

**Potássio e época de semeadura em cultivares de soja para teor de óleo e proteína**

Neusa Maria Hackenhaar<sup>1</sup>, Joênes Muci Peluzio<sup>1</sup>, Maria Dilma de Lima<sup>1</sup>, Celso Hackenhaar<sup>1</sup>, Edmar Vinícius de Carvalho<sup>2\*</sup>, Flávio Sérgio Afférri<sup>3</sup>, José Marcos Gontijo Mandarino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO.

<sup>2</sup>Instituto Federal do Tocantins, Campus Avançado Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão-TO.

<sup>3</sup>Universidade Federal de São Carlos, Lagoa do Sino, Buri, SP.

<sup>4</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMPBRAPA-Soja, Londrina, PR.

E-mail autor correspondente: [edmar.carvalho@ifto.edu.br](mailto:edmar.carvalho@ifto.edu.br)

Artigo enviado em 07/03/2018, aceito em 10/03/2019.

**Resumo:** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de dois níveis de adubação potássica (40 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) e de duas épocas de semeadura (dez/13 e jan/14) na divergência genética e no desempenho de sete cultivares de soja (MSOY 9144; BRS 33871; TMG 1288; BRS 333; P98Y70; TMG 1180 e MSOY 8766), quanto ao teor de óleo e proteína, em Palmas-TO. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. O estudo de divergência genética foi realizado, separadamente, para o teor de óleo e para o de proteína. Cada ensaio representou uma variável distinta no modelo multivariado e, foi aplicado o método de agrupamento de Tocher. Os cultivares TMG 1180 (22,9%), MSOY 9144 (22,6%), MSOY 8766 (22,5%) e BRS 333 (22,2%) foram os que apresentaram os maiores teores de óleo e, o cultivar P98Y70 (41,6%), o maior teor de proteína. O cultivar P98Y70 foi o mais divergente dos demais, seguido pelo cultivar TMG 1180. A adubação potássica não promoveu diferenças significativas nos teores de óleo e proteína dos cultivares, enquanto que, a semeadura tardia promoveu aumento do teor de proteína e redução do de óleo.

**Palavras-chave:** Adubação. Composição química. *Glycine max*. Tocantins.

**Potassium and seeding date in soybean genotypes for the oil and protein contents**

**Abstract:** The aim of the work was to evaluate the effect of two levels of potassium fertilization (40 and 200 kg ha<sup>-1</sup>) and the two-seeding date (dez/13 and jan/14) on the genetic divergence and performance of seven soybean genotypes (MSOY 9144; BRS 33871; TMG 1288; BRS 333; P98Y70; TMG 1180 and MSOY 8766), for the oil and protein contents, at Palmas-TO. The experimental design was the random blocks with three repetitions. The divergence study was carried out for oil contents and for protein contents. Each field experiment was counted as one distinct trait in the multivariate model and the Tocher method was used for the clustering genotypes. The genotypes TMG 1180 (22.9%), MSOY 9144 (22.6%), MSOY 8766 (22.5%) e BRS 333 (22.2%) had shown the highest oil contents and the genotype P98Y70 (41.6%) had shown the highest protein content. The genotype P98Y70 was the most divergent following by the genotype TMG 1180. The potassium fertilization did not affect the oil and protein

contents; however, the late seeding was promoted increase of protein content and decrease of oil content.

**Key words:** Chemical composition. Fertilization. *Glycine max.* Tocantins.

### Introdução

A soja é considerada, no Brasil, a cultura de maior expressão comercial por ser fonte de proteína vegetal e componente fundamental na alimentação animal e, apresentar importância crescente na dieta humana e estar em ascensão como biocombustível. No entanto, há restrição do uso da soja na produção de biodiesel em virtude da necessidade de uso na alimentação animal e do baixo conteúdo relativo de óleos dos grãos (MORAES et al., 2006).

Ao longo dos anos, os programas de melhoramento de soja têm se concentrado no desenvolvimento de cultivares mais produtivas (PELUZIO et al., 2012) por meio da adaptação às diferentes condições de clima, solo e altitude. Entretanto, recentemente, surgiu a preocupação com o aumento do teor e da composição do óleo e da proteína (ASMUS, 2008; HAQ e MALLARINO, 2005) pelo crescente desenvolvimento de tecnologias no melhoramento destes atributos que são fatores determinantes no valor comercial da cultura (SMITH et al., 1989).

