



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA  
DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE  
DE PLANTAS**

CAIO VINÍCIUS ALECRIM SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

Março/2019  
BRASÍLIA-DF



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA  
DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE  
DE PLANTAS**

CAIO VINÍCIUS ALECRIM SOUZA

ORIENTADOR: WARLEY MARCOS NASCIMENTO, Ph.D

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

Março/2019  
BRASÍLIA-DF



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

## **CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS**

CAIO VINÍCIUS ALECRIM SOUZA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE/DOCTOR EM AGRONOMIA.**

APROVADO POR:

---

WARLEY MARCOS NASCIMENTO, PhD Embrapa Hortaliças  
(Orientador) /e-mail: warley.nascimento@embrapa.br

---

RICARDO CARMONA, (Examinador Interno) /e-mail: rcarmona@unb.br

---

PATRÍCIA PEREIRA DA SILVA, Dra. (Examinador Externo) / PNPB Embrapa  
Hortaliças /e-mail: patricia.pereira@colaborador.embrapa.br

Março/2019  
BRASÍLIA-DF

## FICHA CATALOGRÁFICA

SS0729a Souza, Caio Vinícius Alecrim  
Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico em função da densidade de plantas. / Caio Vinícius Alecrim Souza; orientador Warley Marcos Nascimento. - Brasília, 2019. 43f.:il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. *Cicer arietinum* L. 2. Arranjo populacional. 3. Vigor de sementes I. Nascimento, W.M., orient. II. Título.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, C.V.A. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico em função da densidade de plantas. 2019, 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2019.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Caio Vinícius Alecrim Souza

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico em função da densidade de plantas.

GRAU: Mestre ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

---

Caio Vinícius Alecrim Souza

E-mail: caioviniciusalecrimsouza@gmail.com.

End.: Col. Agr. Samambaia, Setor Gemétris, Chác. 05, Lote 12A, Vicente-Pires-DF.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Ronaldo e Iris Aparecida, por todo amor, cuidado e apoio.

À minha namorada, por todo amor, compreensão e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida, saúde, oportunidades, conquistas e dificuldades que me fortalecem a cada dia.

A toda minha família, em especial meus pais, meu irmão e meus avós que são meu alicerce.

À Universidade de Brasília pela oportunidade.

Aos professores do programa de pós-graduação em Agronomia da UnB pela contribuição na minha formação.

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Hortaliças por todo apoio e compreensão.

À minha amiga Patrícia de J. Santos e sua equipe por me salvarem.

Ao Dr. Ricardo Carmona e Dra. Patrícia Pereira pelo aceite ao convite para composição da banca examinadora.

## Sumário

Resumo .....	i
Abstract .....	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO E HIPOTÉSES .....	3
2.1. Objetivo geral .....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
2.3. Hipóteses.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1. Origem e distribuição do grão-de-bico .....	4
3.2. Exigências climáticas do grão-de-bico.....	4
3.3. Classificação e descrição botânica do grão-de-bico.....	5
3.4. Importância econômica do grão-de-bico.....	7
3.5. Densidade de plantas.....	8
3.6. Qualidade fisiológica de sementes.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
4.1. Área experimental, condições climáticas e edáficas.....	13
4.3. Genótipos utilizados no experimento .....	14
4.4. Delineamento experimental e análise estatística.....	14
4.5. Características do solo e condições de semeadura .....	14
4.6. Manejo das práticas culturais .....	15
4.7. Colheita.....	15
4.8. Avaliações das características agronômicas.....	16
4.8.1. Características agronômicas iniciais .....	16
4.8.2. Características agronômicas finais.....	16
4.9. Avaliações da qualidade fisiológica de sementes.....	18
4.9.1. Teste padrão de germinação (G) com e sem tratamento de sementes .....	18
4.9.2. Primeira contagem da germinação com e sem tratamento de sementes (PC).....	18
4.9.3. Teste condutividade elétrica (CE).....	19
4.9.4. Emergência das plântulas em campo (EC).....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1. Características agronômicas .....	20
5.2. Qualidade fisiológica das sementes.....	27
6. CONCLUSÕES.....	32
7. REFERÊNCIAS .....	33

## Resumo

O experimento teve como objetivo avaliar a resposta das plantas submetidas a diferentes densidades sobre as características agronômicas e qualidade fisiológica das sementes de dois genótipos de grão-de-bico. O experimento foi desenvolvido em área experimental da Embrapa Hortaliças, no DF, durante o ano de 2018. O experimento foi formado por 4 tratamentos, 4 repetições e 2 genótipos, conduzidos em delineamento em blocos casualizados. Os tratamentos foram formados de 4 populações (100.000, 200.000, 300.000 e 400.000 plantas/ha), com espaçamento de 0,50 m entrelinhas. As características avaliadas foram: estande inicial; altura final de planta; altura de inserção da primeira vagem; número de ramificações; estande final; grau de acamamento; número de vagens chochas/planta; número de grãos por vagem; número total de vagens/planta; número total de grãos/planta; tamanho de grãos/planta; rendimento cultural; índice de colheita; peso de mil sementes; teste de germinação e de condutividade elétrica. As análises dos dados foram obtidas usando o software SAS Versão 9.1.3, aplicando a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Pela interpretação dos dados pode-se concluir que a diferença de densidade de plantas influenciou no número de ramos secundários, total de ramos, total de vagens, vagens com uma semente, vagens com duas ou mais sementes, total de sementes e rendimento cultural. A densidade populacional 300.000 plantas/ha apresentou o melhor rendimento cultural. Para os testes de qualidade fisiológica das sementes a variação de densidade das plantas influenciou apenas o genótipo CP1605 nos testes de germinação, primeira contagem e condutividade elétrica. Para o genótipo CP1605 as densidades 100.000 plantas/ha e 200.000 plantas/ha apresentaram sementes com maiores índices germinativos e menor quantidade de lixiviados nos testes de germinação, primeira contagem e condutividade elétrica. O tratamento de sementes com fungicidas auxiliou no aumento dos índices germinativos dos genótipos.

Palavras chave: *Cicer arietinum* L., características agronômicas, densidade de plantas, Vigor de sementes, manejo cultural.



## Abstract

The experiment had as objective to evaluate the response of the plants submitted to different densities on the agronomic characteristics and physiological quality of the seeds of two chickpea genotypes. The experiment was carried out in an experimental area of Embrapa Hortaliças, DF, during the year of 2018. The experiment consisted of 4 treatments, 4 replicates and 2 genotype, conducted in a randomized complete block design. The treatments were composed of 4 populations (100,000, 200,000, 300,000 and 400,000 plants / ha), spaced 0.50 m between rows spacing. The evaluated characteristics were: initial booth; final plant height; height of insertion of the first pod; number of branches; final booth; degree of lodging; number of pods pods / plant; number of grains per pod; total number of pods / plant; total number of grains / plant; grain / plant size; seed yield; harvest index; weight of one thousand seeds; test of germination, first count, emergence of field of seedlings and electrical conductivity. The analysis of the data was obtained using the software SAS Version 9.1.3, applying the analysis of variance, being the means compared by the test of Tukey to the level of 5% of probability. From the interpretation of the data, it can be concluded that the difference in plant density influenced the number of secondary branches, total branches, total pods, pods with one seed, pods with two or more seeds, total seeds and cultural yield. The population density 300.000 plants/ha presented the best cultural yield. For seed physiological quality tests, plant density variation influenced only genotype CP1605 in the germination, first count and electrical conductivity tests. For genotype CP1605 the densities 100.000 plants/ha and 200.000 plants/ha produced seeds with higher germination indexes and less leachate in germination, first count and electrical conductivity tests. The treatment of seeds with fungicides helped to increase germination rates of the genotypes.

Keywords: *Cicer arietinum* L., agronomic characteristics, plant density, seed vigor, cultural management.

## 1. INTRODUÇÃO

A planta de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), originária do sudoeste da Turquia, é uma leguminosa seca pertencente à família Fabaceae classificada como herbácea anual (SINGH; SAXENA, 1999). Suas sementes contém fibras, proteínas, vitaminas, carboidratos, sais minerais (HUDA et al., 2003; ÖZER et al., 2010; ), ácidos graxos insaturados e  $\beta$ -caroteno (GAUR et al., 2010) e são utilizadas principalmente para a alimentação humana e animal como suplemento das necessidades em proteína vegetal (MOHAMMADI et al., 2005).

Cerca de 80% do peso total das sementes secas do grão-de-bico é composta por uma excelente fonte de carboidratos e de proteínas, comparada com outras leguminosas o grão-de-bico destaca-se por sua digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar a melhor disponibilidade de ferro (FERREIRA et al., 2006).

O grão-de-bico é uma leguminosa de inverno que apresenta boa adaptação em regiões de clima seco e ameno, pois é tolerante ao déficit hídrico e possui características favoráveis de alta rusticidade, como baixa incidência de pragas e doenças (BRAGA et al., 1997).

O grão-de-bico, também conhecido como garbanzo na América Latina, é bastante difundido em várias partes do mundo, produzido em 58 países, com aproximadamente, 14.5 milhões de hectares cultivados, com uma produção total de 14.7 milhões de toneladas, sendo que 73,5% de sua produção e seu consumo estão concentrados na região da Ásia (FAO, 2018).

A introdução da cultura no Brasil foi realizada por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio com cultivares de origem Europeia, os primeiros relatos de plantio de grão-de-bico no país remontam à primeira guerra mundial, quando foram realizados plantios nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul o consumo deste grão ainda é muito limitado (CORREA, 1984).

O cultivo do grão-de-bico no Brasil foi introduzido no Brasil por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio, relatos dos primeiros plantios de grão-de-bico no país fazem menção à primeira guerra mundial nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Após vários anos sem existir nenhuma área comercial de produção de grão-de-bico no Brasil e várias tentativas de introdução feitas no passado pelo Instituto Agrônomo de Campinas com a cultivar IAC- Marrocos, pela Embrapa

Hortaliças com a cultivar Cícero e pela EPAMIG com a cultivar Leopoldina grandes campos comerciais estão sendo implantados devido aos esforços da EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA e parcerias privadas (GIORDANO; NASCIMENTO, 1998; VIEIRA et al., 1999; BRAGA et al., 1997; EMBRAPA, 2017).

Comparando o consumo do grão-de-bico pela população brasileira com o de outras leguminosas como o feijão revela-se ser muito limitado (FERREIRA et al. 2006). Mesmo o consumo sendo limitado a produção nacional do grão não é suficiente para suprir a demanda interna sendo necessária a importação para o consumo, o que encarece o seu preço final (EMBRAPA, 2017).

No entanto, a cultura de grão-de-bico ainda não se estabilizou no Brasil, sendo escassos os trabalhos sobre os problemas que podem afetar o seu desenvolvimento, principalmente no que diz respeito à densidade populacional de plantas a ser utilizada na semeadura da cultura, que é um dos fatores que pode provocar redução ou aumento da produtividade da cultura de grão-de-bico, devido a seus efeitos sobre as características agrônômicas e a qualidade fisiológica das sementes da cultura.

A cultura apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia e arquitetura da planta e nos componentes do rendimento. A forma com que tais modificações ocorrem pode estar relacionada com fatores como altitude, latitude, luminosidade, textura do solo, fertilidade do solo, déficit de água, época de semeadura, população de plantas e espaçamento entrelinhas, sendo importante o conhecimento das interações entre estes, para definição (RINALDI et al, 2008, SIDDIQUE et al., 1984, LIU et al., 2003).

O número, comprimento, ângulo de inserção e rendimento de matéria seca dos ramos, orientação das folhas, número de legumes por planta e número de nós reprodutivos são algumas características influenciadas diretamente pela condição imposta pelo arranjo de plantas e podem afetar o rendimento de sementes (BEZERRA et al., 2014, CARPENTER; BOARD, 1997).

O manejo da densidade de plantas tem entre outros objetivos, aumentar a eficiência do dossel na interceptação da radiação incidente em relação ao tempo e unidade de área facilitando, assim, a aeração e a penetração da luz no dossel das

plantas otimizando a taxa de fotossíntese (KHAN et al., 2010; AZIZI; KAHRIZI, 2008; KAHRIZI et al., 2010, BEZERRA et al., 2014).

