

Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado

Osmar Pereira Artiaga¹, Carlos Roberto Spehar¹, Leonardo Silva Boiteux², Warley Marcos Nascimento²

¹ Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Instituto Central de Ciências Ala Sul, Asa Norte, CEP 70910-970 – Brasília-DF, Brasil. Caixa Postal 4508. E-mail: osmar.artiaga@hotmail.com; spehar@unb.br

² Embrapa Hortaliças, Laboratórios de Melhoramento Genético e Análise Genômica, Rodovia Brasília-Goiânia (BR 060), km 09, Ponte Alta, CEP 70359790, Brasília-DF, Brasil. Caixa Postal 218. E-mail: leonardo.boiteux@embrapa.br; warley.nascimento@embrapa.br

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de estimar o potencial de cultivo de grão de bico quando submetido a regime de baixa umidade no solo (sequeiro) e identificar genótipos com melhores características morfoagronômicas e de rendimento. O experimento foi conduzido em Brasília-DF em três épocas de semeadura (20/01, 01/03 e 21/03), onde foram avaliados quinze genótipos, incluindo duas cultivares comerciais desenvolvidas no Brasil (Cícero e IAC-Marrocos) e 13 acessos. Durante a condução dos ensaios não foi feito uso de irrigação. Os caracteres avaliados foram número de dias para o florescimento, altura de plantas, número de dias para maturação, arquitetura de plantas, índice de colheita, peso de 1000 sementes e rendimento. Houve interação significativa da época de plantio com os genótipos avaliados para a maioria das variáveis analisadas. Os resultados revelaram que os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-34C e Jamu 96 foram superiores às cultivares comerciais cultivadas no Brasil. Esses acessos apresentam um conjunto de características morfoagronômicas desejáveis, podendo ser empregados como parentais em programas de melhoramento genético da cultura ou indicados como opções para novos testes de competições de cultivares visando o cultivo de sequeiro nas condições agroecológicas do Cerrado.

Palavras-chave: *Cicer arietinum* L., cultivares, estresses abióticos, tolerância à seca

Evaluation of chickpea genotypes under rain-fed conditions in the Brazilian 'Cerrado' region

ABSTRACT

This study aimed to estimate the potential of chickpea cultivation when subjected to low soil moisture conditions and to identify genotypes with better agronomic and yield characteristics. The experiment was carried out in Brasilia in three sowing dates. Fifteen genotypes were evaluated, including two commercial cultivars (Cicero and IAC-Marrocos) developed in Brazil. During the experiment no irrigation was used. The following traits were evaluated: number of days to flowering, plant height, number of days to maturity, plant architecture, harvest index, weight of 1000 seeds and yield. Significant interaction between sowing dates and genotypes was observed for the major parameters. The genotypes FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-34C and Jamu 96 were superior to the commercial cultivars grown in Brazil. These genotypes displayed a set of desirable agronomic characteristics and may be employed as parental in the breeding programs. In addition, they may be indicated as options for cultivation on Savannah conditions.

Key words: *Cicer arietinum* L., cultivars, abiotic stresses, drought tolerance

Introdução

O grão de bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das mais importantes leguminosas de grãos alimentares em todo o mundo. O baixo custo de produção, a ampla adaptação climática, uso em rotação de cultura e grande capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico fazem dessa hortaliça uma das leguminosas mais importantes em sistemas de agricultura sustentável (Nascimento et al., 1998). O grão de bico é um importante componente da alimentação humana nas regiões áridas e semiáridas da Ásia Ocidental e do norte da África (Khamssi et al., 2010). Os grãos apresentam 17–24% de proteína, 41–51% de carboidratos e alta porcentagem de minerais e gorduras (ácido oleico e linoleico não saturado). No Brasil, a pequena produção de grão de bico tem sido insuficiente para atender ao consumo interno, havendo necessidade de importar quantidades crescentes. As importações brasileiras, em sua maior parte provenientes do México e da Argentina, aumentaram consideravelmente nos últimos anos. Segundo relatório do SECEX/DECEX (Secretaria de Comercio Exterior/Departamento de Operações de Comercio Exterior) no ano de 2013 o Brasil importou 7.571 toneladas de grão de bico a um custo FOB de US\$ 8.970.965.

A falta de umidade no solo é um dos principais fatores que afetam a produtividade das culturas. As baixas produtividades do cultivo do grão de bico observadas a nível mundial (oscilando entre 490 a 820 kg ha⁻¹) estão associadas às deficiências tecnológicas, como reduzido uso de fertilizantes para atender a demanda da planta e da deficiência de água em plantios de sequeiro (Knights et al., 2007). Mesmo com essas limitações, o grão de bico é uma das espécies que apresenta bons resultados de produção. No norte da África essa espécie é cultivada em duas estações distintas: uma no final do período chuvoso (utilizando somente a umidade armazenada no solo pelas últimas chuvas) e outra no período seco sob irrigação (Parameshwarappa & Salimath, 2008). Na primeira situação, a cultura fica mais exposta ao estresse hídrico. Em consequência, o desenvolvimento vegetativo e o potencial de produção são severamente afetados em quantidade e qualidade. Em vários países, o início do plantio acontece no final da estação chuvosa, com destaque para a Índia, Paquistão (Arshad et al., 2004), Irã (Sabaghpour et al., 2006; Khamssi et al., 2011), Turquia, Norte da África, Vale do Nilo, Etiópia (Anbessa & Bejiga, 2002) e México (Valenzuela et al., 2008). Nos principais países produtores tais como Índia, Paquistão e Irã, o grão de bico é preferencialmente cultivado após a principal estação das chuvas. Neste cenário, o estresse de seca é a principal limitação à produtividade (Singh, 1997).

