

**Ocorrência de *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) em *Vigna unguiculata* sob estresse salino**

**Occurrence of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) in *Vigna unguiculata* under salt stress**

**Presencia de *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) en *Vigna unguiculata* bajo estrés salino**

Recebido: 19/08/2020 | Revisado: 26/08/2020 | Aceito: 04/09/2020 | Publicado: 05/09/2020

**Luciana Barboza Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7127-600X>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [lubarbosabio@ufpi.edu.br](mailto:lubarbosabio@ufpi.edu.br)

**Raimundo Henrique Ferreira Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8070-7871>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [raimundoagro117@gmail.com](mailto:raimundoagro117@gmail.com)

**Lorrana Francisca Oliveira Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9226-7121>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [lorrana.agronoma.eng@hotmail.com](mailto:lorrana.agronoma.eng@hotmail.com)

**José Valdenor da Silva Junior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7763-9158>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [valdenor.jr@ufpi.edu.br](mailto:valdenor.jr@ufpi.edu.br)

**Maria Carolina Farias e Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2843-6848>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [mariacarolina\\_farias@outlook.com](mailto:mariacarolina_farias@outlook.com)

**Antônio Aécio de Carvalho Bezerra**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7681-6426>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [aecio@ufpi.edu.br](mailto:aecio@ufpi.edu.br)

**Ramilos Rodrigues de Brito**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2200-8487>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: ramilos@hotmail.com

**Bruno Ettore Pavan**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6487-5135>

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-DFTASE UNESP, Brasil

E-mail: be.pavan@unesp.br

**Resumo**

O objetivo desta foi identificar genótipos de *V. unguiculata* sob condição de estresse salino que apresentem menor infestação por *Aphis craccivora* e maior produtividade. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Alvorada, (08°22'28" Sul, 43°51'34" Oeste, altitude de 229 m), em duas safras 2017 e 2018. O plantio foi realizado no mês de agosto e a colheita no mês de novembro. As parcelas foram constituídas por níveis de condutividade elétrica (CE) 0,5; 1,75; 3,0; 4,25 e 5,50 dS m<sup>-1</sup>, e as subparcelas compostas pelos genótipos: BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BRS Imponente. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e parcelas subdivididas, com quatro repetições. A ocorrência de *A. craccivora* diferiu nas duas safras. Na primeira safra, 2017, foi registrado a maior abundância do afídeo na área, 27,15% das plantas amostradas durante todo o período de avaliação foram infestadas pelo pulgão. O genótipo BRS Guariba apresentou a menor infestação por *A. craccivora* e maior produtividade. O aumento da condutividade elétrica da solução de irrigação reduziu a área foliar e quantidade de massa seca da parte aérea dos genótipos de feijão, nas duas safras. De acordo com a análise de trilha, a ocorrência de *A. craccivora* tem correlação direta, e positiva com a variável massa seca e correlação negativa com a variável área foliar. Nas condições estudadas não foi observado efeito do estresse salino na a ocorrência e dinâmica populacional de *A. craccivora*.

**Palavras-chave:** Pulgão-Preto; Insetos-Praga; Salinidade.

**Abstract**

The objective of this study was to identify genotypes of *V. unguiculata* under salt stress conditions that present less infestation by *Aphis craccivora* and greater productivity. The experiment was carried out in the experimental area of Fazenda Alvorada, (08°22'28" South, 43°51'34" West, 229 m altitude), in two harvests 2017 and 2018. Planting took place in

August and harvesting in November. The plots were constituted by levels of electrical conductivity (CE) 0.5; 1.75; 3.0; 4.25 and 5.50 dS m<sup>-1</sup>, and the subplots composed of the genotypes: BRS Tumucumaque, BRS Guariba and BRS Imponente. The experimental design was in randomized blocks and subdivided plots, with four replications. The occurrence of *A. craccivora* differed in the two harvests. In the first harvest, 2017, the greatest abundance of aphids was recorded in the area, 27.15% of the plants sampled during the entire evaluation period were infested by the aphid. The BRS Guariba genotype showed the least infestation by *A. craccivora* and the highest productivity. The increase in the electrical conductivity of the irrigation solution reduced the leaf area and the amount of dry mass of the aerial part of the bean genotypes, in both crops. According to the trail analysis, the occurrence of *A. craccivora* has a direct and positive correlation with the dry mass variable and a negative correlation with the leaf area variable. Under the studied conditions, there was no effect of salt stress on the occurrence and population dynamics of *A. craccivora*.

**Keywords:** Black Aphid; Pest Insects; Salinity.

### Resumen

El objetivo de este estudio fue identificar genotipos de *V. unguiculata* en condiciones de estrés salino que presentan menor infestación por *Aphis craccivora* y mayor productividad. El experimento se realizó en el área experimental de Fazenda Alvorada, (08°22'28 "Sur, 43°51'34" Oeste, altitud de 229 m), en dos cosechas 2017 y 2018. La siembra se realizó en agosto y la recolección en noviembre. Las parcelas estuvieron constituidas por niveles de conductividad eléctrica (CE) 0.5; 1,75; 3,0; 4.25 y 5.50 dS m<sup>-1</sup>, y las subparcelas compuestas por los genotipos: BRS Tumucumaque, BRS Guariba y BRS Imponente. El diseño experimental fue en bloques al azar y parcelas subdivididas, con cuatro repeticiones. La ocurrencia de *A. craccivora* difirió en las dos cosechas. En la primera cosecha de 2017 se registró la mayor abundancia de pulgones en la zona, el 27,15% de las plantas muestreadas durante todo el período de evaluación fueron infestadas por pulgón. El genotipo BRS Guariba mostró la menor infestación por *A. craccivora* y la mayor productividad. El aumento de la conductividad eléctrica de la solución de riego redujo el área foliar y la cantidad de masa seca de la parte aérea de los genotipos de frijol, en ambos cultivos. Según el análisis de rastros, la ocurrencia de *A. craccivora* tiene una correlación directa y positiva con la variable masa seca y una correlación negativa con la variable área foliar. Bajo las condiciones estudiadas, no hubo efecto del estrés salino sobre la ocurrencia y dinámica poblacional de *A. craccivora*.

