



**Universidade Federal do Tocantins
Campus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

SÉRGIO ALVES DE SOUSA

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE
COMBINATÓRIA DE FEIJÃO-CAUPI**

**GURUPI-TO
2016**



**Universidade Federal do Tocantins
Campus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

SÉRGIO ALVES DE SOUSA

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE
COMBINATÓRIA DE FEIJÃO-CAUPI**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis

GURUPI-TO
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- S725d Sousa, Sérgio Alves de.
 Divergência genética e capacidade combinatória de feijão-caupi. / Sérgio Alves de Sousa. – Gurupi, TO, 2016.
 57 f.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Produção Vegetal, 2016.
 Orientador: Rodrigo Ribeiro Fidelis
1. Vigna unguiculata. 2. Divergência genética. 3. Dialelos. 4. Tocantins. I. Título

CDD 635

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

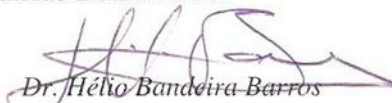



Universidade Federal do Tocantins
Câmpus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção
Vegetal

Defesa nº 02/2016


ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE
SÉRGIO ALVES DE SOUSA, DISCENTE DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Ans 03 dias do mês de março do ano de 2016, às 08 horas e 17 minutos, na Sala 15 do Bloco II, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. Rodrigo Ribeiro Fideles do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Hélio Bandeira Barros do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Manoel Mota dos Santos do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins, Pesquisadora PNPd Dra. Taynar Coelho de Oliveira do Câmpus Universitário de Gurupi/Universidade Federal do Tocantins sob a presidência do primeiro, a fim de proceder à arguição pública da Tese de Doutorado de Sérgio Alves de Sousa, intitulada "Divergência genética e capacidade combinatória de feijão-caupi". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando-o ao título de Doutor em Produção Vegetal. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



Dr. Hélio Bandeira Barros
Primeiro examinador



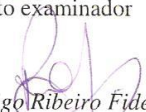
Dr. Manoel Mota dos Santos
Segundo examinador



Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento
Terceiro examinador



Dr. Taynar Coelho de Oliveira
Quarto examinador



Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Universidade Federal do Tocantins
Orientador e presidente da banca examinadora

Gurupi, 03 de março de 2016.



Dsc. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

A minha mãe Maria Lúcia dos Santos (in memorian) e avô Antônio José do Santos (in memorian), pelos ensinamentos de vida, por me fazerem ser o que sou, mesmo não estando presente posso senti-los sempre do meu lado, nos momentos mais difíceis da minha vida sempre estiveram comigo, em pensamentos e no coração.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, sabedoria, paciência, dignidade e humildade.

A minha mãe Maria Lúcia dos Santos (*in memorian*) e ao meu avô Antônio José dos Santos (*in memorian*) que me proporcionaram uma bela educação e princípios que levarei comigo sempre.

As minhas irmãs Ana Lúcia Santos da Cruz Moura e Simone Gonçalves da Cruz e os sobrinhos Tiago Santos de Moura, Itallo Teixeira Galvão, Ana Vitória Santos de Moura e Victor Henrique de Sousa Cruz pelo apoio, carinho, confiança e amor que sempre me devotaram.

Aos meus queridos tios Valdantino Ramalho dos Santos e Elizabeth dos Santos Ramalho pelo lar, carinho, apoio e criação.

A minha querida e amada Marcela Dal Molin Machado pelo amor, companheirismo, paciência nos meus momentos de estresse e ansiedade e, principalmente, por ser essa pessoa maravilhosa que Deus colocou em minha vida.

A todos da minha família SANTOS que nunca pouparam esforços para que eu realizasse mais esse sonho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis pela confiança e paciência em transmitir seus conhecimentos, não

medindo esforços para ajudar sempre no que foi preciso ao decorrer desses anos.

Aos grandes amigos Ronice Alves Veloso, Aline Torquato Tavares, Taynar Coelho de Oliveira, Alex Santos Lemos e Estevan Neiva Wislocki, pela companhia, parceria e amizade de sempre.

Aos queridos Fredney Pacheco Machado e Sônia Maria Dal Molin Machado pelo apoio, carinho, atenção, confiança e acolhida nesses últimos anos de doutorado.

Aos que contribuíram para a execução e desenvolvimento desta pesquisa, em especial aos integrantes do Grupo de Pesquisa em “Melhoramento Genético de Grandes Culturas e Espécies de Potencial Bioenergético”: Taynar Oliveira, Rafael Campestrini, Marília Barcelos, Leila Tonelo, Danilo Veloso, Kleiciane Marques, Fernando Noletto Junior, Fabiano Rocha, Ricardo Lacerda, Hidieliton Lima, Thaís Freitas, Carlos Augusto Andrade, Patrícia Mourato, Vanessa Santos, Lorena Macêdo, Vanessa Zelmer, Flávia Rodrigues, Natan Seraglio, Wagner Rauber e Maria Tereza Carvalho.

Aos professores da UFT, em especial Rodrigo Fidelis, Manoel Mota, Hélio Bandeira, Ildon Rodrigues, Joenes Peluzio, Rubens Ribeiro, Saulo Lima e Susana Cristine pelos ensinamentos em todos esses 10 anos de UFT. E aos membros da banca pela disponibilidade e contribuição nesse estudo.

A todos os funcionários da UFT, em especial a Erika pela paciência e eficiência de sempre.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e à
CAPES.

Muito Obrigado!

RESUMO GERAL

Diante da necessidade de programas de melhoramento do feijão-caupi para condições de Cerrado, a escolha dos genitores é uma decisão crucial que pode ser auxiliada por ferramentas como análises de divergência genética e análises dialélicas. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo selecionar genitores de feijão-caupi para programa de melhoramento em condições de Cerrado no Tocantins. Todos os experimentos foram realizados na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins e as características avaliadas foram: dias para florescimento, dias para maturação das vagens, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, comprimento de vagens, índice de grãos, massa de cem grãos e produtividade de grãos. Com a análise de divergência genética objetivou-se avaliar 24 genótipos de feijão-caupi em condições de Cerrado no Estado do Tocantins. As distâncias entre genótipos foram obtidas através da distância generalizada de Mahalanobis e os genótipos agrupados pelos métodos de Tocher e UPGMA. Foram identificadas diferentes combinações que podem gerar populações promissoras para serem utilizadas em programas de melhoramento visando à produtividade de grãos do feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins. A produtividade de grãos (24,38%) e o número de grãos por vagem (16,23%) foram as características que mais contribuíram para a dissimilaridade dos genótipos avaliados. No

estudo de análise dialélica objetivou-se avaliar a capacidade combinatória de feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins. Foi utilizado esquema de dialelo parcial 5x3, sendo a análise realizada de acordo com o modelo proposto por Griffing (1956), adaptado a dialelo parcial por Geraldi & Miranda-Filho (1988). As combinações híbridas UFTfc-01 x UFTfc-17, UFTfc-12 x UFTfc-16, UFTfc-10 x UFTfc-05 e UFTfc-10 x UFTfc-16 apresentam potencial para gerar populações segregantes promissoras, visto que apresentaram elevadas estimativas de CEC (acima de 700 kg ha⁻¹) para a produtividade e rendimentos médios superiores a 3.000 kg ha⁻¹. Com as duas metodologias utilizadas observou-se a existência de variabilidade e o potencial de alguns genótipos para serem utilizados como genitores em programas de melhoramento no Sul do Estado do Tocantins.

Palavras chave: *Vigna unguiculata*; divergência genética; progenitores.

GENERAL ABSTRACT

Given the need for cowpea breeding programs for Cerrado conditions, the choice of the parents is a crucial decision that can be assisted by some tools as genetic divergence analysis and diallel analysis. Therefore, the aim of this study was to select the parents of cowpea for the breeding program under Cerrado conditions in Tocantins. All the experiments were performed at the experimental station of Federal University of Tocantins and the characteristics evaluated were: flowering days, days to pods maturation, number of pods per plant, number of grains per pod, pods length, grains index, mass of a hundred grains and grains yield. With the genetic divergence analysis intended to evaluate 24 genotypes of cowpea under Cerrado conditions in the State of Tocantins. The distances between genotypes were obtained by the generalized distance of Mahalanobis and the genotypes grouped by Tocher and UPGMA methods. Different combinations that can generate promising populations for being used in breeding programs aiming the grains productivity of cowpea under Cerrado conditions in Tocantins were identified. The grains productivity (24,38%) and the number of grains per pod (16,23%) were the characteristics that most contributed for the dissimilarity of the genotypes evaluated. In the study of the diallel analysis aimed to evaluate the combinatorial ability of cowpea genotypes under Cerrado conditions in Tocantins.

The partial diallel scheme 5 x 3 was used, with the analysis performed according to the model proposed by Griffing (1956), adapted for partial diallel by Geraldi & Miranda-Filho (1988). The hybrid combinations UFTfc-01 x UFTfc-17, UFTfc-12 x UFTfc-16, UFTfc-10 x UFTfc-05 and UFTfc-10 x UFTfc-16 present the potential to generate promising segregating populations, as presented high estimates of CEC (above 700 kg ha⁻¹) for productivity and average incomes greater than 3,000 kg ha⁻¹. With the two methodologies used, observed the existence of variability and the potential of some genotypes to be used as parents in breeding programs in the South of the State of Tocantins.

Key words: *Vigna unguiculata*, genetic divergence, parents.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	9
RESUMO GERAL	12
INTRODUÇÃO GERAL	23
CAPÍTULO 1	31
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADOS NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS.....	31
CAPÍTULO 2	62
CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS.....	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

- Tabela 1.** Análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para a maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 24 genótipos de feijão-caupi. Gurupi, Tocantins.....41
- Tabela 2.** Médias de dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 24 genótipos de feijão-caupi. Gurupi, Tocantins.....43
- Tabela 3.** Dissimilaridade genética entre 24 genótipos de feijão-caupi em relação a oito caracteres, baseado na distância generalizada de Mahalanobis ($D^{2ii'}$).....48
- Tabela 4.** Representação do agrupamento pelo método de Otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis entre os 24 genótipos de feijão-caupi. Gurupi, Tocantins.....50
- Tabela 5.** Contribuição relativa dos caracteres para dissimilaridade genética de 24 genótipos de feijão-caupi de acordo com método proposto por Singh (1981).....54

Capítulo 2

Tabela 1. Resumo de análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para a maturação de vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 23 genótipos (8 genitores e 15 combinações híbridas) de feijão-caupi em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.....74

Tabela 2. Médias de dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 23 genótipos (8 genitores e 15 combinações híbridas) de feijão-caupi em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.....76

Tabela 3. Resumo de análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para a maturação de vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) referentes a avaliação de oito genitores e quinze híbridos de feijão-caupi em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.....80

Tabela 4. Estimativas dos efeitos da Capacidade Geral de Combinação (CGC) de genitores de feijão-caupi, avaliados quanto ao número de dias para florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.....81

Tabela 5. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) de híbridos de linhagens de genitores de feijão caupi, avaliados quanto ao número aos dias para florescimento, dias para maturação das vagens, índice de grãos, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, comprimento de vagens, massa de cem grãos e produtividade em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.....85

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1: Dendograma representativo da dissimilaridade genética entre 24 genótipos de feijão-caupi, obtidos pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade.....52

INTRODUÇÃO GERAL

Originário do continente africano o feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. é uma dicotiledônea da família Fabacea que apresenta enorme importância na alimentação de diferentes populações no mundo. (VIEIRA et al., 2000; FREIRE FILHO et al., 2005). A cultura destaca-se pela sua versatilidade em possibilidades de utilização e por sua rica composição nutricional (FROTA et al., 2008; BERTINI et al., 2009; ROCHA et al., 2009; BERTINI et al., 2010).

Estimativas da FAO indicam que a área plantada com feijão-caupi no mundo no ano de 2014 foi acima de 12,5 milhões de hectares, com produção superior a 5,6 milhões de toneladas (FAO, 2016). No Brasil, a produção tem evoluído, passando de 409.875 t (FREIRE FILHO et al., 2011) para 583,1 mil toneladas (CONAB, 2014). No Tocantins, considerando a primeira safra (“safra das águas”) que é a época de cultivo de maior destaque no Estado, também foi observada evolução na produção, passando de 1.312 toneladas (FREIRE FILHO et al., 2011) em 2005 para 2,4 mil toneladas na safra 2015/2016 (CONAB, 2016).

Embora o Tocantins apresente maior valor de produtividade em relação a grandes regiões produtoras do Nordeste, estas produtividades ainda são consideradas baixas, pois de acordo com Freire Filho et al. (2005) para o feijão-caupi o potencial genético de produtividades é superior a 6 t ha^{-1} , porém, este potencial ainda é pouco explorado e em grande parte dos cultivos ainda predomina a utilização de genótipos tradicionais, que não são melhorados. Diante deste cenário, novos programas de melhoramento com o objetivo de desenvolver novas cultivares mais produtivas precisam ser desenvolvidos.

