

TEOR NOS GRÃOS E QUALIDADE DO ÓLEO DE SOJA EM RESPOSTA A FONTES E DOSES DE ADUBO FOSFATADO

José Mateus Kondo Santini¹, Carlos Frederico de Souza Castro², Adriano Perin², Cleidionaldo Silva Furquim³, Leonnardo Cruvinel Furquim⁴

¹Doutorando em agronomia UNESP - Ilha Solteira. ²Professor doutor IF Goiano - Rio Verde. ³Graduando em Eng. Ambiental IF Goiano - Rio Verde. ⁴Técnico Adjunto - Senar/AR-Goiás.

RESUMO: A cultura da soja tem elevada participação no agronegócio brasileiro, ocupando lugar de destaque nas exportações dos produtos agrícolas e na área destinada à agricultura. O presente trabalho objetivou avaliar doses e fontes de fertilizantes fosfatados na adubação de manutenção na cultura da soja, em solo com teor alto de P, visando estudar as modificações do teor de óleo em grãos de soja, bem como, em sua qualidade. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial de 2x4+1. O primeiro fator foram duas fontes de fertilizantes (superfosfato triplo e superfosfato triplo revestido por polímeros), segundo fator quatro doses de fósforo (40, 80, 120 e 240 kg de P₂O₅ ha⁻¹) e uma testemunha (sem P-fertilizante). O experimento foi conduzido à campo e, por ocasião da colheita, os grãos foram colhidos, limpos, secos e triturados com o auxílio de um triturador industrial. Para determinação do teor de óleo, os grãos foram transferidos para aparelhos de extração, tipo Soxhlet. Com o óleo obtido foram realizadas as titulações de índice de Acidez, índice de Peróxidos e índice de Iodo. Diante dos resultados constatou-se que o uso fontes ou doses de P, via adubação, em solos com altos teores, não interferem no teor de óleo dos grãos de soja, bem como, não tem influência em sua qualidade. O uso de Superfosfato triplo convencional se faz como a melhor opção, para a adubação de manutenção. A cultura da soja não responde à aplicação de fósforo em solos com alto teor do elemento.

Palavras-chave: Classificação do óleo, Fertilizante revestido, Fontes fosfatadas, *Glycine max* (L.) Merrill.

CONCENTRATION IN GRAIN AND QUALITY OF SOYBEAN OIL IN RESPONSE TO DOSES AND SOURCES OF PHOSPHATE FERTILIZER

ABSTRACT: The soybean has high participation in agribusiness, occupying a prominent place in exports of agricultural products and the area devoted to agriculture. Thus, the present research aimed to evaluate doses and sources of phosphatic fertilizers in maintenance fertilization in soybean, aiming to study the changes of the oil content in soybeans, as well as in its quality. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in a factorial scheme 2x4 +1. The first factor were two sources of fertilizer (triple superphosphate and triple superphosphate coated by polymers), the second factor consisted of four doses of phosphorus (40, 80, 120 and 240 kg P₂O₅ ha⁻¹) and a control (without P-fertilizer). The experiment was conducted on the field, after harvest, the grains were cleaned, dried, and crushed with the aid of an industrial shredder. For determining the oil content, the grains were transferred to the extraction apparatus, Soxhlet type. With the oil obtained, was performed the

titrations of index acidity, peroxide value and iodine index. Given the results, it was found that using fonts or P doses, via fertilization in soils with high levels, do not interfere in oil content of soybeans as well, has no influence on their quality. The conventional triple superphosphate does as the best option for maintenance fertilization. The soybean crop does not response to phosphorus application in conditions of high phosphorus concentration in the soil.

Key words: Rating of oil, Coated fertilizer, Phosphate sources, *Glycine max* (L.) Merrill.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja com sua elevada participação no agronegócio brasileiro, ocupa lugar de destaque nas exportações dos produtos agrícolas e na área destinada à agricultura. De acordo com a CONAB (2013), dos 52.993.400 hectares produzidos de grãos no Brasil na safra 2012/2013, a soja representa 27.645.900 hectares, e possui elevada importância no consumo de óleo vegetal, perfazendo 86% do mercado brasileiro (NUNES, 2007).

Na avaliação da qualidade do óleo para fins industriais, três índices são avaliados para verificação da qualidade do óleo obtido, sendo eles: índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo. A qualidade do óleo é determinante no processo de fabricação do óleo comestível, pois óleos com alto grau de degradação apresentam custos superiores para a indústria (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Indubitavelmente, a utilização correta de fertilizantes é de grande valia para altas produtividades de grãos, e por consequência de óleo vegetal. Entre os nutrientes, o fósforo (P), apesar de ser requerido em baixas quantidades pelas plantas, é um dos nutrientes que mais limita a produção, devido à sua adsorção pelos colóides do solo, tornando-o pouco disponível para o ciclo das culturas (ALCARDE et al., 1998).