**Palabras clave:** Pulgón negro; Insectos plaga; Salinidad.

## 1. Introdução

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], é uma importante fonte de proteína para o consumo humano nas regiões tropicais e subtropicais no mundo (Girão Filho et al., 2019). É cultivada tanto por agricultores de subsistência, quanto por produtores de médio e grande porte que visam o mercado nacional e internacional (Sousa et al., 2019). Um dos fatores limitantes do cultivo do feijão-caupi é a infestação pelo pulgão do feijão-caupi *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), considerada uma praga chave da cultura (Huynh et al., 2015), que causa lesão direta ao sugar a seiva, e indireta, transmissão de vírus (Oliveira et al., 2012).

O controle do pulgão é realizado com inseticidas sintéticos, embora poucos compostos sejam registrados para o controle deste inseto (Agrofit, 2020). Além de aumentar o custo de produção, esses pesticidas podem causar efeitos colaterais indesejados graves, incluindo a ocorrência de populações resistentes.

O uso de plantas resistentes a insetos pode reduzir gastos com defensivos agrícolas e evitar a seleção de populações de insetos resistentes (Silva et al., 2019). Nesse sentido, há alguns estudos sobre genótipos de *V. unguiculata* resistentes a *A. craccivora* (Bandeira et al., 2015; Huynh et al., 2015; Melville et al., 2016; Renault et al., 2016).

Como um dos fatores abióticos mais comum, a salinidade do solo tem um forte impacto na sobrevivência das plantas e limita a produtividade agrícola em todo o mundo (Islam et al., 2019; Rahneshan et al., 2018; Rehman et al., 2019). Além disso, alguns estudos indicam que o estresse salino tem um impacto na resistência das plantas aos insetos. Por exemplo, o estresse salino causou o acúmulo de inibidores de proteinase, que são potentes proteínas anti-inseto, em plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) (Dombrowski, 2003). A salinidade elevada diminuiu significativamente a fecundidade do pulgão (*Acyrtosiphon gossypii*) em plantas de algodão (*Gossypium hirsutum*), isso foi sugerido devido ao aumento dos níveis de flavonóides (Wang et al., 2015). Além disso, o estresse salino reduziu a resistência de *Iris hexagona* a mineradores de folhas (*Cerodontha iridiphora*) (Schile & Mopper, 2006).

Existem registros de estudos da interação entre *A. craccivora* e *V. unguiculata*, porém, pouco se sabe sobre a dinâmica populacional desse afídeo em culturas sob estresse salino. Diante disso, o objetivo foi identificar genótipos de *V. unguiculata* sob condição de estresse salino que apresentem a menor infestação por *Aphis craccivora* e maior produtividade

## 2. Metodologia

### Localização da área experimental

O experimento foi realizado, na Fazenda experimental da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE) no período de agosto a novembro em duas safras consecutivas (2017 e 2018), em cultivo irrigado na área experimental. A fazenda fica localizada no município de Alvorada do Gurguéia-PI (08°22'28" S, 43°51'34" O, altitude de 229 m). O clima do local da região é classificado como subúmido seco (C1) (Andrade Júnior et al., 2005). A precipitação pluviométrica anual varia de 700 a 1.200 mm.

### Caracterização do solo

O solo da área experimental foi classificado, de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (Santos et al., 2013), como Neossolo Quartzarênico órtico típico. Em cada uma das safras, antes do plantio, foram coletadas amostras de solo compostas na camada de 0 a 0,20 m profundidade de cada parcela da área experimental. Após as coletas, as amostras foram levadas ao Laboratório de Solo (UFPI/CPCE), posteriormente, secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura para a caracterização físico-química, conforme metodologia do Manual de Métodos de análise de solo (Teixeira et al., 2017) (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Características físico-químicas do solo da área experimental, antes do plantio da primeira safra de cultivo. Alvorada do Gurguéia, PI. Agosto de 2017

pH		Al	Ca	Mg	SB	T	PEX	OM
---H <sub>2</sub> O---	---H+Al---	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					%	g kg <sup>-1</sup>
5,8	1,05	0,00	1,36	0,10	1,46	2,52	0,00	5,5
P	K	Na	V	m	Clay	Silt	Sand	
----- mg dm <sup>-3</sup> -----			-----%-----			----- g/kg -----		
11,42	12,15	0,00	56,4	0,0	75	14	910	

SB: Soma das Bases; T: Potencial CTC, PEX: Porcentagem de troca de sódio; MO: Matéria orgânica; V: Saturação de Base; m: Saturação por alumínio. Fonte: Autores.

**Tabela 2.** Características físico-químicas do solo da área experimental, antes do plantio da segunda safra de cultivo. Alvorada do Gurguéia, PI. Agosto de 2018.

Electrical conductivity <sup>1</sup>	pH		Al	Ca	Mg	SB	T	PEX	OM
	--H <sub>2</sub> O--	-H+Al-							
0,01	6,3	1,33	0,00	1,66	0,12	1,82	3,15	0,40	5,6
1,41	5,4	1,05	0,00	1,63	0,12	1,93	2,98	5,13	5,4
2,81	6,1	1,26	0,00	1,62	0,12	2,04	3,30	8,11	5,7
4,21	6,2	0,96	0,00	1,60	0,13	2,15	3,11	12,68	5,6
5,61	6,1	1,14	0,00	1,59	0,12	2,32	3,46	16,83	5,7

Electrical conductivity <sup>1</sup>	P	K	Na	V	M	Clay	Silt	Sand
	mg dm <sup>-3</sup>			%		g/kg		
0,01	11,05	11,03	2,90	57,8	0,0	76	13	910
1,41	11,18	11,07	35,14	64,8	0,0	77	11	911
2,81	11,70	11,30	61,45	61,8	0,0	74	17	908
4,21	10,95	10,58	90,76	69,1	0,0	76	11	912
5,61	11,43	10,94	133,96	67,1	0,0	71	18	910

<sup>1</sup>: dS m<sup>-1</sup>; SB: Soma das Bases; T: Potential CTC, PEX: Porcentagem de troca de Sódio; MO: Matéria Orgânica; V: Saturação de Base; m: Saturação por alumínio. Fonte: Autores.

### Genótipos de *Vigna unguiculata* utilizadas

Foram utilizados três genótipos de feijão-caupi (Tabela 3) oriundas do banco de germoplasma do programa de melhoramento da Embrapa Meio-Norte.

**Tabela 3.** Caracterização dos três genótipos de feijão-caupi utilizadas no experimento. Alvorada do Gurguéia, PI. Agosto de, 2017 e 2018.

