



ARTIGO ORIGINAL

Joênes Muci Peluzio¹
Leonardo Alves Lopes²
Edmar Vinícius de Carvalho^{3*}
Flávio Sérgio Afférris³
Michel Antônio Dotto³

¹Universidade Federal do Tocantins – UFT,
Campus Universitário de Palmas, Av. NS 15, 109
Norte, Plano Diretor Norte, 77001-090, Palmas,
TO, Brasil

²Fundação Universidade do Tocantins – UNITINS,
108 Sul, Alameda 11, Lt. 03, 77020-122, Palmas,
TO, Brasil

³Universidade Federal do Tocantins – , Campus
Universitário de Gurupi, Rua Badejos, Chacará 69,
Jd. Sevilha, 77410-530, Gurupi, TO, Brasil

Autor Correspondente:
*E-mail: carvalho.ev@uft.edu.br

PALAVRAS-CHAVE

Glycine max
Melhoramento genético
Variabilidade genética

KEYWORDS

Glycine max
Plant breeding
Genetic variability

Características agronômicas e divergência genética de cultivares de soja para percentagem de óleo nas sementes

Agronomic characteristics and genetic diversity of soybean cultivars for oil percentage in seeds

RESUMO: Objetivou-se estudar características agronômicas e a divergência genética de 21 cultivares de soja em cinco ensaios (dois na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas-TO, e três na de Gurupi-TO), visando: quantificar a variabilidade genética das cultivares; promover o agrupamento dos genótipos em função da dissimilaridade genética, para percentagem de óleo, e apresentar as hibridações mais promissoras para produzir recombinações superiores. Foram avaliadas as seguintes características: número de dias para florescimento e maturação, altura das plantas e da primeira vagem, e percentagem de óleo nas sementes. A divergência genética foi avaliada para percentagem de óleo, por meio de procedimentos multivariados: distância generalizada de Mahalanobis, método de agrupamento de otimização de Tocher e vizinho mais próximo. No estudo da divergência genética, cada ensaio representou uma variável distinta no modelo multivariado. Foi observada variabilidade genética entre as cultivares para todas as características estudadas. As hibridações M 9144RR × EMGOPA 314, M 9144RR × Nidera A 7002 e FTS 4188 × M 9144RR são promissoras para obtenção de populações segregantes para percentagem de óleo. Os métodos de otimização de Tocher e vizinho mais próximo foram concordantes entre si.

ABSTRACT: The purpose of this study was analyze the agronomic characteristics and genetic divergence of 21 soybean cultivars in five fields (at the Experimental Areas of the Federal University of Tocantins: two in the Palmas and three in the Gurupi), aiming to quantify the genetic variability of cultivars, classify the genotypes by the genetic dissimilarity using oil percentage, and present the best crossbreeding to produce superior recombination. The following characteristics were evaluated: plant height, first pod height, number of days before blooming and maturation, and oil percentage in seeds. Genetic divergence was evaluated for oil percentage in seeds using the following multivariate methodological procedures: generalized Mahalanobis distance; Tocher's optimization method, and nearest neighbor method; each field represented one variable in the multivariate model. Variations among the soybean cultivars were observed for all characteristics. The multivariate analysis revealed that the Tocher's optimization and nearest neighbor methods were correlated. The following hybridizations present good potential to form segregating populations for oil percentage: M 9144RR × EMGOPA 314, M 9144RR × Nidera A 7002, and FTS 4188 × M 9144RR.

1 Introdução

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 subirrigação (elevação do lençol freático), principalmente em Formoso do Araguaia; no período de safra (novembro-dezembro), é cultivada em condições de terras altas (PELUZIO et al., 2005). Entretanto, nesse Estado, nenhuma pesquisa tem sido realizada sobre a diversidade genética de cultivares de soja quanto ao rendimento de óleo.

A cultura da soja, dentro do planejamento do governo de ampliar a produção de biocombustível, é responsável por 90% da oferta de biocombustível e, apesar de um rendimento até um terço menor do que outras espécies (700 L de biocombustível por ha) (VASCONCELOS et al., 2008), apresenta um domínio tecnológico capaz de entrar nos requisitos para a produção do biocombustível (SILVA; FREITAS, 2008). Isto, aliado a outros fatores, explica em parte o aumento da área cultivada de soja no País, nos últimos anos (PETTER et al., 2012).

Para a substituição dos combustíveis derivados do petróleo, tem-se estudado o uso de derivados de óleos vegetais a partir de processos, como a transesterificação e o craqueamento, produzindo-se novos combustíveis, renováveis, denominados biocombustíveis, entre os quais se destaca atualmente o biodiesel (SILVA; FREITAS, 2008; SARTORI et al., 2009; MINUZZI et al., 2009).

