



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

**DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS DE GRÃO-DE-
BICO (*Cicer arietinum* L.) DO TIPO “DESI” EM CONDIÇÕES DE
CAMPO NO BRASIL CENTRAL**

GUSTAVO CÉZAR DA SILVA SOUSA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF

MAIO/2021



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

DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) DO TIPO “DESI” EM CONDIÇÕES DE CAMPO NO BRASIL CENTRAL

GUSTAVO CÉZAR DA SILVA SOUSA

ORIENTADOR: DR. WARLEY MARCOS NASCIMENTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: --/2021

BRASÍLIA/DF

MAIO/2021



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

**DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS DE GRÃO-DE-
BICO (*Cicer arietinum* L.) DO TIPO “DESI” EM CONDIÇÕES DE
CAMPO NO BRASIL CENTRAL**

GUSTAVO CÉZAR DA SILVA SOUSA

**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 (Orientador) / Embrapa Hortaliças / e-mail:
warley.nascimento@embrapa.br

Patrícia Pereira Da Silva / Dra. (Examinador Interno) / Universidade de Brasília /e-mail:
patricia.silva@unb.br

Leonardo Silva Boiteux / PhD (Examinador Externo) / Embrapa Hortaliças / e-mail:
leonardo.boiteux@embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 28 de MAIO de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

da Silva Sousa, Gustavo César

DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) DO TIPO “DESI” EM CONDIÇÕES DE CAMPO NO BRASIL CENTRAL / Gustavo César da Silva Sousa;

Orientador Warley Marcos Nascimento. Brasília, 2021. 38 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Desi. 2. Grão-de-bico. 3. Produtividade. 4. Características fenotípicas.

I. Nascimento, Warley Marcos, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, G. C. S. Diversidade Fenotípica De Linhagens De Grão-De-Bico (*Cicer arietinum* L.) Do Tipo “Desi” Em Condições De Campo no Brasil Central. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília – UnB, 2021. – 38p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Gustavo César da Silva Sousa

Título da Dissertação de Mestrado: DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) DO TIPO “DESI” EM CONDIÇÕES DE CAMPO NO BRASIL CENTRAL. Grau: Mestre Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Gustavo César da Silva Sousa – CPF: 041.080.771-05. E-mail: gustavocss@hotmail.com

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

A Deus pela oportunidade de estar vivo e ter saúde para realizar este trabalho.

À minha mãe e ao meu irmão por todo apoio ao longo desses anos.

À minha namorada por me apoiar e por ter me ajudado ao longo desses anos.

À memória de meu pai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar aqui realizando um sonho de vida, por me dar forças e saúde para completar este trabalho.

À minha mãe Maria Fátima da Silva e ao meu irmão Paulo César da Silva Sousa, por serem a base da minha família, por me apoiarem nesta longa trajetória e por me ajudarem a me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

À minha namorada Mayana Suellen Magalhães de Pinho, por ter me apoiado e me ajudado durante esses dois anos de estudos.

Ao meu orientador Dr. Warley Marcos Nascimento por ter me ajudado desde o início com este experimento e pelo conhecimento compartilhado.

À Dr. Patrícia Pereira da Silva por toda a paciência, atenção e ensinamento durante esses dois anos de trabalho.

Aos amigos de Laboratório de Tecnologia de Sementes (Embrapa Hortaliças) Roney, João, Yago, Lemerson, Amanda, Fabiana, Nara, Carol e Carlão, por terem me ajudado em todos os momentos deste trabalho, muito obrigado por tudo.

À toda equipe da unidade Embrapa Hortaliças, por ter me ajudado em todos os momentos deste trabalho, principalmente à equipe de campo que me forneceu todas as ferramentas e estrutura necessária para o sucesso deste trabalho, muito obrigado de coração.

DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) DO TIPO “DESI” EM CONDIÇÕES DE CAMPO NO BRASIL CENTRAL

RESUMO GERAL

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é a terceira leguminosa mais importante no mundo. No entanto, essa cultura ainda é pouco conhecida pelo mercado brasileiro. No Brasil, o grão-de-bico do tipo “Kabuli” é o predominante, embora a maior parte da produção mundial é voltada para o tipo “Desi”. Cultivares do tipo “Desi” têm como características principais a presença de hastes verdes com manchas púrpuras, flores roxas e sementes pequenas e de formato angular (com cores variando de amarelo a preto). Apesar das diferenças físicas existentes, os dois tipos varietais são ricos em carboidratos, proteínas, lipídios e minerais, o que torna o grão uma excelente fonte de nutrientes para alimentação humana. O presente trabalho buscou avaliar as características fenotípicas de diversas linhagens do tipo “Desi”, a fim de identificar novos materiais com potencial produtivo para o mercado nacional; servindo como uma opção para os agricultores diversificarem seus sistemas de produção. Ensaio de campo foram conduzidos na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, durante os anos de 2019 e 2020. Foram avaliadas dez linhagens e duas cultivares comerciais (testemunhas) de grão-de-bico tipo “Desi”, em delineamento de blocos casualizados com três e quatro repetições, em 2019 e 2020, respectivamente. Foram avaliadas as seguintes características: produtividade; densidade de plantas; número de ramos primários, e secundários; altura das plantas; altura de inserção da primeira vagem; índice de colheita; número de vagens; comprimento, largura e espessura das sementes; peso de mil sementes; cor das sementes e o acamamento de plantas. As análises de variância foram feitas utilizando o software RStudio e a correlação de Pearson foi estimada através do software GENES. As linhagens 10108, 10159 e 10209 se destacaram por apresentarem características agrônômicas potenciais, com valores iguais ou superiores as duas testemunhas. Entretanto, o ponto de inserção da primeira vagem ainda é um fator limitante para estas linhagens. O aumento da densidade de plantas em 2020 elevou a produtividade de todas as linhagens, com valores superiores em até três vezes. A produtividade apresentou maior número de correlações com outras características fenotípicas. Desta forma, o presente trabalho identificou promissores materiais genéticos de grão-de-bico do tipo “Desi” que podem ser potencialmente utilizados para cultivo em larga escala nas condições brasileiras.

Palavras-chave: Desi, grão-de-bico, características fenotípicas, produtividade.

PHENOTYPIC DIVERSITY OF CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) INBRED LINES OF THE DESI TYPE UNDER FIELD CONDITIONS IN CENTRAL BRAZIL.

GENERAL ABSTRACT

The chickpea (*Cicer arietinum* L.) is the third most important legume crop in the world. Nevertheless, this crop is yet little known by the Brazilian market. In Brazil, chickpeas from the “Kabuli” type are predominant. However, most of the world production is concentrated in the “Desi” type. Cultivars of the “Desi” type have as main characteristics the green stem with purple spots, purple flowers and small, angular seeds (with colors varying from yellow to black). Despite the physical differences, the two chickpea types are rich in carbohydrates, proteins, lipids and minerals, which makes the grain an excellent source of nutrients for human food. In the present study, phenotypic characteristics of several “Desi” accessions were evaluated in order to provide new materials with potential for the domestic market; as an option for Brazilian farmers to diversify their production systems. The experiment was conducted at Embrapa Vegetables, Brasília–DF, during the years 2019 and 2020. Ten lines and two commercial “Desi” varieties (standards) were evaluated, in a randomized block design of three and four replications, 2019 and 2020, respectively. The following traits were evaluated: grain yield, plant density; number of primary and secondary branches; plant height; insertion height of the first pod; harvest index; number of pods; seed length, width and thickness; weight of a thousand seeds and the seed color. The analyzes of variance were made using RStudio software and Pearson's correlation was assessed using the GENES software. The inbred lines 10108, 10159, and 10209 displayed superior performance for most of the agronomic traits in relation to the two standard cultivars. However, the low insertion point of the first pod is still a limiting agronomic factor for these lines. The increase in plant density in 2020 increased the productivity of all lines in this study, with values reaching up to three times more. Grain yield displayed a greater number of correlations with other characteristics phenotypic. Therefore, the present work allowed for the identification of promising genetic materials of chickpea from the “Desi” type that could potentially be used for large-scale cultivation under Brazilian conditions.