Genótipos	BRS Tumucumaque	BRS Guariba	BRS Imponente
Classe	Branco	Branco	Branco
Ciclo (Dias)	67-70	65-70	65-70
Altura da Planta	Semiereto	Semiereto	Semiereto
Massa de 100 gramas (g)	19,5	19,5	34,4
Media de Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	1,100*	1,475**	1,027***

\* - Médias Norte, Nordeste e Centro-Oeste; \*\* - Média Piauí, cultivo de sequeiro; \*\*\* - Em condições experimentais e sob irrigação (EMBRAPA, 2020). Fonte: Autores.

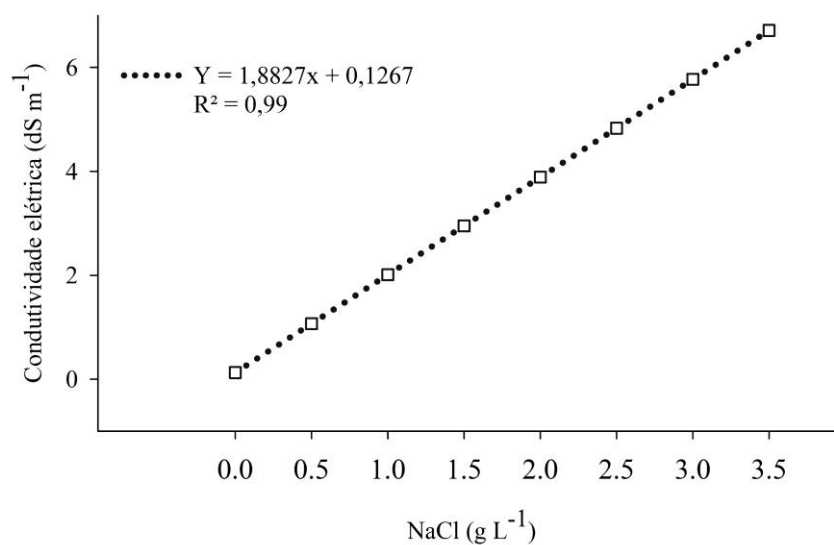
### Condições Experimentais

A área total do experimento foi de 1.350 m<sup>2</sup> (45 m x 30 m). Subparcelas (genótipos de feijão-caupi) com dimensões de 3 x 6 m, totalizando uma área de 18 m<sup>2</sup> e área útil de 10 m<sup>2</sup> (2 x 5 m). As sementeiras foram realizadas manualmente nas duas safras consecutivas, no dia 15 de agosto de 2017 e dia 25 de agosto de 2018, sendo distribuídas duas sementes por cova, com desbaste aos 15 dias após a sementeira. O espaçamento adotado foi de 0,50 m entre fileiras e 0,10 m entre plantas, com população de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

### Preparo da solução da fertirrigação

No preparo da solução para fertirrigação, foi adicionado NaCl à água de baixa salinidade. O nível de salinidade em ( $\text{dS m}^{-1}$ ) foi mensurado a partir da condutividade elétrica da água por meio de condutímetro, determinado a partir da curva de salinidade e assim estimado o valor em gramas de NaCl referente ao nível de condutividade elétrica (Figura 1).

**Figura 1.** Curva de condutividade elétrica. Alvorada do Gurguéia, PI. 2017 e 2018.



Fonte. Autores.

### Manejo da irrigação

Os experimentos foram conduzidos com um sistema de irrigação por gotejamento superficial. Antes do plantio, o solo foi irrigado até atingir sua capacidade de campo. O manejo da irrigação foi efetuado usando a evapotranspiração de referência ( $ETo$ ) e coeficiente de cultivo ( $Kc$ ). A  $ETo$  foi estimada pelo método de Penman-Monteith (Andrade Júnior et al., 2005). O  $Kc$  seguiu os recomendados para os diferentes estádios fenológicos da cultura (Bastos et al., 2008). O turno de rega foi diário, com a reposição de 100% da evapotranspiração da cultura ( $ETc$ ).

### **Amostragem populacional de *Aphis craccivora***

O registro da ocorrência de *A. craccivora* foi realizado a cada 7 dias, tendo início quando as plantas estavam no estágio V3 cerca de 20 dias após a emergência (DAE). Aleatoriamente, foram amostradas 20 plantas por subparcela, quantificando o número de plantas infestadas com pulgões (Moraes & Bleicher, 2007). Posteriormente foi feita a coleta dos insetos e levados ao laboratório para identificação. No laboratório os afídeos foram identificados a nível de espécie, de acordo com a identificação taxonômica elaborada por Pereira et al. (2010).

### **Análises da massa seca, área foliar e produtividade**

Aos 20 (V3) e 25 DAE (V6) foram avaliados os caracteres: massa seca da parte aérea (MSPA, em g) e área foliar (AF, em cm<sup>2</sup>). A área foliar foi determinada pelo método do disco utilizando-se um perfurador com a área de 6,26 cm<sup>2</sup>, foram destacados 10 discos foliares por planta, de acordo com a metodologia proposta por (Souza et al., 2012). Em seguida os discos foliares e o restante da parte aérea da planta foram acondicionados separadamente em sacos de papel, colocadas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C por 72 horas. Após o período de secagem, as amostras (discos foliares, folhas e caule), foram pesadas em balança analítica (0,001 g). A massa seca da parte aérea foi obtida pelo somatório das massas obtidas nas amostras descritas anteriormente. A área foliar foi estimada através da área conhecida dos discos foliares destacados, do peso dos mesmos e do peso da folha, utilizando a fórmula ( $AF = PF \times AD/PD$ , onde: AF é a área foliar estimada pelo método; PF é a massa fresca da folha; AD é a área conhecida do disco retirado da folha (6,26 cm<sup>2</sup>); e PD é a massa fresca dos discos) (Lucena et al., 2011).

A altura e o diâmetro das plantas foram avaliados semanalmente, com uma régua e um paquímetro digital, respectivamente. Aos 71 DAE (R5) foi avaliado a produtividade (kg.ha<sup>1</sup>) correspondendo ao total de grãos produzidos na área útil da subparcela (Souza et al., 2012).

### **Delineamento experimental e Análises estatística**

As parcelas foram formadas pelos diferentes níveis de condutividade elétrica (CE) e os genótipos constituíram as subparcelas. As condutividades elétricas utilizadas foram: 0,01; 1,41; 2,81; 4,21 e 5,61 dS m<sup>-1</sup>. As subparcelas foram compostas por três genótipos (G) de



feijão-caupi: BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BRS Imponente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições, com 15 tratamentos (5 condutividades elétricas x 3 genótipos).