Embora programas já tenham lançado cultivares melhoradas para as regiões Norte e principalmente Nordeste (FREIRE FILHO et al., 2005; BERTINI et al., 2009), no Tocantins ainda não existem cultivares que tenham sido melhoradas especificamente para as condições do Cerrado tocantinense. Sendo assim, existe a necessidade de desenvolver programas de melhoramento local.

Para o desenvolvimento de um programa de melhoramento do feijão-caupi a escolha do germoplasma ou mais precisamente, a escolha adequada dos genitores é de fundamental importância. Vários autores concordam que essa escolha é o ponto mais crítico dentro do programa, pois a escolha adequada pode ser garantia de sucesso no desenvolvimento de linhagens superiores (BORÉM & MIRANDA, 2013; VALE et al., 2015). Dentre as várias ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar na seleção dos genitores em

um programa de melhoramento, destacam-se as análises de divergência genética e as análises de capacidade combinatória entre os genitores.

Na análise de diversidade genética os genitores pré-selecionados são avaliados quanto à divergência genética entre si com o objetivo de determinar as combinações híbridas que apresentarão maior efeito heterótico e maior heterozigose e conseqüentemente maior potencial para gerar populações segregantes promissoras para desenvolverem novas cultivares superiores (CRUZ et al., 2011; CRUZ et al., 2012).

Com a análise dialélica são estimados os valores de capacidade geral e específica de combinação, além da identificação dos tipos de efeitos genéticos que determinam as características, auxiliando desta forma, na tomada de decisão quanto à seleção dos genitores que poderão ser combinados para a formação de população segregante promissora (CRUZ et al., 2012; RAMALHO et al., 2012). Dentre os tipos de dialelos, Cruz et al. (2012) e Vale et al. (2015) destacam os dialelos parciais como importante ferramenta quando se deseja reunir alelos favoráveis que estejam em grupos distintos.

Diversos trabalhos têm sido realizados com o estudo da divergência genética em diferentes culturas (SANTOS et al., 2011; SANTOS et al., 2012; PIMENTEL et al., 2013; SANTOS et al., 2014), assim como, estudos com a análise de capacidade combinatória (PÁDUA et al., 2010; PIMENTEL et al., 2013; SILVA

et al., 2013). Porém, esses estudos com o feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins ainda são incipientes.

Diante deste cenário, o presente estudo teve como objetivo selecionar genitores de feijão-caupi para programa de melhoramento em condições de Cerrado no Tocantins. Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar a divergência genética de genótipos de feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins; 2) Avaliar a capacidade combinatória de feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTINI, C. H. C. M.; ALMEIDA, W. S.; SILVA, A. P. M.; SILVA, J. W. L.; TEÓFILO, E. M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 613-619, 2010.

BERTINI, C. H. C. M.; TEÓFILO, E. M.; DIAS, F. T. C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 99 - 105, 2009.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6 ed. Viçosa: UFV, 2013. 523 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária: safra 2014/2015**. Brasília: CONAB, v. 2, 2014. 155 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2016**. . Brasília: Conab, v. 3, 2016, 152 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 29 jan 2016.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, 2012. 514 p.

FAO. **Production - Crops**. 2016. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 24 jan 2016.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento Genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 28-92.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa, 2011. 84 p.

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.

PÁDUA, T. R. P.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; GONÇALVES NETO, A. C.; ANDRADE, M. C. Capacidade combinatória de híbridos de tomateiro de crescimento

determinado, resistentes a Begomovirus e Tospovirus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 818-825, 2010.

PIMENTEL, A. J. B.; RIBEIRO, G.; SOUZA, M. A.; MOURA, L. M.; ASSIS, J. C.; MACHADO, J. C. Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segrantes aplicados ao melhoramento de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 113-121, 2013.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522 p.

ROCHA, M. M. R.; CARVALHO, K. J. M.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 270-275, 2009.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; CAPONE, A.; MELO, A. V.; CELLA, A. J. S.; SANTOS, W. R. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 247-254, 2012.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; FERRAZ, E. C.; CELLA, A. J. S.; CAPONE, A.; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

SANTOS, J. A. S.; TEODORO, P. E.; CORRÊA, A. M.; SOARES, C. M. G.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. Desempenho

agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 1-6, 2014.

SILVA, V. M. P.; CARNEIRO, P. C. S.; JÚNIOR, J. A. N.; CARNEIRO, V. Q.; CARNEIRO, J. E. S.; CRUZ, C. D.; BÓREM, A. Genetic potential of common bean parents for plant architecture improvement. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 3, p. 167-175, 2013.

VALE, N. M.; BARILI, L. D.; OLIVEIRA, H. M.; CARNEIRO, J. E. S.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, F. L. Escolha de genitores quanto à precocidade e produtividade de feijão tipo carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 2, p. 141-148, 2015.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; CALDAS, M. T. Comportamento do feijão-fradinho na primavera-verão na zona da mara de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1359-1365, 2000.

CAPÍTULO 1

DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADOS NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS

Resumo: Dentre as ferramentas utilizadas para escolha de genitores, a divergência genética destaca-se por permitir a identificação de grupos de genótipos divergentes que propiciem combinações híbridas com potencial para gerarem populações segregantes promissoras. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a divergência genética de genótipos de feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins. O estudo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e 24 genótipos de feijão-caupi. Para a divergência genética foram analisados os dias para florescimento, dias para maturação das vagens, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, comprimento de vagens, índice de grãos, massa de cem grãos e produtividade de grãos. A divergência genética foi obtida através da distância generalizada de Mahalanobis e os genótipos agrupados pelos métodos de Tocher e UPGMA. Os genótipos UFTfc-07 e UFTfc-12 apresentam potencial para cultivos na 1ª safra em condições de Cerrado no Tocantins com rendimentos superiores a 900 kg ha⁻¹. Foram identificadas diferentes combinações

que podem gerar populações promissoras para serem utilizadas em programas de melhoramento. A produtividade de grãos (24,38%) e o número de grãos por vagem (16,23%) foram as características que mais contribuíram para a dissimilaridade dos genótipos avaliados.

Palavras chave: *Vigna unguiculata*; dissimilaridade; Cerrado.

GENETIC DIVERGENCE OF COWPEA GENOTYPES CULTIVATED IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE

Abstract: Among the tools used for the choice of the parents, the genetic divergence stands out for allowing the identification of groups of different genotypes that provide hybrid combinations with the potential to generate promising segregating populations. Therefore, the objective of this study was to evaluate the genetic divergence of cowpea genotypes under Cerrado conditions in Tocantins State. The study was conducted in randomized blocks design, with three replications and 24 genotypes of cowpea. For the genetic divergence were analyzed the flowering days, days to pods maturation, number of pods per plant, number of grains per pod, pods length, grains index, mass of a hundred grains and grains yield. The genetic divergence was obtained by Mahalanobis distance and the genotypes grouped by the Tocher and UPGMA methods. The UFTfc-07 and UFTfc-12 genotypes present potential for crops in the 1st harvest under Cerrado conditions in Tocantins with incomes exceeding 900 kg ha⁻¹. Different combinations that can generate promising populations to be used in breeding programs were identified. The grains yield (24,38%) and the number of grains per pod (16,23%) were the characteristics that most contributed to the dissimilarity of genotypes evaluated.

Key words: *Vigna unguiculata*; dissimilarity; Cerrado.

INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população mundial tem apresentado um grave problema social que é o desafio de aumentar a produção de alimentos para que não haja fome. Neste contexto, o feijão-caupi é importante fonte alimentar para populações menos favorecidas no mundo e nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, por ser rico em energia, proteínas, vitaminas e minerais (FREIRE FILHO et al., 2005a; PASSOS et al., 2007; BERTINI et al., 2010).

O Brasil figura entre os três maiores produtores de feijão-caupi no mundo com produção estimada de 583,1 mil toneladas para a safra 2013/2014, ficando atrás de Nigéria e Niger que possuem produções superiores a 1,5 milhões de toneladas (CONAB, 2014; FAO, 2016). O Tocantins destaca-se sendo o único produtor de expressão na região Norte na 1ª safra (plantios entre outubro e dezembro), com produção de 3,4 mil toneladas na safra 2014/2015 (CONAB, 2016)

Embora seja evidente toda esta importância, o feijão-caupi tem seu potencial genético pouco explorado. No Tocantins, na maioria dos cultivos são utilizados genótipos tradicionais ou genótipos oriundos de programas conduzidos em outras localidades, com condições edafoclimáticas diferentes. Teixeira et al. (2010) afirmam que o uso de genótipos de baixo potencial produtivo é um dos fatores que levam as baixas produtividades observadas nas

lavouras. Para Freire Filho et al. (2005b), existem expectativas de produtividades superiores a 6.000 kg ha⁻¹ com a adoção do melhoramento genético. Cargnin (2007) reafirma a importância da utilização de genótipos melhorados como forma de aumentar a produção de alimentos, uma vez que se torna cada vez mais difícil a abertura de novas áreas e os custos para melhorar os ambientes de cultivo são cada vez mais altos.

Para o desenvolvimento de genótipos melhorados, a escolha dos genitores é uma etapa crucial, que pode garantir o sucesso ou o fracasso de um programa de melhoramento (BORÉM & MIRANDA, 2013).

Dentre as técnicas adotadas para a seleção de genitores, destaca-se a análise de divergência genética. Segundo Cruz et al. (2012), no estudo de divergência genética os progenitores são avaliados buscando a identificação de grupos de genótipos divergentes que propiciem combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigose, possibilitando a formação de populações segregantes com maior potencial de seleção de genótipos superiores. Estes grupos são formados pela aplicação de métodos de agrupamentos como o de Tocher e o de UPGMA, baseados em medidas de dissimilaridade como a distância de Mahalanobis (KLOSTER et al., 2011; SANTOS et al., 2011; CRUZ et al., 2012).

Vários são os estudos de divergência genética realizados com a cultura da soja (SANTOS et al., 2011), do feijoeiro (KLOSTER et

al., 2011; CORREA & GONÇALVES, 2012; OLIVEIRA, 2015) e com o milho (DOTTO et al., 2010; ROTILI et al., 2012), porém, estudos deste tipo com a cultura do feijão-caupi são incipientes.

Diante deste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a divergência genética de genótipos de feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na safra 2014/2015, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi, localizada a latitude de 11° 43' 45" S e longitude de 49° 04' 07" W, a 280 m de altitude. O experimento foi instalado em solo classificado como Latossolo Vermelho - Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é do tipo megatérmico com chuvas de verão e inverno seco (KÖPPEN, 1948).

Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da camada de 0-20 cm para a caracterização dos atributos químicos e físicos do mesmo. A análise do solo indicou os valores de pH em $\text{CaCl}_2 = 5,3$; M.O (%) = 1,7; P (Mehlich) = 10,4 mg dm^{-3} ; K = 71 mg dm^{-3} ; Ca+Mg = 2,8 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H+Al = 2,2 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al = 0,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; SB = 2,98 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V = 58 %; 715 g kg^{-1} de areia; 50 g kg^{-1} de silte e 235 g kg^{-1} de argila.

O preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens. A semeadura foi realizada no dia 17 de janeiro de 2015. O experimento foi implantado nesta época com o objetivo de obter uma menor incidência de precipitação principalmente por ocasião da colheita, contribuindo para a minimização de problemas fitossanitários como a incidência de doenças e conseqüentemente deterioração do produto colhido. A semeadura foi realizada visando à obtenção de estande final de oito plantas por metro linear.

A adubação de semeadura foi determinada com base nos resultados da análise do solo e levando em consideração as recomendações para a cultura do feijão-caupi (MELO et al., 2005). No plantio, foram aplicados no sulco 100 kg ha⁻¹ de adubo formulado 5 – 25 – 15 (NPK). Na adubação de cobertura aos 25 dias após a emergência (DAE) foram aplicados 15 kg ha⁻¹ de N e 5 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Todos os tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e recomendações técnicas da cultura (FREIRE FILHO et al., 2005a). O tratamento de sementes foi realizado com fungicida pertencente ao grupo Tiofanato-Metílico + Fluazinam (180 mL de p.c./100 kg de sementes) e inseticida do grupo Pirazol (200 ml/100 kg de sementes). Ao longo do desenvolvimento da cultura, a área foi mantida livre de plantas daninhas com capina manual e aplicação de herbicida pertencente ao

grupo Ácido Ariloxifenoxipropiônico (1,5 L de p.c./ha). O controle de insetos foi realizado com a aplicação de inseticida do grupo Piretróide.

O estudo foi conduzido em um delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e 24 genótipos. A unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,75m. Como área útil foram utilizadas as duas linhas centrais desprezando-se 0,50 m das extremidades de cada linha e eliminando as duas linhas laterais, colhendo-se linhas de 3,0 m de comprimento, numa área de 4,5 m².

