

# Variabilidade genética entre cultivares de soja, sob diferentes condições edafoclimáticas

## Resumo

A identificação de genitores divergentes e adaptados às condições edafoclimáticas da região, onde serão cultivados, é de fundamental importância. Com objetivo de avaliar a divergência genética entre 14 cultivares de soja (M9144RR, ENGOPA-314, P98Y51, P99R01, M8867RR, MSOY-9056, M8527RR, M8360RR, MSOY-9350, TMG108RR, MS - 8925, MS - 8849, MS - 8787 e P98R62), foram realizados quatro ensaios, na safra 2007/08, em condições de Terras altas. A divergência genética foi avaliada por procedimentos multivariados: distância generalizada de Mahalanobis, método de agrupamento de otimização de Tocher, método vizinho mais próximo e técnica de variáveis canônicas. As cultivares M9144RR (3211 kg ha<sup>-1</sup>), P99R01 (3083 kg ha<sup>-1</sup>), EMGOPA-314 (3057 kg ha<sup>-1</sup>), M8527RR (3033 kg ha<sup>-1</sup>), M8849RR (2845 kg ha<sup>-1</sup>) e a MSOY-9056 (2799 kg ha<sup>-1</sup>) apresentaram as maiores médias de produtividade, diferindo ( $p \leq 0,05$ ) das demais cultivares. Os métodos de otimização de Tocher, vizinho mais próximo e dispersão gráfica das variáveis canônicas foram concordantes entre si. O número de vagens por planta (80,27%) foi a mais eficiente em explicar a dissimilaridade entre as cultivares, devendo ser priorizadas na escolha de progenitores em programas de melhoramento. A presença de variabilidade genética permitiu a identificação de cultivares dissimilares e com altas médias das características estudadas. As hibridações P99R01 x M8360RR, P99R01 x M8849RR, M9144RR x M8360RR e ENGOPA-314 x P99R01, são promissoras para obtenção de populações segregantes com variabilidade superior.

Joênes Mucci Peluzio<sup>1</sup>, Aurélio Vaz-de-Melo<sup>2</sup>,  
Flávio Sérgio Afférrri<sup>2</sup>, Rubens Ribeiro Silva<sup>2</sup>, Hélio  
Bandeira Barros<sup>2</sup>, Ildon Rodrigues Nascimento<sup>2</sup>,  
Rodrigo Ribeiro Fidelis<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** *Glycine Max*; Divergência genética; várzea irrigada; Estado do Tocantins

## Variabilidad genética entre los cultivares de soja en los diferentes suelos y condiciones climáticas

## Resumen

La identificación de genitores divergentes y adaptados las condiciones edafológicas y climáticas de la región donde vendrán a ser cultivados es de fundamental importancia. Con el objetivo de evaluar la divergencia genética entre 14 cultivares de soja (M9144RR, ENGOPA-314, P98Y51, P99R01, M8867RR, MSOY-9056, M8527RR, M8360RR, MSOY-9350, TMG108RR, MS - 8925, MS - 8849, MS - 8787 y P98R62), se realizaron cuatro ensayos en la cosecha 2007/08, en condición de tierras altas. La diversidad genética se evaluó mediante procedimientos multivariados: distancia generalizada de Mahalanobis, método de agrupamiento de optimización de Tocher, método del vecino más cercano y técnica de las variables canónicas. Las cultivares M9144RR (3211 kg ha<sup>-1</sup>), P99R01 (3.083 kg ha<sup>-1</sup>), EMGOPA-314 (3.057 kg ha<sup>-1</sup>), M8527RR (3033 kg ha<sup>-1</sup>), M8849RR (2845 kg ha<sup>-1</sup>) y MSOY-9056 (2.799 kg ha<sup>-1</sup>) tuvieron el mayor promedio de productividad, difiriendo ( $p \leq 0,05$ ) de los otros cultivares. Los métodos de optimización Tocher, el vecino más cercano y técnica de las variables canónicas fueron coherentes entre sí. El número de vainas por planta (80,27%) fue más eficaz en la explicación de la disparidad entre los cultivares debiendo tener la prioridad en la elección de los genitores en programas de mejoramiento. La presencia de la variabilidad genética permitió la identificación de cultivares diferentes y con altos promedios de las características de estudio. Las hibridaciones P99R01 x M8360RR, P99R01 x M8849RR, M9144RR x M8360RR y ENGOPA-314 x P99R01, son prometedores para la obtención de poblaciones segregantes con variabilidad superior.

**Palabras clave:** *Glycine max*; divergencia genética; várzea bajo riego; Estado del Tocantins

1 Universidade Federal do Tocantins. E-mail: joenesp@uft.edu.br. Autor para correspondência.

2 Universidade Federal do Tocantins. E-mail: vazdemelo@uft.edu.br; flavio@uft.edu.br; rrs2002@uft.edu.br; barrosbh@uft.edu.br; ildon@uft.edu.br; fidelisrr@uft.edu.br

## Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é originária das regiões temperadas da China, possuindo ampla adaptação aos climas subtropicais e tropicais. É considerada uma das mais importantes leguminosas em função do grande interesse econômico decorrente dos elevados teores de proteína (40%) e óleo (20%) dos grãos e da produtividade da cultura (SEDIYAMA et al., 2009).