Os dados foram submetidos a análise de variância individual de cada safra, considerando fatorial triplo em esquema de parcelas sub-sub-divididas (Condutividades elétricas x Genótipos x Incidência de pulgão). Constatada as homogeneidades de variâncias residuais realizou-se análise conjunta, utilizando os dados referentes as duas safras.

Para a análise conjunta procedeu-se com análise de agrupamento de experimentos em fatorial duplo em esquema de parcelas subdivididas. Após as constatações de significâncias pelo teste F procedeu-se com teste de médias para os desdobramentos e comparou-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SAS em todas análises estáticas (SAS, 2014).

Todas as variáveis analisadas foram submetidas a análise de correlação simples e posteriormente procedeu-se com os desdobramentos das correlações diretas e indiretas pela análise de trilha tomando como variável principal a ocorrência de *Aphis craccivora* nos genótipos de feijão-cupi e como secundárias as variáveis diâmetro do caule, altura da planta, massa seca parte aérea, área foliar e produtividade. As análises de correlações e trilha foram efetuadas no programa GENES (Cruz, 2013).

### 3. Resultados e Discussão

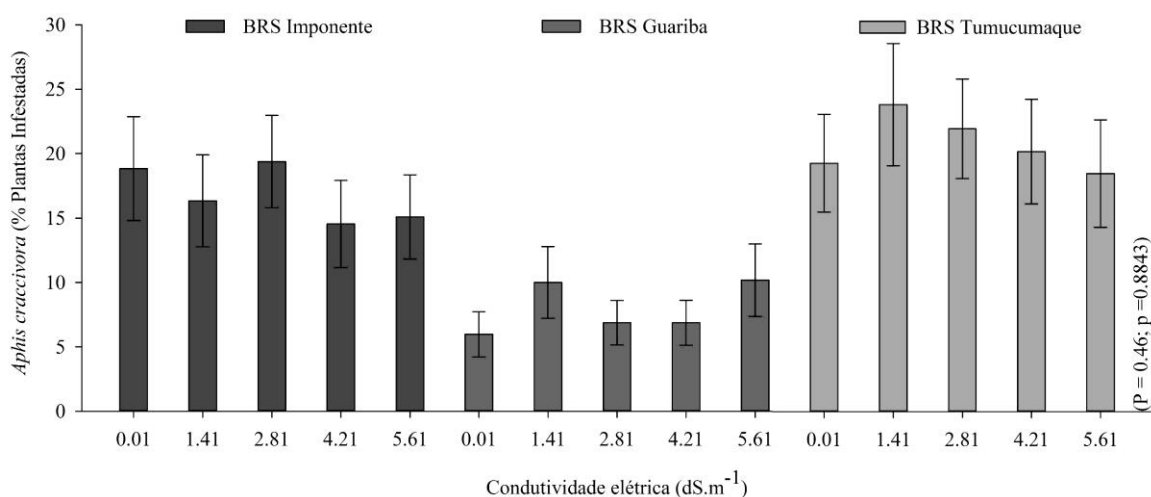
Pode-se observa que não houve efeito dos níveis de condutividade elétrica na flutuação populacional de *Aphis craccivora* ao longo do ciclo da cultura nas duas safras avaliadas, dentro das condições estudadas (Tabela 4 e Figura 2). Os efeitos interativos entre água no solo, e salinidade ainda são escassos de informações na literatura (Ma et al., 2016). Esperava-se obter alteração na flutuação e densidade populacional dos insetos com o aumento da condutividade elétrica, pois mudanças nas condições abióticas do solo alteram o perfil nutricional e a defesa das plantas.

**Tabela 4.** Incidência de *Aphis craccivora* nos genótipos de *Vigna unguiculata*: BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BRS Imponente, cultivados sob cinco níveis de condutividade elétrica em duas safras.

Fontes de variação	DF	Safra I	Safra II	Conjunta		
		Quadrados médios	Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
Bloco (B)	3	3,66	1,90	Bloco/Safra	6	2,78
EC	4	2,23 <sup>ns</sup>	2,56 <sup>ns</sup>	Genótipos G	2	116,2**
Erro A	12	3,05	1,89	Erro A	12	8,89
Genótipos G	2	198,30**	1,36 <sup>ns</sup>	Safras (S)	1	1542**
CE x G	8	5,31 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	Dias (D)	6	210,9**
Erro B	30	11,65	0,92	S x C	2	83,49**
Dias (D)	6	330,43**	37,57**	S x D	6	157,1**
EC x D	24	3,08 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	C x D	12	10,24**
D x Ct	12	17,59**	0,61 <sup>ns</sup>	S x G x D	12	7,96**
EC x Ct x D	48	2,10 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	Erro B	780	2,38
Erro C	270	3,22	1,27	CV <sub>a</sub> %		101,45
CV%		41,79	71,23	CV <sub>b</sub> %		52,48
Média		4,293	1,58	Média		2,94

GL: Graus de Liberdade; CE: Condutividade Elétrica; G: Genótipos; ns: Não Significativo \*,\*\* Significativo a 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente. Fonte: Autores.

**Figura 2.** Percentual de Plantas colonizadas por *Aphis craccivora* nos genótipos de *Vigna unguiculata*: BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BRS Imponente (safra 2017 e 2018), irrigados com água em cinco níveis de condutividade elétrica.



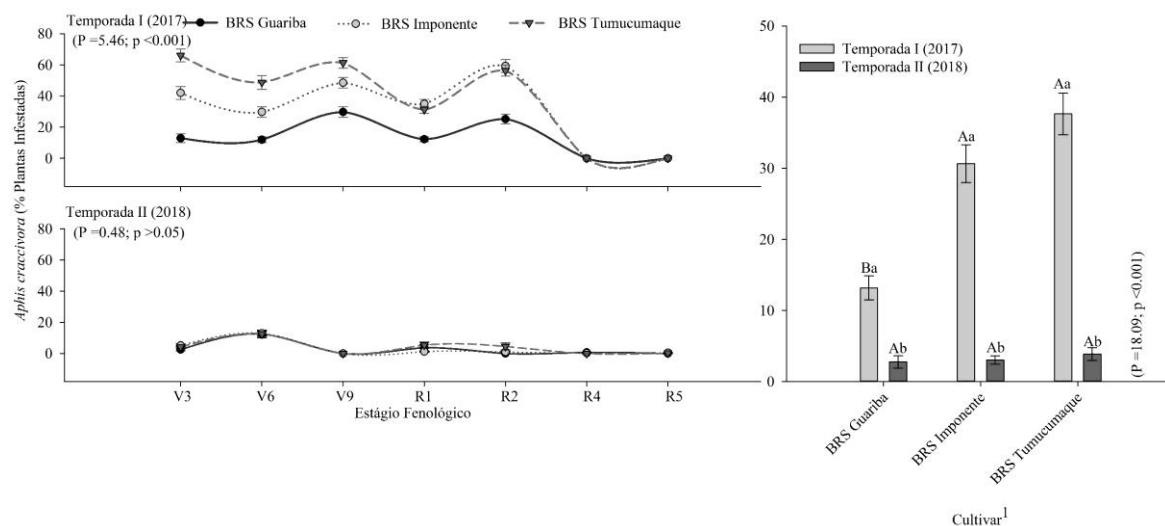
Fonte: Autores.