Os programas de melhoramento de soja têm-se concentrado no desenvolvimento de cultivares mais produtivas (PELUZIO et al., 2012). Entretanto, mais recentemente, há também preocupação com teor e composição do óleo e da proteína de reserva (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; ASMUS, 2008). Para isso, o melhorista tem recorrido ao germoplasma, tanto o adaptado como o silvestre, em busca de variabilidade genética. Esses novos materiais e as linhagens derivadas precisam ser caracterizados sob o ponto de vista fisiológico, o que demanda um longo período (CEOLIN et al., 2007; BARROS et al., 2010).

Em um programa de melhoramento, é desejável que se conheça a herança das características envolvidas e a base genética dos genitores, que podem ser elucidadas em estudos de divergência genética (CEOLIN et al., 2007; ALBRECHT et al., 2008; BARROS et al., 2010). Neste sentido, o estudo da divergência genética entre indivíduos ou populações poderá orientar cruzamentos que resultem em combinações híbridas de maior heterozigose, de modo que, nas gerações segregantes, haja maior possibilidade de obtenção de genótipos superiores.

No estudo da diversidade genética de uma população ou indivíduos, são utilizados caracteres agrônômicos, morfológicos e moleculares, os quais, por sua vez, são submetidos às técnicas biométricas multivariadas, permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres e resultando em maior oportunidade na escolha de genitores divergentes em programas de melhoramento (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; ASMUS, 2008; ALCÂNTARA NETO et al., 2010). Entre as técnicas estatísticas multivariadas, encontram-se o método aglomerativo de Tocher e o do vizinho mais próximo, sendo que ambos os métodos se baseiam na distância generalizada de Mahalanobis ao quadrado (D2).

O primeiro método tem, como princípio, que a distância intergrupos seja maior do que a intragrupo; no segundo, os genótipos são agrupados de acordo com as menores D2, gerando um dendograma, em que os grupos são formados a partir da delimitação de uma linha de corte, que é feita de maneira subjetiva (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Objetivou-se estudar características agrônômicas e a divergência genética de cultivares de soja em cinco ensaios na Região Centro-Sul do Estado do Tocantins, visando: quantificar a variabilidade genética das cultivares; promover o agrupamento dos genótipos em função da dissimilaridade genética, para percentagem de óleo, e apresentar as hibridações mais promissoras para produzir recombinções superiores.

2 Material e Métodos

Foram realizados cinco ensaios de competição de cultivares no ano agrícola 2008/09, sendo dois na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, em 30/nov./2008 e 16/dez./2008 (220 m de altitude, 10° 45' S e 47° 14' W), e três na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, em Gurupi, em 03/dez./2008, 18/dez./2008 e 05/jan./2009 (280 m de altitude, 11° 43' S e 49° 04' W), em solo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

Foram utilizados 21 tratamentos distribuídos em três repetições, constituídos pelas cultivares: P98Y70; M 8766RR; M 9144RR; Emgopa 314; P98R91; P98Y51; M 9988RR; P99R01; M 8867RR; M 9056RR; M 8527RR; M 8360RR; FT Esperança; FTS 4188; CM 015; CM 017; CM 136; CM 149; CM 102; NIDERA A 7002, e M 9350. Estas cultivares são tradicionalmente cultivadas na safra visando à produção de grãos.

A escolha destas cultivares, oriundas de programas de melhoramento de empresas públicas e privadas, visando, principalmente, ao rendimento de grãos e às características agrônômicas estabilizadoras da produção (altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, acamamento, resistência às pragas e doenças etc), ocorreu pelo fato de serem bem adaptadas às condições edafoclimáticas da região Centro-Sul do Estado do Tocantins, aliado à inexistência de cultivares oriundas de programas de melhoramentos para alto teor de óleo para a Região Centro-Sul do Estado do Tocantins.

A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas por 0,45 m. Na colheita, foi excluído 0,50 m da extremidade de cada fileira central. A área útil da parcela foi composta pelas duas fileiras centrais, que totalizaram área de 3,6 m². A densidade de semeadura foi realizada com o intuito de se obterem dez plantas por metro linear.

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. A adubação de plantio foi realizada conforme as exigências da cultura, após análise prévia do solo (RIBEIRO; GUIMARÃES, ALVAREZ, 1999).

No momento do plantio, foi realizado o tratamento das sementes com fungicidas, seguido de inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado à medida que se fizeram necessários.

Foram avaliadas as seguintes características agronômicas das plantas: a) Altura da inserção da primeira vagem (AV) - Distância (cm), medida a partir da superfície do solo à primeira vagem, obtida na época de maturação, em dez plantas da área útil; b) Altura das plantas (AP) - Distância (cm), medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, obtida na época da maturação, em dez plantas da área útil; c) Número de dias para o florescimento (DF) - número de dias contados, a partir da emergência, até que ocorresse uma flor aberta na haste principal em 50% das plantas da parcela; d) Número de dias para a maturação (DM) - número de dias contados, a partir da emergência, até que as plantas apresentassem 95% das vagens maduras.

Foi determinado o teor de óleo dos grãos no Laboratório do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas, através do Método de Soxhlet. Foram obtidas três amostras por cultivar, em cada um dos ensaios, cada uma pesando de 2 a 5 gramas.