Keywords: Desi, chickpeas, phenotypic characteristics, productivity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros avaliados em linhagens de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) do tipo “Desi” em sistema irrigado nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.	11
Tabela 2. Média do número de plantas por parcela, da produtividade por parcela, e da produtividade, em diferentes linhagens de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.	12
Tabela 3. Média da altura das plantas, altura de inserção da primeira vagem, e do índice de colheita de diferentes linhagens de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.	13
Tabela 4. Média do número de ramos primários e secundários, e do número de vagens por planta, em diferentes linhagens de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.	15
Tabela 5. Média do comprimento, espessura e largura das sementes em centímetros, em diferentes linhagens de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.	16
Tabela 6. Coeficiente de correlação de Pearson para as características avaliadas em diferentes linhagens de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) do tipo “Desi”, no ano de 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.	18
Tabela 7. Média do peso de mil sementes em gramas; e a diferença das cores das sementes de diferentes linhagens de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.	20

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vii
GENERAL ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL.....	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3.1 GRÃO-DE-BICO	3
3.1.1 Origem, distribuição e botânica	3
3.1.2 Aspectos econômicos.....	4
3.1.3 Cultivo de grão-de-bico no Brasil.....	5
3.1.4 Aspectos nutricionais e comerciais.....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	7
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o conseqüente aumento da demanda por alimentos têm provocado forte pressão sobre a agropecuária mundial. A solução desse problema depende, entre outros fatores, do aumento da produtividade sem expansão da área cultivada, bem como da introdução de novas espécies vegetais nos sistemas de cultivo (ONU, 2012). Nesse cenário, o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) desempenha um papel importante na alimentação de milhões de pessoas ao redor do mundo. O grão-de-bico é um alimento de elevada qualidade nutricional, incluindo a presença balanceada de proteínas, fibras, vitaminas e elementos nutracêuticos (WOOD & GRUSAK 2007; GHRIBI et al. 2015; JUKANTI et al., 2012; JAMEEL et al., 2021).

A produção e consumo do grão-de-bico estão concentrados em países em desenvolvimento, como no Subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte da África, Sudoeste Europeu e América Central (NENE et al., 1981). No Brasil, o grão-de-bico do tipo “Kabuli” é consumido *in natura* ou na forma de produtos processados. Até o ano de 2018 grande parte do consumo interno dessa leguminosa era suprido através de importações, devido, principalmente, à falta de interesse dos grandes importadores/empacotadores em estimular a produção nacional, bem como a inexistência de tradição de cultivo por parte de nossos agricultores. Aliado a estes fatores, não se dispunha até alguns anos atrás, de tecnologias adequadas para a produção de grão-de-bico, bem como de cultivares adaptadas às nossas condições edafoclimáticas. No entanto, esforços recentes de pesquisa têm alavancado o cultivo do grão-de-bico no país. A área plantada com essa leguminosa vem se expandindo de maneira considerável nos últimos anos devido, principalmente, a disponibilização pela Embrapa Hortaliças e parceiros de novas cultivares do tipo “Kabuli” e de novas tecnologias de cultivo (ARTIAGA et al., 2015; 2019; NASCIMENTO et al., 2016; NASCIMENTO & SILVA, 2019).

Há dois tipos de grão-de-bico comerciais no mercado mundial, o tipo “Desi” e o tipo “Kabuli”, que se diferenciam pelas cores de hastes, de flores e pelo formato e cor das sementes. As plantas do tipo “Desi” têm como características principais a haste verde com manchas púrpuras, flor roxa, e sementes pequenas, de formato angular e superfície rugosa, com cores variando de amarelo a preto. As plantas tipo “Kabuli”, por sua vez, apresentam hastes verdes, flores branca, sementes grandes e onduladas com uma forma semelhante a uma cabeça-de-carneiro com tons mais claros (VAN DER MAESEN, 1987; OZER et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2016).

Segundo Merga & Haji (2019) o tipo “Desi” correspondeu a cerca de 80% da produção global de grão-de-bico entre 2012 e 2016, e cerca de 75% dessa produção está concentrada na Índia e na África Oriental (BAR-EL DADON et al., 2017). Isso mostra a necessidade do Brasil, que atualmente não possui nenhuma cultivar “Desi” registrada, em investir na pesquisa desse tipo de grão-de-bico para atender uma possível demanda de mercados internacionais, como o da Índia, que é a maior importadora mundial de “Desi” (ICRISAT, 2019). A Austrália (a maior exportadora mundial de grão-de-bico) exporta 95% da sua produção e 90% do total produzido corresponde ao tipo “Desi” (PULSEAUS, 2015; MERGA & HAJI, 2019).

Desta forma, uma estratégia comercial interessante para o agronegócio brasileiro seria ampliar a oferta de cultivares do tipo “Desi” adaptadas ao cultivo no país e com características comerciais competitivas quando comparadas às cultivares internacionais. Este esforço de desenvolvimento de cultivares depende da capacidade de ampliar, consolidar e caracterizar acessos de germoplasma desta leguminosa para atributos agronômicos e nutricionais. Para fazer frente a tais demandas se fazem necessários repositórios de germoplasma com ampla variabilidade genética, buscando assim, contribuir com os programas de melhoramento dessa cultura, fornecendo maiores subsídios para diversificar a matriz de produção de grão-de-bico do tipo “Desi” no agronegócio brasileiro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a divergência fenotípica de linhagens de grão-de-bico do tipo de “Desi” (incluindo potencial produtivo) na expectativa de fornecer subsídios para diversificar a matriz de produção de grão-de-bico ofertando novas opções para o agronegócio exportador brasileiro.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as linhagens de grão-de-bico do tipo “Desi”, quanto a aspectos fenotípicos e relacionados à produtividade;
- Identificar linhagens superiores para futuros estudos de viabilidade de cultivo de grão-de-bico do tipo “Desi”, no Brasil;

- Selecionar linhagens de grão-de-bico do tipo “Desi” buscando fomentar a produção deste tipo varietal no país, garantindo a competitividade internacional e ampliando mercados de exportação da produção brasileira de grãos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Grão-de-bico

3.1.1 Origem, distribuição geográfica e botânica

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) pertence à família Fabaceae e tem sua origem mais provável na região sudoeste da Turquia. A espécie anual e selvagem *C. reticulatum* (que ainda pode ser encontrada na Turquia) é considerada um dos progenitores ou pode ter um ancestral comum com a espécie *C. arietinum*. Em manuscritos encontrados na região de origem, há relatos de grão-de-bico de 3000 anos antes de Cristo, mas ainda como um alimento de pouca importância para a Mesopotâmia (VAN DER MAESEN, 1987). A produção de grão-de-bico é distribuída globalmente, mas a maior concentração está localizada na região sul da Ásia (PARTHASARATHY et al., 2010).

