

2021-06-09

Comportamento de cultivares de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em diferentes espaçamentos de semeadura na região norte do Paraná

Alves, Guilherme Henrique Teixeira

Universidade Estadual do Norte do Paraná

ALVES, Guilherme Henrique Teixeira. Comportamento de cultivares de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em diferentes espaçamentos de semeadura na região norte do Paraná.

Orientador: Silvestre Bellettini. 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2021.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/315>

Baixado de Repositório Institucional UENP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GUILHERME HENRIQUE TEIXEIRA ALVES

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)
EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE SEMEADURA NA REGIÃO NORTE DO
PARANÁ

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2021

GUILHERME HENRIQUE TEIXEIRA ALVES

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)
EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE SEMEADURA NA REGIÃO NORTE DO
PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia, da Universidade
Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz
Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Silvestre Bellettini
Coorientador: Prof. Dr. Oriel Tiago Kolln

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2021

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

Hc Henrique Teixeira Alves, Guilherme
COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE GRÃO-DE-BICO
(Cicer arietinum L.) EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE
SEMEADURA NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ / Guilherme
Henrique Teixeira Alves; orientador Silvestre
Bellettini; co-orientador Oriel Tiago Kolln -
Bandeirantes, 2021.
77 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Agronomia) -
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2021.

1. Pulses. 2. Índice de colheita. 3. Arranjo de
plantas. 4. Produtividade. I. Bellettini, Silvestre,
orient. II. Tiago Kolln, Oriel, co-orient. III.
Título.

GUILHERME HENRIQUE TEIXEIRA ALVES

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)
EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE SEMEADURA NA REGIÃO NORTE DO
PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia, da Universidade
Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz
Meneghel.

Aprovado em 09/06/2021

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Silvestre Bellettini – UENP

Prof.Dr. Hatiro Tashima – UENP

Prof. Dr. Jethro Barros Osipe - Estação Dashen Consultoria e Pesquisa Agronômica

Prof.Dr. Silvestre Bellettini
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Campus Luiz Meneghel

DEDICATÓRIA

Ao avô, Genésio Alves, aos pais, Edivaldo Alves e Lucimar Teixeira Alves que me apoiaram em todo momento, tanto financeiramente espiritualmente para que mais uma etapa fosse concluída.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por terem me dado saúde e força para superar todas as dificuldades e conseguir alcançar um dos meus objetivos.

Ao orientador Dr. Silvestre Bellettini por acreditar, confiar e estar junto com a pesquisa, além de ser um grande companheiro.

À Dra. Nair Mieko Takaki Bellettini (in memoriam) que acreditou, incentivou e orientou para que etapas importantes como essa fossem concluídas;

Ao coorientador Dr. Oriel Tiago Kolln, pelo auxílio e orientações imprescindíveis.

Aos pais e irmã, que estiveram ao meu lado desde o início, incentivando em momentos difíceis, mas também de felicidades;

À Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Luiz Meneghel, professores e servidores;

Aos Laboratório de Biotecnologia, Solos e ao CMETIL, da UENP-CLM, pelo auxílio com equipamentos e materiais na realização das análises.

À Estação Dashen, em especial ao Dr. Robinson Osipe, Me. Petrus Barros Osipe e Dr. Jethro Barros Osipe, pela cessão do local, equipamentos e pessoal na implantação e condução desta pesquisa;

Ao pesquisador Dr. Jethro Barros Osipe, pela orientação na análise dos dados.

À EMBRAPA Hortaliças – DF e UPL por disponibilizar os cultivares de grão-de-bico.

À Natália Batista Miguel, por todo suporte para que não faltasse determinação e foco no objetivo final.

E a todos que, de maneira direta ou indireta contribuíram para a conclusão do mestrado.

ALVES, Guilherme Henrique Teixeira. **Comportamento de cultivares de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em diferentes espaçamentos de semeadura na região norte do Paraná.** 2021. 77 f. Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2021.

RESUMO

O grão-de-bico é uma cultura de estação fria, com bom desenvolvimento em regiões de baixa à média precipitação pluvial e em região tropical, pode ser uma alternativa para o cultivo de inverno. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta de cultivares de grão-de-bico em diferentes espaçamentos de semeadura na região norte do Paraná. O ensaio foi conduzido na Estação Dashen Consultoria e Pesquisa Agrônômica, no município de Bandeirantes-PR, e no período de março a setembro de 2020. Foram utilizados seis cultivares de grão-de-bico (BRS Toro, BRS Cícero, BRS Aleppo, BRS Cristalino, BRS Kalifa e CP 1605) em três espaçamentos (0,4m, 0,5m e 0,6m). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial 6x3, com 18 tratamentos e 4 repetições, totalizando 72 parcelas. As variáveis avaliadas foram: altura de plantas e diâmetro do caule aos 40, 80 dias após a emergência e na colheita; estande aos 7 dias após a emergência e na colheita; altura de inserção da primeira vagem; número de vagens por planta; comprimento de vagem; número de grãos por vagem e massa de 1000 grãos; índice de colheita; biomassa; análise de macro e micronutrientes; análise bromatológica (Proteínas e Fibra em Detergente Neutro) e produtividade. Os cultivares CP 1605, Cícero, BRS Toro e BRS Aleppo apresentaram precocidades quanto ao seu ciclo. No crescimento das plantas de grão-de-bico, não houve interação cultivar e espaçamento para as variáveis altura de plantas, diâmetro do caule e biomassa. Os diferentes espaçamentos não influenciaram os componentes de produção. O cultivar BRS Aleppo no espaçamento de 40 cm entre linhas alcançou uma produtividade de 1055 kg ha⁻¹, acima da produtividade média mundial. O Cultivar BRS Aleppo apresentou os maiores níveis de proteína bruta nos grãos. Dentre os grupos, o grupo Kabuli apresentou maior nível de proteína bruta quando comparado ao do grupo Desi. Os macronutrientes e micronutrientes mais acumulados nos grãos foram o N, K, P, Mn e Zn.

Palavras-chaves: Pulses, índice de colheita, arranjo de plantas e produtividade.

ALVES, Guilherme Henrique Teixeira. **Behavior of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in different sowing spaces in northern of Paraná region.** 2021. 77 f. Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2021.

ABSTRACT

Chickpea is a cold season crop with good development in regions with low rainfall and it can be an alternative for winter cultivation in tropical regions. The aim of this study was to evaluate the response of chickpea cultivars at different sowing spacings in northern region of Paraná. The trial was conducted at the Estação Dashen Consultoria e Pesquisa Agronômica, in city of Bandeirantes-PR, and from March to September 2020. Six chickpea cultivars (BRS Toro, BRS Cícero, BRS Aleppo, BRS Cristalino, BRS Kalifa and CP 1605) were used in three row spacing (0.4m, 0.5m and 0.6m). The experimental design was randomized blocks, in a 6x3 factorial scheme, with 18 treatments and 4 repetitions, totaling 72 experimental units. The variables evaluated were: plant height and stem diameter at 40, 80 days after emergence and at maturation; stand 7 days after emergence and at harvest; insertion height of the first pod; number of pods per plant; pod length; number of grains per pod and mass of 1000 grains; harvest index; biomass; macro and micronutrient analysis; bromatological analysis (Proteins and Fiber in Neutral Detergent) and productivity. The cultivars CP 1605, Cícero, BRS Toro and BRS Aleppo presented precocity as to their cycle. In the growth of chickpea plants, there was no cultivar interaction and spacing for the variables plant height, stem diameter and biomass. The different spacing did not influence the production components. Cultivar BRS Aleppo at 40 cm spacing between rows achieved a yield of 1055 kg ha⁻¹, above the world average yield. Cultivar BRS Aleppo had the highest levels of crude protein in grains. Among the groups, the Kabuli group had a higher level of crude protein when compared to the Desi group. The most accumulated macronutrients and micronutrients in grains were N, K, P, Mn and Zn.

Key-words: Pulses, harvest rate, plant arrangement and productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Germinação e desenvolvimento inicial.....	20
Figura 2 - Tipos de hábitos de crescimento na cultura do grão-de-bico a) ereto, b) semiereto e c) prostado.	21
Figura 3 - Sementes de grão de bico do grupo Kabuli (a) e Desi (b).	23
Figura 4. Variações de tamanho e cores das sementes de grão-de-bico	23
Figura 5 - Abertura dos sulcos com o uso de sulcador manual.....	32
Figura 6 - Sementes do grupo Kabuli (a) e Desi (b) com o tratamento de sementes.	33
Figura 7 - Semeadura manual com auxílio de uma régua de madeira (a) e disposição das sementes no sulco (b).....	34
Figura 8. Esquema da colheita das plantas de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos de semeadura, em Bandeirantes-PR.	36
Figura 9 - Medição da altura de plantas (cm) de grão-de-bico com o auxílio de trena.	37
Figura 10 - Aferição dos diâmetros (mm) das plantas de grão-de-bico com auxílio de um paquímetro digital.	38
Figura 11. Precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e médias das temperaturas (°C) decendiais no período do experimento.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos com a cultura do grão-de-bico no experimento realizado, em Bandeirantes-PR.....	31
Tabela 2. Resultados da análise de solos da área experimental.....	32
Tabela 3. Duração em dias, dos períodos vegetativo (emergência-florescimento) e reprodutivo (florescimento-maturação) e do ciclo total dos cultivares de grão-de-bico, em Bandeirantes-PR.	42
Tabela 4. Médias de estande aos 7 DAE e na colheita de cultivares de grão-de-bico (plantas m ⁻¹), em diferentes espaçamentos de semeadura, em Bandeirantes-PR.	43
Tabela 5. Médias de altura das plantas de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 40 DAE, em Bandeirantes-PR.....	44
Tabela 6. Médias de altura das plantas de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 80 DAE, em Bandeirantes-PR.....	45
Tabela 7. Médias de altura das plantas de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.....	45
Tabela 8. Médias de diâmetro do caule das plantas de grão-de-bico (mm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 40 DAE, em Bandeirantes-PR.....	47
Tabela 9. Médias de diâmetro do caule das plantas de grão-de-bico (mm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 80 DAE, em Bandeirantes-PR.....	47
Tabela 10. Médias de diâmetro do caule das plantas de grão-de-bico (mm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.....	48
Tabela 11. Médias de altura da inserção da 1 ^a vagem de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.....	49

Tabela 12. Médias de comprimento de vagem de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.....	50
Tabela 13. Médias de número de vagens por planta de cultivares de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.....	51
Tabela 14. Médias de número de grãos por vagem de cultivares de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.....	52
Tabela 15. Médias de massa de 1000 grãos de cultivares de grão-de-bico (g), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.....	53
Tabela 16. Médias de produtividade (kg ha ⁻¹) de cultivares de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos, em Bandeirantes-PR.	54
Tabela 17. Médias de biomassa seca (kg ha ⁻¹) de plantas de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos na colheita, em Bandeirantes-PR.....	55
Tabela 18. Teor de macro e micronutrientes na parte vegetativa de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR.	57
Tabela 19. Acúmulo de macro e micronutrientes na parte vegetativa de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR.	57
Tabela 20. Teor de macro e micronutrientes nos grãos de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR.	58
Tabela 21. Acúmulo de macro e micronutrientes nos grãos de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR.	59
Tabela 22. Médias de índice de colheita de cultivares de grão-de-bico (%), em diferentes espaçamentos de semeadura, em Bandeirantes-PR.	61

Tabela 23. Médias de Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) nos grãos de cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm de semeadura, em Bandeirantes-PR... 62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Origem e distribuição.....	17
2.2 Consumo e composição nutricional do grão-de-bico	18
2.3 Características botânicas	19
2.4 Grupos de grão-de-bico.....	24
2.5 Exigências edafoclimáticas.....	25
2.6 Cultivar, época e espaçamento de semeadura para a cultura do grão-de-bico.....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Caracterização da área, delineamento experimental e tratamentos	30
4.2 Análise química e física do solo, Caracterização do solo, preparo da área, calagem e adubação	31
4.3 Sementes, semeadura e emergência das plantas	33
4.4 Manejo fitossanitário	34
4.5 Colheita.....	35
4.6 Variáveis avaliadas.....	36
4.6.1 Estande aos 7 DAE e na colheita.....	36
4.6.2 Variáveis morfológicas das plantas	37
4.6.3 Biomassa e índice de colheita	38
4.6.4 Produtividade e componentes de rendimento	39
4.6.5 Análise bromatológica.....	39
4.7 Análises estatísticas	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6 CONCLUSÕES	64
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

APÊNDICES.....

APÊNDICE A – Ciclo cultivar BRS Toro.....

APÊNDICE B – Ciclo cultivar Cícero.....

APÊNDICE C – Ciclo cultivar BRS Aleppo.....

APÊNDICE D – Ciclo cultivar BRS Cristalino.....

APÊNDICE E – Ciclo cultivar BRS Kalifa.....

APÊNDICE F – Ciclo cultivar CP 1605.....

1 INTRODUÇÃO

As Pulses têm ganhado grande espaço no segmento agrícola, nos últimos anos. Pulses (palavra derivado do latin Puls, que significa sopa grossa), referem-se àquelas leguminosas de sementes secas, como feijão comum e outros feijões (feijão-caupi, feijão-mungo, etc), ervilha, lentilha e grão-de-bico. Dentre as pulses, o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das mais importantes espécies cultivadas no mundo, com uma produção anual entorno de 15 milhões de toneladas sendo considerado um alimento com elevado fonte nutricional (NASCIMENTO; SILVA, 2019).

A Índia é o maior produtor mundial da cultura de grão-de-bico. Em 2019, o volume de produção de grão-de-bico na Índia totalizou próximo de 10 milhões de toneladas, com rendimento de grãos de 1.040 kg ha⁻¹ e área colhida de 9.547.030 ha, a Turquia em segundo com 630.000 toneladas e rendimento de grãos de 1.216,7 kg ha⁻¹ e área colhida de 517.785 ha e em terceiro está a Federação Russa com produção de 506.166 toneladas, rendimento de grãos de 917,5 kg ha⁻¹ e área colhida de 551.663 ha⁻¹ (FAO, 2019). A produção no Brasil ainda é insuficiente para atender o consumo interno, sendo assim, o país tem importado grande quantidade desta leguminosa (NASCIMENTO, 2016).

O grão-de-bico é uma leguminosa com maior área produzida no sul da Ásia e a terceira leguminosa em área produzida globalmente, atrás do feijão comum (*Phaseolis vulgaris* L.) e da ervilha (*Pisum sativum* L.) O grão-de-bico é cultivado em mais de 50 países (89,7% de área na Ásia; 4,3% na África; 2,6% na Oceania; 2,9% nas Américas e 0,4% na Europa) (GAUR et al., 2010). As hortaliças leguminosas são alternativas ao trigo e ao feijão no cultivo de inverno em rotação à soja e ao milho. São culturas rústicas, totalmente mecanizadas e que apresentam uma boa margem de lucro para o produtor.

Há um aumento do consumo de grão-de-bico devido a vários fatores, como o estilo de vida e a população em rápido crescimento no mundo. A busca por um estilo de vida mais saudável, e a importância com a qualidade nutricional dos alimentos, torna o grão-de-bico uma alternativa de consumo para este novo mercado. O grão-de-bico apresenta rica fonte de minerais (fósforo, magnésio, ferro, potássio, cobalto e o manganês) e de vitaminas do complexo B. Contém alto teor de ácidos graxos insaturados (oleico e linoleico), sendo vantajoso para dietas visando a redução do colesterol. Dispõe de uma proteína de alto valor nutritivo e boa digestibilidade (80-90%) (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO,1998). Estima-se que a população mundial atinja nos anos de 2050 aproximadamente 10 bilhões de pessoas (ONU,

2019) enquanto que a população do Brasil para os anos de 2050 pode chegar à próximo de 233 milhões de pessoas (IBGE, 2019).

Os maiores desafios da pesquisa brasileira para a indicação de uma nova opção para cultivo em escala são: 1) Capacidade de adaptação de espécie aos sistemas de cultivos já existentes; 2) Produção equilibrada com sustentabilidade econômica e ambiental; e 3) Cultivares com alto valor nutritivo para o consumo humano e a produção de ração animal (QUEIROGA; GIRÃO; ALBUQUERQUE, 2021). Um dos principais motivos do baixo rendimento do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é a população inadequada, em que, o número de plantas por unidade de área pode influenciar o tamanho da planta, componentes de produção e conseqüentemente afetar a produtividade. Para que se alcance a melhor distribuição de plantas na área de cultivo, alternativas como combinação de espaçamentos e densidades de plantas, chamado de arranjo de plantas, são imprescindíveis. Tendo em vista expandir a produção dessa leguminosa no Brasil a hipótese é de que com o ajuste do arranjo de plantas e cultivares, a região norte do Paraná tem potencial para produzir esta leguminosa em bons níveis de produtividade.

Deste modo, o trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento de cultivares de grão-de-bico em diferentes espaçamentos de semeadura na região norte do Paraná, como alternativa de cultura de inverno.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e distribuição

O grão-de-bico cultivado (*Cicer arietinum* L.) foi uma das primeiras leguminosas de grão domesticada pelo homem no Velho Mundo (MANARA; RIBEIRO, 1992; VAN DER MAESEN, 1987). O centro de origem do grão-de-bico é o sudeste da Turquia, nas adjacências com a Síria. Neste local, foram encontradas três espécies selvagens do mesmo gênero: *Cicer bijugum* K.H. Rech, *C. echinospermum* P.H. Davis e *C. reticulatum*. O *Cicer reticulatum* pode ser considerado um progenitor ou talvez tenha o mesmo ancestral comum que o grão-de-bico (VAN DER MAESEN, 1987).

O grão-de-bico pertence ao gênero *Cicer*, tribo *Cicereae*, família *Fabaceae* ou *Leguminosae* e a subfamília *Papilionaceae*. O nome *Cicer* tem origem do latim, derivado da palavra grega 'kikus' que significa força ou resistência (SINGH; DIWAKAR, 1995). Duschak (1871) derivou a origem da palavra no hebraico 'kirkes', que significa redondo. A palavra *arietinum* também apresenta origem latina, derivada do grego 'krios', que significa carneiro devido a semente do grão-de-bico apresentar semelhança à cabeça de um carneiro (*Aries*) (VAN DER MAESEN, 1987).

De acordo com Van der Maesen (1972), há registro de domesticação de grão-de-bico em 3.300 aC no Egito e no Oriente Médio. Segundo Zohary e Hopf (1973), a domesticação ocorreu em associação com outras culturas como centeio, cevada, trigo, ervilha, linho e a lentilha na região de Israel, Jordânia e Líbano assim como algumas partes da Síria, Iraque, sudeste da Turquia e sudoeste do Irã. Esta área de cultivo é conhecida como região do Crescente Fértil.

O cultivo do grão-de-bico está se expandindo onde foi introduzido recentemente, por exemplo na Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos e Canadá. No continente Africano, é cultivada principalmente na África Oriental (Sudão, Eritreia, Etiópia, Quênia, Tanzânia) e no Malawi, país da região da África Meridional, onde é cultivada principalmente em áreas marcadas com uma estação fria (BEJIGA; VAN DER MAESEN, 2006).