Uma prática para minimizar essa adsorção de P consiste no emprego de adubos revestidos por polímeros que apresentam liberação controlada. Os polímeros propiciam condições de controle e podem contribuir para a sincronia de liberação

de nutrientes de acordo com as necessidades nutricionais das plantas ao longo do ciclo de cultivo, variando o tempo de proteção de dias a semanas (SHAVIV, 1999), minimizando assim, os efeitos de adsorção do P pelo solo (VIEIRA e TEIXEIRA, 2004).

O P tem ativa participação em vários processos metabólicos na planta (VANCE et al., 2003), podendo ocasionar influência direta no teor e na qualidade do óleo. O P está presente em sua própria absorção (ARAÚJO e MACHADO, 2006), e também, em diversos momentos, como no ciclo de Calvin, para a formação de glicose, que posterior, na via da glicólise, será transformada em moléculas de piruvato, NADH e ATP. Como produto final, em oleaginosas, serão formados ácidos graxos, pela reação do piruvato e acetado, para a formação de lipídeos (BELTRÃO e OLIVEIRA, 2007).

Destaca-se também, que no melhoramento vegetal, visando o aumento de produtividade de grãos da soja, pode ter levado a seleção indireta de cultivares com alta responsividade ao uso de fertilizantes, criando-se assim, cultivares modernas de baixa eficiência nutricional (DUNCAN e BALIGAR, 1990). Desta forma, a maior disponibilidade do P no solo, tornando-o passível de absorção, e pode influenciar na produção e qualidade do óleo vegetal da soja.

Em face do apresentado, o presente trabalho teve como objetivo avaliar doses e fontes de fertilizantes fosfatados com e sem revestimento por polímeros na adubação de manutenção da cultura da soja, em solo com teor alto de P, a fim de evidenciar seus efeitos no teor e qualidade do óleo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido à campo, no período entre 29/10/2011 a 09/03/2012, no município de Rio Verde, GO, com localização geográfica entre os paralelos 20° 45' de latitude sul e os meridianos 51° 55' de longitude oeste de Greenwich, com altitude de 748 m. A caracterização físico-química apresentou os seguintes valores: pH (em água) = 5,6; Corg = 35,00 g dm⁻³; P (Mehlich I) = 41,01 mg dm⁻³; K = 6,67 mmol_c dm⁻³; Ca = 37,81 mmol_c dm⁻³; Mg = 17,25 mmol_c dm⁻³; S = 3,1 mg dm⁻³; Al = 0,0 mmol_c dm⁻³; V = 53,91 % e textura média (333 g kg⁻¹ de argila, 166 g kg⁻¹ de silte e 501 g kg⁻¹ de areia).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quadro repetições, em esquema fatorial de 2x4+1. O primeiro fator foram duas fontes de fertilizantes (superfosfato triplo e superfosfato triplo revestido por polímeros), o segundo fator quatro doses de aplicação (40, 80, 120 e 240 kg P₂O₅ ha⁻¹) e mais um tratamento adicional (testemunha sem P-fertilizante).

A dessecação da área foi realizada em 21/10/2011, utilizando herbicida glyphosate, na dose de 960 g i.a ha⁻¹. Antecedendo a semeadura do experimento, as sementes da variedade de soja NA 7337 RR foram tratadas com Imidacloprid e Thiamethoxam, ambos na dosagem de 105 g i.a para cada 100 kg de sementes de soja. Posteriormente, foi realizada a inoculação da soja com *Bradyrhizobium japonicum* na dosagem de 200 gramas de inoculante (turfa moída) para 40 kg de sementes, sendo considerada a concentração mínima de 10⁸ células viáveis grama⁻¹ de turfa. Simultaneamente à semeadura foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de KCl, e P de acordo com cada tratamento.

Cada unidade experimental possuiu 5 linhas, espaçadas entre si 0,45 m, com 5 m de comprimento. Foi considerada como área útil da parcela as 3 fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, totalizando 5,4 m². A semeadura foi realizada em 29/10/2011, distribuindo-se 18 sementes por metro no sulco de plantio, utilizando uma semeadora-

adubadora.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado com o uso do herbicida glyphosate, na dose de 960 g i.a ha⁻¹ aos 15 e 40 dias após a emergência (DAE). Também foi realizado o controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) aos 45 DAE com Teflubenzurom (50 mL ha⁻¹). A partir dos 60 DAE, procurou-se identificar focos de ferrugem asiática. Neste período, foi aplicado o fungicida trifoxystrobin + ciproconazole (300 mL ha⁻¹), preventivamente, uma vez que a doença não foi encontrada. Doze dias após esta aplicação, outra amostragem foi realizada no experimento e constataram-se focos da doença. Efetuou-se então o controle da mesma com o fungicida azoxystrobin + ciproconazole (300 mL ha⁻¹). Essa mesma prática foi repetida aos 85 DAE.