O ambiente climático dos Cerrados Brasileiros caracteriza-se pela alternância das estações chuvosas e secas. Em geral, as temperaturas não são fatores limitantes nessa região, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das culturas o ano todo. A precipitação média da região varia entre 1200 mm e 1700 mm. A precipitação mínima (menor que 20 mm) ocorre no período compreendido entre os meses de maio e setembro. Duas a três culturas anuais podem ser cultivadas na estação úmida, em locais mais favorecidos, incluindo sempre o cultivo

de uma leguminosa (Spehar et al., 2011). Nesse sistema, muitos agricultores utilizam cultivares de milho e soja super-precoces semeadas nas primeiras chuvas, permitindo uma segunda safra geralmente com milho ou sorgo. O grão de bico, por apresentar tolerância à seca, pode participar deste sistema como opção de leguminosa para plantio na segunda safra de verão na região do Cerrado. No entanto, é importante realçar que existe uma grande variabilidade entre os diferentes acessos de grão de bico para tolerância à seca (Singh, 1997; Parameshwarappa & Salimath, 2008; Khamssi et al., 2011), necessitando uma seleção prévia das cultivares a serem empregadas para garantir o sucesso do cultivo durante períodos de eventuais estresses hídricos. Tentativas para estimar o grau de tolerância ao estresse hídrico através de um ou poucos parâmetros simples têm sido limitados pela multiplicidade de fatores que se interagem para controlar a expressão dessa característica em condições de campo (Parameshwarappa & Salimath, 2008; Khamssi et al., 2011). Quando se considera o Cerrado de baixa latitude, o ideótipo de grão de bico para cultivo sob escassez de umidade no solo deve apresentar as seguintes combinações de características: maturação precoce (Sabaghpour et al., 2006; Valenzuela et al., 2008), desenvolvimento com alto teor de matéria seca do sistema radicular (Kumar et al., 2010), alta qualidade de semente e vigor (Yücel et al., 2010) e altura adequada das plantas que permita a mecanização da colheita. O presente trabalho objetivou avaliar parâmetros morfoagronômicos e de rendimento em uma coleção de 15 genótipos de grão de bico de base genética distintas, que possibilitem selecionar materiais genéticos aptos para o cultivo comercial de sequeiro nas condições do Cerrado.

Material e Métodos

Localização do experimento – Os experimentos foram conduzidos em condições de campo na área experimental da Embrapa Hortaliças, em Brasília-DF, com localização: S 15° 56, 087'; W 048° 08, 439'; altitude 1.000 m, durante os meses de janeiro a julho de 2011. A área onde os experimentos foram instalados apresenta solo argiloso profundo e homogêneo. O solo predominante no campo experimental é do tipo latossolo amarelo distrófico e bastante representativo da região onde o grão de bico pode ser cultivado. O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köpen, com estação chuvosa que vai do final de outubro até meados de abril e um período seco do final de abril até o final de outubro. No período chuvoso, as temperaturas são mais elevadas durante o dia e amenas durante a noite. No período da seca, as temperaturas são mais baixas durante o dia podendo chegar abaixo dos 12°C em determinados períodos, principalmente durante a madrugada.

Genótipos utilizados no experimento – Para implantação dos experimentos foram utilizados quinze genótipos de grão de bico previamente selecionados, sendo duas cultivares comerciais e treze genótipos de origem distinta, com apenas um do tipo desi (ICCV 10) e os demais do tipo kabuli. Para escolha dos genótipos foram utilizados os dados de coleção de trabalho em avaliação preliminar no período seco (inverno) em 2010. Foram selecionados os seguintes genótipos: Cícero e

IAC Marrocos (como testemunhas); Jamu 96, Blanco Sinaloa (México); Nacional 29 (Cuba); Astro e Joly (origens não definidas); ILC 1929, FLIP03-109C, FLIP03-35C, FLIP02-23C, FLIP06-155C, FLIP06-34C (ICARDA, Síria); ICCV 10 (ICRISAT, Índia); BG1392 (Espanha).

Delineamento experimental e condições experimentais – O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições. O experimento foi composto por três épocas 20/01/2011, 01/03/2011 e 21/03/2011. As parcelas foram constituídas por três linhas com 3,0 m de comprimento, espaçadas por 0,5 m. Na maturação, foram colhidas todas as linhas. As avaliações foram realizadas na área útil da parcela (4,5 m²). Durante a condução dos ensaios não foi feito uso de irrigação, a única fonte de umidade foi através das chuvas e do armazenado no solo. A precipitação mensal durante os ensaios foram: 110,0 mm (janeiro), 240,6 mm (fevereiro), 211,8 mm (março), 99,6 mm (abril), 8,1 mm (maio), 5,8 mm (junho) e 0,0 mm (julho). As áreas não sofreram preparo de solo, realizando-se semeadura direta, utilizando plantadeira de precisão para abertura de sulcos e adubação de acordo com a análise química do solo e das necessidades do grão de bico. Antes da semeadura, realizou-se dessecação da área experimental com 1920 g ha⁻¹ de glifosato, e utilização de herbicida S-metolacoloro para folhas largas em pré-emergência na dose de 1920 g ha⁻¹. As sementes foram tratadas com produto comercial a base de: 25 g L⁻¹ Piraclostrobina, 225 g L⁻¹ Tiofanato metílico, 250 g L⁻¹ Fipronil, na dose de 2 mL kg⁻¹ contra fungos e insetos. Além da adubação de manutenção (5-25-15 + 0,3 Zn) foram utilizados 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio 30 dias após a emergência das plantas. Após a floração foram realizadas três aplicações de inseticidas para controle da lagarta das vagens (*Helicoverpa* sp.) em intervalos de duas semanas com os seguintes produtos respectivamente: methamidofós (662 g ha⁻¹) + lifenurom (20 g ha⁻¹); acefato (375 g ha⁻¹) + clorfuazurom (20 g ha⁻¹); methomyl (107,5 g ha⁻¹) + espinosade (96 g ha⁻¹).