O delineamento experimental utilizado em cada ensaio foi de blocos casualizados, com três repetições, sendo os dados das características submetidos à análise de variância individual e, em seguida, à análise conjunta. Posteriormente, foi realizado o teste de Scott Knott, no nível de $p < 0,05$, para a média geral das cultivares.

O estudo de divergência genética entre as cultivares foi realizado apenas para a característica teor de óleo, sendo utilizados os cinco ensaios como variáveis no modelo multivariado. Assim, cada ensaio representou uma variável distinta no modelo. 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 das cultivares.

Foram aplicados os métodos de agrupamento de Tocher, proposto por Rao et al. (1993), e vizinho mais próximo (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004), utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) como medida de dissimilaridade. As análises foram realizadas por meio do programa Computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2007).

3 Resultados e Discussão

As análises de variância individuais (Tabela 1) revelaram haver diferenças significativas para todas as cultivares, em todas as características analisadas, com exceção do teor de óleo (TO) no ensaio instalado na primeira época de plantio em Gurupi (03/dez./2008), indicando a existência de variabilidade genética e a possibilidade de se obterem ganhos genéticos.

A primeira época de plantio em Gurupi (03/dez./2008) resultou em maiores valores para o número de dias para a maturação (DM) e a altura das plantas (AP), com, respectivamente, 117,7 dias e 74,3 cm. Os mais altos valores para número de dias para o florescimento (DF) (49,7 dias) e altura de inserção da primeira vagem (AV) (23,6 cm) foram alcançados no plantio realizado mais tardiamente, em Gurupi (05/jan./2009). Para a característica teor de óleo (%), a segunda época de plantio em Palmas (16/dez./2008) proporcionou o maior valor médio (21,2%). Os coeficientes de variação foram de 0,7 a 13,7%, demonstrando existir boa precisão

experimental na avaliação das características (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995).

A análise de variância conjunta (Tabela 1) apresentou efeito significativo de cultivar e ensaios, e da interação cultivar \times ensaios para todas as características, com esta última revelando a importância de estudos de dissimilaridade genética utilizando-se ambientes diferentes. Na análise conjunta, os coeficientes de variação foram baixos para todas as características (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995).

No grupo com as maiores médias, a cultivar FTS 4188 apresentou a maior altura de planta (79,8 cm), seguida das cultivares CM 017 (78,8 cm), M 8766RR (75,5 cm), M 8360RR (75,4 cm) e FT Esperança (74,8 cm). No grupo com as menores médias, P98Y51 apresentou a menor altura de plantas (57,8 cm), seguida das cultivares CM 136 (58,5 cm) e P99R01 (62,3 cm).

Quanto à altura da inserção da primeira vagem (AV), M 8766 RR foi a mais alta (22,4 cm), seguida das cultivares P98R91 (21,4 cm) e FTS 4188 (21,3 cm), que não apresentaram diferenças estatísticas entre si. EMGOPA 314 (15 cm) apresentou a menor altura, seguida de Nidera A7002 (15,6 cm), P98Y51 (16 cm) e P99R01 (16,8 cm).

Usualmente, busca-se obter cultivares com menor altura de inserção de primeira vagem (10 a 15 cm) e maior altura de plantas (50 a 80 cm), uma vez que existe uma tendência de plantas mais altas (AP) e com menor altura de inserção da primeira vagem (AV) apresentar um maior número de vagens. 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 (PELUZIO et al., 2005, 2006). No presente estudo, todas as cultivares apresentaram altura de plantas e de vagem satisfatória à colheita mecanizada.

A cultivar M 9350 apresentou florescimento mais tardio (48,9 dias), sem diferir, significativamente, das cultivares M 9056RR (48,3 dias), M 9988RR (48,3 dias), EMGOPA 314 (47,9 dias), CM 015 (47,6 dias), M 8867RR (47,5 dias), FTS 4188 (47,4 dias) e FT Esperança (47,1 dias). As cultivares P99R01 (44,1 dias), M 8527 (44,2 dias), CM 136 (44,3 dias) e Nidera A7002 (44,4 dias) foram as mais precoces (Tabela 2).

Quanto ao número de dias para a maturação (Tabela 2), as cultivares M 9350 (117,1 dias), M 9056RR (116,9 dias), M 8867 (116,3 dias), EMGOPA 314 (116 dias), P99R01 (115,8 dias), P98R91 (115,5 dias), FTS 4188 (115,5 dias), NIDERA A 7002 (115,5 dias), P98Y70 (115,3 dias) e FT ESPERANÇA (114,9) foram as mais tardias e não apresentaram diferença significativa entre si. Por outro lado, as cultivares M 8766RR (107,6 dias) e M 9144RR (109,5 dias) foram as mais precoces.

O número de dias de florescimento (DF) e a maturação (DM), em virtude da sensibilidade termofotoperiódica da cultura, são importantes características na escolha da cultivar, uma vez que, de acordo com as condições climáticas da região, torna-se possível escalonar o plantio e a colheita. Tal escalonamento é realizado, então, de forma a reduzir os riscos de coincidirem períodos prolongados de estresses hídricos, nas fases mais críticas de desenvolvimento da planta (florescimento e enchimento de grãos), e de excesso hídrico, próximo à colheita. (PELUZIO et al., 2005, 2006).