Para o estudo de divergência genética foram utilizados genótipos do banco de germoplasma do grupo de pesquisa em Melhoramento genético de grandes culturas e espécies com potencial bioenergético – UFT. Foram avaliados 24 genótipos, sendo eles: (1) BRS-Guariba, (2) BRS-Itaim, (3) BRS-Cauamé, (4) BRS-Tucumaque, (5) UFTfc-01, (6) UFTfc-02, (7) UFTfc-03, (8) UFTfc-04, (9) UFTfc-05, (10) UFTfc-06, (11) UFTfc-07, (12) UFTfc-08, (13) UFTfc-09, (14) UFTfc-10, (15) UFTfc-11, (16) UFTfc-12, (17) UFTfc-13, (18) UFTfc-15, (19) UFTfc-16, (20) UFTfc-17, (21) BRS-Vinagre, (22) Branquinho, (23) UFTfc-18 e (24) UFTfc-19.

As características avaliadas foram: dias para o florescimento (DF) – dias contados da emergência até a emissão de flores de mais de 50% das plantas da parcela; dias para a maturação das vagens (DMV) – dias contados da emergência até o aparecimento de mais de

50% de vagens maduras na parcela; número de vagens por planta (NVP) – obtido pela contagem do número total de vagens por planta de cinco plantas escolhidas aleatoriamente na unidade experimental; índice de grãos (IG) – obtido pela fórmula $IG = ((MGV/20)/(MV/20) \times 100)$, sendo MGV referente à massa de grãos de 20 vagens e MV referente à massa das 20 vagens; número de grãos por vagem (NGV) – obtido pela contagem do número total de grãos oriundos de 20 vagens escolhidas aleatoriamente e dividindo o resultado pelo número total de vagens; comprimento de vagens (CV) – obtido pela mensuração do comprimento de cada uma das 20 vagens selecionadas aleatoriamente e dividindo o total pelo número de vagens utilizadas; massa de cem grãos (MCG) - tomando-se cem grãos da área útil, pesando e corrigindo a umidade para 13% e; produtividade de grãos (PG) – mensuração da massa de grãos da área útil em $kg\ ha^{-1}$ com correção da umidade para 13%.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F. Para as comparações entre as médias das cultivares utilizou-se o teste Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974), ao nível de 5% de probabilidade. Para o agrupamento dos genótipos utilizou-se o método de otimização de Tocher (RAO, 1952) e o método Hierárquico de Agrupamento Médio Entre Grupos (UPGMA), utilizando-se a distância de Mahalanobis (D2). A contribuição de cada caractere foi feita por meio da metodologia de Singh (1981). As análises foram realizadas

com a utilização do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância para as características avaliadas. Para as características dias para o florescimento, dias para a maturação das vagens, índice de grãos, número de grãos por vagem, número de vagens por plantas, massa de cem grãos e produtividade de grãos, observou-se efeito significativo entre os genótipos pelo teste F ($p \leq 0,05$). Porém, para a característica comprimento de vagens não foi observado efeito significativo. A significância observada é indicativo de variabilidade entre os genótipos, o que de acordo com Santos et al. (2012) e Almeida et al. (2011) maximiza a possibilidade de sucessos em um programa de melhoramento genético com a utilização destes genótipos.

Os coeficientes de variação variaram de 2,29% para a característica de dias para a maturação das vagens até 23,87% para o número de vagens por planta (Tabela 1). Estes valores estão dentro da variação observada por Lopes et al. (2001) que foi de 2,91 a 33,56% em avaliação de variabilidade de linhagens de feijão-caupi. Para Pimentel-Gomes (2009), os coeficientes com valores acima de 20 são considerados altos. Já Bertini et al. (2009), avaliando a

divergência genética de acessos de feijão-caupi, afirmam que coeficientes de variação de até 38,91% são considerados médios e indicam boa precisão experimental.

Tabela 1. Análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para a maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 24 genótipos de feijão-caupi. Gurupi, Tocantins.

F.V	Quadrado médio								
	GL	DF	DMV	IG	NGV	NVP	CV	MCG	PG
Genótipos	23	3,34**	7,26**	9,40**	3,56**	10,90*	1,24 ^{ns}	3,06*	80963,40**
Blocos	2	2,79	1,55	8,50	1,32	10,77	1,43	2,77	7850,36
Resíduo	46	1,37	2,25	4,09	1,31	5,36	0,73	1,70	14607,47
Média		38,58	65,55	76,53	12,29	9,70	17,73	15,99	588,90
CV(%)		3,04	2,29	2,64	9,32	23,87	4,83	8,17	20,52

^{ns} não significativo; ** significativo para $p \leq 0,01$; *Significativo para $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias de cada genótipo para cada uma das oito características avaliadas. Para a característica dias para o florescimento, foram formados dois grupos estatísticos, sendo o grupo de maiores médias composto por oito genótipos, com médias variando de 39,0 (UFTfc-05 e UFTfc-03) a 40,66 (UFTfc-16 e UFTfc-17) dias após a emergência (DAE). Já o grupo que floresceu mais rápido, foi composto pelos 16 genótipos restantes, com florescimentos obtidos entre 37,33 e 38,66 DAE. A amplitude observada para a característica dias para o florescimento foi de 37,33 a 40,66 dias. Esta amplitude está abaixo dos valores observados por

Silva et al. (2013) em avaliação de cultivares irrigadas para produção de grãos verdes em Pernambuco. Santos (2014) avaliando três cultivares de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades em condições de Cerrado, observou variação de 43,25 a 49 dias para o florescimento na densidade de 8 plantas por metro linear, mesma densidade utilizada no presente estudo.

O período para maturação das vagens dos genótipos avaliados variou de 64,0 a 68 dias após a emergência. Assim como ocorreu na característica dias para florescimento, os genótipos foram separados em dois grupos de acordo com os dias para maturação das vagens. O grupo formado pelos genótipos que apresentaram maiores médias de dias transcorridos da emergência até a maturação das vagens foi constituído por oito genótipos, com ciclos entre 66,66 a 68 DAE. Já os genótipos que alcançaram mais rápido a maturidade de vagens, tiveram ciclos de 64,0 a 65,33 DAE. Nota-se que até mesmo os genótipos que tiveram um ciclo mais longo, não atingiram 70 DAE. De acordo com Freire Filho et al. (2005b), os genótipos em estudo são classificados como precoces.

Considerando que o feijão-caupi no Tocantins pode ser plantado na 1º safra (safra das “águas”), principalmente do meio para o final do período chuvoso, todos os genótipos apresentam potencial para serem utilizados em plantios nesta época na região de Cerrado do Tocantins.

Tabela 2. Médias de dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 24 genótipos de feijão-caupi. Gurupi, Tocantins.

Genótipos	DF	DMV	IG	NGV	NVP	CV	MCG	PG
	(DAE ¹)		(%)	(un)		(cm)	(g)	(kg ha ⁻¹)
11	37,33 b	64,00 b	77,10 a	11,98 b	9,60 a	17,80 a	16,67 a	971,99 a
16	37,33 b	64,00 b	78,91 a	12,56 a	10,20 a	18,13 a	16,42 a	958,96 a
13	37,66 b	64,00 b	75,59 a	11,58 b	14,00 a	17,51 a	16,75 a	781,03 b
14	38,00 b	66,66 a	76,03 a	10,38 b	10,00 a	16,78 a	14,31 a	718,52 b
8	38,00 b	64,00 b	74,76 a	12,33 b	11,46 a	17,83 a	15,04 a	681,06 b
12	38,33 b	65,33 b	77,67 a	11,78 b	13,66 a	17,08 a	15,68 a	671,31 b
9	39,00 a	64,00 b	80,11 a	13,18 a	9,93 a	17,38 a	17,12 a	663,32 b
7	39,00 a	66,66 a	77,02 a	12,65 a	9,40 a	17,84 a	14,70 a	654,94 b
3	37,33 b	64,00 b	79,56 a	11,70 b	11,80 a	17,39 a	15,79 a	625,74 b
5	37,66 b	65,33 b	76,67 a	12,08 b	11,73 a	17,55 a	16,05 a	609,66 b
1	39,33 a	68,00 a	74,83 a	11,60 b	9,06 a	17,97 a	15,99 a	606,66 b
23	39,33 a	64,00 b	76,69 a	13,90 a	5,93 a	19,23 a	17,18 a	594,58 b
4	38,33 b	64,00 b	71,91 a	12,95 a	10,80 a	18,55 a	17,54 a	589,38 b
24	40,33 a	64,00 b	75,46 a	14,56 a	8,46 a	17,97 a	15,52 a	573,30 b
22	38,00 b	68,00 a	75,94 a	11,33 b	6,93 a	18,61 a	17,50 a	571,63 b
15	38,33 b	66,66 a	79,27 a	11,63 b	9,13 a	16,90 a	15,86 a	549,91 c
19	40,66 a	65,33 b	76,79 a	12,80 a	8,73 a	18,02 a	16,37 a	462,46 c
2	38,33 b	65,33 b	75,18 a	12,90 a	9,66 a	18,83 a	16,45 a	452,95 c
17	38,33 b	68,00 a	77,31 a	11,30 b	9,13 a	16,97 a	16,22 a	437,42 c
10	38,66 b	68,00 a	75,42 a	10,21 b	7,73 a	16,70 a	16,28 a	415,83 c
20	40,66 a	65,33 b	76,00 a	12,51 a	10,46 a	17,36 a	16,42 a	409,16 c
18	38,33 b	65,33 b	76,87 a	14,33 a	9,06 a	18,05 a	13,86 a	393,08 c
6	37,33 b	65,33 b	76,01 a	11,65 b	8,06 a	17,62 a	16,02 a	383,83 c
21	40,33 a	68,00 a	75,76 a	13,21 a	7,93 a	17,56 a	14,02 a	356,85 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo estatístico pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.¹ DAE = dias após a emergência. (1) BRS-Guariba; (2) BRS-Itaim; (3) BRS-Cauamé; (4) BRS-Tucumaque; (5) UFTfc-01; (6) UFTfc-02; (7) UFTfc-03; (8) UFTfc-04; (9) UFTfc-05; (10) UFTfc-06; (11) UFTfc-07; (12) UFTfc-08; (13) UFTfc-09; (14) UFTfc-10; (15) UFTfc-11; (16) UFTfc-12; (17) UFTfc-13; (18) UFTfc-15; (19) UFTfc-16; (20) UFTfc-17; (21) BRS-Vinagre; (22) Branquinho; (23) UFTfc-18; (24) UFTfc-19.

Para o índice de grãos, observou-se a formação de um único grupo, onde as médias variaram de 74,76% para o genótipo UFTfc-04 até 80,11% para UFTfc-05 (Tabela 2). Esta variação observada é superior à encontrada por Santos et al. (2014) em avaliação de genótipos de feijão-caupi cultivados em écotono Cerrado/Pantanal, onde os índices de grãos variaram de 63,3 a 75,1%. Estes valores altos de índices de grãos são indicativos de eficiência destes genótipos no redirecionamento dos fotoassimilados para as vagens, o que possivelmente poderá ter reflexo no incremento de produtividade.

Com relação ao número de grãos por vagem, os genótipos foram agrupados em dois grupos (Tabela 2). O grupo das maiores médias de número de grãos por vagem foi constituído por 11 genótipos, onde as médias variaram de 12,51 (UFTfc-17) a 14,56 (UFTfc-19) grãos por vagem. Os demais genótipos avaliados apresentam médias de grãos por vagem inferiores a 12,51. Santos (2014) em condições de Cerrado observou variação de 12,95 a 14,95 grãos por vagem, semelhantes aos valores obtidos neste estudo.

Para o número de vagens por planta, houve a formação de apenas um grupo, com valores variando de 5,93 (UFTfc-18) a 14,00 (UFTfc-09) vagens por planta (Tabela 2). Todos os genótipos apresentaram número de vagens por planta inferior a 20 unidades, o que de acordo com Oliveira et al. (2002) estaria abaixo do padrão da espécie que seria de valores superiores a 20 unidades.

Quanto à característica de comprimento de vagens (CV), os genótipos foram organizados em um único grupo, não sendo observadas desta forma, diferenças estatísticas. As médias de comprimento encontradas variaram de 16,70 (UFTfc-06) a 19,23 cm (UFTfc-18) (Tabela 2). Os valores encontrados estão abaixo do padrão comercial desejado que é de comprimento de vagem superior a 20 cm (SILVA & NEVES, 2011; OLIVEIRA et al., 2015). Observa-se que os genótipos que obtiveram os maiores valores de número de grãos por vagem também apresentaram altos valores de comprimento de vagens, embora para CV os genótipos tenham sido organizados em um único grupo. Santos (2014) afirma que um maior comprimento de vagem pode favorecer ao maior número de lócus e conseqüentemente maior quantidade de grãos por vagem.

