

# Divergência genética e eficiência no uso do nitrogênio em populações de milho, visando à produção de óleo

Weder Ferreira dos Santos<sup>1</sup>, Flávio Sérgio Afférri<sup>1</sup>, Joenes Mucci Pelúzio<sup>1</sup>, Layanni Ferreira Sodré<sup>1</sup>, Evandro Reina<sup>1</sup> e Thaís Cristina Morais Farias<sup>1</sup>

Universidade Federal do Tocantins – UFT. Av. NS 15 ALC Nº 14, 109 Norte - 77001-090. Palmas-TO. Brasil. E-mail: eng.agricola.weder@gmail.com; flavio@uft.edu.br; joenesp@uft.edu.br; farm.layannisd@gmail.com; evandroreina@uft.edu.br; thaiscristhina@hotmail.com

Resumo - A diversidade genética em milho, aliado a eficiência e uso de nutrientes, permite a identificação de populações que poderão ser utilizadas como progenitores em futuros programas de melhoramento. Neste sentido, foram realizados quatro ensaios de competição de populações de milho no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas, no ano de 2013, sendo dois ensaios na safra e dois na entressafra, sob condições de alto nitrogênio e baixo nitrogênio em cobertura. O delineamento experimental utilizado em cada ensaio foi de blocos casualizados com três repetições e 10 tratamentos. Foi determinada a eficiência do uso de nitrogênio através da metodologia de Fischer e a divergência genética pelo método de agrupamento de otimização de Tocher. As hibridações POP 11 x POP 19 e POP 16 x POP 19 são promissoras para obtenção de populações segregantes para rendimento de óleo.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, melhoramento genético, *zea mays*.

## Genetic divergence and efficiency of the nitrogen use in maize populations, aiming at the oil production

Abstract - The genetic divergence in maize, combined with efficiency and nutrient use, allows the identification of populations that may be used as parents in future breeding programs. In this sense, four trials of competition of maize populations were performed at Agrotechnological Center of the Federal University of Tocantins, Palmas Campus, in 2013, being two trials in harvest and two in the offseason, under conditions of high content of nitrogen and low nitrogen in coverage. The experimental design used in each trial was a randomized block with 10 treatments and three replicates. The efficiency of nitrogen using the methodology of Fischer and genetic divergence by clustering method of optimization of Tocher was determined. POP 11 x POP 19 and POP 16 x POP 19 hybrids are promising for obtaining populations segregating for oil yield.

Keywords: nitrogen fertilization, genetic improvement, *zea mays*.

### Introdução

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho e, também o mais limitante para a mesma, uma vez que participa da composição dos aminoácidos conexos, proteína, clorofila e muitas enzimas essenciais que estimulam o crescimento e o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular (Okumura et al., 2011). O desenvolvimento de cultivares adaptados às condições de estresse nitrogenado apresenta-se como uma opção economicamente viável (Souza et al., 2009). Neste contexto, índices de eficiência e uso do nitrogênio (EUN) vêm sendo utilizados para classificar as populações quanto à eficiência de uso deste elemento (Fischer et al., 1983; Cancellier et al., 2011).

Como o desempenho relativo das características agrônomicas das populações de milho (produção de grãos, teor de óleo, teor de proteína, dentre outras) pode variar de um ambiente de cultivo para outro, faz-se necessário um estudo em que diferentes cultivares sejam testadas em diferentes locais, anos, épocas, tecnologias (Cruz et al., 2011).

Os bancos de germoplasma são de extrema importância para a manutenção e conservação de genótipos, pois servem de fonte de busca de genes desejáveis a serem introduzidos em programas de melhoramento genético (Guedes et al., 2013). O sucesso em um programa de melhoramento depende, entre outros fatores, da disponibilidade de populações que apresentem alta variabilidade genética para as características sob seleção (Paterniani et al., 2008; Azevedo et al., 2013).

Em um programa de melhoramento, o estudo da divergência genética pode ser feito por meio de técnicas multivariadas (Azevedo et al., 2013). Estas técnicas, além de permitirem combinações de várias características dentro da unidade experimental (Moreira et al., 2009). É de primordial importância para o planejamento de programas de melhoramento e para a definição de estratégias de trabalho (Guedes et al., 2013).

A utilização de técnicas multivariadas para estimar a divergência tem se tornado comum e é empregada em trabalhos com a cultura do milho (Cardoso et al., 2009; Guimarães et al., 2007; Moro et al., 2007; Paixão et al., 2008; Paterniani et al., 2008; Dotto et al., 2010; Coimbra

et al., 2010; Rios et al., 2010; Simon et al., 2012; Carvalho et al., 2011; Rotili et al., 2012) milho-pipoca (Miranda et al., 2003; Rinaldi et al., 2007).