Tabela 1. Resumo das análises de variância individual e conjunta de cinco características agrônômicas avaliadas em 21 cultivares (C) de soja, na safra 2008/09, em Palmas e Gurupi, Tocantins.

| Ensaio | Fonte de variação | GL | Quadrado médio | | | | |
|------------------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|---------|--------|
| | | | DF | DM | AP | AV | TO |
| GURUPI 03/dez./2008 | BLOCO | 2 | 1,2 | 0,7 | 4,8 | 1,5 | 7,7 |
| | C | 20 | 21,4* | 44,2* | 311,9* | 26,2* | 2,8ns |
| | RESÍDUO | 40 | 0,81 | 1,44 | 12,5 | 0,89 | 2,7 |
| | Média | | 45,7 | 117,7 | 74,3 | 16,3 | 20,2 |
| | C.V.(%) | | 1,9 | 0,7 | 4,7 | 5,8 | 8,9 |
| GURUPI 18/dez./2008 | BLOCO | 2 | 0,3 | 2,9 | 13,3 | 2,4 | 5,5 |
| | C | 20 | 6,6* | 9,2* | 123,2* | 38,7* | 10,4* |
| | RESÍDUO | 40 | 0,7 | 2,1 | 19,4 | 4,5 | 1,2 |
| | Média | | 44,2 | 102,8 | 70,4 | 23,2 | 18,2 |
| | C.V.(%) | | 2,0 | 1,4 | 6,2 | 9,1 | 5,9 |
| GURUPI 05/jan./2009 | BLOCO | 2 | 0,5 | 3,3 | 94,3 | 5,4 | 9,8 |
| | C | 20 | 5,7* | 8,1* | 336,5* | 31,9* | 8,0* |
| | RESÍDUO | 40 | 1,6 | 1,7 | 16,6 | 3,2 | 5,9 |
| | Média | | 49,7 | 103,2 | 70,2 | 23,6 | 17,4 |
| | C.V.(%) | | 2,6 | 1,3 | 5,8 | 7,6 | 13,8 |
| PALMAS 30/nov./2008 | BLOCO | 2 | 0,3 | 2,7 | 92,5 | 0,8 | 3,7 |
| | C | 20 | 54,3* | 188,1* | 95,1* | 12,5* | 7,3* |
| | RESÍDUO | 40 | 0,9 | 5,4 | 32,6 | 4,1 | 3,7 |
| | Média | | 47,7 | 114,3 | 69,8 | 14,6 | 21,0 |
| | C.V.(%) | | 2,0 | 2,03 | 8,1 | 13,7 | 9,0 |
| PALMAS 16/dez./2008 | BLOCO | 2 | 5,8 | 0,9 | 130,5 | 3,9 | 7,8 |
| | C | 20 | 3,2* | 195,9* | 116,7* | 16,6* | 9,6* |
| | RESÍDUO | 40 | 1,6 | 4,1 | 64,1 | 2,9 | 2,5 |
| | Média | | 44,6 | 112,5 | 59,6 | 14,6 | 21,2 |
| | C.V.(%) | | 2,8 | 1,80 | 13,4 | 11,8 | 7,3 |
| Análise Conjunta | C | 20 | 30,1* | 150,4* | 527,9* | 53,3* | 11,1* |
| | E | 4 | 333,8* | 2860,6* | 1881,6* | 1306,3* | 201,8* |
| | C × E | 80 | 15,2* | 72,2* | 114,3* | 17,7* | 6,7* |
| | BLOCO/E | 10 | 1,6 | 4,2 | 66,7 | 3,7 | 7,9 |
| | RESÍDUO | 200 | 1,1 | 3,3 | 29,1 | 3,2 | 3,4 |
| | Média | | 46,4 | 110,1 | 68,9 | 18,5 | 19,9 |
| | C.V.(%) | | 2,32 | 1,65 | 7,83 | 9,78 | 9,2 |

AP: Altura das plantas (cm); AV: Altura da inserção da primeira vagem (cm); DF: Número de dias para o florescimento; DM: Número de dias para maturação; TO: Teor de óleo (%); ns: nao significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. E = ensaio.

Foram estabelecidos dois grupos de médias para percentagem de óleo nas sementes (Tabela 2). No grupo com as maiores médias, as cultivares Nidera A7002 (21,03%), EMGOPA 314 (21,26%) e M 9144RR (21,13%) foram as que mais se destacaram em percentagem de óleo, seguidas das cultivares P98Y51 (20,61%), CM 136 (20,28%), FTS 4188 (20,28%), M 8766RR (19,26%), M 9988RR (19,29%), P99R01 (19,81%), M 8867RR (20,25%), M 9056RR (19,99%) e CM 017 (20,05%). As cultivares FT Esperança (18,14%), CM 102 (18,18%), CM 149 (18,11%), M 8360RR (18,20%) e P98Y70 (18,33%) foram as que apresentaram os menores valores de percentagem de óleo e pertenceram ao grupo de menores médias.