No Estado do Tocantins, a soja é a terceira cultura em termos de participação no valor bruto da produção, sendo cultivada no período de entressafra (maio-junho), em condições de várzea irrigada, sob regime de sub-irrigação (elevação do lençol freático), principalmente em Formoso do Araguaia, e no período de safra (novembro-dezembro), em condições de terras altas. Entretanto, poucos estudos visando quantificar a divergência fenotípica entre genótipos tem sido realizados neste período.

De acordo com Costa et al., (2004) os programas de melhoramento genético da soja são essenciais para atender à crescente demanda por maiores produtividade, possibilitando aumento de variabilidade e conseqüente ampliação da base genética, além da seleção dos melhores genótipos de uma população capaz de superar os patamares de produtividade de grãos.

O sucesso de um programa de melhoramento reside na existência de variabilidade na população. Nos programas de melhoramento tem se utilizado para a formação de populações-base, o inter cruzamento entre cultivares superiores e divergentes (CEOLIN et al., 2007; CRUZ, 2007). As informações múltiplas de cada cultivar é expresso em medidas de dissimilaridade, que representam a diversidade que há no conjunto de acessos cultivados (CRUZ, 2007).

No estudo da diversidade genética de uma população, são utilizadas características agronômicas, morfológicas e moleculares que, por sua vez, são submetidos às técnicas biométricas multivariadas, permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres (RODRIGUES et al., 2002, CRUZ et al., 2004).

Objetivou-se com o presente trabalho quantificar a variabilidade genética das cultivares de soja, promover o agrupamento desses cultivares em função da dissimilaridade genética e dispersão

dos escores, indicar a contribuição relativa das características na dissimilaridade genética e identificar as combinações híbridas superiores promissoras na seleção de progênies.

## Material e Métodos

Os experimentos foram instalados nos Campos Experimentais da Universidade Federal do Tocantins - UFT, situados nas cidades de Palmas, estado do Tocantins a 10° 10' 37" de latitude sul, 48° 21' 27" de longitude Oeste e altitude de 212 metros do nível do mar, o solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa distrófico (EMBRAPA 2006) e, em Gurupi - TO, a 11° 43' de latitude sul, 49° 15' de longitude Oeste e altitude de 287 metros do nível do mar, em solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa distrófico (EMBRAPA 2006).

As sementeiras foram realizadas nos dias 30/11/2007 na primeira época em Palmas e em 20/12/2007 na segunda época. Já em Gurupi, os Plantios foram realizados em 28/11/2007 na primeira época e 15/12/2007 na segunda época e 05/01/2009 na terceira época.

As características químicas do solo, amostrado à profundidade de 0-20 cm, no município de Gurupi-TO foram: 0,0 de  $Al^{+++}$  ( $mmol\ dm^{-3}$ ); 2,1 de  $Ca^{++}$  ( $mmol\ dm^{-3}$ ); 0,6 de  $Mg^{++}$  ( $mmol\ dm^{-3}$ ); 0,0 de  $K^+$  ( $mg\ dm^{-3}$ ); 3,7 de P ( $mg\ dm^{-3}$ ) e 5,9 de pH ( $H_2O$ ) e no município de Palmas-TO foram: 0,0 de  $Al^{+++}$  ( $mmol\ dm^{-3}$ ); 2,3 de  $Ca^{++}$  ( $mmol\ dm^{-3}$ ); 1,2 de  $Mg^{++}$  ( $mmol\ dm^{-3}$ ); 60,0 de  $K^+$  ( $mg\ dm^{-3}$ ); 8,4 de P ( $mg\ dm^{-3}$ ) e 6,0 de pH ( $H_2O$ ).

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 14 tratamentos e três repetições em cinco ambientes. Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares M9144RR, ENGOPA-314, P98Y51, P99R01, M8867RR, MSOY-9056, M8527RR, M8360RR, MSOY-9350, TMG108RR, MS - 8925, MS - 8849, MS - 8787 e P98R62.

A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas por 0,45 m. Na colheita, foram desprezados 0,50 m da extremidade de cada fileira central. A área útil da parcela foi representada pelas duas fileiras centrais que constitui 3,6 m<sup>2</sup>.

Foram realizadas as operações de aração,

gradagem e sulcamento. A adubação realizada foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> de adubo 05-25-15. Foi realizada também adubação de cobertura com Cloreto de potássio 90 kg ha<sup>-1</sup>. No momento do plantio, foi realizada a inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, com a finalidade de obter-se uma boa nodulação das raízes da planta, garantindo o suprimento de nitrogênio à cultura.

Ao atingir o terceiro trifólio definitivo, estágio V3 de acordo com Fehr et al. (1977), foram realizadas aplicações de herbicidas: gramínicida (Targa 1,2 L ha<sup>-1</sup>) e latifolicida (Cobra, 0,4 L ha<sup>-1</sup> e Classic 40 g ha<sup>-1</sup>) ambos seletivos à cultura da soja.

No controle de pragas, utilizou-se o inseticida Decis na dosagem de 0,6 L ha<sup>-1</sup>, sendo realizada a primeira aplicação aos 20 dias após a emergência e aplicações quinzenais a partir do início do florescimento.

As plantas de cada parcela experimental foram colhidas uma semana após terem apresentado 95% das vagens maduras, ou seja, no estágio R<sub>8</sub> da escala de Fehr et al. (1971). Após a colheita, as plantas foram trilhadas e as sementes pesadas, depois de secas (12% de umidade) e limpas, para a determinação das produtividades de grãos.