Diversos trabalhos têm relatado a variação da composição química dos grãos de soja conforme as condições climáticas / época de semeadura (ALBRECHT et al., 2008; MINUZZI et al., 2009; BARBOSA et al., 2011), os cultivares (ÁVILLA et al., 2007) e os níveis de adubação (VEIGA et al., 2010).

A prática da adubação pode promover alteração nos processos

fisiológicos nas plantas e, por fim, na composição química do grão (HAQ e MALLARINO, 2005). Um dos principais nutrientes requerido pela soja é o potássio (TAVARES et al., 2013) que é encontrado em baixas concentrações nos solos tropicais brasileiros (MALAVOLTA, 2006). Na planta, o K está relacionado ao transporte de assimilados para o grão e na atividade enzimática, e assim de forma indireta, a síntese de óleo (USHERWOOD, 1994) e proteína (VEIGA et al., 2010).

Os resultados do efeito do K na composição química dos grãos de soja são distintos (VEIGA et al., 2010) e especificamente sob o teor de óleo, Haq e Mallarino (2005) relatam que a influência é pequena e inconsistente e, ainda, que maiores alterações estão relacionadas as diferenças climáticas promovidas pela mudança do local e da época de cultivo.

Os teores de óleo e proteína dos grãos, apesar de serem determinados geneticamente, são fortemente influenciados pelo ambiente (ÁVILLA et al., 2007), ou seja, são atributos sensíveis as práticas agrícolas e a fatores ambientais (BELLALLOUI et al., 2015). A época da instalação da cultura pode inferir um estresse à planta, promovendo mudanças de temperatura e disponibilidade hídrica (BELLALLOUI et al., 2015), que modificam a composição química pela alteração do metabolismo vegetal (ALBRECHT et al., 2008).

A obtenção de sementes com qualidade é de fundamental importância na cultura da soja (MINUZZI et al., 2009), que além de considerar o ambiente para

HACKENHAAR et al.

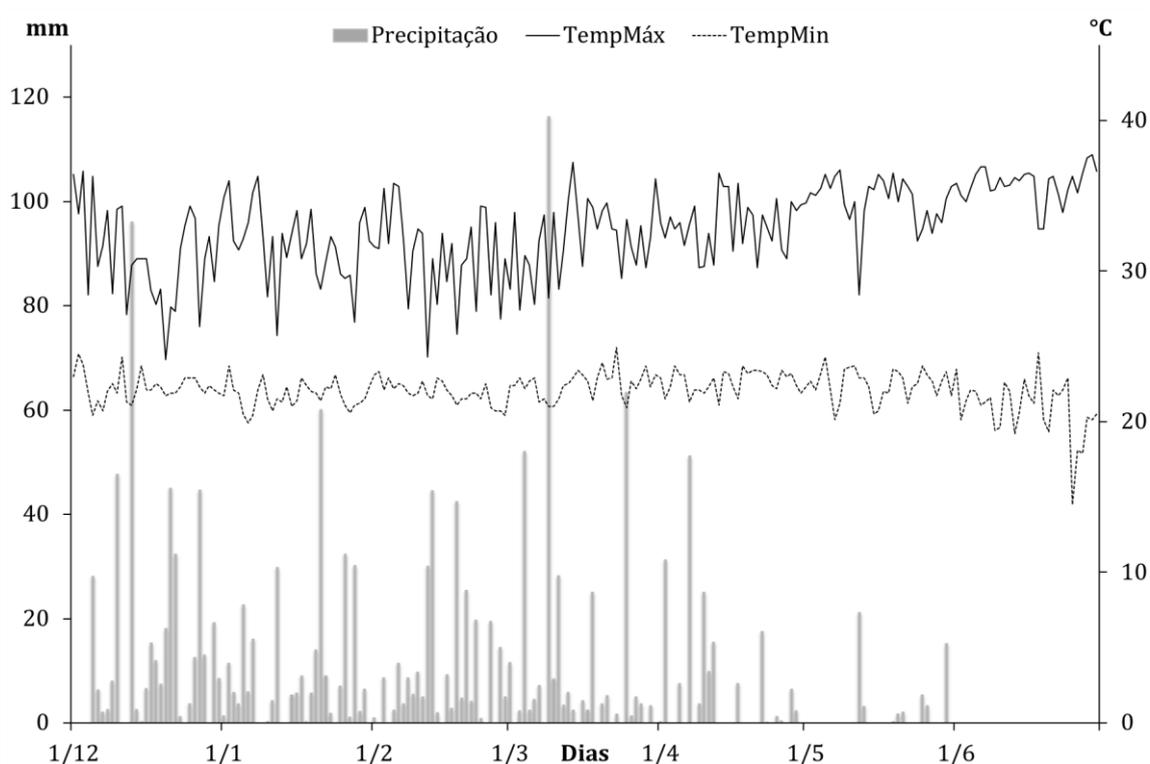
aliar produção e qualidade (BELLALOU et al., 2015), é necessário levar em conta o genótipo. Os estudos de divergência genética entre genótipos podem auxiliar na orientação de cruzamentos para geração de populações com variabilidade genética, de modo que nas gerações segregantes as chances de obtenção de indivíduos superiores sejam maiores (PELUZIO et al., 2014). Ainda, nestes estudos o uso de vários ambientes é importante, pois tornam as informações mais precisas (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de dois níveis de adubação potássica e de duas épocas de semeadura na divergência genética e no desempenho de sete cultivares de soja, quanto ao teor de óleo e de proteína,

