



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

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GRÃO DE BICO NO  
CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO**

**OSMAR PEREIRA ARTIAGA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF**  
**Março/2012**



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

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GRÃO DE BICO NO  
CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO**

**OSMAR PEREIRA ARTIAGA**

**ORIENTADOR: CARLOS ROBERTO SPEHAR, Ph. D**

**CO-ORIENTADOR: WARLEY MARCOS NASCIMENTO, Ph. D**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
EM AGRONOMIA**

**PUBLICAÇÃO: 40/2012**

**BRASÍLIA/DF**

**Março/2012**



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

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GRÃO DE BICO NO  
CERRADO DO PLANALTO CENTRAL BRASILEIRO**

**OSMAR PEREIRA ARTIAGA**

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

**APROVADA POR:**

---

**Prof. CARLOS ROBERTO SPEHAR, Ph. D, Universidade de Brasília (UNB), CPF: 122.262.116-94**  
**e-mail: spehar@unb.br**

---

**Prof.ª NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA, Dr. (Universidade de Brasília), CPF: 033.300.726-36**  
**e-mail: narasouza@unb.br**

---

**LEONARDO SILVA BOITEUX Ph. D (Embrapa Hortaliças), CPF: 381.496.721-68**  
**e-mail: boiteaux@cnph.embrapa.br**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Artiaga, Osmar Pereira  
Avaliação de genótipos de grão de bico no Cerrado do Planalto Central Brasileiro / Osmar Pereira  
Artiaga; orientação de Carlos Roberto Spehar. – Brasília, 2012.  
92 p.: il.  
Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina  
Veterinária, 2012.

1. *Cicer arietinum* L. 2. Épocas de Plantio. 3. Sistemas Agrícolas. 4. Brasil  
I. Spehar, C.R. II. Título. PhD.

**ARTIAGA, O.P. Avaliação de genótipos de grão de bico no Cerrado do Planalto Central Brasileiro.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012, 92 p. Dissertação de Mestrado.

### CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Osmar Pereira Artiaga

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Avaliação de genótipos de grão de bico no Cerrado do Planalto Central Brasileiro.

GRAU: Mestre ANO: 2012

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

-----  
Nome: Osmar Pereira Artiaga

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Eunice Sousa Artiaga minha professora do primário e também minha mãe, a Osório Pereira Artiaga meu pai agricultor aposentado em Alto Horizonte-GO.

A meus filhos Alexandre Fuckner Artiaga e Isabella Fuckner Artiaga minha verdadeira motivação e que eles possam crer que somente através do estudo e do conhecimento é que podem atingir o verdadeiro sucesso.

A minha companheira Ingrid O. F. Artiaga minha verdadeira inspiração.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde e oportunidade para realizar este trabalho.

A UNB-FAV pela oportunidade de adquirir novos conhecimentos.

A Embrapa Hortaliças por permitir a condução e realização dos experimentos e fornecer o material genético.

Ao meu orientador Prof. Carlos Roberto Spehar pelos conselhos, dicas e ensinamentos.

Ao meu co-orientador Dr. Warley Marcos Nascimento pelo apoio irrestrito e maneira sincera com que apresentou ideias e conselhos.

Agradeço de forma especial ao meu Professor de Inglês Brendan Patrick Walsh pelos ensinamentos, palavras de incentivo e ao aperfeiçoamento da compreensão desta língua.

Ao Dr. Antonio Williams Moita pela paciência e apoio nas análises estatísticas, meu sincero reconhecimento.

Ao Prof. Dr. Marcelo Fagioli pelas orientações na elaboração do projeto de Pesquisa.

A colega Patrícia Silva pela parceria e ajuda nas análises, meu reconhecimento.

Agradeço a Mariza Ottoni Fuckner, minha querida sogra, pela paciência na correção da ortografia.

Aos funcionários da Embrapa Hortaliças pela atenção e apoio na condução dos experimentos. De forma especial agradeço ao Virgílio, Karlão, Jorge, Valdir, Elias, Lourenço e também às estagiárias Juliana e Mariana.

Aos funcionários da Fazenda Futurama: Edmar, Clovis, Nélio, Oscar e Tonhão pela dedicação e paciência no plantio, colheita e trilha dos experimentos.

Agradeço também a todos os professores da FAV que me proporcionaram momentos agradáveis, de um conhecimento mais profundo.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1. Perspectivas do Grão de Bico no Brasil.....	15
2. Usos do Grão de Bico.....	16
3. Importâncias Socioeconômicas.....	18
4. Características Botânicas.....	18
5. Fixação do Nitrogênio.....	21
6. Maturação.....	22
7. Manejo do Estresse Abiótico.....	23
8. Manejo do Estresse Biótico.....	23
9. Genética do Grão de Bico.....	25
10. Resultados do Melhoramento.....	26
OBJETIVOS.....	27
Geral .....	27
Específicos.....	27
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	28
CAPÍTULO I.....	32
Avaliação de genótipos de grão de bico em sequeiro nas condições de Cerrado	
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
Localização do Experimento.....	37
Genótipos Utilizados no Experimento.....	37
Delineamento Experimental e Condições Climáticas.....	38
Avaliações Experimentais.....	38
Características do Solo e Condições de Semeadura.....	39
Práticas Culturais Utilizadas.....	39
Colheita.....	40
Análise de Dados.....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
Floração.....	41

Maturação.....	43
Altura de Plantas.....	45
Arquitetura de Plantas.....	47
Peso de 1000 Sementes.....	49
Índice de Colheita.....	51
Rendimento de Grãos.....	53
Correlações.....	55
CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
CAPÍTULO II.....	64
Avaliação de genótipos de grão de bico sob irrigação nas condições de Cerrado	
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	66
INTRODUÇÃO.....	67
MATERIAL E MÉTODOS.....	68
Localização do Experimento.....	68
Genótipos Utilizados no Experimento.....	68
Delineamento Experimental e Condições Climáticas.....	69
Avaliações Experimentais.....	70
Análise de Solo e Condições de Semeadura.....	71
Práticas Culturais Utilizadas.....	71
Colheita.....	72
Análise Estatística.....	72
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

## ÍNDICE DE TABELAS

### Capítulo I

Tabela 1: Características climáticas no período de condução em área experimental. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----38

Tabela 2: Características químicas do solo da área experimental. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----39

Tabela 3: Análise de variância para florescimento, maturação, altura de plantas, peso de 1000 sementes, índice de colheita e produção de parcela de quinze genótipos de grão de bico em três épocas de semeadura, Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----41

Tabela 4: Número de dias à floração a partir da emergência em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----43

Tabela 5: Número de dias à maturação após a emergência em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----45

Tabela 6: Altura de plantas em (cm) com quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----47

Tabela 7: Arquitetura de plantas em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----49

Tabela 8: Peso de 1000 sementes (g) em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----51

Tabela 9: Índice de colheita (%) de quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----53

Tabela 10: Rendimento (kg ha<sup>-1</sup>) em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----55

Tabela 11: Coeficiente de correlação entre sete características em quinze genótipos de grão de bico. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

-----56

## Capítulo II

Tabela 1.a - Turno de rega de pivô central em experimento de grão de bico.

Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----69

Tabela 1b- Média mensal de chuvas. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----70

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----71

Tabela 3: Análise de variância para florescimento, maturação, altura de plantas, peso de 1000 sementes, Índice de biomassa e peso de parcela de quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de semeadura, Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----73

Tabela 4: Resultados de Produção em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio em sistema irrigado com pivô central. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----76

Tabela 5. Coeficiente de correlação fenotípica de seis características de grão de bico. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----77

Tabela 6: Número de dias à floração a partir da emergência em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----79

Tabela 7: Número de dias à maturação após emergência em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----81

Tabela 8: Altura de plantas em quinze acessos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----82

Tabela 9: Arquitetura de plantas em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----84

Tabela 10: Índice de Colheita (%) de quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----85

Tabela 11: Peso de 1000 sementes(g) em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

-----87

## RESUMO

### **Avaliação de genótipos de grão de bico no Cerrado do Planalto Central**

O grão de bico (*Cicer arietinum* L.) é uma espécie pouco conhecida no Cerrado do Planalto Central, ainda que, mundialmente, seja considerada a terceira leguminosa mais importante com uma área cultivada de cerca de 12 milhões de hectares. O grão de bico é usado como alimento, industrialmente e também como terapêutico. O Brasil apresenta consumo limitado desta leguminosa devido ao alto custo praticado no mercado em consequência da ausência de produção. Este estudo teve como objetivo investigar o potencial produtivo e selecionar genótipos com características superiores para cultivo no Cerrado em condições tanto de sequeiro como irrigado. Foram conduzidos dois ensaios: o primeiro com treze genótipos de origens diversas e duas cultivares recomendadas como testemunhas em três épocas de plantio na Embrapa Hortaliças no Distrito Federal em sequeiro; o segundo em área irrigada por pivô central no município de Cristalina-GO com quatro épocas de plantio utilizando os mesmos acessos. Os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C e FLIP06-34C foram superiores às duas testemunhas, possuindo características morfoagronômicas desejáveis nos dois sistemas de produção e com indicação para cultivo no Cerrado. Os genótipos BG 1392, Cícero, Blanco Sinaloa 92 e Jamu 96 mesmo com rendimentos inferiores, mas com características superiores do grão, podem ser utilizados em programas de melhoramento do grão de bico. As sementeiras nos meses de janeiro e abril proporcionaram melhores resultados, nos sistemas de sequeiro e irrigados, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Cicer arietinum* L., épocas de plantio, sistemas agrícolas, Brasil.

## **ABSTRACT**

### **Chickpea genotype evaluation in the Planalto Central Brazilian Cerrado**

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is a yet little cultivated species in the Planalto Central Cerrado even though it is considered the third most import legume in the world with an cultivated area of 12 million hectares. Chickpea is used for food, industry and therapeutic purposes. Brazilian chickpea consumption is limited due to high prices and lack of domestic production. The aim of the present study was to investigate yield potential and selection of genetic materials with superior characteristics for Cerrado under drought and irrigated conditions. The first trial was setup using thirteen genotypes from different origins and two varieties (recommended as checks), planted in three sowing times at the Embrapa Vegetables in Brasilia under drought conditions. The second trial was set up in an irrigated area with a central pivot system in Cristalina, GO in sowing times using the same genotypes. The genotypes FLIP03-109C, FLIP02-23C and FLIP06-34C proved to be superior to both checks with desirable morph agronomic characteristics in both production systems. These genotypes were indicated for Cerrado cultivation. The BG1392, Cicero, Blanco Sinaloa 92 and Jamu 96 even with lower yields but with good grain, characteristics, may be recommended for use in chickpea breeding programs. Sowing of January and April showed better results in the drought and irrigated systems, respectively.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L., sowing dates, cropping systems, Brazil.

## INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento populacional e o conseqüente aumento na demanda por alimentos têm provocado forte pressão sobre a agropecuária mundial. A solução deste problema depende do aumento da produtividade e da área cultivada bem como da introdução de novas espécies nos sistemas de cultivo. Esta demanda elevada causa impactos sobre o solo e os demais componentes ambientais (SPEHAR, 2011).

O grão de bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das mais importantes leguminosas cultivadas no mundo e tem papel importante na alimentação de milhões de pessoas ao redor do mundo. O seu grão contém altas taxas de proteínas, aminoácidos e minerais (WESCHE-EBELING, 2001). A produção e o consumo dessa leguminosa estão, em sua maioria, nos países em desenvolvimento, como no subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte da África, Sudoeste Europeu e Centro América. (NENE, 1981). As baixas produtividades estão associadas às deficiências tecnológicas, como reduzido uso de fertilizantes para atender a demanda da planta e de água em plantios de sequeiro. No período de 1961 a 2005 cultivaram-se entre 8,7 a 12,2 milhões de hectares e a produtividade oscilou de 490 a 820 kg ha<sup>-1</sup> (KNIGHTS, 2007), o que representa cerca de 50% dos resultados obtidos pela pesquisa com grão de bico no Brasil.

O cultivo do grão de bico atualmente está presente em mais de 44 países. Dados de 1994 mostravam o cultivo em no máximo 33 países, o que indica um aumento significativo na popularidade mundial da cultura. Os dez países com maior área (mil ha) cultivada são: Índia (6.665), Paquistão (1.045), Turquia (723), Irã (646), Austrália (152), Etiópia (132), México (124), Myamar (101), Malásia (95), Bangladesh (91). Os dez países com maior produtividade em kg/ha são: Líbano (2.039), Jordânia (1.700), México (1.597), Egito (1.557), China e Israel (1.333), Itália (1.253) Macedônia e Antiga República Iugoslava (1.200), e Chile (1.187). Semelhantemente a outros legumes, a produção de grão de bico aumentou apenas marginalmente durante as últimas três décadas devido à diminuição da área plantada, enquanto a produtividade aumentou em torno de 37% durante o mesmo período. Isto se deve ao desenvolvimento de novas cultivares com alto rendimento e também aprimoramento das tecnologias de produção (SINGH, 1999).

Mesmo não existindo nenhuma área comercial de produção de grão de bico no Brasil, várias tentativas foram feitas no passado. A primeira citação de plantio de grão de bico no Brasil, remonta à primeira guerra mundial quando foram feitos vários

plantios nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, predominando quatro cultivares de origem Européia com sementes grandes sendo: “Cornudo branco de Provença”, “Extra da Sicília”, “Málaga” e “Sauco” (CORRÊA, 1926).

Outras tentativas foram realizadas quando em 1979 o Instituto Agrônômico de Campinas introduziu várias linhagens do norte da África, e destas selecionou a IAC-Marrocos e a recomendou para todo Estado de São Paulo. A Embrapa Hortaliças em 1984 introduziu linhagens do México e selecionou e recomendou para a região Centro Oeste a cultivar Cícero (GIORDANO, 1998). No ano de 1999 a EPAMIG recomendou para o sul de Minas Gerais a cultivar Leopoldina oriunda de seleção de linhagens originadas do ICRISAT na Índia (VIEIRA, 1999).

Na atualidade somente a Embrapa mantém a produção de sementes básicas da cultivar Cícero, onde são fornecidas pequenas quantidades para a pesquisa com grão de bico. Todos os programas de melhoramento iniciados no estado de São Paulo pelo IAC, Distrito Federal pela Embrapa e Minas Gerais pela EPAMIG foram interrompidos.

Os maiores desafios da pesquisa agrícola para indicação de uma nova opção para cultivo em escala são:

- Capacidade de adaptação da espécie aos sistemas de cultivos já existentes;
- Produção equilibrada com sustentabilidade econômica e ambiental;
- Cultivares com alto valor nutritivo para consumo humano e produção de ração animal.

A cultura do grão de bico preenche estes requisitos e pode, em curto espaço de tempo, ser considerada uma nova opção de cultivo para região do Distrito Federal. Isso com a intensificação do melhoramento genético, desenvolvimento de cultivares com melhor aplicabilidade tanto no comércio de grãos in natura como no industrial, mais produtivas e responsivas à alta tecnologia aplicada na região.

Como ocorre com a cultura do feijão, o grão de bico pode ser plantado em dois sistemas distintos na região do cerrado: durante o final de janeiro até meados de fevereiro aproveitando a umidade do final das chuvas (cultivo de sequeiro), o outro, com irrigação suplementar, no mês de março em sucessão com milho (cultivo de inverno).

O genótipo ideal de grão de bico para o cerrado deve apresentar: alta responsividade à tecnologia, como fertilizantes e água, ser resistente a lagarta das vagens, e aos principais fungos de solo, apresentar arquitetura de planta que permita a

colheita mecânica, eficiência na fixação simbiótica do nitrogênio, ter tipo de grão que atenda as necessidades da indústria e também o consumo in natura. E por último, apresentar atributos qualitativos máximos de proteínas, gorduras e minerais, impactando positivamente questões relativas à segurança alimentar.

O objetivo principal deste trabalho foi identificar materiais genéticos de grão de bico que apresentassem estas características e que por meio do melhoramento genético obter cultivares que possam ser utilizadas por produtores e oferecer à sociedade um alimento de qualidade e acessível a todos.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **1. Perspectivas do Grão de Bico no Brasil**

A pequena produção brasileira, sem registros nas estatísticas nacionais e mundiais, é insuficiente para atender o consumo interno, havendo necessidade de importação de quantidades crescentes do produto. As importações brasileiras, em sua maior parte são provenientes do México, do Chile e da Turquia. (BRAGA, 1998; NASCIMENTO, 1998). A Austrália emerge como principal produtor de grão de bico, mesmo com um consumo interno relativamente baixo, sendo que esta produção tem um objetivo bastante específico que é a exportação (SINGH, 1999). No Brasil, principalmente na região do cerrado com extensas áreas agrícolas e com poucas opções de cultivos, o grão de bico pode ser de grande importância, pois pode atender tanto o mercado interno quanto a comercialização do excedente para exportação.

No Cerrado, o grão de bico foi cultivado pela primeira vez em 1977 para avaliar seu comportamento agroclimático sob condições do Distrito Federal, obtendo-se a seguinte conclusão: “A cultura é altamente viável do ponto de vista econômico, mesmo tendo mercado interno limitado, pois se adapta facilmente as condições de clima e solos dos Cerrados” (SHARMA, 1985).