2.2 Consumo e composição nutricional do grão-de-bico

Em países asiáticos em desenvolvimento, este legume é considerado a maior fonte de proteína entre as populações pobres, por possuir 20 a 22% de proteína, ainda rico em fibras, minerais (fósforo, cálcio, magnésio, ferro e zinco) e em β -caroteno (GAUR et al., 2010).

O Brasil tem importado a maioria do grão-de-bico consumido, cerca de 8000 toneladas. Contudo, nos últimos anos, a produção vem aumentando e em 2018 passou a ocupar cerca de 8000 hectares, o que antes era inexpressivo (NASCIMENTO; SILVA, 2019).

Seus brotos podem ser consumidos como vegetais ou saladas. Os grãos podem ser consumidos verdes, secos e fritos, torrados e cozidos na forma de lanches, doces e condimentos, e também na forma de farinhas e utilizados em sopas, pastas, confecção de pães e quando preparados com sal, pimenta e limão podem ser servidos como acompanhamentos (NASCIMENTO, 2016).

Há no Brasil uma grande demanda pelo consumo do grão-de-bico, já que essa leguminosa apresenta alto teor de proteína, variando de 25,3% a 28,9%, composição balanceada de aminoácidos (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina), além de nutrientes como cálcio, fósforo, ferro e vitaminas A, B e B2 (NASCIMENTO, 2016). O grão-de-bico faz parte dos alimentos considerados de baixo índice glicêmico, ou seja, aqueles que entre seus benefícios promovem maior saciedade. Outro ponto favorável, está relacionado à presença do aminoácido triptofano, que é responsável pela produção da serotonina, uma substância que promove a sensação de bem-estar; por isso, em algumas vezes, é chamado de grão da felicidade (NASCIMENTO; SILVA, 2019).

O grão-de-bico é mais rico em metionina que a lentilha, fava, mungo-verde, ervilha e o feijão-comum. Os carboidratos totais variam de 52 a 71%, onde o amido é o principal componente (41 a 51%). Quanto aos teores de lipídios, variam de 3 a 7%, em torno de 67% de ácidos graxos insaturados (linoleico e oleico). As sementes são ricas em fibras (2,7 a 11,2%), principalmente no tegumento. Comparando os grupos Kabuli e Desi de grão-de-bico, pode apresentar composições diferentes de fibras: as do grupo Desi são mais ricas em fibras que as do grupo Kabuli, 8,4% a 11,2% e 2,7 a 5,4%, respectivamente (VIEIRA; VIEIRA; PINTO, 2007).

2.3 Características botânicas

O grão-de-bico é uma planta anual, herbácea. A altura da planta varia de 30 a 70 cm. Apresenta sistema radicular forte e profundo, contendo raízes primárias, secundárias e terciárias, semelhante a um pequeno arbusto. Devido a seu sistema radicular robusto, suas raízes podem chegar até 2 metros de profundidade, porém a maior concentração de raízes se encontra a 60 cm da superfície (ESHETE; FIKRE, 2015). Suas raízes laterais desenvolvem nódulos em simbiose com a bactéria *Rhizobium*, a qual é capaz de realizar a fixação de nitrogênio atmosférico em forma utilizável pelas plantas. Os nódulos são visíveis após um mês de emergência das plantas e se encontram, geralmente, a uma profundidade de 15 cm (GAUR et al., 2010). A cultura pode fixar até 140 kg N ha⁻¹ do ar e atender a maior parte de sua necessidade de nitrogênio. Após a colheita, deixa uma quantidade considerável de material orgânico para manter e melhorar a saúde e a fertilidade do solo (ESHETE; FIKRE, 2015).

A profundidade de semeadura recomendada é de 3-5 cm (NASCIMENTO, 2016). A semeadura mais profunda apresenta algumas vantagens, como: redução dos riscos de danos de herbicidas pré-emergentes residuais; promove a formação precoce de raízes laterais; aumenta a sobrevivência do inóculo em solo úmido; elimina uma proporção significativa de sementes infectadas com *Ascochita* (devido a mortalidade de doenças na semente) (CUMMING; JENKINS, 2011).

A germinação das sementes do grão-de-bico (Figura 1) é do tipo hipógea, ou seja, os cotilédones permanecem no solo (VIEIRA; VIEIRA; PINTO, 2007). Esta característica oferece à planta tolerância a baixas temperaturas e capacidade de regenerar o crescimento superior caso ocorra danos no estágio de plântula (ESHETE; FIKRE, 2015).

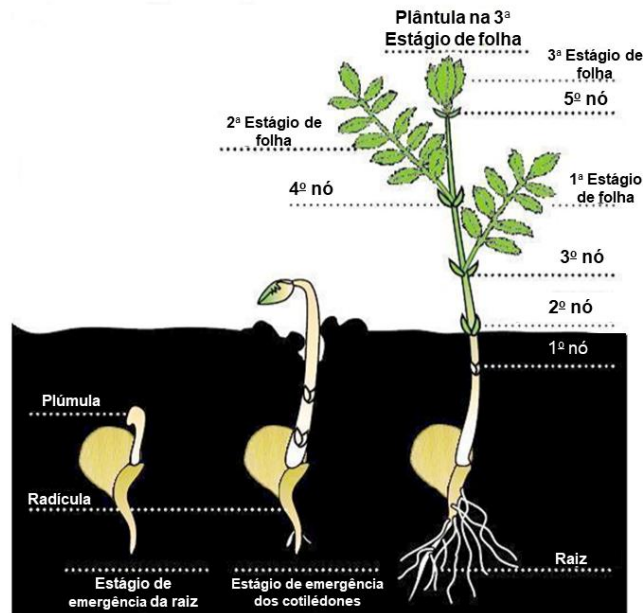


Figura 1 - Germinação e desenvolvimento inicial

Fonte: Eshete e Fikre (2015).

O caule do grão-de-bico é ereto, ramificado, pubescente, herbáceo e com coloração verde. Podem chegar até 1 m de altura (ESHETE; FIKRE, 2015) (SINGH; DIWAKAR, 1995). Os ramos são geralmente quadrangulares, nervurados e verdes, podendo ser primários, secundários ou terciários. Os primários surgem a partir do nível do solo à medida que ocorre o desenvolvimento da plúmula, bem como dos ramos laterais. São grossos, fortes e amadeirados, variando de 1 a 8 ramos. Já os secundários, desenvolvem-se a partir dos botões presentes nos ramos primários, são menos vigorosos e podem variar de 2 a 12 ramos. Os ramos secundários são responsáveis pela determinação do número total de folhas e portando, da área fotossintética total. Os ramos terciários, surgem dos ramos secundários (SINGH; DIWAKAR, 1995).

Nascimento (2016) apresenta uma descrição convencional a cinco classes de ramos: Primária basal (emerge das axilas foliares na parte inferior da haste principal); Primária apical (emerge das axilas foliares na parte superior da haste principal); Secundária basal (emerge das axilas foliares da haste basal); Secundária apical (emerge das axilas foliares da haste primária apical) e Terciária (emerge das axilas foliares da haste secundária basal e apical).

As plantas de grão-de-bico podem ter diferentes tipos de porte: ereto (ângulo dos ramos primários a 90° ao nível do solo), semiereto (ângulo de 45° em relação ao nível do solo) e rasteiro (ângulo de 0° em relação ao nível do solo) (Figura 2). Um fato importante a que deve ser levado em consideração é que à medida que o ciclo da cultura avança, os ramos primários vão se dobrando devido a sua fragilidade e ao peso que aumenta por causa do enchimento dos grãos, dificultando a colheita, principalmente nos genótipos rasteiros, onde os frutos se aproximam do solo (CARRERAS; MAZZUFERI; KARLIN, 2016).

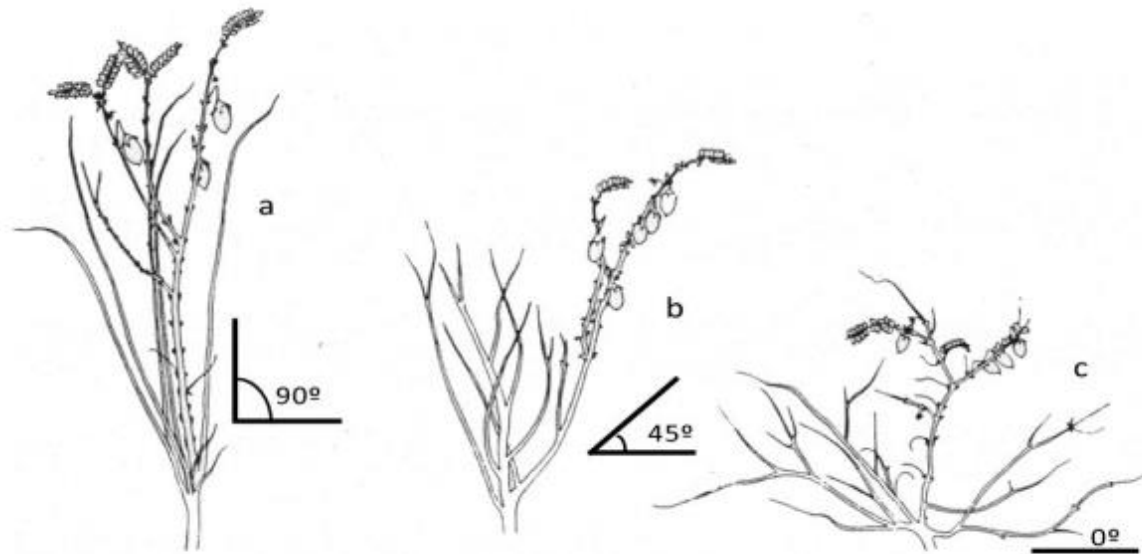


Figura 2 - Tipos de hábitos de crescimento na cultura do grão-de-bico a) ereto, b) semiereto e c) prostado.

Fonte: El cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en Argentina (2016).

Algumas variedades de grão-de-bico apresentam folhas compostas, com 8 a 20 folíolos, enquanto que algumas apresentam folhas simples, com aparência pubescente e com raquis superior terminando em um folheto. Os folíolos apresentam formatos ovalados à elípticos ou serrilhados (SHARMA, 1984), comprimento variando de 0,6 a 2,0 cm, coloração verde-oliva, verde-escura ou azulada (ESHETE; FIKRE, 2015), e quanto à sua posição, podem ser opostos ou alternados (SINGH; DIWAKAR, 1995). A raquis mede de 3 a 7 cm de comprimento com uma depressão na superfície superior, sendo que cada raquis suporta de 10 a 15 folíolos e cada um com um pedicelo pequeno (SINGH; DIWAKAR, 1995). As primeiras folhas verdadeiras possuem dois ou três pares além de uma folha terminal e a maior parte da plântula é rica em pilosidade (NASCIMENTO, 2016). Após o desenvolvimento do sexto nó, as folhas totalmente formadas apresentam de 5-8 pares de folhetos serrilhados (10-16 folhetos). Em condições de seca, para minimizar a transpiração, os folhetos podem se fechar ligeiramente.

Apesar de possuir mais folhas e ramos do que outras culturas de leguminosas, como por exemplo o feijão, o desenvolvimento da parte aérea no grão-de-bico é mais lento, especialmente durante os meses frios de inverno (GRDC, 2018).

A formação de vagens começa 5-6 dias após a fertilização. O número de vagens por planta varia entre 30 e 150, dependendo das condições ambientais e do genótipo. (CUBERO, 1987). O tamanho da vagem varia de 15 a 30 mm de comprimento, 7 a 14 mm de espessura e 2 a 15 mm de largura. O número de sementes por vagens varia de um a dois, sendo o máximo três sementes (SINGH; DIWAKAR, 1995). Números maiores de sementes por vagem geralmente levam à semente de menor tamanho na maturidade (MCVAY; JHA; CRUTCHER, 2017). Os dois cotilédones são separados por uma ranhura em sementes altamente enrugadas. A maioria das vagens se desenvolvem na parte superior da planta, em torno de 15 a 20 cm da superfície do solo (MARGHEIM et al., 2004). As sementes podem apresentar três formatos distintos: angular (formato bicado ou cabeça de carneiro), cilíndrico (formato de cabeça de coruja), e arredondado (formato da semente de ervilha). Quanto à superfície da semente, pode ser enrugada ou áspera que é característica do grupo Desi e lisa ou ligeiramente enrugada, característica do grupo Kabuli (Figura 3). O peso de 100 sementes varia de 8 g a 75 g (NASCIMENTO, 2016). A cor da semente varia de esbranquiçada (até farinácea) e creme ao preto profundo. Muitas outras cores como vermelho, laranja, marrom, verde e amarelo podem ser encontradas (GRDC, 2018) (Figura 4).

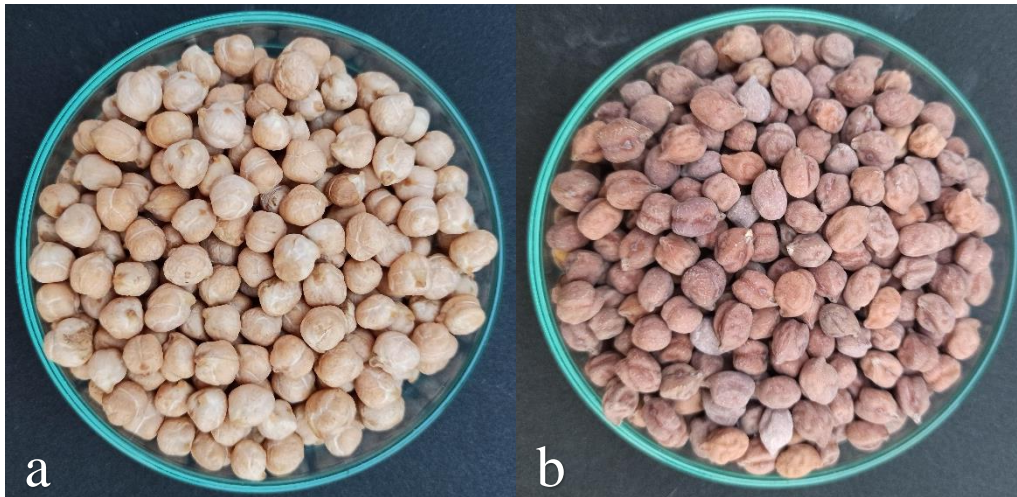


Figura 3 - Sementes de grão de bico do grupo Kabuli (a) e Desi (b).

Foto: ALVES, G.H.T (2020).



Figura 4. Variações de tamanho e cores das sementes de grão-de-bico

Fonte: *The chickpea genome, compendium of plant genomes.* (2017)

A duração do crescimento vegetativo antes da floração depende de alguns fatores como variedade, localização, disponibilidade de umidade do solo e das condições climáticas, variando de 40 a 80 dias, geralmente (GAUR et al., 2010). A planta de grão-de-bico apresenta hábito de crescimento indeterminado, o que possibilita que as plantas desenvolvam novas folhas após o florescimento (MCVAY; JHA; CRUTCHER, 2017) (GAUR et al., 2010). O tempo de maturação depende do tipo e da variedade, podendo variar de 95 a 110 dias

(MARGHEIM et al., 2004). Para Vieira, Vieira e Pinto (2007), o ciclo de vida do grão-de-bico depende do local, da época de plantio e do cultivar, variando, geralmente de 100 a 150 dias. As descrições de estádios de crescimento foram desenvolvidas para a planta de grão de bico com base em eventos visíveis na planta, designando em vegetativo (V) e reprodutivo (R). O estágio V foi determinado contando o número de nós desenvolvidos no ramo principal, acima do nível do solo. O último nó (superior) contado deve ter suas folhas desdobradas. Os estádios R começam quando a planta começa a florescer em qualquer nó. O R6 é caracterizado como final de florescimento e início de formação de vagens e o R8 como início de formação da semente. A maturação se inicia no estágio R10 e cessa no estágio R12 quando as plantas já se encontram com 90% das vagens douradas (GRDC, 2018). A colheita é recomendada quando 90% dos caules e vagens perderem a cor verde e apresentarem coloração amarelo escuro (GAUR et al., 2010).

2.4 Grupos de grão-de-bico

As variedades são classificadas em dois grupos: Desi e Kabuli. As sementes do grupo Desi apresentam colorações que incluem várias tonalidades e combinações, podendo ser marrom, amarelo, verde, preta ou laranja. Geralmente, suas sementes são pequenas e de superfície rugosa. Há a presença de antocianina (responsável pela coloração avermelhada dos talos e folhas) e os folíolos são de tamanho pequeno. As flores são de coloração púrpura. Quanto ao grupo Kabuli, suas sementes apresentam colorações brancas ou beges, e formato semelhante a uma cabeça de carneiro, com superfície fina e lisa. As flores são de coloração branca, devido ao fato de não apresentarem pigmentação de antocianina na haste. Suas sementes, vagens, folhas e estatura são maiores comparadas ao grupo Desi (NASCIMENTO, 2016; NASCIMENTO; SILVA, 2019; VIEIRA; VIEIRA; PINTO, 2007; GAUR et al., 2010).

O grupo Desi corresponde a aproximadamente 85% da área cultivada no mundo, sendo seu consumo na forma de farinhas e grãos partidos (NASCIMENTO, 2016). Mais de 80% da produção mundial é representada pelo grupo Desi, onde é explorado como cultura de subsistência nos países produtores. No Brasil, a maioria dos grãos importados, comercializados e consumidos pertencem ao grupo Kabuli (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO, 1998).

2.5 Exigências edafoclimáticas

É uma cultura de estação fria, bem adaptada a clima seco e ameno, podendo ser cultivada em regiões tropicais durante o inverno e em regiões temperadas, durante a primavera e verão. A temperatura ótima para germinação das sementes é entre 20°C e 30°C, nestas condições a emergência das plântulas ocorre em cinco a seis dias após a semeadura (NASCIMENTO, 2016). Os intervalos de temperatura máxima e mínima durante o desenvolvimento da cultura, variam de 25 a 30°C e de 10 a 15°C, respectivamente (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO, 1998). Temperaturas maiores que 35°C e menores que 15°C, podem provocar estresse durante o início da floração e desenvolvimento de vagens, afetando o rendimento da cultura. Em geral, o florescimento é atrasado em temperaturas baixas e também em dias curtos. A temperatura, disponibilidade de umidade e duração do dia são os três principais fatores que afetam a florescência (GAUR et al., 2010).

É uma cultura que se desenvolve bem em regiões com baixa a média precipitação pluviométrica e com frio moderado. Apresenta danos, quando ocorre excesso de chuvas logo após o plantio ou durante a época floração e de formação de vagens. Regiões que ocorram temperaturas altas e chuvas durante o período reprodutivo devem ser evitadas, devido que a planta de grão-de-bico pode continuar emitindo folhas por tempo indeterminado e não entrar em processo de maturação (NASCIMENTO, 2016).