A espécie *C. arietinum* é cultivada em regiões temperadas, geralmente em áreas com baixo índice pluviométrico, apresentando boa capacidade de adaptação a condições de stress hídrico; entretanto, se mostra sensível a condições climáticas extremas. A planta possui hábito de crescimento anual, com flores perfeitas e de reprodução autógama (cleistogâmica), germinação do tipo hipógea, com as primeiras folhas verdadeiras apresentando dois ou três pares além de uma folha terminal. As hastes podem apresentar ramificações primárias, secundárias e terciárias, com coloração verde ou com manchas purpuras. As cores de hastes e das flores podem ser usadas para diferenciar os dois tipos de grão-de-bico comerciais, o tipo “Kabuli” apresenta haste verde e flor branca, ao passo que o tipo “Desi” tem haste verde com manchas púrpuras e flor roxa. As plantas apresentam tamanho variável de 20 a 95 cm, e podem ter até 300 vagens por planta, geralmente com uma ou duas sementes por vagem (VAN DER MAESEN, 1987; NASCIMENTO et al., 2016). As sementes do tipo “Desi” são menores que a do tipo “Kabuli”, angulares, com cores variando de amarelo a preto e possuem superfície

rugosa. Já as sementes do tipo “Kabuli” geralmente são maiores, de tons mais claros, onduladas e sua forma se assemelha a uma cabeça-de-carneiro (OZER et al., 2010).

3.1.2 Aspectos econômicos

A produção de grão-de-bico vem crescendo nos últimos anos, de 2013 a 2018 houve um crescimento de 30% em relação a produção global. Em 2018, a Índia se posicionou como o maior produtor mundial com 11.380.000 toneladas (incluindo os ambos os tipos “Kabuli” e “Desi”), seguida da Austrália com 998.231 toneladas e Turquia com 630.000 toneladas. A produtividade média desses países foi de 956,36 kg.ha⁻¹, 928,46 kg.ha⁻¹, e 1225,43 kg.ha⁻¹, respectivamente (FAOSTAT, 2018).

Pesquisas recentes indicam que a produção de grão-de-bico está distribuída em 57 países, e tanto a área plantada quanto a produtividade vêm aumentando nos últimos anos (MERGA & HAJI, 2019). Em regiões da África, por exemplo, houve um aumento de 80% da área plantada, já na Ásia, a média de produtividade aumentou 13% entre 2008 e 2010. A América do Sul produziu 147.169 toneladas em 2018, sendo a Argentina o país com maior representatividade, 144.541 toneladas colhidas em 135.036 hectares, com produtividade média de 1.070,38 kg.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2018). No Brasil, o cultivo de grão-de-bico vem se expandindo nos últimos anos devido, principalmente, a disponibilização de novas cultivares e de novas tecnologias de cultivo pela Embrapa Hortaliças e parceiros, atingindo em 2018 uma produção aproximada de 8000 hectares (FAOSTAT, 2018).

A maior parte da produção mundial de grão-de-bico é realizada com as cultivares do tipo “Desi”. Cultivares desse grupo varietal ocupam 80% da área cultivada no mundo, possuindo a predileção de consumo em países árabes e na Índia. Os grãos do tipo “Desi” são comercializados secos partidos ou sob a forma de farinhas (MERGA & HAJI, 2019). Para que o Brasil possa expandir seu portfólio agrícola e passar a competir com países exportadores de grão-de-bico, torna-se necessária a disponibilização de cultivares do tipo “Desi” adaptadas e que apresentem características competitivas com as cultivares importadas. Assim, é de extrema necessidade ter disponível no mercado, cultivares que apresentem maior precocidade (ciclo menor que 110 dias), maior adaptabilidade à colheita (porte de planta do tipo não prostrado) (HOLTZ & REIS, 2013), e que sejam altamente produtivas (produção acima de 2500 kg.ha⁻¹). Esses níveis de produtividade são considerados como sendo o limiar a ser superado, pois este

já foi obtido pela variedade IAC Índia-2 (VIEIRA et al., 1999). Alcançando estas produtividades e maximizando a utilização de insumos, espera-se ter, em nosso país, custos de produção competitivos com aqueles dos principais países produtores e exportadores.

3.1.3 Cultivo de grão-de-bico no Brasil

O cultivo de grão-de-bico foi introduzido no Brasil por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio, especialmente sírios e libaneses. O seu cultivo teve destaque no Cerrado, onde os primeiros estudos foram feitos em 1982 com uma variedade de pedigree desconhecido, trazida da Índia. Após apresentar resultados satisfatórios, 85 genótipos (acessos) foram introduzidos para estudos mais amplos (SHARMA, 1984). Em 1989, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) lançou a cultivar do tipo “Kabuli”, IAC – Marrocos (VIEIRA et al., 1999). Mesmo após 31 anos do primeiro lançamento, o Brasil dispõe de apenas sete cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) para comercialização, todas pertencentes ao tipo “Kabuli” (BRASIL, 2020a).

No Brasil, devido à disponibilização de novas cultivares e de novas tecnologias de cultivo, pela Embrapa Hortaliças e parceiros, o cultivo de grão-de-bico vem se expandindo nos últimos anos, tornando o país quase autossuficiente (NASCIMENTO & SILVA, 2019). O cultivo desta hortaliça leguminosa tem ganhado espaço no cenário agrícola do Brasil, notadamente na região do Cerrado, principalmente nos Estados de Goiás e Mato Grosso (NASCIMENTO & SILVA, 2019). Esse fato pode ser ilustrado através do forte incremento de área cultivada entre 2013 (com uma área praticamente insignificante) e 2018, quando um patamar de ≈ 8.000 hectares foi atingido (FAOSTAT, 2018). O cultivo desse grão despertou a atenção dos produtores rurais do Cerrado, pois se adequa ao calendário agrícola como cultura de safrinha (ou segunda safra), bem como no período de inverno sob irrigação. (NASCIMENTO & SILVA, 2019). No entanto, devido a acordos comerciais pré-estabelecidos, o país ainda importa grãos do tipo “Kabuli”, principalmente do México e da Argentina. Entre março de 2019 e 2020, o Brasil importou 8,7 toneladas de grão-de-bico desses países, valor correspondente a aproximadamente 6,8 milhões de dólares (BRASIL, 2020b).

A produção dessa cultura é favorável principalmente na região centro-oeste do país durante o outono-inverno, onde a temperatura noturna é mais amena e as condições atmosféricas mais secas, sendo, no entanto, necessária irrigação complementar (VIEIRA et al., 1999; AVELAR, 2018). Os estudos de Braga et al. (1997) e Vieira et al. (1999) mostram o

potencial dos genótipos do tipo “Desi” no estado de Minas Gerais, com produtividades de até 2.750 kg.ha⁻¹ e 2.783 kg.ha⁻¹, respectivamente, em cada estudo. Esses valores ultrapassam ligeiramente o potencial da Austrália, maior exportadora mundial de grão-de-bico do tipo “Desi”, onde uma cultivar local apresentou valores máximos de 2.563 kg.ha⁻¹ sob diferentes densidades de semeio (JERRNER et al. 1999).

3.1.4 Aspectos nutricionais e comerciais

O grão-de-bico é rico em carboidratos, proteínas, lipídios e minerais (JAMEEL et al., 2021). A composição nutricional varia de acordo com as diferentes cultivares e com os tipos varietais. Os carboidratos representam a maior parte da composição nutricional dos grãos, variando de 51 % a 65 % no tipo “Desi” e 54 % a 71 % no tipo “Kabuli”; os teores de proteína variam de 16,7 % a 30,6 % e 12,6 % a 29 %, para o “Desi” e “Kabuli” respectivamente; enquanto os teores de lipídios variam entre 2,9 % e 7,4 % para “Desi” e 3,4 % a 8,8 % para “Kabuli” (WOOD & GRUSAK, 2007; GHRIBI et al. 2015)

Uma porção de 100 g de grão-de-bico pode contribuir significativamente para repor, na dieta de um adulto, minerais importantes tais como potássio, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, zinco e manganês (ANVISA, 2005; ZIA-UL-HAQ et al. 2007a). Além disso, grão-de-bico é um importante substituto da proteína animal para os vegetarianos ou veganos e quando combinado com cereais, fornece uma nutrição balanceada (WOOD & GRUSAK, 2007; JUKANTI et al., 2012).