A expressão do potencial produtivo da cultura depende da combinação favorável de um conjunto de fatores, destacando-se dentre eles, a densidade populacional, a qual influencia diretamente as características morfológicas, fisiológicas e de rendimento de grãos, bem como, o aproveitamento dos recursos tecnológicos, ambientais e de manejo (BEZERRA et al., 2014).

Assim, estudos dos efeitos das diferentes densidades de plantas sobre as características agronômicas e a qualidade fisiológica das sementes do grão-de-bico podem auxiliar nas práticas de manejo culturais adequadas, fornecer informações fundamentais aos produtores que poderão considerar o grão-de-bico como uma nova opção de cultivo de inverno, especialmente nas áreas irrigadas do planalto central, uma vez que, a cultura possui um grande potencial produtivo, econômico e nutricional, possibilitando uma diversificação da produção de grãos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da densidade de plantio sobre o crescimento, características agronômicas da cultura e qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico.

## **2. OBJETIVO E HIPOTÉSES**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a resposta das características agronômicas e da qualidade fisiológica das sementes em dois genótipos de grão-de-bico submetidas a diferentes densidades de plantas em campos de produção irrigada no Cerrado do Planalto Central.

### **2.2. Objetivos específicos**

Identificar a densidade de plantas mais adequada.

Identificar quais características agronômicas respondem as diferentes densidades de plantas.

Identificar se a qualidade fisiológica da semente é afetada por diferentes densidades de plantas.

### **2.3. Hipóteses**

Aumentos ou decréscimos nas densidades das plantas promoverão mudanças significativas nas características agrônômicas e qualidade fisiológica das plantas.

Densidades populacionais serão apontadas considerando o melhor desempenho agrônômico.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Origem e distribuição do grão-de-bico**

O grão-de-bico tem o sudeste da Turquia como um centro de origem (LADIZINSKY, 1975). VAN DER MAESEN (1972; 1987) reconhece parte sudeste da Turquia adjacente à Síria como possível centro de origem do grão-de-bico com base na relação estreita de espécies anuais encontradas, *C. reticulatum* e *C. echinospermum*. Na Turquia três espécies anuais de *Cicer* selvagem, *C. pinnatifidum*, *C. bijugum*, and *C. echinospermum* foram encontradas nos habitats selvagens (LADIZINSKY; ABBO, 2015). O grão-de-bico se espalhou para a Europa e Índia através da Rota da Seda com a migração humana (SINGH et al., 1997).

Quatro centros de diversidade de grão-de-bico foram identificados no Mediterrâneo, Ásia Central, Oriente Próximo e Índia, enquanto um centro secundário de origem foi relatado na Etiópia (VAVILOV, 1951). Sua introdução no Brasil foi feita por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio (NASCIMENTO et al., 2016).

*Cicer reticulatum* L. é o progenitor selvagem do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) (VARSHNEY et al., 2013). O *C. reticulatum* selvagem produz descendentes férteis na hibridização com o *C. arietinum* L. (LADIZINSKY; ADLER, 1976), porém os parentes selvagens de grão-de-bico são recursos subexplorados para a introdução de variações genômicas nas espécies domésticas (GUPTA et al., 2016).

### **3.2. Exigências climáticas do grão-de-bico**

Observa-se a grande variedade de climas que pode ser cultivada, desde o subtropical até o árido e semi-árido das regiões Mediterrânicas (NASCIMENTO, 2016). É considerado cultivo de inverno no subcontinente Indiano, Etiópia e América

latina, e na região do mediterrâneo é cultivado na primavera (MANARA; RIBEIRO, 1992).

A mudança de um hábito de inverno com uma semeadura de outono para um hábito de primavera auxiliou na domesticação do grão-de-bico, pois evitou ou reduziu a ameaça de infestação letal do complexo fitopatogénico Queima de *Ascochyta* (*Aschochita rabiei*) (ABBO et al., 2003).

### **3.3. Classificação e descrição botânica do grão-de-bico**

O grão-de-bico cultivado é pertencente à família Fabaceae, caracterizada pela presença de frutos na forma de vagem, subfamília Papilionoideae, tribo Cicereae e gênero *Cicer* e espécie *Cicer arietinum* (LEWIS et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2016). É uma planta diploide com 16 cromossomos, embora algumas raças locais foram relatadas com 14 cromossomos. Suas flores papilionáceas hermafroditas com polinização realizada antes da abertura das flores (Cleistogamia) possibilitam a autogamia (mínimo de 95% de autopolinizações naturais) (NASCIMENTO et al., 2016; VAN DER MAESEN, 1972; SOUZA et al., 1995; SINGH, 1997).

Possuem geralmente uma flor por racemos axilares, porém duas flores podem ser encontradas. As flores podem surgir nos racemos axilares dos pedicelos ou pedúnculos. Geralmente as plantas do gênero *Cicer* têm apenas um carpelo por flor. Salvo mutantes com flores gêmeas por pedúnculos, policarpia devido à expressão pleiotrópica de um gene recessivo, *tpc* (SINGH, 1997; PUNDIR et al., 1988).

O grão-de-bico é uma leguminosa anual, herbácea, sua altura varia de 30 a 100 cm. A planta produz ramificações primárias, secundárias e terciárias. As plantas são naturalmente resistentes ao acamamento. Cada vagem contém 1 ou 2 sementes, com baixa deiscência. Os cotilédones e dois nódulos (scale node são pontos de crescimento incisos na fase de plântula) da plântula permanecem abaixo do solo durante a germinação (hipógea) oferecendo à planta alguma tolerância ao solo frio e capacidade de regeneração se o crescimento superior for danificado no estágio da sementeira. A plúmula da plântula surge fechada, com maior parte aérea coberta por pelos, com raiz primária fasciculada comprida de rápida ramificação. A primeira folha verdadeira é produzida no terceiro nó, as primeiras folhas verdadeiras têm dois ou três pares além de uma folha terminal (ESHETE; FIKRE, 2015; NASCIMENTO et al., 2016; SINGH; SAXENA, 1999; MCVAY et al., 2017).

Baseados na inclinação das hastes na vertical o grão-de-bico possui quatro hábitos de crescimento e são reconhecidos como: ereto, semi-ereto, semi prostrado e prostrado. Os tipos eretos e semi-eretos são preferidos para colheitas mecanizadas. Em áreas com baixa precipitação de chuvas e alta evapotranspiração, os tipos semi-prostrados e prostrados são os mais indicados (SINGH; SAXENA, 1999; GAUR et al, 2010; PUNDIR et al., 1985). Considerando o florescimento da planta o grão-de-bico é considerado uma planta com hábito de crescimento indeterminado o que permite um florescimento contínuo numa sucessão de nós e entrenós onde as inflorescências desenvolvem-se nas axilas das folhas.

O grão-de-bico possui duas grandes classes comerciais ou tipos de semente que são: Desi e Kabuli. O tipo Desi possui sementes angulares menores com o tegumento das sementes espesso, áspero, composto por vários tons e combinações de amarelo, verde, marrom e preto além de flores na cor púrpura. Os tipos Kabuli apresentam uma semente maior, mais arredondada em forma de cabeça de carneiro, com o tegumento da semente mais fino e liso na cor creme ou branca e flores brancas (BERGER; TURNER, 2007; NASCIMENTO et al., 2016; SPG, 2010).

A coloração das hastes apresentam duas variações: verde e verde com manchas na cor púrpura. Essa variação ajuda a distinguir os dois tipos de grão-de-bico, Kabuli de cor verde, e Desi de cor verde com manchas púrpuras (NASCIMENTO et al., 2016). O tipo Desi só possui folhas do tipo samambaia (“fern-leaf”), o tipo Kabuli possui folhas do tipo compostas (“fern-leaf”) e unifoliadas. Algumas variedades mais antigas de Kabuli, como CDC Xena e Cícero são unifolias (SPG, 2010).

A severidade da Queima de *Ascochyta* (*Ascochyta rabiei*) é maior em variedades unifoliadas em comparação com aquelas de folhas compostas sugerindo evitar o cultivo de variedades unifoliadas em áreas com alta incidência do patógeno. As folhas do tipo samambaia são pecioladas e compostas oferecendo uma vantagem morfológica sobre as unifoliadas e sésseis devido à infecção se espalhar interrompemente nas folhas unifoliadas (AHMED et al., 2006). O grão-de-bico desenvolve raiz axial ou pivotante até uma profundidade de aproximadamente um metro com quatro fileiras de raízes laterais (KOSGEY, 1994).

Devido à planta possuir hábito de indeterminado o crescimento e o desenvolvimento de grão-de-bico é encerrado por alguma forma de estresse ambiental, como a seca ou o calor extremo tornando assim a dessecação química

muitas vezes necessária para viabilizar a colheita. As plantas toleram as geadas durante o estágio vegetativo, mas uma vez que florescem, as geadas, se forem muito intensas, podem causar queda de flor. Os grãos-de-bico preferem condições de cultivo mais quentes; temperaturas médias inferiores a 15° C reduzirão a viabilidade do pólen e podem causar queda de flor, e temperaturas médias superiores a 35° C reduzirão o rendimento potencial e causarão possíveis abortos florais (SPG, 2010; AV, 2018). As plantas do grão-de-bico são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico através da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (SINGH; SAXENA, 1999).

### **3.4. Importância econômica do grão-de-bico**

A produção e o consumo dessa leguminosa estão, em sua maioria, nos países em desenvolvimento, como no subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte da África, Sudoeste Europeu e Centro América. (NENE et al., 1981). A área colhida, produtividade e produção mundial do grão-de-bico em 2017 foram de 14.564.399 ha, 1.014,6 kg/ha e 14.776.827 t., respectivamente. No ano de 2017, Israel com 6.130,7 kg/ha foi o país com a maior produtividade e a Índia foi o país com a maior área colhida e quantidade produzida de 9.539.000 ha, 9.075.000 t., respectivamente. Mundialmente um país que merece destaque em 2017 é a Austrália, apresentando produtividade de 1.874,6 kg/ha, área colhida de 1.069.000 ha e produção total de 2.004.000 toneladas (FAO, 2018).

Até o ano de 2017 a FAO não tem dados relativos à área colhida, produtividade e produção do grão-de-bico no Brasil, contudo na América do Sul a Argentina detém os maiores números de área colhida (69.433 ha) e produção total (74.001 t.) com 1.065,8 kg/ha de produtividade, e a Bolívia o de maior produtividade com 2.240,5 kg/ha com área colhida de 291 ha e produção total de 652 t. (FAO, 2018).

Atualmente, o Brasil ainda não possui autossuficiência na produção de grão-de-bico, importa cerca de oito mil toneladas de grão-de-bico, principalmente do México e da Argentina. Porém, há previsão de mudança nesse cenário para os próximos anos. Em 2016, o ex-ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Blairo Maggi, em visita a Índia, sinalizou interesse da Índia em importar do Brasil leguminosas de grãos secos, as chamadas pulses (feijão-caupi, feijão-mungo, grão-de-bico e lentilha). Em seguida a EMBRAPA divulgou existir demanda de importação crescente da Índia em relação esses produtos, podendo chegar a 30 milhões de



toneladas por ano até 2030. Tais fatos desencadearam um maior incentivo à pesquisa dessas culturas, ainda muito incipientes em relação aos principais produtores de pulses. Tal incentivo, juntamente com várias parcerias, culminou na primeira exportação de cultivares de grão-de-bico com a marca EMBRAPA para Dubai e Colômbia em novembro de 2016 (EMBRAPA, 2016; EMBRAPA, 2018; BRASIL, 2018b). Segundo o Banco de Dados de Estatísticas do Comércio Internacional das Nações Unidas (UN Comtrade), a Índia importou 873 mil toneladas de grão-de-bico, o que equivale a US\$ 688 milhões em volume de negócio somente em 2016 (BRASIL, 2018a).

O Brasil em 2018 exportou em torno de 59 toneladas, principalmente para o Egito, e importou aproximadamente 9 mil toneladas de grão-de-bico do México e Argentina (BRASIL, 2019) a fim de suprir seu consumo interno. Com a Embrapa encabeçando as pesquisas e buscando parceiros para multiplicação de sementes das cultivares adaptadas ao nosso clima e sistema de plantio, a oferta de sementes poderá atender, na safra de 2019/20, 250 mil hectares de grão-de-bico (EMBRAPA, 2018).

Avaliações visando o cultivo de sequeiro nas condições agroecológicas do Cerrado indicaram alguns acessos de grão-de-bico como uma excelente opção de cultivo no Cerrado no período de sequeiro (ARTIAGA et al., 2015).