Com base na área útil da parcela, foram obtidas as seguintes características agrônomicas das plantas: altura das plantas; altura da inserção da primeira vagem, ambas realizadas em cinco plantas por parcela; número de dias para o florescimento; número de dias para a maturação; número de vagens por plantas (em cinco plantas por parcela); número de sementes por vagem (média de sementes por vagem de todas as vagens de cinco plantas por parcela); peso de 100 sementes; produtividade de grãos.

Foram realizadas as análises de variância individuais e posteriormente a conjunta, visto que, o maior quadrado médio do resíduo dividido pelo menor foi inferior a sete, apresentando assim, homogeneidade de variância e sendo possível realizar a análise conjunta. As medidas de dissimilaridade foram determinadas segundo o modelo de análise multivariada, o que permitiu a obtenção da matriz de dissimilaridade, da matriz de covariância residual e das médias dos cultivares.

Posteriormente, foram determinadas as variáveis canônicas, conforme relatado por Rao

(1952). As variáveis canônicas foram utilizadas no estudo de dissimilaridade genética com propósito de identificação de genótipos similares em gráficos de dispersão tridimensionais. Nesse estudo, as três primeiras variáveis canônicas envolveram mais 80% da variação total dos genótipos e cada variável foi uma combinação linear das variáveis originais. Foram aplicados os métodos de agrupamento de Tocher (RAO, 1952) e vizinho mais próximo (JOHNSON e WICHERN, 1992; CRUZ et al., 2004), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis (D<sup>2</sup>), como medida de dissimilaridade. Utilizou-se, também, o critério de Singh (1981) para quantificar a contribuição relativa dessas características na divergência genética. As análises foram realizadas utilizando o programa Computacional Genes, versão 2006 (CRUZ, 2007).

## Resultados e Discussão

Nos resultados da análise de variância verifica-se efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) em todas as características na interação entre cultivares e ambientes (locais e épocas de semeaduras), indicando que os efeitos dos cultivares e ambientes isoladamente não explicam todas as variações encontradas, sendo realizados, neste caso, os desdobramentos (Tabela 1).

Com relação a ambientes e cultivares isoladamente também se verificou efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) em todas as características, o que indica a existência de variabilidade genética e, conseqüentemente, a possibilidade de se obter ganhos genéticos. Desta forma, as análises de divergência genética e os agrupamentos foram realizados com as médias da interação dos cultivares com ambientes. A maioria dos coeficientes de variação das características ficaram abaixo de 15%, demonstrando existir boa precisão experimental na condução do experimento (SCAPIN et al., 1995).

As cultivares não diferiram quanto à altura de plantas e inserção de primeira vagem, independentemente dos ambientes de plantio (locais e épocas de plantio). As alturas de plantas das cultivares variaram de 52,3 a 63,7 cm e as de inserção de primeira vagem das cultivares variaram de 12,7 a 15,9 cm (Tabela 2).

Usualmente, busca-se obter cultivares com

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância conjunta, em blocos ao acaso, de características avaliadas em 14 cultivares comerciais de soja em ensaios conduzidos em diferentes locais e épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi e Palmas-To na safra 2007/08

| F.V.           | GL  | Quadrado Médio |         |        |        |        |        |         |            |
|----------------|-----|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|------------|
|                |     | NDF            | NDM     | AIV    | AP     | NVP    | NSV    | PCS     | PRO        |
| Bloco/AMB      | 10  | 3,2            | 10,7    | 11,9   | 16,5   | 2,55   | 0,006  | 1,15    | 1300632    |
| Cultivares (C) | 13  | 23**           | 66,7**  | 9,6**  | 109**  | 1045** | 0,06** | 11,1ns  | 992212**   |
| Ambientes (A)  | 3   | 177**          | 388,9** | 149**  | 2612** | 2196** | 1,43** | 165,4** | 70429703** |
| C x A          | 39  | 3,7**          | 15,9**  | 16,4** | 119**  | 48**   | 0,08** | 8,24**  | 919776**   |
| Resíduo        | 104 | 1,02           | 7,5     | 4,3    | 14,1   | 2,92   | 0,007  | 0,83    | 61629      |
| Média          |     | 44,8           | 116     | 14,3   | 57,9   | 51,3   | 2,09   | 14,1    | 2735       |
| CV (%)         |     | 2,26           | 2,35    | 14,5   | 6,4    | 3,3    | 3,96   | 6,5     | 9,07       |

\*\* , \* significativo pelo teste de F a 1 e 5%, respectivamente; " - não significativo pelo teste de F a 5%. NDF: número de dias para o florescimento; NDM: Número de dias para a maturação; AV: Altura da inserção da primeira vagem; AP: Altura das plantas; NVP: Número de vagens por plantas; NSV: Número de sementes por vagem; PCS: Peso de 100 sementes; PRO: Produção por planta (kg ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 2.** Médias geral de altura de plantas (AP) e inserção de vagem (AIV), florescimento (FLO), maturação (MAT), número de vagem por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), peso de 100 sementes (PCS) e produtividade de grãos (PROD) de cultivares de soja dos experimentos conduzidos em diferentes locais e épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi e Palmas-To na safra 2007/08