O grão de bico pode ser classificado em dois grupos de cultivares: kabuli e desi. Este último grupo apresenta grãos menores de diferentes colorações e tem predominância na Índia, que é o maior produtor mundial dessa leguminosa e não é comercializado no Brasil. As cultivares pertencentes ao grupo kabuli apresentam grãos de cor creme e tamanho médio a grandes e sendo preferidos pelo consumidor brasileiro (VIEIRA, 1999).

Na região Centro–Oeste do Brasil, a cultura se desenvolve no período seco de inverno, em locais de maiores altitudes, necessitando de irrigação suplementar. Os intervalos de temperatura máxima e mínimas mais favoráveis à maior parte das cultivares são de 25 a 30°C e de 10 a 15°C, respectivamente (NASCIMENTO, 1998).

## **2. Usos do Grão de Bico**

### **Como alimento**

O grande estímulo ao consumo do grão de bico se baseia no teor de proteína variando de 25,3 a 28,9% (HULSE, 1991 citado por MAITI, 2001). As sementes brotadas são consumidas como vegetais ou saladas. Plantas novas e vagens verdes são consumidas da mesma forma que o espinafre. Uma pequena parte do grão quando manipulados pela indústria na forma de enlatados são consumidos principalmente na Turquia e América Latina onde são usados na produção de alimentos fermentados (MAITI, 2001).

Os grãos são consumidos frescos, secos fritos, torrados e cozidos na forma de lanches, doces e condimentados. Quando moídos na forma de farinhas são usados em sopas, pastas e para fazer pães e quando preparados com sal, pimenta e limão podem ser servidos como acompanhamentos (SAXENA, 1990; HULSE, 1991 citado por MAITI, 2001).

Várias práticas tradicionais de processamento ainda são usadas para conversão do grão em forma mais prática para o consumo. Estes processos incluem encharcamento, brotamento, fermentação, cozimento, cozimento sob pressão, torrefação, secagem e frituras. Alguns alimentos importantes são baseados nestes métodos de preparo (YADAV, 2007).

Na Índia, nas vilas e áreas rurais onde o grão de bico é cultivado, se coletam as folhas para cozimento. Estas folhas são lavadas, picadas e misturadas com folhas verdes de brássicas e cozidas durante 30 a 40 minutos em alta temperatura. Esta preparação é então misturada com farinha de milho, sal, pimenta e condimentos e consumida como vegetal verde (YADAV, 2007).

Uma forma bastante usual do consumo de grão de bico em países produtores é sob a forma de grãos em início de maturação fisiológica como petiscos. As vagens inteiras são colhidas e grelhadas e em algumas situações até as plantas inteiras podem ser grelhadas diretamente na brasa, as vagens são separadas e os grãos extraídos, e só

então se aplicam os temperos para o consumo. Os grãos verdes apresentam menor teor de amido e proteínas e mais açúcares do que quando totalmente maduros. São também mais facilmente digeridas. Este produto é comercializado em grandes cidades por produtores e comerciantes (YADAV, 2007).

Devido à produção insuficiente em muitos países, o uso do grão de bico é bastante restrito na alimentação humana após o cozimento. No México até 70% da produção é usada na alimentação para animais domésticos. A presença de fatores antinutricionais não é problema na alimentação de ruminantes, no entanto para não ruminantes é desejável a redução destes fatores e também do teor de fibras. O teor de gordura (4-10%) oferece uma superioridade ao alimento como fonte de energia, no entanto em relação às proteínas (22,5-26,5%) é inferior ao encontrado em outros grãos (CORDESSE, 1990).

### **Na Indústria**

Uma cola pode ser preparada a base de grão de bico, embora não seja resistente a água. É bastante utilizada na indústria de compensados (MAITI, 2001).

Na indústria de tecelagem o amido do grão de bico é bastante utilizado para dar um toque de seda e amaciar os tecidos (DUKE, 1981, citado por MAITI, 2001).

### **Uso medicinal**

O grão pode ser potencialmente utilizado para baixar níveis de colesterol no sangue (GERVANI, 1991 citado por MAITI, 2001). As folhas, hastes e vagens secretam ácido oxálico e málico e em regiões da Índia estes ácidos são coletados, utilizando um fino tecido depositado na folhagem no início da noite. Pela manhã o tecido encharcado é torcido e os ácidos são coletados em garrafas. Na medicina popular é usado para curar várias doenças tais como: bronquites, catarros, cólera, constipações, diarreias, flatulência, picada de cobra, insolação e calosidades (MAITI, 2001).

No subcontinente Indiano o uso do grão de bico brotado, no café da manhã é uma prática antiga devido à crença que controla o diabetes e problemas cardíacos. O grão brotado é usado em pequenas quantidades junto com tomate, cebola, alho e suco de limão. Este produto é ligeiramente adocicado devido à hidrólise do amido que pode ser fervido e usado diretamente ou secado, grelhado e moído antes do uso em um processo conhecido como “malting”, sendo fornecido preferencialmente para alimentar crianças com problemas de nutrição (YADAV, 2007).

No Chile uma mistura (4:1) de leite e grão de bico pode ser fornecida a crianças para controlar efetivamente a diarreia (MAITI, 2001).

### 3. Importância Socioeconômica

O grão de bico é a terceira leguminosa mais importante cultivada no mundo, seguido do feijão e ervilha. Como mencionado, existem relatos de cultivo em 44 países do mundo e oferece uma parcela substancial de proteínas nas dietas daqueles que são vegetarianos ou que não podem adquirir proteína animal de custo mais elevado. Desempenha papel vital em muitos sistemas agrícolas. Fixa o nitrogênio através da simbiose de bactérias do gênero *Rhizobium*. Dessa forma atende a maior demanda do nitrogênio, dispensando, portanto fertilizantes que contenham este elemento conseqüentemente barateando o seu cultivo e gerando renda ao produtor. A cultura adapta-se bem em sistemas de rotação com cereais ajudando a evitar o aumento de doenças, pragas e plantas espontâneas (SINGH, 1999).

### 4. Características Botânicas

#### Classificação

O grão de bico cultivado, *Cicer arietinum* L., é uma planta leguminosa, diplóide ( $2n=16$ ), autógama em que a polinização é completada antes da abertura das flores (REDDEN, 2007; BICER, 2008). Pertence a família *Fabaceae*, subfamília *Papilionoideae* e da tribo *Cicereae* Alef. O gênero *Cicer* tem 43 espécies sendo 9 anuais incluindo o grão de bico, 33 são perenes e 1 não especificada (SINGH, 1999).

O grão de bico é uma antiga leguminosa com ampla variação morfológica. A variação dos caracteres das plantas é devido a fatores genéticos e ambientais e também a interação entre eles (SINGH, 1999).

#### Tipos de grão de bico

São encontrados dois tipos distintos de grão de bico no mundo “Kabuli” e “Desi (VAN der MARSIN, 1972 citados por BIÇER, 2010):

Tipo desi: As sementes são coloridas e protegidas por um espesso tegumento. As cores mais comuns incluem várias tonalidades e combinações de marrom, amarelo, verde e preto. As sementes são geralmente pequenas e angulares com superfície rugosa. As flores geralmente são de cor rosa e as plantas mostram diversos graus de pigmentação de antocianina nas hastes. O tipo desi corresponde a 80-85% da área cultivada no mundo e o seu consumo é na forma de farinhas e grãos quebrados (GAUR, 2010).

Tipo kabuli: É caracterizado pela cor das sementes que são brancas ou beges com a forma da cabeça de carneiro, tegumento fino e liso. As flores são brancas com ausência de pigmentação de antocianina na haste. Comparando com o tipo desi, o kabuli tem níveis mais elevados de sacarose e níveis mais baixos de fibra. O tipo kabuli também é conhecido como macrosperma, e se apresenta com: vagens, folhas e grãos maiores e estatura mais alta (VAN DER MAESEN, 1972; MORENO e CUBERO, 1978) citado por GAUR, 2010. O kabuli geralmente apresenta maior valor de mercado. O preço aumenta proporcionalmente com tamanho do grão (GAUR, 2010).

A distribuição geográfica dos dois tipos se diferencia em que o kabuli predomina no oeste do Mediterrâneo onde o tipo desi é ausente. O desi é encontrado no leste do Mediterrâneo ao centro da Ásia e no subcontinente Indiano (CUBERO, 1978 citado por REDDEN, 2007).

Acredita-se que o tipo desi originou-se primeiro e o kabuli mais tarde através de mutação natural. Embora ambos os tipos se diferem em muitas características eles podem se cruzar com facilidade. Desse modo a transferência de genes de um para o outro pode ser feita com facilidade (SINGH, 1999).

### **Planta do grão de bico**

**Plântula**: O tipo de germinação do grão é hipógea. A plântula cresce ereta mostrando ao nível do solo as primeiras folhas que surgem fechadas. Os cotilédones permanecem sob o solo. As primeiras folhas verdadeiras têm dois ou três pares além de uma folha terminal. A maior parte da plântula é rica em pelos. A raiz primária é comprida e ramifica com muita rapidez (SINGH, 1999).

**Hastes**: A haste do grão de bico apresenta muitas ramificações. A maioria dos pesquisadores prefere classificá-las em primárias, secundárias e terciárias. Os cientistas que trabalham com grão de bico aceitam a descrição convencional de ramificações e propõe cinco classes de hastes:

- 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 primária basal);
- Secundária apical (emerge das axilas foliares da haste primária apical);
- Terciária (emerge das axilas foliares da haste secundária basal e apical).

As hastes de grão de bico podem apresentar duas cores: verde e com manchas de cor púrpura, as quais são utilizadas para diferenciar os dois tipos de grão de bico, *kabuli* de cor verde e *desi* de cor verde com manchas púrpuras (SINGH, 1999).

Pode-se ainda citar quatro hábitos de crescimento baseados na inclinação das hastes na vertical e são reconhecidos como: ereto, semi-ereto, semi prostrado e prostrado. Os tipos eretos e semi-eretos são preferidos para colheitas mecanizadas. Em áreas com baixa precipitação de chuvas e alta evapotranspiração, os tipos semi-prostrados e prostrados são os mais indicados (SINGH, 1999 e GAUR, 2010).

**Pubescência:** A superfície externa da planta é coberta densamente por pelos glandulares e não glandulares (SINGH, 1999).

**Raiz:** A massa radicular do grão de bico é importante para selecionar cultivares tolerantes à seca. Quanto mais volumosa a massa radicular, melhor será a tolerância da cultivar. As raízes primárias e secundárias podem desenvolver a fixação do nitrogênio atmosférico em simbiose com as bactérias *Rhizobium ciceri* (SINGH, 1999).

**Folhas:** As folhas do grão de bico podem ser: alternas, imparipinadas de 5-10 cm de comprimento, compostas de 9-19 folíolos também alternos, quase sempre sésseis, ovalados ou oblongos, frequentemente obtusos com até 16 mm de comprimento, sendo os superiores serrados dentados e os inferiores inteiros, denominados unifoliados (CORREA, 1926).

**Flores:** As flores são geralmente de cor púrpura e branca e podem ser utilizadas para diferenciar os tipos de grão de bico. O florescimento continua por até 50 dias em condições favoráveis, porém pode parar após apenas 20 dias em condições adversas. Somente 20-50% das flores produzem vagens em condições de temperaturas amenas, a cultura leva mais tempo para a maturação e em temperaturas mais elevadas a maturação ocorre mais precoce. A produtividade de grão de bico é maior quando o desenvolvimento da cultura é mais longo (SINGH, 1999).

**Vagens:** As vagens são infladas e o número pode variar de algumas até trezentas por planta. O tamanho da vagem é uma característica importante na contribuição da produção sendo simplesmente classificada em pequena, média e grande. As vagens podem conter de 1-2 sementes, embora até 4 sementes já fossem registradas (SINGH, 1999).

**Sementes:** Três formatos da semente podem ser observados: angular (formato bicado ou cabeça de carneiro), arredondado (formato da cabeça de coruja), e arredondado (formato da semente da ervilha). A superfície da semente pode ser: enrugada ou áspera

que é característico para o do tipo desi; e superfície lisa ou ligeiramente enrugada, característica do tipo kabuli; e tuberculado com pequenas projeções no tegumento da semente, bastante raro em sementes de grão de bico. O peso de 100 sementes pode variar de 8-75g (SINGH, 1999).

Muitos genes controlam a herança para tamanho das sementes, sendo esses genes com características de herança mais aditiva que não aditiva (SAXENA, 1999 citados por BIÇER, 2009). O tamanho da semente pode ser determinado pelo peso da semente, sendo o tamanho maior dominante sobre o menor (UPHADHYAYA, 2006; BIÇER, 2009). A interação epistática dos genes para tamanho de sementes na produção de genótipos com tamanho médio é também de grande interesse. Isto mostra que o cruzamento entre pais de tamanho grande e pequeno podem ganhar um incremento em cada recombinação (UPADHYAYA, 2006).

## **5. Fixação de Nitrogênio**

O grão de bico desempenha papel importante, na dieta humana como fonte de proteína e na manutenção da fertilidade do solo principalmente em terras secas pela fixação do nitrogênio atmosférico. A maior parte da demanda de nitrogênio pela planta pode ser obtida pela fixação simbiótica. A inoculação com bactérias do gênero *Rhizobium* é a mais efetiva e sustentável estratégia de manejo de nitrogênio em grão de bico. Devido à associação simbiótica entre *Rhizobium* e as raízes do grão de bico, uma boa, mas variável quantidade de nitrogênio é disponibilizada às plantas hospedeiras de grão de bico (SHARMA, 1995) citado por (KANTAR, 2007).

A estimativa da quantidade de nitrogênio fixada pelas culturas de grão de bico varia de 1-141 kg/ha. A ampla diferença se deve às variações de solo, temperatura, umidade, qualidade do *Rhizobium* e compatibilidade da planta com a bactéria. Uma vez que a fixação do nitrogênio é um processo simbiótico entre a planta hospedeira e bactérias, qualquer fator que afeta o crescimento da planta provavelmente afetará a fixação do nitrogênio. Portanto, culturas de grão de bico devem ser produzidas em condições adequadas para obter o máximo de benefício da atividade rhizobial (SINGH, 1999).

BIABANI et al, 2011 em estudo com vários genótipos de grão de bico mostraram que a diversidade genética e as características das plantas podem estar relacionadas com a fixação biológica do nitrogênio e que metade dos genótipos testados apresentou

estatisticamente proporções similares de fixação variando de 67,8 a 78,1% do nitrogênio total. O alto nível de nitrogênio fixado resultou na combinação de uma alta proporção de nitrogênio na planta com uma alta produção de biomassa.

No grão de bico a produção de grãos, pode ser aumentada com o aumento do nitrogênio total no solo e que pode ser através da alta concentração de nitrato no solo. Isto mostra que a produção de grãos não sofre influência da fonte de nitrogênio que pode ser derivado da fixação ou da presença do elemento no solo. Entretanto, o grão de bico tem a habilidade de providenciar a totalidade do nitrogênio requerido para produção equilibrada de grãos sem abaixar os níveis de nitrato no solo (DOUGHTON, 1993 citado por ZARRIN, 2008). Na situação onde o total de nitrato fixado pelo grão de bico for maior que o removido na colheita dos grãos, tanto melhor será a expectativa para o produtor (ZARRIN, 2008).

## **6. Maturação**

Após a fixação das vagens ocorre um rápido crescimento durante os primeiros 10 a 15 dias, sendo que o crescimento da semente acontece mais tarde. Logo após o desenvolvimento das vagens e o enchimento da semente, a senescência das primeiras folhas começa. Quando há bastante umidade no solo o florescimento e a formação das vagens continuarão nos nós superiores. O grão de bico pode tolerar altas temperaturas quando há um nível adequado de umidade no solo. As sementes estarão prontas para a colheita quando 90% das hastes e vagens perdem sua cor verde e se tornam um suave amarelo dourado (GAUR, 2010).

A maturação do grão de bico ocorre entre 3 a 7 meses e as folhas se tornam marrom/amareladas durante este período. As plantas devem ser colhidas quando o teor de água no grão estiver em torno de 14% ou ligeiramente antes. Deve-se cortar ou arrancar deixando alguns dias no campo para secagem e posterior trilha com uso de bateadeiras (MUEHLBAUER, 1997).

## **7. Manejo do Estresse Abiótico**

Os principais estresses abióticos que prejudicam a produção do grão de bico são o frio, calor e a seca. Desses três fatores o mais importante é a seca, mas que pode ser manejado com o uso de irrigação, embora nem sempre acessível aos produtores. Outra forma de contornar o efeito da deficiência de umidade em plantios é a alteração das datas de semeadura, fazendo plantios mais cedo e aproveitando a umidade residual das últimas chuvas. Entretanto, a melhor maneira de minimizar os efeitos adversos da seca é através do uso de cultivares tolerantes (SINGH, 1999).

