

O RENDIMENTO DE ÓLEO DERIVADO DE SEMENTES DE SOJA É INCREMENTADO PELA ADUBAÇÃO POTÁSSICA E ÉPOCA DE SEMEADURA?

Maria Dilma de Lima¹, Joênes Mucci Peluzio²

¹Professora Adjunta da Universidade Federal do Tocantins – UFT. Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela rede BIONORTE. Professora da Universidade Federal do Tocantins. (mariadilma@uft.edu.br)

²Professor Associado da Universidade Federal do Tocantins.
Palmas/TO - Brasil

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

A cultura da soja, apesar de ser a mais importante fonte de matéria prima para a produção de biodiesel, tem sido pouco estudada no tocante à influência da adubação potássica para o rendimento de óleo. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo determinar os efeitos de doses de potássio sobre o rendimento de óleo de diferentes cultivares de soja, semeadas em duas épocas na safra 2013/14, em Palmas/TO. O delineamento experimental utilizado, em ambas as épocas, foi de blocos casualizados com 60 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 10 × 6, representado por dez cultivares (BRS 325RR, M9144RR, BRS 33871RR, TMG 1288RR, BRS 333RR, P 98Y70RR, TMG 1180RR, BRS 9090RR, M8766RR e BRS 8990RR) e seis níveis de adubação potássica (0, 40, 80, 120, 160 e 200 Kg de K₂O ha⁻¹). As médias das cultivares e épocas de semeadura foram comparadas por teste de média, sendo realizada análise de regressão para as doses de K₂O. As cultivares de soja apresentaram um comportamento diferencial em relação à adubação potássica e épocas de plantio. A adubação potássica eleva o rendimento de óleo das cultivares de soja. A cultivar BRS 333RR é potencialmente promissora para a produção de biodiesel.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, biodiesel, doses de potássio, produtividade de óleo

THE INCOME OF OIL DERIVED FROM SOYBEANS IS INCREASED BY POTASSIUM FERTILIZATION AND SOWING?

ABSTRACT

The soybean crop, despite being the most important source of raw material for biodiesel production, has been little studied in relation to the influence of potassium fertilization on yield of oil. In this sense, the present study aimed to determine the effects of potassium rates on different soybean cultivars on oil yield sown in two seasons in the 2013/14 crop, Palmas/TO. The experimental design in both sowing dates was randomized blocks with 60 treatments and three replications. The treatments were arranged in a factorial scheme 10 × 6, represented for ten cultivars (BRS 325RR, M9144RR, BRS 33871RR, TMG 1288RR, BRS 333RR, P 98Y70RR,

TMG 1180RR, BRS 9090RR, M8766RR and BRS 8990RR) and six levels of fertilization potassium (0, 40, 80, 120, 160 and 200 Kg de K₂O ha⁻¹). The means of the cultivars and sowing dates were compared by average test being conducted regression analysis for K₂O levels. The soybean cultivars presented a differential behavior with respect to potassium fertilization and planting dates. Potassium fertilization increases the oil yield of soybean cultivars. The BRS 333RR is potentially promising for biodiesel production.

KEYWORDS: Glycine max, biodiesel, doses of potassium, oil yield

INTRODUÇÃO

A maior parte das indústrias de todo o mundo ainda operam majoritariamente com recursos energéticos não renováveis, tendo em vista que as principais fontes energéticas são derivadas de combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural (DANTAS et al., 2014). Desse modo acordo com XIMENES (2009), cada vez mais torna-se necessário o uso de fontes alternativas de energia que visem à preservação e conservação do meio ambiente.

O biodiesel líquido, produzido a partir de diferentes fontes, incluindo vegetais, tem chamado bastante atenção pelas suas propriedades químicas, físicas e por ser uma fonte de combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto (BRANDALISE et al., 2014). De acordo com REINA et al. (2014), a cultura da soja tem papel importante na questão do biodiesel, por apresentar potencial produtivo e viabilidade técnica capaz de atender parte da crescente demanda por combustíveis renováveis.