| CULTIVARES  | AP (cm) | AIV (cm) | FLO (dias) | MAT (dias) | NVP | NSV | PCS (g) | PROD (Kg ha <sup>-1</sup> ) |    |   |     |   |      |   |      |   |
|-------------|---------|----------|------------|------------|-----|-----|---------|-----------------------------|----|---|-----|---|------|---|------|---|
| M9144RR     | 56,5    | a        | 14,6       | a          | 46  | a   | 115     | b                           | 56 | c | 2,1 | a | 14,9 | A | 3211 | a |
| P99R01      | 56,2    | a        | 13,7       | a          | 44  | b   | 118     | a                           | 74 | a | 2,0 | b | 12,7 | B | 3083 | a |
| ENGOPA-314  | 63,7    | a        | 13,8       | a          | 45  | a   | 118     | a                           | 53 | d | 2,1 | a | 12,1 | B | 3057 | a |
| M8527RR     | 52,3    | a        | 14,4       | a          | 43  | b   | 113     | b                           | 49 | e | 2,0 | b | 14,8 | A | 3033 | a |
| MS - 8849   | 55,4    | a        | 15,5       | a          | 45  | a   | 115     | b                           | 41 | g | 2,2 | a | 14,9 | A | 2845 | a |
| M8527RR     | 59,9    | a        | 14,9       | a          | 46  | a   | 116     | a                           | 54 | c | 2,0 | b | 14,4 | A | 2799 | a |
| M8527RR     | 57,7    | a        | 13,0       | a          | 46  | a   | 115     | b                           | 64 | b | 2,0 | b | 14,4 | a | 2726 | b |
| TMG108RR    | 61,0    | a        | 15,9       | a          | 46  | a   | 117     | a                           | 55 | c | 2,1 | a | 14,3 | a | 2685 | b |
| P98Y51      | 58,2    | a        | 14,8       | a          | 44  | a   | 117     | a                           | 52 | d | 2,0 | b | 14,2 | a | 2644 | b |
| MSoy - 8925 | 59,1    | a        | 15,1       | a          | 46  | a   | 118     | a                           | 41 | g | 2,0 | b | 13,8 | a | 2625 | b |
| M8360RR     | 58,1    | a        | 14,2       | a          | 41  | c   | 110     | b                           | 41 | g | 2,2 | a | 15,2 | a | 2498 | b |
| P98R62      | 53,1    | a        | 14,3       | a          | 45  | a   | 118     | a                           | 50 | e | 2,2 | a | 14,8 | a | 2425 | b |
| MSoy - 8787 | 59,6    | a        | 12,7       | a          | 45  | a   | 118     | a                           | 46 | f | 2,1 | a | 14,9 | a | 2422 | b |
| M8867RR     | 59,1    | a        | 13,9       | a          | 44  | b   | 118     | a                           | 45 | f | 2,1 | a | 12,8 | b | 2239 | b |
| MÉDIA       | 57,9    |          | 14,3       |            | 45  |     | 116     |                             | 51 |   | 2,1 |   | 14,1 |   | 2735 |   |

Grupo de médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott. Palmas - TO, plantio dia 30/11/08; Palmas - TO, plantio dia 20/12/08; Gurupi - TO, plantio dia 28/11/08; Gurupi - TO, plantio dia 15/12/08.

altura de inserção de primeira vagem variando de 10 a 15 cm e altura de plantas variando de 60 a 80 cm, uma vez que existe uma tendência de plantas mais altas (AP) e com menor altura de primeira vagem (AIV) apresentar um maior número de vagens, conforme observado por Miranda (1998). Ressalta-se, contudo, que a seleção de plantas muito altas (> 80 cm) e com baixa altura de inserção de primeira vagem (< 10 cm) poderá acarretar em perdas na colheita mecanizada. No presente estudo, todos os cultivares apresentaram

altura de inserção de primeira vagem ideal e altura de plantas satisfatórias à colheita mecanizada.

As cultivares M9144RR (46 dias), MSOY-9056 (46 dias), MSOY-9350 (46 dias), TMG108RR (46 dias), M8925RR (46 dias) apresentaram florescimento mais tardio, sem, contudo, diferir ( $p \leq 0,05$ ) das cultivares que tiveram o florescimento após os 45 dias. A cultivar M8360RR (41 dias) foi a mais precoce, diferindo das demais cultivares (Tabela 2).

A M8360RR (110 dias) apresentou o menor



ciclo, seguido das cultivares M9144RR (115 dias), M8527RR (113 dias), M8849RR (115 dias), MSOY-9350 (115 dias) e a M9144RR (110 dias) que não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si (Tabela 2).

O maior número de vagens por plantas (NVP) foi obtido pela cultivar P99R01 (74), diferindo ( $p \leq 0,05$ ) das demais cultivares. O NVP variou de 41 a 74 (Tabela 2). Alguns autores, dentre eles Pinchinat e Adams (1996) e Board et al. (1997), verificaram que o número de vagens por planta é o caráter que mais contribui para o rendimento de grão em leguminosas, uma vez que apresenta as maiores correlações com a produção de grãos e vagens com 1, 2 e 3 grãos, o que pode influenciar no tamanho das sementes que serão produzidas e, conseqüentemente, na produtividade.

A cultivar M8849RR (2,2 sementes por vagem) obteve o maior número de sementes por vagem (NSV), não diferindo ( $p \leq 0,05$ ) das cultivares que obtiveram valores acima de dois. O NSV variou de 2,0 a 2,2 sementes por vagem (Tabela 2).