São inúmeros os usos de grão-de-bico para a alimentação humana, podendo ser consumidos na forma de farinha, cozidos em sopas, torrados ou em forma de óleo para alimentação ou em uso medicinal, industrial e animal. Por ser muito utilizada no mundo, foi a terceira leguminosa mais produzida, em quilos, entre 2008 e 2017, sendo superada apenas pelo feijão e ervilha (ZIA-UL-HAQ et al. 2007b; GHRIBI et al. 2015; AL-SNAFI, 2016).

O uso final do grão-de-bico é uma variável importante no comércio desse produto. Um estudo realizado por Agbola et al. (2000) mostra que o consumo na Índia é basicamente segmentado em quatro tipos: direto (cru), cozido, na forma de farinha e torrado. Com exceção do consumo torrado, o tipo “Desi” é utilizado nas três outras formas, e os consumidores buscam preferencialmente nos grãos as características de cor marrom claro a amarelado, tamanho grande, tegumento fino e baixa umidade, além disso, podem ser pagos valores extras de US\$ 100 a 150 por tonelada, para lotes com sementes grandes (AGBOLA et al. 2000).

Além disso, há uma grande correlação entre o tipo de grão-de-bico consumido e a preferência dos consumidores em cada país. Uma recente pesquisa realizada pela Embrapa Hortaliças (BRASIL, 2021) mostrou que 45% dos entrevistados no Brasil, consomem grão-de-bico na forma de saladas. Esse fato está associado ao tipo “Kabuli”, que é predominante no mercado nacional, e que precisa passar pelo processo de cozimento para ser consumido, ao passo que no mercado indiano, os consumidores preferem consumir o grão-de-bico na forma de ensopados, farinhas, ou mesmo cru, e para essas finalidades, o tipo “Desi” é o mais utilizado (AGBOLA et al. 2000).

Neste contexto, o presente trabalho buscou avaliar as características fenotípicas de diversas linhagens do tipo “Desi”, a fim de identificar novos materiais com potencial produtivo para o mercado nacional; servindo como uma opção para os agricultores diversificarem seus sistemas de produção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar o desempenho agrônômico das linhagens (acessos) do tipo “Desi”, foram conduzidos dois experimentos no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, latitude 15°93’S, longitude 48°14’W e altitude de 997 metros, em um Latossolo Vermelho Escuro, fase cerrado e textura argilosa. Os ensaios foram realizados no período de maio a setembro (2019 – **Figura 1** e 2020 – **Figura 2**), utilizando dez linhagens provenientes do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças (exemplos de sementes nas **figuras 3 e 4**), e duas cultivares comerciais da Índia (CP 1605 e CP 1606), utilizadas como testemunhas.

No primeiro ano, o experimento foi instalado em blocos casualizados, com três repetições para cada linhagem. Cada parcela foi constituída de duas linhas de dois metros, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e uma população inicial de dez plantas por metro. Já no segundo, o experimento foi feito em quatro repetições, e cada parcela foi constituída de três linhas de dois metros, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e uma população inicial de 27 plantas por metro linear



Figura 1 – Plantio em 2019; fonte: Gustavo Sousa



Figura 2 – Vista do ensaio com 20 dias após plantio, em 2020; fonte: Gustavo Sousa



Figura 3 – Sementes da linhagem 10108; fonte: Gustavo Sousa



Figura 4 – Sementes da linhagem 032/11; fonte: Gustavo Sousa

A área experimental foi preparada com enxada rotativa, sendo as parcelas marcadas com estacas e barbante. As sementes foram previamente tratadas com fungicida a base de Metalaxil e Fludioxonil, seguindo a orientação de dosagem para o feijão. A adubação de semeadura foi feita no sulco de plantio, com 16 kg ha^{-1} de N, 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 64 kg ha^{-1} de K_2O , utilizando a formulação 4-30-16. Uma adubação de cobertura com ureia foi realizada aos 20 dias após a emergência, com 10 kg ha^{-1} de N. A irrigação por aspersão foi realizada durante todo o ciclo da cultura. Para o controle de plantas daninhas, foram feitas duas aplicações de herbicidas, a primeira foi feita um dia após o plantio, pré-emergente cujo ingrediente ativo é S-Metolaclo,ro,

e a segunda 15 dias após o plantio, com produto a base de Fomesafem, ambos foram aplicados considerando a recomendação para o feijão, e por último, uma capina 50 dias após o plantio. Todos os tratos culturais foram igualmente repetidos nos dois anos de experimento.

Para o controle de insetos em 2019, foram realizadas três aplicações de inseticidas. Na primeira e terceira aplicação, foi utilizado o produto com ingrediente ativo Clorfenapir, as quais foram realizadas 42 e 94 dias após o plantio. A segunda aplicação foi feita 83 dias após o plantio, utilizando um produto com ingrediente ativo Espinosade. A quantidade de produto químico utilizado para todas as aplicações foi baseada na recomendação para a cultura do feijão. Em 2020, foi feita apenas uma aplicação de inseticida a base de Espinosade, 75 dias após o plantio, e no dia seguinte, houve a liberação de *Trichogramma*, como alternativa no controle biológico de lagartas.

Para determinação das características fenotípicas foram realizadas as seguintes análises: produtividade, número de plantas por parcela, acamamento (isto é o arqueamento da parte aérea das plantas, provocando uma maior proximidade das vagens ao solo), altura da inserção da primeira vagem, altura de planta, número de vagens, peso das plantas, número de ramos primários e número de ramos secundários. Sendo que de produtividade, número de plantas por parcela, acamamento e altura da primeira vagem foram feitas com base na avaliação das parcelas; já as demais análises foram realizadas utilizando a média das medidas de cinco plantas individuais (plantas competitivas, selecionadas ao acaso).

Para avaliação de acamamento das plantas, foram utilizadas notas de 1 a 5 atribuídas após a maturidade fisiológica, sendo 1 = sem acamamento, 2 = 1-25 %, 3 = 25-50 %, 4 = 50-75 % e 5 = 75-100 % de plantas da parcela útil acamadas.

O peso de mil sementes foi feito segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS), com oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009). Para aferir o comprimento, espessura e largura das sementes, foi utilizado um paquímetro de calibre digital, sendo quatro repetições de dez sementes para cada variável. Já o índice de colheita foi aferido a partir da fração de peso dos grãos em relação à matéria seca total da planta (ambos mensurados em gramas) (DURÃES et al., 1993). A cor das sementes foi avaliada e classificada com base no trabalho realizado por Egan & Wood (2016).

As análises dos dados de número de plantas por parcela, produtividade por metro quadrado, produtividade por hectare, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, índice de colheita, número de ramos primários, número de ramos secundários e número de vagens por planta foram realizadas utilizando o software RStudio versão 1.1.463, aplicando a

análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$, sempre que falharam em atender a um dos pressupostos da análise de variância.

Para análise de correlação de Pearson entre as características avaliadas em 2020, foi utilizado o software GENES (versão 1990.2020.28) e com base no trabalho realizado por Carvalho et al. (2004), os coeficientes de correlação foram definidos como nulo ($r = 0$), fraco ($0 < r \leq 0,30$), médio ($0,30 < r \leq 0,60$), forte ($0,60 < r \leq 0,90$), fortíssima ($0,90 < r \leq 1,0$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As linhagens apresentaram uma pequena diferença, em dias, com relação ao florescimento e maturidade fisiológica (**Tabela 1**). O estande final de plantas obteve maior diferença entre as linhagens no ano de 2019, quando comparado ao ano de 2020.

Tabela 1. Parâmetros avaliados em linhagens de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo “Desi” em sistema irrigado nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.