Para a característica de massa de cem grãos, os genótipos também foram organizados em um único grupo (Tabela 2). As massas variaram de 13,86 (UFTfc-15) a 17,54 gramas (BRS-Tucumaque). De acordo com Silva & Neves (2011) e Oliveira et al. (2015), existe uma preferência por grãos com peso de 100 grãos em torno de 18g.

No tocante a produtividade de grãos, diferentemente de DF, DMV e NGV, os genótipos foram separados em três grupos. As maiores produtividades foram obtidas no grupo constituído por UFTfc-07 e UFTfc-12, que obtiveram respectivamente produtividades de 971,99 e 958,96 kg ha⁻¹. Estas maiores

produtividades estão abaixo dos maiores valores encontrados por Benvindo et al. (2010) em condições de sequeiro, onde as maiores produtividades foram superiores a 1.002,7 kg ha⁻¹ e também são inferiores às encontradas por Teixeira et al. (2010) que obtiveram produtividades superiores a 2.000 kg ha⁻¹ para aqueles genótipos que apresentaram as maiores produtividades em condições de Cerrado no sudeste goiano. O grupo intermediário foi constituído por 13 genótipos, com produtividades de grãos que variaram de 781,03 (UFTfc-09) a 571,63 kg ha⁻¹ (Branquinho). O grupo de menores rendimentos foi constituído pelos demais genótipos que apresentaram produtividades de grãos inferiores a 550 kg ha⁻¹. A média geral de produtividade foi de 588,90 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Em avaliação de 20 genótipos de feijão-caupi em condições de sequeiro Benvindo et al. (2010) relatam média geral de 851,59 kg ha⁻¹. Teixeira et al. (2010) avaliando oito genótipos em Cerrado goiano obteve média geral de 1.307 kg ha⁻¹.

Os genótipos UFTfc-07 e UFTfc-12 destacaram-se por apresentarem produtividades acima de 900 kg ha⁻¹. Estes rendimentos são superiores a média nacional (383 kg ha⁻¹) e do Tocantins (657 kg ha⁻¹) considerando as estimativas da 1ª safra do ano agrícola 2015/2016 (CONAB, 2016). Sendo assim, estes genótipos podem ser promissores para o cultivo em condições de Cerrado no Tocantins. Estas maiores produtividades obtidas pelos genótipos UFTfc-07 e UFTfc-12 podem ser explicados pelos altos

valores de número de grãos por vagem, comprimento de vagens, índice de grãos e massa de cem grãos. Segundo Lopes et al. (2001) o número de grãos por vagem, comprimento de vagens e massa de cem grãos possuem forte relação com a produtividade.

Embora tenham se destacado com as maiores produtividades (Tabela 2), não se recomenda o cruzamento dos genótipos UFTfc-07 e UFTfc-12 entre si, pois ambos são considerados similares, compondo os mesmos grupos, tanto pelo método de agrupamento de Tocher (Tabela 4), como pelo método de UPGMA (Figura 1). Esta similaridade também é comprovada pelo teste Scott-Knott, onde estes dois genótipos só compuseram grupos diferentes para a característica número de grãos por vagem (Tabela 2).

Na Tabela 3 são apresentadas as medidas de dissimilaridade genética dos genótipos avaliados, estimadas a partir da distância de Mahalanobis. Observa-se que a amplitude entre os valores encontrados é pequena, sendo o menor valor de 1,59 entre os genótipos UFTfc-16 e UFTfc-17, e o maior valor de 41,36 entre Branquinho e UFTfc-19.

Tabela 3. Dissimilaridade genética entre vinte e quatro genótipos de feijão caupi em relação a oito caracteres, baseado na distância generalizada de Mahalanobis (D^2_{ii}).

C	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	10,98	22,53	15,32	10,11	17,15	5,08	12,09	19,64	8,47	15,89	12,31	14,49	6,23	11,58	20,23	8,66	27,37	10,58	14,39	13,35	7,04	14,84	23,06
2		11,52	7,41	4,93	5,56	8,62	7,10	10,44	15,03	20,64	10,54	12,61	17,24	10,85	20,97	10,17	10,60	5,33	8,09	13,15	13,56	4,95	14,17
3			25,30	4,19	10,38	12,16	11,00	5,57	23,14	14,17	5,52	10,18	14,70	6,16	10,41	12,98	17,94	17,80	21,20	29,27	21,77	17,11	29,37
4				11,60	18,47	16,17	7,37	18,39	25,41	21,18	16,21	10,92	24,11	25,60	26,26	23,76	22,17	11,04	10,93	22,19	25,09	10,32	11,43
5					7,98	4,76	3,81	5,34	14,71	10,30	1,78	4,37	8,30	5,04	10,04	7,57	13,18	9,94	11,64	17,13	14,65	11,38	17,68
6						14,27	14,52	12,71	8,83	26,42	15,70	21,03	17,22	6,70	27,38	5,87	12,97	11,06	13,36	16,40	14,06	11,52	24,09
7							5,29	10,06	14,98	11,37	5,52	10,59	5,00	7,04	11,83	9,54	13,38	8,70	12,57	9,71	14,66	11,24	14,23
8								10,36	22,91	10,31	4,99	4,52	9,98	14,10	11,88	17,61	13,18	10,60	12,22	17,28	23,41	10,91	10,89
9									22,43	14,29	6,33	10,92	18,22	6,79	12,18	13,16	14,91	9,42	11,69	21,48	23,58	9,73	15,39
10										29,36	20,19	26,39	11,74	8,15	34,65	2,99	29,54	13,90	15,71	15,65	8,40	21,29	33,12
11											10,68	6,57	9,95	16,98	1,64	23,92	36,31	25,65	31,88	39,06	19,21	18,41	31,04
12												3,35	8,56	7,50	9,71	11,71	17,75	12,79	13,60	20,41	21,21	17,68	19,88
13													11,81	15,78	7,86	19,81	27,40	17,76	18,94	31,27	22,58	18,15	23,07
14														8,49	13,13	10,30	27,53	18,55	22,36	20,14	13,34	22,22	29,30
15															16,19	2,30	16,98	11,70	14,82	15,84	11,74	15,38	25,97
16																25,28	33,66	27,38	34,49	41,13	22,13	19,39	33,42
17																	19,78	11,52	13,42	13,08	8,44	17,70	28,41
18																		13,10	13,74	9,53	37,58	15,78	10,72
19																			1,59	7,52	19,45	5,68	8,00
20																				7,84	26,68	11,38	7,60
21																					27,59	17,67	11,15
22																						16,76	41,36
23																							11,43

C = Genótipos: (1) BRS-Guariba, (2) BRS-Itaim, (3) BRS-Cauamé, (4) BRS-Tucumaque, (5) UFTfc-01, (6) UFTfc-02, (7) UFTfc-03, (8) UFTfc-04, (9) UFTfc-05, (10) UFTfc-06, (11) UFTfc-07, (12) UFTfc-08, (13) UFTfc-09, (14) UFTfc-10, (15) UFTfc-11, (16) UFTfc-12, (17) UFTfc-13, (18) UFTfc-15, (19) UFTfc-16, (20) UFTfc-17, (21) BRS-Vinagre, (22) Branquinho, (23) UFTfc-18 e (24) UFTfc-19

As combinações mais divergentes com distâncias superiores a $D^2 = 30,00$ foram entre os genótipos: UFTfc-09 e BRS-Vinagre, UFTfc-06 e UFTfc-19, UFTfc-12 e UFTfc-19, UFTfc-12 e UFTfc-15, UFTfc-07 e UFTfc-19, UFTfc-12 e UFTfc-17, UFTfc-06 e UFTfc-12, UFTfc-07 e UFTfc-15, UFTfc-15 e Branquinho, UFTfc-07 e BRS-Vinagre, UFTfc-12 e BRS-Vinagre, e entre Branquinho e UFTfc-19, com distâncias de 31,04; 31,27; 33,12; 33,42; 33,66; 34,49; 34,65; 36,31; 37,58; 39,06; 41,13 e 41,36, respectivamente (Tabela 3). Estas maiores distâncias encontradas são indicativos de maior variabilidade entre os genótipos, o que se torna altamente desejável em programas de melhoramento. Estas combinações podem ser indicadas como progenitores para formar uma população base de um programa de melhoramento. Passos et al. (2007) afirmam que se combinados, estes genótipos podem apresentar maior eficiência na produção de híbridos superiores aos progenitores.

As combinações do genótipo UFTfc-07 com UFTfc-10 ($D^2 = 9,95$), assim como, do genótipo UFTfc-12 com UFTfc-10 ($D^2 = 13,13$) são consideradas boas opções para cruzamento e obtenção de populações promissoras visando à produtividade de grãos, visto que foram os genótipos mais produtivos (Tabela 2).

Já as combinações mais similares com distâncias inferiores a $D^2 = 5,00$ foram entre os genótipos: UFTfc-16 e UFTfc-17, UFTfc-07 e UFTfc-12, UFTfc-01 e UFTfc-08, UFTfc-11 e UFTfc-13, UFTfc-06 e UFTfc-13, UFTfc-08 e UFTfc-09, UFTfc-01 e UFTfc-

04, BRS-Cauamé e UFTfc-01, UFTfc-01 e UFTfc-09, UFTfc-04 e UFTfc-09, UFTfc-01 e UFTfc-03, BRS-Itaim e UFTfc-01, BRS-Itaim e UFTfc-18 e entre UFTfc-04 e UFTfc-08, com distâncias de 1,59; 1,64; 1,78; 2,3; 2,99; 3,35; 3,81; 4,19; 4,37; 4,52; 4,76; 4,93; 4,95 e 4,99, respectivamente (Tabela 3).

O método de otimização de Tocher fundamentado na matriz de dissimilaridade expressa pelas distâncias de Mahalanobis (D^2), possibilitou o agrupamento dos 24 genótipos avaliados em nove grupos distintos (Tabela 4).

Tabela 4. Representação do agrupamento pelo método de Otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis entre os 24 genótipos de feijão-caupi. Gurupi, Tocantins.

Grupo	Genótipos	%
I	UFTfc-16, UFTfc-17, BRS-Itaim, UFTfc-18, UFTfc-01, UFTfc-04 e UFTfc-03	29,17
II	UFTfc-07, UFTfc-12, UFTfc-09, UFTfc-08	16,67
III	UFTfc-11, UFTfc-13, UFTfc-06, UFTfc-02	16,67
IV	BRS-Cauamé, UFTfc-05	8,33
V	BRS-Guariba, UFTfc-10	8,33
VI	UFTfc-15, BRS-Vinagre	8,33
VII	UFTfc-19	4,17
VIII	BRS-Tucumaque	4,17
IX	Branquinho	4,17

O grupo I apresentou a maior concentração de genótipos, sendo constituído por UFTfc-16, UFTfc-17, BRS-Itaim, UFTfc-18, UFTfc-01, UFTfc-04 e UFTfc-03, correspondendo a 29,17% dos genótipos avaliados. Os grupos II e III apresentaram o mesmo percentual de genótipos (16,67%), sendo o grupo II constituído por UFTfc-07, UFTfc-12, UFTfc-09 e UFTfc-08, e o grupo III, por UFTfc-11, UFTfc-13, UFTfc-06 e UFTfc-02. Os grupos IV (BRS-Cauamé e UFTfc-05), V (BRS Guariba e UFTfc-10) e VI (UFTfc-15 e BRS-Vinagre) foram constituídos cada por 8,33% dos genótipos. Já os grupos VII (UFTfc-19), VIII (BRS-Tucumaque) e IX (Branquinho), foram constituídos cada por 4,17% dos genótipos estudados. Passos et al. (2007) enfatiza que existe homogeneidade entre os genótipos dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. Desta forma, combinações híbridas entre genótipos de diferentes grupos podem gerar populações promissoras.

Diferentemente do agrupamento observado pelo método de otimização de Tocher, onde foram formados nove grupos, no dendrograma obtido pelo método UPGMA, os genótipos foram organizados em cinco grupos a partir de um corte significativo em aproximadamente 57% (10,704*) da máxima distância (Figura 1).