Crerios utilizados na avaliação dos genótipos – As seguintes variáveis agronômicas foram avaliadas de acordo com o sugerido por Arshad et al. (2004): [1] número de dias para o florescimento (DF): data quando 50% das plantas estiverem com pelo menos uma flor aberta na área útil, considerando-se o número de dias da germinação à floração; [2] altura de planta (cm) (AP): média de dez plantas representativas a partir do nível do solo, até a inserção da última folha ou vagem na haste principal; [3] maturação (DM): quando 90% das plantas apresentavam teor de água nos grãos em torno de 14%; [4] arquitetura de planta (TP), correspondendo planta totalmente ereta (E), planta semiereta ou levemente inclinada (SE), planta semi-prostrada (SP), planta totalmente prostrada no solo (P); [5] biomassa total, exceto raízes (BT) das plantas (g) colhidas na área útil da parcela; [6] rendimento de grãos (RG) em kg ha⁻¹; peso total dos grãos (PG) colhidos na área útil da parcela; [7] índice de colheita (IC) correspondendo a razão entre o peso total dos grãos (PG) / peso total da planta (BT), isto é, (IC = IR/BT x 100); [8] peso de 1000 sementes (g) (PS).

Colheita – No momento da colheita foram realizadas avaliações de AP e TP. As plantas da parcela foram cortadas ao nível do solo, devidamente etiquetadas, amarradas e transportadas para um galpão onde permaneceram até

atingirem umidade constante. Em seguida foram pesadas para determinação da BT e PG. Para obtenção das sementes, foi utilizada uma trilhadora de parcelas separando-as das plantas. Depois de limpas foram etiquetadas e colocadas em sacos de papel para determinação de RG, sendo armazenadas posteriormente em câmara fria.

Análise de Dados – Os parâmetros para cada época foram avaliados para normalidade e a homogeneidade antes da análise de variância. As variáveis: floração, maturação, índice de colheita e peso total de grãos, foram submetidos à transformação $\sqrt{x + 0,5}$, para corrigir desvios de normalidade. Depois da análise de variância foi empregado o teste de Scott & Knott para comparação das médias das variáveis entre tratamentos.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância mostraram uma diferença de resposta altamente significativa, demonstrando grande variabilidade fenotípica nos quinze genótipos em estudo. Os coeficientes de variação ficaram abaixo de 20%, estando dentro de padrões aceitáveis. A interação cultivar x época de plantio foi observada para florescimento, maturação, altura de plantas, biomassa total das plantas e peso total dos grãos (teste F; p=0,01). Realizando-se o desdobramento da interação para verificar o efeito da época sobre os genótipos, constatou-se que para o caráter peso de 1000 sementes, a interação foi significativa, mostrando que as épocas interferiram no desempenho dos genótipos.

Rendimento de Grãos – Época, genótipo e interação genótipo x época mostraram significância no nível de 1% de probabilidade para essa característica. As médias de produção apresentaram variação de 207 a 851 kg ha⁻¹ (Tabela 1). A primeira época de plantio teve variação de 105 a 1338 kg ha⁻¹, enquanto a segunda época teve entre 261 a 797 kg ha⁻¹ e o pior resultado na última época com 80 a 418 kg ha⁻¹. Na Etiópia, Turquia e Tunísia, sob níveis variáveis de estresse de água, genótipos de grão de bico com tolerância à seca mostraram valores médios variando entre 74 a 1117 kg ha⁻¹ (Anbessa & Bejiga, 2002; Mbarek et al., 2009). No presente estudo, a maioria dos genótipos mostrou melhor desempenho na 1ª época, indicando o mês de janeiro como o mais propício ao plantio do grão de bico provavelmente devido a um aproveitamento do maior resíduo de água das chuvas. A antecipação de plantio para antes de janeiro não é recomendada nas condições de Cerrado, pois pode ocasionar problemas de chuvas no período da colheita. O genótipo FLIP03-109C apresentou os melhores resultados nas três épocas de plantio com 1338 kg ha⁻¹ no plantio de 20/01, 797 kg ha⁻¹ para 01/03 e 418 kg ha⁻¹ em 21/03 sob estresse elevado de umidade no período reprodutivo. Alta capacidade de produção de grão de bico em situação de menor disponibilidade de água pode ter sido considerada como uma resposta de tolerância à seca (Toker & Çagiran, 1998). Outros genótipos igualmente promissores sob o aspecto da produtividade foram FLIP02-23C, FLIP03-35C, FLIP06-155C, FLIP06-34C e Jamu 96. O genótipo ILC 1929, mesmo obtendo a terceira melhor produtividade apresenta a arquitetura indesejável e ser altamente susceptível a fusariose (Khan et al., 2005).

Peso de 1000 Sementes – O efeito genótipo sobre peso de 1000 sementes foi significativo ao nível de 1% de probabilidade,

Tabela 1. Rendimento (kg ha⁻¹) e peso de 1000 sementes (g) de quinze genótipos de grão de bico cultivados em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011

Genótipo	Época de plantio							
	20/01	01/03	21/03	Média	20/01	01/03	21/03	Média
	Rendimento (kg ha ⁻¹)				Peso de 1000 (g)			
Cícero	132 c	344 b	146 b	207	465 b	579 a	516 b	520
IAC Marrocos	619 a	557 a	80 b	419	268 c	321 d	266 d	285
Jamu 96	575 a	465 a	286 a	442	418 c	436 b	466 b	440
Nacional 29	436 a	537 a	345 a	439	491 b	499 b	524 b	505
Joly	513 b	338 b	254 a	368	563 a	469 b	601 a	544
BG 1392	452 b	293 b	263 a	336	637 a	511 b	648 a	599
Astro	410 b	273 b	117 b	267	554 a	574 a	581 a	570
B. Sinaloa 92	690 a	352 b	223 a	422	523 b	467 b	528 b	506
ICCV 10	105 c	261 b	384 a	250	349 c	255 d	215 d	273
FLIP 06-155C	928 a	286 b	349 a	521	433 c	428 b	430 c	430
FLIP02-23C	867 a	598 a	337 a	601	340 c	360 c	378 c	359
ILC 1929	1268 a	336 b	162 b	589	422 c	387 c	334 c	381
FLIP 03-35C	856 a	428 a	466 a	583	363 c	444 b	401 c	403
FLIP 06-34C	587 a	469 a	285 a	447	387 c	398 c	388 c	391
FLIP03-109C	1338 a	797 a	418 a	851	401 c	403 c	416 a	407
CV %	20,60	16,48	23,49	---	12,53	10,77	12,85	---