O estresse salino, pode provocar alterações bioquímicas nas plantas, que resulta na alteração dos voláteis produzidos (Valifard et al., 2014), e estes são pistas químicas,

responsáveis por atrair (Jaba et al., 2010), ou repelir os afídeos (Diabate et al., 2019). No ambiente natural, muitas espécies de plantas têm desenvolvido tolerância a alta salinidade. A quantidade e a qualidade da água disponível, impactam no segundo (Han et al., 2014), e terceiro nível trófico (Dong et al., 2018; Han, Bearez, et al., 2015; Han, Dong, et al., 2015). O vigor das plantas sob condições de estresses alteram os traços biológicos de insetos mastigadores (Han et al., 2019). Entretanto, no presente estudo, não foi observado efeito do estresse por salinidade sobre o sugador *A. craccivora*.

Na safra de 2017 foi registada a maior densidade de *A. craccivora* em plantas de feijão-caupi em relação à safra de 2018 (Figura 3). Na safra de 2018, a infestação por *A. craccivora* nos diferentes genótipos foi baixa, com no máximo 15% de plantas colonizadas em V6. A menor ocorrência dos Afídeos na segunda safra, provavelmente está relacionado aos aspectos da sazonalidade da praga. Sendo que o habito migratório da espécie apresenta ligação com as características biológicas, condições climáticas e disponibilidade de alimento (Gutierrez et al., 1974).

**Figura 3.** Flutuação populacional de *Aphis craccivora* nos genótipos de *Vigna unguiculata*: BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BRS Imponente (safras 2017 e 2018) em Alvorada-PI. <sup>1</sup>Medias seguidas por mesma letra, minúscula entre os genótipos da mesma safra, e maiúscula entre as safras para cada genótipos não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).



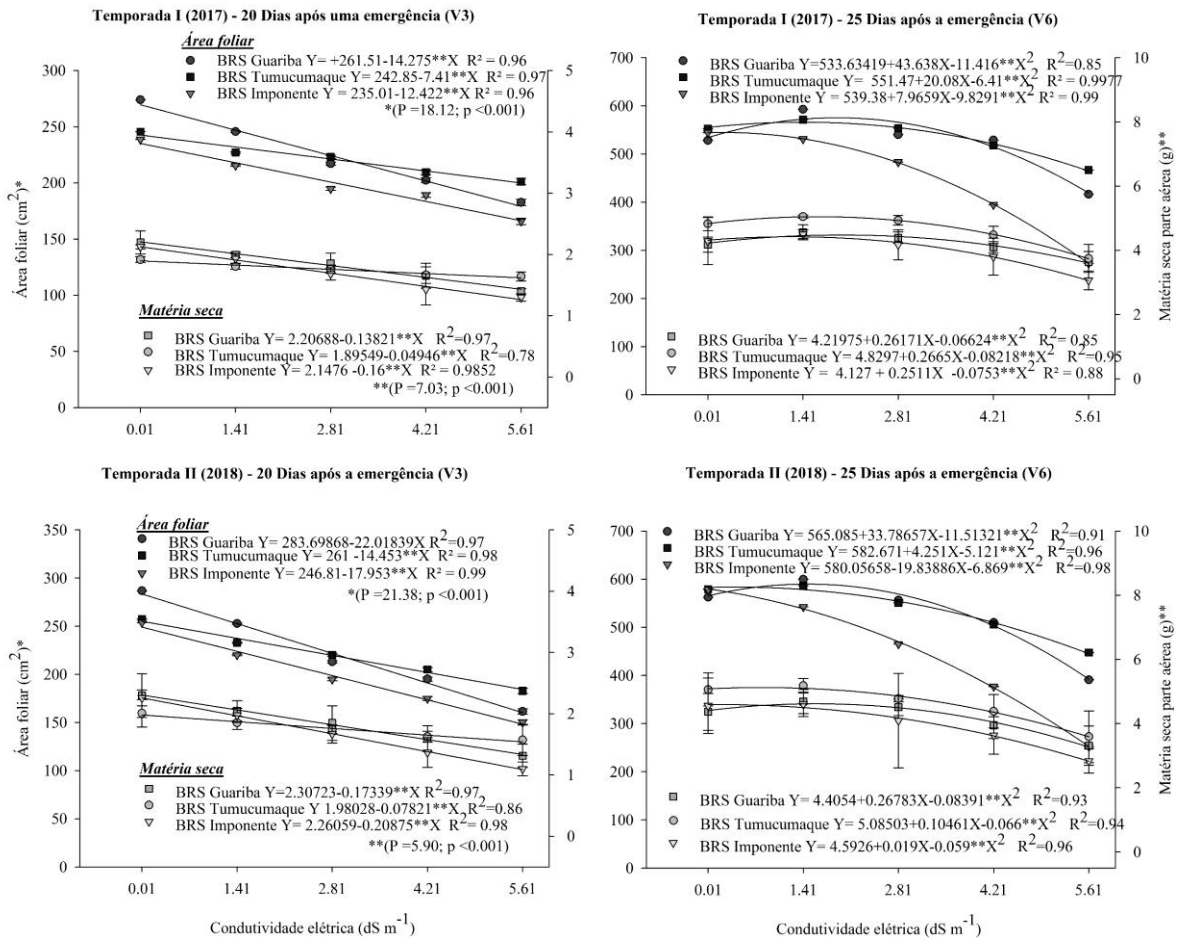
Fonte: Autores.