visando a produção de biodiesel na região Centro-Sul do Estado do Tocantins.

### Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos, no ano agrícola 2013/14, no município de Palmas-TO (10°10' S; 48°21' O; 216 m). O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo clima tropical com períodos de chuva intensa no verão e períodos de estiagem total no inverno. Na Figura 1, estão representadas as condições climáticas - índices de precipitação e temperatura - do período compreendido de dezembro de 2013 a junho de 2014.



**Figura 1.** Índices de precipitação e temperatura máxima e mínima (TempMáx; TempMin) de dez/2013 a jun/2014, Palmas-TO. Fonte: Inmet/Bdmet (2014).

O solo, do local dos ensaios, foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, com textura franco arenosa (FREIRE, 2006), com relevo plano e bem

drenado. A área já desmatada anteriormente, nunca foi cultivada, tendo como cobertura vegetal

HACKENHAAR et al.

predominante o capim-andropogon (*Andropogon gayanus*).

Foram avaliados sete cultivares de soja: MSOY 9144; BRS 33871; TMG 1288; BRS 333; P98Y70; TMG 1180; MSOY 8766; todos RR e pertencentes aos grupos de maturidade relativa (GMR) de 8,0 (TMG 1180) a 9,3 (BRS 33871). O delineamento experimental foi o de blocos ao caso com três repetições nos quatro ensaios: dois ensaios foram semeados no dia cinco de dezembro de 2013 (dez/13) e, os outros dois, no dia 23 de janeiro de 2014 (jan/14).

Os ensaios, dentro de cada data de semeadura, foram diferenciados pela condição de fornecimento de potássio, alto (acima do exigido pela cultura) e baixo (abaixo do exigido pela cultura), tendo como referência a análise físico-química do solo, na camada 0 a 20 cm (Tabela 1). A interpretação da análise identificou a necessidade de adubação com 120 Kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (Ribeiro et al., 1999). Assim, foi estabelecido um extremo de 80 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> para mais e para menos, ficando o baixo potássio em 40 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> e, o alto potássio em 200 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Resultado da análise de solo, na camada de 0 a 20 cm, do local dos ensaios, 2013/14, Palmas-TO.

pH	K	P	MO	CTC	SB %	Argila %	Silte %	Areia %
	mg dm <sup>-3</sup>		%					
4,1	14,0	1,5	1,2	4,6	26,7	16,0	5,0	79,0

A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,45 m em que a área útil da parcela compreendeu as duas linhas centrais, eliminando-se as linhas laterais e 0,50 m de cada extremidade, perfazendo 3,6 m<sup>2</sup>.