Em áreas irrigadas, recomenda-se uma lâmina de água de 15 mm-20 mm após a semeadura em solo seco e até a completa emergência de 4-6 mm a cada dois dias. Se ocorrerem chuvas durante o período, estas devem ser consideradas. Durante o período reprodutivo, deve-se priorizar turnos de rega mais espaçados (pelo menos uma por semana), com lâminas de até 10 mm, diminuindo assim a ocorrência de doenças e sendo o suficiente para uma boa produtividade. A irrigação deve ser interrompida quando as vagens entrarem em processo de maturação fisiológica. O total de água aplicada à cultura deve ser no máximo 400 mm durante todo o seu ciclo (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO, 1998; NASCIMENTO, 2016).

2.6 Cultivar, época e espaçamento de semeadura para a cultura do grão-de-bico

Para que se escolha a melhor época de semeadura do grão-de-bico é indispensável algumas considerações que sejam favoráveis ao longo do ciclo da planta e em cada estágio do seu desenvolvimento. Sendo assim, em regiões de climas mais frios, a semeadura deve ser realizada na primavera ou verão e em regiões de clima tropical, no inverno. Um outro fato importante é que o período reprodutivo da cultura, ocorra em período seco com temperaturas noturnas amenas, favorecendo a fecundação e evitando o abortamento de flores e um melhor pegamento das vagens. Nos cerrados brasileiros, há a opção de dois sistemas de cultivos: semeadura durante o final de janeiro até meados de fevereiro aproveitando a umidade do final das chuvas (sequeiro) ou a partir de março até 15 de maio em sucessão com milho, cultivo de inverno, com irrigação. Maiores produtividades são adquiridas em áreas de altitude acima de 600 m, sob irrigação e temperaturas noturnas em torno de 15 °C (NASCIMENTO, 2016).

Quando a cultura é irrigada, para as regiões de Minas Gerais e São Paulo, os meses mais adequados para a semeadura são março e abril. Em regiões mais quentes, norte de Minas Gerais, a semeadura é recomendada em meados de maio. Já na região do Centro-Oeste, os maiores rendimentos são obtidos com semeadura realizadas em abril ou maio (VIEIRA; VIEIRA; PINTO, 2007). Plantios mais tardios resultam em menor produtividade e maior risco de perdas na produção, devido a possibilidade de chuvas durante a colheita (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO, 1998).

Segundo Aguiar et al., (2014), para a região sudeste e centro-oeste do Brasil, a semeadura entre os meses de março a maio favorece a colheita devido a menos possibilidades de chuvas e com relação a espaçamento e densidade de semeadura, recomendam 40 cm entre linhas e 10 a 15 sementes por metro.

Para o cultivo de grão-de-bico na Etiópia, a semeadura irá depender do local, precipitação pluvial, altitude, solo e maturidade específica de cada cultivar. É recomendado para solos vertissolos de média a alta altitude, a semeadura em meados de agosto ao início de setembro, dependendo da intensidade de precipitação pluvial. Semeadura em meados de agosto aumentam em até 50% o rendimento da cultura, porém como é uma estação chuvosa é necessária uma atenção maior no período de colheita. Em casos de regiões mais escassas de chuvas ou solo mais arenoso, é recomendado a semeadura no início de julho. Quando ao

espaçamento de semeadura a recomendação é 30 cm entre linhas e 10 cm entre plantas (ESHETE; FIKRE, 2015).

Para Tapia (1983), o espaçamento entre linhas para o cultivo do grão-de-bico no Chile, é de 40 cm e a época mais adequada para a semeadura é o mês de agosto. Segundo Vega, Guisado e Morillo (1994), para as condições da Espanha, a época para a semeadura é de 15 de novembro à 30 de dezembro, podendo ser estendidas até final de fevereiro, porém com menor produção. Quanto a espaçamento entre linhas o recomendado é 50 a 60 cm e densidades de semeadura dependendo da fertilidade do solo, podendo variar de 25 a 45 plantas m^{-1} .

Braga, Vieira e Vieira (1997) trabalhando com comportamento de cultivares de grão-de-bico na microrregião de Viçosa – MG, observou que a melhor época para plantio é o mês de abril, com ciclo predominante de 120 a 130 dias, colheita em agosto e possibilidade de produções maiores que 2.000 kg ha^{-1} , confirmando a viabilidade de cultivo para esta região.

Vieira, Resende e Castro (1999) verificando o comportamento de cultivares de grão-de-bico na Zona da Mata e Norte de Minas Gerais, concluíram que as condições climáticas de Minas Gerais são favoráveis ao grão-de-bico, se o plantio for feito do final de abril até meados de maio.

Shamsi (2009) trabalhando com efeito da data de semeadura e espaçamento entre linhas no rendimento e componentes de grão-de-bico em Kermanshah-Iran, verificou que o rendimento máximo foi com a data de semeadura de 6 de novembro, com o espaçamento entre linhas de 20 cm.

Artiaga (2012) avaliando genótipos de grão-de-bico no cerrado do Planalto Central brasileiro, concluiu que a época mais favorável a semeadura do grão-de-bico no período de chuvas no cerrado é durante o mês de janeiro, com genótipos mais precoces com qualidade de grão demandada pelo mercado.

Segundo Prietro (2012) para a região de Zona Rosa – México, a época de semeadura ideal é no final de maio até início de junho, com densidades de semeadura de 25 a 30 sementes m^{-1} e espaçamentos mais estreitos, diminuindo de 52 para 26 cm entre linhas.

Hoskem (2014) concluiu que a melhor época de semeadura do cultivar de grão-de-bico BRS Cícero sob sistema irrigado na região de Montes Claros-MG é o mês de junho, sendo que a altitude em torno de 760 m apresentou melhores condições edafoclimáticas, proporcionando um maior crescimento, desenvolvimento e melhor qualidade fisiológica das sementes de grão-de-bico.

Avelar et al., (2018) em trabalho realizado em Minas Gerais, observaram que as maiores produtividades de grão-de-bico foram obtidas para a região de Montes Claros

quando a semeadura foi realizada no mês de maio com produtividade de 5,3 t ha⁻¹ e para Januária no mês de junho, com produtividades acima de 3,0 t ha⁻¹.

Artiaga et al., (2015) avaliando genótipos de grão-de-bico em três épocas de plantio (20/01, 01/03 e 21/03), concluiu que, o grão-de-bico pode ser considerado uma excelente opção de cultivo em Brasília-DF no período de sequeiro.

Para que se alcance a melhor distribuição de plantas na área de cultivo, alternativas como combinação de espaçamentos e densidades de plantas, chamado de arranjo de plantas, são imprescindíveis. O melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, água e nutrientes. A produtividade de grãos está diretamente relacionada com arranjo das plantas, onde se busca diminuir os espaços entre fileiras com maior quantidade de plantas por área, para aumentar a produtividade. A redução do espaçamento permite melhor distribuição espacial das plantas e arranjo e diminui a competição com plantas daninhas, possibilitando melhor absorção de nutrientes e melhor absorção de água (ASSIS et al., 2014).

Os espaçamentos de semeaduras mais largos (50 a 100 cm) são mais comuns e apresentam algumas vantagens, como: Maior capacidade de semear em quantidades maiores de cobertura vegetal; sistema de plantio direto apresenta de 10-15% a mais no rendimento quanto a outros sistemas de cultivo; semeadoras de precisão fornecem mais precisão na colocação de sementes, resultando em melhor estabelecimento e estandes de plantas; colheita mais uniforme, plantas mais eretas com um conjunto de vagens mais altas. Em casos de baixos rendimentos: os maiores espaçamentos entre linhas geralmente disponibilizam um melhor desenvolvimento as plantas, devido à concentração e competição de nutrientes; sob condições de estresse de umidade, a combinação de maior espaçamento entre linhas e grande quantidade de cobertura vegetal, observaram melhores rendimentos do que em espaçamentos menores; maior acesso durante o monitoramento de pragas; melhor circulação de ar na colheita, diminuindo níveis de umidade e assim evitando a gravidade de doenças fúngicas. Embora, menos comuns, os espaçamentos de semeadura mais estreitos (15-40 cm), também apresentam algumas características, como: Potencial de maiores rendimentos acima de 1,5 ton ha⁻¹; maior competição da cultura com as plantas daninhas; adequado para equipamentos convencionais, como semeadoras de trigo (CUMMING; JENKINGS, 2011).

De acordo com Braga (1997), a densidade de semeadura recomendada é de 15 a 20 sementes m⁻¹ e o espaçamento entre linhas de 50 cm. Nascimento, Pessoa e Giordano (1998) recomendam o espaçamento entre linhas a 50 cm e densidade de semeadura de 10 a 12 sementes m⁻¹. Já Vieira, Vieira e Pinto (2007) o espaçamento entre linhas recomendado para a

cultura do grão-de-bico varia de 30 a 60 cm, com densidade de 10 a 17 sementes m^{-1} , dependendo do cultivar. Braga e Wutke (2014) recomendam o espaçamento à 40 cm e a densidade de 10 a 15 sementes m^{-1} .

Gaur et al. (2010) citam espaçamento entre linhas de 30 cm e 10 cm entre plantas, e em casos de uso de irrigações e sementes grandes (Kabuli), espaçamentos entre linhas de 45 à 60 cm, em Andra Pradexe na Índia.

Segundo Vandermaesen (1972), a distância entre linhas geralmente é de 25 a 30 cm. No subcontinente indiano, as recomendações variam de 10 a 30 cm, já na Rússia e Bélgica, os melhores rendimentos são com espaçamentos de 15 cm entre linhas.

Ali et al., (1999) concluíram que o aumento nos espaçamentos entre linhas e intra-linha aumentaram significativamente a altura da planta, o número de vagens por planta, a produção de sementes por planta e por parcela. Sugeriram que para obtenção de maior rendimento, a cultura deve ser semeada com 23 plantas por m^2 .

Khan et al., (2001) na estação de pesquisa do Arid Zone Research Institute - Paquistão, com três espaçamentos entre linhas (30, 50 e 70 cm), concluíram que todos os espaçamentos interferiram no rendimento do grão-de-bico, porém o menor espaçamento de 30 cm produziu significativamente mais, com rendimento em torno de 2994 e 2392 $kg\ ha^{-1}$, nos dois anos avaliados, respectivamente.

Barary, Mazaheri e Banai (2003), com diferentes espaçamentos entre linhas (30, 40, 50 e 60) e espaçamentos entre plantas (5, 7,5 e 10 cm), em Karaj -Irã, verificaram que o espaçamento de 40 cm entre linhas e 7,5 cm entre plantas ou 50 cm entre linhas e 5 cm entre plantas é o mais adequado para as cultivares semi-eretas de grão-de-bico em condições temperadas.

Khan et al., (2010) em Bhakkar Punjab – Paquistão com diferentes espaçamentos (15, 30 e 45) e densidades de semeadura (60, 75, 90 e 100 $kg\ ha^{-1}$) concluíram que o espaçamento de 45 cm com a densidade de 75 $kg\ ha^{-1}$ contribuíram para aumento da produção biológica, rendimento de grãos e índice de colheita.

Agajie (2018) no Oeste da Etiopia com diferentes espaçamentos entre linhas (20, 30, 40 e 50 cm) e entre plantas (5, 10 e 15 cm), concluiu que a combinação de espaçamentos de 30 cm x 10 cm ou 30 cm x 15 cm é recomendado por apresentarem os melhores resultados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área, delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi desenvolvido na Estação Dashen Consultoria e Pesquisa Agronômica, em Bandeirantes – PR, situado nas coordenadas geográficas 23° 04' 26,8'' Latitude Sul e 50° 23' 59,2'' Longitude Oeste e altitude de 389 m, no período de março a setembro de 2020.

O experimento foi desenvolvido no delineamento experimental blocos ao acaso (DBC), no esquema fatorial 6x3 (6 cultivares e 3 espaçamentos), compondo 18 tratamentos e 4 repetições, totalizando assim 72 parcelas. Cada parcela foi constituída de 4 linhas com 4 m de comprimento. Para seguir tamanho padrão de todas as parcelas, a largura utilizada foi a do maior espaçamento, sendo 2,4 m de largura x 4 m de comprimento (9,6m²) e a área total do experimento com 691,2 m². A área útil, formada pelas 2 linhas centrais de 4 m de comprimento.

Os tratamentos foram compostos de 6 cultivares de grão-de-bico (BRS, Toro, Cícero, BRS Aleppo, BRS Cristalino, BRS Kalifa e CP 1605) em 3 espaçamentos de semeadura (0,4m, 0,5m e 0,6m), descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos com a cultura do grão-de-bico no experimento realizado, em Bandeirantes-PR.

Cultivares	Grupo	Espaçamentos (cm)	Densidade (plantas m ⁻¹)	População (plantas ha ⁻¹)
1. BRS Toro	Kabuli	40	10	250.000
2. BRS Toro	Kabuli	50	10	200.000
3. BRS Toro	Kabuli	60	10	166.666
4. Cícero	Kabuli	40	10	250.000
5. Cícero	Kabuli	50	10	200.000
6. Cícero	Kabuli	60	10	166.666
7. BRS Aleppo	Kabuli	40	10	250.000
8. BRS Aleppo	Kabuli	50	10	200.000
9. BRS Aleppo	Kabuli	60	10	166.666
10. BRS Cristalino	Kabuli	40	10	250.000
11. BRS Cristalino	Kabuli	50	10	200.000
12. BRS Cristalino	Kabuli	60	10	166.666
13. BRS Kalifa	Kabuli	40	10	250.000
14. BRS Kalifa	Kabuli	50	10	200.000
15. BRS Kalifa	Kabuli	60	10	166.666
16. CP 1605	Desi	40	10	250.000
17. CP 1605	Desi	50	10	200.000
18. CP 1605	Desi	60	10	166.666

4.2 Análise química e física do solo, Caracterização do solo, preparo da área, calagem e adubação

As amostragens de solo foram realizadas com antecedência de um mês antes da semeadura. As análises do solo foram realizadas no Laboratório de Solos do *Campus* Luiz Meneghel da UENP/CLM. Para a análise química e física, foram realizadas amostragens em 4 pontos aleatórios da área para cada profundidade de solo, 0-20 cm e de 20-40 cm (Tabela 2). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico Típico com distribuição granulométrica (g kg⁻¹) de: argila = 640, silte = 160 e areia = 200 (EMBRAPA, 2018).

Tabela 2. Resultados da análise de solos da área experimental

Gleba	M.O. g kg	pH CaCl ₂	P* mg dm ³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC _{7,0}	Al	Ca	Mg	K	Bases
										cmol _c dm ³			% de Saturação		
0-20 cm	13,4	4,6	10,7	0,24	4,0	1,7	0,2	3,52	5,9	9,5	3,3	42,3	18,0	2,5	62,8
20-40 cm	14,8	5,3	1,4	0,10	3,5	2,0	0,0	2,89	5,6	8,5	0,0	41,2	23,6	1,2	66,0

*Extrator Mehlich

Fonte: Laboratório de Análises de Solo – UENP, 2020.

De acordo com a análise de solo (Tabela 2), não se utilizou calagem e somente adubação de sementeira com 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 02:20:18, correspondendo a 6 kg de N, 60 kg de P₂O₅ e 54 kg ha⁻¹ de K₂O (Braga, 1997). Para a instalação da cultura foi necessário o preparo do solo com uma aração e duas gradeações (destorroadora e niveladora).

A adubação de sementeira foi realizada manualmente no sulco à profundidade de 7 a 8 cm, para a abertura dos sulcos utilizou-se de um sulcador manual (Figura 5). Aos 32 dias após a emergência das plantas, fez-se adubação de cobertura com 30 kg de N ha⁻¹, utilizando Ureia (46% N), conforme Braga e Wutke (2014).



Figura 5 - Abertura dos sulcos com o uso de sulcador manual.

Foto: ALVES, G.H.T (2020).

4.3 Sementes, semeadura e emergência das plantas

As sementes foram tratadas com antecedência de 30 minutos antes da semeadura com piraclostrobina 25 g L⁻¹, tiofanato metílico 225 g L⁻¹ e fipronil 250 g L⁻¹ (Standak Top) na dose de 2 mL kg⁻¹ de sementes (Figura 6).

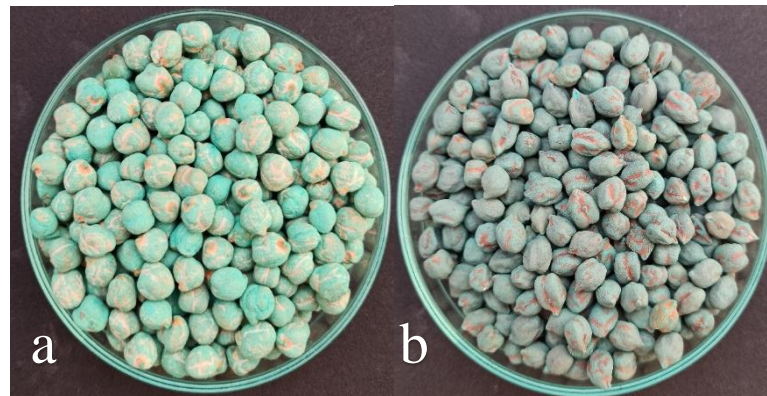


Figura 6 - Sementes do grupo Kabuli (a) e Desi (b) com o tratamento de sementes.

Foto: ALVES, G.H.T (2020).

A semeadura e a adubação, foram realizadas manualmente, na profundidade 2 a 3 cm em 27/03/20, com densidade de semeadura de 15 plantas m⁻¹. Utilizou-se uma régua de madeira e as sementes foram depositadas no sulco na mesma distância uma da outra objetivando maior uniformidade no momento da semeadura manual (Figura 7). A emergência ocorreu em 03/04/20 para todos os cultivares. Para obtenção da mesma quantidade de sementes m⁻¹ nas parcelas, em caso de emergência de quantidade de sementes a mais do que o desejado, foi realizado o desbaste manual, para ter a densidade de 10 plantas m⁻¹.



Figura 7 - Semeadura manual com auxílio de uma régua de madeira (a) e disposição das sementes no sulco (b).

Foto: ALVES, G.H.T (2020).

4.4 Manejo fitossanitário

Para controle de plantas daninhas na área, como soja espontânea e outras, antes da sementeira realizou-se uma aplicação de paraquat (Gramoxone 1500 mL ha⁻¹). Após a sementeira e antes da emergência das plantas fez-se uma aplicação de s-metholachlor (Dual Gold 1500 mL ha⁻¹) em área total. Embora, há poucas informações para o controle de plantas daninhas e registros de herbicidas para a cultura do grão-de-bico, alguns herbicidas em pré-emergência apresentam seletividades. De acordo com Alves et al., (2020), a aplicação de s-metholachlor 960 g ha⁻¹; trifluralina 40 g ha⁻¹; imazetapir + flumioxazina 106 + 50 g ha⁻¹; flumioxazina 40 g ha⁻¹ e imazetapir 106 g ha⁻¹ em pré-emergência, não afetaram o desenvolvimento e a produtividade da cultura do grão-de-bico. Em ambas aplicações, com pulverizador costal, capacidade de 20 L, com ponta leque simples MAGNO 110 02 com taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹.