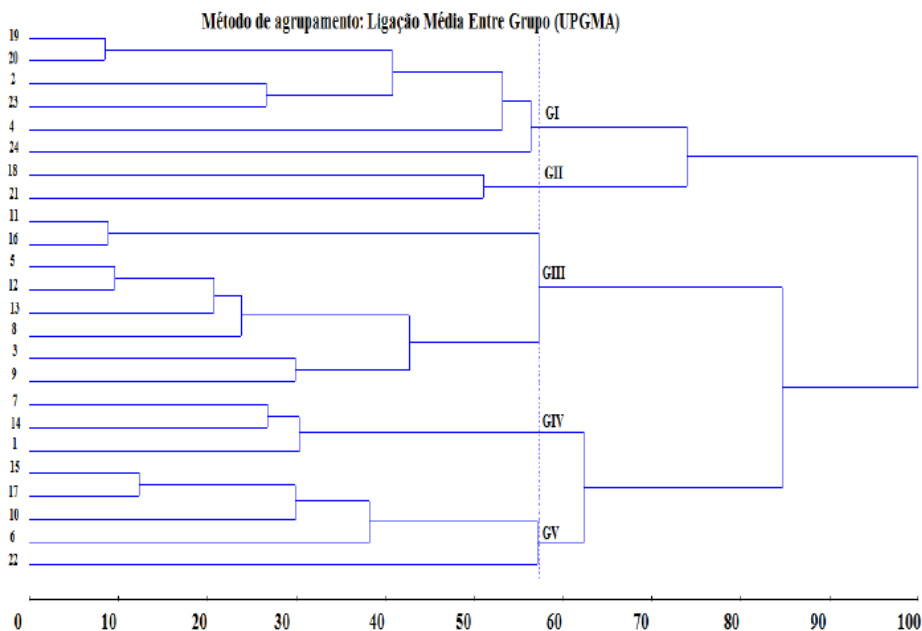


Figura 1: Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre 24 genótipos de feijão-caupi, obtidos pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. (1) BRS-Guariba, (2) BRS-Itaim, (3) BRS-Cauamé, (4) BRS-Tucumaque, (5) UFTfc-01, (6) UFTfc-02, (7) UFTfc-03, (8) UFTfc-04, (9) UFTfc-05, (10) UFTfc-06, (11) UFTfc-07, (12) UFTfc-08, (13) UFTfc-09, (14) UFTfc-10, (15) UFTfc-11, (16) UFTfc-12, (17) UFTfc-13, (18) UFTfc-15, (19) UFTfc-16, (20) UFTfc-17, (21) BRS-Vinagre, (22) Branquinho, (23) UFTfc-18 e (24) UFTfc-19. Linha pontilhada: corte no dendrograma em aproximadamente 57% (10,704*) da máxima distância. GI a GV representam os 5 grupos formados.

De acordo com o dendrograma, o grupo I foi constituído pelos genótipos UFTfc-16, UFTfc-17, BRS-Itaim, UFTfc-18, BRS-Tucumaque e UFTfc-19. O grupo II foi constituído por UFTfc-15 e BRS-Vinagre. O grupo III foi composto pelo maior número de

genótipos, sendo eles UFTfc-07, UFTfc-12, UFTfc-01, UFTfc-08, UFTfc-09, UFTfc-04, BRS-Cauamé e UFTfc-05. Os genótipos UFTfc-03, UFTfc-10 e BRS-Guariba formaram o grupo IV e o grupo V foi constituído pelos genótipos UFTfc-11, UFTfc-13, UFTfc-06, UFTfc-02 e Branquinho.

Embora tenham sido formadas diferentes composições e números de grupos pelos dois métodos de agrupamento utilizados, ambos apresentaram semelhanças nos componentes de cada grupo formado. O grupo VI formado pelo método de Tocher (Tabela 4) e o grupo II observado no dendograma a partir do método UPGMA (Figura 1), apresentaram exatamente os mesmos componentes, sendo eles os genótipos UFTfc-15 e BRS-Vinagre. Essa similaridade entre a formação dos grupos pelos dois métodos de agrupamento (Tocher e UPGMA), também foi observada por Oliveira (2015) e Gonçalves et al. (2014).

A produtividade de grãos teve a maior contribuição relativa para a dissimilaridade entre os genótipos avaliados com contribuição de 24,38% (Tabela 5). Além da produtividade, o número de dias para a maturação das vagens e o número de grãos por vagem, foram as características que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os genótipos com 13,08 e 16,23%, respectivamente (Tabela 5). O comprimento de vagens, e massa de cem grãos com 4,80 e 7,74% foram as características com menores contribuições relativa para a dissimilaridade. De acordo com Coelho et al. (2007), estas

características com baixa percentagem de contribuição teriam pouca relevância em estudos de divergência genética. Desta forma, a utilização destas características para a seleção de genitores em um programa de melhoramento teria pouca eficiência.

Tabela 5. Contribuição relativa dos caracteres para dissimilaridade genética de 24 genótipos de feijão-caupi de acordo com método proposto por Singh (1981)

Variáveis	Valor (%)
1 Dias para o florescimento (DF)	11,80
2 Dias para maturação das vagens (DMV)	13,08
3 Índice de grãos (IG)	12,52
4 Número de grãos por vagem (NGV)	16,23
5 Número de vagens por planta (NVP)	9,46
6 Comprimento de vagens (CV)	4,80
7 Massa de cem grãos (MCG)	7,74
8 Produtividade de grãos (PG)	24,38

CONCLUSÕES

1. Os genótipos UFTfc-07 e UFTfc-12 apresentam potencial para cultivos na 1^a safra em condições de Cerrado no Tocantins com rendimentos superiores a 900 kg ha⁻¹;
2. As combinações entre os genótipos UFTfc-07 com UFTfc-10 e de UFTfc-12 com UFTfc-10, são combinações indicadas para a obtenção de populações promissoras quanto à produtividade de grãos em condição de Cerrado no Tocantins;
3. A produtividade de grãos (24,38%) e o número de grãos por vagem (16,23%) foram as características que mais contribuíram para a dissimilaridade dos genótipos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.

BENVINDO, R. N.; SILVA, J. A. L.; FREIRE FILHO, F. R.; ALMEIDA, A. L. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; BEZERRA, A. A. C. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 1, p. 23-28, 2010.

BERTINI, C. H. C. M.; ALMEIDA, W. S.; SILVA, A. P. M.; SILVA, J. W. L.; TEÓFILO, E. M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 613-619, 2010.

BERTINI, C. H. C. M.; TEÓFILO, E. M.; DIAS, F. T. C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 99 - 105, 2009.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6 ed. Viçosa: UFV, 2013. 523 p.

CARGNIN, A. **Melhoramento de plantas: progresso genético e ambiental**. Planaltina: Embrapa, 2007. 19 p. (Documentos, 183).

COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária: safra 2014/2015**. Brasília: CONAB, v. 2, 2014. 155 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2016**. Brasília: Conab, 2016, 152 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 29 jan 2016.

CORREA, A. M.; GONÇALVES, M. C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 206-212, 2012.

CRUZ, C. D. **Programa genes: Diversidade Genética**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, 2008. 278 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, 2012. 514 p.

DOTTO, M. A.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; MELO, A. V.; CARVALHO, A. J. Divergência genética entre cultivares comerciais

de milho em baixas altitudes no Tocantins, safra 2007/2008. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 630-637, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

FAO. **Production - Crops**. 2016. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 24 jan 2016.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005a. 519 p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento Genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005b. p. 28-92.

GONÇALVES, D. L.; AMBROZIO, V. C.; BARELLI, M. A. A.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. P.; LUZ, P. B.; SILVA, C. R. Divergência genética de acessos tradicionais de feijoeiros. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1671-1681, 2014.

KLOSTER, G. S.; BARELLI, M. A. A.; SILVA, C. R.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. P.; LUZ, P. B. Análise da divergência genética através de caracteres morfológicos em cultivares de feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 452-459, 2011.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948, 479 p.

LOPES, A. C. A.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, R. B. Q.; CAMPOS, F. L.; ROCHA, M. M. Variabilidade e correlações entre caracteres agronômicos em caupi (*Vigna unguiculata*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 515-520, 2001.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e da adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-Caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 519.

OLIVEIRA, A. P.; SOBRINHO, J. T.; NASCIMENTO, J. T.; ALVES, A. U.; ALBUQUERQUE, I. C.; BRUNO, G. B. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 180-182, 2002.

OLIVEIRA, E.; MATTAR, E. P. L.; ARAÚJO, M. L.; JESUS, J. C. S.; NAGY, A. C. G.; SANTOS, V. B. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 45, n. 3, p. 243-254, 2015.

OLIVEIRA, T. C. **Adaptabilidade, estabilidade e divergência genética entre cultivares de feijão comum no sul do Estado do Tocantins**. 2015. 78 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. M. S.; CRUZ, P. J.; ROCHA, M. A. C.; BAHIA, H. F.; SALDANHA, R. B. Divergência genética em feijão-caupi. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 579-586, 2007.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: J. Willey, 1952. 390 p.

ROTILI, E. A.; CANCELLIER, L. L.; DOTTO, M. A.; PELUZIO, J. M.; CARVALHO, E. V. Divergência genética em genótipos de milho, no Estado do Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 516-521, 2012.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; CAPONE, A.; MELO, A. V.; CELLA, A. J. S.; SANTOS, W. R. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 247-254, 2012.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; FERRAZ, E. C.; CELLA, A. J. S.; CAPONE, A.; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

SANTOS, J. A. S.; TEODORO, P. E.; CORREA, A. M.; SOARES, C. M. G. S.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. Desempenho agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 377-382, 2014.

SANTOS, M. G. **Desempenho agrônômico de feijão caupi em função do espaçamento e densidade de plantas cultivado nos sistemas de várzea irrigada e Cerrado**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2014.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, E. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; SANTANA, F. M. S.; SANTOS, M. G. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para produção de grãos verdes em Serra Talhada-PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 21-26, 2013.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 702-713, 2011.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010.

CAPÍTULO 2

CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS

Resumo: Em um programa de melhoramento uma das etapas cruciais é a escolha dos genitores que serão utilizados. Dentre as metodologias disponíveis para auxiliar nesta tomada de decisão, destaca-se a análise da capacidade combinatória entre genótipos. Objetivou-se com este trabalho avaliar a capacidade combinatória de feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins. A avaliação das sementes F1 e genitores foi realizada na estação experimental da UFT, *Campus* de Gurupi. Foi utilizado um esquema de dialelo parcial 5 x 3, sendo cinco mães (UFTFC-01, UFTFC-06, UFTFC-08, UFTFC-12 e UFTFC-10) e três pais (UFTFC-05, UFTFC-16 e UFTFC-17). Para a avaliação das sementes F1 e dos genitores foi conduzido experimento em delineamento experimental de blocos ao acaso com duas repetições. A análise do dialelo parcial 5 x 3 foi realizada de acordo com o modelo proposto por Griffing (1956), adaptado a dialelo parcial por Geraldi & Miranda-Filho (1988). As combinações híbridas UFTfc-01 x UFTfc-17, UFTfc-12 x UFTfc-16, UFTfc-10 x UFTfc-05 e UFTfc-10 x UFTfc-16 apresentam potencial para gerar populações segregantes promissoras, visto que apresentaram elevadas estimativas de CEC (acima de 700 kg ha⁻¹)

para a produtividade e rendimentos médios superiores a 3.000 kg ha⁻¹.

Palavras chave: *Vigna unguiculata*; híbridos; análise dialélica.

COMBINATORIAL CAPACITY OF COWPEA GENOTYPES CULTIVATED IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE

Abstract: In a breeding program one of the crucial steps is the choice of the parents that will be used. Among the methodologies available to assist in this decision-making there is the analysis of combining ability between genotypes. With the expansion of cowpea cultivation throughout Brazil, there is a demand for breeding programs that can launch new cultivars. Therefore, the aim of this study was to evaluate the combining ability of cowpea genotypes under Cerrado conditions in Tocantins. The evaluation of the F1 seeds and the parents was performed at the experimental station of the UFT, Campus of Gurupi. A partial diallel scheme 5 x 3 was used, with five mothers (UFTFC-01, UFTFC-06, UFTFC-08, UFTFC-12 e UFTFC-10) and three fathers (UFTFC-05, UFTFC-16 e UFTFC-17). For the evaluation of the F1 seeds and the parents an experiment on experimental design of randomized blocks with two replications was conducted. The analysis of the partial diallel 5 x 3 was performed according to the model proposed by Griffing (1956), adapted for the partial diallel by Geraldi & Miranda-Filho (1988). The hybrid combinations UFTfc-01 x UFTfc-17, UFTfc-12 x UFTfc-16, UFTfc-10 x UFTfc-05 and UFTfc-10 x UFTfc-16 present the potential to generate promising segregating populations, as presented high

estimates of CEC (above 700 kg ha-1) for productivity and average incomes greater than 3,000 kg ha-1.

Key words: *Vigna unguiculata*; hybrid; diallel analysis.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tem grande importância social como fonte de alimento rico em proteínas (20 a 30%), carboidratos, minerais importantes (Ca, Fe, Zn e P) e vitaminas como riboflavina, piridoxina e folacina. Quanto à importância econômica, é fonte de renda e empregos em várias regiões no mundo (SILVA et al., 2002; FROTA et al., 2008). A produção mundial no ano de 2014 foi superior a 5,6 milhões de toneladas. No Brasil, a safra 2013/2014 participou com uma produção de 583,1 mil toneladas, o que confere ao Brasil a posição de terceiro maior produtor de feijão-caupi no Mundo (FAO, 2016; CONAB, 2016).