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

mesmo resultado obtido por Khatun et al. (2009). O peso máximo de 1000 sementes foi obtido pelo genótipo BG 1392, alcançando 599 g na média geral (de todas as épocas), enquanto o menor ocorreu na cultivar IAC Marrocos com 285 g, ambos do tipo kabuli. O genótipo ICCV 10 (o único do tipo desi do conjunto) apresentou peso de 1000 sementes com 273 g. Os genótipos em estudo podem ser divididos em quatro grupos de acordo com o peso de 1000 sementes (Tabela 1): 1º grupo com até 300 g: ICCV 10 (273 g), IAC Marrocos (285 g); 2º grupo de 301 g até 400 g: FLIP02-23C (359 g) e ILC 1929 (381 g); 3º grupo de 401 g a 500 g: FLIP03-35C (403 g), FLIP03-109C (407 g) e Jamu 96 (440 g); 4º grupo acima de 500 g: Nacional 29 (505 g), Blanco Sinaloa 92 (506 g), Cícero (520 g), Joly (544 g), Astro (570 g) e BG 1392 (599 g). O tamanho de grão apresenta impacto na indústria de conservas que prefere genótipos de grão de bico do grupo 3, enquanto para consumo seco os mais indicados são os de grãos maiores semelhantes aos do grupo 4. Os genótipos do grupo 1 e 2 são mais indicados para produção de farinhas, obtendo valor comercial mais baixo.

Floração – Os genótipos apresentaram variação mínima no número de dias para floração. O maior intervalo foi obtido pelo genótipo FLIP03-109C, em torno de 11 dias. Dias para florescimento em grão de bico é um dos maiores componentes da adaptação ambiental, particularmente quando a estação de cultivo é restringida por fatores climáticos como estresse hídrico e altas temperaturas (Or et al., 1999). Essa característica é também influenciada pela estação de cultivo, latitude, altitude, foto-período e temperatura (Anbessa et al., 2006). Em outras avaliações de genótipos de grão de bico conduzidas sob 12/18 horas de regime de luz mostraram variações entre 27 e 43 dias para florescimento (Anbessa et al., 2006), revelando grande diversidade entre os genótipos avaliados. O período de floração no grão de bico exerce um efeito importante na manifestação do potencial genético da espécie (Mbarek et al., 2009). Na Índia, na presença de estresse hídrico, a data de floração contribui com 37 a 69% na variação genotípica total do rendimento (Mbarek et al., 2009). Na comparação dos genótipos para floração (Tabela 2),

foi observada a formação de três grupos distintos: o primeiro grupo com 36 a 39 dias (Cícero, Jamu 96, Nacional 29, Joly, BG 1392, Astro e Blanco Sinaloa 92); o segundo grupo com 46 a 55 dias (ICCV 10, FLIP06-155C, FLIP02-23C, ILC 1929, FLIP03-35C e FLIP06-34C); e o terceiro grupo com 57 a 61 dias, sendo os mais tardios (FLIP03-109C e Marrocos). O período vegetativo pode afetar diretamente a produção de grãos em condições de estresse (Yaqoob et al., 2012). Assim, precocidade tem sido utilizada como critério de seleção de genótipos tolerantes ao estresse hídrico em outras partes do mundo (Mbarek et al., 2009). Em contraste, no ambiente do Cerrado, os genótipos com melhor desempenho produtivo em condições de umidade residual foram os com floração mais tardia (FLIP03-109C, FLIP02-23C, ILC 1929 e FLIP03-35C com 57, 52, 53 e 55 dias para início do florescimento, respectivamente). Nestes genótipos, o número de dias para a floração apresentou variação de até 20 dias entre a primeira e a última data de plantio. Isto pode ser explicado pela distribuição de chuvas observada durante a condução dos ensaios, que não se interrompem abruptamente. Essa condição ambiental aparentemente favoreceu genótipos mais tardios e com sistema radicular provavelmente mais desenvolvido. Ademais, solo sob plantio direto pode ter retido mais água, com efeito positivo na produção. O número de dias para início da floração no grão de bico depende também do genótipo, foto-período e temperatura, sendo classificada como uma espécie de dias longos (Mbarek et al., 2009). Assim, pode-se explicar a diferença de 20 dias para início da floração nos genótipos de melhor desempenho produtivo. No Distrito Federal há uma redução no fotoperíodo e na temperatura a partir da data de plantio entre a 1ª, 2ª e 3ª épocas, ocasionando aumento no número de dias para floração nestes genótipos. Como a variação não foi linear os resultados apresentam diferença na sensibilidade dos genótipos ao foto-período e temperatura.