Para quantificar a diversidade genética podem-se utilizar caracteres agronômicos, morfológicos, moleculares, descritores botânicos, por apresentarem baixos custos e fácil obtenção (Bezerra Neto et al., 2010; Silva et al., 2011; Almeida et al., 2011; Cabral et al., 2011). Quando os caracteres avaliados são quantitativos, a divergência genética pode ser estimada a partir de medidas de dissimilaridade, destacando-se, a distância generalizada de Mahalanobis (Rao, 1952), e o método de otimização de Tocher (Cruz et al., 2011).

Esse método visa selecionar aqueles materiais mais promissores, diminuindo os gastos e o tempo necessário para a realização de várias combinações, muitas vezes desnecessárias. Os esforços são, portanto concentrados naquelas combinações provenientes entre os materiais mais divergentes (Rinaldi et al., 2007; Dotto et al., 2010). A ausência de informação tem dificultado a formação de grupos heteróticos adequados na utilização em programas de melhoramento, visando à obtenção das melhores combinações, proporcionando maior variabilidade nas futuras populações de extração de linhagens (Dotto et al., 2010).

Objetivou-se estudar o desempenho de populações de milho em quatro ensaios na Região Central do Estado do Tocantins visando: 1) quantificar a eficiência do uso do nitrogênio das populações; 2) promover o agrupamento dos genótipos em função da dissimilaridade genética, para rendimento de óleo e 3) apresentar as hibridações mais promissoras para produzir recombinações superiores.

### Material e Métodos

Foram realizados quatro ensaios de competição de populações de milho no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas (220 m de altitude, 10°45' de LS e 47°14' de LW), em solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura arenosa. Os ensaios foram distribuídos em duas épocas de plantio (entressafra e safra), sendo que em cada época, as populações foram cultivadas sob condições de alto (150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e baixo N (0 kg ha<sup>-1</sup> de N), aplicado em cobertura, tendo como fonte de N a uréia (43% de N). A semeadura foi realizada em 05 de maio de 2013, para época de entressafra, e 10 de dezembro de 2013, para época de safra 2013/2014.

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos casualizados com 10 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 10 populações do Programa de Melhoramento de Milho da UFT, sendo denominadas: POP 3, POP 8, POP 9, POP 11, POP 12, POP 13, POP 14, POP 16, POP 18, e POP 19. A parcela experimental foi representada por quatro linhas de cinco metros lineares, espaçadas 0,9 m entre linhas. Na

colheita, foram utilizadas as duas linhas centrais de cada fileira, descartando-se 0,5 m das extremidades das fileiras.

O sistema de preparo de solo adotado foi o do tipo convencional, com uma gradagem seguida do nivelamento da área. A adubação de pré-plantio foi realizada manualmente, utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O de 5-25-15+0,5% Zn, para todos os ensaios. A semeadura foi realizada com o intuito de se obter 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>.

A adubação nitrogenada em cobertura, nos experimentos de safra e entressafra foi de 0 e 150 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, proporcionando totais de 15 e 165 kg ha<sup>-1</sup>, para os ambientes de baixo e alto N, sendo realizada no estágio V6 (seis folhas completamente abertas), tendo como fonte de N a ureia (43% de N). A adubação no ambiente de baixo e alto N corresponde a menor e a maior faixa esperada de produtividade de grãos (Ribeiro et al., 1999; Moreira et al., 2009).

Os tratos culturais, como o controle fitossanitário contra doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura (Fancelli & Dourado Neto, 2004). Foi realizada irrigação suplementar para os ensaios conduzidos na entressafra, sempre que necessária.

Nas duas fileiras centrais, de cada parcela experimental, foram colhidas todas as espigas, quando as plantas atingiram o estágio R6 (maturidade fisiológica). Em seguida, as espigas foram trilhadas e os grãos acondicionados em um único saco de papel, o qual foi identificado por população, e realizada a moagem. Após a moagem dos grãos, foi determinado o teor de óleo dos grãos (%). Para a determinação do teor óleo nos grãos de milho utilizou o método de Soxhlet, segundo IAL (2005). Foram obtidas três amostras por população, cada uma pesando 10 gramas.