Dentre os genótipos utilizados, o BRS Guariba apresentou o menor percentual de infestação (Figura 3). Renault *et al.* (2016), constaram que os afídeos adultos apresentaram

uma menor preferência pelo genótipo BRS Guariba (Antixenose), e observaram uma redução na taxa reprodução dos organismos que colonizaram plantas desse genótipo. A qualidade nutricional do hospedeiro conciliada com a presença de toxinas, metabólitos secundários, podem afetar a taxa de reprodução dos afídeos, e retardar a colonização do hospedeiro (Fernandes et al., 2001).

Pôde-se constatar que o aumento da condutividade elétrica da solução de irrigação reduziu de modo linear a área foliar e quantidade de massa seca da parte aérea para as duas safras das plantas de feijão em V3 (Figura 4). Aos 25 dias após a emergência, em V6, o padrão de redução da área foliar e massa seca foi ajustada ao modelo quadrático considerando as mesmas variáveis, em que a genótipo BRS Imponente apresentou uma maior sensibilidade ao aumento da condutividade elétrica da solução (Figura 4). No estudo conduzidos por Rahnesan; Nasibi; Moghadam (2018) e Rehman et al. (2019), observaram que em condição de estresse salino, ocorreu diminuição da área foliar, aumento da espessura e succulência foliar, abscisão das folhas, necrose da raiz e parte aérea e diminuição do comprimento dos internódios.

**Figura 4.** Área foliar e massa seca dos genótipos de *Vigna unguiculata* submetido a cinco níveis de condutividade elétrica, aos 20 e 25 dias após a emergência, para as safras de 2017 e 2018 em Alvorada do Gurguéia-PI.

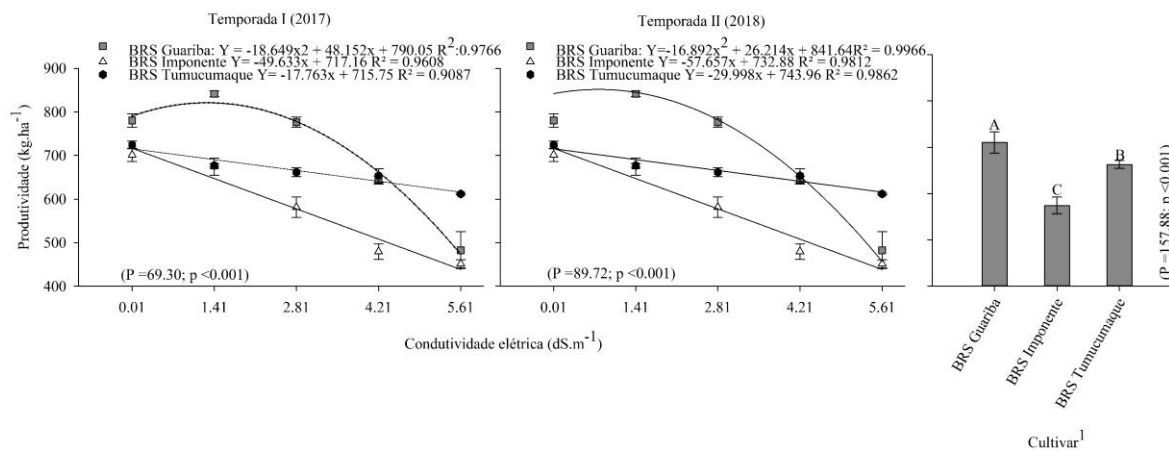


Fonte: Autores.

A redução na matéria seca e área foliar está relacionada a menor absorção de água e nutrientes pelas plantas. Plantas em que ambientes com níveis altos de condutividade elétrica podem apresentar danos na cadeia transportadora de elétrons resultam na produção de espécies reativas de oxigênio (Ahanger et al., 2017), causando danos oxidativos à membranas, proteínas e ácidos nucleicos. Segundo Taiz et al. (2017), as plantas respondem à salinidade com modificações anatômicas e morfológicas, como a redução do crescimento, da matéria seca e da área foliar, pois, os sais presentes na solução podem inibir o crescimento das plantas em recorrência da redução do potencial osmótico, promovendo alterações no potencial hídrico no sistema solo-planta-atmosfera, que reduz a capacidade de a planta absorver a solução do solo (água e nutrientes).

Verificou-se no genótipo BRS Imponente elevada sensibilidade aos níveis de condutividade elétrica utilizados; notou-se no genótipo BRS Tumucumaque uma queda sutil dos valores de produtividade em função do aumento da condutividade elétrica. O genótipo BRS Guariba manteve uma produtividade constante até 2.81 dS m<sup>-1</sup>, quando foi observada uma redução brusca na produção (Figura 5). Os resultados obtidos para todos os genótipos são semelhantes aos constatados por outros autores (Islam et al., 2019).

**Figura 5.** Produtividade de genótipos de *Vigna unguiculata* submetido a níveis de condutividade elétrica, para as safras de 2017 e 2018 em Alvorada do Gurguéia-PI. <sup>1</sup>Medias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).



Fonte: Autores.

O genótipo BRS Guariba apresentou a maior produtividade (Figura 5). As produtividades difeririam entre os genótipos de feijão-caupi e este comportamento se repetiu nas duas safras para os mesmos genótipos. O feijão caupi é considerado uma espécie moderadamente tolerante à salinidade da água de irrigação, o limiar máximo de condutividade elétrica, sem redução na produtividade, é estimado em 3,3 dS m<sup>-1</sup>, (De Andrade et al., 2019).

Os coeficientes de correlações Pearson para as variáveis de rendimento e crescimento das plantas associados a ocorrência de *A. craccivora*, foram classificados de fracos a moderados. No entanto quando feito a análise de trilha (Tabela 5), a ocorrência de *A. craccivora* tem correlação direta, forte e positiva com a variável massa seca e correlação negativa com a variável área foliar. Os pulgões normalmente alimentam-se das folhas novas e brotos, injetando toxinas nas plantas, que resultam no sintoma denominado “encarquilhamento”, que pode resultar em uma menor área foliar e maior massa, como observado nos resultados obtidos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Análise de trilha, com efeitos diretos (diagonal principal) e indiretos (colunas) das variáveis de crescimento e rendimento sobre a ocorrência de *Aphis craccivora* nos genótipos de feijão-cupi.

Associação <sup>1</sup>	Diâmetro	Altura	Massa Seca	Área Foliar	Produtividade
Diâmetro	(0.20)	-0.04	0.08	0.07	0.13
Altura	0.06	(-0.35)	-0.23	-0.25	-0.09
Massa Seca	0.47	0.72	(1.13)	1.06	0.52
Área Foliar	-0.33	-0.65	-0.86	(-0.92)	-0.44
Produtividade	-0.21	-0.09	-0.15	-0.16	(-0.33)
Coeficiente de determinação					0.41
Efeito da variável residual					0.77

<sup>1</sup> Coeficientes de rastreamento com colinearidade. Fonte: Autores.