Os solos amazônicos, com especial referência aos solos de cerrado, normalmente apresentam acidez acentuada e baixa fertilidade natural, sendo necessário o uso de grande quantidade de insumos para obter maiores índices de produtividade de cultivos que visam à produção de grãos, como por exemplo, a soja. Entretanto, a utilização de insumos em grande quantidade, tem ocasionado contaminação do lençol freático e acidificação dos solos, resultando em aquecimento global. Dentre estes insumos, um dos principais elementos químicos requeridos pela cultura da soja é o potássio (K), encontrado em baixas concentrações nos solos tropicais brasileiros, mas com efeito direto na produtividade de grãos, nos teores de proteína e óleo e no vigor de sementes (LIMA et al., 2000).

Neste sentido, a identificação de cultivares mais eficientes no uso de K é estratégica do ponto de vista econômico e ambiental, pois reduziria sobremaneira o uso deste insumo. Em condições de baixa disponibilidade de K no solo, cultivares de soja adaptados e eficientes quanto a esses nutrientes apresentam melhor desempenho produtivo (PETTIGREW, 2008; RENGEL & DAMON, 2008) e VENTUROSO et al., 2009).

Em virtude da importância da cultura da soja como fonte de matéria prima para a produção do biodiesel, e da relevância de estudos sobre o efeito da adubação potássica no incremento do rendimento de óleo, sob condições de cerrado e em baixa latitude, foi realizado o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2013/14, foram realizados dois ensaios de competição de cultivares de soja no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins,

Campus de Palmas (220 m de altitude, 10°45' S e 47°14' W), sendo as sementeiras realizadas em 05 de dezembro de 2013 e 23 de janeiro de 2014, em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico com textura franco arenosa, relevo plano, bem drenado e sem histórico de cultivo com culturas anuais, cujo resultado da análise físico-química do solo encontra-se na Tabela 1.

TABELA 01: Caracterização físico-química do solo utilizado nos ensaios

pH	mg.dm ⁻³		%	mE/100 ml		Dados Complementares		Análise Textural			
	K	P	M.O	Ca	Mg	CTC	S. B %	Argila %	Silte %	Areia %	Classificação
4,1	14,0	1,5	1,2	0,7	0,5	4,64	26,72	16	5	79	Franco arenoso

Os dados de precipitação e temperatura média, registrados ao longo do período de condução dos ensaios, obtidos do laboratório de Meteorologia e Climatologia da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus Universitário de Palmas, estão disponibilizados na Figura 1.

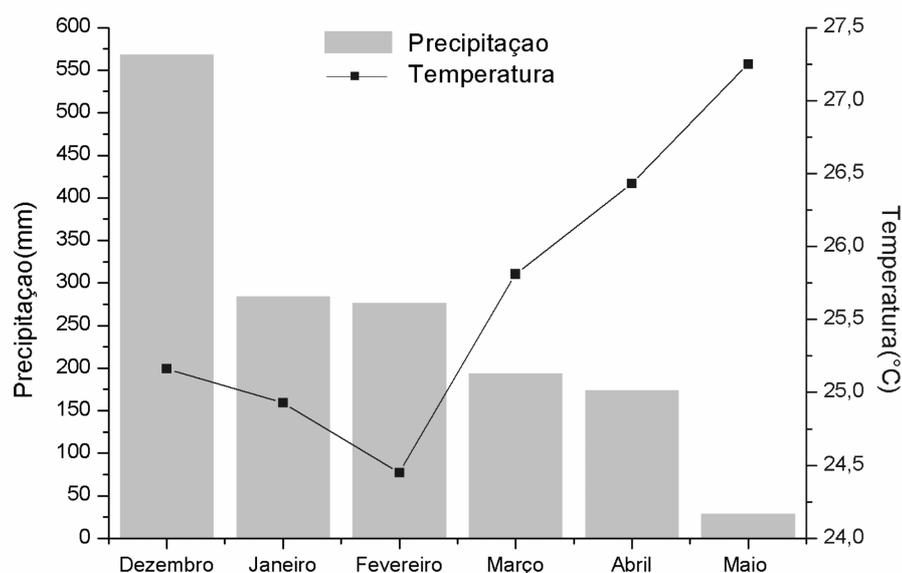


FIGURA 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) ocorridas durante a condução dos experimentos