Há um bom progresso no desenvolvimento de cultivares tolerantes ao frio, mas apenas um sucesso limitado tem sido alcançado no melhoramento do grão de bico tolerante a seca. As cultivares tolerantes ao frio geralmente são de maturação tardia e as cultivares tolerantes a seca são de maturação precoce (SINGH, 1999).

## **8. Manejo do Estresse Biótico**

O grão de bico é atacado por um diverso número de doenças tais como: queima de ascochyta, murcha de fusarium, podridões de raiz e viroses. As principais pragas que ocorrem na cultura são: lagarta das vagens, minador de folhas e pragas do armazenamento. Ocorrem também os nematóides de cistos, formadores de galhas e plantas parasitas (*Orobancha spp*).

Resultados muito bons foram alcançados em melhoramento para murcha de fusarium e lagarta das vagens no ICRISAT; no México para murcha de fusarium, queima de ascochyta; tolerância ao frio no ICARDA e viroses na Califórnia (EUA). Muitas cultivares desenvolvidas recentemente apresentam tolerância a um único estresse. No entanto, a cultura de grão de bico é atacada por múltiplos estresses. As novas cultivares recomendadas são geralmente tolerantes a uma única raça ou algumas poucas raças de um determinado patógeno. Portanto, não são universalmente resistentes.

Os programas de melhoramento locais devem priorizar as doenças existentes no seu próprio país (SINGH, 1990). O crescimento e a produtividade do grão de bico nas várias regiões produtoras ao redor do mundo são limitados por vários fatores de estresses bióticos tais como: plantas espontâneas, pragas e doenças. Estes fatores também influenciam a qualidade das sementes e o valor nutricional dos grãos. Apesar dos esforços da pesquisa no melhoramento genético do grão de bico com objetivo de

selecionar genótipos com resistência, muito pouco progresso foi obtido devido à complexidade representado pelo estresse biótico (MAITI, 2001).

A cultura do grão de bico compete mal com plantas espontâneas devido ao crescimento inicial ser lento. Por este motivo é necessário um controle eficiente a fim de aumentar a produtividade. Alguns herbicidas pré-emergentes são disponíveis para combater os problemas na cultura. Os trabalhos de pesquisa sugere uma abordagem de manejo integrado de plantas espontâneas e práticas culturais para melhorar a competitividade do grão de bico e dessa forma desenvolver efetivas e econômicas medidas de controle de ervas daninhas (MAITI, 2001).

O potencial de rendimento do grão de bico no cenário mundial ultrapassa 4 ton. ha<sup>-1</sup>, entretanto a produção média alcançada tem sido inferior a 0,8 ton. ha<sup>-1</sup>. A diferença entre o potencial e a média se deve principalmente às doenças e falhas de manejo cultural (SINGH, 2007).

A existência de patótipos e raças fisiológicas dos patógenos mostraram que progresso no controle das doenças do grão de bico através da resistência da planta hospedeira é a maneira mais barata e fácil a ser adotada como método de controle. Este trabalho requer um esforço concentrado de patologistas e melhoristas. Doenças de importância secundária, tais como: botrites, viroses e nematoides são pouco pesquisadas, embora possam causar pesados danos quando surgem de forma epidêmica (SINGH, 1999).

Aproximadamente 60 espécies de pragas atacam a cultura do grão de bico tais como: cortadores de plântulas (*Agrotis ipsilon*), lagartas que se alimentam de folhas (*Spodoptera exigua*), minadores de folhas (*Liriomyza cicerina*), pulgões (*Aphis craccivora*), lagarta das vagens (*Helicoverpa armigera*), carunchos (*Callosobruchos spp.*).

Níveis de resistência baixa a moderada têm sido identificados em germoplasma, e algumas cultivares melhoradas com resistência a lagarta das vagens tem sido selecionadas. Alguns acessos selvagens de grão de bico podem ser usados para incrementar os níveis e diversificar as bases de resistência a *H. armigera*. Esforços para utilizar técnicas moleculares para aumentar os níveis de resistência à lagarta das vagens estão sendo realizados. Alguns inseticidas sintéticos e práticas agronômicas, fungos entopatogênicos, bactérias e inseticidas naturais estão sendo avaliados como componentes do manejo integrado de pragas na cultura do grão de bico (SHARMA, 2007).

## **9. Genética do Grão de Bico**

### **Herdabilidade simples**

O formato, tamanho e a distribuição das folhas são variações governadas por um único gene. O hábito de crescimento ereto é dominante sobre o hábito de crescimento prostrado, sendo que ambos são governados por um único gene. As hastes e a cor da folha também são monogênicas. Na cultura do grão de bico é comum uma vagem por pedúnculo, porém ocasionalmente pode ocorrer dupla vagem que é governada por um único gene dominante (SINGH, 1999).

### **Caracteres poligênicos**

A maioria dos caracteres em grão de bico apresenta herança poligênica. O progresso no melhoramento é lento devido às interações entre o genótipo e o ambiente. Rendimento é controlado por genes de efeitos aditivos e não aditivos com considerável interação entre o genótipo e o ambiente. A alta herdabilidade leva a ganhos de mais de 100% em produtividade com melhoria substancial em outras características associadas. Os cientistas do ICARDA encontraram heterose de até 250% nos cruzamentos interespecíficos entre os tipos desi e kabuli (SINGH, 1999).

As estimativas de alta herdabilidade em grão de bico mostram o efeito de ação de genes de efeito aditivo; alta heterose combinada com alta herdabilidade pode provar a oportunidade de acomodar genes de efeito aditivo e dominante em um único genótipo. Plantas de tipo semelhante podem ser selecionadas de cruzamentos com alta herdabilidade e alto efeito heterótico (SHARIF, 2001).

No grão de bico a depressão endogâmica e a estimativa da heterose juntos, fornecem a informação do tipo de ação gênica envolvida na expressão de vários caracteres quantitativos. A porcentagem de heterose tendo em vista alto parentesco e meio parentesco e depressão endogâmica mostram que: alto parentesco e meio parentesco a heterose é positiva para: produção de grãos, rendimento biológico, índice de colheita, vagens por planta e número de sementes por planta sendo negativa para peso de 100 sementes, precocidade e teor do aminoácido proline (FARSHADFAR, 2008) também registrou heterose positiva para produção de grãos, número de vagens por planta e número de sementes por planta em grão de bico.

### **Fontes genéticas**

Nos últimos 30 anos mais de 25.000 acessos de germoplasma de grão de bico foram coletados em 47 países e conservados nos bancos de germoplasma do ICRISAT e

ICARDA. A maior parte foi avaliada e publicada na forma de catálogos para facilitar o seu uso. Estes acessos apresentam variabilidade genética suficiente para caracteres econômicos. Um número relativamente pequeno de espécies selvagens (*Cicer sp.*) está disponível para programas de melhoramento. Tendo em vista a identificação de genes para resistência a estresse biótico e abiótico na espécie *Cicer sp.*, há uma necessidade de ampliar-se a coleta e isto deve ser uma prioridade. Tanto o ICRISAT como o ICARDA distribuem germoplasma gratuitamente para avaliações em vários países. Os cientistas têm feito bom uso das fontes genéticas disponíveis para uso em programas de melhoramento e para o desenvolvimento de novas cultivares (SINGH, 1999).

## **10. Resultados do Melhoramento**

Os esforços do melhoramento genético em grão de bico contribuem substancialmente para melhorar o potencial da produção, adaptação regional através da tolerância a estresses abióticos e bióticos, tipo de planta e características do grão. O progresso do melhoramento vem exclusivamente das abordagens convencionais. Há um rápido progresso no desenvolvimento da ferramenta biotecnológica associada às abordagens convencionais. A tecnologia para desenvolvimento de transgênicos se encontra bem evoluída e o mapa genômico do grão de bico está em rápida expansão. Marcadores moleculares foram identificados para algumas características e para outras se encontram em andamento. Espera-se que as aplicações combinadas das abordagens convencionais e biotecnológicas levarão a um rápido progresso nos próximos anos (GAUR, 2007).

Historicamente, programas de melhoramento de grão de bico dão pouca ênfase ao melhoramento visando o processamento industrial e a qualidade nutricional. O uso do grão de bico em alimentos pré-preparados, produtos de cozimento rápido, sanduíches, tira-gosto, alimentos funcionais, nutracêuticos e suplementos dietéticos se encontram em franco crescimento. No futuro, programas de melhoramento levarão em consideração as demandas por qualidade industrial e também da valorização da qualidade nutricional (GAUR, 2007).

## **OBJETIVO(S)**

### **Geral**

O objetivo desta pesquisa foi gerar informações sobre fenologia, reação a pragas e doenças, adaptabilidade a diferentes sistemas produtivos que permitam identificar os genótipos de grão de bico adaptados ao cerrado como prováveis cultivares e/ou genitores, em programas de melhoramento genético para a região.

### **Específicos**

- Identificar genitores superiores para uso em programas de melhoramento;
- Selecionar potenciais cultivares para cada segmento de plantio;
- Avaliar o efeito de época de plantio na fenologia de cada genótipo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIABANI, A.; CARPENTER-BOGGS, L.; COYNE, C.J.; TAYLOR, L.; SMITH, J.L.; HIGGINS, S. Nitrogen fixation potential in global chickpea mini-core collection. **Biol Fertil Soils**. v.47, p.679-685, 2011.

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

BIÇER, B.T. and SAKAR, D. Inheritance of pod and seed traits in chickpea. **Journal of Environmental Biology**. Lucknow, v.31, n. 5, p. 667-669, 2010.

BRAGA,N.R.; VIEIRA, C. Efeito da Inoculação com *Bradyrhizobium* sp., Nitrogenio e Micronutrientes no Rendimento do Grão de Bico. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.1-5, 1998.

CORDESSE, R. Value of chickpea as animal feed. **Options Méditerranéennes – Série Séminaires**, France, n.9, p.127-131, 1990.

CORREA, M.P. **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926 a 1978. 6v.

FARSHADFAR, E,; SABAGHPOUR,S.H. and KHAKSAR, N. Inheritance of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) using joint scaling test. **Journal of Applied Sciences**. v.8 n.21, p. 3931-3937, 2008.

GAUR, P.M.; GOWDA, C.L.L.; KNIGHTS, E.J.; WARKENTIN, T.; AÇIKGÖZ, N.; YADAV, S.S. and KUMAR, J. Breeding Achievements. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea Breeding and Management**. Pondicherry, Índia: CABI, 2007. p.179-192.

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

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

KANTAR, F.; HAFEEZ, F.Y.; SHIVAKUMAR, B.G.; SUNDARAM, S.P.; TEJERA, N.A.; ASLAM, A.; BANO, A. and RAJA, P. Chickpea: Rhizobium Management and Nitrogen Fixation. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea Breeding and Mngement**. Pondicherry, Índia: CABI, 2007. p.179-192.

KNIGHTS, E.J.; AÇIKGOZ, N.; WARKENTIN, T.; BEJICA, G.; YADAV, S.S. and SANDHU, J.S. Area, Production and Distribution. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea Breeding and Management**. Pondicherry, Índia: CABI, 2007. p.167-178.

MAITI, R.K. THE CHICKPEA CROP. In: MAITI, R.; WESCHE-EBELING, P. (Ed.). **Advances in Chickpea Science**. Enfield: Science Publishers Inc., 2001. p.1-32.

MUEHLBAUER, F.J. and TULLU, A. (1997) *Cicer arietinum* L. Disponível em: [HTTP://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/chickpea.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/chickpea.html). Acessado em: 24 mar.2010.

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

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

REDDEN, R.J.; BERGER, J.D. History and Origin of chickpea. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea Breeding and Management**. Pondicherry, Índia: CABI, 2007. p.1-13.

SHARIF, A.; BAKHSH, A.; ARSHAD, M.; HAQQANI, A.M. and NAJMA, S. Identification of Genetically Superior Hybrids in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Pakistan J. Botany**, Islamabad, v.33, n.4, p.403-409, 2001.

SHARMA, R.D.; CERKAUSKAS, R.F. Interação entre *Meloidogyne javanica* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* sobre o grão de bico. **Nematologia Brasileira**. Brasília, v. 9, p.113-121, 1985.

SHARMA, H.C.; GOWDA, C.L.L.; STEVENSON, P.C.; RIDSDIL-SMITH, T.J.; CLEMENT, S.L.; RANGA RAO, G.V.; ROMEIS, J.; MILES, M. and EL BOUHSSINI, M. Host Plant Resistance and Insect Pest Management in Chickpea. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea Breeding and Management**. Pondicherry, Índia: CABI, 2007. p.520-537.

SINGH, G.; CHEN, W.; RUBIALES, D.; MOORE, K.; SHARMA, Y.R. and GAN, Y. Diseases and Their Management. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea breeding and management**. Pondicherry, Índia: CABI, 2007. p.497-519.

SINGH, K.B. Prospects of developing new genetic material and breeding methodologies for chickpea improvement. **Options Méditerranéennes – Serie Séminaires**. Patancheru, n.9, p.43-50, 1990.

SINGH, K.B.; SAXENA, M. C. **Chickpeas**. The Tropical Agriculturalist Series. CTA/Macmillan/ICARDA. Macmillan Education Ltd., London: UK, 1999.134p.

SPEHAR, C.R.; TRECENTI, R. Desempenho agrônômico de espécies tradicionais e inovadoras da agricultura em semeadura de sucessão e entressafra no Cerrado do Planalto Central Brasileiro. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.27, n.1, p.102-111, 2011.

UPADHYAYA, H.D.; KUMAR, S.; GOWDA, C.L.L. & SINGH, S. Two major genes for seed size in chickpea. **Euphytica**. v. 147, p. 311-315, 2006.

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

WESCHE-EBELING, P.; MAITI, R.K.; CUEVAS-HERNANDEZ and VERDE-STAR, J. Food Science and Feed Quality. In: MAITI R. and WESCHE-EBELING. (Ed.). **Advances in Chickpea Science**. Enfield: Science Publishers, Inc., 2001. p. 189-214.

YADAV, S.S.; LONGNECKER, N.; DUSUNCELI, F.; BEJICA, G.; YADAV, M.; RIZVI, A.H.; MANOHAR, M.; REDDY, A.A.; XAXIAO, Z. and CHEN, W. Uses, Consumption and Utilization. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea Breeding and Management**. Pondicherry, Índia: CABI, 2007. p.72-100.

ZARRIN, F.; ASLAM, M. and BANO, A. Chickpea Nitrogen Fixation Increases Production of Subsequent Wheat in Rain Fed System. **Pakistan J. Botany**, Islamabad, v.40 n.1, p.369-376, 2008

CAPITULO I:

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

## RESUMO

### **Avaliação de Genótipos de Grão de Bico em Sequeiro nas Condições de Cerrado**

A deficiência hídrica é um dos estresses abióticos de maior relevância na agricultura moderna. O melhoramento genético de espécies cultivadas para tolerância ao déficit hídrico deve incorporar essa característica em novas cultivares para ambientes de crescentes incertezas climáticas ao redor do mundo. Existe pouca informação sobre o desempenho de grão de bico em ambientes tropicais de Cerrado. Este estudo foi realizado com o objetivo de investigar o potencial de cultivo de grão de bico submetido a regime de baixa umidade no solo e selecionar genótipos com características morfoagronômicas e de rendimento. O experimento foi conduzido em Brasília em três épocas de semeadura: 20/01, 01/03 e 21/03/2011 com 15 genótipos de grão de bico, incluindo duas cultivares comerciais (CNPH-Cícero e IAC-Marrocos). Os genótipos avaliados foram: Jamu 96 e Blanco Sinaloa (México); Nacional 29 (Cuba); BG 1392 (Espanha); Joly e Astro (origem não identificada); ILC 1929, FLIP03-109C, FLIP03-35C, FLIP02-23C, FLIP06-155C, FLIP06-34C (ICARDA, Síria) e ICCV 10 (ICRISAT, Índia). 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. Os resultados revelaram que os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-34C e Jamu 96, foram superiores às cultivares comerciais, possuindo características morfoagronômicas desejáveis ao cultivo no Cerrado.

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

## ABSTRACT

### Chickpea Genotype Evaluation for Drought in the Brazilian Cerrado

Water deficiency is one of the main abiotic stresses in agriculture. Crop breeding and cultivar development must incorporate this trait in environments where growing climatic uncertainties exist. There is little information about chickpea crop performance in tropical savannah environments. The present work was carried out to investigate the potential of chickpeas under reduced soil humidity to select genotypes with agronomic and yield characteristics suitable for commercial production. The experiment was carried out in Brasilia, Brazil at three different periods: 20/01, 01/03 and 21/03/2011 using 15 genotypes. Two commercial cultivars, Cicero and IAC Marrocos, were used as controls. The following genotypes were included in the experiments: Jamu 96, Blanco Sinaloa 92 (Mexican), Nacional 29 (Cuban), BG 1392 (Spanish), Joly and Astro (origin not identified), ILC 1929, FLIP03-109C, FLIP03-35C, FLIP02-23C, FLIP06-155C, FLIP06-34C (from ICARDA) and ICCV 10 (from ICRISAT). Number of days to first flower, plant height, number of days to mature, plant architecture, harvest index, weight of 1000 seeds and grain yield were evaluated. Results showed that the genotypes FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-34C and Jamu 96 had superior performance when compared to the commercial cultivars and better adaptation to the Cerrado conditions.