Linhagens	Florescimento (dias)		Maturidade fisiológica (dias)	
	2019	2020	2019	2020
10108	53	57	105	106
10159	57	57	105	106
10115	53	51	105	101
017/11	53	51	110	101
034/11	48	51	105	101
038/11	53	57	105	101
032/11	48	51	92	101
10209	57	57	110	106
ICVV88502	48	51	92	101
ICVV10	57	57	105	106
CP 1605	53	57	105	106
CP 1606	53	57	105	106

Foi possível observar uma diferença significativa entre o estande final de plantas apenas no ano de 2019. Este fato pode ser explicado pela baixa qualidade fisiológica inicial das sementes, uma vez que estas foram submetidas a um longo período de armazenamento, o que possivelmente reduziu o poder germinativo e vigor. De fato, Delouche & Baskin (1973) observaram que a germinação de sementes de soja, milho e outras espécies diminuía ao longo de 24 meses de armazenagem. No ano de 2020, o plantio foi realizado com sementes

provenientes da colheita do ano anterior, com melhor qualidade fisiológica, o que favoreceu um estande mais uniforme de plantas por parcela, não havendo, portanto, diferença significativa entre as linhagens (**Tabela 2**).

A linhagem 10159 apresentou a maior produtividade, em comparação com as demais linhagens avaliadas em 2019 (**Tabela 2**), inclusive quando comparadas com as duas cultivares comerciais (testemunhas). Já em 2020, as linhagens 10108, 10159 e 10209 não diferiram significativamente entre si e nem quando comparadas com as testemunhas CP 1605 e CP 1606, apresentando os maiores valores de produtividade entre as linhagens avaliadas. Foi possível observar que houve um incremento na produtividade de 2019 para 2020, para todas as linhagens avaliadas, fato que pode ter sido favorecido pela maior densidade de plantas em 2020, como previamente observado no cultivo do grão-de-bico (GAN et al. 2002; KORBU et al., 2020. De fato, uma correlação positiva foi observada entre a densidade de plantas e produtividade. O maior valor de produtividade obtido entre as linhagens avaliadas em 2020 foi de 3823,30 kg/ha, valor esse 40% maior do que o máximo atingido por um material tipo “Desi”, em um estudo prévio realizado no Brasil (VIEIRA et al. 1999).

Tabela 2. Média do número de plantas por parcela, da produtividade por parcela, e da produtividade, em diferentes linhagens de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.

Linhagens	Número de plantas/parcela		Produtividade (kg)/ha	
	2019	2020	2019	2020
10108	13,33 bc*	118,25 ns	1130,00 ab*	3610,00 a*
10159	31,00 ab	111,00	2236,66 a	3823,30 a
10115	18,66 abc	125,50	810,00 ab	2460,00 ab
017/11	20,00 abc	129,75	1233,33 ab	2663,30 ab
034/11	11,00 c	113,25	483,33 b	1738,30 b
038/11	24,66 abc	111,50	1423,33 ab	2975,00 ab
032/11	22,00 abc	133,50	883,33 ab	2513,30 ab
10209	30,00 ab	121,50	823,33 ab	3789,20 a
ICVV88502	35,00 a	131,50	1443,33 ab	2330,00 ab
ICVV10	27,33 abc	112,00	620,00 b	2728,30 ab
CP 1605	25,00 abc	122,75	1323,33 ab	3678,30 a
CP 1606	13,66 bc	118,75	1296,66 ab	3856,70 a
CV (%)	21,13	9,12	11,17	5,64

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; ns: valor não significativo.

A altura das plantas também apresentou diferenças significativas nos dois anos, porém, nenhuma linhagem apresentou valor maior ou igual à testemunha CP 1606 em 2019. Em 2020, a linhagem 10108 se destacou por não apresentar diferença significativa da linhagem com maior valor de altura (testemunha CP 1606), e diferindo significativamente das demais linhagens (**Tabela 3**). A altura do ponto de inserção da primeira vagem é uma característica importante na seleção de linhagens, pois está associada tanto a uma maior capacidade produtiva e melhor qualidade de grãos bem como a melhor adaptação à colheita mecanizada (KUJUR, et al. 2016). No presente trabalho, diferentemente dos resultados observados por Kujur et al. (2016), genótipos de maior porte não apresentam valores de produtividade maiores que os observados nas linhagens de menor porte. Duas linhagens de porte mais compacto (ICVV88502 e 032/11) não difeririam significativamente em relação a produtividade quando comparadas as linhagens com maior porte, como a testemunha CP 1606 e 10108.

As linhagens do tipo “Desi” apresentam, em geral, um porte menor quando comparadas com as do tipo “Kabuli” (HOSKEM et al 2017; AVELAR et al 2018), em que as cultivares ‘BRS Cícero’ e ‘BRS Aleppo’ apresentaram médias de altura de plantas de 48,9 cm a 51,7 cm e 51,0 cm a 64,7 cm, respectivamente, em cada estudo.

Tabela 3. Média da altura das plantas, altura de inserção da primeira vagem, e do índice de colheita de diferentes linhagens de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.

Linhagens	Altura das plantas (cm)		Altura de inserção da 1ª vagem (cm)		Índice de colheita (%)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
10108	34,93 ab*	43,40 a*	3,33 ns	9,07 bc*	0,50 ns	0,54 ab*
10159	35,86 ab	39,90 abcd	5,93	12,32 ab	0,55	0,56 ab
10115	32,66 ab	34,35 bcd	5,63	10,20 abc	0,52	0,55 ab
017/11	33,00 ab	36,45 abcd	4,16	11,10 abc	0,51	0,50 b
034/11	27,66 b	33,05 cd	2,53	7,67 c	0,58	0,55 ab
038/11	32,66 ab	32,10 cd	3,10	9,67 bc	0,59	0,62 a
032/11	28,60 b	30,35 d	4,50	8,57 bc	0,54	0,52 b
10209	35,13 ab	41,75 abc	6,16	8,82 bc	0,54	0,54 ab
ICVV88502	28,80 b	30,45 d	4,23	10,12 abc	0,49	0,56 ab
ICVV10	29,33 b	35,40 bcd	7,96	11,32 ab	0,62	0,59 ab
CP 1605	38,20 ab	37,90 abcd	5,83	11,35 ab	0,59	0,55 ab
CP 1606	45,60 a	45,80 a	7,33	14,72 a	0,51	0,53 b
CV (%)	13,95	0,35	35,63**	4,68	6,58	4,08

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; ns: valor não significativo; **Dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$.

A altura de inserção da primeira vagem e o índice de colheita não apresentaram diferenças significativas entre as linhagens no ano de 2019 (**Tabela 3**). Entretanto, no ano de 2020, diferenças significativas foram observadas, mas nenhuma das linhagens superou ou igualou-se a testemunha CP 1606, que se destacou positivamente frente as demais, apresentando maior altura de inserção da primeira vagem. Cokkizgin (2012) e Singh et al. (2019) observaram que quanto maior a densidade de plantas, maior é a altura de inserção da primeira vagem, fato que corrobora com esse estudo, no qual foi observado o aumento na altura de inserção da primeira vagem para todas as linhagens avaliadas, de 2019 para 2020. Em soja, Queiroz et al. (1981) constataram que a altura de inserção da primeira vagem deve ser de no mínimo 13 centímetros, a fim de evitar grandes perdas no processo de colheita mecânica. Levando em consideração que a colheita mecanizada de grão-de-bico é feita com o mesmo maquinário da soja, nenhuma linhagem avaliada no presente estudo atenderia a este requisito mínimo utilizado na soja, exceto a CP 1606 (=14,72).

O índice de colheita é definido como sendo a proporção de matéria seca presente nos grãos em relação a matéria seca total da planta, correspondendo, portanto, a uma medida de eficiência biológica das diferentes linhagens. Esse índice é influenciado por inúmeros fatores, incluindo componentes genéticos e também aspectos relacionados com o manejo da cultura. Khan et al. (2010) e Sharar et al. (2001) não observaram diferenças significativas para essa variável em grão-de-bico quando se altera a densidade de plantas, fato observado entre as linhagens no ano de 2019, mas não em 2020. Por sua vez, a linhagem 038/11 diferiu significativamente das demais (**Tabela 3**) e superou os valores das testemunhas, mesmo com a densidade de plantas não apresentando diferença significativa (**Tabela 2**).