O delineamento experimental utilizado, em cada época de sementeira, foi de blocos casualizados com 60 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 10 × 6, representados por dez cultivares de soja (BRS 325RR, M9144RR, BRS 33871RR, TMG 1288RR, BRS 333RR, P 98Y70RR, TMG 1180RR, BRS 9090RR, M8766RR e BRS 8990RR) e seis doses de adubação potássica (0, 40, 80, 120, 160 e 200 Kg de K₂O ha⁻¹), que foram aplicadas metade no sulco de plantio e metade aos 35 dias após a emergência das plantas, utilizando como fonte de K₂O o cloreto de potássio. Com base na análise química do solo, a dose recomendada seria de 120 Kg ha⁻¹ de K₂O (LOPES, 1994).

A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas por 0,45 m. Na colheita, foram desprezados 0,45 m da extremidade das duas fileiras centrais. A área útil da parcela foi representada pelas duas fileiras centrais que constituiu 3,6 m². Após análise química e física prévia do solo, foi realizado inicialmente a calagem, utilizando duas toneladas de calcário dolomítico Filler por hectare. O preparo do solo foi efetuado 30 dias após a correção e consistiu das operações de aração, gradagem e sulcamento. A adubação de plantio foi realizada manualmente, com 750 Kg.ha⁻¹ de superfosfato simples, que corresponde a aproximadamente 150 Kg de P₂O₅ ha⁻¹.

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 12 plantas por metro linear. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado a medida que se fizeram necessário. 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. (1978).

Com base na área útil da parcela, foi determinado o rendimento de grão (peso em Kg.ha⁻¹, após a correção da umidade para 12%). Em seguida, foram separadas três amostras contendo 100 gramas dos grãos de cada parcela, as quais foram enviadas para o laboratório da Embrapa Soja, em Londrina-PR, Brasil, para determinação do teor de óleo (%), que foi obtido pela técnica da Refletância do Infravermelho Próximo (NIR) segundo HEIL, (2012). Posteriormente, foi determinado o rendimento de óleo (Kg.ha⁻¹), obtido através do produto do teor de óleo (%) pelo rendimento de grãos (Kg.ha⁻¹).

Os dados de rendimento de óleo foram submetidos à análise de variância individual e, em seguida, a análise conjunta, nos quais o menor quadrado médio residual não diferiu por mais de sete vezes do maior quadrado médio (CRUZ & REGAZZI, 2004), sendo as médias das cultivares e épocas de semeadura comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Para as doses de K₂O, em cada cultivar, realizou-se análise de regressão, sendo a significância dos coeficientes angulares das equações determinados pelo teste “t” de Student, a 5% de significância.

Foi determinada, ainda, a Máxima Eficiência Técnica (MET), em que a partir da primeira derivada da equação de regressão e igualando-a a zero, obteve-se o ponto de máxima dose de K₂O.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância

O resumo da análise de variância conjunta para rendimento de óleo (Kg.ha⁻¹) revelou efeito para todos os fatores, com exceção de blocos/épocas (Tabela 2). A significância das interações época x cultivar, época x adubação e cultivar x adubação indica que os efeitos isolados dos fatores não explicam toda a variação encontrada, sendo realizados os desdobramentos. O efeito de cultivares indica a presença de variabilidade genética e o efeito das épocas a importância de realização dos ensaios em diferentes épocas de semeadura.

TABELA 2 . Resumo da análise de variância conjunta para rendimento de óleo ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em dez cultivares de soja submetidas a seis doses de K_2O , em duas épocas de semeadura, em Palmas-TO, safra 2013/14.