Após a emergência das plantas, sempre que necessário, foi realizado o controle de plantas daninhas por meio de capinas manuais.

Nos estádios iniciais de desenvolvimento realizou-se o controle de *Diabrotica sp* e *Liriomyza cicerina* com aplicações de acetamiprido + bifentrina (Sperto 250 g ha⁻¹) e acefato (Racio 1000 g ha⁻¹). A partir dos 33 DAE, fez-se a aplicação de picoxistrobina + ciproconazol (Approach prima 300 mL ha⁻¹) e mancozebe (Unizeb Gold 2000 g ha⁻¹), sendo esta ação repetida após o decorrer de 14 dias.

Após a floração foram realizadas três aplicações de inseticidas para o controle da lagarta das vagens (*Helicoverpa sp.*), em intervalos de uma semana com os seguintes inseticidas, respectivamente: acetamiprido + bifentrina (Sperto 250 g ha⁻¹) + clorpirifós (Klorpan 1000 mL ha⁻¹); imidacloprido + beta-ciflutrina (Connect 1000 mL ha⁻¹) + acefato (Racio 1000 g ha⁻¹); e acetamiprido + bifentrina (Sperto 250 g ha⁻¹) + clorpirifós (Klorpan 1000 mL ha⁻¹). Para as aplicações utilizou-se de um pulverizador costal elétrico, capacidade de 20 L, com ponta cônica ALBUZ ATR 80 com taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹.

4.5 Colheita

A colheita foi realizada (24/08/2020 a 02/09/2020), de acordo com cada cultivar, quando as plantas estavam com 90 % de folhas, vagens e ramos com coloração amarelada. As plantas foram cortadas ao nível do solo com o auxílio de um tesourão e posteriormente ensacadas e identificadas para a debulha. Para a obtenção dos grãos o processo de debulha foi realizado manualmente para evitar possíveis perdas. Utilizou-se balança digital para a determinação da massa dos grãos (Figura 8).

Em função do excesso de chuva foi necessário o uso de uma moldura de ferro vazada no formato retangular de 0,25 m x 1 m (0,25 m²) para a contagem de grãos caídos na parcela no momento da colheita em 6 amostragens nas linhas centrais de cada parcela (1,5 m²). Após a contagem em 1,5 m², estimou-se a quantidade de grãos em 1 hectare e através da massa de 1000 grãos, a massa total de grãos caídos por hectare, acrescentando na produtividade final.

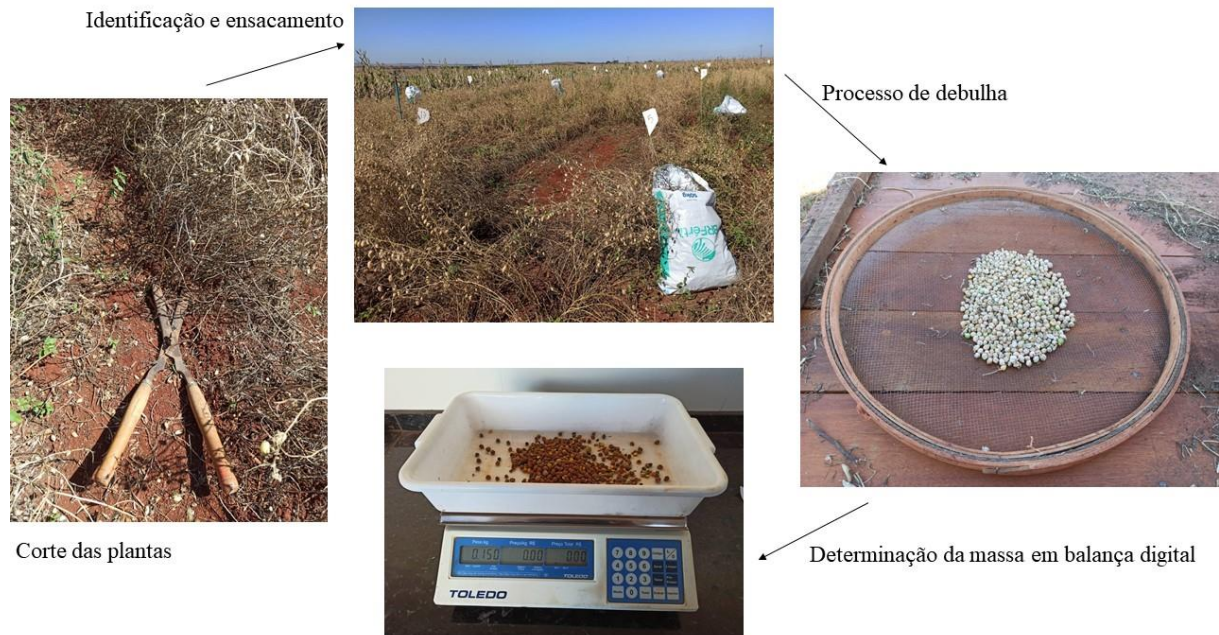


Figura 8. Esquema da colheita das plantas de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos de semeadura, em Bandeirantes-PR.

Foto: ALVES, G.H.T (2020).

4.6 Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas foram: altura de plantas e diâmetro do caule aos 40, 80 e 120 dias após a emergência das plantas (DAE); estande inicial e final de plantas; número de dias para o florescimento; maturação; altura de inserção da primeira vagem; número de vagens por planta; comprimento de vagem; número de grãos por vagem e massa de 1000 grãos aos 120 DAE; índice de colheita; biomassa; análise de macro e micronutrientes; análise bromatológica (Proteína Bruta e Fibra em Detergente Neutro) e produtividade em kg ha^{-1} .

4.6.1 Estande aos 7 DAE e na colheita

Contagem do número de plantas presentes nas duas linhas centrais de cada parcela (8 m) aos 7 DAE e no momento da colheita de cada cultivar. Nas extremidades de cada

parcela utilizou-se um barbante branco para delimitar o comprimento útil de cada parcela, facilitando a contagem do número de plantas.

4.6.2 Variáveis morfológicas das plantas

- Número de dias para o florescimento: Quando 50% das plantas estavam com pelo menos uma flor aberta na parcela, considerando-se o número de dias da germinação à floração.

- Maturação: Contagem de dias da emergência das plantas até apresentarem 90 % de coloração amarelada em folhas e vagens.

- Altura de plantas: A distância (cm) entre o nível do solo e o último nó visível em uma das hastes principais, foram medidas com o auxílio de trena de aço (Figura 9), aos 40, 80 DAE e na colheita das plantas, em 10 plantas aleatórias por parcela das 2 linhas centrais.

- Diâmetro do caule: A um centímetro acima do nível do solo, com auxílio de paquímetro, em mm, foram obtidos os diâmetros na haste principal, aos 40, 80 DAE e na colheita das plantas (Figura 10), em 10 plantas aleatórias por parcela das 2 linhas centrais.



Figura 9 - Medição da altura de plantas (cm) de grão-de-bico com o auxílio de trena.

Foto: ALVES, G.H.T (2020)



Figura 10 - Aferição dos diâmetros (mm) das plantas de grão-de-bico com auxílio de um paquímetro digital.

Foto: ALVES, G.H.T (2020)

- Altura da inserção da primeira vagem: A distância (cm) entre o nível do solo e a inserção da primeira vagem, foram medidos com auxílio de trena de aço na colheita das plantas, em 10 plantas aleatórias por parcela das 2 linhas centrais.

4.6.3 Biomassa e índice de colheita

Foram coletadas 10 plantas aleatórias por parcela e determinado separadamente a parte vegetativa e os grãos, onde todo o material foi pesado fresco, subamostrado e levado para estufa de circulação e renovação de ar à 60-70°C para determinação de massa seca da parte aérea. Após a determinação da massa seca das plantas e o estande da parcela foi obtido a massa seca ha⁻¹.

Com os dados de massa seca de parte vegetativa, e a massa seca dos grãos estimou-se o índice de colheita, que é a relação entre a massa seca dos grãos e a massa seca total da planta (somatório da massa seca das folhas, ramos e vagens mais grãos). O índice de colheita é uma medida do potencial de produtividade de uma variedade em condições

ambientais favoráveis, sendo a capacidade de uma cultura em converter a matéria seca em rendimento econômico (KHAN et al., 2010).

4.6.4 Produtividade e componentes de rendimento

Para avaliação da produtividade, realizou-se a colheita das duas linhas centrais (8 m) por parcela, transformando os dados em kg ha^{-1} .

As variáveis número de vagens por planta; número de grãos por vagem; comprimento de vagem; massa de 1000 grãos em gramas, foram obtidos em 10 plantas ao acaso por parcela das duas linhas centrais, no momento da colheita.

4.6.5 Teor e acúmulo de macro e micronutrientes

Para cada cultivar, no espaçamento de 40 cm de semeadura foi realizado a análise de macro e micronutrientes nos grãos e na parte vegetativa da planta. Para análise foram coletadas 4 plantas aleatórias após a colheita, na parte central da parcela, foram secas em estufa e triturados em moinho facas, para obter o material vegetativo. Os grãos utilizados foram provenientes da produtividade das 2 linhas centrais, e do mesmo modo que o material vegetativo, foram secos e triturados. Para triturar os grãos foi utilizado um moinho modelo MA 630/1 e para triturar a parte vegetativa foi utilizado um moinho tipo Willye TE-650. As amostras foram analisadas de acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);

4.6.5 Análise bromatológica

Para a realização da análise bromatológica, foi utilizada a mesma amostra dos grãos seca em estufa e triturada, utilizada na realização da análise de macro e micronutrientes. Determinou-se o teor de proteína bruta e fibra em detergente neutro nos grãos, pelo laboratório da UENP-CLM, em Bandeirantes-PR, seguindo para análise de proteína, as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). E para fibra em detergente neutro, a metodologia de Van Soest (1994).

4.7 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Na interação entre os fatores cultivares e espaçamentos, procedeu-se os devidos desdobramentos quando necessários e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa utilizado para realizar as análises foi o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Precipitação pluvial e Temperaturas (°C)

Os dados da precipitação pluvial e das temperaturas (Figura 9) foram obtidos na Estação Agrometeorológica da UENP/CLM e do INMET de Nova Fátima-PR, durante a condução do experimento em 2020 no período de 27/03/2020 à 02/09/2020. No decorrer do desenvolvimento da cultura, conforme as necessidades foram feitas irrigações complementares por aspersão.

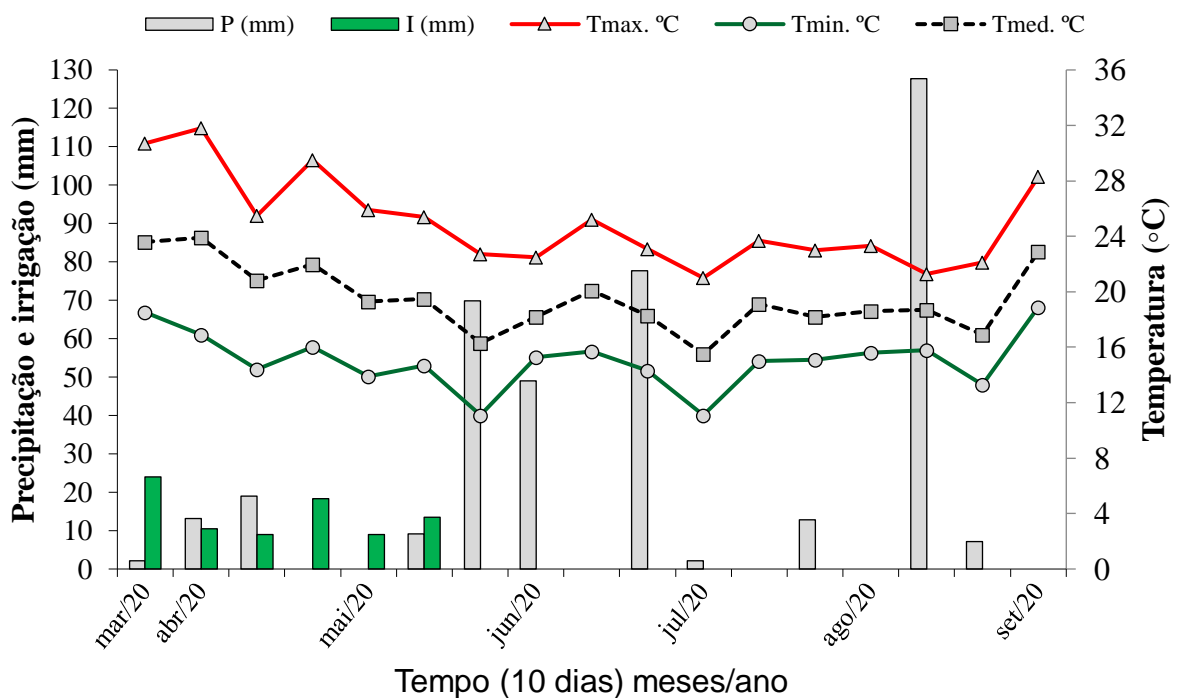


Figura 11. Precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e médias das temperaturas (°C) decendiais no período do experimento.

Para o período de 27/03/2020 à 02/09/2020, as temperaturas médias máximas por decêndios variaram entre 31,8 e 21 °C e as mínimas entre 19 e 11 °C. O total de precipitação pluvial durante o ensaio foi de 390 mm. E a quantidade de água utilizada na irrigação foi de 84,4 mm. Embora a quantidade de água seja relativamente adequada para o período, houve uma má distribuição, concentrando muito em períodos menos favoráveis como no enchimento de grãos. Por meio da Figura 11 é possível observar que o segundo decêndio de agosto houve um volume superior a 120 mm, que inclusive pode ter causado danos à cultura.

Para Nascimento (2016), a utilização de irrigação permitiu alcançar uma produção média entre 1.000 kg ha⁻¹ e 1.500 kg ha⁻¹, enquanto que no manejo de sequeiro a

produção média ficou entre 400 kg ha⁻¹ e 600 kg ha⁻¹. Os períodos considerados críticos ao déficit hídrico para a cultura do grão-de-bico são durante as fases de florescimento e enchimento de grãos. Porém, o excesso de chuvas logo após a semeadura ou durante a época de floração e formação de vagens pode ocasionar sérios danos a cultura. Portanto, é imprescindível que o período reprodutivo ocorra em período seco com temperaturas mais amenas, o que favorece a fecundação e evita o abortamento de flores e um melhor pegamento de vagens.

5.2 Número de dias para o florescimento e maturação

Os dados referentes ao ciclo da cultura estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3. Duração em dias, dos períodos vegetativo (emergência-florescimento) e reprodutivo (florescimento-maturação) e do ciclo total dos cultivares de grão-de-bico, em Bandeirantes-PR.

Cultivares	Grupo	Vegetativo	Reprodutivo	Ciclo total
BRS Toro	Kabuli	38	98	136
Cícero	Kabuli	25	108	133
BRS Aleppo	Kabuli	59	77	136
BRS Cristalino	Kabuli	59	84	143
BRS Kalifa	Kabuli	59	84	143
CP 1605	Desi	24	107	131

Dentre os cultivares utilizados, os que apresentaram a floração mais precoce foram o cultivar CP 1605 e o Cícero, enquanto que os mais tardios foram BRS Aleppo, BRS Cristalino e BRS Kalifa. O cultivar BRS Toro apresentou floração intermediária. Em relação ao ciclo total de desenvolvimento, período compreendido desde a emergência até a maturidade fisiológica das plantas, os ciclos variaram de 131 dias à 143 dias, sendo que os cultivares mais precoces foram CP 1605, Cícero, BRS Toro e BRS Aleppo e os mais tardios BRS Cristalino e BRS Kalifa, com duração de 143 dias.

Os dados de ciclo estão similares ao de Lima, Dias e Maximiliano (2019), onde considerou os cultivares BRS Cristalino e BRS Kalifa como cultivares tardias, e entre as precoces, o cultivar Cícero e CP 1605. Artiaga (2015) e Paraíso (2019), observaram que o cultivar Cícero apresentou maior precocidade na floração quando comparada aos demais

cultivares. Paraíso (2019) trabalhando com genótipos de grão-de-bico em diferentes épocas na região Norte de Minas Gerais, destacou o cultivar Aleppo sendo a mais tardia, com início de florescimento aos 44 dias após emergência.

O número de dias para o florescimento é uma característica importante de adaptação ambiental do grão-de-bico às diferentes condições agroclimáticas, principalmente em ambientes de curta temporada restringidos por fatores climáticos (GAUR et al., 2015). Um dos fatores climáticos que afetam as culturas no cultivo de inverno no estado do Paraná é a geada, fenômeno frequente no estado do Paraná durante o outono-inverno. A região Sul do Estado pode sofrer geadas no período abril-setembro, a região centro-oeste no período maio-agosto, enquanto que as regiões noroeste e norte sofrem geadas com menor frequência, tendo os meses de junho-julho como período crítico (GUETTER; ZAICOVSKI, 1999). Desta maneira, visando fugir dos períodos mais críticos relacionados ao clima, a utilização de cultivares mais precoces são de extrema importância.

5.3 Estande aos 7 DAE e na colheita

Os dados referentes ao estande inicial e na colheita estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Médias de estande aos 7 DAE e na colheita de cultivares de grão-de-bico (plantas m⁻¹), em diferentes espaçamentos de semeadura, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	7 DAE				Colheita			
		Espaçamento (cm)				Espaçamento (cm)			
		40	50	60	Média*	40	50	60	Média*
BRS Toro	Kabuli	10,7	10,9	10,9	10,8 ab	9,4	8,9	8,8	9,0 c
Cícero	Kabuli	10,6	10,9	10,5	10,6 bc	10,4	10,8	10,3	10,5 a
BRS Aleppo	Kabuli	11,0	11,1	11,2	11,1 ab	8,9	9,8	9,3	9,3 bc
BRS Cristalino	Kabuli	11,2	11,5	11,1	11,2 a	9,4	9,4	9,5	9,4 bc
BRS Kalifa	Kabuli	10,0	10,5	10,2	10,2 c	9,8	10,2	10,0	10,0 ab
CP 1605	Desi	11,2	11,4	11,4	11,3a	10,5	11,1	10,7	10,7 a
Média ^{ns}		10,8	11,0	10,9		9,7	10,0	9,7	
CV (%)				4,2				7,3	

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Para estas variáveis, a interação cultivar e espaçamento não foi significativa. Entre os fatores avaliados, somente o fator cultivar demonstrou diferenças entre si. O fator espaçamento não interferiu na população das plantas de grão-de-bico nos diferentes cultivares. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Agajie (2018).