As análises de número de ramos primários, secundários e de vagens por planta não apresentaram diferenças significativas entre as linhagens em 2019 (**Tabela 4**). Porém, em 2020, houve diferenças significativas para essas variáveis, na qual as linhagens 10108, 10159, 10155, 032/11, 10209, ICVV88502 e ICVV10 não difeririam significativamente das testemunhas, apresentando os maiores valores para o número de ramos primários. Já para o número de ramos secundários, a linhagem 10108 se destacou entre as demais linhagens, superando as testemunhas. O estudo feito por Cokkizgin (2012) não detectou diferenças significativas entre número de ramos primários e secundários, quando comparado dois genótipos de grão-de-bico, sobre diferentes densidades, fato que corrobora com os dados desse experimento realizado apenas em 2019, e contradiz o observado em 2020.

Tabela 4. Média do número de ramos primários e secundários, e do número de vagens por planta, em diferentes linhagens de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.

Linhagens	Número de ramos primários		Número de ramos secundários		Número de vagens/planta	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
10108	1,46 ns	2,20 a*	3,73 ns	4,20 a*	86,40 ns	52,05 a*
10159	2,00	2,10 a	4,27	3,95 ab	57,33	40,75 abc
10115	2,06	2,05 a	3,87	3,40 abc	62,93	40,10 abc
017/11	1,80	1,9 ab	3,60	2,70 bc	92,86	43,20 ab
034/11	1,67	1,60 b	2,67	2,25 c	51,66	42,00 abc
038/11	2,06	1,88 ab	3,73	3,25 abc	62,06	39,58 abc
032/11	1,66	2,00 a	2,40	2,80 bc	33,73	27,90 c
10209	2,06	2,00 a	3,73	3,70 ab	46,40	59,65 a
ICVV88502	1,53	1,95 a	2,67	3,00 abc	26,80	30,10 bc
ICVV10	1,80	1,95 a	3,33	3,65 ab	36,80	68,25 a
CP 1605	1,53	1,95 a	2,80	3,30 abc	78,73	47,45 ab
CP 1606	1,66	1,95 a	3,20	3,55 ab	72,93	41,70 abc
CV (%)	23,94**	7,00	22,72	14,77	19,42	0,32

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; ns: valor não significativo; **Dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$.

Quando comparado o número de vagens por planta entre 2019 e 2020, observa-se uma diminuição desse valor, para a maioria das linhagens avaliadas, com exceção das linhagens 10209, ICVV88502 e ICVV10 (**Tabela 4**). Os resultados obtidos por Khan et al (2010), mostram que há uma diminuição para essa característica, quando se aumenta a densidade de plantas, o que corrobora parcialmente com o presente estudo, pois as linhagens 10209, ICVV88502 e ICVV10 se mostraram contrárias a este fato. Além disso, as linhagens 10108 e 10209 superaram as testemunhas, e apresentaram os maiores valores de vagens por planta em 2020.

As análises de tamanho das sementes apresentaram diferenças significativas nas três variáveis (comprimento, espessura e largura), para os dois anos. A linhagem 10159 se destacou das demais por possuir o maior valor para essas três características, nos dois anos consecutivos, não diferindo significativamente da testemunha CP 1606. Por outro lado, a linhagem 034/11 apresentou os menores valores para essas características, nos dois anos consecutivos (**Tabela 5**). Ao comparar os resultados de tamanho de sementes deste experimento, com um experimento de grão-de-bico do tipo “Kabuli”, como por exemplo o de Avelar et al. (2018), que obteve valores médios de 9,06 cm de comprimento, 7,33 cm de espessura e 7,52 cm de largura, é possível observar que há pouca diferença entre os dois tipos de grão-de-bico.

Tabela 5. Média do comprimento, espessura e largura das sementes em centímetros, em diferentes linhagens de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.

Linhagens	Comprimento das sementes (mm)		Espessura das sementes (mm)		Largura das sementes (mm)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
10108	8,79 abc*	8,42 cd*	7,04 b*	6,97 b*	6,66 bc*	6,69 b*
10159	9,32 a	9,00 ab	7,75 a	7,42 a	7,48 a	7,15 a
10115	8,44 bcd	8,27 cde	5,88 d	5,88 def	6,13 f	6,02 def
017/11	8,79 abc	8,37 cd	5,77 d	5,47 f	6,20 ef	5,91 ef
034/11	7,77 e	7,67 f	5,70 d	5,59 ef	5,72 g	5,72 f
038/11	8,27 cde	7,97 def	6,51 c	6,15 cd	6,29 def	6,05 def
032/11	8,86 abc	8,67 bc	6,46 c	6,23 cd	6,62 bcd	6,29 cd
10209	8,46 bcd	8,43 cd	5,89 d	5,94 de	6,02 fg	5,92 def
ICVV88502	8,74 abc	8,76 bc	6,37 c	6,43 c	6,54 bcde	6,41 bc
ICVV10	7,90 de	7,80 ef	6,44 c	6,26 cd	6,33 cdef	6,13 cde
CP 1605	8,91 ab	8,52 bc	7,07 b	6,82 b	6,72 b	6,48 bc
CP 1606	9,25 a	9,35 a	7,42 ab	7,57 a	7,51 a	7,43 a
CV (%)	1,65	1,73	0,33	6,35	0,73	3,46

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Ao analisar a correlação entre a variável de produtividade e tamanho de sementes (**Tabela 6**), é possível observar uma interação positiva média ($r = 0,58$, $p \leq 0,05$) para comprimento, e forte para largura ($r = 0,66$, $p \leq 0,05$) e espessura ($r = 0,72$, $p \leq 0,01$), fato que vai de encontro ao observado por Cobos et al. (2007), que encontrou uma correlação negativa para essas características, avaliando linhagens de “Desi” e “Kabuli”.

A análise de correlação se mostra muito útil para avaliar as características fenotípicas na seleção de linhagens de grão-de-bico com potenciais produtivos (KHAN & QURESHI, 2001). Levando em consideração o maior número amostral de 2020, foi possível fazer a análise de correlação de Pearson com diversas características avaliadas (**Tabela 6**).

A produtividade e a altura das plantas apresentaram uma correlação positiva forte ($r = 0,82$, $p \leq 0,01$), fato que se opõe aos trabalhos realizados por Sozen & Karadavut (2018) e Mohammed & Fikre (2018), que apresentaram correlações negativas e positivas, respectivamente, porém, de forma não significativa (**Tabela 6**).

Siddique et al. (1984) observou que à medida que se aumentava a densidade de plantas, o índice de colheita reduzia, fato similar ao observado neste estudo, onde o número de plantas por parcela apresentou uma correlação negativa forte ($r = -0,65$, $p \leq 0,05$) com relação ao índice de colheita.

A altura das plantas e o número de ramos secundários apresentaram correlação positiva forte ($r = 0,67$, $p \leq 0,05$), onde a mesma interação foi observada para a maioria das linhagens avaliadas por Shah & Atta (2013) (**Tabela 6**).

Foi possível observar uma correlação positiva de forte intensidade ($r = 0,61$, $p \leq 0,05$) entre a produtividade e o número de ramos primários, e positiva forte ($r = 0,78$, $p \leq 0,01$) entre a produtividade e o número de ramos secundários (**Tabela 6**). Os resultados do trabalho de Shah & Atta (2013) corroboram com essa pesquisa por apresentarem valores de correlação semelhantes para essas características. Por outro lado, os resultados de Mohammed & Fikre (2018), estão em discordância com essa observação. No presente trabalho, foi possível observar também uma correlação positiva forte ($r = 0,78$, $p \leq 0,01$) entre o número de ramos primários e secundários, o que se opõem ao observado por Mohammed & Fikre (2018), que obtiveram correlação fenotípica negativa para essas características (**Tabela 6**).