**Keywords:** *Cicer arietinum L.*, cultivars, drought tolerance, abiotic stress.

## INTRODUÇÃO

O grão de bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das mais importantes leguminosas de grãos alimentares em todo o mundo. No norte da África é cultivado 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. Na primeira situação a cultura fica exposta a estresse hídrico. Em consequência, o desenvolvimento vegetativo e o potencial de produção são severamente afetados em quantidade e qualidade. Entretanto, genótipos de grão de bico apresentam alta variabilidade na produção de grãos quando submetidos a condições de déficit de umidade (PARAMESHWARAPPA, 2008).

O grão de bico é importante leguminosa alimentar nas regiões áridas e semiáridas da Ásia Ocidental e do norte da África (SAXENA, 1996 citado por KHAMSSI, 2010), apresenta 17-24% de proteína, 41-51% de carboidratos e alta porcentagem de outros nutrientes minerais e gorduras representadas por ácido oleico e linoleico não saturado. Devido ao baixo custo de produção, ampla adaptação climática, uso em rotação de cultura e grande capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, o grão de bico é uma das mais importantes leguminosas em sistemas de agricultura sustentável (FARSHADFAR, 2008 citado por KHAMSSI, 2010). Devido ao curto período de desenvolvimento e tolerância à seca, é cultivado no Irã na primavera com mínimo consumo de energia (KHAMSSI, 2010).

No Brasil, a pequena produção, sem registros nas estatísticas nacionais e mundiais, é insuficiente para atender ao consumo interno, havendo necessidade de importar quantidades crescentes de grão de bico. As importações brasileiras, em sua maior parte provenientes do México, do Chile e da Turquia, aumentaram consideravelmente nos últimos anos (NASCIMENTO, 1998). Segundo relatório do SECEX/DECEX (Secretaria de Comercio Exterior/Departamento de Operações de Comercio Exterior) no ano de 2005 o Brasil importou 4008 toneladas de grão de bico a um custo FOB de US\$ 3.779.000,06 (Três milhões setecentos e setenta e nove mil dólares e seis centavos).

O ambiente climático dos Cerrados Brasileiros caracteriza-se pela alternância das estações chuvosas e secas e a precipitação média varia entre 1200 mm e 1700 mm. A precipitação mínima (1 mm a 20 mm) ocorre de maio a setembro. Em geral, temperaturas nestas regiões o ano todo favorecem o crescimento e desenvolvimento das

culturas e a precipitação anual é suficiente para suprir as demandas dos cultivos. Duas a três culturas anuais alimentadas por chuvas podem ser cultivadas na estação chuvosa, em locais mais favorecidos, sendo sempre uma delas leguminosa (SPEHAR, 2011).

Nesse ambiente, 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.

Em vários países, o início do plantio acontece no final da estação chuvosa, com destaque para a: Índia, (SINGH, 2010), Etiópia (ANBESSA, 2002), Iran (SABAGHPOUR, 2006 e KHAMSSI, 2011), Turquia (GUNES, 2005), México (VALENZUELA, 2008), Paquistão (ARSHAD, 2004), Norte da África e Vale do Nilo (SINGH, 1995). A região do cerrado no Brasil Central apresenta um período chuvoso de aproximadamente seis meses, sendo possível a realização de dois cultivos, um deles podendo ser o grão de bico ou sorgo.

A falta de umidade no solo é o principal fator que reduz a produtividade das culturas. O grão de bico apresenta bons resultados de produção sob condições de pouca umidade no solo. Entretanto, há uma grande variabilidade no desempenho de genótipos sob condições de estresse. Várias tentativas para medir o grau de tolerância através de um simples parâmetro têm sido limitadas devido à multiplicidade de fatores que se interagem contribuindo para a tolerância à seca em condições de campo (PARAMESH & SALIMATH, 2008 citado por KHAMSSI, 2011).

Nos principais países produtores como Índia, Paquistão e Irã o grão de bico é geralmente cultivado após a principal estação das chuvas onde o estresse de seca é a principal limitação à produtividade (SERRAJ, 2004, citado por GHASSEMI-GOLEZANI, 2008). As maiores áreas cultivadas com grão de bico no Irã apresentam clima semiárido frio e temperado (GHASSEMI-GOLEZANI, 2008). Contudo a espécie se adapta a condições de seca e estiagem em ambiente de maior temperatura. Mesmo assim, há maior variabilidade em diferentes genótipos de grão de bico nessas condições (KHAMSSI, 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 características: maturação precoce (SABAGHPOUR, 2006 e VALENZUELA, 2008), alto desenvolvimento e com alto teor de matéria seca do sistema radicular (KUMAR,

2010), alta qualidade de semente e vigor (YÜCEL, 2010) e altura de plantas que permita a mecanização da colheita.

Esse trabalho objetivou identificar parâmetros morfoagronômicos e de rendimento que possibilitem selecionar genótipos de grão de bico ao cultivo comercial em ambiente de Cerrado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização do experimento**

Os experimentos foram conduzidos no campo em área experimental da Embrapa Hortaliças, em Brasília-DF, com localização: S 15° 56, 087'; W 048° 08, 439'; altitude 1.000 m, durante os meses de 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.

### **Genótipos utilizados no experimento**

Para implantação dos experimentos foram utilizados quinze genótipos de grão de bico previamente selecionados, sendo, duas cultivares comercial e treze genótipos de origem distinta, com apenas um do tipo desi (ICCV 10).

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 (genótipos Mexicanos); Nacional 29 (Cubano); Astro e Joly (origens não definida); ILC 1929, FLIP03-109C, FLIP03-35C, FLIP02-23C, FLIP06-155C, FLIP06-34C (ICARDA); ICCV 10 (ICRISAT); BG1392 (Espanhola).

## Delineamento experimental e condições climáticas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições. O experimento foi composto por três épocas 20/01, 01/03 e 21/03. 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, sendo a área útil da parcela de 4,5 m<sup>2</sup> onde se fizeram as avaliações.

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 (Tabela 1).

Tabela 1: Características climáticas no período de condução na área experimental.  
Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitação (mm)	109,6	240,6	211,8	99,6	8,1	5,8	Zero	Zero	1,8	188,1	230,6	312,3
Média U.R.(%)	70,3	73,5	75,2	61,1	56,9	55,8	45,2	36,7	36,1	70,1	68,0	75,3
T.Máxima (°C)	28,1	28,8	28,4	29,2	27,7	27,2	28,4	30,0	31,9	28,6	27,9	27,7
T..Mínima (°C)	18,4	18,2	19,0	17,2	15,2	14,0	13,6	15,7	16,5	18,0	17,5	18,0
T.Média (°C)	23,3	23,5	23,7	23,2	21,5	20,6	21,0	22,9	24,2	23,3	22,7	22,9

Fonte: Embrapa Hortaliças, 2012.

## Avaliações experimentais

As seguintes variáveis agrônômicas foram avaliadas de acordo com o sugerido por: ARSHAD, 2004: **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; **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; **maturação** (DM): quando 90% das plantas apresentavam com teor de água nos grãos em torno de 14%; **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); **biomassa total** (BT): **peso total** das plantas (g) colhidas na área útil da parcela; **rendimento de grãos** (kg ha<sup>-1</sup>) (RG); peso total dos grãos colhidos na área útil da parcela; **índice de colheita** (IC): (rendimento de grãos produção total de biomassa<sup>-1</sup>); **peso de 1000 sementes** (g) (PS).

### Características do solo e condições de semeadura

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 da planta do grão de bico (tabela 2).

Tabela 2: Características químicas do solo da área experimental. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

Ph	MO	P	K	Ca+Mg	H+Al	CTC	V%
	g dm <sup>-3</sup>	(ppm)		(meq/100ml)			
5,4	36,3	16,7	120	3,8	7,7	-	-

Fonte: Laboratório de solos, Embrapa Hortaliças.

### Práticas culturais utilizadas

Antes da semeadura, realizou-se dessecação da área experimental com: 1920 g ha<sup>-1</sup> de glifosato, e utilização de herbicida S-metolaclo-ro para folhas largas em pré-emergência na dose de 1920g ha<sup>-1</sup>.

As sementes foram tratadas com produto comercial a base de: 25g L<sup>-1</sup> Piraclostrobina, 225g L<sup>-1</sup> Tiofanato metílico, 250g L<sup>-1</sup> Fipronil, na dose de 2 ml kg<sup>-1</sup> contra fungos e insetos.

Além da adubação de manutenção (5 25 15 +0,3 Zn) foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> 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 (662g ha<sup>-1</sup>) + lifenurom (20g ha<sup>-1</sup>); acefato (375g ha<sup>-1</sup>) + clorfuazurom (20g ha<sup>-1</sup>); methomyl (107,5g ha<sup>-1</sup>) + espinosade (96g ha<sup>-1</sup>).

## **Colheita**

No momento da colheita foram realizadas avaliações de AP, 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 RG. 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 de parcela, foram submetidos à transformação  $\sqrt{x + 0,5}$ , para corrigir desvios de normalidade.

Depois da análise de variância (utilizando o programa SAS), utilizou-se o teste (SCOTT-KNOTT, 1974) para comparação das médias das parcelas. Na análise conjunta das três épocas de plantio, gerando o quadro ANOVA e do desdobramento da interação quando esta foi significativa.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados da análise de variância mostraram (Tabela 3) uma diferença de resposta altamente significativa demonstrando grande variabilidade fenotípica nos quinze genótipos em estudo. Os coeficientes de variação ficaram abaixo de 20%, e estão dentro dos padrões aceitáveis (GOMES, 1982). A interação cultivar x época de

plântio para: florescimento, maturação, altura de plantas, índice de biomassa e peso de parcela apresentou diferença significativa pelo teste F (  $p=0,01$  ). A época de sementeira influenciou de forma diferenciada os genótipos estudados. 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 nos genótipos.

Tabela 3: Análise de variância para florescimento, maturação, altura de plantas, peso de 1000 sementes, índice de colheita e produção de parcela de quinze genótipos de grão de bico em três épocas de sementeira, Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

Quadrado Médio							
FV	GL	DF	DM	AP	PS	IC	RG
Blocos	2	0,04**	0,12*	90,60*	1434,32	1,04*	47,97**
Genótipo(G)	14	3,76**	0,26**	704,02**	84917,78**	1,65**	72,15**
Época (E)	2	5,45**	4,01**	8077,16**	1280,03	2,02**	466,52**
C x E	28	0,25**	0,08**	81,20**	5408,03*	1,30**	35,65**
Resíduo	87	0,01	0,04	30,18	2991,94	0,30	10,18**
CV (%)	-	1,1	1,7	10,4	12,4	12,7	20,20

(\*) e (\*\*) indicam significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F.

### Floração

Os genótipos apresentaram variação mínima no número de dias para floração, o maior intervalo foi obtido pelo FLIP03-109C sendo de 11 dias entre a sementeira de 20/01 e 21/03. Dias para florescimento em grão de bico é o maior componente da adaptação ambiental, particularmente quando a estação de cultivo é restringida por fatores climáticos como estresse hídrico e altas temperaturas (SUBBARAO, 1995 citado por OR, 1999), sendo bastante influenciado pela: estação de cultivo, latitude, altitude, foto-período e temperatura (ROBERTS, 1985; ROBERTS, 1988; ELLIS, 1994 citados por ANBESSA, 2006). Teste de genótipos de grão de bico sob 12 horas e 18 horas de

regime de luz mostraram variações de 27 e 43 dias para o respectivo florescimento (ANBESSA, 2006). Neste experimento, a época de plantio influenciou de forma diferenciada os genótipos, revelando grande diversidade entre os mesmos. O período de floração no grão de bico exerce um efeito importante na manifestação do potencial genético (MBAREK, 2009). Na Índia, SILIM, 1993 citado por MBAREK, 2009 indicou que com a presença de estresse hídrico, a data de floração contribui com 37 a 69% na variação genotípica total do rendimento.

Na comparação dos genótipos testados para floração (Tabela 4), notam-se três grupos: 1º com 36 a 39 dias (Cícero, Jamu 96, Nacional 29, Joly, BG 1392, Astro e Blanco Sinaloa 92); 2º com 46 a 55 dias (ICCV 10, FLIP06-155C, FLIP02-23C, ILC 1929, FLIP03-35C e FLIP06-34C); e 3º com 57 e 61 dias sendo os mais tardios (FLIP03-109C e Marrocos). O período vegetativo pode afetar diretamente a produção de grãos (YAQOOB, 2012). NEIL, 2007 citado por (YAQOOB, 2012) registrando-se melhores rendimentos em diferentes locais e condições de estresse. Assim, precocidade tem sido utilizada como critério de seleção de genótipos tolerantes ao estresse hídrico (SAXENA, 1993 citado por MBAREK, 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, o número de dias para a floração apresentou variação de 20 dias entre a primeira e a última data de plantio. Isto pode ser explicado pelo índice de chuvas que não se interrompem abruptamente, favorecendo genótipos mais tardios com provável sistema radicular 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 classificado como planta de dias longos (ROBERTS, 1980; PEREZ de La VEJA 1996 citados por MBAREK, 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 foto-período e na temperatura a partir da data de plantio entre a 1ª e 3ª e 4ª épocas ocasionando aumento 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.

Tabela 4: Número de dias até a floração a partir da emergência em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

Genótipo	Época de Plantio			Média
	20/01	01/03	21/03	
Cícero	34 e	36 d	38 g	36
IAC Marrocos	57 a	51 a	57 a	55
Jamu 96	37 d	36 d	38 g	37
Nacional 29	37 d	36 d	38 g	37
Joly	37 d	36 d	38 g	37
BG 1392	37 d	36 d	38 g	37
Astro	37 d	36 d	44 f	39
B. Sinaloa 92	37 d	37 d	44 f	39
ICCV 10	44 c	46 c	48 e	46
FLIP 06-155C	47 b	44 c	63 c	51
FLIP02-23C	47 b	46 c	63 c	52
ILC 1929	47 b	48 b	63 b	53
FLIP 03-35C	48 b	57 a	61 d	55
FLIP 06-34C	48 b	48 b	68 a	55
FLIP03-109C	47 b	57 a	68 a	57
CV %	1,03	1,50	0,00	

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

### **Maturação**

O número de dias para maturação (Tabela 5) mostrou que na primeira época de semeadura (20/01/2011), os genótipos com 132 dias de ciclo FLIP03-109C, FLIP02-23C, ILC 1929, FLIP03-35C, FLIP02-23C e IAC Marrocos se destacaram por apresentar maior diferença entre a 1ª época (132 dias) e 3ª época (117 dias). Na última época os genótipos apresentaram ciclos muito próximos uns dos outros, mostrando variação no período reprodutivo.

Os genótipos de maturação precoce em grão de bico são muito importantes para adaptação em ambientes de curta estação, para escape da seca que é o principal problema em condição semiárida (GAUR, 2006). Na região do Cerrado, as condições de clima são diferentes com temperaturas mais amenas não ocorrendo nesse período a interrupção das chuvas de forma definitiva; pequenos índices pluviométricos ainda podem acontecer permitindo o desenvolvimento do grão de bico. Associando a técnicas de cultivo modernas como plantio direto, o solo apresenta maior armazenamento de água, esperando-se resultados favoráveis para genótipos com ciclo em torno de 120 dias, plantados em janeiro, conforme resultados obtidos nos melhores genótipos deste estudo.

Avaliação de genótipos de grão de bico na Síria indicou como mais produtivo aquele que apresentou 65 dias para maturação superando aqueles com 80 dias (ALWAWI, 2009). Esse cenário, diferentemente permite inferir que no Cerrado, pelas condições favoráveis, o ciclo ideal seria de 115 a 120 dias.

Tabela 5: Número de dias à maturação após a emergência em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

Genótipo	Época de Plantio			Média
	20/01	01/03	21/03	
ICCV 10	109 b	109 b	110 b	109
Cícero	116 ab	115 a	109 c	113
Nacional 29	116 ab	115 a	110 b	114
Astro	121 ab	115 a	110 b	115
Jamu 96	127 ab	113 a	110 b	117
B. Sinaloa 92	127 ab	115 a	109 c	117
BG 1392	125 ab	115 a	110 b	117
Joly	122 ab	115 a	110 b	118
FLIP 03-35C	123 ab	115 a	117 a	118
IAC Marrocos	132 a	115 a	117 a	121
ILC 1929	132 a	115 a	117 a	121
FLIP03-109C	132 a	115 a	117 a	121
FLIP02-23C	132 a	115 a	117 a	121
FLIP 06-155C	132 a	115 a	117 a	121
FLIP 06-34C	132 a	115 a	117 a	121
CV %	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.