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (Tabela 3), para a característica de percentagem de óleo, oscilaram entre 0,60 e 50,46, indicando

ampla variabilidade genética entre as cultivares. A combinação M 9350 × Nidera A7002 foi a mais divergente ($D^2 = 50,46$), seguida pela combinação M 8360RR × Nidera A7002 ($D^2 = 49,40$). A menor distância foi obtida entre as cultivares M 8766RR × CM 017 ($D^2 = 0,60$), seguida das cultivares M 9144 × CM 136 ($D^2 = 1,05$) e CM 017 × CM 136 ($D^2 = 1,09$).

A análise de agrupamento pelo método de Tocher separou as 21 cultivares em oito grupos (Tabela 4). O grupo I apresentou seis cultivares geneticamente similares (28,57% do total de cultivares), indicando que os possíveis cruzamentos dessas cultivares entre si diminuem a possibilidade de obtenção de genótipos superiores. Os grupos VI, VII e VIII apresentaram, respectivamente, as cultivares M 8527RR, CM 149 e M 8360RR.

Tabela 2. Média das cinco características agronômicas avaliadas em 21 cultivares de soja, em cinco ensaios na Região Centro-Sul do Tocantins, no ano agrícola 2008/09.

| Cultivares | AP | AV | DF | DM | TO |
|---------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| FTS 4188 | 79,8 a | 21,3 a | 47,4 a | 115,5 a | 20,28 a |
| CM 017 | 78,8 a | 20,4 b | 46,6 b | 113,6 b | 20,05 a |
| M 8766 RR | 75,5 a | 22,4 a | 45,5 b | 107,6 c | 19,26 a |
| M 8360 RR | 75,4 a | 18,9 b | 45,9 b | 114,3 b | 18,20 b |
| FT ESPERANÇA | 74,8 a | 18,2 c | 47,1 a | 114,9 a | 18,14 b |
| CM 149 | 71,3 b | 18,7 c | 46,1 b | 113,7 b | 18,11 b |
| P 98 Y 70 | 71,1 b | 18,5 c | 46,4 b | 115,3 a | 18,33 b |
| M 9144 RR | 69,2 c | 19,7 b | 45,8 b | 109,5 c | 21,13 a |
| CM 015 | 68,7 c | 19,3 b | 47,6 a | 112,5 b | 19,27 b |
| NIDERA A 7002 | 67,9 c | 15,6 d | 44,4 c | 115,5 a | 21,03 a |
| M 9056 RR | 67,5 b | 19,1 b | 48,3 a | 116,9 a | 19,99 a |
| M 9988 | 67,0 c | 18,3 c | 48,3 a | 114,7 a | 19,29 a |
| M 8527 RR | 66,9 c | 18,0 c | 44,2 c | 114,9 b | 19,18 b |
| P 98 R 91 | 66,6 c | 21,4 a | 46,0 b | 115,5 a | 19,17 b |
| M 8867 RR | 65,9 c | 16,7 d | 47,5 a | 116,3 a | 20,25 a |
| BR ENGOPA 314 | 65,1 c | 15,0 d | 47,9 a | 116,0 a | 21,26 a |
| CM 102 | 63,8 c | 18,6 c | 46,3 b | 112,5 b | 18,18 b |
| P 99 R 01 | 62,3 d | 16,8 d | 44,1 c | 115,8 a | 19,81 a |
| M 9350 | 61,1 c | 17,5 c | 48,9 a | 117,1 a | 19,78 b |
| CM 136 | 58,5 d | 17,6 c | 44,3 c | 112,4 b | 20,28 a |
| P98Y51 | 57,8 d | 16,0 d | 45,6 b | 113,3 b | 20,61 a |

AP: Altura das plantas (cm); AV: Altura da inserção da primeira vagem (cm); DF: Número de dias para o florescimento; DM: Número de dias para maturação; TO: Teor de óleo (%). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no nível $p > 0,05$, pelo teste de agrupamento de Scott Knott.

A formação dos grupos é de fundamental importância na escolha dos genitores, pois as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas dissimilaridades e no potencial dos genitores. As cultivares reunidas em grupos mais distantes fornecem um indicativo de serem dissimilares, podendo ser consideradas como promissoras em cruzamentos artificiais (OLIVEIRA et al., 2005). Entretanto, além de dissimilares, é necessário que os genitores associem média elevada para as outras características agronômicas avaliadas. Assim, as cultivares FTS 4188, NIDERA A 7002, M 9144RR e EMGOPA 314, por apresentarem características desejáveis e dissimilaridade genética, podem proporcionar efeito heterótico elevado após hibridações.

