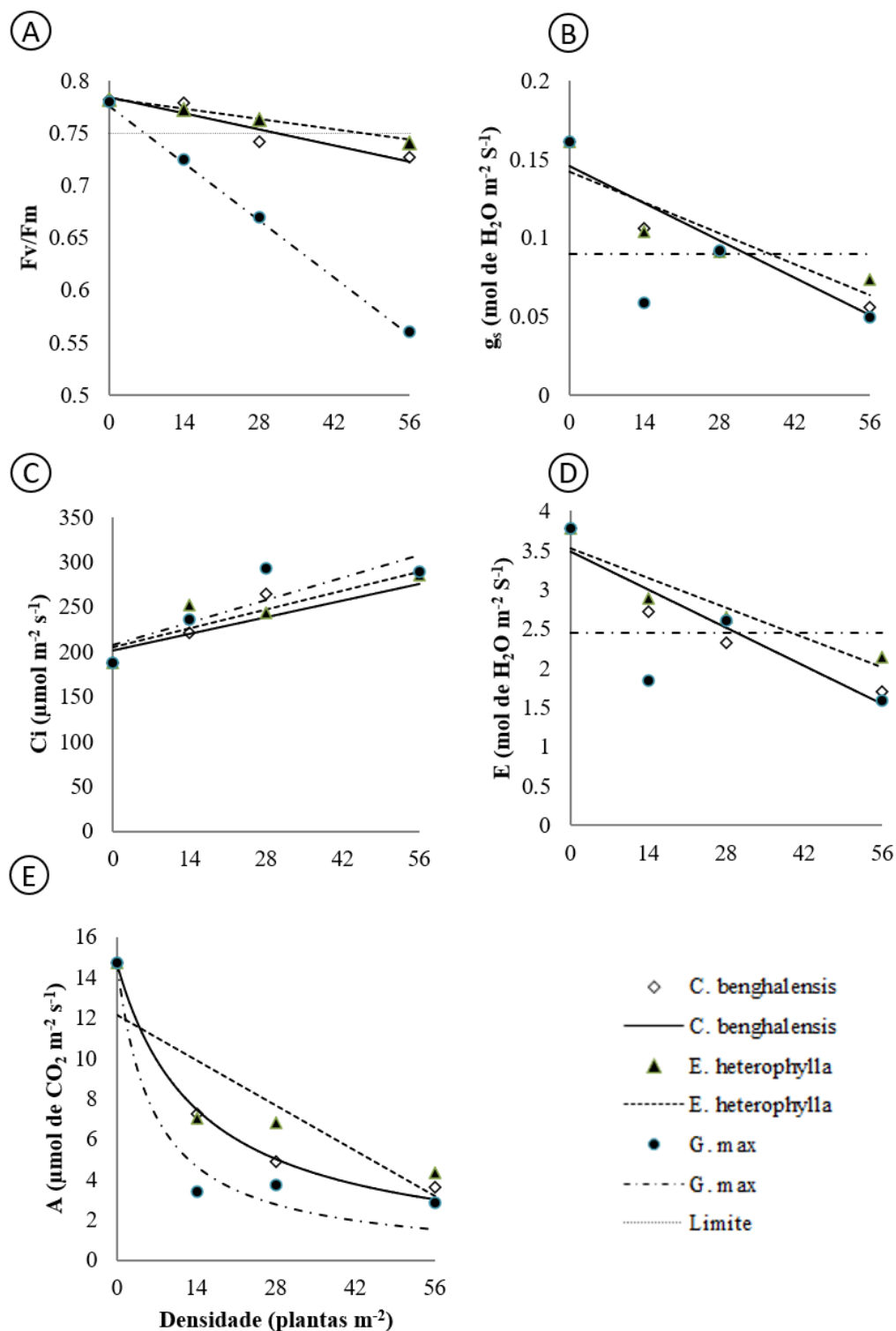


A relação entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima reflete a eficiência quântica máxima do fotossistema II (Baker e Rosenqvist, 2004). Valores entre 0,75 a 0,80 indicam que a capacidade fotossintética da planta está normal. No entanto, valores inferiores a 0,75 indicam menor capacidade fotossintética da planta, em resposta a algum estresse, podendo ser ambiental ou competição por recursos naturais (Bolhar-Nordenkampf *et al.*, 1989). Todas as plantas daninhas estudadas causaram redução da relação Fv/Fm do grão-de-bico e esse fato pode estar ligado com o estresse hídrico que a interferência de plantas proporciona ao grão-de-bico. Em condições normais, o grão-de-bico apresenta valores de Fv/Fm de 0,79, já em estresse hídrico, esse valor pode chegar a 0,703 (Hosseinzadeh *et al.*, 2018).

O aumento da densidade das plantas daninhas avaliadas ocasionou redução linear do Fv/Fm do grão-de-bico (Figura 1A e Tabela 2). O grão-de-bico, quando em convívio com *C. benghalensis*, teve valores de Fv/Fm estimados abaixo de 0,75, quando a densidade de *C. benghalensis* foi superior a 30,64 plantas m<sup>-2</sup>. Já em convívio com *E. heterophylla*, o grão-de-bico teve a eficiência quântica estimada abaixo de 0,75, quando a densidade de *E. heterophylla* foi superior a 46,57 plantas m<sup>-2</sup>. A *G. max* foi a planta daninha que, em menor densidade, proporcionou ao grão-de-bico valores de Fv/Fm estimados abaixo de 0,75, alcançando esse valor, a partir de uma densidade de 6,67 plantas m<sup>-2</sup>.

O grão-de-bico, quando em convívio com *G. max*, apresentou estresse, a partir de uma densidade baixa, em relação às demais plantas avaliadas neste trabalho. Esse fato pode estar relacionado à maior capacidade de absorção de água e nutrientes do solo pelas plantas de *G. max*, induzindo o grão-de-bico ao estresse hídrico e nutricional.





**Figura 1.** (A) relação Fv/Fm; (B) condutância estomática ( $g_s$ ); (C) concentração interna de carbono (Ci), (D) taxa transpiratória (E); (E) taxa fotossintética (A) de plantas de grão-de-bico submetidas à competição com *G. max*, *E. heterophylla* e *C. benghalensis* nas densidades 0, 14, 28 e 56 plantas m<sup>-2</sup>. Limite = Fv/Fm=0,75. Montes Claros-MG, UFMG, 2019.

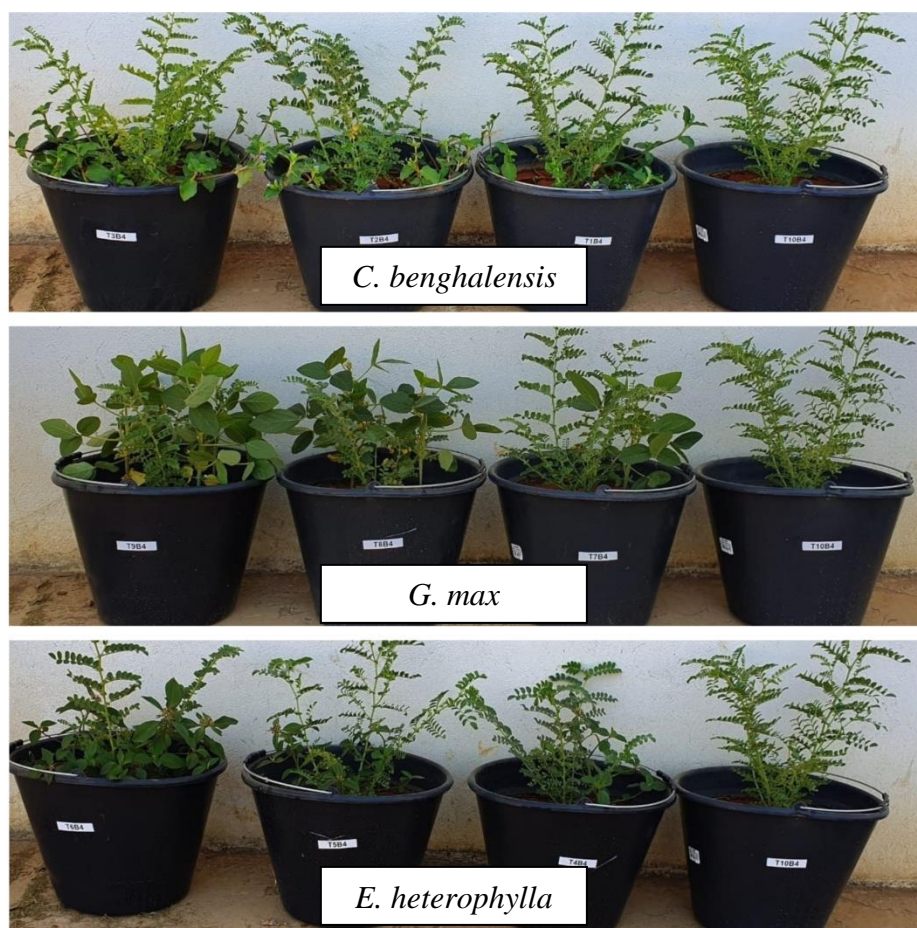
**Tabela 2.** Equações e R<sup>2</sup> das variáveis relação Fv/Fm, condutância estomática (gs), concentração interna de carbono (Ci), taxa transpiratória (E); taxa fotossintética (A) do grão-de-bico, em função da densidade de plantas daninhas. Montes Claros-MG, UFMG, 2019.