Em trabalho com feijão fava, observou-se que à medida que aumenta o espaçamento entre e intra linhas, aumenta-se também a porcentagem de germinação de sementes (GEZAHEGN; TESFAYE, 2017). Faqeer et al. (2020), trabalhando com a cultura da lentilha, constatou que a germinação das sementes é afetada de acordo com os espaçamentos entre linhas, onde espaçamentos estreitos (15 cm) e espaçamentos amplos (70 cm) favorecem ao declínio da porcentagem de germinação.

5.4 Altura de plantas

Os dados referentes a altura aos 40 DAE, 80 DAE e na colheita de plantas encontram-se nas tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5. Médias de altura das plantas de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 40 DAE, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	41,6	42,8	41,7	42,0 a
Cícero	Kabuli	42,6	44,2	45,5	44,1 a
BRS Aleppo	Kabuli	36,0	36,1	37,1	36,4 b
BRS Cristalino	Kabuli	35,5	38,5	36,4	36,8 b
BRS Kalifa	Kabuli	29,5	28,2	28,0	28,5 c
CP 1605	Desi	33,9	35,6	35,8	35,1 b
Média ^{ns}		36,5	37,6	37,4	
CV (%)		8,2			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Tabela 6. Médias de altura das plantas de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 80 DAE, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	73,7	76,0	72,3	74 a
Cícero	Kabuli	57,4	58,4	62,1	59,3 bc
BRS Aleppo	Kabuli	71,5	73,8	73,1	72,8 a
BRS Cristalino	Kabuli	74,5	73,2	68,0	71,9 a
BRS Kalifa	Kabuli	65,4	65,5	60,6	63,8 b
CP 1605	Desi	57,0	60,2	56,5	57,9 c
Média ^{ns}		66,6	67,8	65,4	
CV (%)		7,0			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Tabela 7. Médias de altura das plantas de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	90,9	94,6	94,0	93,1 ab
Cícero	Kabuli	69,7	69,3	67,1	68,7 c
BRS Aleppo	Kabuli	86,5	97,6	99,7	94,6 a
BRS Cristalino	Kabuli	98,1	95,5	95,0	96,2 a
BRS Kalifa	Kabuli	85,9	86,3	86,0	86,0 b
CP 1605	Desi	76,8	76,2	70,9	74,6 c
Média ^{ns}		84,6	86,5	85,4	
CV (%)		7,8			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Destaca-se que não houve interação significativa entre cultivar e espaçamento para todos os tratamentos. Não houve diferenças entre os espaçamentos de semeadura para a altura das plantas, independente das datas de avaliações, havendo diferenças somente para o fator cultivar. Aos 40 DAE, os cultivares BRS Toro e Cícero apresentaram maiores médias de altura. Já aos 80 DAE e na maturação destacaram os cultivares BRS Toro, BRS Aleppo e BRS Cristalino para as maiores médias.

A altura das plantas na colheita em relação com as alturas nos períodos aos 40 DAE (de maneira geral período vegetativo), aos 80 DAE (compreendido como reprodutivo) e dos 80 DAE até a maturação, verifica-se que o cultivar Cícero apresentou a maior taxa de crescimento aos 40 DAE, apresentando cerca de 64 % da altura final, seguido dos cultivares CP

1605 (47 %), BRS Toro (45 %), BRS Aleppo (38 %), BRS Cristalino (38 %) e BRS Kalifa (33 %). Dos 40 DAE aos 80 DAE, o cultivar BRS Kalifa apresentou maior porcentagem de crescimento com 41 %, seguido dos cultivares BRS Aleppo (38 %), BRS Cristalino (36 %), CP 1605 (30 %), BRS Toro (34 %) e Cícero (22 %). E dos 80 DAE até a maturação, o cultivar BRS Kalifa continuou com a maior taxa de crescimento (26 %), seguido dos cultivares BRS Cristalino (26 %), BRS Aleppo (23 %), CP 1605 (22 %), BRS Toro (20 %) e Cícero (14 %). Estes resultados demonstram que mesmo após os 80 DAE, as plantas continuaram o seu crescimento e alguns cultivares com maior velocidade na fase final de desenvolvimento.

Dados semelhantes são encontrados por Echevarría et al. (2014); Artiaga (2012); Lima, Dias e Maximiniano (2019) e Mekunanint et al. (2018). O cultivar Cícero apresentou rápido crescimento inicial, porém devido a sua arquitetura e porte, apresentou altura menor do que outros cultivares aos 80 DAE e na colheita. Já a CP 1605, por ser do grupo Desi apresentou menor altura nas avaliações. Também, verificou-se diferenças características das plantas de grão-de-bico do grupo Kabuli e do grupo Desi em relação ao porte, sendo de média a altas para Kabuli e curtas para do grupo Desi. Resultados semelhantes foram encontrados com os autores Lima, Dias e Maximiniano (2019), Nascimento (2016), Nascimento e Silva (2019), Vieira et al. (2007) e Gaur et al. (2010).

Estes resultados são diferentes com os de Shamsi (2009), em que o autor observa que proporcionalmente ao aumento do tamanho de espaçamento, há uma diminuição na altura de plantas. Trabalhos como Cokkizgin (2012), Felton et al. (1996), Khan et al. (2001), Sharar et al. (2001), Agajie (2018), Gezahegn e Tesfaye (2017) observaram aumento na altura das plantas em maiores densidades, este fato foi explicado devido a competição entre plantas por elementos como a luz, fez com que as plantas crescessem mais em menores espaçamentos, o que discorda do presente estudo, em que os diferentes níveis de espaçamento não afetaram as alturas de plantas nas diferentes avaliações, A altura da planta pode ser diferente entre variedades da mesma espécie, havendo influência significativa do genótipo para a altura de planta (COKKIZGIN, 2012). Outras características podem influenciar a altura da planta, como a fertilidade do solo, condições climáticas, densidade de semeadura, época de semeadura, umidade, temperatura e fotoperíodo (ARTIAGA, 2012; HOSKEM, 2014).

5.5 Diâmetro do caule

Os dados referentes ao diâmetro de caule das plantas estão descritos nas Tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8. Médias de diâmetro do caule das plantas de grão-de-bico (mm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 40 DAE, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	5,9	6,1	6,0	6,0 a
Cícero	Kabuli	4,8	4,8	5,0	4,8 b
BRS Aleppo	Kabuli	4,8	5,2	5,2	5,0 b
BRS Cristalino	Kabuli	4,3	4,4	4,7	4,5 bc
BRS Kalifa	Kabuli	3,6	4,3	4,2	4,0 c
CP 1605	Desi	4,5	5,0	5,1	4,9 b
Média ^{ns}		4,6	5,0	5,0	
CV (%)		12,2			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Tabela 9. Médias de diâmetro do caule das plantas de grão-de-bico (mm), em diferentes espaçamentos de semeadura aos 80 DAE, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	5,5	6,1	5,9	5,8 a
Cícero	Kabuli	4,8	4,8	4,8	4,8 b
BRS Aleppo	Kabuli	4,8	5,2	5,5	5,1 b
BRS Cristalino	Kabuli	4,9	5,1	5,4	5,1 b
BRS Kalifa	Kabuli	4,5	4,7	4,8	4,6 b
CP 1605	Desi	4,8	4,9	4,9	4,8 b
Média		4,9 b	5,1 ab	5,2 a	
CV (%)		8,5			

*Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre espaçamentos e letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Médias de diâmetro do caule das plantas de grão-de-bico (mm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	6,6	6,8	6,9	6,8 b
Cícero	Kabuli	5,8	6,0	5,7	5,8 c
BRS Aleppo	Kabuli	7,7	7,4	7,9	7,7 a
BRS Cristalino	Kabuli	6,2	6,6	6,5	6,4 bc
BRS Kalifa	Kabuli	6,7	6,8	6,5	6,7 b
CP 1605	Desi	6,7	6,9	6,8	6,8 b
Média ^{ns}		6,6	6,7	6,7	
CV (%)		8,6			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Não houve interação significativa de cultivar e espaçamento em relação ao diâmetro dos caules para nenhuma das datas de avaliações. Aos 40 DAE, houve diferenças significativa somente para o fator cultivar. Verificou-se maior diâmetro de caule no cultivar BRS Toro, com 6,0 mm, enquanto que o cultivar BRS Kalifa apresentou o menor diâmetro, com 4,0 mm. Aos 80 DAE, houve diferenças significativa para o fator espaçamento e no fator cultivar. Entre os espaçamentos, as maiores médias de diâmetro foram no espaçamento de 50 e 60 cm. Já no fator cultivar, a BRS Toro apresentou a maior média e diferiu dos demais cultivares. Na maturação, houve diferença significativa somente para o fator cultivar, onde verificou-se a maior média de diâmetro do caule no cultivar BRS Aleppo, alcançando 7,7 mm.

Para o diâmetro do caule na maturação, aos 40 DAE, aos 80 DAE e na maturação, nota-se que os cultivares de grão-de-bico de maneira geral apresentam cerca de 64 a 88 % do crescimento do diâmetro do caule até os 40 DAE, com pouco crescimento dos 40 DAE aos 80 DAE, e dos 80 DAE até a maturação com cerca de 14 % a 34 % restante, em relação ao diâmetro do caule final das plantas. Quanto maior for a taxa de crescimento do diâmetro do caule nas fases iniciais de desenvolvimento, mais seguras as plantas ficam referentes ao acamamento ao longo do ciclo da cultura.

Em trabalho com densidades de plantas em Gaziantep-Turquia, Cokkizgin (2012) observou que à medida que aumenta a densidade de plantas por m², diminui a espessura do diâmetro do caule do grão-de-bico. A espessura do diâmetro do caule é uma característica dos genótipos de grão-de-bico e podem variar de acordo com cada cultivar (COKKIZGIN, 2012). Com diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares de feijão-caupi na região de Buéa – Camarões, Lum et al. (2018) relataram que não houve interação significativa entre os espaçamentos de semeadura e os cultivares para a avaliação de diâmetro do caule. Já com feijão

fava em diferentes densidades de semeadura na região de Pesqueira-Brasil, Costa et al. (2017), observaram que quanto maior a taxa de sementes m^{-1} menor será o diâmetro do caule, e este processo ocorre devido ao estresse imposto pela competição entre as plantas.

5.6 Altura da inserção da 1ª vagem

Os dados referentes à altura da inserção da primeira vagem estão descritos na Tabela 11.

Tabela 11. Médias de altura da inserção da 1ª vagem de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	31,8	23,0	21,3	25,3 b
Cícero	Kabuli	19,5	16,6	20,5	18,9 b
BRS Aleppo	Kabuli	38,6	45,9	48,0	44,2 a
BRS Cristalino	Kabuli	46,8	45,9	44,4	45,7 a
BRS Kalifa	Kabuli	48,6	52,6	42,5	47,9 a
CP 1605	Desi	19,3	23,9	22,4	21,9 b
Média ^{ns}		34,1	34,6	33,2	
CV (%)		23,2			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Não houve interação significativa cultivar e espaçamento para a variável altura de inserção da primeira vagem, somente para o fator cultivar, e o fator espaçamento não interferiu na altura da inserção da primeira vagem. Os valores médios variaram de 18,9 à 47,9 cm, enquanto que a menor altura foi obtida pelo cultivar Cícero e a maior pelo cultivar BRS Kalifa, respectivamente. Os dados estão semelhantes aos de Basha et al., (2018), em que o fator espaçamento não afetou significativamente a altura da inserção da primeira vagem.

Estes resultados estão em desacordo aos encontrados por Shamsi (2009), Cokkizgin (2012), em que o fator espaçamento interferiu na altura da primeira vagem. Shamsi, Kobraee e Rasekhi et al., (2011) observou que maiores densidades de plantas m^{-2} resultam em maior altura da primeira vagem na cultura do grão-de-bico. Vural e Karasu (2007) trabalhando com diferentes genótipos na região de Isparta – Turquia, encontraram valores entre 14,8 a 19,14 cm na altura da primeira vagem.

A altura da primeira vagem está relacionada diretamente com a possibilidade da utilização da colheita mecânica.

5.6 Comprimento de vagem

Os dados referentes ao comprimento de vagens são encontrados na Tabela 12.

Tabela 12. Médias de comprimento de vagem de cultivares de grão-de-bico (cm), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	2,3	2,4	2,4	2,3 a
Cícero	Kabuli	2,3	2,3	2,3	2,3 a
BRS Aleppo	Kabuli	2,3	2,4	2,2	2,3 a
BRS Cristalino	Kabuli	2,4	2,4	2,4	2,4 a
BRS Kalifa	Kabuli	2,3	2,2	2,3	2,3 a
CP 1605	Desi	2,0	2,0	1,9	1,9 b
Média ^{ns}		2,3	2,2	2,2	
CV (%)		6,4			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Não houve interação significativa cultivar e espaçamento, o fator cultivar apresentou diferença significativa, enquanto que o fator espaçamento não interferiu no comprimento de vagens, ou seja, houve a expressão específica de cada genótipo. Os valores de comprimento de vagem variaram de 1,9 a 2,4 cm. Os cultivares do grupo Kabuli apresentaram maiores médias quanto ao cultivar do grupo Desi. Isto ocorreu devido que sementes do grupo Kabuli apresentam tamanho maiores de sementes quando comparadas as do grupo Desi, acarretando assim em vagens também maiores. Estes resultados estão de acordo com os indicados por Singh e Diwakar (1995).

Em trabalho com feijão-fava, o comprimento de vagem foi afetado diretamente nos cultivares pelo espaçamento entre linhas (ALI, 2019). Gezahegn e Tesfaye (2017), analisaram que espaçamentos mais estreitos (30 cm) coincidia com tamanho menores para comprimento de vagens quando comparados a espaçamentos maiores (40 e 50 cm) para a cultura do feijão-fava.

5.7 Componentes de produção e Produtividade

Durante o experimento, ocorreram fortes chuvas no período reprodutivo e durante o processo de maturação de plantas, em 30/06/2020 e entre 15/08/20 à 20/08/20 com um total de 114,7 mm, que ocasionou acamamento das plantas, má qualidade dos grãos e rendimento da cultura.

Número de vagens por planta:

Os dados referentes ao número de vagens por planta estão descritos na Tabela 13.

Tabela 13. Médias de número de vagens por planta de cultivares de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	11,2	16,4	18,9	15,5 b
Cícero	Kabuli	15,2	16,3	14,9	15,4 b
BRS Aleppo	Kabuli	17,1	16,1	17,9	17,0 ab
BRS Cristalino	Kabuli	17,1	18,0	21,3	18,8 ab
BRS Kalifa	Kabuli	21,7	20,2	23,2	21,7 a
CP 1605	Desi	21,1	17,4	20,2	19,6 ab
Média ^{ns}		17,2	17,5	19,4	
CV (%)		26,8			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Não houve interação significativa entre cultivar e espaçamento para o número de vagens por planta. Dentre os fatores, somente houve diferenças significativas para o fator cultivar. Os valores de número de vagens por planta variaram de 15,4 a 21,7. As maiores médias de vagens por planta foram obtidas no cultivar BRS Kalifa com 21,7, seguido da BRS Cristalino, BRS Aleppo e CP 1605, enquanto que, as menores médias com os cultivares BRS Toro e Cícero. Resultados semelhantes foram observados por Mekuanint, Tsehaye e Egziabher (2018).

O número de vagens por planta é considerado um fator importante que transmite diretamente um potencial de recuperação exploratória em culturas leguminosas (KHAN et al., 2010).

Os resultados estão em desacordo com Shamsi (2009), Shiferaw, Tamado e Asnake (2018), Khan et al. (2010), Chala, Abera, Nandeshwar (2020), em que o número de vagens por planta foi afetado significativamente pelo espaçamento, demonstrando que, o número de vagens por planta aumenta à medida que aumenta o espaçamento. Para Agajie (2018), também, o número de vagens aumenta à medida que se diminui a densidade de plantas.

Número de grãos por vagem:

Os dados de número médios de grãos por vagem estão descritos na Tabela 14.

Tabela 14. Médias de número de grãos por vagem de cultivares de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	0,93	0,83	0,93	0,90 ab
Cícero	Kabuli	0,81	0,86	0,87	0,85 b
BRS Aleppo	Kabuli	0,92	0,94	0,98	0,95 a
BRS Cristalino	Kabuli	0,84	0,85	0,92	0,87 ab
BRS Kalifa	Kabuli	0,87	0,87	0,94	0,89 ab
CP 1605	Desi	0,93	0,91	0,84	0,89 ab
Média ^{ns}		0,88	0,88	0,91	
CV (%)		7,8			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Não se verificou interação significativa entre cultivar e espaçamento. Não houve diferenças para o fator espaçamento, demonstrando que não houve interferência sobre o número de vagens. No fator cultivar diferenças significativas foram observadas. Os valores variaram de 0,85 a 0,95 grão por vagem. Os cultivar BRS Aleppo, BRS Toro, BRS Kalifa, CP 1605 e BRS Cristalino, apresentaram as maiores médias, enquanto que a menor média foi pelo cultivar Cícero, o qual diferiu estatisticamente do cultivar BRS Aleppo.

Os dados corroboram com Mekuanint, Tsehaye e Egziabher (2018), entretanto, discordam de Shamsi (2009), Chala, Abera e Nandeshwar (2020), Khan et al. (2010)

que observaram maior número de grãos por vagem no espaçamento de 40 cm do que no de 20 cm entre plantas.

Massa de 1000 grãos:

Os dados referentes a massa de 1000 grãos estão descritos na Tabela 15.

Tabela 15. Médias de massa de 1000 grãos de cultivares de grão-de-bico (g), em diferentes espaçamentos de semeadura na colheita, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	408	391	393	397 b
Cícero	Kabuli	476	471	457	468 a
BRS Aleppo	Kabuli	352	334	341	342 cd
BRS Cristalino	Kabuli	334	339	337	336 d
BRS Kalifa	Kabuli	360	355	371	362 c
CP 1605	Desi	208	208	223	213 e
Média ^{ns}		356	349	353	
CV (%)		5,9			

*Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} = não significativo.

Para a avaliação de massa de 1000 grãos não houve diferenças significativa na interação cultivar e espaçamento, sendo significativo somente para o fator cultivar. Os valores de massa de 1000 grãos variaram de 213 g a 468 g. A massa máxima de 1000 sementes foi obtida pelo cultivar Cícero alcançando na média 468 g, enquanto que a menor foi obtida pelo cultivar CP 1605, única do grupo Desi, com 213 g de média. Em trabalho realizado em Brasília-DF, resultados próximos foram obtidos quanto ao máximo de massa e ao mínimo, com 530 g para o cultivar Cícero e 237 g para o CP 1605 (LIMA; DIAS; MAXIMINIANO, 2019).

Os dados corroboram com Shiferaw, Tamado e Asnake (2018), Shamsi (2009), Barary, Mazaheri e Banai (2003) em que o efeito do espaçamento entre linhas não apresentou diferenças significativas no peso de cem sementes. Dados semelhantes foram obtidos por Artiaga (2012), onde somente houve diferença significativa para o fator cultivar. Os resultados estão em desacordo com Chala, Abera, Nandeshwar (2020), onde o fator espaçamento interferiu na massa de 1000 sementes. Ali (2019) na cultura do feijão fava, o fator

cultivar e o fator espaçamentos apresentaram diferenças significativas, onde a maior massa foi obtida no maior espaçamento (20cm) quando comparado ao menor espaçamento (15 cm).