A colheita manual foi realizada aos 120 DAE e, posteriormente, com o auxílio de uma trilhadora mecânica o material foi trilhado, os grãos foram limpos, para remover impurezas graúdas, homogeneizados e mantidos em temperatura controlada. Com os grãos devidamente limpos e secos, foram triturados com a ajuda de um triturador industrial.

Para determinação do teor de óleo, cerca de 200 g de grãos foram separadas em três porções homogêneas e transferidas para três aparelhos de extração, tipo Soxhlet. Foram adicionados cerca de 350 mL de Hexano (solvente) por extrator e mantido sob aquecimento constante durante 8 horas. O solvente foi destilado sob pressão reduzida em evaporador rotativo, para separar o óleo do solvente, e o teor de óleo foi determinado em relação à massa de grãos com teor de 13% de umidade, com o óleo obtido. O óleo obtido foi armazenado em temperatura controlada, até a realização das titulações de índice de Acidez, índice de Peróxidos e índice de Iodo, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985).

Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do programa Assistat[®]. Para as variáveis com efeito significativo entre as doses, foram realizadas análises de

regressão, enquanto que a comparação entre os fertilizantes foi por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, para a comparação com a testemunha foi realizado teste Dunnett a 5%. Para efeito de comparação de médias, na variável índice de Peróxidos, procedeu-se a transformação de dados utilizando a fórmula: $\sqrt{x+0,5}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre as fontes e doses estudadas para nenhuma variável

Tabela 1. Teor de óleo, Índice de Acidez, Índice de Peroxido e Índice de lodo, submetidos a diferentes fontes e doses de fertilizantes fosfatados comparados com a testemunha (sem P-Fertilizante) na cultura da soja.

Fontes Fosfatadas	Doses kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	Teor de óleo %	Índice Acidez	Índice Peroxido	Índice lodo
			mg KOH (g óleo) ⁻¹	meq. de oxigênio ativo (kg de óleo) ⁻¹	g de I ₂ (100g de óleo) ⁻¹
Superfosfato Triplo revestido	40	7,3838 ^{ns}	0,5274 ^{ns}	1,7280 ^{ns}	93,2950 ^{ns}
	80	9,4114	0,3735	1,6877	84,4150
	120	8,4337	0,4230	2,4362	85,8100
	240	8,8231	0,4140	2,8165	93,8400
Superfosfato Triplo	40	7,7004	0,4414	3,4508	93,0600
	80	8,2063	0,4495	2,7020	88,5850
	120	7,6364	0,4312	1,9415	87,1475
	240	8,5338	0,4860	3,6292	87,7700
Testemunha	0	9,6239	0,4628	3,1730	87,2950
DMS		2,5400	0,1319	2,6860	11,1619

^{ns} Não-Significativo de acordo com teste de Dunnett a 5%.

Entre as fontes testadas (superfosfato triplo e superfosfato triplo revestido por polímeros), não houve diferenças nas análises de teor de óleo, Índice de Acidez, Índice de Peroxido e Índice de lodo (Tabela 2). Resultado este, devido ao teor elevado de P no solo, e independente da fonte utilizada, o nutriente presente no solo foi suficiente à cultura. Dessa forma, as fontes estudadas não acarretam melhoras no teor e na qualidade do óleo de soja.

Resultados para produtividade de grãos em condições edáficas equiparadas a este trabalho foram observados por Valderrama et al. (2009) e Valderrama et al. (2011), onde não observaram diferença entre as fontes estudadas, verificando que o fator

fonte de fertilizante fosfatado (com ou sem revestimento por polímeros) não altera, também, a produtividade de grãos. Já para trabalhos com qualidade de óleo em função de adubação são escassos, tornando-se assim, difícil comparação com o presente trabalho.