Inicialmente o cultivo do feijão-caupi era restrito a pequenas áreas de agricultura familiar no Nordeste brasileiro, mas atualmente tem sido cultivado em novas áreas de fronteiras agrícolas no Cerrado com adoção de alta tecnologia. Porém, um dos fatores que impossibilita a obtenção de elevadas produtividades é a utilização de genótipos de baixo potencial genético. Esta expansão do cultivo para áreas do Cerrado demanda o desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas a essas condições edafoclimáticas.

Um dos requisitos essenciais para iniciar um programa de melhoramento e também para aumentar a chance de se ter sucesso e conseqüentemente desenvolver uma nova cultivar é a existência de

variabilidade genética que possa ser explorada (BUENO et al., 2006). Esta variabilidade pode ser gerada ou ampliada através de hibridação artificial, que de acordo com Bueno et al. (2006), Nascimento et al. (2004) e Silva et al. (2004) é uma ferramenta eficiente para tal finalidade.

Vários autores enfatizam a importância da escolha dos genitores em um programa de melhoramento que tem como base o processo de hibridação artificial, pois pode maximizar as chances de sucesso na obtenção de populações segregantes com potencial ou até mesmo no suprimento de cultivares superiores às existentes no mercado (BUENO et al., 2006; BORÉM & MIRANDA, 2013; ROCHA et al., 2014; VALE et al., 2015)

Dentre as metodologias disponíveis para auxiliar os melhoristas na tomada de decisão acerca de quais genitores selecionar para a formação de uma população base de um programa de melhoramento, a análise dialélica tem se destacado, pois, de acordo com Cruz et al. (2012), Nascimento et al. (2004) e Ramalho et al. (2012) permite estimar parâmetros úteis na seleção de progenitores e também conhecer sobre os efeitos genéticos que determinam as características.

Os modelos mais utilizados para a análise dialélica, são os propostos por Griffing em 1966, Gardner e Eberhart em 1966 e Hayman em 1954 (CRUZ et al., 2012). Dentre os tipos de dialelos disponíveis, Cruz et al. (2012) e Vale et al. (2015) destacam os

dialelos parciais, os quais viabilizam o estudo de uma grande quantidade de progenitores e possibilitam a junção de características desejáveis que estão em genitores de diferentes grupos.

Vários trabalhos utilizando a análise dialélica como ferramenta na escolha de genitores têm sido utilizados em várias culturas, porém, estes estudos ainda são incipientes para o feijão-caupi em condições do Cerrado no Tocantins. Diante desta necessidade, objetivou-se com este trabalho avaliar a capacidade combinatória de feijão-caupi em condições de Cerrado no Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da capacidade combinatória dos genótipos de feijão-caupi foi realizado na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi, localizada a latitude de 11° 43` 45``S e longitude de 49° 04` 07``W, a 280m de altitude. O clima da região é do tipo megatérmico com chuvas de verão e inverno seco (KÖPPEN, 1948).

Este estudo foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa foram obtidas as sementes F1 a partir da hibridação de oito genótipos, sendo cinco genótipos utilizados como receptores de pólen (mães) e três como doadores (pais). Na segunda parte, as sementes F1 foram avaliadas em campo juntamente com os genitores.

A hibridação foi realizada em condições de casa de vegetação na entressafra de 2014, entre os meses de maio e julho (considerando a semeadura nos vasos e a hibridação artificial), na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi. A hibridação foi realizada nesta época visando à incidência de temperaturas mais amenas e adequadas à floração e ao processo de hibridação. As plantas utilizadas foram semeadas em vasos com capacidade de 8 L, preenchidos com mistura de solo, areia e substrato (casca de arroz carbonizada e esterco bovino), na proporção de 3:1:1, respectivamente. Foram semeadas 5 sementes por vaso de cada genótipo utilizado no dialelo. Em seguida foi realizado desbaste com o objetivo de manter apenas três plantas por vaso. Os cruzamentos foram realizados em esquema de dialelo parcial 5 x 3, sendo que o grupo I foi constituído pelos genótipos UFTfc-01, UFTfc-06, UFTfc-08, UFTfc-12 e UFTfc-10 que foram utilizados como receptores de pólen (mães). O grupo II foi composto pelos genótipos UFTfc-05, UFTfc-16 e UFTfc-17 que foram utilizados como doadores (pais). A separação dos grupos para a hibridação se deu levando em consideração a cor da flor como marcador morfológico, sendo o grupo I constituído por genótipos de flores brancas e o grupo II por flores roxas. Foram utilizados oito vasos para os genótipos doares de pólen e 15 vasos para cada receptor.

A avaliação das sementes F1 e dos genitores foi realizada na entressafra 2015, na estação experimental da Universidade Federal

do Tocantins, *campus* de Gurupi. O experimento foi instalado em solo classificado como Latossolo Vermelho - Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

Foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso com duas repetições. A unidade experimental foi constituída por uma linha de 2,0 m de comprimento, espaçada de 1,0 m. Como área útil foi utilizado 1 m de cada linha, desprezando-se 0,50 m das extremidades, colhendo-se uma área de 1,0 m².

Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da camada de 0-20 cm para a caracterização dos atributos químicos e físicos do mesmo. A análise do solo indicou os valores de pH em CaCl₂ = 5,2; M.O (%) = 2,2; P (Mehlich) = 18,1 mg dm⁻³; K = 112 mg dm⁻³; Ca+Mg = 3,0 cmol dm⁻³; H+Al = 2,8 cmol dm⁻³; Al = 0,0 cmol dm⁻³; SB = 3,29 cmol dm⁻³; V = 54 %; 740 g kg⁻¹ de areia; 38 g kg⁻¹ de silte e 222 g kg⁻¹ de argila.

O preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens. O tratamento de sementes foi realizado com fungicida pertencente ao grupo Tiofanato-Metílico + Fluazinam (180 mL de p.c./100 kg de sementes) e inseticida do grupo Pirazol. A semeadura foi realizada no dia 23 de maio de 2015, visando estande médio de 10 plantas por metro linear.

A adubação de semeadura foi determinada com base nos resultados da análise do solo e levando em consideração as recomendações para a cultura do feijão-caupi (MELO et al., 2005).

No plantio, foram aplicados no sulco 100 kg ha⁻¹ de adubo formulado 5 – 25 – 15 (NPK). Na adubação de cobertura aos 20 dias após a emergência (DAE) foram aplicados 15 kg ha⁻¹ de N e 5 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Ao longo do desenvolvimento da cultura, a área foi mantida livre de plantas daninhas com capina manual e aplicação de herbicida pertencente ao grupo Ácido Ariloxifenoxipropiônico (1,5 L de p.c./ha). O controle de insetos foi realizado com a aplicação de inseticida do grupo Piretróide (160 mL de p.c./ha).

As características avaliadas foram: dias para o florescimento – dias contados da emergência até a emissão de flores de mais de 50% das plantas da parcela; dias para a maturação das vagens – dias contados da emergência até o aparecimento de mais de 50% de vagens maduras na parcela; número de vagens por planta – obtido pela contagem do número total de vagens de todas as plantas coletadas na área útil e dividindo o valor total de vagens pelo número de plantas da área útil; índice de grãos – obtido pela fórmula $IG = ((MGV/20)/(MV/20) \times 100)$, sendo MGV referente à massa de grãos de 20 vagens e MV referente à massa das 20 vagens; número de grãos por vagem – obtido pela contagem do número total de grãos oriundos de 20 vagens escolhidas aleatoriamente e dividindo o resultado pelo número total de vagens; comprimento de vagens – obtido pela mensuração do comprimento de cada uma das 20 vagens

selecionadas aleatoriamente e dividindo o total pelo número de vagens utilizadas; massa de cem grãos - tomando-se cem grãos da área útil pesando e corrigindo a umidade para 13% e; produtividade de grãos – mensuração da massa de grãos da área útil em kg ha⁻¹ com correção da umidade para 13%.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F. Para as comparações entre as médias dos genótipos utilizou-se o teste Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974), ao nível de 5% de probabilidade.

A análise do dialelo parcial 5 x 3 foi realizada de acordo com o modelo proposto por Griffing (1956), adaptado a dialelo parcial por Geraldi & Miranda-Filho (1988). O modelo estatístico utilizado no presente trabalho foi: $Y_{ij} = \mu + 1/2(d_1 + d_2) + g_i + g'_j + s_{ij} + \xi_{ij}$ em que: Y_{ij} é a média do cruzamento do i -ésimo progenitor do grupo 1 com o j -ésimo progenitor do grupo 2; Y_{i0} é a média do i -ésimo progenitor do grupo 1 ($i = 0, 1, \dots, p$); Y_{0j} é a média do j -ésimo progenitor do grupo 2 ($j = 0, 1, \dots, q$); μ é a média geral do dialelo; d_1 e d_2 são os contrastes das médias dos grupos 1 e 2 e da média geral; g_i é o efeito da capacidade geral de combinação do i -ésimo progenitor do grupo 1; g'_j é o efeito da capacidade geral de combinação do j -ésimo progenitor do grupo 2; s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação; e ξ_{ij} é o erro experimental médio (CRUZ et al., 2012).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares estatísticos Genes (CRUZ, 2013) e Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características dias para o florescimento ($p \leq 0,01$), índice de grãos ($p \leq 0,05$), comprimento de vagens ($p \leq 0,05$) e produtividade de grãos ($p \leq 0,01$) foram observados efeitos significativos entre os genótipos (Tabela 1). Esta significância indica que existe variabilidade entre os genótipos avaliados. Segundo Zorzetto et al. (2008) a existência dessa variabilidade indica possibilidade de ganhos genéticos em programas de melhoramento. Nas características dias para maturação das vagens, número de grãos por vagem, número de vagens por planta e massa de cem grãos não foram observados efeitos significativos (Tabela 1).

Os coeficientes de variação observados variaram de 2,03% (índice de grãos) a 30,96% (número de vagens por planta). De acordo com Pimentel-Gomes (2009), os coeficientes de variação das características dias para florescimento, dias para maturação das vagens, índice de grãos, número de grãos por vagem e comprimento das vagens são considerados baixos, pois são inferiores a 10%. Porém, para as características número de vagens por planta, massa de cem grãos e produtividade de grãos, os coeficientes de variação

observados foram superiores a 20%, sendo classificados como altos. Estes altos coeficientes de variação podem ser creditados a segregação existente.

Tabela 1. Resumo de análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para a maturação de vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 23 genótipos (8 genitores e 15 combinações híbridas) de feijão-caupi em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio							
		DF	DMV	IG	NGV	NVP	CV	MCG	PG
Genótipo	22	7,03**	2,14 ^{ns}	6,17*	2,40 ^{ns}	17,64 ^{ns}	1,12*	27,50 ^{ns}	1179164,49**
Bloco	1	3,13	33,06	0,91	0,06	6,81	1,09	18,52	56590,70
Resíduo	22	1,17	3,56	2,43	1,20	11,70	0,32	21,45	315091,20
Média		42,78	68,63	76,89	12,08	11,05	19,34	21,23	2146,91
CV (%)		2,53	2,75	2,03	9,07	30,96	2,94	21,82	26,15

^{ns} não significativo; ** significativo para $p \leq 0,01$; * Significativo para $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Para a característica dias para o florescimento (Tabela 2), os genótipos foram organizados em dois grupos estatísticos, sendo o grupo mais tardio composto por 12 genótipos (variando de 43,5 a 46,5 dias para o florescimento), e o mais precoce composto pelos 11 genótipos restantes (variando de 40,0 a 42,5 dias para o florescimento). Dentre os genitores, apenas BRS-Cauamé constituiu o grupo dos genótipos que floresceram mais rápido, enquanto que em relação às combinações híbridas, a maior parte constituiu esse mesmo grupo, excetuando-se cinco híbridos (UFTfc-06 x UFTfc-05, UFTfc-06 x UFTfc-16, UFTfc-06 x UFTfc-17, UFTfc-08 x UFTfc-

16 e UFTfc-12 x UFTfc-16) que levaram mais tempo para florescer. Estes genótipos com floração mais precoce apresentam potencial para o tipo de sistema que tem sido adotado no cultivo de feijão-caupi que é o plantio no meio do período de chuva onde a tendência é que exista maior concentração de precipitações no início do ciclo da cultura. Neste cenário, Vale et al. (2015) afirmam que cultivares precoces podem produzir mais do que as que são de ciclo mais longos.

Para a característica dias para maturação de vagens os genótipos foram agrupados em um único grupo, com variação de 67 a 71 dias para a maturação (Tabela 2). Todos os genótipos excetuando-se o genitor UFTfc-08 (DMV = 71,0) apresentaram dias para a maturação de vagens igual ou inferiores a 70 dias. Todos esses genótipos podem ser classificados como precoces, uma vez que possuem maturação variando entre 61 e 70 dias. Já o genótipo UFTFC-08 pode ser classificado como de ciclo médio, visto que alcançou entre 71 e 80 dias (FREIRE FILHO et al., 2005).