A correção do solo, com calcário, foi realizada manualmente e a lanço, considerando os resultados da interpretação da análise de solo, com o uso 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário, e posterior incorporação mecanizada com arado de disco. Na sequência foi realizado o preparo do solo de forma convencional.

A semeadura e a adubação de semeadura foram realizadas manualmente. A densidade de semeadura foi realizada com o intuito de obter-se 18 plantas por metro linear, e na adubação foram utilizados 135 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Na semeadura de dez/13, as sementes foram inoculadas com inoculante turfoso, utilizando CEPA n<sup>o</sup>

5080 (BIMKETCP 006) e, na de jan/14, com inoculante líquido (estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*).

A adubação de cobertura foi realizada manualmente e em duas parcelas iguais de 100 ou 20 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. A primeira parcela foi aplicada quando as plantas estavam no estágio V2 e, a segunda parcela, no estágio V4. Os demais tratamentos culturais foram efetuados assim que necessários, de acordo com as recomendações técnica de cultivo da soja.

A colheita das plantas foi realizada manualmente no estágio R8 que foram trilhadas mecanicamente e as sementes pesadas, depois de estarem secas (12% de umidade) e limpas. O teor de óleo foi obtido pelo método de Soxhlet, com o uso de três amostras (duas a cinco gramas). O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, com o uso de três amostras de 0,2 g da farinha de soja moída

HACKENHAAR et al.

Foi realizada análise de variância de cada ensaio e, posteriormente, análise conjunta dos ensaios em que o menor quadrado médio residual não diferiu em mais de sete vezes do maior e, o modelo estatístico considerou fixo o efeito do cultivar e os demais como aleatórios (CRUZ et al., 2012). As médias foram agrupadas por meio do teste Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

O estudo de divergência genética dos cultivares foi realizado, separadamente, para o teor de óleo e para o de proteína, em que os dados dos quatro ensaios foram utilizados como variáveis no modelo multivariado, onde cada um representou uma variável distinta. As medidas de dissimilaridade foram determinadas segundo o modelo de análise multivariada, que permitiu a obtenção da matriz de dissimilaridade, da matriz de covariância residual e das médias dos cultivares. Foi aplicado o método de agrupamento de Tocher proposto por Rao (1952), com o uso da

distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), como medida de dissimilaridade.

## Resultados e Discussão

A análise de variância conjunta apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de cultivar e ensaio, porém, a interação entre as duas fontes de variação, apresentou efeito não significativo ( $p > 0,05$ ), tanto para o teor de óleo quanto para o de proteína. Dessa maneira, os efeitos, das fontes de variação, serão apresentados e discutidos de forma isolada.

Com relação ao teor de óleo (%), os cultivares TMG 1180 (22,9%), MSOY 9144 (22,6%), MSOY 8766 (22,5%) e BRS 333 (22,2%) foram os que apresentaram os maiores valores, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 2). No teor de proteína nos grãos, o cultivar P98Y70 (41,6%) apresentou maior valor, sendo significativamente superior aos demais.

**Tabela 2.** Teor de óleo e proteína (%Óleo; %Ptn) de sete cultivares de soja em quatro ensaios de competição, 2013/14, Palmas-TO

Cultivares	% Óleo	% Ptn
MSOY 9144	22,6 a	38,5 b
BRS 33871	21,6 b	39,2 b
TMG 1288	21,6 b	39,2 b
BRS 333	22,2 a	38,0 b
P98Y70	20,5 b	41,6 a
TMG 1180	22,9 a	38,2 b
MSOY 8766	22,5 a	38,4 b
Ensaio	% Óleo	% Ptn
Baixo K (dez/13)	22,8 a	38,5 b
Alto K (dez/13)	22,8 a	37,4 b
Baixo K (jan/14)	21,1 b	40,0 a
Alto K (jan/14)	21,3 b	40,1 a
Média Geral (%)	22,0	39,1
Coefficiente de Variação (%)	4,2	2,9

Baixo K e Alto K = fornecimento de 40 ou 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura; dez/13 e jan/14 = data de semeadura dos ensaios. Médias seguidas de mesmas letras não apresentam diferença significativa a 5% pelo teste Scott-Knott.

