

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

CRISTIANO JOSÉ DO AMARAL

**USO DE FERTILIZANTES FOLIARES À BASE DE ENXOFRE EM DIFERENTES
ÉPOCAS NA CULTURA DA SOJA**

**Uberlândia – MG
Dezembro – 2007**

CRISTIANO JOSÉ DO AMARAL

**USO DE FERTILIZANTES FOLIARES À BASE DE ENXOFRE EM DIFERENTES
ÉPOCAS NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Regina Maria Quintão Lana

**Uberlândia – MG
Dezembro – 2007**

CRISTIANO JOSÉ DO AMARAL

**USO DE FERTILIZANTES FOLIARES À BASE DE ENXOFRE EM DIFERENTES
ÉPOCAS NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 07 de dezembro de 2007

Prof(a). Dra. Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

Eng(a). Agr. Fernanda Bueno Sampaio
Membro da Banca

Eng. Agr. Marcos Vieira de Faria
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as conquistas concedidas.

Aos meus pais, por terem originado a minha vida e ter me dado a oportunidade de estudar.

Aos meus irmãos que me ajudaram a concluir o curso.

Aos meus amigos, em especial aqueles que me ajudaram diretamente na condução deste trabalho.

RESUMO

O enxofre é um elemento essencial e indispensável para a obtenção de altas produtividades na cultura da soja. Casos de deficiência de enxofre têm ocorrido com maior frequência, devido ao uso de formulados mais concentrados que não contém esse nutriente, sendo necessário supri-lo através de outras fontes. A adubação foliar constitui-se em uma forma rápida e eficaz para suprir a deficiência de enxofre à cultura da soja. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de fontes de enxofre foliar, sobre a produtividade da cultura da soja. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Capim Branco, localizada no município de Uberlândia, MG. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Utilizou-se a cultivar BRS MG 68, a adubação de semeadura adotada foi de 250 kg ha⁻¹ da formulação 00-30-15 e adubação de cobertura com 78 kg ha⁻¹ de KCl. O tratamento 1 foi a testemunha, onde não realizou adubação foliar. Nos tratamentos 2, 3 e 4 realizou adubação foliar à base de enxofre na fase de 4-6 folhas, com dose de 1 L ha⁻¹, 2 L ha⁻¹ e 3 L ha⁻¹, respectivamente. Nos tratamentos 5, 6 e 7 realizou adubação foliar à base de enxofre na fase de pré-florada, com doses de 1 L ha⁻¹, 2 L ha⁻¹ e 3 L ha⁻¹, respectivamente e no tratamento 8 realizou adubação foliar com um fertilizante à base de enxofre considerado referência neste trabalho, por ser registrado no MAPA. Foram avaliados a produtividade (kg ha⁻¹), peso de 1000 grãos (g), teores de enxofre nas folhas (g kg⁻¹) e melhor época de aplicação do fertilizante. O fertilizante foliar à base de enxofre resultou aumento de produção significativa em todos os tratamentos com relação a ausência de adubação foliar. O peso de 1000 grãos(g), o teor de enxofre foliar e a época de aplicação não foram significativos. A dose de fertilizante foliar que resultou em maior produtividade foi a de 2,06 L ha⁻¹ cuja produção correspondeu a 3767,6 kg ha⁻¹.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	06
2 REVISÃO DE LITERATURA	09
2.1 Relação Nitrogênio : Enxofre	09
2.2 Necessidade de enxofre na cultura da soja	10
2.3 Adubação foliar de enxofre	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Descrição da área	12
3.2 Delineamento experimental	13
3.3 Condução do experimento	14
3.4 Avaliação do experimento	15
3.5 Análise estatística	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Produtividade, teor de enxofre foliar e peso de mil grãos	16
4.2 Época de aplicação do enxofre foliar	18
4.3 Doses de enxofre foliar	18
5 CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma espécie originária da Ásia, onde vem sendo cultivada há centenas de anos. Atualmente é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, tanto em produção como na exportação.

O aparecimento da soja se deu através do cruzamento natural entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da China. Desde então, é utilizada nesse país na alimentação humana há mais de cinco mil anos (EMBRAPA, 2000).

Segundo Neto (2004), a cultura foi introduzida no Brasil em 1882 na Bahia, como planta forrageira. A partir dos anos 40, ganhou valor comercial como grão nos estados do Rio Grande do Sul (RS) e São Paulo (SP). Na década de 70 se iniciou uma histórica expansão no Brasil, devido aos programas de melhoramento genético, que em função do incentivo comercial do grão que na época agregava valores de até US\$ 400,00 por tonelada, deste modo, a pesquisa brasileira conseguiu adaptar a soja em várias regiões.