Variável	Daninha	Equação	R <sup>2</sup>
Fv/Fm	<i>C. benghalensis</i>	$\hat{y} = 0,784 - 0,0011^{**}DEN$	0,88
	<i>E. hetherophylla</i>	$\hat{y} = 0,783 - 0,0007^{*}DEN$	0,99
	<i>G. max</i>	$\hat{y} = 0,779 - 0,0039^{***}DEN$	0,99
gs	<i>C. benghalensis</i>	$\hat{y} = 0,145 - 0,0017^{***}DEN$	0,90
	<i>E. hetherophylla</i>	$\hat{y} = 0,142 - 0,014^{***}DEN$	0,78
	<i>G. max</i>	$\bar{y} = 0,09$	-
Ci	<i>C. benghalensis</i>	$\hat{y} = 201,183 + 1,327^{***}DEN$	0,75
	<i>E. hetherophylla</i>	$\hat{y} = 204,833 + 1,507^{***}DEN$	0,79
	<i>G. max</i>	$\hat{y} = 207,400 + 1,790^{***}DEN$	0,73
E	<i>C. benghalensis</i>	$\hat{y} = 3,475 - 0,034^{***}DEN$	0,90
	<i>E. hetherophylla</i>	$\hat{y} = 3,521 - 0,026^{***}DEN$	0,88
	<i>G. max</i>	$\bar{y} = 2,45$	-
A	<i>C. benghalensis</i>	$\hat{y} = 11,974 - 0,179^{***}DEN$	0,74
	<i>E. hetherophylla</i>	$\hat{y} = 12,126 - 0,160^{***}DEN$	0,72
	<i>G. max</i>	$\hat{y} = 14,637 / (1 + 0,154^{***}DEN)$	0,96

\*\*\* = p<0,01; \*\* = 0,01<p<1; \* = 1<p<5; DEN = densidade.

As espécies vegetais apresentam distintas capacidades de competição por água, nutrientes e luz (Brighenti e Oliveira, 2011; Merga e Alemu, 2019). Enquanto *G. max*, aos 65 dias após a emergência, acumula 57,85 e 64,52 mg planta<sup>-1</sup> de P e Mg (Bianco *et al.*, 2007), respectivamente, *C. benghalensis* e *E. hetherophylla* acumulam 4 e 7,18 mg planta<sup>-1</sup> de P e 40,50 e 5,93 mg planta<sup>-1</sup> de Mg (Bianco *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 1995), respectivamente. Já em relação ao maior sombreamento proporcionado por *G. max*, é possível verificar, na Figura 2, que a morfologia aérea da soja proporciona cobertura de parte das folhas do grão-de-bico, mesmo em menores densidades.