## HACKENHAAR et al.

Yaklich et al. (2002) relatam teores de óleo entre 19,8% e 21,2% e, de proteína, entre 40,4% e 41,4% em cultivares de soja em estudos de 1948 a 1998. Jaureguy et al. (2013) encontraram teores de proteína entre 40,2% e 41,8% em dois cultivares classificados como ricos em proteína e; teores de óleo entre 19,6% e 20,9%, nos cultivares classificados como de altos teores de óleo. Valores próximos aos obtidos pelos genótipos classificados no grupo estatístico superior, na média dos quatro ensaios (Tabela 2), tanto para o teor de óleo quando para o de proteína.

Na média geral de cada ensaio, os cultivares apresentaram maiores teores de óleo nos grãos quando semeados em dezembro de 2013 (dez/13) do que em janeiro de 2014 (jan/14). Resultado contrário foi observado no teor de proteína, em que na segunda época de semeadura os cultivares apresentaram os maiores percentuais.

Hu e Wiatrak (2012) concluíram que o teor de óleo e o de proteína, em grãos de soja, são afetados pelo atraso na semeadura, porém, de maneira diferente em função das condições de cada local. O atraso de semeadura, na presente pesquisa, fez com as plantas fossem submetidas a períodos de aumento da amplitude térmica e diminuição da disponibilidade hídrica (Figura 1), que implicou na alteração da composição química dos grãos de soja (aumento do teor de proteína e redução do de óleo).

Albrecht et al. (2008) observaram os efeitos das altas temperaturas e das reduções hídricas no teor de óleo e de proteína em soja, em que a redução da disponibilidade hídrica, no período reprodutivo, promoveu aumento no teor de proteína. Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz et al. (2010), que observaram redução do teor de óleo com o atraso da semeadura, aumento do teor de proteína e, redução da

produtividade de grãos, no oeste da Bahia na safra 2006/07.

O aumento do teor de proteína com o atraso da semeadura também foi identificado em estudo realizado por Robinson et al. (2009) em Indiana/EUA em três cultivares de soja. Assim, condições de estresse hídrico e de aumento de temperatura estão relacionados com o aumento do acúmulo de proteína em grãos de soja (DORNBOS JR e MULLEN, 1992; GONÇALVES et al., 2007), principalmente quando ocorrem no período de enchimento de grãos, promovendo alteração da biossíntese dos compostos presentes nas sementes (ALBRECHT et al., 2008).

Os teores, de óleo e proteína, são definidos no período de 24 a 40 dias após o florescimento, em que 30% do total presente nas sementes na maturação fisiológica já foi acumulado (RUBEL et al., 1972). Os demais 70% são acumulados até 64 dias após o florescimento, sem alterar o teor presente na semente (RUBEL et al., 1972). De acordo com Smith et al. (1989) a biossíntese de óleo e de proteína está envolvida com o metabolismo da sacarose nas sementes que envolve pelo menos seis reações enzimáticas, com correlação positiva do aumento do teor de proteína com o aumento da atividade da enzima PEP carboxilase.

Com relação a adubação, o aumento da dose de potássio em cobertura, de 40 para 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, não promoveu diferenças significativas nos dois atributos estudados, dentro de cada data de semeadura (Tabela 2). Nas datas próximas as aplicações das duas parcelas de K em cobertura (estágios V2 e V4) foram registradas os seguintes valores de precipitação: 92 mm (1<sup>a</sup> parcela / 1<sup>a</sup> semeadura); 34 mm (2<sup>a</sup> parcela / 1<sup>a</sup> semeadura); 84 mm (1<sup>a</sup> parcela / 2<sup>a</sup> semeadura) e; 66 mm (2<sup>a</sup> parcela / 2<sup>a</sup> semeadura).