Os impactos da salinidade nas interações solo-planta-pulgão ainda são difíceis de prever. Porém, sabe-se que a fisiologia das plantas é modificada durante estresses abióticos e tem consequências positivas, negativas ou neutras no desempenho dos afídeos.

Este estudo prevê que em solos com níveis altos de condutividade elétrica o crescimento e a produtividade de plantas de feijão-caupi podem ser afetados, aconselhando-se o uso de genótipos tolerantes. Essa premissa deve ser considerada em programas de manejo pois com a redução da produtividade deve-se ajustar o nível de controle, à medida que a incidência de *A. craccivora* não sofreu influência do estresse abiótico aplicado. Desse modo o presente estudo fornece informações relevantes sobre a ocorrência de *A. craccivora* em genótipos de feijão-caupi sobre condições de estresse abiótico.

#### 4. Considerações Finais

O estresse salino não afeta a flutuação populacional de *Aphis craccivora*. Houve redução na densidade de pulgão na segunda safra avaliada. O genótipo BRS Guariba apresenta uma menor infestação por *Aphis craccivora* e a maior produtividade nas condições estudadas.

#### Agradecimentos

Agradecimentos a Universidade Federal do Piauí, por disponibilidades de bolsas de iniciação científica e infraestrutura. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI, pelo suporte financeiro, bolsas à Pós-Graduação.

## Referências

- Agrofit, A. G. R. O. F. I. T. (2020). *Sistema de agrotóxicos fitossanitários*. Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Recuperado de [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)
- Ahanger, M. A., Tomar, N. S., Tittal, M., Argal, S., & Agarwal, R. M. (2017). Plant growth under water/salt stress: ROS production; antioxidants and significance of added potassium under such conditions. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 23(4), 731–744. <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0462-7>
- Andrade Júnior, A. S., Bastos, E. A., Barros, A. H. C., da Silva, C. O., & Gomes, A. A. N. (2005). Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos 1 Climatic classification and semiarid zone regionalization of the Piauí State , Brazil , Material e Métodos. *Revista Ciência Agronômica*, 36(2), 143–151.
- Bandeira, H. F. da S., Lima, A. C. S., Strucker, A., Trassato, L. B., & Dionisio, L. F. S. (2015). Preferência do pulgão-preto e da cigarrinha-verde em diferentes genótipos de feijão-caupi em Roraima. *Revista Agro@mbiente On-Line*, 9(1), 81–87. <https://doi.org/10.5327/z1982-8470201500011998>
- Bastos, E. A., Ferreira, V. M., Silva, C. R. da, & Andrade Júnior, A. S. de. (2008). Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no Vale do Gurguéia, Piauí. *Irriga*, 13(2), 182–190. <https://doi.org/10.15809/irriga.2008v13n2p182-190>
- Cruz, C. D. (2013). GENES - Software para análise de dados em estatística experimental e em genética quantitativa. *Acta Scientiarum Agronomy*, 35(3), 271–276. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>
- De Andrade, J. R., De Oliveira Maia, S., Da Silva Barbosa, J. W., De Alencar, A. E. V., Jovino, R. S., & Do Nascimento, R. (2019). Chlorophyll fluorescence as a tool to select salinity-tolerant cowpea genotypes. *Comunicata Scientiae*, 10(2), 319–324. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i2.3012>



Diabate, S., Deletre, E., Murungi, L. K., Fiaboe, K. K. M., Wesonga, J., & Martin, T. (2019). Behavioural response of alate *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) to volatiles from different cowpea cultivars. *Journal of Applied Entomology*, 143(6), 659–669. <https://doi.org/10.1111/jen.12633>

Dombrowski, J. E. (2003). Salt stress activation of wound-related genes in tomato plants. *Plant Physiology*, 132(4), 2098–2107. <https://doi.org/10.1104/pp.102.019927>

Dong, Y. C., Han, P., Niu, C. Y., Zappalà, L., Amiens-Desneux, E., Bearez, P., Lavoit, A. V., Biondi, A., & Desneux, N. (2018). Nitrogen and water inputs to tomato plant do not trigger bottom-up effects on a leafminer parasitoid through host and non-host exposures. *Pest Management Science*, 74(3), 516–522. <https://doi.org/10.1002/ps.4750>

EMBRAPA. (2020). *Catálogo de cultivares de feijão-caupi*. EMBRAPA Meio Norte. <https://doi.org/https://www.embrapa.br/documents/1354386/12356221/catalogo+caupi+3005/289c9228-6d9b-44d8-82db-0fb084633801>

Fernandes, A. M. V., Farias, Â. M. I., Soares, M. M. M., & Vasconcelos, S. D. (2001). Desenvolvimento do Pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em Três Cultivares do Algodão Herbáceo *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch. *Neotropical Entomology*, 30(3), 467–470. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300021>

Girão Filho, J. E., Pádua, L. E. de M., Portela, G. L. F., Sousa, F. de M., & Silva, J. D. da C. (2019). Thermal requirements, life expectancy and fertility tables of *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) in *Vigna unguiculata* (Fabales: Fabaceae) under laboratory conditions. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 86, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000142018>

Gutierrez, A. P., Nix, H. A., Havenstein, D. E., & Moore, P. A. (1974). The Ecology of *Aphis craccivora* Koch and Subterranean Clover Stunt Virus in South-East Australia. III. A Regional Perspective of the Phenology and Migration of the Cowpea Aphid. *The Journal of Applied Ecology*, 11(1), 21. <https://doi.org/10.2307/2402002>

Han, P., Bearez, P., Adamowicz, S., Lavoit, A. V., Amiens-Desneux, E., & Desneux, N.