Tabela 2. Médias de dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de 23 genótipos (8 genitores e 15 combinações híbridas) de feijão-caupi em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015

Tratamento	DF (DAE ¹)	DMV	IG (%)	NGV (un)	NVP	CV (cm)	MCG (g)	PG (kg ha ⁻¹)
Grupo 1 (Pais)								
P1	43.00 a	70.00 a	77.10 a	11.50 a	11.10 a	18.90 b	17.22 a	2206.63 a
P2	46.00 a	68.50 a	75.95 b	12.25 a	12.00 a	18.30 b	19.69 a	1736.07 a
P3	44.00 a	68.50 a	78.10 a	12.40 a	10.75 a	19.30 b	19.17 a	2132.23 a
Grupo 2 (Mães)								
M1	45.00 a	69.00 a	73.55 b	11.55 a	10.35 a	19.45 a	16.04 a	1544.77 a
M2	46.50 a	68.50 a	76.00 b	10.25 a	5.20 a	17.95 b	21.67 a	559.15 a
M3	45.00 a	71.00 a	73.75 b	11.20 a	8.70 a	18.05 b	28.13 a	1410.33 a
M4	41.50 b	70.00 a	79.25 a	14.25 a	13.00 a	19.20 b	14.29 a	1253.33 a
M5	43.50 a	70.00 a	75.75 b	12.05 a	8.05 a	19.65 a	20.72 a	1531.08 a
Combinações Híbridas								
P1 x M1	41.50 b	68.50 a	77.55 a	12.50 a	8.70 a	19.60 a	28.14 a	2422.75 a
P2 x M1	41.50 b	67.50 a	76.90 a	12.90 a	12.30 a	19.30 b	19.65 a	2071.94 a
P3 x M1	41.00 b	68.50 a	78.45 a	13.15 a	13.00 a	19.95 a	21.45 a	3076.45 a
P1 x M2	44.00 a	69.00 a	76.95 a	12.30 a	7.55 a	20.60 a	20.54 a	1910.17 a
P2 x M2	44.00 a	67.50 a	75.80 b	12.90 a	15.95 a	19.15 b	22.16 a	2408.48 a
P3 x M2	44.50 a	70.00 a	78.30 a	12.65 a	10.65 a	18.80 b	20.54 a	1764.62 a
P1 x M3	40.50 b	69.00 a	78.20 a	11.10 a	5.65 a	18.80 b	27.78 a	2139.37 a
P2 x M3	43.0 a	67.50 a	76.75 a	12.00 a	12.20 a	19.70 a	20.30 a	2751.52 a
P3 x M3	42.5 b	69.00 a	75.95 b	10.00 a	11.60 a	18.90 b	18.63 a	1523.38 a
P1 x M4	41.00 b	68.00 a	74.85 b	12.65 a	9.40 a	20.35 a	20.29 a	2159.73 a
P2 x M4	43.0 a	68.00 a	74.05 b	12.90 a	16.70 a	18.50 b	17.44 a	3080.02 a
P3 x M4	40.00 b	67.50 a	79.00 a	9.60 a	13.85 a	19.75 a	22.24 a	2137.14 a
P1 x M5	40.00 b	67.50 a	78.65 a	12.05 a	10.80 a	20.40 a	26.06 a	4071.62 a
P2 x M5	41.50 b	67.00 a	78.50 a	13.05 a	15.45 a	20.40 a	21.14 a	3427.80 a
P3 x M5	41.50 b	68.50 a	79.30 a	12.75 a	11.20 a	19.85 a	25.04 a	2060.41 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo estatístico pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ¹ DAE = dias após a emergência. (P1) UFTfc-05; (P2) UFTfc-16; (P3) UFTfc-17; (M1) UFTfc-01; (M2) UFTfc-06; (M3) UFTfc-08; (M4) UFTfc-12; (M5) UFTfc-10

Em relação ao índice de grãos, observou-se a formação de dois grupos estatísticos. O grupo de maiores índices foi constituído

por 15 genótipos que apresentaram valores iguais ou superiores a 76% (Tabela 2). Para as características número de grãos por vagem e número de vagens por planta os genótipos foram organizados em um único grupo estatístico, com valores que tiveram variação de 9,6 a 14,25 grãos por vagem e 5,2 a 16,7 vagens por planta, respectivamente (Tabela 2).

Em relação à característica comprimento de vagens os genótipos foram separados em dois grupos estatísticos. O grupo das maiores vagens foi constituído por 11 genótipos com comprimentos que variaram de 19,45 a 20,6 cm. O grupo de menores comprimentos de vagens foi constituído pelos genótipos que apresentaram valores inferiores a 19,3 cm (Tabela 2). Observou-se que apenas as combinações híbridas UFTfc-06 x UFTfc-05, UFTfc-12 x UFTfc-05, UFTfc-10 x UFTfc-05 e UFTfc-10 x UFTfc-16 apresentaram valores de comprimento superiores a 20 cm, medida esta que de acordo com Silva & Neves (2011) seria o padrão comercial desejado.

Para massa de cem grãos formou-se apenas um grupo estatístico com valores que variaram de 14,29 a 28,14 gramas (Tabela 2). Entre todos os genótipos avaliados somente quatro não apresentaram massas acima de 18 g que é o padrão desejado (SILVA & NEVES, 2011). Todas as combinações híbridas apresentaram valores de massa de cem grãos superiores a 18g, excetuando-se UFTfc-12 x UFTfc-16. Observa-se que embora a maioria dos genitores tenham mostrado valores abaixo do padrão desejado para o

comprimento de vagens e alguns para a massa de cem grãos, as combinações híbridas mostraram-se superiores na sua maioria para as referidas características.

Quanto à produtividade de grãos observou-se a formação de apenas um grupo estatístico com os valores variando de 559,15 a 4.071,62 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Embora tenha sido formado um único grupo para a produtividade, as combinações híbridas UFTfc-01 x UFTfc-17, UFTfc-12 x UFTfc-16, UFTfc-10 x UFTfc-05 e UFTfc-10 x UFTfc-16 se destacaram com produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹. A variação de produtividade observada no presente estudo são superiores às encontradas por Silva & Neves (2011) que observaram médias de produtividades variando de 982,0 a 1.831,9 kg ha⁻¹ em condições de irrigação por aspersão em Teresina.

Na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise de variância para as oito características referentes às avaliações dos genitores e híbridos F1. Observou-se que para o fator genótipo (genitores e híbridos) não houve efeito significativo para as características dias para maturação das vagens, número de grãos por vagem, número de vagens por planta e massa de cem grãos. De acordo com Vale et al. (2015), a significância para o fator genótipo evidencia a variabilidade genética existente entre os genitores e os híbridos gerados.

Para a capacidade geral de combinação dos genitores do grupo I, somente foi observado efeito significativo para as características dias para o florescimento, comprimento de vagens e

produtividade de grãos. Em relação à capacidade geral de combinação do grupo II, observou-se significância para as características dias para o florescimento, índice de grãos e número de vagens por planta. Para a capacidade específica de combinação, somente observou-se efeito significativo para dias para florescimento, índice de grãos, comprimento de vagens e produtividade de grãos (Tabela 3). De acordo com Zorzetto et al. (2008), a significância observada em algumas características tanto para CGC como para CEC indicam variabilidade e ação de efeitos aditivos e não aditivos no controle genético das características, respectivamente.

Os coeficientes de variação observados na avaliação dos genitores e dos híbridos do dialelo variaram de 2,03% para o índice de grãos a 30,96% para o número de vagens por planta (Tabela 3). Os coeficientes de variação elevados que foram observados também podem ser justificados pela segregação existente.

De acordo com Vale et al. (2015), o tipo de efeito gênico das características pode ser inferida a partir da análise das relações das somas de quadrado entre as CGC (grupos 1 e 2) e CEC. Desta forma, observou-se predominância de efeitos não aditivos para a maioria das características avaliadas, excetuando-se o número de vagens por planta e dias para o florescimento que apresentaram somas de quadrados da CGC (grupo 1 + 2) superior à CEC, e consequentemente, efeito aditivo para o controle da característica.

Tabela 3. Resumo de análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para a maturação de vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) referentes a avaliação de oito genitores e quinze híbridos de feijão-caupi em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio							
		DF	DMV	IG	NGV	NVP	CV	MCG	PG
Genótipo	22	6,90**	1,69 ^{ns}	6,21*	2,43 ^{ns}	17,86 ^{ns}	1,13**	27,50 ^{ns}	1179164,25**
Grupos	1	4,08 ^{ns}	2,71 ^{ns}	11,35*	0,19 ^{ns}	29,23 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,34 ^{ns}	4233455,99**
CGC I	4	14,48**	0,85 ^{ns}	4,71 ^{ns}	3,09 ^{ns}	20,05 ^{ns}	2,01**	48,02 ^{ns}	1122133,30*
CGC II	2	8,07**	2,66 ^{ns}	9,68*	1,75 ^{ns}	58,81*	0,80 ^{ns}	16,86 ^{ns}	405382,90 ^{ns}
CEC	15	4,92**	1,71 ^{ns}	5,81*	2,49 ^{ns}	11,06 ^{ns}	1,01**	25,19 ^{ns}	1093923,90**
Resíduo	22	1,17	3,56	2,43	1,20	11,70	0,32	21,45	315091,20
Média		42,78	68,63	76,89	12,08	11,05	19,34	21,23	2146,91
CV (%)		2,53	2,75	2,03	9,07	30,96	2,94	21,82	26,15

^{ns} não significativo; ** significativo para $p \leq 0,01$; * significativo para $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Em relação às estimativas de capacidade geral de combinação, para a característica dias para o florescimento, destacou-se o genitor UFTfc-12 (-1,11) do grupo I e o genótipo UFTfc-05 (-0,62) do grupo II com os maiores valores negativos de estimativa do efeito de CGC (Tabela 4). Para a característica dias para a maturação das vagens, os genótipos UFTfc-01, UFTfc-12 e UFTfc-10 apresentaram o maior valor negativo de CGC (-0,14) entre os genitores do grupo I. Já no grupo II, destacou-se o genótipo UFTfc-16 com o único valor negativo (-0,44) de estimativa da CGC.

Tabela 4. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) de linhagens de genitores de feijão-caupi, avaliados quanto ao número de dias para florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.

Genitores	Capacidade Geral de Combinação (CGC)							
	DF (dias)	DMV	IG (%)	NGV	NVP (un)	CV (cm)	MCG (g)	PG (kg ha ⁻¹)
Grupo 1								
(M1) – UFTfc-01	-0,11	-0,14	-0,46	0,22	0,21	0,18	-0,75	105,73
(M2) – UFTfc-06	1,60	0,00	-0,01	-0,27	-1,21	-0,30	-0,01	-388,42
(M3) – UFTfc-08	0,17	0,42	-0,66	-0,67	-0,9	-0,44	2,33	-97,94
(M4) – UFTfc-12	-1,11	-0,14	0,47	0,49	1,84	0,06	-2,58	-5,28
(M5) – UFTfc-10	-0,54	-0,14	0,67	0,23	0,05	0,49	1,01	385,92
Grupo 2								
(P1) – UFTfc-05	-0,62	0,22	-0,02	-0,15	-1,85	0,20	1,04	81,31
(P2) – UFTfc-16	0,70	-0,44	-0,72	0,35	1,75	-0,21	-0,86	91,86
(P3) – UFTfc-17	-0,07	0,22	0,74	-0,20	0,1	0,01	-0,17	-173,17

Considerando a seleção de genitores para um programa de melhoramento que tenha como objetivo a obtenção de linhagens precoces, o genitor UFTfc-12 pode ser promissor contribuindo com alelos favoráveis para a redução do ciclo, já que obteve o maior valor negativo de CGC para o florescimento (-1,11) e também o segundo maior valor para dias para maturação de vagens (-0,14).

Os genótipos do grupo I UFTfc-12 e UFTfc-10 obtiveram os maiores valores positivos de estimativas de CGC para a característica de índice de grãos. Já no grupo II, a única estimativa positiva foi obtida por UFTFC-17 com valor de 0,74 (Tabela 4). Em um cultivo de feijão-caupi, espera-se que a maior parte do fotoassimilado produzido pela planta seja redirecionado para a produção de vagens,

desta forma, estes genótipos com maiores estimativas positivas de CGC podem contribuir com alelos favoráveis ao aumento nos índices de grãos.