## HACKENHAAR et al.

Abbasi et al. (2012) encontraram aumento dos teores de proteína e óleo com o aumento da dose de K, de 0 para 40 kg ha<sup>-1</sup>, aplicado todo na sementeira. No entanto, não observaram diferença dos valores obtidos nas doses de 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>. De forma semelhante, Krueger et al. (2013) não observaram influência das doses de potássio (0; 66; 132 kg ha<sup>-1</sup>) nos teores de proteína e de óleo em estudos realizados em duas safras (2009; 2010).

Farmaha et al. (2012) utilizaram doses de 0 a 168 kg ha<sup>-1</sup> de K, em duas cultivares com GMR de 2,8 e 2,4 e, encontraram relação linear da dose com o teor de óleo (positiva) e o de proteína (negativa). Veiga et al. (2010) identificaram aumento no teor de óleo e redução no teor de proteína em sementes de soja à medida que se aumentou a dose de K<sub>2</sub>O, no estudo de um cultivar semiprecoce e, em solo com 37% de argila e 79 mg dm<sup>-3</sup> de K antes da aplicação dos tratamentos.

Sale e Campbell (1986) trabalhando em casa de vegetação observaram que sob deficiência de K, na planta, os teores de óleo foram menores em comparação quando as plantas

apresentaram condição de K adequada. Nos teores de proteína, os autores observaram comportamento contrário, teor maior quando em deficiência. Em condições de deficiência de K há estreitamento da relação C/N nos componentes não estruturais da semente durante os estágios mais avançados do enchimento de vagem (SALE e CAMPBELL, 1986).

De acordo com Sousa et al. (1993) a aplicação de adubos potássicos nos solos sob cerrado deve ser feita preferencialmente a lanço, uma vez que esses solos possuem baixa CTC e a alta concentração e, quando aplicado em altas doses favorece a perda por lixiviação.

Com relação a análise de divergência genética, as medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (Tabela 3), apresentaram amplitude elevada no teor de óleo ( $D^2 = 0,61$  a  $36,43$ ), e no de proteína ( $D^2 = 0,60$  a  $135,86$ ), o que indica a presença da variabilidade genética entre os cultivares, principalmente no teor de proteína.

**Tabela 3.** Dissimilaridade entre sete cultivares de soja em relação ao teor de óleo (diagonal acima) e de proteína (diagonal abaixo), com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), 2013/14, Palmas-TO

Cultivares	1	2	3	4	5	6	7
1	-	5,42	6,65	4,28	22,59	8,23	0,61
2	8,16	-	2,18	7,31	7,52	12,78	4,44
3	6,74	1,67	-	4,99	5,48	19,17	4,93
4	3,53	17,33	11,60	-	16,50	22,70	3,13
5	79,30	42,02	40,60	104,21	-	36,43	18,72
6	10,50	31,03	32,21	10,24	135,86	-	9,08
7	0,60	10,56	9,16	1,29	87,07	9,59	-

Identificação dos cultivares: 1) MSOY 9144; 2) BRS 33871; 3) TMG 1288; 4) BRS 333; 5) P98Y70; 6) TMG 1180; 7) MSOY 8766

A combinação entre os cultivares MSOY 9144 e MSOY 8766 foi a menos divergente no teor de óleo ( $D^2 = 0,61$ ), e a maior divergência foi obtida entre os

cultivares P98Y70 e TMG 1180 ( $D^2 = 36,43$ ). No teor de proteína, a menor divergência foi encontrada nos mesmos cultivares, MSOY 8766 e MSOY 9144 ( $D^2$

HACKENHAAR et al.

= 0,60), e a maior divergência, foi entre os cultivares P98Y70 e TMG 1180 ( $D^2 = 135,86$ ).

A análise de agrupamento, pelo método de Tocher, separou os sete cultivares em três grupos (Tabela 4),

considerando o teor de óleo em quatro ensaios. O grupo I, foi constituído por cinco cultivares (71,42%). Os cultivares P98Y70 e TMG 1180 ficaram isolados um em cada grupo.

**Tabela 4.** Agrupamento pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), de sete cultivares de soja, considerando o teor óleo (% Óleo) ou o teor de proteína (% Ptn), em quatro ensaios, 2013/14, Palmas-TO.