### Altura de Plantas

Os efeitos de genótipo, época de plantio e interação genótipo x época apresentaram significância no nível de 1% de probabilidade (Tabela 3). Isto demonstra que os genótipos são geneticamente diferentes em altura de plantas, sofrendo influência de época de plantio. Os genótipos que apresentaram as melhores médias de crescimento (Tabela 6) foram: FLIP03-35C (61 cm), FLIP03-109C (59 cm), FLIP02-23C (58 cm), Blanco Sinaloa 92 (57 cm), em quanto os genótipos de porte menor foram: ICCV 10 (33

cm) e Jamu 96 (38 cm) sendo do tipo desi e kabuli, respectivamente. Mesmo com altura de plantas inferior aos demais esses dois genótipos ainda se encontram dentro de padrões 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 demonstrando que o último é mais sensível às mudanças de ambiente (VALENZUELA, 2008). Cultivares com maior crescimento tem um papel importante na proteção do solo auxiliando no controle e impedindo o crescimento de plantas daninhas.

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.

Tabela 6: Altura de plantas em (cm) com quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

Genótipo	Época de Plantio			Média
	20/01	01/03	21/03	
Cicero	57 c	40 c	33 b	43
IAC Marrocos	63 b	54 a	45 a	54
Jamu 96	48 c	39 c	26 b	38
Nacional 29	65 b	46 b	37 b	49
Astro	72 b	52 a	35 b	53
Joly	70 b	50 b	41 b	54
ILC 1929	72 b	49 b	46 a	56
FLIP03-109C	77 a	47 b	52 a	59
FLIP 03-35C	83 a	46 b	54 a	61
FLIP02-23C	78 a	46 b	51 a	58
ICCV 10	39 d	30 d	29 b	33
B. Sinaloa 92	74 a	49 b	47 a	57
BG 1392	70 b	47 b	37 b	51
FLIP 06-155C	79 a	59 a	60 a	66
FLIP 06-34C	72 b	51 a	49 a	57
CV %	8,03	8,84	14,65	-

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

### Arquitetura de Plantas

Nos quinze genótipos testados, três tipos de arquitetura de plantas foram identificados (Tabela 7): a) ereto: Jamu 96, FLIP03-35C, FLIP02-23C e ICCV 10; b) semiereto: Cícero, Astro, Joly, FLIP03-109C, Blanco Sinaloa 92, BG 1392, FLIP 06-155C e FLIP 06-34C; c) semiprostado: IAC Marrocos, ILC 1929 e Nacional 29. O tipo ereto 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,

1990). Em experimento na Sicília com genótipos de diferentes arquiteturas de plantas ficou evidente que a densidade de até 80 plantas  $m^{-2}$  se adequa aos tipos eretos, enquanto nos prostrados a tolerância foi de no máximo 24 plantas  $m^{-2}$ . O primeiro pode interceptar uma grande porção da radiação solar, competindo com plantas espontâneas e aproveitando com maior eficiência a umidade do solo (SACCARDO, 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 conseqüentemente melhorias no rendimento.

Tabela 7: 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= plantas no máximo com 15° de inclinação; SE=plantas com 16-25° de inclinação lateral; SP= 26- 60° de inclinação lateral; P= acima de 61° de inclinação lateral.

### Peso de 1000 Sementes

O efeito genótipo sobre peso de 1000 sementes foi significativo (Tabela 3) no nível de 1% de probabilidade, mesmo resultado obtido por KHATUN, (2009) e TUBA, (2007) em Bangladesh e Turquia respectivamente. O peso máximo de 1000 sementes foi obtido pelo genótipo BG 1392 alcançando 599 g na média das épocas, enquanto o menor ocorreu na cultivar IAC Marrocos com 285 g, ambos do tipo kabuli. O genótipo ICCV 10, 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 8): 1)º: com até 300g: ICVV 10 (273g), IAC Marrocos (285g); 2)º de 301g até 400g FLIP02-23C (359g) e ILC 1929 (381g); 3)º de 401g a 500g FLIP03-35C (403g), FLIP03-109C (407g) e Jamu 96 (440g); 4)º acima de 500g Nacional 29 (505g), Blanco Sinaloa 92 (506g), Cícero (520g), Joly (544g), Astro (570g) e BG 1392 (599g).

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 os do grupo 4. Os genótipos do grupo 1 e 2 são mais indicados para produção de farinhas obtendo, baixo valor comercial.

Tabela 8: Peso de 1000 sementes (g) em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

Tipo	Época de Plantio			Média
	20/01	01/03	21/03	
Cícero	465 b	579 a	516 b	520
IAC Marrocos	268 c	321 d	266 d	285
Jamu 96	418 c	436 b	466 b	440
Nacional 29	491 b	499 b	524 b	505
Astro	554 a	574 a	581 a	570
Joly	563 a	469 b	601 a	544
ILC 1929	422 c	387 c	334 c	381
FLIP03-109C	401 c	403 c	416 a	407
FLIP 03-35C	363 c	444 b	401 c	403
FLIP02-23C	340 c	360 c	378 c	359
ICCV 10	349 c	255 d	215 d	273
B. Sinaloa 92	523 b	467 b	528 b	506
BG 1392	637 a	511 b	648 a	599
FLIP 06-155C	433 c	428 b	430 c	430
FLIP 06-34C	387 c	398 c	388 c	391
CV %	12,53	10,77	12,85	-

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

### Índice de Colheita (IC)

A utilização do índice de colheita ( IC, fração de grãos em relação ao peso total da planta) no contexto agrônômico é enfatizada em inúmeros estudos (DURÃES, 1993; MONTEIRO, 1998; citados por DURÃES, 2002), como indicativo de eficiência produtiva.

O IC apresentou variação de 13,25 a 26,04% (Tabela 9). A análise de variância (Tabela 3) mostrou significância no nível de 1% para época de plantio, genótipo e na

interação genótipo x época, demonstrando que os genótipos comportaram-se diferentemente nas diferentes épocas de plantio.

Na comparação das medias do IC aparecem três grupos: 1º formado pelos genótipos com melhor desempenho ICCV 10 (26,04%), Nacional 29 (24,75%), Jamu 96 (23,55%) e FLIP03-109C (20,18%); 2º 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 o 3º grupo, 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 o obtido em ambiente de maior latitude que chegaram a 68% (KHAN, 2004; MBAREK, 2009; SILVA, 2011; KHAN, 2011). Mesmo assim houve genótipos com menor índice de colheita. A possível explicação para estes resultados é a ocorrência de maiores temperaturas e menor comprimento do dia, elevando a produção de biomassa que não se converteu em grãos.

As relativamente altas temperaturas no Distrito Federal devem ter favorecido o crescimento vegetativo por condições mais favoráveis de temperatura associadas às de umidade de solo e fertilidade. Na fase reprodutiva houve baixa taxa de transferência de fotossintatos em detrimento da produção de grãos, associada à diminuição do teor de umidade do solo.

Na 1ª época de plantio as condições de umidade foram mais favoráveis, os valores do IC foram mais baixos em relação à 3ª e 4ª época, o que pode ser devido a altas temperaturas no primeiro plantio terem favorecido o desenvolvimento vegetativo favorecendo assim o peso de plantas e conseqüentemente diminuindo o IC.

Adversidades ambientais geralmente redundam em menor IC. Estudo tem mostrado que o IC é marcadamente influenciado pela densidade de plantio, teor de água no solo, nutrientes e temperatura na fase de crescimento, o que torna inadequadas as comparações entre cultivares, com base apenas nesse índice (DURÃES, 2002). Contudo, deve ser considerado como consequência da ação de fatores isolados e suas interações, função das respostas fisiológicas específicas como em grão de bico.

Tabela 9: Índice de colheita (%) de quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2011.

Genótipo	Época de Plantio			Média
	20/01	01/03	21/03	
Cícero	8,48 b	19,98 b	22,73 a	17,06
IAC Marrocos	15,06 a	19,02 b	5,67 c	13,25
Jamu 96	19,44 a	19,19 b	32,02 a	23,55
Nacional 29	17,44 a	27,84 a	28,97 a	24,75
Astro	11,65 b	16,36 b	13,02 b	13,68
Joly	13,28 b	14,39 b	17,91 b	15,19
ILC 1929	20,84 a	15,66 b	8,22 c	14,91
FLIP03-109C	19,52 a	27,61 a	13,42 b	20,18
FLIP 03-35C	17,13 a	16,16 b	16,45 b	16,58
FLIP02-23C	17,10 a	23,30 a	12,91 b	17,77
ICCV 10	13,06 b	27,81 a	37,24 a	26,04
B. Sinaloa 92	19,55 a	19,01 b	17,68 b	18,75
BG 1392	15,58 a	16,62 b	22,61 a	18,27
FLIP 06-155C	18,57 a	14,98 b	14,17 b	15,91
FLIP 06-34C	15,73 a	19,59 b	16,05 b	17,12
CV %	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.

### Rendimento de Grãos

Época, genótipo e interação genótipo x época mostraram significância no nível de 1% de probabilidade (Tabela 3). As médias de produção apresentaram variação de 207 a 851 Kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 10). A primeira época de plantio teve variação de 105 a 1338 Kg ha<sup>-1</sup>, enquanto a segunda época teve entre 261 a 797 Kg ha<sup>-1</sup> e o pior resultado na última época com 80 a 418 Kg ha<sup>-1</sup>. Na Etiópia, Turquia e Tunísia, sob estresse de água

variável, genótipos de grão de bico tolerante a seca mostraram valores médios entre 74 a 1117 Kg ha<sup>-1</sup>; ( ANBESSA, 2002; TUBA, 2007; MBAREK, 2009 ).

No presente estudo, a maioria dos genótipos mostrou melhor desempenho na 1<sup>a</sup> época, tornando-se então o mês de janeiro mais propício ao plantio do grão de bico, dessa forma aproveitando o resíduo de água das chuvas. A antecipação para antes de janeiro pode ocasionar problemas posteriores, como chuvas na colheita. O genótipo FLIP03-109C apresentou os melhores resultados nas três épocas de plantio com 1338 Kg ha<sup>-1</sup> no plantio de 20/01, 797 Kg ha<sup>-1</sup> para 01/03 e 418 Kg ha<sup>-1</sup> em 21/03 sob estresse elevado de umidade, principalmente no período reprodutivo. Alta capacidade de produção de grão de bico pode ser compreendida como tolerante a seca (TOKER, 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 não deve ser selecionado por se tratar de um material de arquitetura indesejável e por ser altamente susceptível a fusariose (KHAN, 2005), podendo ser utilizada como testemunha em ensaios de melhoramento buscando tolerância a *Fusarium*.

Tabela 10: Rendimento (kg ha<sup>-1</sup>) em quinze genótipos de grão de bico em três épocas de plantio. Embrapa Hortaliças, Brasília. 2011.

Genótipo	Época de Plantio			Média kg ha <sup>-1</sup>
	20/01	01/03	21/03	
FLIP03-109C	1338 a	797 a	418 a	851
FLIP02-23C	867 a	598 a	337 a	601
ILC 1929	1268 a	336 b	162 b	589
FLIP 03-35C	856 a	428 a	466 a	583
FLIP 06-155C	928 a	286 b	349 a	521
FLIP 06-34C	587 a	469 a	285 a	447
Jamu 96	575 a	465 a	286 a	442
Nacional 29	436 a	537 a	345 a	439
B. Sinaloa 92	690 a	352 b	223 a	422
IAC Marrocos	619 a	557 a	80 b	419
Joly	513 b	338 b	254 a	368
BG 1392	452 b	293 b	263 a	336
Astro	410 b	273 b	117 b	267
ICCV 10	105 c	261 b	384 a	250
Cícero	132 c	344 b	146 b	207
CV %	20,60	16,48	23,49	-

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

### Correlações

A correlação simples (fenotípica) entre dois caracteres compreende causas genéticas e ambientais, porém só as genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada na orientação de programas de melhoramento (CRUZ, 1997). Porém, características relacionadas a rendimento podem ser usadas na seleção.

O conhecimento da correlação de diferentes caracteres em grão de bico pode aumentar a eficiência seletiva baseada nos componentes de produção com avanços no melhoramento por tipo de planta (BAHL, 1977) citado por (RENUKADEVI, 2006).

A estimativa da variabilidade genética é pré-requisito em programas de melhoramento que visam indicação de cultivares competitiva (MALIK, 2010).

Quando se consideram dias para floração, altura de planta, dias para maturação, rendimento, peso de 1000 sementes e índice de colheita (Tabela 11), 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 dos obtidos por outros pesquisadores, enquanto, produção total e índice de colheita estão em conformidade com os mencionados em outros trabalhos (KUMAR, 2003, MALIK, 2010).

Tabela 11: Coeficiente de correlação entre sete características em quinze genótipos de

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-Produção parcela					1,00	-0,05	0,43**
6-Peso 1000 s						1,00	0,02
7-Índice de colheita							1,00

\*\*significância a 1%

O peso de 1000 sementes correlacionou negativamente com dias para floração (-0,56) indicando que genótipos com floração precoce podem apresentar sementes maiores. KUMAR, (2003) encontrou resultado semelhante (-0,55) enquanto MALIK, (1988) registrou resultado divergente (0,53) e TOKER, (1998); ALI, (2011) 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 divergem do encontrado em outros locais com valores entre 0,02 e 0,37 e não significativos ( MALIK, 1988; KUMAR, 2003; MALIK, 2010; ALI, 2011); Assim, correlação da altura de plantas com a maturação pode ser influenciada pelos efeitos ambientais podendo não ser uma medida real da causa e efeito. Correlação entre duas variáveis pode ser o resultado do efeito que essas duas variáveis, têm numa terceira ou em um grupo de variáveis (CRUZ, 1997).

## **CONCLUSÕES**

A época mais favorável ao plantio do grão de bico no período das chuvas no cerrado é durante o mês de janeiro.

O grão de bico pode ser cultivado no cerrado no período das chuvas, com genótipos mais precoces com qualidade de grão demandada pelo mercado.

Os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-35C, FLIP06-155C, FLIP06-34C e Jamu 96 mostram estabilidade produtiva medida por rendimento nas três épocas de semeadura.

Os genótipos BG 1392 e Cícero podem ser utilizados no melhoramento genético como progenitores com objetivo de melhorar qualidade de grão para consumo seco.

## REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS

ALI, Q.; TAHIR, M.H.N.; SADAQAT, H.A.; ARSHAD, S.; FAROOQ, J.; AHSAN, M.; WASEEN, M.; IQBAL, A. Genetic variability and correlation analysis for quantitative traits in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Bacteriology Research**, v.3, n.1, p.6-9, 2011.

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.

ANBESSA, Y.; BEJIGA, G. Evaluation of Ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Ethiopia, n.49, p.557-564, 2002.

ANBESSA, Y.; WARKENTIN, T.; VANDENBERG, A. and 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.

ARSHAD, M.; BAKHSH, A. and GHAFOR, A.A. Path coefficient analyses in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions. **Pak. J. Bot.**, Islamabad, v.36, n.1, p.75-81, 2004.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390p.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A. C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p-33-40, 2002.

GAUR, P.M.; PANDE, S.; UPADHYAYA, H.D.; RAO, B.V. Extra-large kabuli chickpea with high resistance to fusarium wilt. **Journal ICRISAT**. Patancheru, n.2, v.1, p.1-2, 2006.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; DALIL, B.; MUHAMMADI-NASSAB, A.D.; ZEHTAB-SALMASI, S. The Response of Chickpea Cultivars to Field Water Deficit. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.36, n.1, p.25-28, 2008.

GOMES, P. **Curso de estatística experimental**. 10.ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1982. 468p.

GUNES, A.; CICEK, N.; INAL, A.; ALPASLAN, M.; ERASLAN, F.; GUNERI, E.; GUZELORDU, T. Genotypic response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre-and post-anthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency. **Ankara University**, Ankara, p.9, 2005.

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.

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.

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.

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*. **Pak. J. Bot.**, v.37, n.1, p.97-104, 2005.

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.

KHATUN, A.; BHUIYAN, M.A.H. ; HASAN, M.K. Effect of seed collected from different parts of chickpea varieties on growth, yield and yield attributes of chickpea. **Bull. Inst. Trop. Agr**, n.32, p.9-16. 2009.

KUMAR, N.; NANDWAL, A.S.; DEVI, S.; SHARMA, K.D.;YADAV, A. ; WALDIA, R.S. Root characteristics, plant water status and CO<sub>2</sub> exchange in relation to drought tolerance in chickpea. **Journal of SAT Agricultural Research** 8, p.1-5, 2010.

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.

MALIK, B.A.; KHAN, I.A.; MALIK M.R. Genetic variability and correlations among metric traits in chickpea. **Pakistan J. Agric. Res**, v.9. n.3, p.352-354, 1988.

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**, Islamabad, n.12, p.81-85, 2010.

MBAREK, K.B.; BOUJELBEN, A.; BOUBAKER, M.; HANNACHI, C. Criblage et performances agronomiques de 45 genotypes de pois chiche (*Cicer arietinum* L) soumis à un régime hydrique limité. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ**, Tunisie, v.13, n.3, p.381-393, 2009.

NASCIMENTO, W.M. Introdução. In: NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H.B.S.V.; GIORDANO, L.B. **Cultivo do grão de bico (*Cicer arietinum* L.)**. Brasília: Embrapa-Hortaliças, 1998. Ed.14 p.1.