A condutância estomática (gs) do grão-de-bico sofreu interferência das plantas daninhas, tanto da espécie quanto da densidade. Entre as espécies,



**Figura 2.** Plantas de grão-de-bico em convivência com *G. max*, *E. heterophylla* e *C. benghalensis* nas densidades de 0, 14, 28 e 56 plantas m<sup>-2</sup> (da direita para esquerda). Montes Claros-MG, UFMG, 2019.

observou-se que *G. max* causou menor condutância estomática nas densidades 14 e 56 plantas m<sup>-2</sup> (Tabela 1). Já na densidade 28 plantas m<sup>-2</sup> não houve diferença significativa entre as plantas daninhas.

O aumento da densidade de *C. benghalensis* e *E. heterophylla* resultou em diminuição linear da condutância estomática (Figura 1B e Tabela 2) do grão-de-bico, sendo observada, na maior densidade, redução de 65 e 55%, respectivamente. No entanto, não se obteve um modelo matemático para adequar a resposta do grão-de-bico à presença de *G. max*, sendo considerada a média dos valores obtidos nas densidades. Em outros trabalhos científicos, a presença de plantas daninhas causou diminuição da condutância estomática de outras culturas como *G. max* (Ferreira *et al.*, 2015), feijão (Manabe *et al.*, 2014) e milho (Lemos *et al.*, 2012;), corroborando com os resultados encontrados no

presente trabalho. Aumento da população de plantas daninhas intensifica a competição por água com a planta cultivada, causando fechamento dos estômatos, diminuição da condutância estomática e estresse hídrico (Cochard *et al.*, 2002).

A concentração interna de carbono ( $C_i$ ) do grão-de-bico foi prejudicada pelas plantas daninhas, tanto da espécie quanto da densidade. Entre as espécies, observou-se que *E. heterophylla* causou maior concentração interna de carbono na densidade 14 plantas  $m^{-2}$  (Tabela 1). Já na densidade 28 plantas  $m^{-2}$  *G. max* causou maior concentração interna de carbono. No entanto, na densidade de 56 plantas  $m^{-2}$ , *E. heterophylla* e *G. max* causaram maior concentração interna de carbono ao grão-de-bico.

O aumento da densidade das plantas daninhas proporcionou acréscimo linear da  $C_i$  (Figura 1C e Tabela 2), sendo observado, na maior densidade, aumento de 37, 41 e 48% da  $C_i$  do grão-de-bico, quando em competição com *C. benghalensis*, *E. heterophylla* e *G. max*, respectivamente. A presença de plantas daninhas também causou o aumento da concentração interna de carbono em plantas de *G. max* (Ferreira *et al.*, 2015). Já na cultura do feijão, não foi observada diferença significativa, na concentração interna de carbono, quando ele cresceu na presença de plantas daninhas (Manabe *et al.*, 2014).

A elevação da  $C_i$  acontece, por meio da abertura dos estômatos ou pelo seu não consumo no Ciclo de Calvin (Taiz *et al.*, 2017). Esse aumento foi inversamente proporcional à condutância estomática com o acréscimo da densidade de plantas daninhas neste trabalho. Ou seja, não havia alto fluxo de  $CO_2$  para o interior da planta. Portanto o aumento da  $C_i$  está relacionado à diminuição do funcionamento do Ciclo de Calvin. Esse fato pode estar ligado à baixa disponibilidade de poder redutor (NADPH e ATP). O NADPH e o ATP, utilizados no Ciclo de Calvin, são formados na etapa fotoquímica, em que foi constatado pela variável  $F_v/F_m$  que o aumento da densidade de plantas daninhas causa diminuição da eficiência do Fotossistema II do grão-de-bico.