Com base na produção total, o grão-de-bico é a quinta leguminosa mais importante após soja (*Glycine max*), amendoim (*Arachis hypogaea*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) e ervilha comum (*Pisum sativum*) (MUZQUIZ; WOOD, 2007).

### **3.5. Densidade de plantas**

A densidade de semeadura proporciona diversas modificações morfofisiológicas nas plantas, tais como influenciar na competição intraespecífica pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes e alterar a arquitetura das plantas, o uso de recursos ambientais e o manejo fitossanitário (PROCÓPIO et al., 2013; YOKOYAMA et al., 2018). A diminuição da densidade das plantas de grão-de-bico é uma prática cultural que ajuda a garantir a maior semente possível em condições de crescimento (Gan et al., 2003; YAU, 2005). Diminuir a densidade do estande também pode reduzir doenças na colheita devido a um dossel mais aberto, o que reduz a umidade na folhagem (KRUPINSKY et al., 2002). No entanto, diminuir a densidade de plantas pouco competitivas faz que as perdas devido às ervas

daninhas sejam ainda piores e requer maior intensidade de esforços no controle de ervas daninhas (YENISH, 2007).

De acordo com recomendação de Nascimento et al., 2016 a semeadura direta com plantadeira de precisão deve ser feita com espaçamento de 40 cm a 50 cm entre linhas a uma profundidade de semeadura de 3cm a 5 cm, mantendo população variando de 100.000 a 240.000 plantas/ha, dependendo do porte da cultivar.

Há falta de pesquisa sobre a influência da densidade de plantas de grão-de-bico no Brasil, contudo existem vários trabalhos com soja e feijão que podem nortear as pesquisas com grão-de-bico. Na soja, o principal mecanismo para compensar as diferenças no rendimento de grãos em baixas populações de plantas é a produção de ramos, em maior quantidade, aumentando assim o número de vagens por planta devido a modificações na matéria seca dos ramos que afetam o número de nós reprodutivos (PROCÓPIO et al. 2013; CARPENTER; BOARD, 1997); o aumento da densidade de plantas de soja provocou a formação de raízes mais finas, com tendência de haver maior ocupação das entrelinhas e das camadas subsuperficiais do solo (BALBINOT JUNIOR et al., 2018); o índice de área foliar é aumentado proporcionalmente com o aumento da população de plantas de soja (HEIFFIG et al. 2006). No feijão o aumento da população de plantas aumentou a altura de inserção de vagens (ALCÂNTARA et. al, 1991) e o incremento na população de plantas por hectare de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, promoveu acréscimos significativos na produtividade e massa de mil sementes (NUNES et al., 2017).

Os sistemas de cultivos atuais utilizam arranjos populacionais cada vez mais adensados para buscar maximização do rendimento de grãos, por necessitarem de mais indivíduos por área para gerar índice de área foliar capaz de potencializar a interceptação da radiação solar (ZANIN, 2007). O chamado índice de área foliar “ótimo” ( $IAF_{ótimo}$ ) é alcançado com a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente com um mínimo de autosombreamento deste modo proporcionaria o máximo valor de taxa de crescimento da cultura (TCC, peso de matéria seca acumulado por unidade de área por unidade de tempo) (WATSON, 1958; BROWN; BLASER, 1968; RHODES, 1973).

A área foliar e conseqüentemente o índice de área foliar foram definidos inicialmente por Watson (1947a,b) e representam a razão entre a área foliar do dossel e a unidade de superfície projetada no solo ( $m^2/m^2$ ). Ele é uma variável biofísica da vegetação que está diretamente relacionada com produção de biomassa

pelo dossel, com a radiação e com a evapotranspiração (WATSON, 1947a,b). O ângulo foliar, a posição e a disposição das folhas e o arranjo de planta possuem grande importância na interceptação e na eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel à produção de grãos (SANGOI et al., 2004). Com o aumento no índice de área foliar ocorre um aumento na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, o que proporciona uma aceleração na taxa de crescimento em condições ambientais favoráveis (BROWN; BLASER, 1968; HUMPHREYS, 1966).

O grão-de-bico possui ramos primários, secundários e terciários os quais podem aumentar ou diminuir com alteração da população de plantas, o número de ramos primários é basicamente um caráter genético e desempenha um papel importante no aumento do rendimento de sementes e o número de ramos secundários determina o número total de folhas e como resultado a área fotossintética total (MEKUANINT et al., 2018). Contudo em estudos realizados por Verghis (1996) indicaram que nos anos de 1993-94 mais de 60% do rendimento das sementes do grão-de-bico aconteceram em ramos secundários e apenas cerca de 10% nas hastes principais. Em 1994-95, as plantas irrigadas produziram cerca de 50% do seu rendimento de semente em ramos secundários. No entanto, as plantas não irrigadas apresentaram mais de 40% do seu rendimento de sementes em ramos primários e em cerca de 35% em ramos secundários. Tanto em 1993-94 como em 1994-95, os ramos secundários representaram 60-79% do número total de ramos por planta. As sementes mais pesadas (média de 317 mg) em plantios antecipados foram localizadas no terço médio dos ramos, enquanto em plantios tardios, as sementes mais pesadas (média de 325 mg) estavam localizadas no terço inferior das hastes (VERGHIS, 1996).

Tendo em vista o estabelecimento do grão-de-bico no Planalto Central do Brasil o fator altura e altura da inserção da primeira vagem são muito importantes, pois estão intrinsecamente ligados ao aproveitamento das colheitadeiras mecanizadas utilizadas para soja e ao não investimento em novos maquinários específicos para o grão-de-bico. Segundo Costa (1996) para um ideótipo ideal de soja a estatura de planta igual ou superior a 0,65 m. Segundo Alcântara et al. (1991) a altura da primeira vagem aumenta quando a densidade de plantas aumenta. Para um ideótipo ideal de soja a inserção dos primeiros legumes deve ser superior a 0,10 m (COSTA, 1996). A altura da planta de soja é considerada um parâmetro relevante

pela sua relação com a produção, controle de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita mecânica (GUIMARÃES et al., 2008). Estudos mostraram que a altura da planta de grão-de-bico é influenciada devido ao elevado número de plantas competindo pela luz (COKKIZGIN, 2012).

O aumento da densidade de plantas de grão-de-bico pode influenciar o índice de colheita, tal índice está ligado à capacidade de uma planta converter a matéria seca em rendimento econômico, uma medida do potencial de produtividade fisiológica de uma variedade em condições ambientais favoráveis. (KHAN et al., 2010). O índice de colheita é aferido a partir da fração de grãos em relação à matéria seca total da planta (DURÃES, 1993).

Diferentes populações de plantas podem exercer efeito sobre a incidência de vírus em plantas de grão-de-bico, em testes feitos em 2012, a maior incidência de plantas sintomáticas com vírus foi com a menor densidade de planta (5 plantas/m<sup>2</sup>). A incidência diminuiu de forma curvilínea à medida que as densidades das plantas aumentaram. No entanto, não houve diferença significativa na incidência de plantas com sintomas de vírus para as densidades 20, 30 e 45 plantas/m<sup>2</sup> (VERRELL, 2014). O espaçamento das fileiras também teve um efeito significativo na incidência de plantas com sintomas de vírus em um estudo realizado no Instituto Agrícola Tamworth em 2013. A incidência de plantas sintomáticas/m<sup>2</sup> foi duas vezes maior em parcelas com linhas espaçadas 40 cm em comparação com aquelas com linhas espaçadas 80 cm. As duas configurações de linha foram semeadas em 30 plantas/m<sup>2</sup>, portanto a densidade da planta por unidade de área não pode explicar a diferença. Em vez disso, a densidade da planta dentro de cada linha parece ser responsável (12 plantas/m no espaçadas 40 cm e 24 plantas/m espaçadas 80 cm) (MOORE et al., 2014).

### **3.6. Qualidade fisiológica de sementes**

A qualidade fisiológica da semente é avaliada por duas características fundamentais: germinação e vigor (POPINIGIS, 1977). O teste de germinação busca estabelecer a máxima germinação da semente (BRASIL, 2009). Os testes de vigor consistem em avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante, distinguindo lotes com alto dos lotes de baixo vigor de maneira proporcional ao comportamento quanto à capacidade de emergência das plântulas, sobrevivência das plântulas, potencial de produção e

potencial de armazenamento das sementes (HAMPTON; TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A pesquisa em Tecnologia de Sementes tem revelado e discutido as deficiências do teste de germinação e por consequência as suas limitações na determinação da qualidade de um lote para semeadura, pois as condições adotadas em laboratório não são obrigatoriamente encontradas em campo, causando discrepâncias com relação aos resultados obtidos. Assim, têm-se estudado métodos que permitem avaliações mais consistentes do potencial fisiológico ou vigor de sementes (AOSA, 1983; BRASIL, 2009; HAMPTON; TEKRONY, 1995).

Recomenda-se o uso de vários testes de vigor a fim de se obter uma ideia mais precisa da qualidade fisiológica de um lote de sementes devido à característica complexa do vigor da semente (SCHEEREN et al., 2010).

Sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade e na emergência total, no tamanho inicial, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento das plantas por apresentarem maior variação entre as sementes, maior desuniformidade, maior a quantidade de lixiviados liberados para a solução de embebição e menor velocidade na emergência (KOLCHINSKY et al., 2005; SCHUCH, 2000) podendo refletir nos resultados da produtividade.

A qualidade fisiológica das sementes produzidas podem sofrer inferências de acordo com arranjo populacional de plantas, porque interfere nas condições ambientais, como temperatura, luz e umidade durante a fase vegetativa e reprodutiva, que juntas podem afetar a sanidade do material propagativo, favorecendo ou dificultando a presença de patógenos e insetos. A qualidade fisiológica e a produtividade das sementes de nabo forrageiro são afetadas por espaçamentos superiores a 60 cm entre linhas ou densidades superiores a 500 mil sementes/ha<sup>-1</sup> (OLIVEIRA, 2009). O aumento da competição intraespecífica proporcionado pela redução do espaçamento entre linhas e/ou pelo aumento da densidade de plantio afeta negativamente a qualidade fisiológica dos aquênios de girassol (BEZERRA et al. 2015). No feijão dos arrozais - *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb., o aumento do espaçamento entre linhas alterou a porcentagem de germinação e vigor avaliado pela primeira contagem do teste de germinação e pelo índice de velocidade de germinação o rendimento de sementes e o vigor avaliado na se alteraram (MONKS et al., 2006).

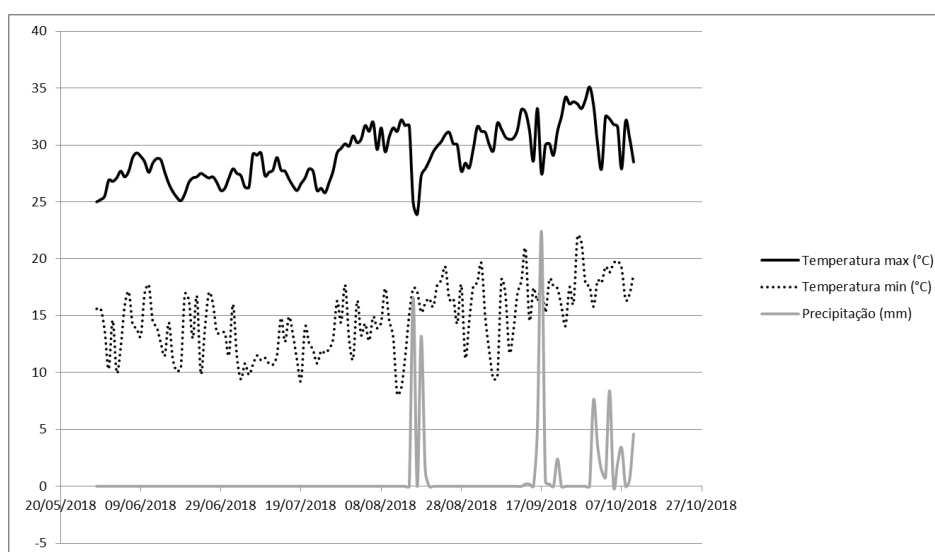
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área experimental, condições climáticas e edáficas

O experimento foi conduzido no campo em área experimental da Embrapa Hortaliças, em Brasília-DF, com localização: S 15° 56, 087'; W 048° 08, 439'; altitude 1.000 m, durante os meses de março a outubro de 2018.