Cruz, Regazzi e Carneiro (2004) sugerem o não envolvimento de indivíduos de mesmo padrão de dissimilaridade nos cruzamentos, de modo a não se restringir a variabilidade genética e, assim, evitar reflexos negativos nos ganhos a serem obtidos pela seleção. Assim, no presente estudo, devem-se evitar hibridações entre FTS 4188 × M 9144 RR e NIDERA A 7002 × EMGOPA 314.

Conforme relatado por Asmus (2008), as melhores combinações híbridas a serem testadas em um programa de melhoramento devem envolver parentais tanto divergentes como de elevado desempenho. De acordo com esse autor, o estabelecimento de grupos com genótipos com homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos é o ponto de partida

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

O critério de agrupamento adotado pelo método hierárquico do vizinho mais próximo, representado na Figura 1, estabelece que, primeiramente, seja formado um grupo de cultivares similares, sendo que as distâncias dos demais são calculadas em relação aos grupos formados (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). A separação em grupos nesses tipos de gráficos é feita de maneira subjetiva, escolhendo-se um ponto de corte na escala de distância (FUZZATTO et al., 2002). Por esta técnica, as cultivares M 8766RR e CM 017 foram as de menor distância ($D^2 = 0,60$); as de maior distância, em relação às demais cultivares, foram as cultivares Nidera A7002 e M 9350RR ($D^2 = 50,46$), sendo esta considerada como 100% de distância para o estabelecimento do dendrograma.

A análise de comparação de médias, juntamente com os agrupamentos estabelecidos pelo método de Tocher e vizinho mais próximo, permite a identificação de quais serão os cruzamentos promissores, bem como aqueles que poderão resultar em variabilidade restrita nas gerações segregantes, oriundas de cruzamentos entre genitores de um mesmo grupo.

Neste sentido, poderão ser esperadas, como promissoras, as seguintes hibridações: M 9144RR × EMGOPA 314, M 9144RR × Nidera A 7002, EMGOPA 314 × FTS 4188 e Nidera A 7002 × FTS 4188RR, uma vez que as cultivares foram dissimilares para percentagem de óleo (Tabela 3 e Figura 1) e apresentaram médias elevadas para as demais características (Tabela 2).

Tabela 3. Dissimilaridade entre 21 cultivares de soja, avaliadas em ensaios de 2008/2009 na Região Centro-Sul do Estado do Tocantins, para percentagem de óleo em relação a cinco características, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D_{ii}^2).

| Cultivar | P98Y70 | M 8766RR | M 9144 | EMGOPA 314 | P98R91 | P98Y51 | M 9988RR | P99R01 | M 8867RR | M 9056RR |
|------------|--------|----------|--------|------------|--------|--------|----------|--------|----------|----------|
| M 8766RR | 1,67 | | | | | | | | | |
| M 9144 | 8,44 | 5,3 | | | | | | | | |
| Emgopa 314 | 15,78 | 11,89 | 5,8 | | | | | | | |
| P98R91 | 5,91 | 4,95 | 14,5 | 16,83 | | | | | | |
| P98Y51 | 7,44 | 3,48 | 2,95 | 8,72 | 15,21 | | | | | |
| M 9988RR | 6,35 | 4,61 | 8,32 | 11,71 | 1,75 | 12,25 | | | | |
| P99R01 | 5,61 | 6,03 | 7,19 | 9,66 | 5,08 | 12,51 | 2,29 | | | |
| M 8867RR | 7,36 | 5,73 | 9,17 | 25,96 | 18,86 | 6,08 | 16,56 | 18,12 | | |
| M 9056RR | 9,72 | 7,01 | 9,78 | 26,59 | 14,8 | 10,43 | 11,32 | 16,37 | 3,53 | |
| M 8527RR | 3,24 | 5,02 | 13,71 | 25,95 | 11,05 | 11,55 | 12,06 | 9,83 | 7,21 | 12,56 |