A partir dos dados de rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) e dos teores de óleo (%) de cada população, foram obtidos, respectivamente, o rendimento de óleo (rendimento de grãos x teor de óleo) (kg ha<sup>-1</sup>). Para cada população, foi obtida a EUN, segundo metodologia de Fischer et al. (1983), a partir do índice de eficiência EUN, obtido pela equação:

$$EUN = \frac{Y_a(-N)}{Y_a(+N)} \times \frac{Y_x(-N)}{Y_x(+N)}$$

Onde,  $Y_a(-N)$  é a produção da população "a" sob baixo N;  $Y_a(+N)$  é a produção da população "a" sob alto N;  $Y_x(-N)$  é a produção média de todas as populações sob baixo N;  $Y_x(+N)$  é a produção média de todas as populações sob alto N.

Visando estudar a divergência genética apenas para rendimentos de óleo nos grãos de milho, foram utilizados os quatro ensaios como variáveis no modelo multivariado, onde cada ensaio representou uma variável distinta no modelo. As medidas de dissimilaridades foram determinadas segundo o modelo de análise multivariada, o que permitiu a obtenção das matrizes de dissimilaridades e de covariâncias residuais e das médias das populações. Foi

aplicado o método de agrupamento de Tocher proposto por Rao (1952), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), como medida de dissimilaridade.

Foi realizada análise de variância (ANOVA) (Cruz et al., 2004). As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974), ao nível de 5% de significância. Foi utilizado, ainda, o teste t de Student a 5% de significância, após teste de normalidade dos dados segundo Kolmogorov-Smirnov. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Computacional Genes (Cruz, 2007).

## Resultados e Discussão

A análise de variância da eficiência e uso do nitrogênio das populações, não apresentou efeito significativo para a característica rendimento de óleo (Tabela 1). O coeficiente de variação indica boa precisão na condução dos experimentos (Scapim et al., 1995).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da eficiência e uso do nitrogênio, segundo metodologia de Fischer et al. (1983), para o rendimento de óleo (RO), de 10 populações de milho.

Fontes de variação	GL	QM <sup>1/</sup>
Blocos	5	0,00059 <sup>ns</sup>
População	9	0,01143 <sup>ns</sup>
Erro	45	0,01410
Média	-	0,71
CV %	-	16,71

<sup>1</sup>Dados transformados em raiz quadrada de X  
ns: não significativo ao nível de 5% pelo teste F

A eficiência do uso de nitrogênio, segundo a metodologia proposta por Fischer et al. (1983), não foi

**Tabela 2.** Dissimilaridade entre 10 populações de milho em relação a rendimento de óleo, com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii'}$ ), médias do índice de Fischer et al. (1983) adaptada para rendimento de óleo.

POPUL.	POP 8	POP 9	POP 11	POP 12	POP13	POP 14	POP 16	POP 18	POP 19	Fischer
POP 3	127,45	162,06	39,26	69,80	296,52	166,78	98,04	56,58	724,43	0,70
POP 8		36,54	57,59	22,29	329,71	41,54	27,56	135,94	273,63	0,75
POP 9			76,78	34,31	316,81	35,13	35,60	163,03	265,24	0,68
POP 11				14,57	374,28	111,15	71,41	123,73	542,29	0,77
POP 12					298,39	47,41	29,07	108,40	384,24	0,69
POP 13						171,46	175,76	112,87	540,29	0,65
POP 14							12,68	107,13	212,41	0,67
POP 16								58,27	299,28	0,78
POP 18									573,08	0,67
POP 19										0,73
Média										0,71

A variabilidade genética de uma população depende da divergência genética e dos pais envolvidos no cruzamento (Falconer, 1987). Porém, se o objetivo do programa é

possível identificar as populações estatisticamente mais eficientes (Tabela 2), para rendimento de óleo. Tal fato evidencia que as doses de nitrogênio utilizadas em cobertura não influenciaram significativamente a característica. Por outro lado, quando comparadas às populações e a média geral, as populações POP 11 e POP 16 podem ser consideradas mais eficientes. Assim, estas populações poderão ser utilizadas em programas de melhoramento visando o desenvolvimento de genótipos com maior eficiência no uso do nitrogênio para ambientes com e sem estresses do nitrogênio.

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (Tabela 2), para a característica rendimento de óleo, apresentaram uma elevada magnitude (12,68 a 724,43), indicando a presença de variabilidade genética entre as populações.

A combinação entre POP 3 e POP 19 foi a mais divergente ( $D^2 = 724,43$ ), seguida pelas combinações POP 18 e POP 19 ( $D^2 = 573,08$ ) e os pares POP 11 e POP 19 ( $D^2 = 542,24$ ) e POP 13 e POP 19 ( $D^2 = 540,29$ ) (Tabela 2). A menor distância foi obtida entre as populações POP 14 e POP 16 ( $D^2 = 12,68$ ), seguido pelos pares POP 11 e POP 12 ( $D^2 = 14,57$ ) e POP 8 e POP 12 ( $D^2 = 22,29$ ). Ressalta-se que entre as maiores distâncias encontradas, a população POP 19 está presente na grande maioria das combinações.