Grupo	% Óleo	Grupo	% Ptn
I	MSOY 9144; BRS 33871; TMG 1288; BRS 333; MSOY 8766	I	MSOY 9144; BRS 33871; TMG 1288; BRS 333; TMG 1180; MSOY 8766
II	P98Y70	II	P98Y70
III	TMG 1180	III	-

Ao considerar o teor de proteína em quatro ensaios, foram identificados dois grupos, pelo método de Tocher (Tabela 4). O grupo I foi constituído por seis cultivares (85,71%) e o grupo II, apenas pelo cultivar P98Y70, confirmando as distâncias nos pares, sendo o cultivar mais divergente dos demais.

Possíveis cruzamentos de cultivares presentes no mesmo grupo, de acordo com método de Tocher, diminuem a possibilidade de obtenção de genótipos superiores, em virtude de que genótipos pertencentes ao mesmo grupo são homogêneos (OLIVEIRA et al., 2005). Ainda, a escolha dos genitores deve levar em conta, sempre que possível, a divergência genética e a produtividade do atributo estudado (ASMUS, 2008). Dessa maneira, para o teor de óleo, combinações entre o cultivar TMG 1180 e os cultivares MSOY 9144, BRS333 e MSOY8766 são as mais promissoras na geração de populações segregantes. No teor de proteína, a utilização do cultivar P98Y70 em

cruzamentos com as demais utilizadas na pesquisa são as combinações mais promissoras, para a formação de populações com variabilidade genética

### Conclusões

A adubação potássica não promoveu diferenças significativas nos teores de óleo e proteína dos cultivares, enquanto que, a semeadura tardia promoveu aumento do teor de proteína e redução do de óleo. Combinações entre o cultivar TMG 1180 e os cultivares MSOY 9144, MSOY 8766 e BRS333 são promissoras para geração de populações segregantes visando o aumento do teor de óleo.

### Referências

ABBASI, M.K.; TAHIR, M.M.; AZAM, W.; ABBAS, Z.; RAHIM, N. Soybean yield and chemical composition in response to phosphorus-potassium nutrition in Kashmir. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 5, p. 1476-1484, 2012.

HACKENHAAR et al.

ÁVILLA, M.R.; LUCCA e BRACCINI, A. de; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.

ALBRECHT, L.P.; LUCCA e BRACCINI, A. de; ÁVILA, M.R.; SUUKI, 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.

ASMUS, G.L. Reação de genótipos de soja ao nematóide reniforme. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 1, p. 69-71, 2008.

BARBOSA, V.S.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; SIQUEIRA, G.B. de. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando à produção de bicomustível. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 742-749, 2011.

BELLALLOUI, N.; BRUNS, H.A.; ABBAS, H.K.; MENGISTU, A.; FISCHER, D.K.; REDDY, K.N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth, USA. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-14, 2015.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N.D.; REIS, R.C.P.; SOUZA, J.R.; JOST, E. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2138-2145, 2008.

CRUZ, T.V.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C.; LEDO, C.A. da S. Efeitos da época de semeadura sobre a composição química e a produtividade de grãos de diversas cultivares de soja no Oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 14, n. 2, p. 63-71, 2010.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético - Volume 1**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 514 pp.

DORNBOS JR D.L; MULLEN, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 69, n. 3, p. 228-231, 1992.

FARMAHA, B.S.; FERNÁNDEZ, F.G.; NAFZIGER, E.D. Soybean seed composition, aboveground growth, and nutrient accumulation with phosphorus and potassium fertilization in no-till and strip-till. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 4, p. 1006-1015, 2012.

FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu: UNESP, 2006. 268 pp.

GONÇALVES, C.A.; SOARES, N.S.; BOLINA, C. de O.; BARROS, E.G. de. Influência da temperatura no acúmulo de proteínas em sementes de soja. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1038-1040, 2007.

INSTITUO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Bdmep - Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa; Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

HACKENHAAR et al.