A área onde o experimento foi instalado apresenta solo argiloso profundo e homogêneo. O solo predominante no campo experimental é do tipo LATOSSOLO AMARELO distrófico e bastante representativo da região onde o grão-de-bico pode ser cultivado.

O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen-Geiger, com estação chuvosa que vai do final de outubro até meados de abril e um período seco do final de abril até o final de outubro. No período chuvoso, as temperaturas são mais elevadas durante o dia e amenas durante a noite. No período da seca, as temperaturas são mais baixas durante o dia podendo chegar abaixo dos 12 °C em determinados períodos.



Fonte: Embrapa Hortaliças

**Figura 1.** Precipitação, médias mensais de temperatura (°C), época de plantio e colheita durante o período de maio a outubro de 2018, na unidade experimental da Embrapa Hortaliças, em Brasília-DF.

Para o período de 29/05/2018 até 10/10/2018 as temperaturas médias máximas anuais variaram entre 23,9 e 35,1 °C e as mínimas anuais entre 8,1 e 22,0 °C.

### **4.3. Genótipos utilizados no experimento**

Para implantação do experimento foram utilizadas duas cultivares de grão-de-bico, sendo, uma cultivar da Embrapa Hortaliças do tipo Kabuli (BRS Aleppo) e outra do tipo Desi (CP1605).

A cultivar BRS Aleppo apresenta porte ereto, ciclo médio de 120 a 140 dias, recomendada em populações de 150 a 200 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, indicado para cultivo em áreas irrigadas da região do Brasil Central (EMBRAPA, 2015). A genótipo CP1605 apresenta porte semi-prostrado, ciclo médio de 120 a 140 dias.

### **4.4. Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos, quatro repetições e duas cultivares. Os tratamentos foram formados por quatro populações (100.000, 200.000, 300.000 e 400.000 plantas/ha).

As parcelas experimentais, com uma área total de 7,5 m<sup>2</sup> (2,5 m x 3,0 m), espaçamento entre linhas de 0,50 m e com área útil de 3 m<sup>2</sup>.

As análises de variância e teste de médias foram realizadas utilizando o pacote computacional SAS Versão 9.1.3 (SAS, 2004).

Os dados das características acamamento foram transformados para  $\sqrt{x} + 0,5$ , de acordo com as recomendações de Banzatto e Kronka (1995).

### **4.5. Características do solo e condições de semeadura**

A semeadura foi realizada manualmente, em sulcos de 0,03 a 0,05 m de profundidade, utilizando-se régua pré-marcada com base no espaçamento entre plantas dentro da fileira de cada população, sendo distribuídas duas sementes por cova com o objetivo de assegurar o estande inicial de cada população. O desbaste foi realizado quinze dias após o plantio, deixando-se 7 plantas/m na densidade 100.000 plantas/ha, 12 plantas/m na densidade 200.000 plantas/ha, 17 plantas/m na densidade 300.000 plantas/ha e 22 plantas/m na densidade 400.000 plantas/ha a fim de assegurar o estande até o fim do experimento. Nesta operação, as plantas excedentes foram cortadas abaixo do nó cotiledonar e ao nível do solo, evitando-se deste modo, o rebrotamento das mesmas, bem como, a danificação do sistema radicular das plantas remanescentes (BEZERRA et al., 2008). As características químicas do solo são apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1.** Características químicas do solo da área experimental para cultivo do grão-de-bico. Profundidade de 0-20 cm. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2018.

pH (CaCl)	CTC	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P(Mehlich)	Sat. Bases
	.....cmol.dm <sup>-3</sup> .....					.....mg.dm <sup>-3</sup> .....		%
5,5	9,4	5,8	0,1	2,6	0,3	251	2,5	39
MICRONUTRIENTES								
B	Cu	Fe	Mn	Zn	S			
mg.dm <sup>-3</sup>								
0,06	2,9	24,8	42,8	6,8	3,7			

#### 4.6. Manejo das práticas culturais

Antes da semeadura, foi realizado, nesta sequência, uma passagem de gradagem profunda, uma passagem de enxada rotativa e grade niveladora.

As sementes foram tratadas com produto comercial a base de: Carboxina, 200 g/L+Carboxanilida 200 g/L na dose 250 mL p.c./100kg de sementes recomendada para soja a fim de combater fungos. A adubação de plantio foi realizada no sulco de plantio utilizando-se 16 kg/ha de N, 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 64 kg/ha de K<sub>2</sub>O com o formulado (4-30-16). A adubação de cobertura com ureia foi parcelada. Aplicando, a lanço, 25 kg/ha de ureia 30 dias após a emergência das plantas e 20 kg/ha no início da floração (NASCIMENTO et al., 2016).

O combate das plantas invasoras foi realizado manualmente através de 8 capinas manuais. Após a emergência foram realizadas três aplicações de inseticida para controle da lagarta desfolhadora (*Spodoptera frugiperda*) em intervalos de três semanas com o seguinte produto: Deltametrina (5 g/ha) (NASCIMENTO et al., 2016).

Após a floração foram realizadas três aplicações de inseticida para controle da lagarta das vagens (*Helicoverpa* spp.) em intervalos de duas semanas com o seguinte produto: Espinosade (96 g/ha) (NASCIMENTO et al., 2016).

#### 4.7. Colheita

As plantas da área útil selecionadas e as plantas das linhas restantes foram cortadas rentes ao nível do solo, devidamente etiquetadas, colocadas em embalagens identificadas, amarradas e transportadas para o galpão onde permaneceram até atingirem umidade constante. Em seguida as plantas foram debulhadas manualmente, etiquetadas e colocadas em sacos de papel para



determinação do rendimento/ha, sendo armazenadas posteriormente em câmara fria.

#### **4.8. Avaliações das características agronômicas**

##### **4.8.1. Características agronômicas iniciais**

**4.8.1.1. Estande inicial:** determinado aos 10 dias após a emergência, por meio da contagem de plantas emergidas em cada metro linear.

##### **4.8.2. Características agronômicas finais**

Antes da colheita, procedeu-se a coleta da seguinte variável:

###### **4.8.2.1. Grau de acamamento**

Avaliação foi realizada através de escala visual de 1 a 9, em que: 1 - significava todas as plantas eretas; 2 - poucas plantas caídas ou todas as plantas levemente inclinadas; 3 - 25% das plantas caídas ou todas as plantas inclinadas em torno de 25 graus; 5 - 50% das plantas caídas ou todas as plantas inclinadas 45 graus; 7 - 75% das plantas caídas, ou todas inclinadas em torno de 65 graus; 8 - poucas plantas não caídas ou todas as plantas quase tocando o solo; 9 - todas as plantas caídas (ANTUNES; SILVEIRA, 1993).

Quando as parcelas atingiram o estágio fenológico correspondente à maturação de campo foi determinada na área útil 10 plantas por parcela e coletadas as seguintes variáveis:

###### **4.8.2.2. Altura final de planta**

Como altura final de planta foi considerada a distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade apical da haste principal

###### **4.8.2.3. Altura de inserção da primeira vagem (IPV)**

Como altura de inserção da primeira vagem foi considerada a distância compreendida entre a superfície do solo e a primeira vagem inserida na planta.

Após a colheita de 10 plantas na área útil das parcelas experimentais foram determinadas as seguintes variáveis em laboratório:

#### **4.8.2.4. Número de ramificações**

Contagem do número de ramificações primárias e secundárias presentes na haste principal.

#### **4.8.2.5. Porcentagem de vagens chochas em relação ao total de vagens**

Obtida por meio de contagem direta do número total de vagens chochas por planta.

#### **4.8.2.6. Número de vagens com uma ou mais sementes por planta**

Obtida por meio de contagem direta o número total de vagens com uma, duas, três ou mais sementes formadas.

#### **4.8.2.8. Número total de vagens**

O número total de vagens foi obtido através da contagem direta do total das vagens formadas em cada planta.

#### **4.8.2.9. Número total das sementes**

Determinou-se o número total de sementes através da contagem direta do número de sementes formados em cada planta.

#### **4.8.2.10. Tamanho das sementes**

Foi medido o tamanho das sementes (comprimento, espessura e largura), com uso de paquímetro com duas casas decimais, de 16 sementes pertencentes a cada parcela.

#### **4.8.2.11. Rendimento cultural**

Após a trilha das sementes, foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Sementes da Embrapa Hortaliças-DF, para determinação do teor de água e da massa produzida por parcela. Posteriormente, o valor obtido foi transformado em produtividade agrícola expressa em kg/ha, com correção do teor de água a 13%.

#### **4.8.2.12. Peso de mil grãos**

Para determinação da massa de 1000 sementes, foram separadas oito repetições das sementes por blocos, cujas massas foram determinadas em balança com sensibilidade de centésimos de grama, sendo tais procedimentos efetuados

segundo as prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009).

#### **4.8.2.13. Índice de colheita (IC)**

Para determinação do índice de colheita foi pesada a matéria seca total das plantas (somatório da massa seca das folhas, colmos, panículas mais grãos e raízes) e posteriormente somente o peso da matéria seca das sementes. As partes das plantas foram secadas em estufa com circulação de ar forçada com temperatura de aproximadamente 65°C durante 72 horas.

#### **4.9. Avaliações da qualidade fisiológica de sementes**

As análises laboratoriais da qualidade fisiológica das sementes foram conduzidas no Laboratório de sementes da Embrapa-Hortaliças

##### **4.9.1. Teste padrão de germinação (G) com e sem tratamento de sementes**

No teste de germinação cada tratamento foi composto por quatro repetições de 50 sementes não tratadas e sementes tratadas com (Carboxina, 200 g/L+Carboxanilida 200 g/L) na dose 250mL p.c./100kg de sementes recomendada para soja, distribuídas equidistantes sobre duas folhas de papel filtro Germitest, umedecidas com água, na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, e coberto com uma folha de papel na parte superior. Os rolos foram agrupados dentro de sacos plásticos e colocados em germinador na posição vertical e mantidos em câmara de germinação regulada a 20°C. A contagem das plântulas foi realizada no oitavo dia, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

##### **4.8.2. Primeira contagem da germinação com e sem tratamento de sementes (PC)**

Teste considerado eficiente para determinar o vigor das sementes foi realizado conjuntamente com a primeira contagem do teste padrão de germinação, computa-se a porcentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem, no quinto dia após a instalação do teste padrão de germinação (BRASIL, 2009; NAKAGAWA, 1999).

#### **4.9.3. Teste condutividade elétrica (CE)**

Na CE utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes de grão-de-bico para cada parcela, foram pesadas com precisão de 0,001g, colocadas em copos plásticos (200 mL), e adicionado 75 mL de água deionizada e mantidas à temperatura de 25 °C por 24 horas (VIEIRA, 1994). Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi medida em condutímetro modelo EC Basic AK 51- AKSO, com eletrodo de constante 1.0, e os dados obtidos para cada parcela foram expressos em “micro Siemens  $\text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ” de sementes.

#### **4.9.4. Emergência das plântulas em campo (EC)**

O teste foi realizado na área experimental da Embrapa Hortaliças, conduzido com quatro repetições de 50 sementes em linhas de 1,0 m de comprimento, espaçadas de 0,2 m à profundidade média de 3,0 cm. A irrigação foi feita sempre que necessária. A avaliação da porcentagem média de emergência das plântulas foi efetuada aos 15 dias após a semeadura. O experimento foi conduzido no delineamento blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo a comparação entre a qualidade fisiológica das sementes dos diferentes lotes efetuada pelo teste de Tukey a 5 %.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Características agronômicas

Na tabela 1 observa-se que houve diferenças significativas entre as cultivares nas características agronômicas altura, inserção da primeira vagem, peso mil sementes, comprimento, largura e espessura da semente. Isto demonstra que foi encontrado comportamento diferente entre os genótipos Aleppo e CP1605 para as características avaliadas.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância na avaliação de genótipos de grão-de-bico submetidos a quatro diferentes densidades de plantio para os caracteres altura da planta, inserção da primeira vagem, peso mil sementes, comprimento, largura e espessura de semente, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Fonte de variação	Grau de Liberdade	Quadrados médios					
		Altura da planta (cm)	Inserção da primeira vagem (cm)	Peso mil sementes (g)	Comprimento da semente (mm)	Largura da semente (mm)	Espessura da semente (mm)
Genótipo (G)	1	3845,65**	2030,44**	93139,23**	2,46**	5,6**	3,70**
Densidade (D)	3	15,02 <sup>ns</sup>	23,54 <sup>ns</sup>	27,78 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>
G x D	3	51,47 <sup>ns</sup>	12,2 <sup>ns</sup>	162,92 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Bloco	3	43,66 <sup>ns</sup>	18,11 <sup>ns</sup>	173,38 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Erro	21	78,66	8,62	388,79	0,04	0,01	0,03
Média		50,95	24,23	301,85	8,94	7,01	7,19
CV(%)		17,41	12,11	6,53	2,29	1,94	2,37

<sup>ns</sup>Valor não significativo; \*valor significativo no teste F a 5% de probabilidade e \*\* valor significativo no teste F a 1% de probabilidade; , C.V.: coeficiente de variação.