A transpiração ( $E$ ) do grão-de-bico sofreu interferência das plantas daninhas, tanto das espécies quanto da densidade. Entre as espécies, *G. max* causou menor transpiração nas densidades 14 e 28 plantas  $m^{-2}$  (Tabela 1). Já

na densidade de 56 plantas  $m^{-2}$  *E. heterophylla* e *G. max* causaram uma menor transpiração do grão-de-bico.

O aumento da densidade da *C. benghalensis* e da *E. heterophylla* proporcionou diminuição linear da transpiração do grão-de-bico (Figura 1D, Tabela 2), sendo observado, na maior densidade, um decréscimo de 11 e 9%, respectivamente. No entanto não foi obtido um modelo matemático que se adequasse a resposta do grão-de-bico à presença da *G. max*, sendo considerada a média dos valores obtidos nas densidades.

A diminuição da transpiração com o aumento da densidade de plantas daninhas está relacionada ao estresse hídrico proporcionado pela competição por água. Uma vez que, a planta está sob estresse hídrico, ocorre a diminuição da condutância estomática, o que reflete no fechamento estomático (Ferreira *et al.*, 2015). Sendo assim, ocorre diminuição das trocas gasosas, caracterizada pela menor entrada de  $CO_2$  e menor transpiração.

A taxa de fotossíntese líquida (A) do grão-de-bico sofreu interferência das plantas daninhas, tanto das espécies quanto das densidades. Entre as espécies, *G. max* causou menor taxa de fotossíntese líquida nas densidades 14 e 28 plantas  $m^{-2}$  (Tabela 1). No entanto, na densidade 56 plantas  $m^{-2}$ , *G. max* causou menor taxa de fotossíntese líquida que a *E. heterophylla*.

O aumento da densidade de *C. benghalensis*, *E. heterophylla* e *G. max* causou redução hipérbole, linear e racional da taxa de fotossíntese líquida (Figura 1E e Tabela 2), respectivamente, sendo observada, na maior densidade, redução de 79, 74 e 90%, respectivamente. A presença de plantas daninhas causou a diminuição da taxa de fotossíntese líquida e da transpiração na soja (Ferreira *et al.*, 2015), feijão (Manabe *et al.*, 2014) e milho (Lemos *et al.*, 2012), corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

A redução da taxa fotossintética do grão-de-bico com o aumento da densidade de plantas daninhas está mais relacionada com o a diminuição da eficiência do fotossistema II do que com o fechamento estomático. Uma vez que, houve o aumento da  $C_i$  com o aumento da densidade de plantas daninhas (Tabela 2), indica que o  $CO_2$  estava chegando ao sítio de carboxilação e não estava sendo consumido no Ciclo de Calvin. Restou como justificativa pela

diminuição da taxa fotossintética, com o aumento da densidade das plantas daninhas, somente a redução da eficiência do fotossistema II, que gera a menor produção de poder redutor (ATP e NADPH), como foi comprovado pela diminuição da relação Fv/Fm (Tabela 1).

O grão-de-bico sofre forte interferência de *G. max*, no seu desempenho fisiológico, mesmo em menores densidades da planta voluntária. Quando em competição com *C. benghalensis* e *E. heterophylla*, o grão-de-bico foi mais competitivo, quando comparado à convivência com *G. max*, sendo necessária maior densidade dessas daninhas para causar danos fisiológicos.

### **Agradecimentos**

Este estudo foi financiado, em parte, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código do Financiamento 001.

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

### **Referências**

ALVES, GS; TARTAGLIA, FL; ROSA, JC; LIMA, PC; CARDOSO, GD; BELTRÃO, NEM. 2013. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 17(3): 275-282.

AVELAR, RIS; DA COSTA, CA; DA SILVA ROCHA, F; DE OLIVEIRA, NLC; NASCIMENTO, WM. 2018. Produtividade do grão-de-bico em diferentes épocas de semeadura. Revista Caatinga 31(4): 900-906.

BAKER, NR; ROSENQVIST, E. 2004. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. Journal of Experimental Botany 55(403): 1607-1621.