Maturação – O número de dias para maturação (Tabela 2) mostrou que, na primeira época de semeadura (20/01/2011), os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, ILC 1929, FLIP03-35C, FLIP02-23C e IAC Marrocos se destacaram por apresentar

Tabela 2. Número de dias até a floração e número de dias à maturação de quinze genótipos de grão de bico cultivados em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011

Genótipo	Época de plantio							
	20/01	01/03	21/03	Média	20/01	01/03	21/03	Média
	Floração				Maturação			
Cícero	34 e	36 d	38 g	36	116 ab	115 a	109 c	113
IAC Marrocos	57 a	51 a	57 a	55	132 a	115 a	117 a	121
Jamu 96	37 d	36 d	38 g	37	127 ab	113 a	110 b	117
Nacional 29	37 d	36 d	38 g	37	116 ab	115 a	110 b	114
Joly	37 d	36 d	38 g	37	122 ab	115 a	110 b	118
BG 1392	37 d	36 d	38 g	37	125 ab	115 a	110 b	117
Astro	37 d	36 d	44 f	39	121 ab	115 a	110 b	115
B. Sinaloa 92	37 d	37 d	44 f	39	127 ab	115 a	109 c	117
ICCV 10	44 c	46 c	48 e	46	109 b	109 b	110 b	109
FLIP 06-155C	47 b	44 c	63 c	51	132 a	115 a	117 a	121
FLIP02-23C	47 b	46 c	63 c	52	132 a	115 a	117 a	121
ILC 1929	47 b	48 b	63 b	53	132 a	115 a	117 a	121
FLIP 03-35C	48 b	57 a	61 d	55	123 ab	115 a	117 a	118
FLIP 06-34C	48 b	48 b	68 a	55	132 a	115 a	117 a	121
FLIP03-109C	47 b	57 a	68 a	57	132 a	115 a	117 a	121
CV %	1,03	1,50	0,00	---	2,69	0,39	0,00	---

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

maior diferença entre a 1ª época (132 dias) e 3ª época (117 dias). Na última época os genótipos apresentaram ciclos muito próximo uns dos outros, mostrando variação no período reprodutivo. A maturação precoce é uma característica muito importante para adaptação em ambientes de curta estação, permitindo o escape da seca que é a principal limitação abiótica em condição semiárida (Gaur et al., 2006). Na região do Cerrado, as condições de clima são diferentes com temperaturas mais amenas não ocorrendo nesse período à interrupção das chuvas de forma definitiva; pequenos índices pluviométricos ainda podem acontecer permitindo o desenvolvimento do grão de bico. A associação de variedades adaptadas e plantio direto (onde o solo apresenta maior armazenamento de água) pode gerar resultados favoráveis para genótipos com ciclo em torno de 120 dias plantados em janeiro, conforme os resultados obtidos nos melhores genótipos no presente estudo. Avaliação de vários genótipos de grão de bico na Síria indicou como mais produtivo aquele que apresentou 65 dias para maturação superando aqueles com 80 dias (Alwawi et al., 2009). No

entanto, os nossos resultados permitem inferir que, de maneira contrária aos dados da Síria, o ciclo ideal nas condições de Cerrado seria entre 115 e 120 dias.

Altura de Plantas – Os efeitos dos genótipos, época de plantio e interação genótipo x época apresentaram significância no nível de 1% de probabilidade. Isto demonstra que os genótipos são geneticamente diferentes em altura de plantas, sofrendo influência de época de plantio (Tabela 3). Os genótipos que apresentaram as mais altas médias de crescimento foram FLIP03-35C (61 cm), FLIP03-109C (59 cm), FLIP02-23C (58 cm) e Blanco Sinaloa 92 (57 cm). Os genótipos de porte menor foram ICCV 10 (33 cm) e Jamu 96 (38 cm) sendo um do tipo desi e o outro do tipo kabuli, respectivamente. Mesmo com altura de plantas inferior aos demais esses dois genótipos ainda se encontram dentro de padrões adequados para colheita mecanizada. Estudo semelhante no Valle Del Mayo, México, mostrou que as cultivares Blanco Sinaloa 92 e Jamu 96 apresentaram valores respectivos de 59,5 cm e 63,7 cm, sendo esse último mais sensível às mudanças bruscas de ambiente

Tabela 3. Altura de plantas em (cm) e índice de colheita (%) de quinze genótipos de grão de bico cultivados em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011

Genótipo	Época de plantio							
	20/01	01/03	21/03	Média	20/01	01/03	21/03	Média
	Altura (cm)				Índice de colheita (%)			
Cícero	57 c	40 c	33 b	43	8,48 b	19,98 b	22,73 a	17,06
IAC Marrocos	63 b	54 a	45 a	54	15,06 a	19,02 b	5,67 c	13,25
Jamu 96	48 c	39 c	26 b	38	19,44 a	19,19 b	32,02 a	23,55
Nacional 29	65 b	46 b	37 b	49	17,44 a	27,84 a	28,97 a	24,75
Joly	70 b	50 b	41 b	54	13,28 b	14,39 b	17,91 b	15,19
BG 1392	70 b	47 b	37 b	51	15,58 a	16,62 b	22,61 a	18,27
Astro	72 b	52 a	35 b	53	11,65 b	16,36 b	13,02 b	13,68
B. Sinaloa 92	74 a	49 b	47 a	57	19,55 a	19,01 b	17,68 b	18,75
ICCV 10	39 d	30 d	29 b	33	13,06 b	27,81 a	37,24 a	26,04
FLIP 06-155C	79 a	59 a	60 a	66	18,57 a	14,98 b	14,17 b	15,91
FLIP02-23C	78 a	46 b	51 a	58	17,10 a	23,30 a	12,91 b	17,77
ILC 1929	72 b	49 b	46 a	56	20,84 a	15,66 b	8,22 c	14,91
FLIP 03-35C	83 a	46 b	54 a	61	17,13 a	16,16 b	16,45 b	16,58
FLIP 06-34C	72 b	51 a	49 a	57	15,73 a	19,59 b	16,05 b	17,12
FLIP03-109C	77 a	47 b	52 a	59	19,52 a	27,61 a	13,42 b	20,18
CV %	8,03	8,84	14,65	---	9,69	12,26	15,34	---

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

(Valenzuela et al., 2008). Cultivares com maior crescimento tem um papel importante na proteção do solo auxiliando no controle e/ou impedindo o crescimento de plantas espontâneas. Observando os resultados de altura de plantas de cultivares de grão de bico nas diferentes épocas de plantio conclui-se que mesmo com a diminuição da disponibilidade hídrica no solo, as plantas de todos os genótipos testados cresceram o suficiente para permitir a colheita mecanizada do grão.