OR, E.; HOVAV, R.; ABBO, S. A major gene for flowering time in chickpea. **Crop Science**. n.39, p.315-322, 1999.

PARAMESHWARAPPA, S.G.; SALIMATH, P.M. Field screening of genotypes for drought resistance. **J. Agric. Science**, Dharwad, v.21, n. 1, p.113-114, 2008.

RENUKADEVI, P.; SUBBAL AKSHMI, B. Correlations and path coefficient analysis in chickpea. **Legume Research**, Coimbatore, v.29, n.3, p. 201-204, 2006.

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 J. Crop Science**, Kermanshah, v.1, n.1, p.70-73, 2006.

SACCARDO, F.; CALCAGNO, F. Consideration of chickpea plant ideotypes for spring and winter sowing. **Options Méditerranéennes – Série Séminaires**. n.9, p.35-41. 1990.

SAS Institute Inc. 2004. *SAS/STAT 9.1 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SILVA, L.L.; DUARTE, I.; SIMÕES, N.; LOURENÇO, E.; CHAVES, M.M. Eficiência de utilização da água pelo grão de bico (*Cicer arietinum* L.) regado em condições Mediterrânicas. In: Congresso Ibérico de Agro-Engenharia, 6., 2011, Évora – Portugal. Universidade de Évora, 5 a 7 Setembro 2011.

SINGH, F.; DIWAKAR, B. Chickpea Botany and Production Practices. In: **TRAINING and FELLOWSHIPS PROGRAM, 16.**, 1995, Patancheru. Skill Development Series. p.57.

SINGH, N.P.; SEWAK, S.; IQUEBAL, M.A. ; NATH, O. Chickpea. In: **RESEARCH HIGHLIGHTS**, 2009, Kanpur: Project Coordinator's Report (Chickpea). Indian Institute of Pulses Research, 2010. p.46.

SPEHAR, C.R.; PEREIRA, E.A. ; SOUSA, L.A.C. Legume Improvement in Acidic and Less Fertile Soils. In: PRATAP, A. and KUMAR, J. **Biology and Breeding of Food Legumes**. Kanpur, India: CABI, 2011. p. 262-275.

TOKER, G.; ÇAGIRGAN, M.I. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions. **Journal of Agriculture and Forestry**. n.22, p.615-621. 1998.

TUBA, B.B.; SAKAR, D. Research regarding the agronomic values of several chickpea genotypes. **Not. Bot. Hort. Agrobot.** v.35, n.1, p.37-42. 2007.

VALENZUELA, I.P.; VALENZUELA VALENZUELA, R.I.; CASTRO, C.M.A.; PÉREZ, A.S. ; SÁNCHEZ SÁNCHEZ, E. Comportamiento Agronómico de Genotipos de Garbanzo em Siembra Tardía em El Valle Del Mayo, Sonora, México. **Revista Fitotecnica Mexicana**, Sonora, v.31, n.1, p.43-49, 2008.

YAQOOB, M.; HOLINGTON, P.A. ; GORHAM, J. Shoots, root and flowering time studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under two moisture regimes. **J. Food Agric.**, v.24, n.1, p.73-78, 2012.

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**, Adana, v.11, n.4, p.478-485, 2010.

CAPÍTULO II:

**Avaliação de Genótipos de Grão de Bico sob irrigação nas Condições  
de Cerrado**

## RESUMO

### **Avaliação de Genótipos de Grão de Bico sob irrigação nas Condições de Cerrado**

As reduzidas opções de cultivo irrigado na entressafra restringem a exploração agropecuária no Cerrado em base econômica. Este estudo teve como objetivo selecionar genótipos de grão de bico com adaptabilidade e estabilidade produtiva em áreas irrigadas do Planalto Central. Os ensaios foram instalados na Fazenda Futurama, Cristalina-GO em quatro épocas de semeadura, sendo: 10/04, 30/04, 20/05, 09/06. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições, utilizando quinze genótipos de origens distintas: Cícero e IAC Marrocos (Nacionais utilizados como testemunhas); Jamu 96, Blanco Sinaloa (México); Nacional 29 (Cuba); Astro e Joly (origem não definida, materiais comerciais); ILC 1929, FLIP03-109C, FLIP03-35C, FLIP02-23C, FLIP06-155C, FLIP06-34C ( ICARDA); ICCV 10 (ICRISAT); BG1392 (Espanha). Os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP06-155C e FLIP03-35C com médias de rendimento nas quatro épocas de plantio de 2133, 2116, 2029 e 1779 Kg ha<sup>-1</sup> respectivamente foram os que apresentaram maior capacidade de produção. Com relação ao tamanho e qualidade de grãos para consumo seco, os genótipos BG 1392, Cícero, Blanco Sinaloa 92 e Jamu 96 se destacaram entre os demais. Fica demonstrado neste estudo que o cultivo do grão de bico irrigado em ambiente de Cerrado de altitude mostra-se economicamente promissor.

**Palavras-chaves:** *Cicer arietinum* L., adaptação, rendimento, qualidade de grãos, época de semeadura.

## ABSTRACT

### **Evaluation of Chickpea Genotypes under Irrigation undder the Brazilian Cerrado conditions**

The reduced cropping options, under irrigation system during the dry season have restricted agricultural exploitation of the Brazilian Cerrado. This study aimed to select chickpea genotypes with higher adaptability to the savannah highland areas. The experiments were installed in Futurama Farm, Cristalina, Goias, using four sowing dates: 04/10, 04/30, 05/20 and 06/09. The experimental design used randomized block using 15 chickpea accessions of distinct origins: Cícero e IAC Marrocos (Brazil-checks); Jamu 96, Blanco Sinaloa 92 (Mexico); Nacional 29 (Cuba); Astro e Joly (commercial materials of unknown origin); ILC 1929, FLIP03-109C, FLIP03-35C, FLIP02-23C, FLIP06-155C, FLIP06-34C ( ICARDA); ICCV 10 (ICRISAT); BG1392 (Spain). The genotypes FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP06-155C and FLIP03-35C, with respective average yield of 2133, 2116, 2029 and 1779 Kg ha<sup>-1</sup> in the four sowing dates showed the best performers. The genotypes BG 1392, Cícero, Blanco Sinaloa 92 e Jamu 96 were among the best ones among the all genotypes tested in relation to size and quality of quality of grains It has been demonstrated that chickpea crop in the irrigated Cerrado environment might be competitive and economically promising.

**Keywords:** *Cicer arietinum L.*, adaptation, yield, grain quality, sowing date.

## INTRODUÇÃO

O grão de bico foi em 2009, a terceira cultura proteagínosa mais importante do mundo, com produção de 9,8 milhões de toneladas e área cultivada de 11 milhões de hectares (FAOSTAT, 2010). Do total produzido a Índia respondeu por 70% (BIÇER, 2004). O grão de bico apresenta múltiplas funções nos sistemas tradicionais agrícolas de muitos países em desenvolvimento, sendo também muito importante para a nutrição de pessoas que não consomem produtos de origem animal. As sementes do grão de bico contêm: 16,4-31,2 % de proteína crua, 38,1-73,3 % de carboidratos, 1,5-6,8 % de gordura e 1,6-9,0 % de fibras (SEHIRALE, 1988) citadas por (YUCCEL, 2010), sugerindo uma grande variabilidade genética a ser explorada no melhoramento. Estudo realizado em vários locais pelo mundo, utilizando diferentes genótipos, dois principais sistemas de produção tem sido comparados: em sequeiro e sob irrigação. Os dados demonstram que para cada milímetro de água aplicado em condições de estresse, as respostas foram de 9,6 a 10,6 kg ha<sup>-1</sup> (BRICK, 1998; NIELSEN, 2001).

No Paquistão, em cultivo irrigado, houve resposta de todas as características relacionadas a rendimento: 17,03% em grãos; 36,0% no peso de matéria seca e 48,0% no número de vagens por planta (BAKHSH, 2007). Em Portugal, obteve-se produção média de: 893 e 2848 kg ha<sup>-1</sup> em área de sequeiro e irrigado respectivamente, sendo que a produção de biomassa foi 3,8 vezes maior na área irrigada (SILVA, 2011).

Nos EUA, demonstrou-se igualmente que a produção apresenta uma forte resposta à irrigação. Nesse país, o cultivo se realiza em duas épocas de semeadura, sendo; uma no período de chuvas (Palouse e Pacífico Noroeste) e; outra irrigada (Califórnia). A maior parte do grão de bico cultivado é de sementes graúdas, do tipo kabuli, que alcançam maior valor de mercado (NIELSEN, 2001).

Na América do Sul, destacam-se Chile, Colômbia, Peru e Argentina. O Brasil mesmo apresentando três cultivares recomendadas de grão de bico (Marrocos, Cícero e Leopoldina), não é um país tradicionalmente produtor desse grão, e não apresentava nenhuma área comercial da cultura até 2011.

O Cerrado apresenta agricultura com utilização de alta tecnologia estando preparado para cultivar qualquer tipo de produto agrícola que seja adaptado às condições de cultivo e que ofereça renda ao empresário rural. No Cerrado do Planalto Central existe uma grande área irrigada por pivô central onde os agricultores cultivam

milho e leguminosas. O grão de bico pode ser uma segunda opção permitindo a rotação com o milho, uma vez que as épocas de plantio são distintas.

O ambiente climático dos cerrados brasileiros caracteriza-se pela alternância das estações chuvosas e secas. A precipitação varia entre 1200 mm e 1700 mm na região. A precipitação mínima (1 a 20 mm) ocorre de maio a setembro. Em geral, a temperatura nessa região favorece o crescimento das culturas durante o ano todo, pois a precipitação anual é suficiente para suprir as demandas dos cultivos (SPEHAR, 2011).

O presente trabalho teve como objetivo selecionar, em condições irrigadas, genótipos com características superiores de: produtividade, tipo de planta em que seja possível a colheita mecânica, com ciclo precoce, tipo de grão para consumo in natura e para indústria.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização dos Experimentos**

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Futurama município de Cristalina-GO em área de produtor (sistema irrigado por pivô central), com localização: S 16° 16, 501'; W 047° 21, 427'; altitude 884 m, no período de abril a outubro de 2011.

A área experimental apresenta solo argiloso profundo e homogêneo, classificado como Latossolo Amarelo Distrófico e bastante representativo da região onde o grão de bico poderá potencialmente ser cultivado. Para incorporação ao cultivo comercial a área recebeu corretivos e fertilizantes.

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 final de setembro. 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.

### **Genótipos Utilizados nos Experimento**

Os genótipos utilizados nos ensaios foram previamente selecionados em avaliações anteriores, sendo, duas cultivares recomendadas e treze genótipos de origem distintas, sendo apenas um do tipo desi (ICCV 10) e os demais do tipo kabuli.

Para escolha dos acessos foram utilizados os resultados de uma avaliação preliminar de uma coleção de trabalho no período seco (inverno) em 2010. Foram selecionados os seguintes acessos com as respectivas origens: Cícero e IAC Marrocos (Brasil- testemunhas); Jamu 96, Blanco Sinaloa (México); Nacional 29 (Cuba); Astro e Joly (origem não definida, materiais comerciais); ILC 1929, FLIP03-109C, FLIP03-35C, FLIP02-23C, FLIP06-155C, FLIP06-34C (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas - ICARDA); ICCV 10 (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics - ICRISAT) e BG1392 (Espanha).

### **Delineamento Experimental e Condições Climáticas**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições. O experimento foi composto por quatro épocas 10/04, 30/04, 20/05 e 09/06. As parcelas foram constituídas por três linhas com 3,0 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m com densidade de semeadura com 13 sementes metro<sup>-1</sup>.

Na maturação, foram colhidas todas as linhas, sendo a área útil da parcela de 4,5 m<sup>2</sup> onde se procederam as avaliações.

A semeadura foi realizada em área irrigada por aspersão tipo pivô central disponível na propriedade e nas seguintes épocas:

O ensaio foi irrigado (Tabela 1b) semanalmente com 12 mm de água até o início da maturação fisiológica, sempre que não houvesse ocorrência de chuvas (Tabela 1a).

Tabela 1a- Média mensal de chuvas. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Precipitação	Mês											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(mm)	176	62	353	118	00	00	00	00	00	157	182	264

Fonte: Dados Faz. Futurama, 2011.

Tabela 1.b - Turno de rega de pivô central em experimento de grão de bico.

Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Data	mm	Data	mm	Data	mm
10/04	12	04/06	10	08/08	12
14/04	08	10/06	12	14/08	12
19/04	Chuva	16/06	12	18/08	15
26/04	08	22/06	12	25/08	15
30/04	12	27/06	12	30/08	12
05/05	12	02/07	12	05/09	12
10/05	12	08/07	12	11/09	15
17/05	10	14/07	12	15/09	12
20/05	10	21/07	15	20/09	12
25/05	12	27/07	12	25/09	15
30/05	12	03/08	12	01/10	7

Fonte: Fazenda Futurama, 2011 - Cristalina-GO. A partir de outubro não houve irrigação uma vez que os materiais da última época entraram em maturação fisiológica.

### Avaliações Experimentais

Durante a condução do experimento, as seguintes características agrônômicas foram avaliadas, por metodologia previamente definida (ARSHAD, 2004): **número de dias para o florescimento (DF)**: data quando 50% das plantas estiverem com pelo menos uma flor aberta na área útil, considerando-se a partir da emergência à floração; **altura das plantas em cm (AP)**: média de dez plantas representativas a partir do nível do solo, até a inserção da última folha ou vagem na haste principal; **maturação (DM)**: quando 90% das plantas apresentam teor de água nos grãos em torno de 18%; **tipo de planta (TP)**: correspondendo planta totalmente ereta (E), semiereta ou levemente inclinada (SE), semi prostrada (SP), e totalmente prostrada no solo (P); **biomassa total (BT)**: peso total das plantas (g) colhidas na área útil da parcela; **rendimento de grãos (RG)**: peso total (g) dos grãos colhidos na área útil da parcela; **índice de colheita (IC)**: (relação do rendimento de grãos com a produção total de biomassa); **peso de 1000 sementes (PS)**: em (g).

## Análise de Solo e Condições de Semeadura

As áreas não sofreram preparo de solo, realizando-se semeadura no sistema de plantio direto, utilizando uma plantadeira de precisão para abertura de sulcos e adubação, de acordo com a análise química do solo e das necessidades da planta do grão de bico (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Ph	Mat. Organica	P	K	Ca+Mg	H+Al	CTC	V%
	g dm <sup>-3</sup>	(ppm)		(meq/100ml)			
5,5	4,4	24,3	151	3,9	6,1	10,4	41

Laboratório: CAMPO- Análises Ambientais 2011

## Práticas Culturais Utilizadas

Antes da semeadura realizou-se dessecação da área com: 1920 g ha<sup>-1</sup> de Glifosato + 480 g ha<sup>-1</sup> de Metribuzin + 100 g ha<sup>-1</sup> de Carfentrazone, sem uso de capina manual e utilização de herbicida S-metolacoloro na dose de 1920 g ha<sup>-1</sup>, após emergência.

As sementes foram tratadas para proteção contra fungos e insetos com produto comercial a base de: 25g L<sup>-1</sup> Piraclostrobina, 225g L<sup>-1</sup> Tiofanato metílico, 250g L<sup>-1</sup> de Fipronil, na dose de 2 ml kg<sup>-1</sup>.

Além da adubação de manutenção (300 Kg ha<sup>-1</sup> de 5-25-15 + 0,3 Zn) foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio aos 30 dias e 100 Kg ha<sup>-1</sup> de ureia aos 45 dias após emergência.

Após a floração foram realizadas três aplicações de inseticidas para controle da lagarta das vagens (*Helicoverpa* sp.) em intervalos de duas semanas, utilizando os seguintes produtos, respectivamente: Methamidofós (662g ha<sup>-1</sup>) + Lifenurom (20g ha<sup>-1</sup>); Acefato (375g ha<sup>-1</sup>) + Clorfluazurom (20g ha<sup>-1</sup>); Methomyl (107,5g ha<sup>-1</sup>) + Espinosade (96g ha<sup>-1</sup>).

## **Colheita**

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

Em seguida foram pesadas para determinação da BT e RG. Para obtenção das sementes, foi utilizada uma trilhadora de parcelas separando-as da planta. Depois de limpas, as sementes foram colocadas em sacos de papel devidamente etiquetados para determinação de RG, sendo armazenadas em câmara fria.

## **Análise Estatística**

Os parâmetros para cada época foram avaliados para normalidade e a homogeneidade antes da análise de variância. As variáveis: floração, maturação, índice de biomassa e peso de parcela, foram submetidos à transformação  $\sqrt{x + 0,5}$ , para corrigir desvios de normalidade.