| Cultivar | M 8360RR | FT Esperança | FTS4188 | CM 015 | CM 017 | CM 136 | CM 149 | CM 102 | NIDERA A7002 | M 9350 |
|--------------|----------|--------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|
| P98Y70 | 6,87 | 2,32 | 7,51 | 5,32 | 2,65 | 5,39 | 11,85 | 1,74 | 23,4 | 13,65 |
| M 8766RR | 8,06 | 4,31 | 2,91 | 3,51 | 0,6 | 2,87 | 10,58 | 3,67 | 19,5 | 11 |
| M Y9144 | 21,09 | 15,73 | 6,83 | 11,86 | 2,99 | 1,05 | 8,7 | 10,23 | 11,5 | 17,38 |
| EMGOPA 314 | 38,48 | 28,39 | 13,98 | 24,85 | 11,09 | 9,36 | 4,7 | 18,79 | 1,72 | 38,01 |
| P98R91 | 16,25 | 8,5 | 13,49 | 5,83 | 7,7 | 13,41 | 17,19 | 6,16 | 26,8 | 20,04 |
| P98Y51 | 15,02 | 12,63 | 1,27 | 11,18 | 2,28 | 1,24 | 8,8 | 10,93 | 13,1 | 15,37 |
| M 9988RR | 19,17 | 10,79 | 12,83 | 5,82 | 5,56 | 9,09 | 14,69 | 5,98 | 21,5 | 18,22 |
| P99R01 | 21,76 | 12,76 | 15,11 | 10,42 | 6,84 | 8,56 | 8,74 | 7,55 | 18,3 | 24,96 |
| M 8867RR | 4,77 | 6,2 | 5,26 | 6,1 | 3,98 | 4,38 | 23,52 | 8,83 | 34,9 | 4,18 |
| M 9056RR | 8,83 | 7,7 | 9,72 | 3,29 | 4,85 | 6,8 | 30,46 | 7,2 | 37,9 | 1,38 |
| M 8527RR | 4,93 | 3,81 | 9,88 | 6,45 | 6,53 | 9,04 | 16,16 | 7,96 | 36,2 | 14,75 |
| M 8360RR | | 1,94 | 10,8 | 5,69 | 9,1 | 13,43 | 31,3 | 8,42 | 49,4 | 6,78 |
| FT Esperança | | | 10,14 | 3,46 | 5,6 | 10,23 | 23,77 | 2,65 | 38,5 | 8,26 |
| FTS4188 | | | | 8,46 | 2,79 | 3,46 | 12,61 | 11,34 | 19,7 | 12,58 |
| CM 015 | | | | | 4,07 | 8,37 | 24,65 | 4,87 | 37 | 4,81 |
| CM 017 | | | | | | 1,09 | 11,45 | 3,94 | 18,4 | 9,13 |
| CM 136 | | | | | | | 9,83 | 7,6 | 15,5 | 12,17 |
| CM 149 | | | | | | | | 19,24 | 6,93 | 40,48 |
| CM 102 | | | | | | | | | 27,2 | 10,85 |
| NIDERA A7002 | | | | | | | | | | 50,46 |

Tabela 4. Agrupamentos revelados pelo método de Tocher para percentagem de óleo, a partir da matriz de dissimilaridade da distância generalizada de Mahalanobis, de 21 genótipos de soja avaliados nos ensaios de 2008/09 na Região Centro-Sul do Estado do Tocantins.

| Grupo | Cultivares |
|-------|--|
| I | M 8766RR, M 9144RR, P 98Y51, FTS 4188, CM 017, CM 136. |
| II | M 8867RR, M 9056RR, M 9350. |
| III | EMGOPA 314, NIDERA A 7002. |
| IV | P 98Y70, FTS ESPERANÇA, CM 015, CM 102. |
| V | P98R91, M 9988RR, P99R01. |
| VI | M 8527RR |
| VII | CM 149 |
| VIII | M 8360RR |

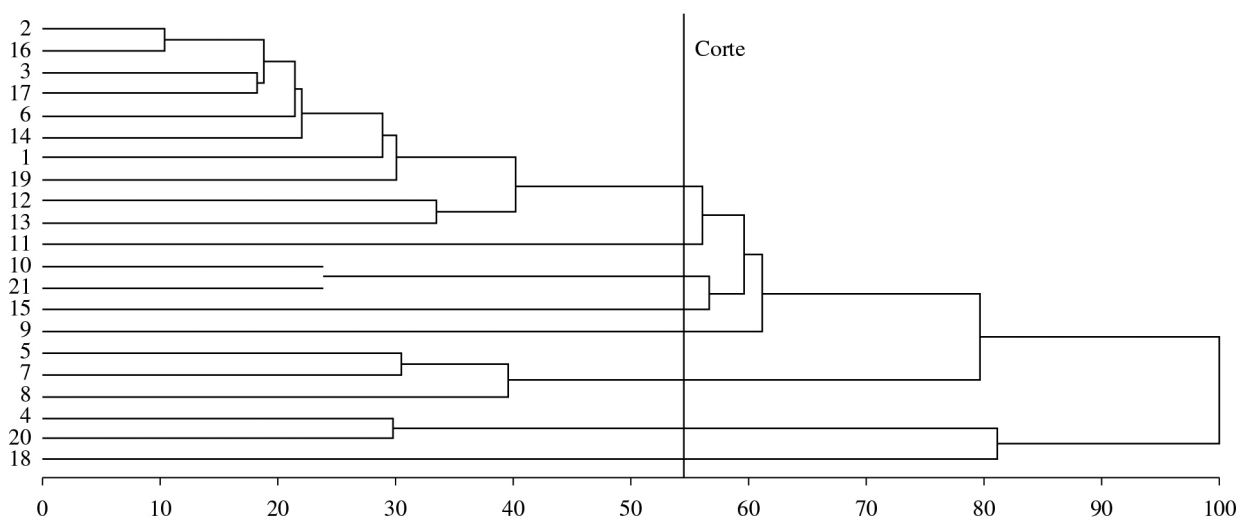


Figura 1. Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre as 21 cultivares, obtido pela técnica do vizinho mais próximo, e utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade, na safra de 2008/09. Cultivares: 1 P98Y70, 2 M 8766RR, 3 M 9144RR, 4 EMGOPA 314, 5 P98R91, 6 P98Y51, 7 M 9988RR, 8 P99R01, 9 M 8867RR, 10 M 9056RR, 11 M 8360RR, 12 M 8360RR, 13 FT Esperança, 14 FTS 4188, 15 CM 015, 16 CM 017, 17 CM 136, 18 CM 149, 19 CM 102, 20 Nidera A7002 e 21 M 9350.