FV	GL	F
ÉPOCAS	1	9105.9*
CULTIVAR	9	39.6 *
ADUBACAO	5	151.7 *
BLOCOS/ÉPOCAS	4	1.1 ^{ns}
ÉPOCAS×CULTIVAR	9	19.1 *
ÉPOCAS×ADUBACAO	5	89.4 *
CULTIVAR×ADUBACAO	45	1.4 *
Erro	281	
CV (%) =		11,8
Média geral:		582.8

ns: não significativo; * significativo a 5% de significância pelo teste F

A significância da interação época × cultivar indica que as cultivares apresentaram comportamento diferenciado em função das condições climáticas a que foram expostas. Tal interação era esperada, uma vez que ocorreu uma grande variação tanto de precipitação quanto de temperatura, durante o período de condução dos ensaios (Figura 1). Este resultado está em concordância com aqueles obtidos por BARBOSA et al. (2011), CAVALCANTE et al. (2011), LELIS et al., (2010), LOPES et al., (2014), REINA et al., (2014) em soja cultivada em diferentes épocas de plantio, avaliando rendimento óleo.

A interação significativa cultivar × adubação revela resposta diferencial das cultivares quando cultivadas em solos com diferentes níveis de K_2O . Esta interação para rendimento de óleo também foi detectada em trabalhos de PETER et al., (2014) e BORKERT et al., (1993). O coeficiente de variação foi de (11,8%), indicando boa precisão na condução do experimento (SCAPIM et al., 1995).

Comparação de médias

As médias das cultivares, em função das épocas, são apresentadas na Tabela 3. Para todas as cultivares, a primeira época de plantio (05/12) propiciou um maior rendimento de óleo que a segunda época (23/01) que, em termos médios foram, respectivamente, de $927,3 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $238,3 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tabela 2). Ressalta-se que em 05/12, a cultivar P 98Y70RR apresentou o menor rendimento de óleo ($739 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e, quando comparada com os rendimentos das cultivares na segunda época (23/01), foi 59,2% superior à melhor cultivar (M 9144RR) que apresentou $302 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

TABELA 3 - Média de rendimento de óleo ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em dez cultivares de soja, em função das épocas de semeadura, em Palmas-TO, Safra 2013/14.

Cultivar	BRS 325RR	M 9144RR	BRS 33871RR	TMG 1288RR	BRS 333RR	P 98Y70RR	TMG 1180RR	BRS 9090RR	M 8766RR	BRS 8990RR	Média
Época 1*	868dA	949cA	946cA	850dA	1.127aA	739eA	936cA	995bA	1.029bA	833dA	927a
Época 2**	138cB	302aB	276aB	292aB	253bB	175cB	286aB	247bB	230bB	182cB	238b
Média	503D	625 B	611B	571C	690A	457E	611B	621B	629B	508D	

* Época 1- Plantio 05/12/2013; **Época 2 - Plantio 23/01/2014.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, nas colunas, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de significância.

Fonte: Elaboração dos autores

No plantio realizado em 05/12, a cultivar BRS 333RR foi a que apresentou o maior rendimento de óleo (1.127 Kg.ha⁻¹), seguida pelas cultivares M 8766RR (1029 Kg.ha⁻¹) e BRS 9090RR (995 Kg.ha⁻¹). O menor rendimento foi obtido por P 98Y70RR (739 Kg.ha⁻¹).

Por outro lado, na segunda época (23/01), as cultivares M 9144RR (302 Kg.ha⁻¹), TMG 1288RR (292 Kg.ha⁻¹), TMG 1180RR (286 Kg.ha⁻¹) e BRS 33871RR (276 Kg.ha⁻¹) foram as que apresentaram maior rendimento de óleo sem, contudo, diferirem entre si. Nesta época, os piores desempenhos foram obtidos por BRS 8990RR (182 Kg.ha⁻¹), BRS 325RR (138 Kg.ha⁻¹) e P 98Y70RR (175 Kg.ha⁻¹), sendo esta última também com o mais baixo rendimento na primeira época de plantio.