Nas características índice de colheita, rendimento cultural, acamamento, ramos primários, ramos secundários, observa-se diferença significativa para o fator genótipo. Nas características rendimento cultural, ramos secundários e total de ramos notou-se diferença significativa para o fator densidade. Na interação entre genótipo e densidade da característica total de ramos houve diferença significativa. A interação sendo significativa permite inferir em qual densidade para cada genótipo tem-se a melhor característica (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância na avaliação de genótipos de grão-de-bico submetidos a quatro diferentes densidades de plantio para os caracteres índice de colheita, rendimento cultural, acamamento, ramos primários, ramos secundários e total de ramos, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Fonte de variação	Grau de Liberdade	Quadrados médios					
		Índice de colheita	Rendimento cultural (kg/ha)	Acamamento	Ramos primários	Ramos secundários	Total de ramos
Genótipo (G)	1	0,17**	35390546.46**	0,85*	1,62*	38,94*	2,42 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	3	0,004 <sup>ns</sup>	4008921.94*	0,16 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	46,61**	144,81**
G x D	3	0,002 <sup>ns</sup>	883865.42 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	9,03 <sup>ns</sup>	55,69*
Blocos	3	0,006 <sup>ns</sup>	1270518.47 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	4,33 <sup>ns</sup>	11,07 <sup>ns</sup>
Erro	21	0,003	847842.79	0,17	0,22	5,66	16,15
Média		0,56	3600.05	1,87	2,35	8,74	13,69
C.V.(%)		10,30	25.57	22,26	20,08	27,19	29,36

<sup>ns</sup>Valor não significativo; \*valor significativo no teste F a 5% de probabilidade e \*\* valor significativo no teste F a 1% de probabilidade, C.V.: coeficiente de variação.

Na tabela 3 os fatores genótipo, densidade e interação genótipo e densidade dos caracteres total de vagens, vagens com uma semente, vagens com duas ou mais sementes, vagens chochas em relação às vagens totais e total de sementes obtiveram efeitos significativos com exceção apenas no fator densidade e interação genótipo e densidade para o caractere vagens chochas em relação às vagens totais. Para as características total de vagens e total de sementes o efeito bloco foi significativo.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância na avaliação de genótipos de grão-de-bico submetidos a quatro diferentes densidades de plantio para os caracteres total de vagens, vagens com uma semente, vagens com duas ou mais sementes, vagens chochas em relação às vagens totais e total de sementes, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Fonte de variação	Grau de Liberdade	Quadrados médios				
		Total de vagens	Vagens com uma semente	Vagens com duas ou mais sementes	Vagens chochas em relação às vagens totais (%)	Total de sementes
Genótipo (G)	1	18978,39**	10578,65**	1164,03**	407,33*	29640,03**
Densidade (D)	3	5073,54**	2815,97**	320,78**	18,10 <sup>ns</sup>	7977,66**
G x D	3	3348,24**	1810,36**	248,81**	16,93 <sup>ns</sup>	5443,20**
Blocos	3	1445,58*	815,46 <sup>ns</sup>	88,82 <sup>ns</sup>	71,11 <sup>ns</sup>	2229,76*
Erro	21	428,78	289,12	33,97	25,87	643,40
Média		68,85	55,94	13,04	10,54	81,95
C.V.(%)		30,07	30,39	44,68	48,25	30,94

<sup>ns</sup>Valor não significativo; \*valor significativo no teste F a 5% de probabilidade e \*\* valor significativo no teste F a 1% de probabilidade, C.V.: coeficiente de variação.

Na tabela 4, quando se compara as médias das características agrônômicas dos genótipos, observa-se que os maiores valores de altura da planta, inserção da primeira vagem, peso de mil sementes, comprimento, largura e espessura de sementes, acamamento, ramos primários, ramos secundários e vagens chochas em

relação às vagens totais foram observados no genótipo BRS Aleppo. Para as características índice de colheita e rendimento cultural as médias do genótipo CP1605 foram maiores.

**Tabela 4.** Comparação das médias de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em relação às características agrônômicas submetidas a quatro diferentes densidades de plantio, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

	Genótipo	
	BRS Aleppo	CP1605
Altura (cm)	61,91a <sup>1</sup>	39,98b
Inserção da primeira vagem (cm)	32,20a	16,26b
Peso mil sementes (g)	355,80a	247,90b
Comprimento da semente (mm)	9,22a	8,67b
Largura da semente (mm)	7,42a	6,59b
Espessura da semente (mm)	7,53a	6,85b
Índice de colheita	0,48b	0,63a
Rendimento cultural (kg/ha)	2548,39b	4651,68a
Acamamento(transf)	2,03a	1,70b
Ramos primários	2,58a	2,13b
Ramos secundários	9,85a	7,64b
Vagens chochas em relação às vagens totais (%)	14,10a	6,97b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo do fator densidade sobre as características altura da planta, inserção da primeira vagem, peso mil sementes, comprimento, largura e espessura da semente, índice de colheita, acamamento, ramos primário e vagens chochas em relação às vagens totais. O rendimento cultural sofreu efeito significativo com o aumento da densidade, sendo 300.000 plantas/ha a densidade com maior média, 200.000 plantas/ha e 400.000 plantas/ha com médias intermediárias e 100.000 plantas/ha a densidade com menor média. O efeito significativo da densidade na característica número de ramos secundários provocou a diminuição das médias ao aumentar as densidades das plantas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Comparação de médias em quatro densidades de plantio de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em relação às características agrônômicas, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Características agrônômicas	Densidade de plantas (plantas/ha)			
	100.000	200.000	300.000	400.000
Altura (cm)	49,81a <sup>1</sup>	51,68a	52,51a	49,78a
Inserção da primeira vagem (cm)	22,30a	23,35a	26,05a	25,23a
Peso mil sementes (g)	301,67a	300,68a	300,52a	304,54a
Comprimento da semente (mm)	8,95a	8,94a	8,99a	8,89a
Largura da semente (mm)	7,03a	7,00a	7,02a	6,97a
Espessura da semente (mm)	7,20a	7,19a	7,23a	7,15a
Índice de colheita	0,53a	0,55a	0,58a	0,57a
Rendimento cultural (kg/ha)	2876,70b	3122,54ab	4325,25a	4075,66ab
Acamamento	1,76a	1,85a	2,07a	1,78a
Ramos primários	2,57a	2,50a	2,41a	1,93a
Ramos secundários	12,06a	8,68b	7,88b	6,35b
Vagens chochas em relação às vagens totais (%)	10,26a	11,77a	11,60a	8,52a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 6 para o genótipo BRS Aleppo as características total de ramos, total de vagens, vagens com uma semente, vagens com duas ou mais sementes e total de sementes não sofrem influência com o aumento da densidade. Para o genótipo CP1605 as características total de ramos, total de vagens, vagens com uma semente, vagens com duas ou mais sementes e total de sementes diminuem à medida que se aumenta a densidade de plantas. Dentro das densidades 100.000 plantas/ha e 200.000 plantas/ha o genótipo CP1605 obteve maiores médias em todas características, com exceção apenas na densidade 200.000 plantas/ha na característica total de ramos a qual as médias não se diferiram. Dentro das densidades 300.000 plantas/ha e 400.000 plantas/ha as médias dos genótipos BRS Aleppo e CP1605 não diferiram para todas as características, com exceção apenas da densidade 400.000 plantas/ha na característica total de vagens a qual o genótipo BRS Aleppo obteve a maior média de vagens por planta.



**Tabela 6.** Interação entre os fatores genótipo e densidade nas características agrônômicas de grão-de-bico avaliados em quatro densidades de plantio, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Genótipos/ Densidades	Total de ramos		Total de vagens		Vagens com uma semente		Vagens com duas ou mais sementes		Total de sementes	
	Aleppo	CP1605	Aleppo	CP1605	Aleppo	CP1605	Aleppo	CP1605	Aleppo	CP1605
100.000	15,3aB <sup>1</sup>	23,60aA	48,45aB	157,7aA	40,85aB	121,9aA	7,60aB	35,75aA	56,05aB	193,7aA
200.000	14,10aA	13,27bA	52,17aB	90,42bA	44,20aB	71,60bA	7,97aB	18,82bA	60,15aB	109,3bA
300.000	14,05aA	10,4bA	44,42aA	67,20bA	37,14aA	55,25bA	8,40aA	11,95bA	52,87aA	79,1bA
400.000	10,17aA	8,50bA	32,95aA	57,55bB	28,87aA	47,77bA	4,07aA	9,77bA	37,02aA	67,32bA

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Carpenter e Board (1997) observaram em experimento para determinar os mecanismos responsáveis pela compensação do rendimento por planta de soja, para variações na população e concluíram que os ajustes no rendimento cultural decorrentes de mudanças na população de plantas foram devido a alterações no número de legumes por plantas. Durante esse experimento o possível mecanismo responsável pela compensação do rendimento por planta de grão-de-bico, para variações na população, foi o número de ramos secundários. Com a diminuição da densidade a planta compensou o seu rendimento com ramos secundários, pois o número de ramos primários não foi afetado pelas variações nas populações, elevando assim o número de vagens e sementes por planta.

O número de ramos primários e secundários pode aumentar ou diminuir com alteração da população de plantas característica que aumenta ou diminui com alteração da população de plantas. Na pesquisa de Cokkizgin (2012) para a característica ramos secundários não foi determinada diferença significativa entre os genótipos e as densidades da população de plantas, mas diminuiu consideravelmente os ramos secundários ao aumentar a população de plantas utilizadas em todos os genótipos corroborando com esse trabalho. No trabalho de Mekuanint et al. (2018) houve diferenças significativas para o efeito cultivar dentro da avaliação ramos secundários corroborando com esse trabalho.

Em experimento avaliando influência da variação de densidade Mekuanint et al. (2018) observou que o efeito densidade de plantas não trouxe diferenças significativas para os ramos primários, contudo o efeito variedade foi altamente significativo corroborando com essa pesquisa. Cokkizgin (2012), Singh et al. (1979), Singh et al. (1988), Hintz et al. (1992), Togay et al. (2005), Bakry et al. (2011) e Agajie (2018) relataram que o número de ramos primários diminuiu com o aumento da densidade contrariando esse trabalho. Segundo Cokkizgin (2012) e Shamsi et al.

(2011) não há diferenças estatísticas significativas entre os genótipos para os ramos primários discordando desse experimento.

As características altura das plantas e inserção da primeira vagem podem influenciar na colheita mecanizada, acamamento e percentual de plantas quebradas. Os dados desse experimento discordam dos obtidos por Cokkizgin (2012), Felton et al. (1996), Khan et al. (2001), Sharar et al. (2001) e Agajie (2018) os quais observaram aumento na altura das plantas em maiores densidades de plantas. A altura da planta pode ser diferente entre variedades da mesma espécie (COKKIZGIN, 2012). Conforme Cokkizgin (2012) existe influência significativa do genótipo para a característica altura de planta.

Cokkizgin (2012) e Vanderpuye (2010) observaram uma diminuição na inserção da primeira vagem com a redução da densidade populacional discordando com os obtidos nesse trabalho.

O peso de mil sementes é uma característica influencia na quantidade de sementes utilizadas na semeadura e, através dele, é possível estimarmos a quantidade de sementes que será utilizada em função da densidade das mesmas. Segundo Khan et al. (2010) o aumento na densidade das plantas aumentou o peso de mil sementes discordando desse experimento o qual não foi afetado pela variações das densidades de plantas. De acordo com Sharar et al. (2001) o aumento na densidade das plantas de grão-de-bico diminui o peso de mil sementes destoando com essa pesquisa.

