

Eficiência do fósforo em soja visando o teor de carboidratos no Estado do Tocantins

Thainara Luna do Carmo⁽¹⁾; Evandro Reina⁽²⁾; Cibelle Christine Brito Ferreira⁽¹⁾; Daniel Dias Rocha⁽¹⁾; Flávio Nerys da Luz⁽¹⁾; Ingergleice Machado de Oliveira⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudantes do curso de agronomia; Faculdade Católica do Tocantins; Palmas, Tocantins; tainaralara@hotmail.com; cibelle.christine@hotmail.com; daniel_diasrocha@hotmail.com; nerysluz@hotmail.com.

⁽²⁾ Professores do curso de agronomia; Faculdade Católica do Tocantins; Palmas, Tocantins; evandro.reina@catolica-to.edu.br; thiago@catolica-to.edu.br; cid@catolica-to.edu.br; ingergleice@catolica-to.edu.br.

RESUMO: A cultura da soja tem papel importante como matéria prima para o biodiesel e potencialidade para a produção de etanol a partir do carboidrato presente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso do fósforo, quanto ao teor de carboidratos visando à produção de etanol. No ano agrícola 2009/10, foram realizados quatro ensaios de competição de cultivares de soja, sendo dois no Campus Universitário de Palmas, TO e outros dois no Campus Universitário de Gurupi, TO. Em cada local, as cultivares foram conduzidas sob alto e baixo fósforo (150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ respectivamente). O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos casualizados com três repetições e 11 tratamentos. Foi estudada a característica percentagem de carboidratos e determinada a eficiência do uso de fósforo pelas cultivares. As cultivares M-SOY8766RR, M-SOY8867RR e M-SOY9144RR foram potencialmente promissoras para uso industrial, além de serem eficientes no uso do fósforo. As hibridações M-SOY8766RR x M-SOY9144RR e M-SOY8867RR X M-SOY9144RR são promissoras para obtenção de populações segregantes visando à característica teor de carboidrato.

Termos de indexação: *Glycine max.*; cerrado; biocombustíveis; competição de cultivares

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ficando atrás somente da floresta Amazônica, com grande importância no cenário agrícola nacional e mundial. Nessa região uma das culturas de maior importância é a soja, além de se constituir na principal commodity agrícola brasileira. No Estado do Tocantins, o cultivo de plantas oleaginosas tem aumentado nos últimos anos, em virtude da abundância de recursos hídricos e condições edafoclimáticas favoráveis.

Os solos sob vegetação de cerrado, predominantemente apresentam alto grau de intemperismo, com características marcantes como acidez, alto grau de lixiviação e baixa fertilidade,

especialmente para o Fósforo (P) disponível para as plantas (Piaia et al., 2002). A determinação da dose de fósforo aplicada à cultura interfere diretamente na produtividade, pois sob baixos níveis de fósforo, ocorre queda acentuada na produtividade devido à redução do porte da planta, na altura da inserção das primeiras vagens, número de flores e vagens (Valadão Junior et al., 2008).

O estudo de genótipos de soja adaptados à baixa fertilidade de fósforo (P) é de importância econômica e ambiental. Em condições de baixa disponibilidade de P no solo, linhagens e cultivares de soja adaptados e eficientes quanto a esse nutriente apresentam melhor desempenho produtivo. A obtenção desses genótipos eficientes será possível com o melhor conhecimento das bases fisiológicas e genéticas de eficiência do uso de fósforo (Liao et al., 2006).

A composição dos grãos de soja varia conforme a genética e as condições ambientais, ocasionando variações no rendimento industrial (Sbardelotto & Leandro, 2008), em média o grão de soja apresenta em sua composição 20% de óleo, 38% de proteína e 34% de carboidratos, além de fibras e constituintes inorgânicos (EMBRAPA, 2010).

Interesses mundiais na utilização de etanol, como fonte de energia, estimulam os estudos sobre o custo e eficiência dos processos industriais para a produção desse produto (Soccol et al., 2005).

Assim, em virtude do potencial de uso da soja como fonte de biocombustíveis aliado à baixa fertilidade natural dos solos de cerrado, o presente estudo teve como objetivo avaliar a divergência genética e a eficiência do uso do fósforo, quanto ao teor de carboidratos, visando à produção de etanol.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2009/10, foram realizados quatro ensaios de competição de cultivares de soja, sendo dois no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas (220 m de altitude, 10°45' S e 47°14' W) e dois na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi (280 m de altitude, 11°43' S, e 49°04' W). Em cada local, as

cultivares foram semeadas sob condições de alto e baixo fósforo (150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ respectivamente), em plantios realizados em 17 de dezembro de 2009, em Palmas, TO e 29 de novembro de 2009, em Gurupi, TO em solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Para a definição de uso das doses de alto e baixo fósforo foi realizada, inicialmente, a análise de solo de cada local que apresentou os seguintes resultados: Palmas: pH 4,9; K 35,2 mg.dm⁻³; P 6,0 mg.dm⁻³; M.O. 0,6%; CTC 4,7 e SB 33,3%. Gurupi: pH 5,1; K 93 mg.dm⁻³; P 5,3 mg.dm⁻³; M.O. 0,6%; CTC 5,44 e SB 59,56%. Em seguida, foi realizada a indicação de adubação, que resultou em uma dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A partir dessa dose, procurou-se utilizar uma dose abaixo e uma acima da recomendada, ou seja, de 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos casualizados com 11 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela cultivares P98Y51, P98Y70, P99R01, P98R91, M-SOY9056RR, M-SOY9144RR, M-SOY8766RR, M-SOY8867RR, M-SOY8527RR, M-SOY9350 e BR/EMGOPA 314.