As cultivares que obtiveram peso de cem sementes (PCS) acima de 13,8 g foram classificadas no grupo de maiores médias, sendo este superior ( $p \leq 0,05$ ) ao de menor média. As médias de PCS variaram de 12,1 a 14,9 g (Tabela 2). O PCS é uma

característica importante na escolha da cultivar a ser plantada, uma vez que a aquisição de sementes de menor peso resultará em menor custo de produção por área, face ao maior volume de sementes por unidade comercializada, e, também, em maior velocidade nos processos de germinação e emergência.

A produtividade de grãos (PROD) permitiu a separação dos cultivares em dois grupos. As cultivares M9144RR (3211 kg ha<sup>-1</sup>), P99R01 (3083 kg ha<sup>-1</sup>), EMGOPA-314 (3057 kg ha<sup>-1</sup>), M8527RR (3033 kg ha<sup>-1</sup>), M8849RR (2845 kg ha<sup>-1</sup>) e a MSOY-9056 (2799 kg ha<sup>-1</sup>) apresentaram as maiores médias de PROD, diferindo ( $p \leq 0,05$ ) das demais cultivares com médias inferiores. As médias de PROD variaram de 3211 a 2239 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (Tabela 3), apresentaram uma elevada magnitude (3,5 a 440,0), indicando a presença de ampla variabilidade genética entre as cultivares. A combinação entre P99R01 e M8360RR foi a mais divergente ( $D^2 = 440,0$ ), seguida pela combinação P99R01 e M8925RR ( $D^2 = 418,0$ ). A menor distância foi obtida entre as cultivares M9056RR e TMG108RR ( $D^2 = 3,5$ ), seguido pela combinação M9056RR e P98Y51

**Tabela 2.** Médias geral de altura de plantas (AP) e inserção de vagem (AIV), florescimento (FLO), maturação (MAT), número de vagem por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), peso de 100 sementes (PCS) e produtividade de grãos (PROD) de cultivares de soja dos experimentos conduzidos em diferentes locais e épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi e Palmas-To na safra 2007/08

| CULTIVARES  | AP<br>(cm) | AIV<br>(cm) | FLO<br>(dias) | MAT<br>(dias) | NVP | NSV | PCS (g) | PROD<br>(Kg ha <sup>-1</sup> ) |    |   |     |   |      |   |      |   |
|-------------|------------|-------------|---------------|---------------|-----|-----|---------|--------------------------------|----|---|-----|---|------|---|------|---|
| M9144RR     | 56,5       | a           | 14,6          | a             | 46  | a   | 115     | b                              | 56 | c | 2,1 | a | 14,9 | A | 3211 | a |
| P99R01      | 56,2       | a           | 13,7          | a             | 44  | b   | 118     | a                              | 74 | a | 2,0 | b | 12,7 | B | 3083 | a |
| ENGOPA-314  | 63,7       | a           | 13,8          | a             | 45  | a   | 118     | a                              | 53 | d | 2,1 | a | 12,1 | B | 3057 | a |
| M8527RR     | 52,3       | a           | 14,4          | a             | 43  | b   | 113     | b                              | 49 | e | 2,0 | b | 14,8 | A | 3033 | a |
| MS - 8849   | 55,4       | a           | 15,5          | a             | 45  | a   | 115     | b                              | 41 | g | 2,2 | a | 14,9 | A | 2845 | a |
| MSOY-9056   | 59,9       | a           | 14,9          | a             | 46  | a   | 116     | a                              | 54 | c | 2,0 | b | 14,4 | A | 2799 | a |
| MSOY-9350   | 57,7       | a           | 13,0          | a             | 46  | a   | 115     | b                              | 64 | b | 2,0 | b | 14,4 | a | 2726 | b |
| TMG108RR    | 61,0       | a           | 15,9          | a             | 46  | a   | 117     | a                              | 55 | c | 2,1 | a | 14,3 | a | 2685 | b |
| P98Y51      | 58,2       | a           | 14,8          | a             | 44  | a   | 117     | a                              | 52 | d | 2,0 | b | 14,2 | a | 2644 | b |
| MSoy - 8925 | 59,1       | a           | 15,1          | a             | 46  | a   | 118     | a                              | 41 | g | 2,0 | b | 13,8 | a | 2625 | b |
| M8360RR     | 58,1       | a           | 14,2          | a             | 41  | c   | 110     | b                              | 41 | g | 2,2 | a | 15,2 | a | 2498 | b |
| P98R62      | 53,1       | a           | 14,3          | a             | 45  | a   | 118     | a                              | 50 | e | 2,2 | a | 14,8 | a | 2425 | b |
| MSoy - 8787 | 59,6       | a           | 12,7          | a             | 45  | a   | 118     | a                              | 46 | f | 2,1 | a | 14,9 | a | 2422 | b |
| M8867RR     | 59,1       | a           | 13,9          | a             | 44  | b   | 118     | a                              | 45 | f | 2,1 | a | 12,8 | b | 2239 | b |
| MÉDIA       | 57,9       |             | 14,3          |               | 45  |     | 116     |                                | 51 |   | 2,1 |   | 14,1 |   | 2735 |   |

Grupo de médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott. Palmas - TO, plantio dia 30/11/08; Palmas - TO, plantio dia 20/12/08; Gurupi - TO, plantio dia 28/11/08; Gurupi - TO, plantio dia 15/12/08.