Em sementeiras atrasadas (23/01), a redução do rendimento de óleo de todas as cultivares foi decorrente da redução no porte das plantas, ocasionada por encurtamento da fase vegetativa, e pelas restrições hídricas impostas pelo declínio das precipitações pluviais nesse período, a partir de março, coincidindo com a fase reprodutiva de enchimento de grãos (Figura 1). Tais dados reforçam as informações do zoneamento agrícola que indicam o período de sementeira compreendido entre 22/09 a 21/12 como os de menor risco climático para a cultura da soja no Estado do Tocantins (CONAB, 2015).

BARBOSA et al. (2011), estudando o comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de sementeiras, visando à produção de biocombustível no estado do Tocantins, também verificaram reduções no rendimento de óleo com o retardamento da sementeira.

De acordo com LOPES et al. (2014) e BARBOSA et al. (2011), os valores de rendimento de óleo devem refletir os valores de produtividade de grãos, já que foram obtidos a partir do produto entre teor de óleo e produtividade de grãos. BARBOSA et al (2011) e OGLIARI et al. (2012), verificaram em seus estudos a existência de correlações genéticas positivas ($r = 0,99$ e $0,97$, respectivamente) entre o rendimento de óleo e a produtividade de grãos.

O rendimento de óleo, em função das épocas de plantio e doses de K, é apresentado na Tabela 4. A primeira época de plantio (05/12) proporcionou um rendimento de óleo maior que a segunda época (23/01) para todas as doses de K. Tal fato ocorreu em virtude do maior rendimento de óleo das cultivares em 05/12 (Tabela 2) face à melhor distribuição de chuvas nesta época (Figura1)

TABELA 4. Rendimento médio de óleo (Kg.ha⁻¹) em duas épocas de sementeira, em função das doses de K₂O (Kg.ha⁻¹) em Palmas-TO, Safra 2013/14.

Dose (K ₂ O)	0	40	80	120	160	200	Média
EPOCA 1*	583eA	847dA	945cA	1.004bA	1.082aA	1.102aA	927a
EPOCA 2**	193bB	223bB	247aB	249aB	251aB	264aB	238b
Média	388E	535D	596C	6270B	667A	683A	

* Época 1- Plantio 05/12/2013; **Época 2 - Plantio 23/01/2014.

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, pertencem ao mesmo grupo, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaboração dos autores

No plantio realizado em 05/12, as doses de 160 e 200 Kg.ha⁻¹ de K₂O foram as que resultaram em maiores rendimentos de óleo com, respectivamente, 1.082 e 1.102 Kg.ha⁻¹. Abaixo destas doses, foi observado um decréscimo crescente no rendimento em função da redução das doses do adubo. Na segunda época de

plantio (23/01), as doses de 80, 120, 160 e 200 Kg.ha⁻¹ de K₂O proporcionaram os maiores rendimentos de óleo sem, contudo, diferirem entre si. Nesta época, assim como no plantio de 05/12, as doses de 0 e 40 Kg.ha⁻¹ foram as que apresentaram os menores rendimentos.

Os maiores rendimentos de óleo, em ambas as épocas, foram alcançados por doses de potássio superiores à recomendada pela análise de solo (120 Kg.ha⁻¹). Esses resultados estão em conformidade com aqueles obtidos por GONÇALVES JÚNIOR et al., (2010), em soja cultivada em Palotina/PR (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico), e por PETTER et al., (2014), em soja cultivada em Bom Jesus/PI (Latossolo Amarelo distrófico), que verificaram maiores rendimentos de óleo com a aplicação de K₂O acima da dose recomendadas pela análise de solo.

Regressão polinomial

Para as cultivares M 9144RR, TMG 1288RR, P 98Y70RR, TMG 1180RR, M 8766RR e BRS 8990RR, as doses de cloreto de potássio influenciaram significativamente o rendimento de óleo (Kg.ha⁻¹), seguindo um modelo quadrático de resposta, como mostra a Figura 2.