O tamanho das sementes e sua relação com o potencial fisiológico tem sido assunto contraditório em vários trabalhos. Em várias espécies, a classificação de lotes de sementes por tamanho pode afetar o vigor inicial das plantas, as características agrônômicas de produção e a precisão da semeadura mecânica (KRZYZANOWSKI et al., 1991; MARCOS FILHO et al., 1986). Em sementes de grão-de-bico KAYA et al. (2008) mostrou que as sementes pequenas de grão-de-bico (cultivares AKN-97, Gokce e Uzunlu-99) germinaram e cresceram mais rapidamente em comparação com sementes médias e grandes das mesmas cultivares contra todos os níveis de estresse salino (condutividades elétricas de 4,5, 8,6, 12,7 e 16,3 dS/m e tamanhos de sementes 7, 8 e 9 mm). No estudo de Biçer (2009) o efeito do tamanho da semente foi significativo no rendimento cultural e no peso de 100 sementes. Ressaltada importância do tamanho das sementes não foi

observada variação do tamanho das sementes das plantas submetidas a diferentes densidades nesse trabalho.

O preço que os produtores recebem pelo grão-de-bico kabuli aumenta à medida que a proporção de sementes com mais de 9 mm de diâmetro aumenta. Compradores de grão-de-bico kabuli oferecem bônus de US\$ 0,12 kg<sup>-1</sup> (médias dos anos 1999, 2000 e 2001) para sementes de kabuli com mais de 9 mm de diâmetro em comparação com aquelas de 8 mm ou menos em tamanho (GAN et al., 2003). Nesse trabalho o genótipo BRS Aleppo tipo kabuli obteve médias de diâmetro abaixo de 9 mm.

O índice de acamamento é uma característica muito afetada pela altura das plantas. Era esperado dentro da característica índice de acamamento o fator genótipo ser diferente devido aos diferentes hábitos de crescimento, o BRS Aleppo com hábito semi-ereto e o CP1605 com hábito semi-prostrado. Confirmando que o genótipo BRS Aleppo seria a mais suscetível ao acamamento.

O rendimento cultural é afetado por diversos fatores, dentre eles a densidade de plantas. Segundo Khan et al. (2010) o rendimento cultural sofreu efeitos significativos com a mudança das densidades, chegando a obter quantidades de 2798.98 kg ha<sup>-1</sup> usando a cultivar Bittle-98 do tipo Desi. O resultado de rendimento cultural desse trabalho ficou acima do encontrado por Khan et al. (2010) comparando as cultivares do tipo Desi. Efeitos significativos das densidades de semeadura aumentando a produção de grãos também foram relatados por Sharar et al. (2001). Trabalhos realizados por Siddique (1984) indicaram que o rendimento de sementes foi semelhante em todas as densidades, refletindo uma alta plasticidade, mas houve tendências distintas quanto ao maior rendimento biológico e menor índice de colheita à medida que a densidade aumentou, indicando um maior potencial para aumentar o rendimento em maior densidade.

Estudos realizados mostraram maiores rendimentos de grãos-de-bico tipo Kabuli associados a um espaçamento entrelinhas e entre plantas mais estreitos. O rendimento dos grãos foi aumentado de 30,81% e 15,53% quando o espaçamento entrelinha e entre plantas diminuíram de 40 para 20 cm e 15 para 10 cm, respectivamente. Foi concluído que o espaçamento entrelinhas de 20 cm e entre plantas de 10 cm é mais apropriado para máxima interceptação de luz e atividade fotossintética e produção de sementes de grãos-de-bico tipo kabuli em Debre-Zeit (SHIFERAW et al., 2018).

Gan et al. (2003) mostraram que os maiores rendimentos de grãos aumentaram com maiores densidades populacionais tanto para o grão-de-bico do tipo Desi e Kabuli. Sendo a densidade de 40 a 45 plantas/m<sup>2</sup> indicada como a densidade de plantas ótima.

O índice de colheita nos mostra a capacidade da planta em converter a matéria seca em rendimento econômico. Na pesquisa de Khan et al. (2010) o índice de colheita sofreu efeitos significativos com a mudança das densidades, chegando a obter índices de 44,71%. Tal resultado mostra que esse estudo está condizente com o de Khan et al. (2010). Sharar et al. (2001) relataram que o índice de colheita não foi afetado pela densidade de plantas.

O número de sementes por vagem é considerado um fator importante que proporciona diretamente uma potencial recuperação exploratória em culturas leguminosas (KHAN et al., 2010). No estudo de Khan et al. (2010) o efeito densidade de plantas afetou significativamente o número de vagens por plantas e o número de sementes por vagem. A pesquisa de Mekuanint et al. (2018) apresentou diferença estatística significativa entre as cultivares para o número de sementes por vagem destoando desse trabalho, além disso, o efeito densidade não mostrou diferença para o número de sementes por vagem indo ao contrário do observado na tabela 6. Neste trabalho o número de sementes e vagens o aumento da densidade de plantas fez o número de vagens e sementes diminuir. O número de vagens no trabalho de Agajie (2018) aumentou à medida que se diminuiu a densidade das plantas conforme visto nesse trabalho.

## **5.2. Qualidade fisiológica das sementes**

Houve diferença estatística significativa entre os genótipos, no tratamento de sementes, na interação genótipo x estande e na interação genótipo x tratamento de semente em relação aos seguintes testes de qualidade fisiológica de sementes do grão-de-bico: primeira contagem da germinação sem fungicida; germinação sem fungicida; primeira contagem da germinação com fungicida; teste padrão de germinação com fungicida (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância da qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) submetidas a quatro diferentes densidades de plantio, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Fonte de variação	Grau de Liberdade	Quadrados médios	
		Primeira contagem	Germinação
Genótipo (G)	1	5202,01**	3622,53**
Densidade (D)	3	58,32 <sup>ns</sup>	17,92 <sup>ns</sup>
Tratamento com e sem fungicida (F)	1	3570,06**	2394,88**
G x D	3	336,31**	146,00**
G x F	1	310,64**	270,19**
D x F	3	4,38 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>
G x D x F	3	55,48 <sup>ns</sup>	14,95 <sup>ns</sup>
Blocos	3	29,47 <sup>ns</sup>	26,65 <sup>ns</sup>
Erro	45	27,38	18,59
Média		81,81	86,85
C.V.(%)		6,39	4,96

<sup>ns</sup>Valor não significativo; \*valor significativo no teste F a 5% de probabilidade e \*\* valor significativo no teste F a 1% de probabilidade, C.V.: coeficiente de variação.

Na tabela 8 houve diferenças significativas para o fator genótipo nos testes condutividade elétrica e emergência de plântulas em campo. Houve interação significativa entre genótipo e densidade para o teste condutividade elétrica.

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância da qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) submetidas a quatro diferentes densidades de plantio, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Fonte de variação	Grau de Liberdade	Quadrados médios	
		Condutividade elétrica(?)	Emergência de plântulas em campo (%)
Genótipo (G)	1	20122,97**	648,00**
Densidade (D)	3	727,94 <sup>ns</sup>	53,19 <sup>ns</sup>
G x D	3	819,89*	32,77 <sup>ns</sup>
Blocos	3	158,65 <sup>ns</sup>	41,04 <sup>ns</sup>
Erro	21	260,74	37,79
Média		134,56	76,38
C.V.(%)		12,00	8,04

<sup>ns</sup>Valor não significativo; \*valor significativo no teste F a 5% de probabilidade e \*\* valor significativo no teste F a 1% de probabilidade, C.V.: coeficiente de variação.

Para todos os testes primeira contagem, germinação e condutividade elétrica as densidade não interferem na qualidade fisiológica do genótipo BRS Aleppo. Para os testes primeira contagem e germinação do genótipo CP1605 as maiores médias se encontram nas densidades 100.000 plantas/ha e 200.000 plantas/ha e para o teste de condutividade elétrica as maiores médias se encontram nas densidades 300.000 plantas/ha e 400.000 plantas/ha. Dentro das densidades nos testes de primeira contagem e germinação o genótipo BRS Aleppo sempre tem as maiores médias. No teste de condutividade elétrica o genótipo CP1605 apresenta as maiores

médias, exceto na densidade 100.000 plantas/ha a qual não houve diferença significativa entre as médias dos genótipos (Tabela 9).

**Tabela 9.** Interação entre os fatores genótipo e densidade dos testes de qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico avaliados em quatro densidades de plantio, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Genótipos/ Densidades	Primeira contagem (%)		Germinação (%)		Condutividade elétrica	
	Aleppo	CP1605	Aleppo	CP1605	Aleppo	CP1605
100.000	90,06aA <sup>1</sup>	78,56aB	93,31aA	82,25aB	109,94aA	133,01bA
200.000	86,68aA	77,87aB	92,12aA	83,37aB	115,32aB	161,70ab A
300.000	93,37aA	66,93bB	96,50aA	75,56bB	110,20aB	177,47aA
400.000	93,18aA	67,81bB	95,56aA	76,12bB	102,46aB	166,36aA

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na tabela 10 dentro do efeito tratamento de sementes o genótipo BRS Aleppo apresentou as maiores médias para os testes de primeira contagem e germinação. Dentro do efeito genótipo o tratamento das sementes com fungicidas aumentou as médias dos testes de primeira contagem e germinação.

**Tabela 10.** Interação entre os fatores genótipo e tratamento de semente dos testes de qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico avaliados em quatro densidades de plantio, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

Genótipos/ Tratamento de sementes	Primeira contagem (%)		Germinação (%)	
	Aleppo	CP1605	Aleppo	CP1605
Com tratamento	96aA <sup>1</sup>	83aB	98,43aA	87,50aB
Sem tratamento	86bA	63bB	90,31bA	71,15bB

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o teste de emergência em plântulas em campo o genótipo BRS Aleppo obteve a maior média entre os genótipos. Para o teste de emergência em campo o efeito densidade não interferiu na porcentagem de plântulas emergidas em campo. (Tabela 11 e 12).

**Tabela 11.** Comparação das médias dos genótipos de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) no teste de emergência de plântulas em campo submetidas a quatro diferentes densidades de plantio, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

	Genótipos	
	BRS Aleppo	CP-1605
Emergência em campo (%)	81a <sup>1</sup>	72b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 12.** Comparação de médias em quatro densidades de plantio de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em relação à emergência de plântulas em campo, Ponta Alta-Gama-DF, Embrapa Hortaliças, na safra 2018.

	Densidade de plantas (plantas/ha)			
	100.000	200.000	300.000	400.000
Emergência em campo	78a <sup>1</sup>	79a	73a	76a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As porcentagens de germinação e primeira contagem de sementes da mesma espécie podem ser influenciadas por diversos fatores, dentre eles diferença de vigor entre os genótipos, tamanho, sanidade e tempo de armazenamento. O teste de germinação da tabela 9 apresentou médias gerais de germinação e primeira contagem da BRS Aleppo maiores que o do genótipo CP1605. Segundo Brasil (1986), a semente é considerada com elevada taxa de germinação quando essas apresentam 80% de índice germinativo. Sendo assim, o genótipo BRS Aleppo apresentou sementes de alto poder germinativo em todas as densidades nos testes de primeira contagem e germinação; o genótipo CP1605 apresentou índices germinativos abaixo de 80% na primeira contagem e alcançou índice de germinação acima de 80% apenas nas densidades 100.000 plantas/ha e 200.000 plantas/ha mostrando influencia da variação das densidades sobre o genótipo CP1605.

Na cultura do grão-de-bico existem diversos patógenos de solos que causam prejuízos à qualidade das sementes. O tratamento de sementes com fungicidas permite o controle de inúmeras doenças transmitidas por sementes, oferece proteção às sementes e às plântulas contra a ação de microrganismos presentes no solo e oferece garantia adicional ao estabelecimento da lavoura, principalmente por permitir a germinação de sementes infectadas e controlar patógenos transmitidos pela semente. Neste experimento notou-se diferença das médias no fator tratamento com o uso de fungicida, mostrando um acréscimo na germinação superior a 10% das sementes sem tratamento. Shirsat e Kale (1979) relataram acréscimo da germinação e vigor das sementes após tratamento com os fungicidas Dithane M-45, Rovral, e Mildothane corroborando com essa pesquisa. Shahid et al. (2011) concluiu que os tratamento de semente com Vitavax (Carboxin 37,5% + Thiram 37,5%), e

*Trichoderma viride* + Vitavax melhoraram os índices de germinação e de vigor das sementes do genótipo (Udai) concordando com esse trabalho.