Índice de Colheita (IC) – A utilização do índice de colheita (IC), no contexto agrônomico, é enfatizada em inúmeros estudos como indicativo de eficiência produtiva. O IC apresentou variação de 13,25 a 26,04% (Tabela 3). A análise de variância mostrou significância no nível de 1% para época de plantio, genótipo e na interação genótipo \times época, demonstrando que os genótipos comportaram-se diferentemente nas épocas de plantio. Três grupos foram formados após a comparação das médias do IC: Grupo 1: composto por genótipos com melhor desempenho: ICCV 10 (26,04%), Nacional 29 (24,75%), Jamu 96 (23,55%) e FLIP03-109C (20,18%); Grupo 2: composto por Blanco Sinaloa 92 (18,75), BG 1392 (18,27%), FLIP02-23C (17,77%), FLIP06-34C (17,12%), Cícero (17,06%) e FLIP 03-35C (16,58%) e Grupo 3: composto por FLIP 06-155C (15,91%), Joly (15,19%), ILC 1929 (14,91%), Astro (13,68%) e IAC Marrocos (13,25%). Os valores obtidos são baixos quando comparados com aqueles obtidos em ambientes de maior latitude, que chegaram a 68% (Khan et al., 2004; Mbarek et al., 2009; Khan et al., 2011). Adversidades ambientais geralmente redundam em menor IC. Em nossos ensaios, na 1ª época de plantio as condições de umidade foram mais favoráveis, os valores do IC foram mais baixos em relação à 2ª e 3ª época. Uma possível explicação é que a ocorrência de temperaturas altas no primeiro plantio tenha favorecido o desenvolvimento vegetativo aumentando o peso de plantas e consequentemente diminuindo o IC.

Arquitetura de Plantas – Nos quinze genótipos testados, três tipos de arquitetura de plantas foram identificados (Tabela 4): [a] ereto: Jamu 96, FLIP03-35C, FLIP02-23C e ICCV 10; [b] semi-ereto: Cícero, Astro, Joly, FLIP03-109C, Blanco Sinaloa 92, BG 1392, FLIP 06-155C e FLIP 06-34C; [c] semi-prostrado: IAC Marrocos, ILC 1929 e Nacional 29. O tipo ereto

Tabela 4. Arquitetura de plantas em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília. 2011

Genótipo	Época de plantio		
	20/01	01/03	21/03
Cícero	SE	SE	SE
IAC Marrocos	P	SP	SP
Jamu 96	E	E	E
Nacional 29	P	SP	SP
Astro	SE	SE	SE
Joly	SP	SE	SE
ILC 1929	SP	SE	SP
FLIP03-109C	SE	E	SE
FLIP 03-35C	SE	E	E
FLIP02-23C	E	E	E
ICCV 10	E	E	E
B. Sinaloa 92	SE	SE	E
BG 1392	SE	SE	SE
FLIP 06-155C	SE	SE	SE
FLIP 06-34C	SE	E	SE

E = planta totalmente ereta, SE = planta semiereta ou levemente inclinada, SP = planta semi-prostrada e P = planta totalmente prostrada no solo.

tem se mostrado mais adaptado para plantios de inverno, com a localização das vagens na parte superior das plantas o que facilita a colheita mecânica (Saccardo & Calcagno, 1990). Em um experimento conduzido na Sicília, com genótipos de diferentes arquiteturas de plantas, ficou evidente que a densidade de até 80 plantas m^{-2} é mais adequada aos tipos eretos, enquanto nos prostrados a densidade adequada foi de no máximo 24 plantas m^{-2} . O primeiro tipo de arquitetura pode interceptar uma grande porção da radiação solar, competindo com plantas espontâneas e aproveitando com maior eficiência a umidade do solo (Saccardo & Calcagno, 1990). Com exceção dos genótipos IAC Marrocos, ILC 1929 e Nacional 29, todos os demais apresentaram TP favoráveis à colheita mecânica. O Jamu 96 foi o único a apresentar porte baixo permitindo, portanto aumentos na população de plantas e consequentemente melhorias no rendimento.

Correlações entre caracteres – A estimativa da variabilidade genética é pré-requisito em programas de melhoramento que visam indicação de cultivares competitivas (Malik et al., 2010). A correlação simples (fenotípica) entre dois caracteres compreende causas genéticas e ambientais, porém somente as causas de origem genéticas apresentam natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada na orientação de programas de melhoramento (Cruz & Regazzi, 1997). O conhecimento da correlação de diferentes caracteres em grão de bico pode aumentar a eficiência do processo de seleção baseada nos componentes de produção ou rendimento de grãos (Renukadevi et al., 2006). Quando se consideram dias para floração, altura de planta, dias para maturação, rendimento, peso de 1000 sementes e índice de colheita (Tabela 5), verifica-se que o rendimento apresentou correlação positiva e significativa a 1% com altura de plantas (0,61), dias para maturação (0,65), peso total da planta (0,86) e índice de colheita (0,43). Os resultados apresentados de altura de planta e dias para maturação diferem de resultados obtidos anteriormente, enquanto, produção total e índice de colheita estão em conformidade com trabalhos prévios (Kumar et al., 2003; Malik et al., 2010). O peso de 1000 sementes correlacionou negativamente com dias para floração (-0,56), indicando que genótipos com floração precoce podem apresentar sementes maiores. Kumar et al. (2003) encontraram resultado semelhante (-0,55) enquanto Malik et al. (1988) registraram resultado divergente (0,53). Por sua vez, Toker & Çagırgan (1998) encontraram fraca correlação entre peso de 1000 sementes e a floração. Altura de plantas correlacionou positivamente com dias para maturação (0,77) indicando que genótipos mais tardios têm crescimentos maiores, como se poderia esperar. Entretanto nossos dados divergem dos encontrados em outros locais com valores entre 0,02 e 0,37 e não significativos (Malik et al., 1988; Kumar et al., 2003; Malik et al., 2010). Correlação entre duas variáveis pode ser o resultado do efeito de duas variáveis em uma terceira ou resultado da interação de um grupo de variáveis (Cruz & Regazzi, 1997). Desta forma, correlação da altura de plantas com a maturação pode ser influenciada pelos efeitos ambientais, podendo não ser uma medida real da causa e efeito.