(2015). Nitrogen and water limitations in tomato plants trigger negative bottom-up effects on the omnivorous predator *Macrolophus pygmaeus*. *Journal of Pest Science*, 88(4), 685–691. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0662-2>

Han, P., Desneux, N., Becker, C., Larbat, R., Le Bot, J., Adamowicz, S., Zhang, J., & Lavoit, A. V. (2019). Bottom-up effects of irrigation, fertilization and plant resistance on *Tuta absoluta*: implications for Integrated Pest Management. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1359–1370. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1066-x>

Han, P., Dong, Y., Lavoit, A. V., Adamowicz, S., Bearez, P., Wajnberg, E., & Desneux, N. (2015). Effect of plant nitrogen and water status on the foraging behavior and fitness of an omnivorous arthropod. *Ecology and Evolution*, 5(23), 5468–5477. <https://doi.org/10.1002/ece3.1788>

Han, P., Lavoit, A. V., Le Bot, J., Amiens-Desneux, E., & Desneux, N. (2014). Nitrogen and water availability to tomato plants triggers bottom-up effects on the leafminer *Tuta absoluta*. *Scientific Reports*, 4, 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep04455>

Huynh, B. L., Ehlers, J. D., Ndeve, A., Wanamaker, S., Lucas, M. R., Close, T. J., & Roberts, P. A. (2015). Genetic mapping and legume synteny of aphid resistance in African cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown in California. *Molecular Breeding*, 35(1). <https://doi.org/10.1007/s11032-015-0254-0>

Islam, M. M., Haque, M. S., & Sarwar, A. G. (2019). Salt tolerance of cowpea genotypes during seed germination and seedling growth. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 17(1), 39–44. <https://doi.org/10.3329/jbau.v17i1.40661>

Jaba, J., Haseena, B., Tripathy, S., Hosamani, A. C., & Amaresh, Y. S. (2010). Olfactory response of cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch, to host odours and population of conspecifics. *Journal of Biopesticides*, 3(1 SPEC.ISSUE), 405–407.

Lucena, R. R. M., de Vasconcelos Batista, T. M., Dombroski, J. L. D., Lopes, W. de A. R., & de Oliveira Rodrigues, G. S. (2011). Medição de área foliar de aceroleira. *Revista Caatinga*, 24(2), 40–45.

Ma, T., Zeng, W., Li, Q., Wu, J., & Huang, J. (2016). Effects of water, salt and nitrogen stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) at different growth stages. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(4), 1024–1037. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162016005000075>

Melville, C. C., Lima, A. C. S., Morais, E. G. F. de, & Oliveira, N. T. de. (2016). Preferência do pulgão-preto, *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), a genótipos de feijão-caupi. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, 10(2), 153. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i2.3042>

Moraes, J. G. L., & Bleicher, E. (2007). Preferência do pulgão-preto, *Aphis craccivora* Koch, a diferentes genótipos de feijão-decorda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Ciencia Rural*, 37(6), 1554–1557. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000600008>

Oliveira, C. R. R., Filho, F. R. F., Nogueira, M. do S. da R., Barros, G. B., Eiras, M., Ribeiro, V. Q., & Lopes, Â. C. de A. (2012). Reação de genótipos de feijão-caupi revela resistência às coinfeções pelo cucumber mosaic virus, cowpea aphid-borne mosaic virus e cowpeasevere mosaic virus. *Bragantia*, 71(1), 59–66. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052012005000007>

Pereira, P. R. V. da S., Salvadori, J. R., & Lau, D. (2010). Cereais de inverno: principais insetos-praga. *Embrapa Trigo-Capítulo Em Livro Científico (ALICE)*.

Rahnesan, Z., Nasibi, F., & Moghadam, A. A. (2018). Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 73–82. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1424355>

Rehman, S., Abbas, G., Shahid, M., Saqib, M., Umer Farooq, A. B., Hussain, M., Murtaza, B., Amjad, M., Naeem, M. A., & Farooq, A. (2019). Effect of salinity on cadmium tolerance, ionic homeostasis and oxidative stress responses in conocarpus exposed to cadmium stress: Implications for phytoremediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 171(December 2018), 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.12.077>

Renault, S., Wolfe, S., Markham, J., & Avila-Sakar, G. (2016). Increased resistance to a

generalist herbivore in a salinity-stressed non-halophytic plant. *AoB PLANTS*, 8.

<https://doi.org/10.1093/aobpla/plw028>

Santos et al, H. G. dos. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (3rd ed.).

Embrapa.

SAS. (2014). *SAS® University edition: Installation guide for windows*. SAS Institute Inc Cary.

Schile, L., & Mopper, S. (2006). The deleterious effects of salinity stress on leafminers and their freshwater host. *Ecological Entomology*, 31(4), 345–351. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2006.00799.x>

Silva, L. C., Nere, D. R., Bleicher, E., Tavares, E. J. M., & Barbosa, A. V. C. (2019).

Preferences and demographic parameters of cowpea aphid on advanced lines of semiprostrate cowpea. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2019.V54.00230>

Sousa, A., A, K. K., P, N. N., S, P. H., & Entomologist, S. F. (2019). Diversity, Seasonality, and Egg Parasitism of Hemipteran (Coreidae and Pentatomidae) from a Cowpea Crop in Northeastern Brazil. *Florida Entomologist*, 102(1), 29. <https://doi.org/10.1653/024.102.0105>

Souza, M. S. de, Alves, S. S. V., Dombroski, J. L. D., Freitas, J. D. B. de, & Aroucha, E. M. M. (2012). Comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(2), 241–245. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000200016>

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. max, & Murphy, A. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal Diversidade vegetal. In *Porto Alegre: Artmed: Vol. 6 ed.*

Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. (2017). *Manual de métodos de análise de solo*. Embrapa.

Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B., & Rowshan, V. (2014). Effects of salt stress

on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii*.  
*South African Journal of Botany*, 93, 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.04.002>

Wang, Q., Eneji, A. E., Kong, X., Wang, K., & Dong, H. (2015). Salt stress effects on secondary metabolites of cotton in relation to gene expression responsible for aphid development. *PLoS ONE*, 10(6), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129541>

### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Luciana Barboza Silva – 22,7%  
Orientadora do trabalho manejo de insetos e escrita do artigo

Raimundo Henrique Ferreira Rodrigues – 22,7%  
Coleta semanal dos insetos e escrita do artigo

Lorrana Francisca Oliveira Almeida – 9,09%  
Coleta semanal dos insetos e escrita do artigo

José Valdenor da Silva Junior – 9,09%  
Montagem do experimento de Salinidade e escrita do artigo

Maria Carolina Farias e Silva – 9,09%  
Montagem do experimento de Salinidade e escrita do artigo

Antônio Aécio de Carvalho Bezerra – 9,09%  
Montagem do experimento de Salinidade e escrita do artigo

Ramilos Rodrigues de Brito – 9,09%  
Montagem do experimento de Salinidade e escrita do artigo

Bruno Ettore Pavan – 4,55%  
Análises estatísticas e escrita do artigo