**Tabela 3.** Dissimilaridade entre cultivares de soja em relação a sete características, com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ).

| CULTIVARES       | (2)  | (3)  | (4)   | (5)   | (6)   | (7)   | (8)   | (9)   | (10)  | (11)  | (12)  | (13)  | P98R62 (14) |
|------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| M9144RR (1)      | 21,0 | 15,4 | 129,7 | 67,0  | 6,2   | 42,2  | 130,3 | 25,2  | 8,6   | 96,9  | 80,8  | 50,2  | 24,2        |
| ENGOPA-314 (2)   |      | 12,1 | 171,1 | 32,9  | 12,7  | 39,2  | 101,7 | 56,2  | 16,0  | 64,4  | 63,0  | 35,8  | 28,9        |
| P98Y51 (3)       |      |      | 185,5 | 21,0  | 4,7   | 19,1  | 71,8  | 51,1  | 9,2   | 49,3  | 43,3  | 17,0  | 8,4         |
| P99R01 (4)       |      |      |       | 309,3 | 153,1 | 256,4 | 440,0 | 54,3  | 147,8 | 418,0 | 391,8 | 305,3 | 221,9       |
| M8867RR (5)      |      |      |       |       | 41,1  | 32,2  | 40,1  | 129,9 | 45,5  | 16,9  | 20,4  | 9,2   | 21,9        |
| M50Y-9056 (6)    |      |      |       |       |       | 33,7  | 106,8 | 31,3  | 3,5   | 69,7  | 65,5  | 29,8  | 14,8        |
| M8527RR (7)      |      |      |       |       |       |       | 38,4  | 99,7  | 50,7  | 46,6  | 35,3  | 29,0  | 33,5        |
| M8360RR (8)      |      |      |       |       |       |       |       | 221,3 | 122,0 | 44,4  | 29,6  | 45,3  | 78,4        |
| M50Y-9350 (9)    |      |      |       |       |       |       |       |       | 32,3  | 191,9 | 179,3 | 114,3 | 70,3        |
| TMG108RR (10)    |      |      |       |       |       |       |       |       |       | 78,8  | 70,8  | 35,4  | 13,5        |
| MSoy – 8925 (11) |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       | 10,3  | 14,8  | 43,5        |
| MSoy – 8849 (12) |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 16,1  | 33,4        |
| MSoy – 8787 (13) |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 13,5        |

( $D^2 = 4,7$ ) e M9056RR e M9144RR ( $D^2 = 6,2$ ).

A análise de agrupamento pelo método de Tocher separou as 14 cultivares em três grupos (Tabela 4). No grupo I ficaram 11 cultivares geneticamente similares (78,57% do total de cultivares), indicando que os possíveis cruzamentos dessas cultivares entre si diminuem a possibilidade de obtenção de genótipos superiores. A cultivar M8360RR ficou isolada no grupo III e as P99R01 e M50Y-9350 no grupo II. A formação destes grupos é de fundamental importância na escolha dos progenitores, pois as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas dissimilaridades e no potencial per se dos genitores (CRUZ et al., 2004). As cultivares reunidas em grupos mais distantes são dissimilares, podendo ser consideradas como promissoras em cruzamentos artificiais. Entretanto, além de dissimilares, é

necessário que os genitores associem média elevada e variabilidade nas características que estejam sendo melhoradas. Assim, a distância da cultivar M8360RR, em relação às demais do grupo I, principalmente com a P99R01, sugere que estas podem proporcionar efeito heterótico elevados após hibridações.

Cruz et al. (2004) sugerem o não envolvimento de indivíduos de mesmo padrão de dissimilaridade nos cruzamentos, de modo a não restringir a variabilidade genética e, assim, evitar reflexos negativos nos ganhos a serem obtidos pela seleção. Conforme relatado por Carpentieri-Pípolo et al. (2000) as melhores combinações híbridas a serem testadas em programa de melhoramento devem envolver parentais tanto divergentes como de elevada performance média. De acordo com Vieira et al., (2007), o estabelecimento de grupos com genótipos com homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos é o ponto de

**Tabela 4.** Agrupamento pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis de 21 cultivares de soja, considerando a altura de plantas e inserção de primeira vagem; florescimento; maturação; número de vagens por planta e sementes por vagem; peso de cem sementes e produtividade de grãos de cultivares de soja dos experimentos conduzidos em diferentes locais e épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi e Palmas-To na safra 2007/08.

| Grupo | Cultivares                           |
|-------|--------------------------------------|
| I     | 6; 10; 3; 1; 14; 2; 13; 5; 7; 12; 11 |
| II    | 4; 9                                 |
| III   | 8                                    |

*1 (M9144RR), 2 (ENGOPA-314), 3 (P98Y51), 4 (P99R01), 5 (M8867RR), 6 (M50Y-9056), 7 (M8527RR), 8 (M8360RR), 9 (M50Y-9350), 10 (TMG108RR), 11 (MS – 8925), 12 (MS – 8849), 13 (MS – 8787), 14 (P98R62).*