As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Na colheita, foram utilizadas as duas fileiras centrais, excetuando-se 0,50m da extremidade de cada uma das mesmas, resultando em uma área útil de parcela de 3,6 m².

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. O plantio das sementes e a adubação no sulco foram realizados manualmente. A adubação de plantio foi realizada utilizando 166 e 833 kg ha⁻¹ de superfosfato simples que correspondem, respectivamente, as doses de 30 (baixo) e 150 (alto) kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Foram realizadas duas adubações de cobertura com cloreto de potássio, na dose de 55 kg ha⁻¹ de K₂O (92 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio) em Palmas, e duas adubações de cobertura na dose de 30 kg ha⁻¹ de K₂O (kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio), em Gurupi, conforme análise de solo e indicação de adubação corretiva. As adubações em cobertura ocorreram, respectivamente, aos 15 e 35 dias após a emergência das plantas.

No momento do plantio, foi realizado o tratamento das sementes com fungicidas, seguido de inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. A densidade de semeadura foi realizada com intuito de se obter 14 plantas por metro linear. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizados à medida que se fizeram necessários.

As plantas, de cada parcela experimental, foram colhidas uma semana após terem apresentado 95% das vagens maduras, ou seja, no estágio R8 da escala de Fehr et al., (1971).

Com base na área útil da parcela, foi realizada a secagem dos grãos para 12% de umidade, em seguida foram separadas três amostras contendo 100 gramas dos grãos de cada parcela. Posteriormente, foi determinado o teor de carboidratos dos grãos (%), em laboratório, através da metodologia adaptada de Lane-Eynon.

Em cada cultivar, utilizando os dados valores obtidos sob alto e baixo fósforo, foi avaliado a eficiência de uso de fósforo, segundo metodologia adaptada de Fischer et al. 1983. a

As médias obtidas pela análise de variância foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de significância. Foi utilizado, ainda o teste t, de "Student", a 5% de probabilidade, para comparar os índices de eficiência das cultivares com o índice geral de eficiência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises estatísticas, observa-se que para a característica teor de carboidratos, no experimento realizado em Gurupi, TO, sob alto P, foram formados 02 grupos de médias, onde o grupo com as médias mais altas foi representado por M-SOY8766RR (31,0%), M-SOY8867RR (29,8%), P98R91 (28,2%), M-SOY9144RR (27,4%) e M-SOY8527RR (25,6%). Pode-se observar que as cultivares M-SOY8766RR, M-SOY8867RR, P98Y70 e M-SOY8527RR também se destacaram sob alto P em Palmas, TO (Tabela 2).

Tabela 1 - Teor médio de Carboidratos (%) de 11 cultivares de soja, safra de 2009/10 sob dois níveis de adubação fosfatada em Palmas e Gurupi, TO.

Teor carboidrato	Palmas, TO		Gurupi, TO		Média
	Baixo	Alto	Baixo	Alto	
P98Y51	17,6 bB	27,2 aA	20,2 bB	23,3 bB	2,1 C
P98Y70	19,0 bA	24,8 aA	20,2 bB	28,2 aA	3,1 C
P99R01	22,0 aA	25,3 aA	22,2 aB	24,1 aB	3,4 C
P98R91	12,5 cC	20,5 bB	27,0 aA	25,7 aA	1,4 C
M-SOY9056 RR	23,3 aA	26,6 aA	18,8 bB	21,1 bB	2,5 C
M-SOY9144 RR	20,8 bA	22,4 bB	27,7 aA	27,4 aA	4,6 B
M-SOY8766 RR	25,5 bA	26,8 bA	27,4 bA	31,0 aA	7,7 A
M-SOY8867 RR	22,4 bA	27,7 aA	29,5 aA	29,8 aA	7,4 A
M-SOY8527 RR	22,1 bA	29,1 aA	14,8 cC	25,6 bA	2,9 C
M-SOY9350 BR/EMGOPA 314	15,8 bB	21,6 aB	14,6 bC	20,7 aB	8,2 D
MEDIA	19,5 C	5,0 A	1,7 B	5,3 A	22,9

Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Em ambas as localidades verificam-se que sob baixo fósforo foram formados três grupos de médias, com similaridade parcial quanto à composição dos grupos. Com isso, as cultivares com maiores percentagens de carboidratos foram, M-SOY8766RR, M-SOY8867RR e M-SOY9144RR. Merecem, ainda, destaque as cultivares M-SOY9056RR (23,3%), M-SOY8527RR (22,1%), P99R01 (22%) e P98Y70 (18,9%) em Palmas, e P98R91 (27%), em Gurupi. As cultivares P98R91 (12,5%), em Palmas, e M-SOY9350 (14,6%), em Gurupi, apresentaram os menores teores de carboidratos.