Dentre estas, BRS 8990RR (a), TMG 1288RR (b), M 9144RR (c) e P 98Y70RR (d), apresentaram aumento no rendimento de óleo até alcançarem a máxima eficiência técnica (MET) nas doses de K₂O que foram, respectivamente, 607,7 e 137,4 Kg.ha⁻¹, 649,33 e 161,6 Kg.ha⁻¹, 722,23 e 155,5 Kg.ha⁻¹ e 559,5 e 155,5 Kg.ha⁻¹. A partir da dose que resultou na MET de cada cultivar, houve uma redução no rendimento de óleo (Kg.ha⁻¹), possivelmente, em consequência direta do efeito antagônico de K₂O, que reduziu a absorção de outros cátions, isto é, exerceu forte efeito competitivo sobre os nutrientes (Ca, Mg, N e P), influenciando de forma negativa o desenvolvimento das plantas (CARNICELLI et al., 2000). Ainda segundo PERRENOUD (1977) e MALAVOLTA (1980), o excesso de potássio desequilibra a nutrição das plantas, dificultando a absorção de cálcio e magnésio.

PEDROSO NETO & REZENDO (2005), em Lavras (Podzólico Vermelho-Amarelo, argiloso) e Uberaba (Latossolo Vermelho-Escuro, franco-arenoso), também verificaram o efeito significativo e quadrático das doses de potássio sobre o rendimento de óleo, confirmando a essencialidade do K na síntese e transporte de óleo para os grãos.

Para as cultivares BRS 325RR(g), BRS 33871RR(h), BRS 333RR(i) e BRS 9090 RR(j), o modelo linear foi o mais adequado para explicar a relação entre as doses de K₂O e o rendimento de óleo. Assim, para estas cultivares, bem como para TMG 1180RR(e) e M 8766RR(f), as doses utilizadas no presente estudo não foram suficientes para que as mesmas alcançassem o máximo rendimento de óleo, ou seja, que desenvolvessem plenamente o seu potencial. A cultivar BRS333RR, em comparação com as demais cultivares, apresentou o maior rendimento de óleo, em função do aumento das doses de potássio.

PETTIGREW (2008) e VEIGA et al. (2010), afirmam que o potássio desempenha funções vitais, sendo essencial na síntese e no transporte de óleo para os grãos. Neste sentido, em virtude do comportamento diferencial das cultivares em relação à adubação potássica e épocas de plantio, onde em determinadas situações não foi obtido o máximo rendimento de óleo, há a necessidade de que sejam realizados estudos com doses de K₂O muito acima da recomendada, a partir de resultados de análises de solo, para condições de baixa latitude sob vegetação de cerrado.