Nas doses de P testadas, não houve ajustes no teor de óleo, Índice de Acidez, Índice de Peroxido e Índice de lodo (Tabela 2). O não ajuste entre as doses é correlacionado ao elevado teor de P no solo, e, por apresentar condições edafoclimáticas adequadas à cultura da soja, não há grande influência na cultura, resultando em não mudanças abruptas na qualidade desse óleo. Resultado semelhante foi encontrado por Kasai et al. (1998), com a aplicação de doses de P (0, 40 e

Tabela 2. Teor de óleo, índice de Acidez, índice de Peroxido e índice de lodo submetidos a diferentes fontes e doses de P na cultura da soja.

Tratamentos	Teor de óleo %	Índice Acidez mg KOH (g óleo) ⁻¹	Índice Peroxido meq. de oxigênio ativo (kg de óleo) ⁻¹	Índice lodo g de I ₂ (100g de óleo) ⁻¹
Fontes de Fósforo				
Superfosfato triplo	8,5130 ^{ns}	0,4345 ^{ns}	2,1671 ^{ns}	89,3400 ^{ns}
Superfosfato triplo revestido	8,0192	0,4520	2,9309	89,1406
Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				
40	7,5421 ^{ns}	0,4844 ^{ns}	2,5894 ^{ns}	93,1775 ^{ns}
80	8,8088	0,4115	2,1949	86,5000
120	8,0350	0,4271	2,1888	86,4787
240	8,6785	0,4500	3,2228	90,8050
CV (%)	15,04	14,76	20,40 [*]	6,25

^{ns} Não-Significativo; ^{*} Dados transformados utilizando a formula: $\sqrt{x+0,5}$.

80 kg ha⁻¹ de P₂O₅), não observando efeito no acréscimo no teor de óleo.

Vale ressaltar, que com a colheita dos grãos existe a exportação do P, tornando necessário a reposição por meio da adubação de manutenção, mesmo sem a influência na qualidade e teor do óleo. Sousa e Lobato (2004) citam que em solos de teor alto de P, é necessário a utilização de 30 a 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ como adubação fosfatada de manutenção, sendo imprescindível sua utilização.

Entre os teores de óleo, nas fontes e as doses de P avaliadas (Tabela 2), observa-se que os valores são inferiores aos encontrados por Bonato et al. (2000), comparando 26 cultivares/linhagens de soja. Da mesma forma, Cavalcante et al. (2011) encontraram valor médio do teor de óleo de 16,75% nos grãos de soja, com o maior teor de óleo encontrado na linhagem UFU-101 (21,59%) e o menor teor encontrado na linhagem UFU-109 (13,51%).

Os menores teores obtidos nesse trabalho, quando comparado com a literatura supracitada, é devido a soma de três fatores que em conjunto conferiram redução no teor de óleo, sendo eles: os teores encontrados por esses autores estão em % em massa seca, diferindo deste experimento, que foi realizado as análises em % em massa fresca, com a umidade da soja corrigida para 13%, outro fator relevante é a ocorrência do *La Ninã*, que

influenciou as condições climáticas da região, ocasionando redução de temperatura e estiagens prolongadas (CONAB, 2012) e, por fim, a utilização de grãos sem beneficiamento.

Entre as fontes e doses testadas (Tabela 2), não houve efeito significativo para o índice de acidez, porém, os valores encontrados são menores ao da resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999 específica (ANVISA, 1999). Segundo Angelucci et al. (1987), o alto teor de acidez do óleo bruto aumenta o custo para a neutralização, e também é indicador de sementes de baixas qualidades, de manuseio e armazenamento impróprios ou do processamento insatisfatório. O índice de acidez é o expresso pela quantidade necessária de hidróxido de potássio para a neutralização os ácidos livres em 1g de óleo, utilizado frequentemente para analisar a hidrólise de óleos e gorduras (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Na análise de índice de peróxido, foi observado que não houve diferença entre as fontes e doses testadas (Tabela 2), além de todos os tratamentos estarem de acordo com a resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999 (ANVISA, 1999), onde cita que o valor máximo do índice de peróxido é de 10 meq. de oxigênio ativo (kg de óleo)⁻¹.

Tais resultados corroboram com os dados de Al-kahtani (1989) citado por Gomes (2003), onde estipula que o valor do índice de acidez deve ser de 1,9 a 5,4 10 meq. de

oxigênio ativo (kg de óleo)⁻¹. O índice de peróxido visa detectar o número de milequivalentes de oxigênio ativo contidos em um quilograma de óleo, sendo este, o responsável pelo ranço dos óleos e gorduras, causando seu odor e sabor característico (RAMALHO e JORGE, 2006).