Produtividade:

Os dados referentes a produtividade (kg ha^{-1}) estão descritos na Tabela 16.

Tabela 16. Médias de produtividade (kg ha^{-1}) de cultivares de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	857 AB b	684 B b	715 AB b	752
Cícero	Kabuli	729 B a	582 B ab	495 B b	602
BRS Aleppo	Kabuli	1055 A a	690 B b	546 AB b	764
BRS Cristalino	Kabuli	784 B b	758 B b	713 AB b	752
BRS Kalifa	Kabuli	661 B b	681 B b	776 A b	706
CP 1605	Desi	825 AB b	664 B b	744 A b	744
Média		819	676	665	
CV (%)		16,4			

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si nas colunas indicando diferenças entre cultivares dentro do espaçamento e letras minúsculas diferem entre si nas linhas indicando diferenças entre espaçamentos dentro do cultivar pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As médias de produtividade variaram de 495 a 1.055 kg ha^{-1} , e houve interação significativa entre os fatores cultivar e espaçamento. No espaçamento de 40 cm, o cultivar Aleppo apresentou maior destaque chegando a 1.055 kg ha^{-1} , acompanhado dos cultivares BRS Toro e CP 1605, com 857 kg ha^{-1} e 825 kg ha^{-1} , respectivamente. No espaçamento de 50 cm entre linhas, não houve diferença significativa entre as cultivares. No espaçamento de 60 cm entre linhas, o cultivar Cícero apresentou a menor média com 495 kg ha^{-1} , diferindo estatisticamente somente dos cultivares BRS Kalifa e CP 1605. Os cultivares BRS Aleppo e Cícero, apresentaram diferenças significativas entre os espaçamentos, verificando que à medida que se aumenta o espaçamento à decréscimo de produtividade para estes cultivares.

Os dados corroboram com Shiferaw, Tamado e Asnake (2018), Khan et al. (2010). O mesmo ocorre em Shamsi (2009) e Khan et al. (2001) com os maiores rendimentos relacionado ao menor espaçamento. Estes resultados podem ser explicados que à medida que

diminui o espaçamento há uma máxima interceptação de luz e atividade fotossintética. Chala, Abera, Nandeshwar (2020) observou que as maiores produtividades foram quando o grão-de-bico foi submetido ao espaçamento menor na entre linha e maior na intra linha, e que espaçamentos com populações elevadas em espaçamentos menores podem causar redução na produtividade por apresentar intensa concorrência por recursos para o crescimento de plantas, como a umidade do solo, nutrientes e efeito do sombreamento.

Os resultados discordam de Felton et. al (1996), Mekuanint, Tsehaye e Egziabher (2018), onde observaram que não houveram diferenças significativas no rendimento do grão-de-bico quando alterou os espaçamentos entre linhas. Rodrigues, Teixeira e Costenaro (2016) trabalhando com densidades e espaçamentos na cultura da soja, verificaram que a redução da densidade de plantas e redução do espaçamento para 25 cm entre plantas, não interferiram na produção da soja. Neugschwandtner et al. (2019) concluíram que a soja é altamente adaptável a diferentes condições em que é submetida, tanto à espaçamentos e taxa de semeadura quanto a adubações de N, isso devido a capacidade de compensação ou competição pelos processos durante a formação dos componentes de produção.

5.8 Biomassa seca

Os dados referentes a biomassa seca (kg ha^{-1}) estão descritos na Tabela 17.

Tabela 17. Médias de biomassa seca (kg ha^{-1}) de plantas de grão-de-bico, em diferentes espaçamentos na colheita, em Bandeirantes-PR

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	5581,2	5634,7	4980,4	5398,7 b
Cícero	Kabuli	3531,4	4044,5	2902,2	3492,7 c
BRS Aleppo	Kabuli	6181,4	5929,1	5218,5	5776,3 ab
BRS Cristalino	Kabuli	6205,1	5539,3	5058,9	5601,1 b
BRS Kalifa	Kabuli	7514,7	6866,4	5699,6	6693,6 a
CP 1605	Desi	4320,0	3602,0	2915,3	3612,4 c
Média*		5555,6 a	5269,3 a	4462,5 b	
CV (%)		17,6			

*Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre espaçamentos e letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de biomassa seca variaram de 3.492,7 kg ha⁻¹ a 6.693,6 kg ha⁻¹. Não houve interação significativa cultivar e espaçamento, no entanto verificou-se diferenças significativas para o fator cultivar, e o fator espaçamento isoladamente. As maiores médias de biomassa seca foram obtidas com os espaçamentos entre linhas de 40 e 50 cm, enquanto que para os cultivares, as maiores médias foram para a BRS Kalifa e BRS Aleppo, produzindo cerca de 6.693,6 kg ha⁻¹ e 5.776,3 kg ha⁻¹, respectivamente. As menores médias foram obtidas com os cultivar Cícero (3492,7 kg ha⁻¹) e CP 1605 (3612,4 kg ha⁻¹), o qual pode ser explicado pelas estruturas destes cultivares. Mesmo com maior espaço de área para desenvolvimento no espaçamento de 60 cm, o qual resultou em populações menores, ressalta-se que não ocorreu plantas com desenvolvimento maior, ou seja, não houve compensação.

O presente estudo está em acordo com Chala, Abera, Nandeshwar (2020), onde os menores espaçamentos refletiram em maior quantidade de biomassa seca. Resultados semelhantes são encontrados por Khan et al. (2010), em que o espaçamento entre linhas afetou diretamente na taxa de crescimento da cultura. Os dados discordam de Mekuanint, Tsehay e Egziabher (2018), em que o fator espaçamento não afetou no rendimento de biomassa produzida pela cultura do grão-de-bico. Na cultura da soja, Rodrigues, Teixeira e Costenaro (2016) observaram maior quantidade de biomassa no espaçamento de 25 cm quando comparado a 50 cm entre plantas. Maiores quantidades de biomassa em espaçamentos menores, podem ser atribuídas a maior radiação interceptada nesses espaçamentos, decorrentes da melhor distribuição das plantas no espaço.

5.9 Teor e acúmulo de macro e micronutrientes

Os dados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes da parte vegetativa estão descritos nas Tabelas 18 e 19.

Tabela 18. Teor de macro e micronutrientes na parte vegetativa de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹			
BRS Toro	12,3 b	0,7 d	7,8 c	5,0 e	1,2 e	1,0 d	7,1 b	77,5 f	35,1 f	23,4 e
Cícero	16,0 a	0,9 b	5,4 e	8,1 a	1,6 b	1,3 c	10,6 a	231,3 a	47,9 a	62,9 a
BRS Aleppo	12,1 c	0,6 e	6,4 d	4,9 f	1,2 e	1,0 d	7,0 c	90,0 d	36,9 e	32,4 b
BRS Cristalino	10,3 e	1,0 a	13,0 a	5,2 d	1,5 c	1,9 a	6,5 f	86,3 e	38,4 c	17,8 f
BRS Kalifa	9,2 f	0,8 c	10,1 b	5,8 c	1,8 a	1,6 b	6,6 e	103,8 b	40,6 b	23,7 d
CP 1605	10,4 d	0,8 c	5,4 e	6,4 b	1,3 d	0,9 e	6,8 d	91,3 c	38,1 d	27,5 c

Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 19. Acúmulo de macro e micronutrientes na parte vegetativa de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	B
	kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹			
BRS Toro	68,4 c	4,1 c	43,3 c	27,9 e	6,6 d	5,5 d	39,8 d	432,5 e	196,0 d	130,8 d
Cícero	56,7 e	3,2 e	19,2 f	28,7 d	5,5 f	4,7 e	37,5 e	816,6 a	169,1 e	222,2 a
BRS Aleppo	74,6 a	3,5 d	39,8 d	30,5 c	7,2 c	5,9 c	43,3 b	556,3 c	227,9 c	200,5 b
BRS Cristalino	63,9 d	6,1 a	80,7 a	32,2 b	9,4 b	11,8 b	40,3 c	535,2 d	238,1 b	110,2 f
BRS Kalifa	69,2 b	5,9 b	76,1 b	43,2 a	13,4 a	12,0 a	49,8 a	779,7 b	305,3 a	178,3 c
CP 1605	45,0 f	3,5 d	23,5 e	27,8 f	5,6 e	3,8 f	29,2 f	394,2 f	164,7 f	118,7 e

Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os teores de nutrientes na parte vegetativa, houve diferenças significativas entre os cultivares. Este teor de nutrientes demonstra que os cultivares apresentam características diferentes em relação a absorção de nutrientes.

Os teores de macronutrientes primários na parte vegetativa como o N variaram de 10,3 a 16,0 g kg⁻¹, P de 0,6 a 1,0 g kg⁻¹ e K de 5,4 a 13,0 g kg⁻¹. Já os macronutrientes

secundários variaram para Ca de 5,0 a 8,1 g kg⁻¹, Mg de 1,2 a 1,8 g kg⁻¹ e S de 0,9 a 1,9 g kg⁻¹. Para os micronutrientes, os teores variaram para Mn de 86,3 a 231,3 mg kg⁻¹ e Zn de 36,9 a 47,9 mg kg⁻¹.

Quanto ao acúmulo de nutrientes na parte vegetativa, há diferenças significativas para todos os nutrientes. Em relação aos macronutrientes primários, o N acumulou de 45 a 75 kg ha⁻¹, enquanto que o P foi o macronutriente que menos acumulou, variando de 3,2 a 6,1 kg ha⁻¹. O K, acumulou de 19,2 a 80,7 kg ha⁻¹, sendo o nutriente mais acumulado nas plantas de grão-de-bico na parte vegetativa. Para os macronutrientes secundários, o Ca foi o mais acumulado, variando de 27,9 a 43,2 kg ha⁻¹. O Mg acumulou de 5,6 a 13,4 kg ha⁻¹, já o S foi o nutriente menos acumulado, variando de 3,8 a 12,0 kg ha⁻¹.

Dentre os micronutrientes, os que exercem grande papel na alimentação humana são Mn e o Zn. O micronutriente que mais acumulou foi o Mn variando de 394,2 a 816,6 g ha⁻¹. O Zn, acumulou menos, variando de 164,7 a 305,3 g ha⁻¹.

Os dados de teores e acúmulos de macro e micronutrientes nos grãos estão descritos nas Tabelas 20 e 21.

Tabela 20. Teor de macro e micronutrientes nos grãos de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹			
BRS Toro	35,3 e	3,6 a	8,4 c	1,3 b	1,2 b	1,8 d	12,3 b	63,8 b	68,9 c	2,0 e
Cícero	38,5 b	3,4 c	9,4 b	1,1 d	1,2 b	2,3 a	11,9 d	51,3 e	62,6 d	4,4 b
BRS Aleppo	39,5 a	3,5 b	9,7 a	1,1 d	1,3 a	1,9 c	12,1 c	50,0 f	69,4 b	1,9 f
BRS Cristalino	35,5 d	3,1 e	8,1 e	0,9 e	1,0 d	1,9 c	10,3 f	53,8 d	59,6 f	2,3 d
BRS Kalifa	35,1 f	3,2 d	8,3 d	1,2 c	1,1 c	1,5 e	10,5 e	57,5 c	60,3 e	3,0 c
CP 1605	37,7 c	3,0 f	8,1 e	1,4 a	1,1 c	2,0 b	13,9 a	77,5 a	73,8 a	16,9 a

Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Acúmulo de macro e micronutrientes nos grãos de diferentes cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm, em Bandeirantes-PR

Cultivar	kg ha ⁻¹					g ha ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	B
BRS Toro	30,3 c	3,1 b	7,2 b	1,1 b	1,0 b	1,5 e	10,5 c	54,6 b	59,0 c	1,7 e
Cícero	28,0 d	2,5 c	6,9 c	0,8 c	0,9 c	1,7 b	8,7 d	37,4 e	45,7 e	3,2 b
BRS Aleppo	41,6 a	3,7 a	10,2 a	1,2 a	1,3 a	2,0 a	12,8 a	52,8 c	73,2 a	2,0 c
BRS Cristalino	27,9 e	2,4 d	6,3 e	0,7 d	0,8 d	1,5 e	8,0 e	42,1 f	46,7 d	1,8 d
BRS Kalifa	23,2 f	2,1 e	5,5 f	0,8 d	0,7 e	1,0 d	6,9 f	38,0 d	39,8 f	2,0 c
CP 1605	31,1 b	2,4 d	6,7 d	1,1 b	0,9 c	1,7 b	11,4 b	63,9 a	60,8 b	13,9 a

Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os grãos das plantas de grão-de-bico são conhecidos devido a sua qualidade na composição nutricional. Do mesmo modo que na parte vegetativa, os cultivares apresentaram diferenças significativas para os teores de nutrientes nos grãos.

Os teores de macronutrientes primários nos grãos variaram para N de 35,1 a 39,5, de 3,1 a 3,6 e de 8,1 a 9,7 g kg⁻¹ para N, P e K respectivamente, enquanto que para os macronutrientes secundários, os teores observados foram de 0,9 a 1,4, de 1,0 a 1,3 e de 1,5 a 2,3 g kg⁻¹ para Ca, Mg e S respectivamente. Já os micronutrientes Mn e Zn, variaram de 51,3 a 77,5 e de 60,3 a 73,8 mg kg⁻¹, respectivamente.

Magalhães et al. (2015) em trabalho avaliando a concentração de nutrientes em diferentes tamanhos de sementes e diferentes cultivares na cultura da soja, encontraram teores médios de N de 58,32 g kg⁻¹, P de 5,29 g kg⁻¹, K de 16,20 g kg⁻¹ para os macronutrientes primários, valores estes superiores aos encontrados na cultura do grão-de-bico. Porém, em relação aos micronutrientes, Magalhães et al. (2015) encontraram valores médios de Mn e Zn, 21,34 mg kg⁻¹ e 29,33 mg kg⁻¹, respectivamente, sendo estes valores inferiores aos encontrados nos cultivares de grão-de-bico, demonstrando a grande importância nutricional na parte de micronutrientes presentes nos grãos de plantas de grão-de-bico.

Pereira et al. (2011) trabalhando com diferentes genótipos na cultura do feijão, encontraram valores médios de macronutrientes: N de 39,8 g kg⁻¹, K de 14,7 g kg⁻¹, Ca de 0,43 g kg⁻¹, Mg de 1,6 g kg⁻¹ e P de 4,84 g kg⁻¹, sendo o K, Mg e P superiores aos encontrados nas plantas de grão-de-bico do estudo em questão, assim como em contrapartida o micronutriente Zn 43,7 mg kg⁻¹, que de uma maneira geral, foram inferiores.

Outro estudo desenvolvido por Carvalho et al. (2014) avaliando a cultura do feijão comum, obtiveram teores de N que variaram de 29,8 a 32,7, de 3,2 a 3,6, de 3,8 a 4,2 e de 1,8 a 2,4 g kg⁻¹ para N, P, Mg e S respectivamente. Estes resultados estão semelhantes aos

encontrados para N, P e S, enquanto que para Mg, estão superiores aos encontrados nos cultivares de grão-de-bico.

Referente ao acúmulo de macro e micronutrientes nos grãos de cultivares de grão-de-bico, houve diferenças significativas. Dentre os macronutrientes primários, o N foi o macronutriente de maior acúmulo, variando de 23,2 a 41,6 kg ha⁻¹. Em contrapartida, o P apresentou menor acúmulo, variando de 2,1 a 3,7 kg ha⁻¹. O acúmulo de K, variou de 5,5 a 10,2 kg ha⁻¹. Com relação aos macronutrientes secundários, o Ca apresentou variação de acúmulo de 0,9 a 1,4 kg ha⁻¹. O Mg acumulou de 1,0 a 1,3 kg ha⁻¹, enquanto que o S apresentou o maior acúmulo aos macronutrientes secundários, variando de 1,5 a 2,3 kg ha⁻¹.

Em relação aos micronutrientes, o nutriente Zn apresentou o maior acúmulo, assim como na parte vegetativa, e variou de 39,8 a 73,2 g ha⁻¹. O acúmulo de Mn foi entre 37,4 a 63,9 g ha⁻¹. Os resultados estão de acordo com os encontrados por Magalhães et al. (2015) na cultura da soja, em que os macronutrientes de maiores acúmulos seguiram em N > K > P, assim como os micronutrientes Zn > Mn, em ordem decrescente. Para Fonseca et al. (2010) avaliando a cultura do feijão caupi, os teores e acúmulos de macronutrientes na MSPA (massa seca da parte aérea) e nos grãos, se acumularam na seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > P e N > K > Ca > P > Mg, respectivamente, logo o P foi o nutriente que menos acumulou na MSPA e nos grãos, o Mg.

Os resultados de acúmulos para N, K e P, estão inferiores aos encontrados por Carvalho et al. (2014) com a cultura do feijão, onde observaram valores acumulados de N de 86,15 a 113,14 kg ha⁻¹, K de 92,95 a 118,61 kg ha⁻¹ e P de 8,19 a 10,76 kg ha⁻¹.

5.10 Índice de colheita

Os dados de índice de colheita estão descritos na Tabela 22.

Tabela 22. Médias de índice de colheita de cultivares de grão-de-bico (%), em diferentes espaçamentos de semeadura, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Espaçamento (cm)			Média*
		40	50	60	
BRS Toro	Kabuli	14,8	14,3	15,8	14,9 b
Cícero	Kabuli	29,4	23,6	24,4	25,8 a
BRS Aleppo	Kabuli	14,4	13,2	13,1	13,5 b
BRS Cristalino	Kabuli	14,4	14,5	15,8	14,9 b
BRS Kalifa	Kabuli	17,4	15,2	17,8	16,8 b
CP 1605	Desi	17,4	14,1	16,9	16,1 b
Média*		17,9 a	15,8 b	17,3 ab	
CV (%)		17,3			

*Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre espaçamentos e letras diferentes na coluna diferem entre cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O índice de colheita expressa a eficiência do transporte de fotoassimilados para as sementes, sendo assim, quanto maior o índice, maior será a eficiência da conversão de fotoassimilados para as sementes (HOSKEM et al., 2017).

Não houve interação significativa entre cultivar e espaçamento. No entanto observou-se diferenças significativas para o fator espaçamento e para o fator cultivar. Os valores de índice de colheita variaram de 13,1 a 29,4 %. Quando comparados os espaçamentos, as maiores médias são observadas ao 40 cm acompanhado do espaçamento mais largo de 60 cm. Em análise dos cultivares isoladamente, a maior média foi alcançada pelo cultivar Cícero com 25,8 % enquanto que a menor foi pelo cultivar BRS Aleppo com 13,5 % (Tabela 22). Estes resultados podem ser explicados devido a estrutura dos cultivares, assim como citado na Biomassa, a cultivar Cícero apresenta folhas simples unifolioladas e menores quantidades de ramos acrescentada de maior massa de grãos, enquanto que as outras cultivares apresentam maiores quantidade de ramos e folhas compostas imparapinadas, menor massa de grãos, gerando maior volume de massa verde e tornando assim o índice de colheita menor, quando comparado ao cultivar Cícero.