Assim, estas cultivares destinadas à produção de grãos, em virtude da inexistência de cultivares para fins de óleo para a Região Centro-Sul do Estado do Tocantins, poderão ser utilizadas em programa de melhoramento genético, visando a aumentar a percentagem de óleo.

4 Conclusões

A variabilidade genética permitiu a identificação de cultivares dissimilares e com média elevada para a característica percentagem de óleo, resultando na formação de oito grupos.

As hibridações M 9144RR × EMGOPA 314, M 9144RR × Nidera A7002 e FTS 4188 × M 9144RR são promissoras para obtenção de populações segregantes para rendimento de óleo.

Os métodos de otimização de Tocher e vizinho mais próximo foram concordantes entre si.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES/PNPD e à Universidade Federal do Tocantins.

Referências

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; RIZZATTI, M. A.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. *Bragantia*, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000400008>

ALCÂNTARA NETO, F.; GRAVINA, G. A.; SOUZA, N. O. S.; BEZERRA, A. A. C. Adução fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 2, p. 266-271, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000200014>

ASMUS, G. L. Reação de genótipos de soja ao nematóide reniforme. *Tropical Plant Pathology*, v. 33, n. 1, p. 69-71, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762008000100012>

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. D. E. C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. *Revista Ceres*, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2010000300011>

CEOLIN, A. C. G.; VIDIGAL, M. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; KVITSCHAL, M. V.; GONELA, A.; SCAPIM, C. A. Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group carioca using morpho-agronomic traits by multivariate analyses. *Hereditas*, v. 144, n. 1, p. 1-9, 2007. PMID:17567434. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2006.0018-0661.01943.x>

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Imprensa Universitária, 2004. 480 p.

CRUZ, C. D. *Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 2007. 648 p.

FUZATTO, S. R.; FERREIRA, D. F.; RAMALHO, M. A.; RIBEIRO, P. H. E. Divergência Genética e sua relação com os cruzamentos dialélicos na cultura do milho. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 26, n. 1, p. 22-32, 2002

MINUZZI, A.; RANGEL, M. A. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MORA, F.; ROBAINA, A. D. Rendimento teores de óleo e proteínas de quatro cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 4, p. 80-93, 2009.

OLIVEIRA, R. C.; DIMAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; PERECIN, D.; ARANTES, N. E. Progênies superiores de soja resistentes ao tipo 3 do nematóide de cisto da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 5, p. 745-751, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000800003>

PELUZIO, J. M.; ALMEIDA JUNIOR, D.; FRANCISCO, E. R.; FIDELIS, R. R.; RICHTER, L. H. M.; BARBOSA, V. S. Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. *Bioscience Journal*, v. 21, n. 3, p. 113-118, 2005.

PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; ALMEIDA, J. D.; BARBOSA, V. S.; RICHTER, L. H. M.; AFERRI, F. S. Desempenho de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura, no sul do Estado de Tocantins. *Bioscience Journal*, v. 22, n. 2, p. 69-74, 2006.

PELUZIO, J. C.; PIRES, L. P. M.; CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; COLOMBO, G. A.; TEIXEIRA JUNIOR, T.; RIBEIRO, G. R. S. Genetic divergence among soybean cultivars in irrigated lowland in the State of Tocantins. *Ciência Rural*, v. 42, n. 3, p. 395-400, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000300002>

PETTER, F. A.; SILVA, J. A.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; ZUFFO, A. M.; LIMA, L. B. Desempenho agrônômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 55, n. 3, p. 190-196, 2012. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.057>

RAO, A. C. S.; SMITH, J. L.; JANDHYALA, V. K.; PAPENDICK, R. I.; PARR, J. F. Cultivar and climatic effects on the protein content of soft white winter wheat. *Agronomy Journal*, v. 85, n. 2, p. 1023-1028, 1993. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1993.00021962008500050013x>

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

SARTORI, M. A.; PEREZ, R.; SILVA JUNIOR, A. G.; MACHADO, S. R. S.; SANTOS, M. M. S.; MIRANDA, C. A. C. Análise de arranjos para extração de óleos vegetais e suprimento de usina de biodiesel. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 47, n. 2, p. 419-434, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032009000200005>

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, n. 5, p. 683-686, 1995.

SILVA, P. R. F.; FREITAS, T. F. S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. *Ciência Rural*, v. 38, n. 3, p. 843-851, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000300044>

VASCONCELOS, E. S.; REIS, M. S.; SEDYIAMA, T.; CRUZ, C. D. Análise não-paramétrica da sanidade de sementes e índices de eliminação e classificação de genótipos de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 3, p. 341-348, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000300008>