A condutividade elétrica possibilita a estimativa do vigor das sementes. No teste de condutividade elétrica (CE), o qual o maior valor foi encontrado no genótipo CP1605 e o menor na Aleppo está de acordo com os valores encontrados nos testes de germinação e primeira contagem, pois no teste de condutividade elétrica, quanto maior os valores encontrados pior é a qualidade da semente. Quanto maior o valor da condutividade, maior a quantidade de lixiviados liberados para a solução de embebição, pior a qualidade da semente (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Em pesquisas realizadas por Claudino (2018), para adequação dos valores da condutividade elétrica para sementes de grão-de-bico, os valores alcançados para teste com 75 mL de água destilada com temperatura de 25°C durante 24 horas ficaram condizentes aos encontrados nesse experimento.

A não interferência da densidade de semeadura sobre a qualidade fisiológica das sementes foi observada em sementes de gergelim (RICCI, 1998), arroz irrigado (HÖFS et al., 2004), milho (ANDREOLI et al., 2002) e alfafa (ASKARIAN et al., 1995).



## **6. CONCLUSÕES**

Em conclusão, os resultados da pesquisa indicaram que a diferença de densidade de plantas influenciou no número de ramos secundários, total de ramos, total de vagens, vagens com uma semente, vagens com duas ou mais sementes, total de sementes e rendimento cultural. A densidade populacional 300.000 plantas/ha apresentou o melhor rendimento cultural.

Para os testes de qualidade fisiológica das sementes a variação de densidade das plantas influenciou apenas o genótipo CP1605 nos testes de germinação, primeira contagem e condutividade elétrica. Para o genótipo CP1605 as densidades 100.000 plantas/ha e 200.000 plantas/ha apresentaram sementes com maiores índices germinativos e menor quantidade de lixiviados nos testes de germinação, primeira contagem e condutividade elétrica. O tratamento de sementes com fungicidas auxiliou no aumento dos índices germinativos dos genótipos.

## 7. REFERÊNCIAS

- ABBO, S.; SHTIENBERG, D.; LICHTENZVEIG, J.; LEVYADUN, S.; GOPHER, A. The chickpea, summer cropping, and a new model for pulse domestication in the ancient near east. **The Quarterly Review of Biology**, v.78, n.4, p.435–448, 2003.
- AGAJIE, M. Effect of spacing on yield components and yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Assosa, Western Ethiopia. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, v.7, n.2, p.39-51, 2018.
- AHMED, H.U.; CHANG, K.F.; HWANG, S.F.; GOSSEN, B.D.; HOWARDAND, R.J.; WARKENTIN, T.D. Components of Disease Resistance in Desi and Kabuli Chickpea Varieties Against Ascochyta Blight. **Plant Pathology Journal**, v. 5, p. 336-342, 2006.
- ALCÂNTARA, J.P.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes densidades de semeadura e condições de ambiente. **Ciência e Prática**, v.15, n.4, p.375-384, 1991.
- ANDREOLI, C.; ANDRADE, R.V.; ZAMORA, S.A.; GORDON, M. The effect of seed germination and seeding rate on corn stand establishment and yield. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.1-5, 2002.
- ANTUNES, I.F.; SILVEIRA, E.P. Feijão: manual de campo. Pelotas : Embrapa-CPACT, 1993. 7p.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983, 93p.
- AV - Agriculture of Victoria. **Growing Chickpea**, Disponível em: <<http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/grains-and-other-crops/crop-production/growing-chickpea>>. Acesso em: 24 Fev. 2018.
- ARTIAGA, O. P; SPEHAR, C. R.; BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.1, p.102-109, 2015.
- ASKARIAN, M.; HAMPTON, J.G.; HILL, M.J. Effect of row spacing and sowing rate on seed production of Lucerne (*Medicago sativa* L.) cv. Grasslands Oranga. **Journal of Agricultural Research**, v.38, p.289-295, 1995.
- AZIZI, K.; KAHRIZI, D. Effect of nitrogen levels, plant density and climate on yield quantity and quality in cumin (*Cuminum cyminum* L.) under the conditions of Iran. **Asian Journal. Plant Science**, v.7, n.8, p.710-716, 2008.
- BAKRY, B.A.; ELEWA, T.A.; EL-KARAMANY, M.F.; ZEIDAN, M.S.; TAWFIK, M.M. Effect of row spacing on yield and its components of some faba bean varieties under newly reclaimed sandy soil condition. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 1, p.68-72, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PRIETO, J.P.C.; MORAES, M.T.; WERNER, F.; FERREIRA, A.S. Crescimento e distribuição de raízes de soja em diferentes densidades de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.17,n.1, p.12-22, 2018.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BERGER, J.D.; TURNER, N.C. The ecology of chickpea In: Yadav, S.S.; Redden, R.; Chen, W.; Sharma, B. (Eds). **Chickpea breeding and management**. CABI: Wallingford, 2007. p.47-71.

BEZERRA, A.A.C.; NEVES, A.C.; NETO, F.A.; JUNIOR, J.V.S. Morfofisiologia e produção de feijão - caupi, cultivar BRS Novaera, em função da densidade de plantas. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. **Revista Caatinga**, v.27, n.4, p.135–141, 2014.

BEZERRA, A.A.C.; TÁVORA, F.J.A.; FILHO, F.R.F.; RIBEIRO, V.Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.85-93, 2008.

BEZERRA, F.T.C.; DUTRA, A.S.; LIMA, L.K.S.; SANTOS, C. C. Potencial fisiológico de aquênios de girassol em função do arranjo espacial das plantas e das condições edafoclimáticas. **Magistra**. v.27, n.3/4, p.394-404, 2015.

BIÇER, B.T. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.8, p.1482-1487, 2009.

BRAGA, N.R.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. Comportamento de cultivares de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) na microrregião de Viçosa, Minas Gerais. v.44, n.255, p.577-591, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília: **MAPA/ACS**, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 457, de 18 de dezembro de 1986. Estabelece para todo o território nacional, procedimentos e padrões de sementes olerícolas, para distribuição, transporte, e comércio de sementes fiscalizadas, e para importação. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Seção 1, p.19653, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, **Brasil começa a produzir grão-de-bico para mercado asiático, 2017**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-comeca-a-produzir-grao-de-bico-para-mercado-asiatico>>. Acesso em: 22 Fev. 2018a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Plano nacional para o desenvolvimento da cadeia produtiva do feijão e pulses**, 2018b.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior-MDIC/COMEX, **Exportação e importação geral**. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>> Acesso em: 18 Fev. 2019.

BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, n.1, p.1-9, 1968.

CARPENTER, A.C.; BOARD, J.E. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations. **Crop Science**, Madison, v.37, n.5, p.1520-1526, 1997.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

COKKIZGIN, A. Botanical characteristics of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under different plant densities in organic farming. **Scientific Research and Essays**, v.7, n.4, p. 498-503, 2012.

CORREA, M.P. **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v.6, 1984.

COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 1996. 233p.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A.C.; FANCELLI, A.L.; COSTA, J.D. Partição de fitomassa e limitações do rendimento de milho (*Zea mays* L.) relacionadas com a fontedreno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4., 1993, Fortaleza, Resumos. Fortaleza, SBFV/UFCE, 1993. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, n.1, p.1-120, 1993.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Brasil começa a produzir grão-de-bico para mercado asiático, 2017**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-comeca-a-produzir-grao-de-bico-para-mercado-asiatico>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Cultivares de grão-de-bico com a marca Embrapa são exportadas para Oriente Médio e América Latina, 2016**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/18204821/cultivares-de-grao-de-bico-com-a-marca-embrapa-sao-exportadas-para-oriente-medio-e-america-latina>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Grão-de-bico BRS Aleppo, 2015**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2213/grao-de-bico-brs-aleppo>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Produtores de semente começam a receber grão-de-bico BRS Aleppo, 2018**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/33453969/produtores-de-semente-comecam-a-receber-grao-de-bico-brs-aleppo>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

ESHETE, M.; FIKRE, A. Guide for Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) production in the Southern Nations, Nationalities, and Peoples' Region of Ethiopia. Etiópia: IDRC/CRDI, 2015. p.27.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, **Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de grão-de-bico**, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

FELTON, W.L.; MARCELLOS, H.; MURISON, R.D. The effect of row spacing and seeding rate on chickpea yield in Northern New South Wales. In: **Proceedings of the 8th Australian Weeds Conference**, p.251–253, 1996. (Weed Society of Queensland: Toowoomba, Qld)

FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p.80-88, 2006.

GAN, Y.T.; MILLER, P.R.; MCCONKEY, B.G; ZENTNER, R.P.; LIU, P.H.; MCDONALD, C.L. Optimum plant population density for chickpea and dry pea in a semiarid environment. **Canadian Journal of Plant Science**, v.83, n.1, p. 1-9, 2003.

GAUR, P.M.; TRIPATHI, S.; GOWDA, C.L.L.; RANGA RAO G.V.; SHARMA, H.C.; PANDE, S; SHARMA M. **Chickpea seed production manual**. Pantacheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 2010. 28p.

GIORDANO, L. de B.; NASCIMENTO, W.M. 'Cícero': nova cultivar de grão-de-bico para cultivo de inverno. 1998. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, 80p. (Resumo).

GUIMARÃES, F.S.; REZENDE, P.M.; CASTRO, E.M.; CARVALHO, E.A.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, E.R. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG, **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p. 1099-1106, 2008.

GUPTA, S; NAWAZ, K.; PARWEEN, S; ROY, R.; SAHU, K.; POLE, A.K.; KHANDAL, H.; RISHI SRIVASTAVA, R.; PARIDA, S.K.; CHATTOPADHYAY, D. Draft genome sequence of *Cicer reticulatum* L., the wild progenitor of chickpea provides a resource for agronomic trait improvement, **DNA Research: An International Journal for Rapid Publication of Reports on Genes and Genomes**, v.24, n.1, p.1-10, 2017.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995, 117p.

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; DANIEL BOTELHO PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

HINTZ, R.W.; ALBRECHT, K.A.; OPLINGER, E.S. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. **Agronomy Journal**, v.84, n.5, p.795-798, 1992.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O. B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.54-62, 2004.

HUDA, S.; SIDDIQUE, N.A.; KHATUN, N.; RAHMAN, M.H.; MORSHED, M. Regeneration of shoot from cotyledon derived callus of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.6, p.1310-1313.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: II Effects of variation in leaf area index in the field. **Queenland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.23, p.388-358, 1966.

KAHRIZI, D.; SALMANIAN A.H.; ZEBARJADI, A.R. Effect of cultivar and density of cultured cotyledons on shoot regeneration in rapeseed (*Brassica napus* L.). **Agricultural. Biotechnology**, v.9, n.2, p.1-6, 2010.

KAYA, M.; KAYA, G.; KAYA, M.D.; ATAK, M.; SAGLAM, S.; KHAWAR, K.M.; CIFTCI, C.Y. Interaction between seed size and NaCl on germination and early seedling growth of some Turkish cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Zhejiang University SCIENCE B**, v.9, n.5, p.371-377, 2008.

KHAN, E.A.; ASLAM. M.; AHMAD, H.K.; HIMAYATULLAH; KHAN, M.A.; HUSSAIN A. Effect of row spacing and seeding rates on growth, yield and yield components of chickpea. **Sarhad Journal. of Agriculture**, v.26, n.2, p.201-211, 2010.

KHAN, R.U.; AHAD, A.; RASHID, A.; KHAN, A. Chickpea production as influenced by row spacing under rainfed conditions of Dera Ismail Khan. **Journal of Biological. Sciences**, v.1, n.3,p.103-104, 2001.

KOSGEY, J.R. Nodulation, growth and water use of chickpeas (*Cicer arietinum* L.). 1994. 105f. Thesis (Master in agricultural sciences), Lincoln University, 1994.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p. 1248-1256, 2005.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.1, p.59-68, 1991.

KRUPINSKY, J.M.; BAILEY, K.L.; MCMULLEN, M.P.; GOSSEN, B.D.; TURKINGTON, T.K. Managing plant disease risk in diversified cropping systems. **Agronomy Journal** v. 94, p. 198–209, 2002.