Não foi observada diferença entre as fontes e doses testadas (Tabela 2) no índice de Iodo, com valores que variaram de 89,34 e 89,14 g de I₂ (100g de óleo)⁻¹ (fontes de P), e 86,47 a 93,17 g de I₂ (100g de óleo)⁻¹ (doses de P). Nota-se que esses valores apresentados são inferiores ao da resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999 específica (ANVISA, 1999), normatizando valores na faixa de 120-143 g de I₂ (100g de óleo)⁻¹, e também, inferiores à faixa citada por Cecchi (2003) que varia de 120-141 g de I₂ (100g de óleo)⁻¹.

Para cada óleo existente a faixa característica do índice de iodo, cujo método empregado está relacionado também com sua determinação. Esta diferença encontrada pode ser explicada pelo método utilizado, no qual no presente trabalho adotou-se o método de Hanus, que é o método mais utilizado em laboratórios de indústrias e nas análises para fins comerciais, já os métodos de Hubl, Wijs, são métodos utilizados em laboratórios oficiais de vários países (INSTITUTO ADOLFOLUTZ, 1985).

De acordo com Maia (2006), quanto maior for o índice de Iodo, maior será a instauração do óleo, havendo maior probabilidade da amostra ser considerada óleo que gordura. Os óleos utilizados nesta pesquisa podem ser classificados como semi-secos, por apresentarem índice de iodo entre a faixa de 80 a 140 g de I₂ (100g de óleo)⁻¹. Segundo Cecchi (2003), esta determinação é importante para a classificação de óleos e gorduras e para o controle de alguns processamentos.

CONCLUSÃO

O uso de fontes ou doses de P, via adubação, em solos com altos teores, não interferem no teor de óleo dos grãos de soja, bem como, não tem influência em sua

qualidade.

O uso de Superfosfato triplo convencional se faz como a melhor opção, para a adubação de manutenção, em vista, do menor valor comercial.

A cultura da soja não responde à aplicação de fósforo em condições de altas concentrações no solo. O aumento das concentrações de P do solo, não acarreta em modificações em relação ao óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência da adubação**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1998. 35 p.

ANVISA. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 82-87, 1999.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 10, 432 p.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Biossíntese e Degradação de Lipídios, Carboidratos e Proteínas em Oleaginosas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 61 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 178)

BONATO, E. R. et al. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p.2391-2398, 2000.

CAVALCANTE, A. K. et al. Determinação e avaliação do teor de óleo em sementes de soja pelos métodos de ressonância magnética nuclear e soxhlet. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p.8-15, 2011.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e**

práticos em análise de alimentos. 2. ed. rev. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003. 207 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2011/12** – Décimo Segundo Levantamento – Setembro/2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_graos_-_setembro_2012.pdf>. Acesso em: 17 set. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2012/13** – Sexto Levantamento – Março/2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

DUNCAN, R. R.; BALIGAR, V. C. Genetics, breeding, and physiological mechanisms of nutrient uptake and use efficiency: An overview. In: BALIGAR, V. C.; DUNCAN, R.R. (eds). **Crops as enhancers of nutrient use**. New York: Academic Press, 1990. cap. 1, p.3-35.

GOMES, J. C. et al. Efeito do dessecante Paraquat na qualidade da fração lipídica da soja, **Revista Ciências Agrotecnologia**, Larvas, v. 27, n. 1, p.178-184, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3º. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. v. 1, 1985. 533 p.

KASAI, F. S. et al. Adubação fosfatada e épocas de colheita no amendoim: Efeitos na produção de óleo e de proteína. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, 1998. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000100018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 de agosto de 2014.

MAIA, A. M. et al. Influence of sodium metabisulfite and glutathione on the stability of vitamin C in O/W emulsion and extemporaneous aqueous gel. **International Journal of Pharmaceutics**, Londres, v. 322, n. 1-2, p.130-135, 2006.

NUNES, S. P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. **Boletim Eletrônico do Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais**, Curitiba, v. 1, n. 159, p.1-10, 2007.

RAMALHO, V. C; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p.755-760, 2006.

SHAVIV, A. Preparation methods and release mechanisms of controlled release fertilizers: Agronomic efficiency and environmental significance. **International Fertilizer Society, Iorque**, n. 431, p.1-35, 1999.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, p.1-49, 2001.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. cap. 12, p.283-316.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p.254-263, 2011.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p.191-196, 2009.

VANCE, C. P. et al. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytologist**, Oxford, v. 157, n. 3, p.423-447,

2003.

VEGRO, C. L. R.; FERREIRA, C. R. R. P. T. Evolução do consumo de fertilizantes no estado do Mato Grosso, 1987-2002. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 2, p.1-8, 2004.

VIEIRA, B. A. R. M.; TEIXEIRA, M. M. Adubação de liberação controlada chega como solução. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, v. 3, n. 41, p.4-8, 2004.