- HAQ, M.U.; MALLARINO, A.P. Response of soybean grain oil and protein concentrations to foliar and soil fertilization. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 3, p. 910-918, 2005.
- HU, M.; WIATRAK, P. Effect of planting date on soybean growth, yield, and grain quality: Review. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 3, p. 785-790, 2012.
- JAUREGUY, L.M.; RODRIGUEZ, F.L.; ZHANG, L.; CHEN, P.; BRYE, K.; OOSTERHUIS, D.; MAUROMOUSTAKOS, A.; CLARK, J.R. Planting date and delayed harvest effects on soybean seed composition. **Crop Science**, v. 53, n. 5, p. 2162-2175, 2013.
- KRUEGER K.; GOGGI, A.S.; MALLARINO, A.P.; MULLEN, R.E. Phosphorus and potassium fertilization effects on soybean seed quality and composition. **Crop Science**, v. 53, n. 2, p. 602-610, 2013.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5 ed. São Paulo: Editora Ceres, 1989. 292 pp.
- MINUZZI, A.; RANGEL, M.A.S.; LUCCA e BRACCINI, A. de; 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.
- MORAES, R.M.A.; JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS, E.G. de; MOREIRA, M.A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n. 5, p. 725-729, 2006.
- OLIVEIRA, R.C.; DI MAURO, A.O.; UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; SANTOS, J.M. dos; OLIVEIRA, J.A. de; PERECIN, D.; ARANTES, N.E. Progenies superiores de soja resistentes ao tipo 3 do nematóide de cisto da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n. 8, p. 745-751, 2005.
- PELUZIO, J.M.; PIRES, L.P.M.; CANCELLIER, L.L; AFFÉRI, F.S.; COLOMBO, G.A.; TEIXEIRA JÚNIOR, T.; RIBEIRO, G.R. dos S. Genetic divergence among soybean cultivars in irrigated lowland in the State of Tocantins. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 395-400, 2012.
- PELUZIO, J.M.; LOPES, L.A.; CARVALHO, E.V. de; AFFÉRI, F.S.; DOTTO, M.A. 2014. Características agronômicas e divergência genética de cultivares de soja para percentagem de óleo nas sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 1, p. 1-8, 2014.
- RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley and Sons, 1952. 390 pp.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 pp.
- ROBINSON A.P.; CONLEY, S.P.; VOLENEC, J.J.; SANTINI, J.B. Analysis of high yielding, early-planted soybean in Indiana. **Agronomy Journal**, v.101, n. 1, p. 131-139, 2009.
- RUBEL, A.; RINNE, R.W.; CANVIN, D.T. Protein, oil and fatty acid in developing soybean seeds. **Crop Science**, v. 12, n. 6, p. 739-741, 1972.

HACKENHAAR et al.

SALE, P.W.G.; CAMPBELL, L.C. Yield and composition of soybean seed as function of potassium supply. **Plant and Soil**, v. 96, n. 3, p. 317-325, 1986.

SMITH, A.J.; RINNE, R.W.; SEIF, R.D. Phosphoenolpyruvate carboxylase and pyruvate kinase involvement in protein and oil biosynthesis during soybean seed development. **Crop Science**, v. 29, n. 2, p. 349-353, 1989.

SOUSA D.M.G. de; LOBATO, E; MIRANDA, L.N. de. **Correção do solo e adubação da cultura da soja**. In: ARANTES N.E.; SOUZA P.I.M. Cultura da soja nos Cerrados. Piracicaba: POTAFOS, 1993. pp.137-158.

YAKLICH, R.W.; VINYARD, B.; CAMP, M.; DOUGLASS, S. Analysis of seed protein and oil from soybean Northern and Southern region uniform tests. **Crop Science**, v. 42, n., p. 1504-1515, 2002.

TAVARES, L.C.; TUNES, L.M. de; BRUNES, A.P.; FONSECA, D.A.R.; RUFINO, C. de A.; BARROS, A.C.S.A. Potássio via recobrimento de sementes de soja: efeitos na qualidade fisiológica e no rendimento. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1196-1202, 2013.

USHERWOOD, N.R. Potassium interactions and balanced plant nutrition. **Better Crops With Food**, v. 77, p. 26-27, 1994.

VEIGA, A.D.; VON PINHO, E.V. de R.; VEIGA, A.D.; PEREIRA, P.H. de A.R.; OLIVEIRA, K.C. de; VON PINHO, R.G. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 953-960, 2010.