LADINSKY, G.; ADLER, A. The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. **Euphytica**, v.25, p.211–217, 1976.

LADIZINSKY, G.; ABBO, S. The Annual species of the *Cicer* Genus. In: LADIZINSKY G.; ABBO S. **The search for wild relatives of cool season legumes**. Rehovot: Springer Briefs in Plant Science, 2015. p.29-53.

LADIZINSKY, G. A new *Cicer* from Turkey. **Notes of the Royal Botanic Garden Edinburgh**, v.34, p.201-202, 1975.

LEWIS, G.; SCHRINE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005. 577p.

LIU, P.; GAN, Y.; WARKENTIN, T.; MCDONALD, C. Morphological plasticity of chickpea in a semiarid environment. **Crop Science**, v.43, n.1, p.426-429, 2003.

MANARA, W.; RIBEIRO, N. D. Grão-de-bico. **Ciência Rural**, v.22, n.3, p.359-365, 1992.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Londrina: ABRATES, cap.3, 1999. p.1-24.

MARCOS FILHO, J.; KOMATSU, Y.H.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; FRATIN, P.; DEMETRIO, C.G.B. Tamanho da semente e desempenho do girassol: III. Comportamento das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.8, n.2, p.33-43, 1986.

MCVAY, K.A.; JHA, P.; CRUTCHER, F. **Chickpea production**, Montana State University Extension, 2017. 9p.

MEKUANINT, T.; TSEHAYE, Y.; EGZIABHER, Y.G. Response of two Chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties to rates of blended fertilizer and row spacing at Tselemti District, Northern Ethiopia, **Advances in Agriculture**, v.2018, p.1-8, 2018.

MOHAMMADI, G.; JAVANSHIR, A.; KHOOIE, F. R.; MOHAMMADI, S. A.; SALMASI, S. Z. Critical period of weed interference in chickpea. **Weed Research**, v.45, n.1, p.57-63, 2005.

MONKS, P.L.; FERREIRA, O.G.L.; PÓLO, E.A.; SILVA, J.B. Produção e qualidade de sementes de *Macroptilium lathyroides* sob diferentes espaçamentos e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.2, p.107-112, 2006.

MOORE, K.; ANDREW VERRELL, A.; AFTAB, M. Reducing risk of virus disease in chickpeas through management of plant density, row spacing and stubble, **Grains Research and Development Corporation, GRDC Update Papers**, 2014. Disponível em: <<https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers/tab-content/grdc-update-papers/2014/03/reducing-risk-of-virus-disease-in-chickpeas>>. Acesso: 18 Fev. 2018

MUZQUIZ, M.; WOOD, J.A. Antinutritional factors, In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Eds.). **Chickpea breeding and management**. Índia: CABI, 2007. p.143-166.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85.

NASCIMENTO, W.M. Clima e época de plantio. In: NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H.B.S.V.; GIORDANO, L.B. **Cultivo do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 1998. 3p. (Instruções Técnicas, 14).

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P.; ARTIAGA, O.P.; SUINAGA, F.A. Grão-de-bico. In NASCIMENTO, W.M. (Ed.) Hortaliças leguminosas, Brasília: **Embrapa**, 2016. p. 89-118.

NENE, Y.L.; HAWARE, M.P.; REDDY, M.V. **Chickpea diseases: resistance-screening techniques**. Information Bulletin, Patancheru: ICRISAT, n.10, p.1-10, 1981.

NUNES, R.T.; SOUZA, U.O.; ARAUJO NETO, A.C.; MORAIS, O.M.; FOGAÇA, J.J.N.L.; SANTOS, J.L.; CARDOSO, A.D.; SÃO JOSÉ, A.R. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdênio e da população de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.3, p.533-542, 2017.

OLIVEIRA, A.S. **Características agrônômicas e qualidades de sementes de nabo forrageiro em função da densidade de semeadura e do espaçamento**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)- UFLA, Lavras, 2009.

ÖZER, S.; KARAKÖY, O.; TOKLU, F.; BALOCH, F.S.; KILIAN, B.; ÖZKAN, H. Nutritional and physicochemical variation in Turkish kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. **Euphytica**, v.175, n.2, p.237-249, 2010.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGLPLAN, 1977. 289p.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.4, p.319-325, 2013.

PUNDIR, R.P.S.; MENGESHA, M.H.; REDDY, K.N. Occurrence and genetics of a natural mutant of chickpea having twin flower peduncles and polycarpy. **Journal of Heredity**, v.79, p.479-481, 1988.

PUNDIR, R.P.S.; RAO, N.K.; VAN DER MAESEN, L.J.G. Distribution of qualitative traits in the world germplasm of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Euphytica**, v.34, p. 697-703, 1985.

RHODES, I. Relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, v.43, p.129-133, 1973.



RICCI, A. B. **Densidades de plantas, método de secagem e qualidade de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) IAC-China**. 1998. 41 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, 1998.

RINALDI, M.; VONELLA, A.V.; SOLDI, P.; DEBIASE, G.; GAROFALO, P. Yield and canopy response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to different irrigation regimes. **Sustainable Irrigation Management, Technologies and Policies II**, v.112, p.123-132, 2008.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Arranjo espacial de plantas de milho: como otimizá-lo para maximizar o rendimento de grãos. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2004.

SANTOS, C.A.F.; ARAUJO, F.P. Produtividade e morfologia de genótipos de caupi em diferentes densidades populacionais irrigado e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.10, p.1977-1984, 2000.

SPG, Saskatchewan Pulse Growers, **Chickpea Production Manual**, p.59, 2010. Disponível em: [http://www.legumematrix.com/images/563/Chickpea\\_Manual\\_saskatchewan.pdf](http://www.legumematrix.com/images/563/Chickpea_Manual_saskatchewan.pdf) . Acesso em: 24 Fev. 2018.

SAS Institute (Cary, NC). SAS/Access interface PC file formats: usage and reference. Version 9.1.3. Cary, 2004.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SCHUCH, L.O.B. Vigor de sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Scherb.). **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SHAHID, M.; SINGH, A.; SRIVASTAVA, M.; SACHAN, C.P.; BISWAS, S.K. Effect of Seed Treatment on Germination and Vigour in Chickpea, **Trends in Biosciences**, v.4, n.2, p.205-207, 2011.

SHAMSI, K.; KOBRAEE, S.; RASEKHI, B. The effects of different planting densities on seed yield and quantitative traits of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. **African journal of agricultural research**, v.6, n.3, p.655-659, 2011.

SHARAR, M.S.; AYUB M.; NADEEM, M.A.; NOORI, S.A. Effect of different row spacings and seeding densities on the growth and yield of gram (*Cicer arietinum* L.). **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v.38, n.3-4, p.51-53, 2001.

SHIFERAW, M.; TAMADO, T.; ASNAKE, F. Effect of plant density on yield components and yield of kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties at debre zeit, central ethiopia, **International Journal of Plant & Soil Science**, v.21, n.6, p.1-6, 2018.

SHIRSAT, A.M.; KALE, U.V. Effect of fungicidal seed treatment on germination and seedling vigour of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Tropical Grain Legume Bulletin** v.16, p.29-32,1979.

SIDDIQUE, K.H.M.; SEDGLEY, R.H.; MARSHALL, C. Effect of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Field Crops Research**, v.9, p.193-203, 1984.

SINGH A.; PRASAD, R.; SHARMA, P.K. Effects of plant type and population density on growth and yield of chickpea. **Journal of Agriculture Science**, v. 110, n.1, p 1-4, 1988.

SINGH, K.B. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Field Crop Research**, v.53, p.161-170, 1997.

SINGH, K. B.; SAXENA, M. C. **Chickpeas**. The Tropical Agriculturalist Series. CTA/Macmillan/ICARDA. London: Macmillan Education Ltd. UK,1999.p.134.

SINGH, K.B.; SINGH, D.; SINGH, D.N. Response of field pea to population density and phosphorus levels. **Indian Journal Plant Physiology**, v.23, p.185-191, 1979.

SOUZA, J.S.I.; PEIXOTO, A.M.; TOLEDO, F.F. **Enciclopédia agrícola brasileira: E-H**. São Paulo: Ed. USP, 1995. 474p.

TOGAY, N.; TOGAY, Y.; ERMAN, M.; YUSUF, D., CIG, F. The effects of different plant densities on yield and yield components in some chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in dry and irrigated conditions. **Journal Agriculture Science**, v.11, n.4, p.417-421, 2005.

VAN DER MAESEN, L.J.G. *Cicer* L. origin, history and taxonomy of chickpea. In: SAXENA, M.C.; SINGH, K.B. (Eds.). **The chickpea**. Walingford: CABI, 1987. p.11-34.

VAN DER MAESEN, L.J.G. ***Cicer* L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation**, 1972. 354f. Dissertation, Wageningen University, Wageningen, 1972.

VANDERPUYE, A.W. **Canopy architecture and plant density effect in short-season chickpea (*Cicer arietinum* L.)**. 2010. 178f. Thesis (Doctorate of Philosophy - PhD), Department of Plant Sciences University of Saskatchewan, 2010.

VARSHNEY R. K.; SONG C.; SAXENA R. K.; AZAM, S.; YU, S.; SHARPE, A.G.; CANNON, S.; BAEK, J.; ROSEN, B.D.; TAR'AN, B.; MILLAN, T.; ZHANG, X.; RAMSAY, L.D.; IWATA, A.; WANG, Y.; NELSON, W.; FARMER, A.D.; GAUR, P.M.; SODERLUND, C.; PENMETSA, R.V.; XU, C.; BHARTI, A.K.; HE, W.; WINTER, P.; ZHAO, S.; HANE, J.K.; CARRASQUILLA-GARCIA, N.; CONDIE, J.A.; UPADHYAYA, H.D.; LUO, M.; THUDI, M.; GOWDA, C.L.L; SINGH, N.P.; LICHTENZVEIG, J.; GALI, K.K.; RUBIO, J.; NADARAJAN, N.; DOLEZEL, J.; BANSAL, K.C.; XU, X.; EDWARDS, D.; ZHANG, G.; KAHL, G.; GIL, J.; SINGH, K.B.; DATTA, S.K.; JACKSON, S. A.; WANG, J.; COOK, D.R. Draft genome sequence of chickpea (*Cicer arietinum*) provides a resource for trait improvement, **Nature Biotechnology**, v.31, p.240–246, 2013.

VAVILOV, N.I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants, **Chronica Botanica**, v.13, n.1/6, p.1-366, 1951.

VERGHIS, T.I. **Yield and yield development of chickpea** (*Cicer Arietinum* L.).1966.199f. Thesis (Doctorate of Philosophy - PhD), Lincoln University, 1996.

VERRELL, A. **Virus in chickpea in northern NSW 2012**: the effects of sowing date, plant density and nutrition on virus symptoms in chickpea. Proceedings 2013 GRDC Grains Research Update, 2013. Disponível em: <<https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers/tab-content/grdc-update-papers/2013/02/virus-in-chickpea-in-northern-nsw-2012>>. Acesso: Fev. 2018.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.F.; RESENDE, M.A.V.; CASTRO, M.C.S. de. Comportamento de cultivares de grão-de-bico na Zona da Mata e Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, p.166-170, 1999.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I – Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v.11, n. 44, p.41-76, 1947a.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the studies on the growth of field crops. II - The effect of varying nutrient supply on net assimilation rate and leaf area. **Annals of Botany**, v.11, n. 44, p. 375-407, 1947b.

WATSON, D.J. The dependence of net assimilation on leaf area index. **Annals of Botany**, v.22, p.37-54, 1958.

YAU, S.K. Optimal sowing time and seeding rate for winter-sown, rain-fed chickpea in a cool, semi-arid Mediterranean area. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.56, p.1227-1233, 2005.

YENISH, J.P. **Weed Management in Chickpea**, In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. **Chickpea Breeding and Management**, Whashington: CABI,2007. p. 233-246.

YOKOYAMA, A.H.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; ZUCARELI, C.; RIBEIRO, R.H. Índice de área foliar e SPAD durante o ciclo da soja em função da densidade de plantas e sua relação com a produtividade de grãos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.17, n.4 p.531-538, 2018.

ZANIN, C.G. **Área foliar, senescência e uniformidade de desenvolvimento na adaptação ao adensamento de plantas de cultivares de milho com bases genéticas contrastantes**, 2007. 93f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agroveterinárias, UDESC, Lages, 2007.