Em relação às características número de grãos por vagem e número de vagens por planta, destacaram-se os genótipos UFTfc-12 (grupo I) e UFTFC-16 (grupo II) com os maiores valores positivos de estimativas de CGC (Tabela 4). O genótipo UFTfc-12 obteve estimativas de CGC de 0,49 (NGV) e 1,84 (NVP), e o genótipo UFTfc-16 obteve 0,35 (NGV) e 1,75 (NVP). Esses resultados indicam que os genótipos UFTfc-12 e UFTfc-16 quando utilizados em cruzamentos podem contribuir para o aumento no número de vagens e também no número de grãos, características estas que normalmente possuem correlação positiva com a produtividade de grãos.

Para a característica comprimento de vagens destacaram-se os genótipos UFTfc-10 (0,49) do grupo I e UFTfc-05 (0,20) do grupo II com os maiores valores positivos para a estimativa de CGC. Os genótipos UFTfc-08 (grupo I) e (P1) UFTfc-05 (grupo II) destacaram por terem os maiores valores positivos de estimativas de CGC para a característica massa de cem grãos, com valores de 2,33 e 1,04 (Tabela 4), respectivamente.

Para a característica produtividade de grãos, no grupo I destacaram-se os genótipos UFTfc-10 (385,92) e UFTfc-01 (105,73)

com os maiores valores positivos de estimativas de CGC, e no grupo II, destacaram-se os genótipos UFTfc-05 (81,31) e UFTfc-16 (91,86).

O genótipo UFTfc-10 do grupo I destacou-se com os melhores valores nas características produtividade de grãos (385,92), comprimento de vagens (0,49), índice de grãos (0,67) e dias para maturação de vagens (-0,14). Este genótipo é promissor considerando sua seleção para a formação de híbridos e posteriormente população segregante com o objetivo de incrementos na produtividade, comprimento de vagens, índice de grãos e redução do ciclo para cultivos com plantios no final de janeiro e no máximo na primeira quinzena de fevereiro. Em caso de programa que busque o desenvolvimento de cultivares precoces, o genótipo UFTfc-12 também apresentou potencial com as maiores estimativas negativas de CGC para DF e DMV, além de estimativas elevadas para IG, NGV e NVP. De acordo com Castiglioni et al. (1999), estas informações possibilitam a utilização destes genótipos como genitores em programas de melhoramento.

No grupo II, o genótipo UFTFC-16 destacou-se com os melhores valores de estimativas de CGC para as características DMV, NGV, NVP e PG.

Na Tabela 5 são apresentadas as estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para as características avaliadas.

Para a característica dias para florescimento as combinações UFTfc-10 x UFTfc-05 (-1,78), UFTfc-12 x UFTfc-17 (-1,76) e UFTfc-01 x UFTfc-17 (-1,76) obtiveram os maiores valores negativos de estimativas da CEC (Tabela 5). Já para dias para maturação das vagens, além das combinações UFTfc-12 x UFTfc-05, UFTfc-12 x UFTfc-17 e UFTfc-10 x UFTfc-05 com estimativas de CEC de -0,91, a combinação UFTfc-10 x UFTfc-16 destacou-se com a maior estimativa negativa de CEC que foi -1,24 (Tabela 5). Estas combinações confirmam o potencial dos genótipos UFTfc-12 e UFTfc-10 como genitores em programa que tenha como objetivo a precocidade, uma vez que ambos os genótipos apresentaram elevada estimativa negativa de CGC e também de CEC nas combinações em que participaram como genitores, tanto para DF como para DMV.

Para a característica índice de grãos seis combinações híbridas se destacaram com estimativas elevadas de CEC, sendo elas: UFTfc-01 x UFTfc-05; UFTfc-01 x UFTfc-16; UFTfc-01 x UFTfc-17; UFTfc-08 x UFTfc-05; UFTfc-08 x UFTfc-16 e UFTfc-10 x UFTfc-16 (Tabela 5).

Tabela 5. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) de híbridos de linhagens de genitores de feijão caupi, avaliados quanto ao número aos dias para florescimento, dias para maturação das vagens, índice de grãos, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, comprimento de vagens, massa de cem grãos e produtividade em Gurupi, Tocantins, na entressafra de 2015.

Combinações Híbridas	Capacidade Específica de combinação (CEC)							
	DF (dias)	DMV	IG (%)	NGV (un)	NVP	CV (cm)	MCG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
(M1) X (P1)	-0,21	0,08	1,03	0,33	-0,82	-0,13	6,64	43,56
(M1) X (P2)	-1,54	-0,24	1,13	0,22	-0,83	-0,01	0,06	-317,79
(M1) X (P3)	-1,76	0,08	1,16	1,09	1,51	0,35	1,18	951,76
(M2) X (P1)	0,07	-0,05	-0,02	0,63	-0,59	1,35	-1,69	25,14
(M2) X (P2)	-1,25	-0,38	-0,42	0,72	4,29	0,37	1,82	512,90
(M2) X (P3)	0,51	0,94	0,61	1,09	0,64	-0,26	-0,48	134,08
(M3) X (P1)	-1,49	-0,48	1,93	-0,16	-2,81	-0,30	3,19	-36,12
(M3) X (P2)	-0,83	-0,81	1,13	0,22	0,17	1,01	-2,37	565,46
(M3) X (P3)	-0,05	-0,48	-1,13	-1,20	1,23	-0,01	-4,72	-397,62
(M4) X (P1)	-0,21	-0,91	-2,60	0,16	-1,75	0,67	0,61	-108,43
(M4) X (P2)	0,45	-0,24	-2,70	-0,04	1,93	-0,69	-0,31	801,30
(M4) X (P3)	-1,76	-0,91	0,82	-2,77	0,79	0,36	3,79	123,46
(M5) X (P1)	-1,78	-0,91	0,99	-0,17	1,43	0,35	2,79	1412,25
(M5) X (P2)	-1,11	-1,24	1,59	0,31	2,52	0,77	-0,20	757,87
(M5) X (P3)	-0,33	0,08	0,92	0,57	-0,12	-0,06	3,00	-344,46

(P1) UFTfc-05; (P2) UFTfc-16; (P3) UFTfc-17; (M1) UFTfc-01; (M2) UFTfc-06; (M3) UFTfc-08; (M4) UFTfc-12; (M5) UFTfc-10

Em relação ao número de grãos por vagem somente as combinações UFTfc-01 x UFTfc-17 e UFTfc-06 x UFTfc-17 apresentaram elevadas estimativas positivas (Tabela 5). Dos genitores utilizados nestas combinações, apenas o genótipo UFTfc-01 apresentou estimativa positiva (0,22) de CGC.

Para a característica número de vagens por planta, seis combinações apresentaram elevadas estimativas positivas de CGC,

sendo elas UFTfc-01 x UFTfc-17 (1,51); UFTfc-06 x UFTfc-16 (4,29); UFTfc-08 x P3- UFTfc-17 (1,23); UFTfc-12 x UFTfc-16 (1,93); UFTfc-10 x UFTfc-05 (1,43) e UFTfc-10 x UFTfc-16 (2,52). Destacaram-se nestas combinações os genótipos UFTfc-16 e UFTfc-12 que obtiveram as maiores estimativas positivas de CGC, o que demonstra uma possível contribuição destes genótipos com alelos favoráveis ao aumento do número de grãos por vagem nas combinações híbridas que tiveram participação dos mesmos.

Quanto à característica comprimento de vagens, somente as combinações UFTfc-06 x UFTfc-05 (1,35) e UFTfc-08 x UFTfc-16 (1,01) apresentaram elevados valores positivos de CEC (Tabela 5). Dentre os genitores destas combinações, apenas o UFTfc-05 apresentou o maior valor positivo (0,20) de CGC (Tabela 4).

Para a massa de cem grãos as combinações híbridas UFTfc-01 x UFTfc-05 (6,64); UFTfc-01 x UFTfc-17 (1,18); UFTfc-06 x UFTfc-16 (1,82); UFTfc-08 x UFTfc-05 (3,19); UFTfc-12 x UFTfc-17 (3,79); UFTfc-10 x UFTfc-05 (2,79) e UFTfc-10 x UFTfc-17 (3,0) apresentaram elevados valores positivos de CEC (Tabela 5).

Com relação à produtividade de grãos, das 15 combinações híbridas avaliadas, somente UFTfc-08 x UFTfc-05 (-36,12); UFTfc-12 x UFTfc-05 (-108,43); UFTfc-01 x UFTfc-16 (-317,7); UFTfc-10 x UFTfc-17 (-344,46) e UFTfc-08 x UFTfc-17 (-397,62) apresentaram estimativas negativas de CEC (Tabela 5). Estas combinações não são indicadas para formar população base de um

programa de melhoramento que objetive elevado rendimento, visto que, os genótipos não se complementam bem. Este comportamento também pode ser observado na Tabela 2, onde estas combinações apresentaram rendimentos inferiores a 2.140 kg ha^{-1} .

As combinações (M2) – UFTfc-06 x (P2) – UFTfc-16 (512,90); (M3) – UFTfc-08 x (P2) – UFTfc-16 (565,46); (M5) – UFTfc-10 x (P2) – UFTfc-16 (757,87); (M4) – UFTfc-12 x (P2) – UFTfc-16 (801,30) e (M5) – UFTfc-10 x (P1) – UFTfc-05 (1.412,25) destacaram-se obtendo os maiores valores positivos de CEC para a produtividade de grãos. O maior destaque deve-se a combinação (M5) – UFTfc-10 x (P1) – UFTfc-05 que apresentou a maior estimativa positiva de CEC com 1.412,25 e também elevada produtividade média de grãos com $4.071,62 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabela 2). Este valor alto de CEC deve-se à boa complementação gênica entre os genitores.

CONCLUSÕES

Os genótipos (M5) – UFTFC-10 e (P1) – UFTFC-05 apresentam potencial para serem genitores de um programa de melhoramento genético do feijão-caupi nas condições testadas visto que se destacaram com bons valores de CGC para a maioria das características avaliadas.

O genótipo UFTfc-12 apresenta potencial para ser utilizado em programas que visem o desenvolvimento de cultivares precoces, pois apresentou as maiores estimativas de CGC nas características dias para o florescimento (-1,11) e dias para a maturação (-0,14).

As combinações híbridas UFTfc-01 x UFTfc-17, UFTfc-12 x UFTfc-16, UFTfc-10 x UFTfc-05 e UFTfc-10 x UFTfc-16 apresentam potencial para gerar populações segregantes promissoras, visto que apresentaram elevadas estimativas de CEC (acima de 700 kg ha⁻¹) para a produtividade e rendimentos médios superiores a 3.000 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6 ed. Viçosa: UFV, 2013. 523 p.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.

CASTIGLIONI, V. B. R.; OLIVEIRA, M. F.; ARIAS, C. A. A. Análise da capacidade combinatória entre linhagens de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 981-988, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2016**. . Brasília: Conab, v. 3, 2016, 152 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 29 jan 2016.

CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, 2012. 514 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

FAO. **Production - Crops**. 2016. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 24 jan 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento Genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 28-92.

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.

GERALDI, I. O.; MIRANDA-FILHO, J. B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, v. 11, p. 419-430, 1988.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of biological Sciences**, Collingwood, v. 9, p. 463-493, 1956.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e da adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-Caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 519.

NASCIMENTO, I. R.; MALUF, W. R.; FARIA, M. V.; VALLE, L. A. C.; MENESES, C. B.; BENITES, F. R. G. Capacidade combinatória e ação gênica na expressão de caracteres de importância econômica em pimentão. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 251-260, 2004.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522 p.

ROCHA, F.; STINGHEN, J. C.; GEMELI, M. S.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. Análise dialéctica como ferramenta na seleção de genitores em feijão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 74-81, 2014.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 702-713, 2011.

SILVA, M. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; RODRIGUES, R.; DAHER, R. F.; LEAL, N. R.; SCHUELTER, A. R. Análise dialéctica da capacidade combinatória em feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 277-280, 2004.

SILVA, S. M. S.; MAIA, J. M.; ARAUJO, Z. B.; FREIRE FILHO, F. R. **Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina: EMBRAPA, 2002. 2 p. (Comunicado Técnico, 149).

VALE, N. M.; BARILI, L. D.; OLIVEIRA, H. M.; CARNEIRO, J. E. S.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, F. L. Escolha de genitores quanto à precocidade e produtividade de feijão tipo carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 2, p. 141-148, 2015.

ZORZETTO, M. M.; MOTTA, F. C.; MORAIS, L. K.; KIIHL, T. A. M.; SILVA, R. M. Análise dialéctica da capacidade combinatória em soja. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 14, n. 2, p. 105-109, 2008.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as duas ferramentas utilizadas para auxiliar na escolha de genitores, observou-se a existência de variabilidade entre os genótipos avaliados, o que é premissa fundamental para obtenção de êxito em um programa de melhoramento.

Foi possível observar a existência de vários genótipos com potencial para servirem de genitores em um programa de melhoramento genético do feijão-caupi voltado especificamente para as condições do Tocantins.

O presente trabalho poderá contribuir para o desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas para o Tocantins e toda a região de nova fronteira agrícola denominada MATOPIBA.