**Tabela 5.** Contribuição relativa em % a altura de plantas e inserção de primeira vagem; florescimento; maturação; número de vagens por planta e sementes por vagem; peso de cem sementes e produtividade de grãos de 21 cultivares de soja, em ordem decrescente de importância, em ensaios conduzidos em diferentes locais e épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi e Palmas-To na safra 2007/08

| Características                               | S.J     | Valor em % |
|---|---------|------------|
| Altura da planta (cm)                         | 112,62  | 1,60       |
| Altura de inserção da primeira vagem (cm)     | 39,19   | 0,56       |
| Número de dias para florescimento (dias)      | 484,84  | 6,91       |
| Número de dias para maturação (dias)          | 206,14  | 2,94       |
| Número de vagem por planta                    | 5652,34 | 80,17      |
| Número de sementes por vagem                  | 81,67   | 1,16       |
| Peso de 100 sementes (gramas)                 | 203,79  | 2,90       |
| Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) | 262,35  | 3,74       |

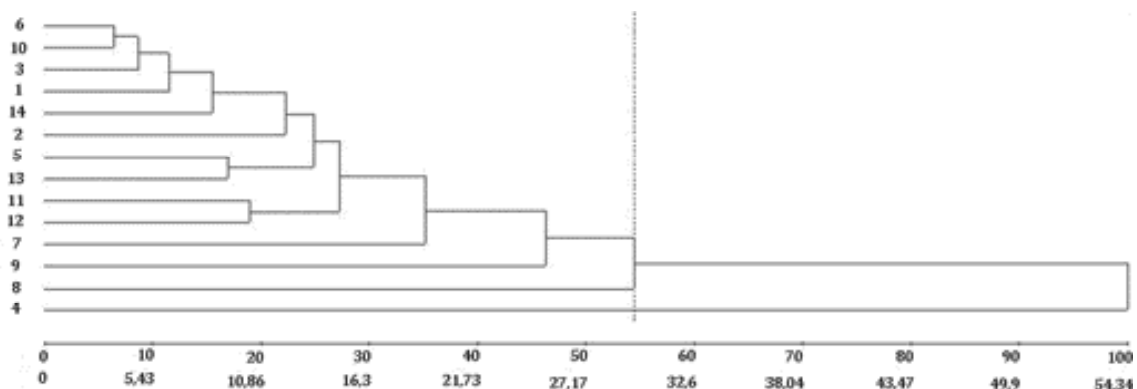
partida para avaliação mais minuciosa dos mesmos, a fim de realizar seu aproveitamento nos programas de melhoramento.

A contribuição relativa de cada característica na dissimilaridade genética, segundo método de Singh (1981), mostrou que uma destas características contribuiu com 80,27% da divergência genética, enquanto as demais contribuíram com apenas 19,67% (Tabela 5). O número de vagens por planta (80,27%) foi a mais eficiente em explicar a dissimilaridade entre as cultivares, devendo ser priorizadas na escolha de progenitores em programas de melhoramento.

O número de dias para o florescimento (FLO), embora tenha apresentado baixa variabilidade

(41 a 46 cm) (Tabela 2), foi a segunda em importância no estudo da divergência. A produtividade de grãos (PROD), por sua vez, contribuiu pouco na divergência, com cerca de 3,74%, embora tenha apresentado grande variabilidade (2239 a 3211 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 2). No entanto, essa característica é de fundamental importância no melhoramento, visto que, na seleção de genitores com maiores médias de produtividade nos cruzamentos proporciona maior probabilidade de obtenção de linhagens elite.

O critério de agrupamento adotado pelo método hierárquico do vizinho mais próximo estabelece que primeiramente seja formado um grupo de cultivares similares, e as distâncias dos demais são



**Figura 1.** Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre as 14 cultivares de soja, obtidos pela técnica do vizinho mais próximo, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. Sendo os experimentos conduzidos em diferentes locais e épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi e Palmas-To na safra 2007/08. Cultivares<sup>1</sup>: 1 (M9144RR), 2 (ENGOPA-314), 3 (P98Y51), 4 (P99R01), 5 (M8867RR), 6 (MSOY-9056), 7 (M8527RR), 8 (M8360RR), 9 (MSOY-9350), 10 (TMG108RR), 11 (MS – 8925), 12 (MS – 8849), 13 (MS – 8787), 14 (P98R62).

calculadas em relação aos grupos formados (CRUZ e REGAZZI, 2004). Por esta técnica, a combinação das cultivares M9056RR e TMG108RR foi às de menor distância ( $D^2 = 3,5$ ), e a maior distância foi atribuída as cultivares P99R01 e M8360RR ( $D^2 = 440,0$ ), sendo esta considerada como 100% de distância para o estabelecimento do dendrograma. No eixo X foram representadas as porcentagens das distâncias entre as cultivares e no eixo Y foi representada as 14 cultivares. Por este método, foi possível observar a formação de três grupos distintos, os quais foram quase idênticos aos grupos formados pelo método de Tocher (Tabela 4), com a exceção da P99R01 (4) que estava com a MSOY-9350 em um grupo isolado e neste método ficou agrupada com as cultivares do grupo I (Figura 1).