Depois da análise de variância (por meio do programa SAS), utilizou-se o teste SCOTT-KNOTT (1974) para comparação das médias das parcelas. Realizou-se análise conjunta das quatro épocas de plantio seguida por desdobramento da interação quando esta foi significativa.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise de variância mostrou haver diferença de resposta altamente significativa, demonstrando grande variabilidade genética no material em estudo (Tabela 3). Os coeficientes de variação ficaram abaixo de 20%, estando dentro dos padrões aceitáveis (GOMES, 1982). A interação cultivar x época de plantio para: florescimento, maturação, altura de plantas, índice de biomassa e peso de parcela apresentou diferença significativa pelo teste F ( $p = 0,01$ ). A época de semeadura influenciou de forma diferenciada os acessos estudados, o que permite agrupamento por período de floração e de maturação medida pelo desdobramento da interação para

verificar o efeito da época sobre cada acesso. Para o caráter peso de 1000 sementes, a interação foi significativa, mostrando que as épocas interferiram nos genótipos. Portanto, tamanho e densidade permaneceram com valores comparativamente iguais durante longo período de semeadura.

Tabela 3: Análise de variância para florescimento, maturação, altura de plantas, peso de 1000 sementes, Índice de biomassa e peso de parcela de quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de semeadura, Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Floração (dias)	Matur. (dias)	Altura de planta(cm)	Peso de 1000 sementes(g)	Índice de biomassa	Peso Parcela (g)
Blocos	2	0,12	0,01	10,72	1147,02	0,56	8,48
Genótipo (G)	14	7,62**	0,42**	2054,61**	223097,09**	227,48**	890,21**
Época (E)	3	0,18	0,01**	1784,82**	10888,89**	776,44**	853,30**
C x E	42	0,32*	0,10**	71,86*	2422,36**	35,87*	22,27
Resíduo	118	0,20	0,03	41,67	652,12	23,80	16,39
CV. (%)	-	6,4	1,52	12,18	5,12	17,58	17,74

(\*) e (\*\*) indicam significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

Os melhores rendimentos foram obtidos com os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP06-155C e FLIP03-35C cujas médias nas quatro épocas de plantio foram de 2133, 2116, 2029 e 1779 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 4). Esta ordem de produtividade foi mantida nas quatro épocas de plantio com pequenas variações entre os genótipos, sendo, portanto os que apresentaram comportamento estável com destaque para FLIP03-109C o qual atingiu um pico de produção na 1ª época (10/04) com 3515 kg ha<sup>-1</sup>. Este dado está em conformidade com NASCIMENTO (1998) que indica melhores resultados de produtividade na região Centro-Oeste brasileira com grão de bico irrigado ocorre com semeadura durante o mês de abril.

Os quatro genótipos citados foram selecionados anteriormente em experimento com irrigação por pivô central com linhagens tolerantes a fusarium provenientes do ICARDA, sendo, portanto, os que apresentaram melhores resultados, na presença de fungos de solo presentes em área irrigada por pivô central, comparativamente com os demais.

No México, em ensaio com oito genótipos de grão de bico, utilizando irrigação complementar, foram selecionados L397E2, Progreso 95, Jamu 96 e T 2001 com produtividade de 2442, 2362, 2255 e 2151 kg ha<sup>-1</sup> superando a testemunha Blanco Sinaloa 92 com 1724 kg ha<sup>-1</sup> (VALENZUELA, 2008). Resultados inferiores foram obtidos em Cristalina-GO com Jamu 96 e Blanco Sinaloa 92 com médias ao longo das épocas de 1056 e 447 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Neste estudo o melhor resultado para Jamu 96 ocorreu na sementeira em 10/04 e rendimento de 1948 kg ha<sup>-1</sup> e Blanco Sinaloa 92 com 536 kg ha<sup>-1</sup>. Este baixo rendimento comparativo se deve a baixa tolerância dos genótipos citados ao complexo de fungos de solo, ainda que se evidencie superioridade genética para rendimento na provável ausência de fungo de solo.

O programa de melhoramento do ICRISAT tem selecionado germoplasma e avançado linhagens em condições de alta fertilidade e uso de irrigação na Índia. Vários genótipos têm sido desenvolvidos especificamente para estas condições ambientais. No ICARDA 50 genótipos foram avaliados para identificar alta responsividade à irrigação, observando-se ganho de produtividade até 80% com irrigação suplementar (SINGH, 1999). A explicação provável é que, sob baixa umidade relativa do ar no ambiente irrigado e em ausência de fungos de solo, o grão de bico melhor expressou seu potencial produtivo. Portanto, seleção de genótipos em programas de melhoramento pode ser conduzida visando associar elevados rendimentos com tolerância a fungos de solo, como demonstrado nesta pesquisa.

Em contraste, áreas irrigadas em Cerrado de altitude acumulam doenças de solo por cultivos sucessivos em espécies suscetíveis e multiplicadoras, como em plantios de feijão, tradicional lavoura nesse período. A cada safra, a produtividade reduz, mesmo com a intensificação do uso de fungicidas. O cultivo de grão de bico com o emprego de cultivares resistente seria a solução mais eficaz para estas condições (PEREIRA, 2011). Os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP06-155C e FLIP03-35C podem apresentar tolerância ao complexo de fungos de solo, com vantagem comparativa, como demonstram os resultados desse estudo.

Situação semelhante ao feijão acontece com o grão de bico. Isto se deve provavelmente à baixa produtividade da maioria dos genótipos utilizados no ensaio. A ocorrência de fungos de solo nos plantios de inverno em áreas de pivô está provavelmente relacionada às baixas temperaturas que se intensificam a partir do mês de abril. As podridões radiculares mais comumente encontradas no Centro-Oeste são incitadas por *Rizoctonia solani* e por *Fusarium solani*: esses patógenos ocorrem tanto isoladamente como em associação sinérgica. (CARDOSO & COSTA, 1988 citado por TOLEDO-SOUSA, 2009). Assim, a maior produtividade se explica com base na tolerância a esses fungos. Ademais, o seu potencial produtivo comparável aos melhores genótipos em condição desfavorável aos patógenos conforme observado nos resultados referente ao Capítulo 1. Os resultados permitiram afirmar-se que grão de bico irrigado em área de cultivo intensivo, depende de tolerância a fungos de solo, sendo imprescindível para o sucesso do empreendimento.

Tabela 4: Resultados de Produção (ton./ha) em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio em sistema irrigado com pivô central.

Genótipo	Época de Plantio				Média
	10/04	30/04	20/05	09/06	
FLIP03-109C	3515 a	1477 a	1932 a	1608 a	2133
FLIP02-23C	3222 a	1592 a	1882 a	1769 a	2116
FLIP06-155C	2827 a	1490 a	1733 a	2066 a	2029
FLIP03-35C	2362 b	1580 a	1724 a	1448 a	1779
FLIP06-34C	1913 b	791 b	814 c	1532 a	1263
Marrocos	1863 b	657 b	1039 b	835 c	1098
Jamu 96	1948 b	727 b	717 c	831 c	1056
ICCV 10	1425 b	240 c	917 b	1031 b	903
ILC 1929	1150 c	430 c	618 c	549 d	687
Joly	929 c	223 c	257 d	518 d	482
B.Sinaloa 92	378 d	350 c	523 c	536 d	447
Nacional 29	776 c	300 c	285 d	333 e	424
Astro	463 d	183 c	238 d	349 e	301
BG 1392	358 d	159 c	229 d	354 e	268
Cicero	441 d	108 c	163 d	195 e	227
CV %	16,80	21,60	16,40	12,90	

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

As correlações fenotípicas para produção e outras características do grão de bico em sistema irrigado em quatro épocas de plantio são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Coeficiente de correlação fenotípica de sete características de grão de bico  
Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Características	1	2	3	4	5	6	7
1-Dias floração	1,00	0,53 **	0,26	0,53**	0,51**	-0,63**	0,07
2-Altura de planta		1,00	0,55**	0,82**	0,76**	-0,27	-0,06
3-Dias maturação			1,00	0,46**	0,44**	-0,15	0,06
4-Produção biológica				1,00	0,92**	-0,39	0,07
5-Rendimento					1,00	-0,47**	0,39
6-Peso 1000 sementes						1,00	-0,22
7-Índice de colheita							1,00

\*\*significativo ao nível de 1%

O rendimento correlacionou positivamente e com significância para o número de dias à floração (0,51), altura de plantas (0,76), produção biológica (0,92) e índice de colheita (0,39) sendo negativa para peso de 1000 sementes (-0,47) (Tabela 5). Valores semelhantes foram obtidos no ICRISAT, Índia quando se avaliou um grande número de acessos (MEENA, 2010). Na Índia foram obtidos valores divergentes entre rendimento com dias para florescimento (-0,33\*\*), dias para maturação (-0,34\*\*), peso de 100 sementes (0,67\*\*) e resultados semelhantes para altura de planta (0,20\*\*), produção biológica (0,94\*\*) e índice de colheita (0,76\*\*) (RENUKADEVI, 2006).

Contudo, é necessário observar que os coeficientes de correlação simples podem conduzir a equívocos a respeito da relação entre duas variáveis, nem sempre sendo uma medida real de causa e efeito. Assim, um alto ou baixo coeficiente de correlação pode ser o resultado do efeito que, sobre essas duas variáveis têm numa terceira ou um grupo de variáveis (CRUZ, 1997). Nesse caso, os quinze genótipos em estudo, exceto um (do tipo desi), são do grupo kabuli, naturalmente possuindo sementes maiores. Por outro lado, houve elevada frequência de acessos com maiores pesos de sementes apresentando menor rendimento. Ou, em um programa de melhoramento, quando se conduz a seleção para rendimento e tamanho de sementes, será possível mudar as relações entre essas características agronômicas.

Os períodos de floração dos genótipos testados apresentaram comportamento semelhante nas quatro épocas de plantio sendo em número de dias da emergência à floração com: 1ª época, com intervalo de 36 a 47; 2ª época, de 28 a 49; 3ª época, de 37 a

42, e por último a 4ª época, com 41 a 66, sendo essa última, a que apresentou intervalo mais longo (Tabela 6). Isto se poderia esperar em função da última época de plantio ter sido realizada pouco antes do dia mais curto do ano e a fase vegetativa ocorrendo quando os dias se alongam. Jamu 96 e FLIP02-23C são os que apresentaram período vegetativo mais curto e FLIP03-109C e FLIP03-35C os de floração mais tardia. Estes resultados podem ser ainda explicados por diferenças de comportamento do genótipo em relação às temperaturas ocorridas no período. Ou, simultaneamente, os dias alongam enquanto as temperaturas noturnas aumentam. As variações ao não apresentarem uma mesma tendência para todos os genótipos, indica que estes podem divergir na resposta aos dois fatores simultaneamente.

O florescimento em grão de bico é considerado um período crítico. As condições ambientais influenciam o início e a duração do florescimento e determinam o período reprodutivo e a produção de grãos (SAVITHRI, 1980; SAXENA, 1984 citados por VERGHIS, 1999). O número de dias à floração depende diretamente do genótipo, da temperatura e do fotoperíodo (ROBERTS, 1980; PEREZ de LA VEGA, 1996 citados por MBAREK, 2009). O grão de bico é classificado como planta de dias longos, particularmente para o período de floração (MBAREK, 2009). O período de florescimento pode continuar por até 50 dias em condições favoráveis, mas pode encerrar 20 dias após o início em condições adversas. Apenas 20-50% das flores produzem vagens e grãos. As produções tendem ser mais altas em longos períodos de crescimento (SINGH, 1999). Os genótipos mais produtivos, FLIP03-109C e FLIP02-23C apresentaram números de dias à floração de 51 e 41 dias, respectivamente, o maior e menor período vegetativo (Tabela 4).

Tabela 6: Número de dias à floração a partir da emergência em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Genótipo	Época de Plantio				Média
	10/04	30/04	20/05	09/06	
Cícero	41 a	37 a	42 a	46 a	42
IAC Marrocos	46 a	35 a	40 a	56 a	44
Jamu 96	45 a	34 a	44 a	41 a	41
Nacional 29	43 a	28 a	44 a	51 a	42
Astro	41 a	41 a	42 a	68 a	48
Joly	50 a	43 a	42 a	48 a	44
ILC 1929	40 a	42 a	47 a	46 a	46
FLIP03-109C	44 a	49 a	47 a	66 a	51
FLIP03-35C	36 a	49 a	52 a	49 a	49
FLIP02-23C	44 a	34 a	49 a	46 a	41
ICCV 10	39 a	34 a	42 a	55 a	43
B.Sinaloa 92	44 a	40 a	37 a	49 a	43
BG 1392	37 a	47 a	40 a	47 a	43
FLIP06-155C	47 a	42 a	41 a	49 a	45
FLIP06-34C	47 a	28 a	42 a	56 a	43
CV %	12,61	0,00	2,90	0,30	

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

O período de florescimento pode afetar diretamente a produção de grãos (YAQOOB, 2012). ALI et al, (2011) demonstraram que número de dias para o florescimento correlacionou positiva e significativamente com a produção de grãos. De forma contrária, foi verificado que o florescimento precoce em grão de bico resultou em altas produções em diferentes locais em diferentes condições de estresse (TURNER, 2007). No presente trabalho, o período de floração apresentou correlação positiva e significativa (Tabela 5) estando em conformidade com ALI et al, 2011.

Quanto ao número de dias para a maturação, foi observado que, em todos os genótipos, houve redução gradativa à medida que a semeadura foi retardada e a temperatura aumentou na fase reprodutiva (Tabela 7). A análise de variância mostrou diferença significativa entre genótipos, épocas de plantio e na interação genótipo x época (Tabela 3).

Maior produtividade tem sido registrada em cultivares de grão de bico com maturação precoce (BIÇER, 2007). No presente estudo acessos de maturação precoce não foram os mais produtivos, sendo que, áreas irrigadas de cultivo intensivo apresentam grande incidência de fungos de solo. O fator precocidade pode ter impactado positivamente no rendimento, mas não neste caso quando genótipos tardios associados com tolerância a fungos de solo para produção de grão de bico em áreas irrigadas no Cerrado de altitude. Ademais, precocidade pode representar escape ao estresse hídrico, o que não ocorreu durante a condução do experimento, representando a realidade da produção comercial. Por outro lado, pode-se afirmar que a extensão do período reprodutivo foi reduzida devida o aumento da temperatura nas últimas épocas para todos os acessos, tendo impactado negativamente no rendimento.

Tabela 7: Número de dias à maturação após emergência em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Genótipo	Época de Plantio				Média
	10/04	30/04	20/05	09/06	
Cícero	122 a	126 a	115 a	112 a	119
IAC Marrocos	117 a	129 a	115 a	114 a	119
Jamu 96	123 a	120 a	115 a	110 a	117
Nacional 29	132 a	126 a	111 a	112 a	120
Astro	122 a	128 a	115 a	117 a	121
Joly	125 a	132 a	115 a	112 a	121
ILC 1929	123 a	130 a	115 a	112 a	120
FLIP03-109C	125 a	124 a	115 a	117 a	120
FLIP03-35C	121 a	135 a	113 a	112 a	120
FLIP02-23C	127 a	129 a	115 a	112 a	121
ICCV 10	120 a	128 a	115 a	115 a	120
B.Sinaloa 92	127 a	118 a	115 a	112 a	118
BG 1392	127 a	130 a	115 a	112 a	121
FLIP06-155C	132 a	131 a	113 a	112 a	122
FLIP06-34C	132 a	128 a	115 a	114 a	122
CV %	2,20	0,60	1,50	0,80	

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

Em geral, o ciclo de maturação dos genótipos oscilou nas quatro épocas de plantio em até 25 dias (Tabela 7). O genótipo que apresentou menor período foi Jamu 96 no plantio de 09/06 com 110 dias, e o maior, FLIP03-35C com plantio em 30/04 com ciclo de 135 dias. Todos sofreram forte influência no aumento do comprimento do dia, aumentando assim o período de florescimento e causando forte diminuição no ciclo reprodutivo devido às alterações de temperaturas e também a forte presença de patógenos de solo.

Com relação à altura de plantas, os genótipos se comportaram diferentemente em cada época de plantio (Tabela 8). Houve alta variabilidade no crescimento de plantas

sendo o de porte mais baixo ICCV 10 do tipo desi no plantio de 30/04 e os de porte mais altos FLIP06-109C e FLIP02-23C ambos com 85 cm de altura, plantados em 10/04 e do grupo kabuli.

Tabela 8: Altura de plantas em quinze acessos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Genótipo	Época de Plantio				Média
	10/04	30/04	20/05	09/06	
Cícero	51 b	36 d	36 c	36 c	40
IAC Marrocos	72 a	55 b	60 b	60 b	62
Jamu 96	58 b	41 c	45 c	45 c	47
Nacional 29	46 b	35 d	37 c	37 c	39
Astro	48 b	40 c	40 c	40 c	42
Joly	56 b	43 c	41 c	41 c	45
ILC 1929	71 a	55 b	59 b	59 b	61
FLIP03-109C	83 a	63 a	58 b	58 b	66
FLIP03-35C	75 a	69 a	65 b	65 b	69
FLIP02-23C	83 a	67 a	66 b	66 b	71
ICCV 10	34 b	28 d	38 c	38 c	35
B.Sinaloa 92	48 b	48 c	49 c	49 c	49
BG 1392	45 b	37 d	41 c	41 c	41
FLIP06-155C	81 a	66 a	78 a	78 a	76
FLIP06-34C	82 a	57 b	66 b	66 b	68
CV %	14,90	10,40	11,10	8,40	

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

Cultivares de grão de bico mostraram diferenças significativas com respeito à altura de plantas e taxas de crescimento em diferentes épocas de semeadura. A altura de plantas mostrou alta significância ( $p=0,01$ ) para genótipos e épocas; interação genótipo x época foi menor, mais ainda considerável ( $p=0,05$ ). Resultados semelhantes foram

obtidos em ambiente distinto do Cerrado (KABIR, 2009), abrindo perspectiva para seleção, quando se comparam aos cultivares disponíveis e os demais genótipos (Tabela 8).