Artiaga (2012), em trabalho com cultivares e épocas de semeadura em Brasília-DF, obteve resultados semelhantes de índice de colheita com o cultivar Cícero para o mesmo período de semeadura do presente estudo, alcançando 22,7 %. Já Hoskem et al. (2017)

obteve valores entre 29 a 51% com o cultivar Cícero para índice de colheita com semeadura mais tardias quando comparados ao presente estudo. Paraíso (2019) trabalhando com os cultivares Cícero e BRS Aleppo, alcançou valores de 44 % e 29 % para índice de colheita, respectivamente. Para cultivares do grupo Desi, os autores Braga, Vieira e Vieira (1997) encontraram valores de índice de colheita variando de 30 a 42%, sendo superior ao observado para o cultivar CP 1605. A diferença não significativa para os diferentes espaçamentos entre linhas também foi observada por Sharar (2001).

Os resultados discordam de Barary, Mazaheri e Banai (2003); Mekuanint, Tsehaye e Egziabher (2018), em que o índice de colheita sofreu diferença significativa de acordo com alterações no espaçamento entre plantas. Chala, Abera e Nandeshwar (2020) observaram que a redução no índice de colheita em espaçamentos mais estreitos pode ser devido à maior população de plantas por unidade de área, ocasionando em aborto de flores ao aumento da competição de nutrientes, umidade e radiação solar.

5.12 Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Os dados referentes a Proteína Bruta e Fibra em Detergente Neutro estão descritos na Tabela 23.

Tabela 23. Médias de Proteína Bruta (PB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) nos grãos de cultivares de grão-de-bico, no espaçamento de 40 cm de semeadura, em Bandeirantes-PR.

Cultivar	Grupo	Proteína Bruta (PB)	Fibra Detergente Neutro (FDN)
		%	%
BRS Toro	Kabuli	23,84	73,89
Cícero	Kabuli	23,78	72,81
BRS Aleppo	Kabuli	24,50	72,51
BRS Cristalino	Kabuli	22,92	76,95
BRS Kalifa	Kabuli	22,68	73,43
CP 1605	Desi	19,36	71,88

Os teores de proteína e fibra dos grãos de bico são muito importantes por questões nutricionais. Na análise de proteínas, os dados variaram de 19,36 a 24,5 %, sendo a menor quantidade para o cultivar CP 1605 e a maior quantidade alcançada com o cultivar BRS Aleppo. Gaur et al. (2010) confirma essas informações, de que a semente apresentar em torno

de 20% de proteína, porém em relação aos valores citados por Nascimento (2016), os valores de PB estão inferiores à 25,3%-28,9%. Para FDN, os valores variaram entre 71,88 à 76,95%, em que o cultivar CP 1605 apresentou a menor porcentagem e o BRS Cristalino alcançou a maior porcentagem dentre os cultivares. Vural e Karasu (2007), encontraram valores entre 18,64 a 23,25% para proteína, trabalhando com diferentes genótipos de grão-de-bico.

Em trabalho com a cultura da ervilha, valores entre 19,8%-29,5% de PB e 18,91% -24,20% de FDN, foram encontrados em diferentes cultivares na região de Pelotas-RS (SHIAVON et al., 2018). López et al. (2018) encontraram valores de FDN em torno de 68,38% para o grão-de-bico, em Sinaloa-México. Quando comparado ao feijão-caupi, Oliveira et al. (2018) observou valores de 6,93 à 11,37 % para PB e de 57,88 à 64,67% para FDN, em diferentes cultivares em Cuiabá-MT.

6 CONCLUSÕES

Os cultivares CP 1605, Cícero, BRS Toro e BRS Aleppo apresentaram precocidades quanto ao seu ciclo.

No crescimento das plantas de grão-de-bico, não houve interação cultivar e espaçamento para as variáveis altura de plantas, diâmetro do caule e biomassa.

Os diferentes espaçamentos não influenciaram os componentes de produção.

O cultivar BRS Aleppo no espaçamento de 40 cm entre linhas alcançou uma produtividade de 1055 kg ha⁻¹, acima da produtividade média mundial.

O Cultivar BRS Aleppo apresentou os maiores níveis de proteína bruta nos grãos. Dentre os grupos, o grupo Kabuli apresentou maior nível de proteína bruta quando comparado ao do grupo Desi.

Os macronutrientes e micronutrientes mais acumulados nos grãos foram o N, K, P, Mn e Zn.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura do grão-de-bico pode sofrer sérios danos referentes aos eventos climáticos. Grande quantidade de chuvas em curtos períodos e ventos fortes, acometem as plantas de grão-de-bico, causando acamamento e dependendo do estágio em que a cultura se encontrar, os danos afeta vagens e grãos, ocasionando baixos rendimentos e má qualidade.

Ainda, referente ao acamamento, é o favorecimento ao um microclima presente entre as plantas e o solo, ficando propício ao desenvolvimento de patógenos de doenças fúngicas, como à doença mancha de *Ascochyta* (*Ascochyta rabiei*). Nos cultivares utilizados, o cultivar Cícero é a mais susceptível a esta doença, entretanto, devido as condições ambientais de Bandeirantes-PR durante todo o período de estudo, não ocorreu o desenvolvimento de alta severidade da doença.

De maneira geral, os cultivares de grão-de-bico apresentaram teores de macronutrientes inferiores ao encontrados em outras leguminosas, porém para micronutrientes há resultados satisfatórios e superiores, como exemplo o elemento Zn, demonstrando sua importância na alimentação humana.

Altos valores de FDN foram encontrados nos grãos, demonstrando ser um alimento altamente fibroso e, portanto, para o consumo animal, maiores informações sobre esta compatibilidade devem ser analisadas.

Há necessidade de mais estudos relacionados a cultura do grão-de-bico e como cultura de estação fria, principalmente em regiões de maiores altitudes no estado do Paraná.

Análises complementares sobre a qualidade nutricional dos diferentes cultivares de grão-de-bico para a alimentação humana, também podem ser ótimas propostas para estudos futuros. Existe atualmente várias iniciativas no mundo visando incentivar o consumo e produção de alimentos com maiores teores de nutrientes. No Brasil, “Nutrientes para vida” <https://www.nutrientesparaavida.org.br/> que incentiva a biofortificação de alimentos, visando uma melhoria da alimentação humana.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAJIE, M. Effect of Spacing on Yield Componentes and Yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Assosa, Western Ethiopia. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, vol.7, n.2, p. 39-51. 2018.
- AGUIAR, A.T. da E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; TUCCI, M.L.S.; CASTRO, C.E.F. de. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7^a. Ed.rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico, 452 p. 2014. (Boletim IAC, n.º200).
- ALI, S.T. Effect of cultivars, plant spacing and al-gamix on growth and green yield of broad bean (*Vicia faba* L.) **Journal of University of Duhok**, v.22, n.1 (Agro. And Vet. Sciences), p.204-220, 2019.
- ALI, Y.; AHNASUL HAQ, M.; TAHIR, G.R.; AHMAD, N. Effect of Inter and Intra Row Spacing on the Yield and Yield Components of Chickpea. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, vol.2, n.2, p. 305-307, 1999.
- ALVES, G.H.T.; OSIPE, J.B.; OSIPE, P.B.; RIBEIRO, P.F. de A.; CIARDULLO NETO, P.; OSIPI, C.B.P. Seletividade de herbicidas para a cultura do grão-de-bico, Anais do I Weed.Con. **Anais...** Londrina (PR) SBCPD, p.198. 2020.
- ARTIAGA, O.P. **Avaliação de genótipos de grão-de-bico no cerrado do planalto central brasileiro**. 2012. 92 f. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- 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. **Agrária**, v.10, p. 102-109, 2015.
- ASSIS, R.T. de.; ZINELI, V.P.; SILVA, R.E. da.; COSTA, W.C.A. da.; OLIVATO, I. **Arranjo espacial de plantas na cultura da soja**. Instituto de ciências da Saúde, Agrárias e Humanas (ISAH). Araxá-MG. Circular Técnica °4. 7p. 2014.
- AVELAR, R.I.S.; COSTA, C.A. da.; ROCHA, F. da S.; OLIVEIRA, L. C. de.; NASCIMENTO, W.M. Yield of chickpeas sown at different times. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 31, n.4, p. 900-906, out-dez 2018.
- BARARY, M.; MAZAHARI, D.; BANAI, T. The effect of row spacing and plant spacing's on the growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) **Australian Society of Agron. Conference**. Geelong, 631.2003.
- BASHA, S.J.; LAKSHMI, V.J.; REDDY, A.T.; KAMAKSHI, N.; AHAMMED, S.K. Estimate of growth and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars amenable to mechanical harvesting. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.7, n.5, p.2089-2091. 2018.
- BEJIGA, G.; VAN DER MAESEN, L.J.G. *Cicer arietinum* L. In: Brink M. & Belay G. (Eds.). PROTA 1: Cereals and pulses, PROTA, Wageningen, Netherlands. (2006).
- BRAGA, N. R. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed.rev. atual. Campinas, Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico 100).

- BRAGA, N. R.; WUTKE, E.B. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7ªEd.rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452p. (Boletim IAC, n.º 200).
- 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**, v. 44, n. 255, 1997. p. 577-591.
- CARRERAS, J.; MAZZUFERI, V.; KARLIN, M. **El cultivo del garbanzo em Argentina**. 1.ed. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2016. 567p.
- CARVALHO, J.J. de.; SAAD, J.C.C.; BASTOS, A.V.S.; NAVES, S.S.; SOARES, F.A.L.; VIDAL, V.M. Teor e acúmulo de nutrientes em grãos de feijão comum em semeadura direta, sob déficit hídrico. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial 01, p. 104-117, 2014.
- CHALA, B.; ABERA, T.; NANDESHWAR, B. Influence of inter and intra row spacing on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Jimma Horro District, Western Ethiopia. **International Journal of Plant & Soil Science**, v.32, n.15, p.32-42. 2020.
- 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.
- COSTA, A.D. da.; OLIVEIRA, A.B. de.; VALE, L.S. do.; NETO, J.F. de B.; MAGALHÃES, I.D.; FERRAZ, R.L. de S. Morpho-agonomic characteristics of cowpea under different environments and planting densities. **African Journal of Agricultural Research**, v.12 (25), p.2125-2130. 2017.
- CUBERO, J.I. 1987. Morphology of chickpea. Pages 35 - 66 in The chickpea (Saxena, M.C., and Singh, K.B., eds.). Wallingford, Oxo, UK:CAB International.
- CUMMING, G.; JENKINS, L. Chickpea: Effective Crop Establishment. Sowing Window, Row Spacing, Seeding Depth e Rate. Pulse Australia, **Nothern Pulse Bulletin**. 2011. Disponível em: http://www.pulseaus.com.au/storage/app/media/crops/2011_NPB-Chickpea-crop-establishment.pdf. Acessado em 08 de novembro de 2020.
- DUSCHAK, M. Zur Botanik des Talmud, Pest. I. Neuer, Pest: 105-106. 1871.
- ECHEVARRÍA, A.; TRIANA, A.C.; RIVERO, D.; CÁRDENAS, R.M.; COCA, B.M Comportamento agronómico de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), em condiciones del município los Palacios, Pinar Del Río. **Cultivos Tropicales**, v.35, n.3, p.101-106. 2014.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.
- ESHETE, M; FIKRE, A. **Guide For Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Production in the Southern Nations, Nationalities, and People’s Region of Ethiopia**. Hawassa University, University of Saskatchewan. Canadá. 27p. 2015.
- FAO. **FAOSTAT Crops**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. Disponível em < <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> > Acessado em 13 de abril de 2021.
- FAQEER, M.M.; SIDDIQUI, M.A.; SOOMRO, N.S.; R, S.; KHAN, M, T.; NIZAMANI, G, S.; SOOMRO, F, D.; ASLAM, M.M. Impacto f row spacing on the Growth and Yield

Parameters of Lentil (*Lens culinaris* L) under Semi-arid Region of Pakistan. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, 33 (4):945-950. 2020.

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, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In... REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000. São Carlos. **Anais**. São Carlos: UFSCar, 2000, p.255-258.

FONSECA, M.R.; FERNANDES, A.R.; SILVA, G.R. da.; BRASIL, E.C. Teor e o acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Rev. Ci. Agra.**, v.53, n.2, p.195-205. 2010.

GAUR, P. M.; SAMINENI, S.; TRIPATHI, S.; VARSHNEY, R. K.; GOWDA, C. L. L. Allelic relationships of flowering time genes in chickpea. **Euphytica**, v. 203, n. 2, p. 295-308, 2015.

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

GEZAHEGN, A.M.; TEFAYE, K. Optimun inter and intra row spacing for fava bean production under Fluvisols. **Journal of Agricultural Science**, v.4, p.10-19. 2017.

GRDC. **Chickpea – Section 4: Plant Growth and Physiology**. GRDC: Grains Research & Development Corporation. 2018. Disponível em: https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file/0029/369443/GrowNote-Chickpea-West-4-Physiology.pdf. Acesso em 30 de março de 2021.

GUETTER, A.K.; ZAICOVSKI, M.B. Climatologia de geadas do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA. **Anais**. Florianópolis. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 7p. 1999.

HOSKEM, B.C.S. **Época de plantio de grão-de-bico em Montes Claros, Minas Gerais: produtividade e qualidade de sementes**. Montes Claros-MG: ICA/UFMG, 2014. 64 f.

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

IBGE. **Projeção da população do Brasil e das Unidades de Federação**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> > Acessado em 14 de junho de 2019.

KHAN, E.A.; ASLAM, M.; AHMAD, H.K.; KHAN, M.A.; HUSSAIN, A. Effect of row spacing and seeding rates on growth, yield and yeld componentes of chickpea. **Sarhad J. Agric.** vol.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. **Online Journal of Biological Sciences** 1 (3): 103-104, 2001.

LIMA, E.T. de.; DIAS, J.de.M.; MAXIMINIANO, C.V. Avaliação de genótipos de grão de bico no Bioma Cerrado. **Anais do 15 Simpósio de TCC e 8 Semiárido de IC do Centro Universitário ICESP**, 2019 (15); 121-127.

LÓPEZ, H. de J.; CHONGO, B.B.; La O, O.; GUERRA, J.E.; LÓPEZ, H.; LUNA, M. Caracterización bromatológica de tres esquilmos agrícolas de interés em la alimentación de ruminantes, em Sinaloa, México. Nota Técnica. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.52, n.2, 2018.

LUM, A.F.; NJI, G.F.; NDIFON, E.M.; NEBA, N.A. Agronomic Performance of Four Cowpea (*Vigna unguilata* L. Walp) Varieties under Different Inter-row Spacings in Buea, Cameroon. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.25, n.3. p.1-9. 2018.

MAGALHÃES, W.A.; MEGAIOLI, T.G.; FREDDI, O. da S.; SANTOS, M.A. Quantificação de nutrientes em sementes de soja. Alta Floresta-MT. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.13, n.2, p.95-100, 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2. ed., rev. e atual. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MANARA, W.; RIBEIRO, N.D. Grão-de-bico. **Cienc. Rural**, vol.22, n.3, Santa Maria, set/dec. 1992.

MARGHEIM, J. F.; BALTENSBERGER, D.D.; WILSON, R.G.; LYON, D.J.; HEIN, G.L.; HARVESON, R.M.; BURGNER, P.A.; KRALL, J.M.; CECIL, J.T.; RICKERTSEN, J.R.; MERRIGAN, A.P.; WATSON, M.H.; HANSEN, B.J. **EC04-183 Chickpea Production in the High Plains**. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension, 2004. 771p.

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

MEKUANINT, T.; TSEHAYE, Y.; EGZIABHER, Y. Response of Two Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties to Rates of Blended Fertilizer and Row Spacing at Tselemti District, Northern Ethiopia. Hindawi, **Advances in Agriculture**, 2018. 8p.

NASCIMENTO, W.M. (Ed). **Hortaliças leguminosas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 232p.

NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H.B.S.V.; GIORDANO, L. de B. Cultivo do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 1998. 14p. (Instruções técnicas da Embrapa Hortaliças, nº. 14).

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P. da. Grão-de-bico: nova aposta do agronegócio brasileiro. **Revista Seed News**. n.3. 2019. p.18-22.

NEUGSCHWANDTNER, R.W.; WINKLER, J.; BERNHART, M.; PUCHER, M.A.; KLUG, M.; WERNI, C.; ADAM, E.; KAUL, H. Effect of row spacing, seeding rate and nitrogen fertilization on yield and yield componentes of soybean. Die Bodenkultur: **Journal of Land management, Food and Environment**, v.70, ed.4, p.221-236, 2019.

OLIVEIRA, G.P.de.; PALLARO, D.S.; CAMILI, E.C.; DALMOLIN, Â.C. Physical and bromatological characteristics of cowpea varieties preferred by *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Rev. Caatinga**, Mossoró, v.31, n.2, p.515-522, abr.-jun., 2018.

ONU. População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050. 2019. Disponível em < <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>> Acessado em 17 de novembro de 2019.

PARAÍSO, H.A. **Produção e qualidade de sementes de genótipos de grão-de-bico em diferentes épocas de plantio no Norte de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado). Montes Claros, 61 f. 2019.

PEREIRA, T.; COELHO, C.M.M.; SANTOS, J.C.P. dos.; BOGO, A.; MIQUELLUTI, D.J. Diversidade no teor de nutrientes em grãos de feijão crioulo no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 33, n.3, p. 477-485, 2011.

PRIETO, G. Las legumbres: arveja y garbanzo. **Para mejorar la produccion 47** – INTA EEA OLIVEROS, 2012, p.99-102.

QUEIROGA, V. de P.; GIRÃO, Ê. G.; ALBUQUERQUE, E.M.B de. **Grão de bico (*Cicer arietinum* L.): Tecnologias de plantio e utilização**. 1.ed. Campina Grande: AREPB, 2021. 199f.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M.C.C.; COSTENARO, E.R. **Maximização da produção de soja: espaçamento reduzido**. EMBRAPA: Passo Fundo-RS, 2016, 7p. (Comunicado técnico online 358).

SHAMSI, K. Effect of sowing date and row spacing on yield and yield componentes of chickpea under rain fed conditions in Iran. **Journal of Applied Biosciences**, Chickpea evaluation, 17: 941-947.2009.

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.

SHARMA, R.D. **Algumas informações sobre a cultura do grão-de-bico (L.)**. Planaltina-DF, EMBRAPA – CPAC, 1984, 20p (Circular técnica 18).

SHIAVON, J.S.; BEVILAQUA, G.A.P.; ALBUQUERQUE, T.S.; PINHEIRO, R.A.; EBERHARDT, P.D. da. R.; ANTUNES, I.F. Avaliação de cultivares de ervilha de duplo propósito para diversificação de sistemas agrícolas ecológicos. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v.4, n.6, p.3147-3164, out/dez. 2018.