Biçer (2009) realizou um trabalho com linhagens de grão-de-bico do tipo “Kabuli” e observou baixa correlação entre o tamanho das sementes e a altura das plantas. Porém, nessa pesquisa foi possível observar dados contrários ao estudo citado, com uma interação positiva de média intensidade para espessura ($r = 0,59$, $p \leq 0,05$) e largura ($r = 0,60$, $p \leq 0,05$) com relação à altura de plantas.

Tabela 6. Coeficiente de correlação de Pearson para as características avaliadas em diferentes linhagens de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo “Desi”, no ano de 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.

	PP	PH	AP	AV	IC	RP	RS	VA	CS	ES	LS
PP	1	-0,25	-0,31	-0,14	-0,65*	0,14	-0,36	-0,50	0,31	-0,27	-0,15
PH		1	0,82**	0,53	-0,01	0,61*	0,78**	0,34	0,58*	0,72**	0,66*
AP			1	0,51	-0,26	0,42	0,67*	0,47	0,47	0,59*	0,60*
AV				1	-0,03	0,24	0,36	0,06	0,63*	0,66*	0,74**
IC					1	-0,06	0,24	0,22	-0,40	0,08	-0,08
RP						1	0,82**	0,11	0,49	0,52	0,49
RS							1	0,48	0,33	0,65*	0,55
VA								1	-0,38	-0,03	-0,14
CS									1	0,72**	0,83**
ES										1	0,96**
LS											1

*Interação média; **Interação forte; Número de plantas por parcela - (PP), produtividade por hectare - (PH), altura da planta - (AP), altura da primeira vagem - (AV), índice de colheita - (IC), número de ramos primários - (RP), número de ramos secundários - (RS), número de vagens - (VA), comprimento das sementes - (CS), espessura das sementes - (ES), largura das sementes - (LS).

Foi observada uma interação positiva de forte intensidade entre a altura da primeira vagem e tamanho das sementes, sendo a correlação com o comprimento ($r = 0,63$, $p \leq 0,05$), com a espessura ($r = 0,66$, $p \leq 0,05$) e a largura ($r = 0,74$, $p \leq 0,01$). Entre o número de ramos secundários e a espessura de sementes a correlação foi positiva e significativa forte ($r = 0,65$, $p \leq 0,05$), e entre as três características de tamanho das sementes, a interação foi de forte a fortíssima.

O peso de mil sementes apresentou grande diferença entre as linhagens avaliadas, nos dois anos de experimento. A linhagem 10159 possui uma média de peso maior, nos dois anos seguidos, se diferenciando significativamente das demais linhagens, mas não superando a testemunha CP 1606 (**Tabela 7**). Segundo Sharar et al (2001), há uma diminuição no peso de mil sementes, quando se aumenta a densidade de plantas, já para Thangwana & Ogola (2012) essa variável não sofreu alteração quando se alterou a densidade de plantas em duas épocas de cultivo. Ambos os trabalhos vão de encontro ao observado nesta pesquisa, no qual a maioria das linhagens apresentou aumento no peso de mil sementes, entre 2019 e 2020, quando se alterou a densidade de plantas.

O peso das sementes também é um fator fundamental para o mercado consumidor do tipo “Desi” no mundo, onde se buscam pesos variando de 160 g a 220 g a cada 1000 sementes (GAUR et al., 2013). Levando em consideração essa característica, e os resultados obtidos nos dois anos de experimento, apenas a linhagem 034/11 não atingiu a média demandada pelo mercado internacional (**Tabela 7**).

Segundo Agbola et al. (2000), o mercado indiano prefere sementes do tipo “Desi” com colorações que variam entre amarelo claro e marrom. De acordo com o trabalho de Egan & Wood (2016), as cores das sementes analisadas variaram de tons de marrom a creme opaco, sendo assim, todas as linhagens deste estudo apresentaram uma variação de cor desejada pelo mercado indiano (**Tabela 7**).

Tabela 7. Média do peso de mil sementes em gramas; e a diferença das cores das sementes de diferentes linhagens de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo “Desi”, nos anos de 2019 e 2020. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2021.

Linhagens	Peso (g) de mil sementes		Cor das sementes
	2019	2020	
10108	279,88 b*	247,98 b*	Marrom amarelado
10159	303,58 a	298,94 a	Marrom amarelado
10115	171,12 h	190,26 de	Marrom
017/11	181,59 gh	170,07 ef	Marrom amarelado
034/11	129,40 i	154,42 f	Marrom
038/11	200,69 ef	204,44 cd	Marrom
032/11	228,75 d	213,14 c	Creme opaco
10209	189,17 fg	187,23 de	Marrom amarelado
ICVV88502	209,71 e	213,06 c	Creme opaco
ICVV10	199,07 ef	200,15 cd	Marrom
CP 1605	247,39 c	247,31 b	Marrom
CP 1606	303,34 a	314,28 a	Marrom
CV (%)	2,69	5,54	

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

As linhagens não apresentaram diferenças significativas de acamamento em campo, todas apresentaram nota 1 para essa característica, portanto, esse dado não precisou ser avaliado estatisticamente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As linhagens 10108, 10159, 10209 apresentarem características agrônômicas de destaque, tais como produtividade, altura de planta, índice de colheita, número de ramos primários e secundários, número de vagens por planta, peso de mil sementes e acamamento, com valores iguais ou superiores as linhagens testemunhas.
- Para as características de altura de plantas em 2019 e altura de inserção da primeira vagem em 2020, nenhuma linhagem superou os valores apresentados pela testemunha CP 1606.
- A altura de inserção da primeira vagem é um fator limitante para estas linhagens, pelo fato de nenhuma apresentar valor mínimo para implementação da colheita mecanizada.

- O aumento da densidade de plantas elevou a produtividade de todas as linhagens deste estudo, com valores chegando até três vezes mais, de 2019 para 2020
- A produtividade apresentou maior correlação direta com as outras características fenotípicas avaliadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBOLA, F.W.; BENT, M.J.M.; KELLEY, T.M.; RAO, P.P. Factors Influencing the Demand for Chickpea In India: Implications for Marketing and Promotion in the Indian Chickpea Market, **Australian Agricultural and Resource Economics Society Conference**, Sydney, Austrália, 2000, 19p.

AL-SNAFI, A.E. The medical importance of *Cicer arietinum* - A review. **IOSR Journal of Pharmacy**, v.6, n.3, p.29-40, 2016.

ARTIAGA, O.P.; SPHEAR, 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**, 10: 102-109, 2015.

ARTIAGA, O.P.; SPEHAR, C.R.; SILVA, P.P.; NASCIMENTO, W.M.; BOITEUX, L.S. Chemical and genetic control of the *Fusarium* species complex in chickpea and their effects on stand establishment under highland subtropical conditions. **Acta Horticulturae**, 1249: 189-192, 2019.

AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; JUNIOR, D. S. B.; PARAÍSO, H. A.; NASCIMENTO, W. M. Production and quality of chickpea seeds in different sowing and harvest periods. **Journal of Seed Science**, v.40, n.2, p.146-155, 2018.

BAR-EL DADON, S., ABBO, S., REIFEN, R., Leveraging traditional crops for better nutrition and health - the case of chickpea, **Trends in Food Science & Technology**, v. 64, p. 39-47, 2017.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 398p.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3>. Acesso em: 29 Mar. 2020.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, **CultivarWeb – Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 26 Abr. 2020a.