Mesmo assim, a altura de plantas foi aceitável para uma possível colheita mecânica mesmo nos genótipos de menor crescimento. No entanto, os genótipos de maior porte são os mais desejáveis para cultivo em área irrigada por desenvolver maior proteção do solo e maior competição com plantas espontâneas.

Outro fator associado à altura é o tipo de planta (Tabela 9). As cultivares recomendadas no Brasil como IAC Marrocos e Cícero apresentam tipo semi prostrado e ereto, respectivamente. O tipo de planta ereto (E) é o mais indicado, pois o posicionamento das vagens na parte mais terminal das ramificações facilita a colheita mecânica. Em experimentos com densidade de plantas com grão de bico apresentando diferentes tipos de arquitetura de plantas (semi-prostrado) (SP), semi-ereto (SE) e ereto (E)), mostraram que é possível o aumento na densidade de plantas para 80 plantas  $m^{-2}$  usando tipos eretos enquanto tipos prostrados permitem no máximo 24 plantas  $m^{-2}$ . Ainda tipos eretos, conduzidos em maiores densidades, podem interceptar uma maior porção de radiação solar aumentando a competição com plantas espontâneas e aproveitando a umidade do solo com maior eficiência (SACCARDO, 1990).

Tabela 9: Arquitetura de plantas em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Genótipo	Época de Plantio			
	10/04	30/04	20/05	09/06
Cícero	SE	E	E	SE
IAC Marrocos	SP	SP	SP	SP
Jamu 96	E	E	E	E
Nacional 29	SE	SE	E	E
Astro	SE	SE	E	E
Joly	SE	SE	E	SP
ILC 1929	SE	SE	SP	SE
FLIP03-109C	SP	SP	SE	SP
FLIP03-35C	SP	SP	E	E
FLIP02-23C	SP	SP	E	E
ICCV 10	E	E	E	E
B.Sinaloa 92	E	E	E	E
BG 1392	SP	SP	E	SE
FLIP06-155C	SE	SE	SE	E
FLIP06-34C	SP	SP	SE	SE

E= plantas no máximo com 15° de inclinação; SE=plantas com 16-25° de inclinação lateral; SP= 26- 60° de inclinação lateral; P= acima de 61° de inclinação lateral.

O Índice de Colheita (IC) é uma medida de eficiência relativa, correspondendo à relação entre quantidade de grãos sobre a produção total da planta. O IC apresentou variação de 18,4% na primeira data de plantio com o genótipo Blanco Sinaloa 92, a 47,5% com ICCV 10 na quarta data de semeadura sendo este genótipo do tipo desi (Tabela 10 ).

O rendimento de grãos e o índice de colheita são influenciados pelas condições onde o grão de bico é cultivado (ROSIELLE, 1975 citado por MBAREK, 2009) o alto índice de colheita está associado a uma maior sensibilidade ao déficit hídrico (SALIM, 1993 também citados por MBAREK, 2009). Por outro lado, outros fatores podem interferir nessa relação como incidência de patógenos e variações climáticas e de

fotoperíodo na fase reprodutiva. Porém, existe aparentemente um componente genético, como mostram os valores apresentados (Tabela 10).

Tabela 10: Índice de Colheita (%) de quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Genótipo	Época de Plantio				Média
	10/04	30/04	20/05	09/06	
1-Cícero	25,1 a	21,5 b	21,0 b	29,4 b	24,3
2-IAC Marrocos	26,0 a	20,8 b	20,2 b	19,9 c	21,7
3-Jamu 96	34,8 a	34,4 a	25,3 a	41,3 a	34,0
4-Nacional 29	27,1 a	29,6 a	22,8 b	32,2 b	27,9
5-Astro	22,6 a	20,9 b	20,2 b	33,2 b	22,0
6-Joly	28,7 a	19,9 b	17,5 b	27,8 b	23,5
7-ILC 1929	24,6 a	22,5 b	20,9 b	31,7 b	24,9
8-FLIP03-109C	27,6 a	31,4 a	28,6 a	31,7 b	29,8
9-FLIP03-35C	22,5 a	30,0 a	30,4 a	36,7 a	29,9
10-FLIP02-23C	30,4 a	31,9 a	29,6 a	34,6 b	31,6
11-ICCV 10	31,6 a	32,2 a	36,9 a	47,5 a	37,1
12-B.Sinaloa 92	18,4 a	25,5 b	23,9 b	30,8 b	24,7
13-BG 1392	22,9 a	26,2 b	18,6 b	36,5 a	26,1
14-FLIP06-155C	27,9 a	25,9 b	25,8 a	41,2 a	30,2
15-FLIP06-34C	23,6 a	25,4 b	17,2 b	30,2 b	24,1
CV %	9,74	8,80	11,77	6,63	

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

Os acessos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP06-155C e FLIP03-35C apresentaram índice de colheita médio de 29,8, 31,6, 30,2 e 29,9% respectivamente, sendo considerados os mais elevados. Os mesmos genótipos tiveram também melhor desempenho produtivo, mostrando que a variabilidade no índice de colheita devida a

efeito de genótipo permite implementar a produtividade de grãos na cultura do grão de bico (KHAN, 2004).

Os dados da Tabela 5 indicam correlação significativa e positiva ( $r=0,39^{**}$ ) entre índice de colheita e produção de grãos, confirmando resultados anteriores (KHAN, 2004 e YUCEL, 2010). Assim, seleção para alta produção de grãos pode ser baseado em alto índice de colheita na cultura do grão de bico.

De modo geral, o peso de 1000 sementes mostrou ser característica intrínseca de cada cultivar, variando entre 222,7 g para o genótipo ICCV 10 do tipo desi em plantio de 30/04 e 758 g no plantio de 09/06, alcançado pelo material BG 1392 do tipo kabuli (Tabela 11). O menor peso de 1000 sementes (298,3 g) para tipo kabuli foi obtido pela cultivar IAC Marrocos em plantio de 09/06. O grão de bico do tipo desi é caracterizado por apresentar grãos pequenos em comparação aos do tipo kabuli, assim indicando que peso de 1000 sementes é uma característica genética (MILLER, 2002 citado por MBAREK, 2009).

No México 80% a 90% da produção de grão de bico são destinados à exportação para consumo in natura, exigindo grãos de cor branca e peso de 1000 sementes acima de 600 g. O material que apresentou melhores índices neste parâmetro foi o Jamu 96 com 496 g por 1000 sementes (VALENZUELA, 2008). Resultados semelhantes foram obtidos nesta pesquisa com o mesmo genótipo em Cristalina-GO, com 518,5 g por 1000 sementes.

Os genótipos BG 1392, Cícero, Blanco Sinaloa 92 e Jamu 96 por apresentarem tamanho de sementes com qualidade de exportação podem ser usados em hibridações em programas de melhoramento focados em rendimento e tamanho das sementes. A estimativa de herdabilidade para peso de 1000 sementes é alta (93,66%), indicando sucesso da seleção para esta característica, (SALEEM, 2002).

Quando se considera o conjunto das características avaliadas neste ensaio, observa-se que os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-35C e FLIP06-155C, podem entrar no processo de validação em vários locais na região do Cerrado a fim de obter pelo menos uma cultivar de grão de bico promissora. Esses genótipos mostraram bom desempenho produtivo no sistema irrigado, com tipo de planta desejável e grão com dupla aptidão, podendo ser usado no consumo seco ou na indústria de conservas que prefere grãos com tamanho em torno de 8 mm e com peso de 1000 sementes entre 400 e 450 g.

Tabela 11: Peso de 1000 sementes (g) em quinze genótipos de grão de bico em quatro épocas de plantio. Fazenda Futurama, Cristalina, 2011.

Genótipo	Época de Plantio				Média
	10/04	30/04	20/05	09/06	
Cícero	607,7 b	601,0 a	629,7 c	646,0 c	621,1
IAC Marrocos	305,0 e	311,0 d	303,3 h	298,3 j	304,4
Jamu 96	506,0 c	513,3 b	520,7 e	534,0 e	518,5
Nacional 29	527,3 c	565,0 a	582,3 d	551,3 e	556,5
Astro	663,7 a	605,0 a	686,7 b	741,7 a	674,3
Joly	625,3 b	598,7 a	714,7 a	672,3 b	652,8
ILC 1929	390,3 d	398,3 c	409,3 g	378,0 i	394,0
FLIP03-109C	433,7 d	440,7 c	435,7 f	444,0 g	439,0
FLIP03-35C	471,0 d	451,7 c	440,3 f	417,7 h	445,2
FLIP02-23C	419,3 d	419,3 c	406,0 g	417,3 h	415,5
ICCV 10	223,3 f	222,7 e	226,3 i	230,0 k	225,6
B.Sinaloa 92	599,3 b	514,3 b	641,0 c	619,0 d	593,4
BG 1392	681,0 a	624,3 a	727,7 a	758,0 a	697,8
FLIP06-155C	467,7 d	494,3 b	508,7 e	470,7 f	485,4
FLIP06-34C	441,0 d	453,3 c	457,3 f	486,3 f	459,5
CV %	7,20	6,20	3,30	2,60	

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

## CONCLUSÕES

A época mais favorável ao plantio de grão de bico no sistema irrigado em condições de Cerrado é durante o mês de abril; plantios tardios ainda que possíveis, podem sofrer chuvas na colheita que é fator limitante para a qualidade do produto comercial.

Os genótipos mais precoces mostraram menor rendimento, ainda que seja possível intensificar a seleção agregando rendimento, tolerância a patógenos de solo e maior peso de sementes em torno de 600 g por 1000 sementes.

Os genótipos FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-35C, FLIP06-155C, mostraram estabilidade produtiva medida por rendimento nas quatro épocas de semeadura irrigada de entressafra com dupla aptidão, para consumo seco e indústria.

Os genótipos BG 1392, Cícero, Blanco Sinaloa 92 e Jamu 96 podem integrar futuras hibridações como progenitores para maior tamanho de grão para consumo seco, enquanto FLIP03-109C, FLIP02-23C, FLIP03-35C e FLIP06-155C como fontes de tolerância ao complexo de fungos de solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, Q.; TAHIR, M.H.N.; SADAQAT, H.A.; ARSHAD, S.; FAROOQ, J.; AHSAN, M.; WASEEM, M.; IQBAL, A. Genetic variability and correlation analyses for quantitative traits in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Bacteriology Research**, v.3, n.1, p.6-9, 2011.

ARSHAD, M.; BAKHSH, A.; GHAFOOR, A.A. Path coefficient analyses in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions. **Pak. J. Bot.**, Islamabad, v.36, n.1, p.75-81, 2004.

BAKHSH, A.; MALIK, S.R.; IQBAL, U. ; HAQQANI, A.M. Response of chickpea genotypes to irrigated and rain-fed conditions. **International Journal of Agriculture & Biology**. Bhakkar, v.09, n.4, p.590-593, 2007.

BIÇER, B.T.; KALENDER, A.N. and SAKAR, D. The effect irrigation on spring-sown chickpea. **Journal of Agronomy**. v.3, n.3, p.154-158, 2004.

BIÇER, B.T.; SAKAR, D. Research regarding the agronomic values of several chickpea genotypes. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**. v.35, n.1, p.37-42. 2007.v.2, issue 1, 2007.

BRICK, M.A.; BERRADA, A.; SCHWARTZ, H.F.; KRALL, J. **Garbanzo bean production trials in Colorado and Wyoming**. Wyoming: University of Wyoming Agricultural Experiment Station, 1998. 26p. (Technical Bulletin 98-2).

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390p.

FAO FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION – FAOSTAT. Dados estatísticos de grão de bico. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso 11 Dez.2011.

GOMES, P. **Curso de Estatística Experimental**. 10. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1982. 468p.

KABIR, A.H.F.; BARI, M.N.; KARIM, MD.A.; KHALIQ, Q.A. ; AHMED, J.U. Effect of sowing time and cultivars on the growth and yield of chickpea under rainfed condition. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**. n.34, v.2, p.335-342, 2009.

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.

MBAREK, K.B.; BOUJELBEN, A.; BOUBAKER, M.; HANNACHI, C. Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (*Cicer arietinum* L) soumis à un régime hydrique limité. **Biotechnology Agronomy Society and Environment**. Tunisie, v.13, n.3, p.381-393, 2009.

MEENA, H.P.; KUMAR, J.; UPADHYAYA, H.D.; BHARADWAJ, C.; CHAUHAN,S.K.; VERMA, A.K. ; RIZVI, A.H. Chickpea mini core germplasm collection as rich sources of diversity for crop improvement. **Journal of SAT Agricultural Research**, v.8, 2010.

NASCIMENTO, W.M. Introdução. In: NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H.B.S.V.; GIORDANO, L.B. **Cultivo do grão de bico (*Cicer arietinum* L.)**. Brasília: Embrapa-Hortaliças, 1998. Ed.14 p.1.

NIELSEN, D.C. Production functions for chickpea, field pea, and lentil in the central great plains. **Agronomy Journal**. v.93, n.3, p.563-569, 2001.

PEREIRA, M.J.Z.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Reação de linhagens do feijoeiro ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp *phaseoli* em condições controladas. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.5, p. 940-947, 2011.

RENUKADEVI, P. ; SUBBALAKSHMI, B. Correlations and path coefficient analysis in chickpea. **Legume Research**, Coimbatore, v.29, n.3, p. 201-204, 2006.

SACCARDO, F.; CALCAGNO, F. Consideration of chickpea plant ideotypes for spring and winter sowing. **Options Mediterraneennes – Série Séminaires**. n.9, p.35-41. 1990.

SALEEM, M.; SHAHZAD, K.; JAVID, M.; ABDUL-UR-RAUF. Herdabilidade estimates for grain yield and quality characters in chickpea (*Cicer arietinum*). **International Journal of Agriculture & Biology**. v.4 n.2, p.275-276, 2002.

SAS Institute Inc. 2004. *SAS/STAT 9.1 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SILVA, L.L.; DUARTE, I.; SIMÕES, N.; LOURENÇO, E.; CHAVES, M.M. Eficiência de utilização da água pelo grão de bico (*Cicer arietinum* L.) regado em condições Mediterrânicas. In: Congresso Ibérico de Agro-Engenharia, 6., 2011, Évora – Portugal. Universidade de Evora, 5 a 7 Setembro 2011.

SINGH, K.B.; SAXENA, M. C. **Chickpeas**. The Tropical Agriculturalist Series. CTA/Macmillan/ICARDA. Macmillan Education Ltd., London: UK, 1999.134p.

SPEHAR, C.R.; PEREIRA, E.A; SOUSA, L.A.C. Legume Improvement in Acidic and Less Fertile Soils. In: PRATAP, A. and KUMAR, J. **Biology and Breeding of Food Legumes**. Kanpur, India: CABI, 2011. p. 262-275.

TOLEDO-SOUSA, E.D.; JUNIOR, M.L.; SILVEIRA, P.M., FILHO, A.C.C. Interações entre *Fusarium solani* f. sp. *Phaseoli* e *Rhizoctonia solani* na severidade da podridão radicular do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v.39, n.1, p.13-17, 2009.

TURNER, N.C.; ABBO, S.; BERGER, J.D.; CHATURVEDDI, S.K.; FRENCH, R. J.; LUDWIG, C.; MANNUR, D.M.; SINGH, S.J. ; YADAVA, H.S. Osmotic adjustment in chickpea (*Cicer arietinum* L.) results in no yield benefit under terminal drought. **Journal of Experimental Botany**, v.58, n.2, p.187-194, 2007.

VALENZUELA, I.P.; VALENZUELA VALENZUELA, R.I.; CASTRO, C.M.A.; PÉREZ, A.S.; SÁNCHEZ SÁNCHEZ, E. Comportamiento Agronómico de Genotipos de Garbanzo em Siembra Tardía em El Valle Del Mayo, Sonora, México. **Revista Fitotecnia Mexicana**. Sonora, v.31, n.1, p.43-49, 2008.

VERGHIS, T.I.; McKENZIE, B.A.; HILL, G.D. Phenological development of chickpeas (*Cicer arietinum*) in Canterbury, New Zeland. **New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science**, v.27, p.249-256, 1999.

YAQOOB, M.; HOLINGTON, P.A. ; GORHAM, J. Shoots. Root and flowering time studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under two moisture regimes. **J. Food Agric.**, v.24, n.1, p.73-78, 2012.

YÜCEL, D.O.; ANLARSAL, A.E. Determination of selection criteria with path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**. v.16, n.1, p.42-48, 2010.