BARROS, J; CALADO, J; CARVALHO, M; DUARTE, I. 2018. Efeito de diferentes doses e volumes de calda do herbicida aclonifena no controle em pré-emergência de infestantes na cultura do grão-de-bico. Revista de Ciências Agrárias 41(2): 161-170.

BHUTADA, PO; BHALE, VM; DHANAJAY, T. 2015. Effect of herbicides & cultural practices on soil microbial population in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Green Farming 6(5): p. 1109-1111.

BIANCO, S; PITELLI, RA; DE CARVALHO, LB. 2007. Estudo comparativo do



acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* (L.) MERR. E *Euphorbia heterophylla* L. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde 11(2): 61-72.

BOLHAR-NORDENKAMPF, HR; LONG, SP; BAKER, NR; OQUIST, G; SCHREIBER, ULEG; LECHNER, EG. 1989. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. Functional Ecology, 497-514.

BRIGHENTI, AM; DE OLIVEIRA, MF. 2011. Biologia de plantas daninhas. Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico.

CASTRO, YO; CAVALIERI, SD; SANTOS, MP; GOLYNSKI, A; NASCIMENTO, AR. 2016. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do tomate para processamento industrial e para consumo in natura. Scientific Electronic Archives. Goiás 9(5): 11-17.

COCHARD, H; COLL, L; LE ROUXX; AMÉGLIO, T. 2002. Unraveling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut. Plant physiology 128(1), 282-290.

FAOSTAT, FAO. FAOSTAT. 2020 Statistical Database.

FERREIRA, EA; DE MATOS, CDC; BARBOSA, EA; MELO CAD; DA SILVA, DV; DOS SANTOS, JB. 2015. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 58(2): 115-121.

HIRDYANI, H. 2014. Nutritional composition of Chickpea (*Cicer arietinum* L) and value added products-a review. Indian Journal of Community Health 26(2): 102-106.

HOSSEINZADEH, SR; AMIRI, H; ISMAILI, A. 2018. Evaluation of photosynthesis, physiological. and biochemical responses of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Pirouz) under water deficit stress and use of vermicompost fertilizer. Journal of integrative agriculture 17(11): 2426-2437.

KISSMANN, KG; GROTH, D. 1995. Plantas infestantes e nocivas. Tomo 3: Plantas dicotiledôneas por orden de familias: Geraniaceae a Verbenaceae (No. H60 KIS 17965). Basf.

LEMONS, JP; GALVÃO, JCC; SILVA, AA; FONTANETTI, A; CORRÊA, MLP; CECON, PR. 2012. Morfofisiologia de plantas de milho em competição com picão-preto e trapoeraba submetidas à roçada. Planta daninha 30(3): 487-496.

MANABE, PMS; DE MATOS, CDC; FERREIRA, EA; DA SILVA, AA; SEDIYAMA, T; MANABE, A; GALON, L. 2014. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. Bioscience Journal 30(6): 1721-1728.



MERGA, B; ALEMU, N. 2019. Integrated weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Cogent Food & Agriculture* 5(1): 1-18.

NOVAIS, RD; NEVES, JCL; BARROS, ND. 1991. Ensaio em ambiente controlado. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo 1: 89-253.

OLIVEIRA, PND; MATSUMOTO, SN; SILVA, DV; SANTOS, JD; DÁREDE, L; VIANA, AES. 2014. Morphological plasticity of benghal dayflower under an artificial light gradient. *Acta Scientiarum. Agronomy* 36(1): 51-56.

R CORE TEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RIBEIRO, AC. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais.

RODRIGUES, BN; PITELLI, RA; BELLINGIERI, P. A. 1995. Efeitos da calagem do solo no crescimento inicial e absorção de macronutrientes por plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). *Planta daninha* 13(2): 59-68.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MOLLER, I. M; MURPHY, A. 2017. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed Editora.

VIDAL. RA; TREZZI, MM; DE PRADO, R; RUIZ-SANTAELLA, JP; VILA-AIUB, M. 2007. Glyphosate resistant biotypes of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) and its risk analysis on glyphosate-tolerant soybeans. *Journal of Food Agriculture and Environment* 5(2): 265.