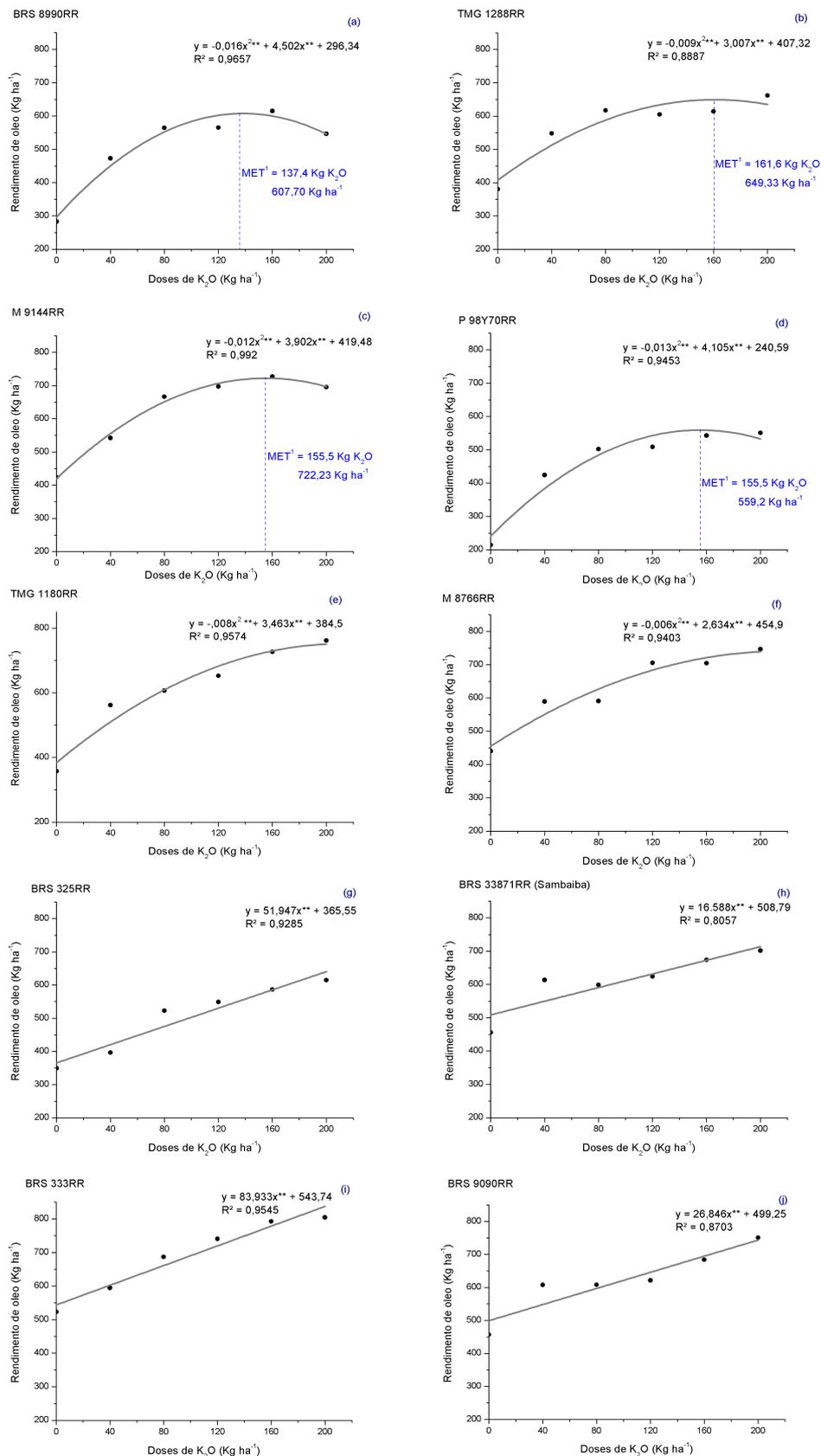


FIGURA 2. Rendimento médio de óleo das cultivares nas épocas, em função das doses de K₂O (Kg.ha⁻¹), em Palmas-TO, Safra 2013/14. ** significativo a 5% pelo teste “t”.
 Fonte: Elaboração dos autores

CONCLUSÕES

- As cultivares de soja apresentam um comportamento diferencial em relação à adubação potássica e épocas de plantio;
- A adubação potássica eleva o rendimento de óleo das cultivares de soja.
- A cultivar BRS 333RR é potencialmente promissora para a produção de biodiesel

REFERÊNCIAS

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

BRANDALISE, L.T.; BERTOLINI, G.R.; ROJO, C.A.; LEZANA, G.R. Classificação de produtos ecologicamente corretos. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 3-24, maio/ago. 2014.

BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; da SILVA, D.N. Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. v 17, p. 223-226, 1993.

CARNICELLI, J.H.; PEREIRA, P.R.G.; FONTES, P.C.R.; CAMARGO, M.I. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 808-810, p. 8, 2000. Suplemento.

CAVALCANTE, A.K.; ESPINDOLA, S.M.C.G.; HAMAWAKI, O.T.; BISINOTTO, F.F.; COSTA, E.G.; GONÇALVES, F.A. Avaliação e seleção de linhagens de soja quanto ao teor de óleo para a produção de biodiesel. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 4 - Quarto Levantamento, Brasília, p. 69, jan. 2015.