A análise da distância genética pode auxiliar na escolha dos genitores para futuros cruzamentos, possibilitando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros em futuros estudos (Cruz et al., 2004; Cargnelutti Filho et al., 2009). Contudo, apesar das distâncias terem alta representatividade, as análises de agrupamento tornam-se fundamentais para a escolha dos progenitores, pois os novos híbridos a serem estabelecidos devem ser baseados nas dissimilaridades observadas (Simon et al., 2012).

aumentar a produtividade, deve-se escolher, para cruzamentos, acessos de performance satisfatória que foram mais divergentes entre si ou que complementem

alguma característica de um dos genitores (Guedes et al., 2013).

A análise de agrupamento pelo Método de Tocher resultou na formação de três grupos (Tabela 3). O grupo I foi representado por quatro populações (POP 3, POP 9, POP 12 e POP 19), o grupo II por cinco populações (POP 8, POP 11, POP 16, POP 14 e POP 13) e o grupo III apenas pela população POP 18. Segundo Cruz et al. (2004) grupos formados por apenas um indivíduo apontam na direção de que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais.

A utilização das populações de grupos diferentes como genitores, pode reduzir os cruzamentos a serem feitos e aumentar as chances de sucesso (Cruz et al., 2004; Moro et al., 2007; Carvalho et al., 2011; Guedes et al., 2013). No entanto é preciso selecionar populações superiores, pois a utilização de somente populações contrastantes não é garantia de sucesso (Parteniani et al., 2008; Carvalho et al., 2011).

**Tabela 3.** Agrupamento pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis de 10 populações de milho, considerando o rendimento de óleo nos quatro ensaios.

Grupos	Rendimento de óleo	% de acessos
I	POP 3, POP 9, POP 12 e POP 19	40
II	POP 8, POP 11, POP 16, POP 14 e POP 13	50
III	POP 18	10
Total	10	100

Em programa de melhoramento genético de plantas com ênfase na obtenção de híbridos, é importante na escolha de genitores para extração de linhagens, que sejam complementares para o maior número possível de características de importância agrônômica (Simon et al., 2012).

A dissimilaridade intergrupos (Tabela 4), obtida pelo método de otimização de Tocher, permite distinguir entre os grupos formados, quais são mais divergentes geneticamente. As maiores distâncias médias intergrupos (Tabela 4), foram observadas entre os grupos III e II (540,29) e entre os grupos III e I (409,33). A distância média intergrupos envolvendo os grupos I e II (259,48) reforçam o fato de estas populações terem sido alocadas no mesmo grupo.

**Tabela 4.** Distâncias médias intergrupos estimadas pelo método de Otimização de Tocher, envolvendo 10 populações de milho para rendimento de óleo.

Grupos	I	II
II	259,48	
III	409,33	540,29

## Conclusões

1. A variabilidade genética permitiu a identificação de populações dissimilares e com média elevada para rendimento de óleo, resultando na formação de 3 grupos.

2. As hibridações POP 18 x POP 19 e POP 8 x POP 19, são promissoras para obtenção de populações para rendimento de óleo.

3. As hibridações POP 11 x POP 19 e POP 16 x POP 19 são promissoras para obtenção de populações para rendimento de óleo e eficientes no uso do nitrogênio.

## Referências

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

AZEVEDO, A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; OLIVEIRA, C.M.; FERNANDES, J.S.C.; PEDROSA, C.E.; DORNAS, M.F.S; CASTRO, B.M.C. Seleção de genótipos de alface para cultivo protegido: divergência genética e importância de caracteres. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 260-265, 2013.

BEZERRA NETO, F.V.; LEAL, N.R.; GONÇALVES, L.S.A.; RÊGO FILHO, L.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 294-299, 2010.

CABRAL, P.D. S.; SOARES, T.C.B.; LIMA, A.B.P.; ALVES, D.S.; NUNES, J.A. Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agrônômicos. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n. 4, p 898-905, 2011.

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; DOTTO, M.A.; LEÃO, F.F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 01, p. 139-148, 2011.

CARDOSO, W.S.; PAES, M.C.D.; GALVÃO, J.C.C.; RIOS, S.A.; GUIMARÃES, P.E.O.; SCHAFFERT, R.E.; BORÉM, A. Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 164-173, 2009.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E. Número necessário de experimentos para a análise de agrupamento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p.371-378, 2009.