Desta forma, a análise comparativa dos ensaios indica que a época mais favorável ao plantio do grão de bico de sequeiro no Cerrado é durante o mês de janeiro. Do ponto de vista do

Tabela 5. Coeficiente de correlação entre sete características em quinze genótipos de grão de bico cultivados sob condições de sequeiro Embrapa Hortaliças, Brasília. 2011

Caracteres	1	2	3	4	5	6	7
1 - Dias floração	1,00	0,06	0,11	0,15	0,04	-0,56**	-0,24
2 - Altura de planta		1,00	0,77**	0,81**	0,61**	0,05	-0,28
3 - Dias maturação			1,00	0,79**	0,65**	-0,09	-0,13
4 - Peso planta				1,00	0,86**	-0,09	-0,04
5 - Rendimento					1,00	-0,05	0,43**
6 - Peso 1000 sementes						1,00	0,02
7 - Índice de colheita							1,00

** Significância a 1%

melhoramento genético, os genótipos BG 1392 e Cícero podem ser utilizados no melhoramento genético como progenitores com objetivo de melhorar qualidade de grão para consumo seco. Por sua vez, FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-35C, FLIP06-155C, FLIP06-34C e Jamu 96 mostram melhor regularidade produtiva como indicado pelos rendimentos desses genótipos nas três épocas de semeadura. Além disso, esses genótipos apresentaram desempenhos superiores às cultivares comerciais (Cícero e IAC-Marrocos), possuindo um conjunto de características morfoagronômicas desejáveis ao cultivo de sequeiro na região do Cerrado. Esses acessos podem ser empregados como parentais em programas de melhoramento genético da cultura ou podem ser avaliados comercialmente em novos testes de competições de cultivares como futuras opções de cultivo nas condições agroecológicas da região.

Conclusões

O grão de bico pode ser considerado uma excelente opção de cultivo no Cerrado no período de sequeiro.

Os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-34C e Jamu 96 apresentam um conjunto de características morfoagronômicas desejáveis e foram superiores às cultivares comerciais cultivadas de grão de bico no Brasil.

Literatura Citada

- Alwawi, H.; Moulla, M.; Choumane, W. Genotype-environment interaction and genetic parameters in chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. Middle-East Journal of Scientific Research, v. 4, n.3, p.231–236.2009. <[http://www.idosi.org/mejsr/mejsr4\(3\)/18.pdf](http://www.idosi.org/mejsr/mejsr4(3)/18.pdf)>. 17 Jul. 2014.
- Anbessa, Y.; Bejiga, G. Evaluation of Ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought. Genetic Resources and Crop Evolution, v. 49, n.6, p.557–564, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1021210601480>>.
- Anbessa, Y.; Warkentin, T.; Vandenberg, A.; Ball, R. Inheritance of time to flowering in chickpea in a short-season temperate environment. Journal of Heredity, v.97, n.1, p.55–61, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1093/jhered/esj009>>.
- Arshad, M.; Bakhsh, A.; Ghafoor, A.A. Path coefficient analyses in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions. Pakistan Journal of Botany, v.36, n.1, p.75–81, 2004. <[http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/36\(1\)/PJB36\(1\)075.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/36(1)/PJB36(1)075.pdf)>. 17 Jul. 2014.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J. Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390p.
- Gaur, P.M.; Pande, S.; Upadhyaya, H.D.; Rao, B.V. Extra-large kabuli chickpea with high resistance to *Fusarium* wilt. Journal of SAT Agricultural Research, v.2, n.1, 2006. <<http://www.icrisat.org/journal/cropimprovement/v2i1/v2i1extralargekabuli.pdf>>. 22 Jun. 2014.
- Khamssi, N.N.; Golezani, K.G.; Najaphy, A.; Zehtab, S. Evaluation of grain filling period and resistance indices under acclimation to gradual water deficit stress in chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science, v.5, n.6, p.1044–1049, 2011. <http://eprints.icrisat.ac.in/37401/AJCS_5_6_1044-1049_2011.pdf>. 25 Jun. 2014.
- Khamssi, N.N.; Golezani, K.G.; Salmasi, S.Z.; Najaphy, A. Effects of water deficit stress on field performance of chickpea cultivars. African Journal of Agricultural Research, v.5, n.15, p.1973–1977, 2010. <<http://dx.doi.org/10.5897/AJAR09.705>>.
- Khan A; Rahim M; Ahmad F; Ali A. Performance of chickpea genotypes under Swat Valley conditions. Journal of Research (Science), v.15, n.1, p.91–95, 2004. <<http://www.bzu.edu.pk/jrscience/vol15no1/14.pdf>>. 22 Jun. 2014.
- Khan, I.A.; Alam, S.S.; Haq, A.; Jabbar A. Biochemistry of resistance in chickpea against wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. Pakistan Journal of Botany, v. 37, n.1, p.97–104, 2005. <[http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/37\(1\)/PJB37\(1\)097.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/37(1)/PJB37(1)097.pdf)>. 12 Jul. 2014.
- Khan, R.; Tullah, F.; Khan, H. Dissection of genetic variability and heritability estimates of chickpea germplasm for various morphological markers and quantitative traits. Sharhad Journal Agriculture, v.27, n.1, p.67–72, 2011. <http://www.aup.edu.pk/sj_pdf/DISSECTION%20OF%20GENETIC%20VARIABILITY%20AND%20HERITABILITY.pdf>. 12 Jul. 2014.
- Khatun, A.; Bhuiyan, Mah.; Hasan, M.K. Effect of seed collected from different parts of chickpea varieties on growth, yield and yield attributes of chickpea. Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture, v.32, n.1, p. 9–16, 2009. <https://www.jstage.jst.go.jp/article/bita/32/1/32_1_9/_pdf>. 22 Jun. 2014.
- Knights, E.J.; Açikgoz, N.; Warkentin, T.; Bejica, G.; Yadav, S.S.; Sandhu, J.S. Area, production and distribution. In: Yadav S.S.; Redden, R.J.; Chen, W.; Sharma, B. (Eds.). Chickpea breeding and management. Wallingford: CABI, 2007. Chap. 7, p.167-178.
- Kumar, N.; Nandwal, A.S.; Devi, S.; Sharma, K.D.; Yadav, A.; Waldia, R.S. Root characteristics, plant water status and CO₂ exchange in relation to drought tolerance in chickpea. Journal of SAT Agricultural Research, v. 8, n.1, p. 1–5, 2010. <http://ejournal.icrisat.org/Volume8/Chickpea_pigeonpea/Root_characteristics.pdf>. 10 Jul. 2014.
- Kumar, S.; Arora, P.P.; Jeena, A.S. Correlation studies for yield and its components in chickpea. Agricultural Science Digest, v. 23, n.3, p.229–230, 2003. <<http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:asd&volume=23&issue=3&article=021>>. 22 Jun. 2014.
- Malik, B.A.; Khan, I.A.; Malik, M.R. Genetic variability and correlations among metric traits in chickpea. Pakistan Journal of Agricultural Research, v.9, n.3, p.352–354, 1988. <<http://www.cabi.org/cabdirect/FullTextPDF/Pre2000/19901614203.pdf>>. 10 Jun. 2014.