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

DANTAS, D.C.P.; NAPOLEÃO, D.C.; PACHECO FILHO, J.G.A.; BARBOSA, C.M.B.M.; BENACHOUR, M.; SILVA, V.L. Modelagem Cinética da Hidrogenação de Óleo de Soja Visando a Produção de Biocombustível. **Scientia Plena**, v.10, n.3, 2014.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Crop Science**, v.11, p.929-931, 1978

GONÇALVES JÚNIOR, A.C.; NACKE, H.; MARENGONI, N.G.; CARVALHO, E.A. de; COELHO, G.F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com

diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 660-666, 2010.

HEIL, C. **Rapid, multi-component analysis of soybeans by FT-NIR Spectroscopy**. Madison: Thermo Fisher Scientific, 2012. 3 p. (Application note: 51954).

LÉLIS, M.M.; HAMAWAKI, O.T.; TAVARES, M.; AQUINO, L.A. de. Teor de óleo para genótipos de soja em três épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 602- 609, July/Aug. 2010.

LIMA, A.A.C.; OLIVEIRA, F.N.S.; AQUINO, A.R.L. de. **Solos e aptidão agrícola das terras do Estado do Tocantins**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Documento 31, 27p, 2000.

LOPES, A.S. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para produção agropecuária**. São Paulo, ANDA, ed. 2, b.5, p. 62p, 1994.

LOPES, L.A.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V. - LÉLIS, M.M. Variabilidade genética entre cultivares de soja, quanto ao rendimento de óleo, no estado do Tocantins. **Comunicata Scientiae**, V.5, n.3, p 279-285, 2014

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 251p. OGLIARI, J.B.; BALBINOT JR., A.A.; BACKES, R.L.; ALVES, A.C. Contribution of yield components on grain yield in maize open pollinated varieties. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 3, p. 180-197, 2012.

PEDROSO NETO, J.C.; REZENDE, P.M. Doses e modos de aplicação de potássio na produtividade de grãos e qualidade de semente de soja (*Glycine Max* (L), Merrill). **FAZU em Revista**, Uberaba, v. 5, n. 2, p. 27-36, 2005.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. Bern: International Potash Institute, 1977. 218p.

PETTER, F.A.; ALVES, A.U.; SILVA, J.A.; CARDOSO, E.A.; ALIXANDRE, T.F.; ALMEIDA, F.A.; PACHECO, L.P. Productivity and quality of soybean seeds as a function of potassium application. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 89-100, jan./fev. 2014.

PETTIGREW, W.T. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. **Physiologia Plantarum**, v.133 p.670-681, 2008.

REINA, R.; PELUZIO, J.M.; AFFERRI, F.S.; OLIVEIRA JUNIOR, W.P.; SIEBENEICHLER, S.C.; Genetic divergence and phosphorus use efficiency in the soybean with a view to biodiesel production. **Revista Ciências Agrônômica**, vol.45 n.2. Fortaleza, 2014

RENGEL, Z. & DAMON, P.M. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. **Physiologia Plantarum**, v.133 p.624-636, 2008.

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

VEIGA, A.D.; VON PINHO E.V.R.; VEIGA.A.D.; PEREIRA,P.H.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**, Lavras, v.34, n.4, p. 953-960, 2010.

VENTUROSO, L.R.; BERGAMIN, A.C.; VALADÃO JÚNIOR, D.D.; LIMA, W.A. DE; OLIVEIRA, W.B. DE; SCHLINDWEIN, J.A.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D. Avaliação de duas cultivares de soja sob diferentes doses de potássio, no município de Rolim de Moura, RO. **Agrarian**, v.2, n.4, 2009.

XIMENES, P. K. M. **O pequeno produtor rural e a viabilidade econômica da cultura da mamona no Sertão Central do Ceará: A proposta de um modelo de simulação da cadeia produtiva do biodiesel**. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Administração) Universidade Estadual do Ceará, 2009.