Verifica-se na Tabela 6 que, em virtude das duas primeiras variáveis canônicas explicarem mais do que 80% da variância total contida no conjunto das características (90,26% da variância total acumulada), é possível explicar satisfatoriamente a variabilidade manifestada entre as cultivares e, desta forma, interpretar o fenômeno com considerável simplificação, através de uma representação gráfica bidimensional (CRUZ et al., 2007), visualizada na Figura 2. A distorção gráfica permitiu inferir sobre o padrão de similaridade das cultivares e separou as cultivares em seis grupos, concordando parcialmente com os resultados obtidos pelos métodos de Tocher e método hierárquico do vizinho mais próximo, visto que continua mantendo as cultivares M8360RR e P99R01 isoladas, como no método do hierárquico e a primeira como no método de Tocher. No entanto, a maior diferença foi na divisão do grupo I do método

de Tocher e hierárquico do vizinho mais próximo em dois grupos distintos.

A análise de comparação de médias, juntamente com os agrupamentos estabelecidos pelo método de Tocher, vizinho mais próximo e variável canônica, permite a identificação de quais serão os cruzamentos promissores, bem como aqueles que poderão resultar em variabilidade restrita nas gerações segregantes, como aqueles realizados entre progenitores de um mesmo grupo. Neste sentido, poderão ser esperadas como promissoras as seguintes hibridações: P99R01 x M8360RR, P99R01 x M8849RR, M9144RR x M8360RR e ENGOPA-314 x P99R01, uma vez que as cultivares foram dissimilares (Figura 2) e apresentaram médias de produtividade elevadas e características relacionadas a altura de planta e inserção de primeira vagem aceitáveis (Tabela 2), sugerindo que, quando utilizadas em hibridações dirigidas em programa de melhoramento genético, possibilitarão ampliar o número de recombinantes desejáveis, a fim de que possam ser utilizados como fontes de constituições genéticas superiores.

## Conclusões

Os métodos de otimização de Tocher, vizinho mais próximo foram mais concordantes na identificação da divergência genética entre os genótipos.

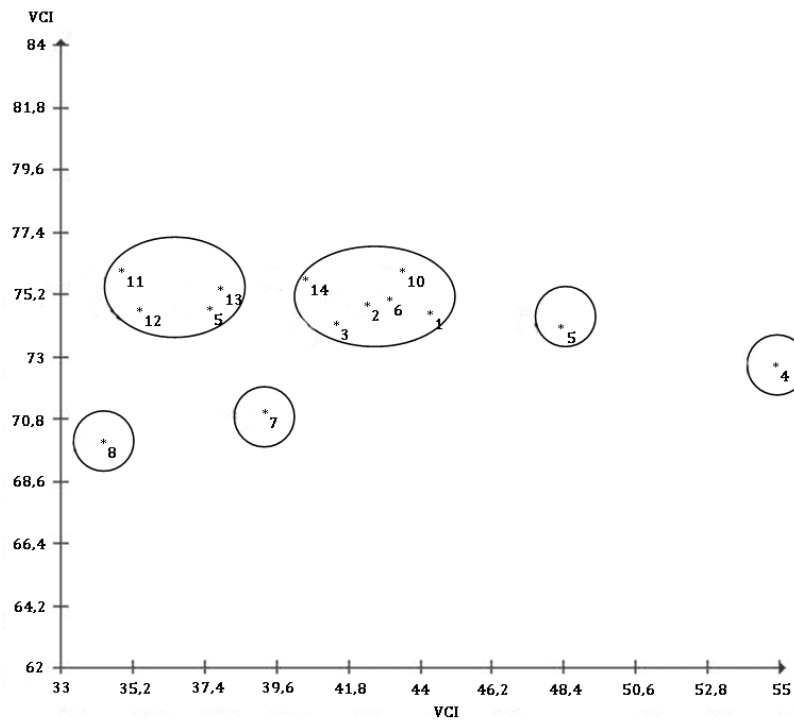
O número de vagem por planta (80,17%) foi o que mais contribuiu na dissimilaridade genética entre as 14 cultivares;

A presença de variabilidade genética permitiu a identificação de cultivares dissimilares e com média

**Tabela 6.** Estimativas das variâncias (autovalores), variâncias percentuais acumuladas das variáveis canônicas, visando estimar a dissimilaridade genética entre 14 cultivares de soja, em ensaios conduzidos em diferentes locais e épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi e Palmas-To na safra 2007/08

| Variáveis Canônicas | Variâncias (autovalores) | Variâncias (Acumuladas %) |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1                   | 31,54                    | 81,8                      |
| 2                   | 3,25                     | 90,26                     |
| 3                   | 1,44                     | 94,00                     |
| 4                   | 1,03                     | 96,67                     |
| 5                   | 0,66                     | 98,38                     |
| 6                   | 0,45                     | 99,54                     |
| 7                   | 0,12                     | 99,86                     |
| 8                   | 0,05                     | 100,00                    |





**Figura 2.** Dispersão gráfica dos escores de 14 cultivares de soja, em relação as duas primeiras variáveis canônicas, estabelecidos pela combinação linear de oito características agronômicas. Cultivares: 1 (M9144RR), 2 (ENGOPA-314), 3 (P98Y51), 4 (P99R01), 5 (M8867RR), 6 (MSOY-9056), 7 (M8527RR), 8 (M8360RR), 9 (MSOY-9350), 10 (TMG108RR), 11 (MS – 8925), 12 (MS – 8849), 13 (MS – 8787), 14 (P98R62).

elevada das características estudadas;

As hibridações P99R01 x M8360RR, P99R01 x M8849RR, M9144RR x M8360RR e ENGOPA-314 x P99R01, são promissoras para obtenção de populações segregantes com variabilidade superior.

## Referências

Apresentadas no final da versão em inglês.