- Malik, S.R.; Bakhsh, A.; Asif, M.A.; Iqbal, U.; Iqbal, S.M. Assessment of genetic variability and interrelationship among some agronomic traits in chickpea. *International Journal of Agriculture & Biology*, v. 12, n.1, p. 81–85, 2010. <http://www.fspublishers.org/published_papers/19228_..pdf>. 22 Jun. 2014.
- Mbarek, K.; Boujelben, A.; Boubaker, M.; Hannachi, C. Criblage et performances agronomiques de 45 géotypes de pois chiche (*Cicer arietinum* L.) soumis à un régime hydrique limité. *Base, Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, v.13, n.3, p.382–393, 2009. <<http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=4512>>. 02 Jul. 2014.
- Nascimento, W.M. Introdução. In: Nascimento, W.M.; Pessoa, H.B.S.V.; Giordano, L.B. (Eds.). *Cultivo do grão de bico (Cicer arietinum L.)*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1998. p.1. ((Embrapa-CNPq. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 14).
- Or, E.; Hovav, R.; Abbo, S. A major gene for flowering time in chickpea. *Crop Science*, v.39, n.2, p.315–322. 1999. <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900020002x>>.
- Parameshwarappa, S.G.; Salimath, P.M. Field screening of chickpea genotypes for drought resistance. *Journal of Agricultural Science*, v.21, n.1, p.113–114, 2008. <<http://14.139.155.167/test5/index.php/kjas/article/viewFile/1141/1133>>. 10 Jun. 2014.
- Renukadevi, P.; Subbal-Akshmi, B. Correlations and path coefficient analysis in chickpea. *Legume Research*, v.29, n.3, p. 201–204. 2006. <<http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:lr&volume=29&issue=3&article=009>>. 02 Jul. 2014.
- Sabaghpour, S.H.; Mahmodi, A.A.; Saeed, A.; Kamel, M.; Malhotra, R.S. Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. *Indian Journal of Crop Science*, v. 1, n.1-2, p.70–73, 2006. <<http://www.satishserial.com/issn0973-4880/chapter11.pdf>>.
- Saccardo, F.; Calcagno, F. Consideration of chickpea plant ideotypes for spring and winter sowing. *Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéennes*, v.9, p.35–41, 1990. <<http://om.ciheam.org/om/pdf/a09/91605008.pdf>>. 02 Jul. 2014.
- Singh, K.B. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, v.53, n.1-3, p.161–170, 1997. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00029-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00029-4)>.
- Spehar, C.R.; Pereira, E.A.; Sousa, L.A.C. Legume improvement in acidic and less fertile soils. In: Pratap, A.; Kumar, J. (Eds.). *Biology and breeding of food legumes*. Kanpur: CABI, 2011. Chap. 17, p. 262–275.
- Toker, G.; Çağırğan, M.I. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, v. 22, n.6, p.615–621, 1998. <<http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-98-22-6/tar-22-6-13-97023.pdf>>. 22 Jun. 2014.
- Valenzuela, I.P.; Valenzuela, R.I.V.; Castro, C.M.A.; Pére, A.S.; Sánchez, E.S. Comportamiento Agronómico de Genotipos de Garbanzo en Siembra Tardía en El Valle Del Mayo, Sonora, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, v. 31, n.1, p.43–49, 2008. <<http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/31-1/4a.pdf>>. 02 Jul. 2014.
- Yaqoob, M.; Holington, P.A.; Gorham, J. Shoots, root and flowering time studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under two moisture regimes. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v.24, n.1, p.73–78, 2012. <<http://ejfa.info/index.php/ejfa/article/view/10600/5381>>. 22 Jun. 2014.
- Yücel, D.O.; Anlarsal, A.E.; Mart, D.; Yücel, C. Effects of drought stress on early seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *World Applied Sciences Journal*, v.11, n.4, p.478–485, 2010. <[http://www.idosi.org/wasj/wasj11\(4\)/17.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj11(4)/17.pdf)>. 02 Jul. 2014.