- CARVALHO, E.V.; AFFÉRI, F.S.; PELUZIO, J.M.; DOTTO, M.A.; CAPPELLESSO, R.B.; MELO, A.V. Desempenho agrônomo e divergência genética na seleção de linhagens S5 de milho. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5, p. 794-797, 2011.
- COIMBRA, R.R.; MIRANDA, G.V.; CRUZ, C.D.; MELO, A.V.; ECKERT, F.R. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 1, p. 159-166, 2010.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística**. Versão Windows, Viçosa, UFV. 2007.
- CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2004. 279p.
- DOTTO, M.A.; AFFÉRI, F.S.; PELUZIO, J.M.; MELO, A.V.; CARVALHO, E.V. Divergência genética entre cultivares comerciais de milho em baixas altitudes no Tocantins, safra 2007/2008. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 4, p. 630-637, 2010.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Editora UFV, 1987. 279p.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. 2 ed. Piracicaba, 2004. 360p.
- FISCHER, K.S., JOHNSON, E.C., EDMEADS, G.O. **Breeding and selection for drought in tropical maize**. México: CIMMYT. 1983.
- GUEDES, J.M.; VILELA, D.J.M.; REZENDE, J.C.; SILVA, F.L.; BOTELHO, C.E.; CARVALHO, S.P. Divergência genética entre cafeeiros do germoplasma Maragogipe. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p.127-132, 2013.
- GUIMARÃES, P.S.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; LURDES, R.R.; ZOUZA, A.P.; LABORDA, P.R.; OLIVEIRA, K.M. Correlação da heterose de híbridos de milho com divergência genética entre linhagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 811-816, 2007.
- Instituto Adolfo Lutz - IAL. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. IAL São Paulo. São Paulo: IAL v.1. ed IV.; 317 p. 2005.
- MIRANDA, G.V.; COIMBRA, R.R.; GODOY, C.L.; SOUZA, L.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; MELO, A. VAZ de. Potencial de melhoramento de divergência genética de cultivares de milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 681-688, 2003.
- MOREIRA, R.M.P.; FERREIRA, J.M.; TAKAHASHI, L.S.A.; VANCONCELOS, M.E.C.; GEUS, L.C.; TOTTI, L. Potencial agrônomo e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. **Semina: Ciência Agrárias**, v. 30, n. 4, p. 1051-1060, 2009.
- MORO, J.R.; SILVEIRA, F.T.; CARGNELUTTI FILHO, A. Dissimilaridade genética em sessenta e quatro linhagens de milho avaliadas para resistência ao complexo enfezamento. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 7, n. 1, 2007.
- OKUMURA, R.S.; MARIANO, D.C.; ZACCHEO, P.V.C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.
- PAIXÃO, S.L.; CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P.V.; MADALENA, J.A.S.; PEREIRA, R.G. Divergência genética e a avaliação de populações de milho em diferentes ambientes no estado de alagoas. **Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 191-195, 2008.
- PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; GUIMARÃES, P.S.; LURDES, R.R.; GALLO, P.B.; SOUZA, A.P.; LABORDA, P.R.; OLIVEIRA, K.M. Capacidade combinatória, divergência genética entre linhagens de milho e correlação com heterose. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 639-648, 2008.
- RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Willey, 1952. 390 p.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: SBCS, 1999.
- RINALDI, D.A.; PÍPOLO, V.C.; GERACE, A.C.; RUAS, C.F.; FONSECA JÚNIOR, N.S.; SOUZA, A.; SOUZA, S.G.H.; GARBUGLIO, D.D. Correlação entre heterose e divergência genética estimada por cruzamentos dialélicos e marcadores moleculares RAPD em populações de milho-Pipoca. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 183-192, 2007.
- RIOS, S.A.; BORÉM, A.; GUIMARÃES, P.E.O.; PAES, M.C.D. Divergência genética entre genótipos de milho quanto ao teor de carotenoides nos grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 3, p. 277-286, 2010.

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 Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 516-521, 2012.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.683-686, 1995.

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

SILVA, G.C.; OLIVEIRA, F.J.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; NETO, D.E.S.; MELO, L.J.O.T. Divergência genética entre genótipos de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.06, n.1, p.52-58, 2011.

SIMON, G.A.; KAMADA, T.; MOITEIRO, M. Divergência genética em milho de primeira e segunda safra. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.449-458, 2012.

SOUZA, L.V.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; GUIMARÃES, L.J.M.; SANTOS, I.C. Combining ability of maize grain yield under different levels of environmental stress. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1297-1303, 2009.

---