BRASIL, Companhia nacional de abastecimento (CONAB), **Portal de informações agropecuárias – importação e exportação**. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/comercio-exterior-por-pais>>. Acesso em: 26 Abr. 2020b.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), **Unidades – EMBRAPA no Brasil – EMBRAPA Hortaliças**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pesquisa-grao-de-bico>>. Acesso em: 30 Mar. 2021.

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.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2004. 142 p.

COBOS, M. J.; RUBIO, J; FERNÁNDEZ-ROMERO, M.D.; GARZA, R.; MORENO, M. T.; MILLÁN, T.; GIL, J. Genetic analysis of seed size, yield and days to flowering in a chickpea recombinant inbred line population derived from a Kabuli 3 Desi cross. **Annals of Applied Biology**, n.151, p.33-42, 2007.

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.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, p.427-452, 1973.

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.

EGAN, N.; WOOD, J. Investigating the diversity of chickpea seed coat phenolics, **Department of Primary Industries**, 66^o Australasian Grain Science Association (AGSA), 2016.

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: 18 Mar. 2020.

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**, 9p, 2002.

GAUR, P.M.; JUKANTI, A.K.; SRINIVASAN, S.; GOWDA, C.L.L. Chickpea (*Cicer arietinum* L.), **Breeding of Field Crops**. Agrobios (India), Jodhpur, India, p.165-189, 2013.

GHRIBI, A. M.; MAKLOUF, I.; BLECKER, C.; ATTIA, H.; BESBES, S. Nutritional and Compositional Study of Desi and Kabuli Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Flours from Tunisian Cultivars, **Advances in Food Technology and Nutritional Sciences**, 2015, v.1(2): p. 38-47, doi:10.1714. 2015.

HOLTZ, V.; REIS, E.F. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Ceres, Viçosa**, v.60, p.347-353, 2013.

HOSKEM, B. C. S.; COSTA, C. A.; NASCIMENTO, W. M.; SANTOS, L. D. T.; MENDES, R. B.; MENEZES, J. B. C.; Productivity and quality of chickpea seeds in Northern Minas Gerais, Brazil, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.3, p.261-268, 2017.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS – ICRISAT. **Riding High on Chickpea’s Growth**. Disponível em: <<https://www.icrisat.org/riding-high-on-chickpeas-growth/>>. Acesso: 26 Abr. 2020.

JAMEEL, S., HAMEED, A., & SHAH, T. M. (). Biochemical profiling for antioxidant and therapeutic potential of Pakistani chickpea (*Cicer arietinum* L.) genetic resource. **Frontiers in Plant Science**, 12: 574, 2021

JETTNER, R. J.; SIDDIQUE, K. H. M.; LOSS, S. P.; FRENCH, R. J. Optimum plant density of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) increases with increasing yield potential in south-western Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, 50: 1017–1025, 1999.

JUKANTI, A. K.; GAUR, P. M.; GOWDA, C. L. L.; CHIBBAR, R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. **British Journal of Nutrition**, 108:11-26, 2012.

JUKANTI, A. K.; GAUR, P. M.; GOWDA, C. L. L.; CHIBBAR, R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review, **British Journal of Nutrition**, 108:11-26, 2012.

KHAN, M.; QURESHI, S. Path coefficient and correlation analysis studies on variation induced by gamma irradiation in M1 generation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Biological Sciences**, v.1, n.3, p.108- 110, 2001.

KHAN, E.A.; ASLAM. M.; AHMAD, H.K.; HIMAYATULLAH; KHAN, M.A.; HUSSAINA. 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.

KORBU, L., TAFES, B., KASSA, G., MOLA, T., FIKRE, A. Unlocking the genetic potential of chickpea through improved crop management practices in Ethiopia. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 40(2), 1-20, 2020.

KUJUR, A.; UPADHYAYA, H. D.; BAJAJ, D., GOWDA, C. L. L.; SHARMA, S.; TYAGI, A. K.; PARIDA, S. K. Identification of candidate genes and natural allelic variants for QTLs governing plant height in chickpea. **Scientific Reports**, 6:27968, doi: 10.1038, 2016, 9p.

MERGA, B.; HAJI, J.; Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. **Cogent Food & Agriculture**, 5:1, 1615718, 2019.

MOHAMMED, A.; FIKRE, A. Correlation and path coefficient analysis among seed yield and yield related traits of Ethiopian chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. **Acta Agriculturae Slovenica**, n.111-3, p.661-670, 2018.

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.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. Grão-de-bico: nova aposta do agronegócio brasileiro. SEEDnews, Porto Alegre, p. 18 - 22, 01 mar. 2019 Disponível em: <<https://www.seednews.com.br/artigos/2969-grao-de-bico-nova-aposta-do-agronegocio-brasileiro-edicao-maio-2019>>. Acesso: 11 Jun. 2020.

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

ONU, United Nations, Department of Economic and Social Affairs The United Nations, Population Division, Population Estimates and Projections Section, Volume I: Comprehensive Tables ST/ESA/SER.A/336, 2012.

OZER, S.; KARAKOY, T.; TOKLU, F.; BALOCH, F.S.; KILIAN B.; OZKAN, H. Nutritional and physicochemical variation in Turkish kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces, **Springer Science**, 175:237-249, 2010.

PARTHASARATHY, R.P.; BIRTHAL P.S.; BHAGAVATULA, S.; BANTILAN, M. C.S. Chickpea and Pigeonpea Economies in Asia: Facts, Trends and Outlook.: **International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics**. Andhra Pradesh, India, 2010.

PULSEAUS, Pulse Australia, **CHICKPEA PRODUCTION: SOUTHERN AND WESTERN REGION**. Disponível em: <<http://www.pulseaus.com.au/growing-pulses/bmp/chickpea/southern-guide>>. Acesso em: 29 Mar. 2020.

QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; YAMASHITA, J. Recomendações técnicas para a colheita mecânica. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p.701-710, 1981.

SHAH, T. M.; ATTA, B. M. Relationships between seed yield and other plant traits in desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) parents and their mutants developed through induced mutations, **The Journal of Animal & Plant Sciences**, n.23-6, p.1733-1741, 2013.

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.

SHARMA, R.D. Algumas informações sobre a cultura de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). 1984. Planaltina, DF. **Embrapa**. 20p. (Circular Técnica, nº18) Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/99690/1/cirtec-18.pdf>>. Acesso: 26 Abr. 2019.

SINGH, U.; GAUR, P. M.; CHATURVEDI, S. K.; HAZRA, K. K.; SINGH, G. Changing plant architecture and density can increase chickpea productivity and facilitate for mechanical harvesting, **International Journal of Plant Production**, publicado online: 27 de Março de 2019.

SOZEN, O.; KARADAVUT, U. Correlation and path analysis for yield performance and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes cultivated in central Anatolia. **Pakistan Journal Botany**, v.50, n.2, p.625-633, 2018.

THANGWANA, N. M.; OGOLA, J. B. O. Yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*): Response to genotype and planting density in summer and winter sowings, **Journal of Food, Agriculture & Environment**, University of Venda, v.10, n.2, p.710-715, 2012.

VIEIRA, R. F.; RESENDE, M. A. V. de; CASTRO, M. C. S. de. Comportamento de cultivares de grão-debico na Zona da Mata e Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.166-170, 2019.

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.

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

WOOD, J. A.; GRUSAK, M. A. Nutritional value of chickpea, **Chickpea Breeding and Management**. 2007, Cap. 5, p. 101-142.

ZIA-UL-HAQ, M.; IQBAL, S.; AHMAD, S.; IMRAN, M.; NIAZ, A.; BHANGER, M.I. Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan, **Food Chemistry**, v. 105:1357-1363, 2007a.

ZIA-UL-HAQ, M.; AHMAD, M.; IQBAL, S.; AHMAD, S.; ALI, H. Characterization and Compositional Studies of Oil from Seeds of Desi Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars Grown in Pakistan, **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 84(12):1143-1148, 2007b.