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.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SINGH, F.; DIWAKAR, B. Chickpea Botany and Production Practices. Skill development series n.16. **ICRISAT**, Andhra Pradesh, India. 1995.

TAPIA, F.T. **Manejo del cultivo de garbanzos**. IPA La Platina, n°19, 1983.p. 21-23.

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**. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen. Wageningen, 1972.

VAN DER MAESEN, L.J.G. **Origin, history and taxonomy of chickpea**. In: SAXENA, M.C., SINGH, K.B. The chickpea Oxon: CAB International U.K., 1987, cap. 2, p, 11-34.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VEGA, J. de. M. da.; GUISSADO, A.M.; MORILLO, M.L. **El cultivo del garbanzo: Diseño para una agricultura sostenible**. Servicio de Información, Relación y Tramitación Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 1994. 24p.

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

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; PINTO, C.M.F. Grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). In: **101 Culturas Manual de tecnologia agrícolas**. EPAMIG, p.423-426. 2007.

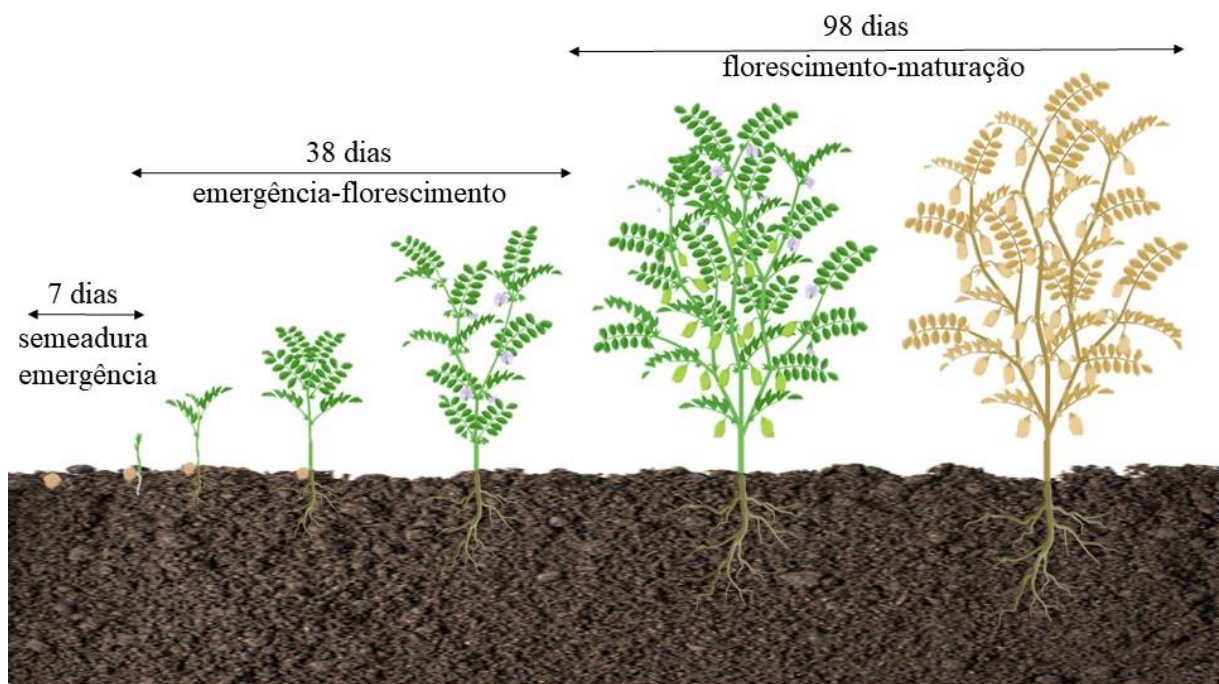
VURAL, H.; KARASU, A. Variability studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties grown in Isparta, Turkey. **Revista Científica UDO Agrícola**, v.7, n.1, p.35-40. 2007.

ZOHARY, D.; HOPF, M. domestication of pulses in the old world. **Science**, v.182, p.887-894. 1973.

APÊNDICES

BRS TORO

Ciclo total: 136



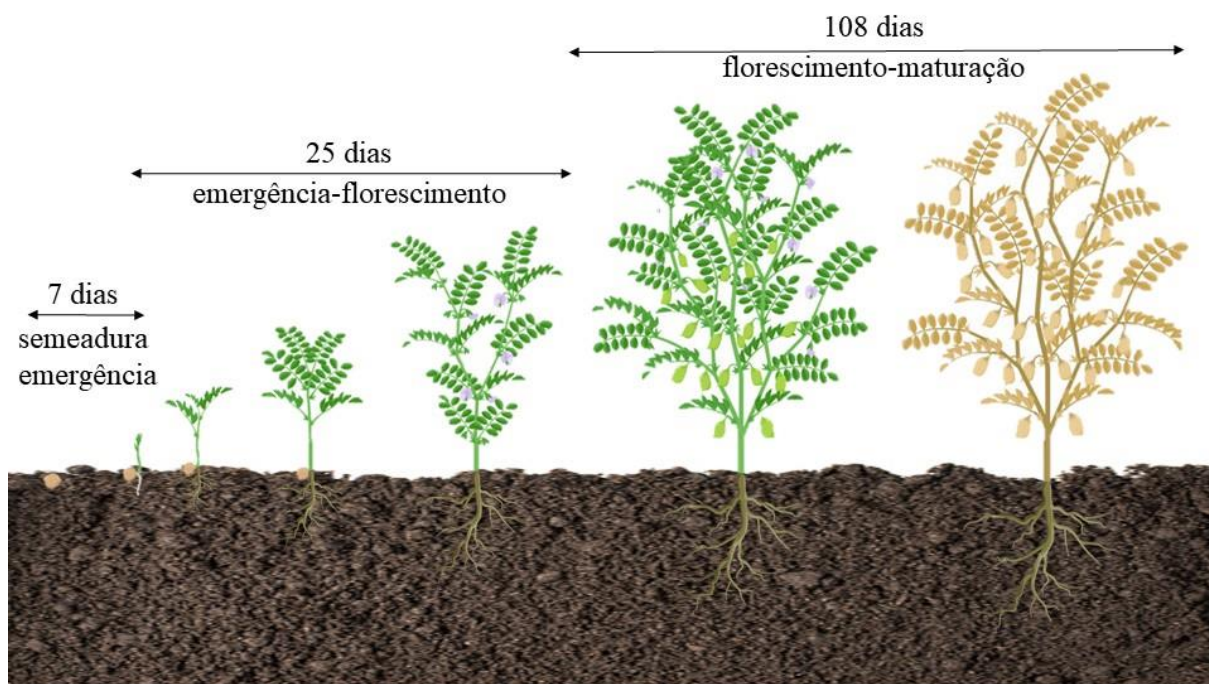
Fonte: Adaptado por ALVES, G.H.T. (2021)/ Ilustração de BEZVERSHENKO, A.

APÊNDICE A

Ciclo do cultivar BRS Toro

CÍCERO

Ciclo total: 133



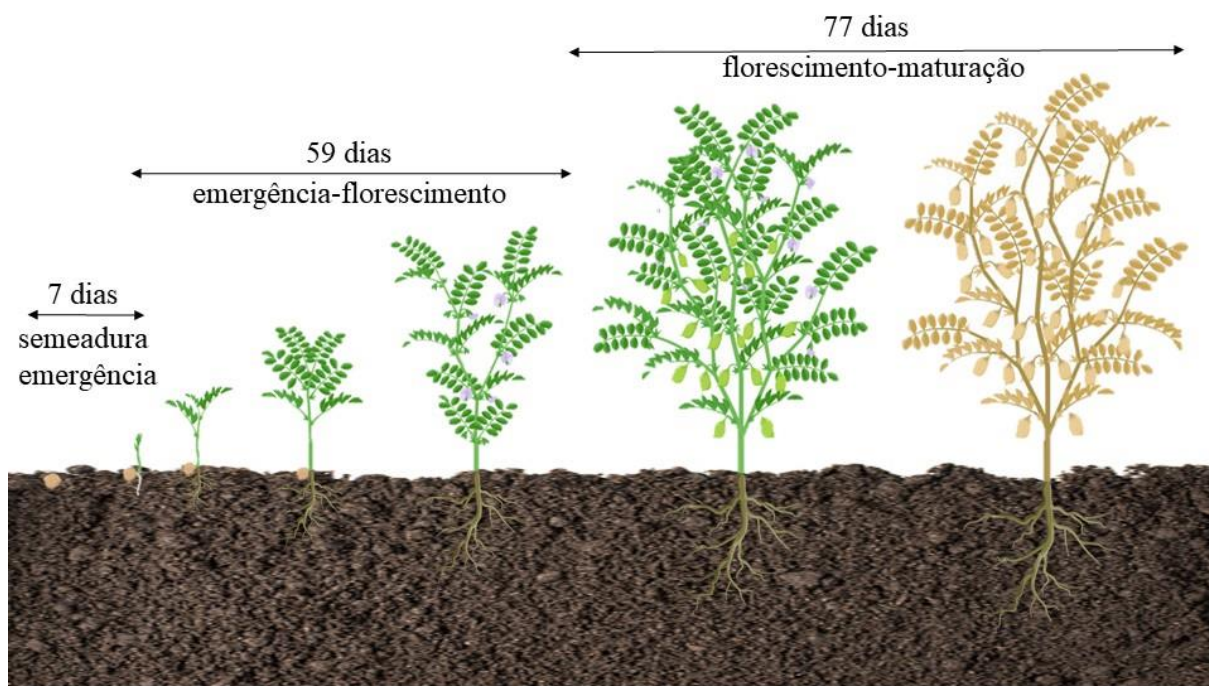
Fonte: Adaptado por ALVES, G.H.T. (2021)/ Ilustração de BEZVERSHENKO, A.

APÊNDICE B

Ciclo do cultivar Cícero

BRS ALEPPO

Ciclo total: 136



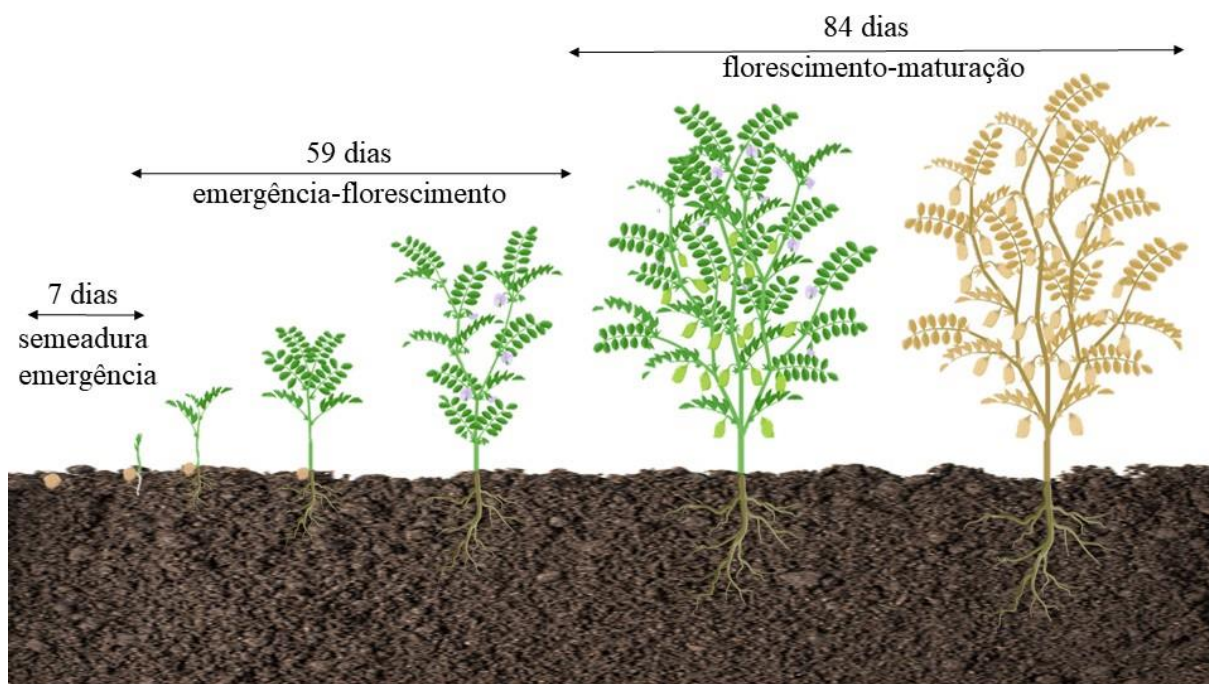
Fonte: Adaptado por ALVES, G.H.T. (2021)/ Ilustração de BEZVERSHENKO, A.

APÊNDICE C

Ciclo do cultivar BRS Aleppo

BRS CRISTALINO

Ciclo total: 143



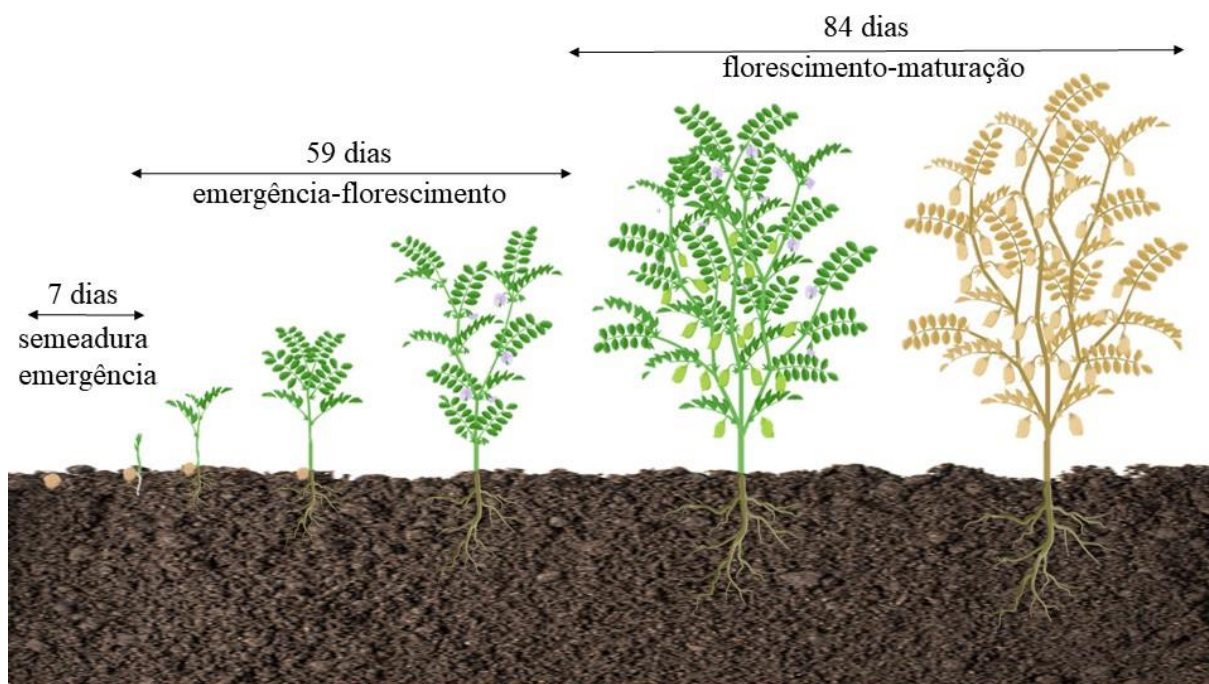
Fonte: Adaptado por ALVES, G.H.T. (2021)/ Ilustração de BEZVERSHENKO, A.

APÊNDICE D

Ciclo do cultivar BRS Cristalino

BRS KALIFA

Ciclo total: 143



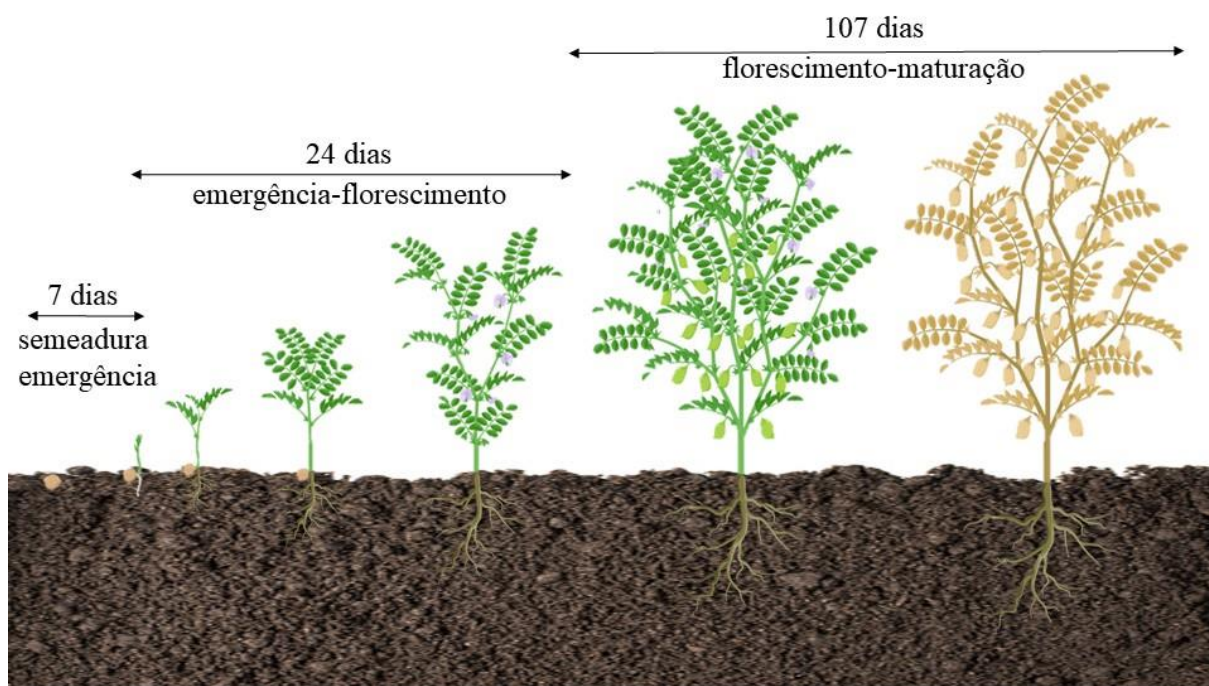
Fonte: Adaptado por ALVES, G.H.T. (2021)/ Ilustração de BEZVERSHENKO, A.

APÊNDICE E

Ciclo do cultivar BRS Kalifa

CP 1605

Ciclo total: 131



Fonte: Adaptado por ALVES, G.H.T. (2021)/ Ilustração de BEZVERSHENKO, A.

APÊNDICE F

Ciclo do cultivar CP 1605