As cultivares M-SOY8766 RR (27,7%) e M-SOY8867 RR (27,4%) se destacaram sob alto e baixo P, em ambos os locais com as maiores médias das cultivares. Por outro lado, BR/EMGOPA 314 (18,3%) e M-SOY9350 (18,2%) apresentaram menores médias das cultivares.

De modo geral, plantios realizados em Palmas e Gurupi, sob alto fósforo, resultaram em cultivares com os maiores valores médios para teor de carboidratos, em relação ao cultivo sob baixo fósforo. Segundo (Taiz & Zeiger, 2006), em cultivo sob baixo fósforo, os carboidratos oriundos da fotossíntese (triose fosfato e hexose fosfato), que seriam trocados com o fosfato mineral e, posteriormente, utilizados em outras partes da célula e da planta para síntese de hexoses e aminoácidos, se acumulam nos cloroplastos. Como resultante deste acúmulo, são formados cristais de amido que podem danificar os cloroplastos, paralisar a fotossíntese e prejudicar a síntese de hexoses e aminoácidos.

Em relação à eficiência no uso do fósforo, a característica teor de carboidratos, apresentou diferenças significativas entre as cultivares, sendo formados dois grupos de médias (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias do índice da eficiência do uso de fósforo em 11 cultivares de soja, safra de 2009/10.

CULTIVARES	Índice da Eficiência do Uso de Fósforo
P98Y51	0,62 b
P98Y70	0,60 b
P99R01	0,74* a
P98R91	0,68 a
M-SOY9056 RR	0,73* a
M-SOY9144 RR	0,79* a
M-SOY8766RR	0,75* a
M-SOY8867 RR	0,74* a
M-SOY8527RR	0,54 b
M-SOY9350	0,58 b

BR/EMGOPA 314	0,55 b
Média	0,66

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

* Médias estatisticamente diferentes da média geral pelo teste t, a 5% de probabilidade.

O grupo com as maiores médias de eficiência foi composto por seis cultivares, quais sejam: M-SOY9144RR (0,79), M-SOY 8766RR (0,75), P99R01 (0,74), M-SOY8867RR (0,74), M-SOY9056RR (0,73), P98R91 (0,68), que também se diferiram significativamente da média geral (0,66), com exceção desta última. Dentre estas, os maiores valores médios de carboidratos nos ambientes, foram alcançados por M-SOY8766RR e M-SOY8867RR.

Por outro lado, o grupo com as menores médias de eficiência para teor de carboidratos inclusive abaixo da média geral de eficiência (0,66), foi composto por 98Y51 (0,62), P98Y70 (0,60), M-SOY9350 (0,58), BR/EMGOPA 314 (0,55) e M-SOY8527RR (0,54).

CONCLUSÕES

As cultivares M-SOY8766RR, M-SOY8867RR e M-SOY9144RR foram potencialmente promissoras para uso industrial visando à produção de etanol além de serem eficientes no uso do fósforo.

As hibridações M-SOY8766RR x M-SOY9144RR e M-SOY8867RR X M-SOY9144RR são promissoras para obtenção de populações segregantes com variabilidade superior visando à característica teor de carboidrato.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA - CNPSo. Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2009-2010. Londrina-PR. (Sistemas de Produção, 13). p. 262, 2010.

FEHR, W. R., CAVINESS, R. E., BURMOOD, D. T., PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* L. Merrill. *Crop Scienc* v.11, n.6, p. 929-931, 1971.

LIAO, H.; WAN, H.; SHAFF, J.; WANG, X.; YAN, X.; KOCHIAN, L.V. Phosphorus and Aluminum Interactions in Soybean in Relation to Aluminum Tolerance. Exudation of Specific Organic Acids from Different Regions of the Intact Root System. *Plant Physiology*, V.141, p. 674–684, 2006.

PIAIA, F. L.; REZENDE, P. M.; NETO, A. E. F.; FERNANDES, L. A.; CORRÊA, J. B. Eficiência da adubação fosfatada com diferentes fontes e saturação por bases na cultura da soja [*Glycine max* (L) merrill]. *Ciencia e Agrotecnologia*, v. 26, n. 3, p. 488-499. 2002.



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

4

SBARDELOTTO, A., I. G.; LEANDRO G., V. Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. *Ciência Rural*, v.38, n.3, p.614-619, 2008.

SOCCOL, C. R. *et al.* Brazilian Biofuel Program: an overview. *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol. 64, p. 897-904, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Trad.: SANTARÉM, E.R. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, p. 613, 2006.

VALADÃO JUNIOR, D.; BERGAMIN, A.C.; VENTUROSO, L.R.; SCHRINDWEIN, J.A.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. *Scientia Agraria*, v. 9, n. 3, p. 369-375, 2008.