Na década de 80, por meio destes programas de melhoramento houve a inclusão de genes do período juvenil e lançamento da cultivar Doko proporcionando a expansão da soja nos Cerrados e depois com a cultivar Tropical. A sojicultura conquistou as regiões Norte e Nordeste, abrindo novas áreas de cultivo. Hoje, a soja é a principal cultura do país, responsável por 10% das exportações brasileiras, tornando o segundo maior produtor mundial, seguindo uma perspectiva de se tornar o líder dentre três a quatro anos. Por este, dentre outros números, o agronegócio é responsável por 40% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (NETO, 2004).

Um dos maiores motivos para a sojicultura ter atingido este nível de empreendimento foi a agregação de altas tecnologias, atreladas ao desenvolvimento da pesquisa.

Nos últimos anos a área plantada de soja no Brasil tem aumentado, alcançando na safra 2002/2003 uma área de 18.474,8 mil hectares atingindo uma produção de 52.017,5 mil toneladas e uma produtividade média de 2.816 kg ha⁻¹. Na safra 2003/2004 a produtividade foi de 2.329 kg ha⁻¹ em uma área de 21.375,8 mil hectares, com uma produção total de 49.792,7 mil toneladas. Observa-se que apesar de um aumento da área cultivada com soja a produção foi reduzida devido às epidemias de ferrugem e seca. De acordo com os dados da safra 2004/2005 houve um novo

aumento passando para 23.301,1 mil hectares, porém a produtividade caiu novamente, sendo de 2.208 kg ha⁻¹, com uma produção de 51.425 mil toneladas. Na safra 2005/2006 a área estimada foi de 22.229,3 mil hectares, com uma produção total atingindo 53.413,9 mil toneladas tendo uma produtividade de 2.511 kg ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2007). Para a safra 2006/2007 o sentimento de curto prazo é de uma safra sul-americana recorde, garantindo boa disponibilidade para este ano comercial.

De acordo com a CONAB (2007), que divulgou em novembro deste ano o seu segundo levantamento para a safra de grãos. Na safra de 2006/2007, obteve uma produção de 58391 mil toneladas e uma área plantada de 20686 mil ha⁻¹. Para a safra 2007/2008 estima-se um crescimento de 2,5% (514,4 mil hectares) na área plantada e uma aumento de 1,7% (980,5 mil toneladas) na produção. Esse crescimento de área está ocorrendo, basicamente, sobre as áreas que deixaram de ser plantadas na safra 2006/07, pois naquela ocasião, os preços eram pouco atrativos e os produtores abandonaram essas áreas.

Os problemas cambiais e a baixa rentabilidade da cultura juntamente com o avanço da cana-de-açúcar inviabilizam o seu crescimento no Brasil. No entanto, o governo tem incentivado programas como o biodiesel tentando manter o sojicultor no agronegócio.

Os investimentos em adubação são os custos que mais pesam no bolso do produtor rural. Em 2006, os fertilizantes representavam cerca de 23,5% do custo total dos insumos para produção de soja e, em 2007, já chegam 31,4% (GOMES, 2007).

O elemento mais requerido pela soja é o nitrogênio, seguido pelo potássio, enxofre e fósforo. Em relação aos micronutrientes, é importante observar as pequenas quantidades necessárias para suprir a cultura da soja, porém, não se deve deixar faltar nenhum deles, pois são essenciais, e com a falta de apenas um deles não haverá bom desenvolvimento e rendimento de grãos (lei do mínimo).

O enxofre é o terceiro elemento mais requerido pela soja e sua deficiência causa queda na produtividade, segundo a lei do mínimo.

A análise de solo é imprescindível para a recomendação das quantidades necessárias de nutrientes para obter boa produtividade. É necessário também realizar a análise foliar que é utilizada para determinar o teor de nutrientes no tecido vegetal, identificar possíveis deficiências e toxidez de nutrientes e auxiliar no conhecimento do estado nutricional da cultura. Através da análise de folhas é possível interpretar os efeitos da adubação já efetuada e ajustar a adubação da

cultura seguinte de acordo com o teor de nutrientes encontrado nas folhas, que é o órgão da planta que melhor representa o potencial produtivo da cultura.

A deficiência de S na agricultura ocorre em diversas regiões do Brasil, em razão da baixa fertilidade do solo (MALAVOLTA, 1982), associada à pequena quantidade de matéria orgânica, do aumento da exportação de S pelos grãos, causados por produtividade elevada das variedades melhoradas, e da lixiviação de sulfato, acentuada pela aplicação de calcário e fósforo.

Segundo a EMBRAPA (2007), nos últimos anos, casos de deficiência de enxofre têm ocorrido com maior frequência devido à diminuição no uso de fertilizantes que contenham esse nutriente. Por essa razão, a aplicação de enxofre tornou-se necessária para a manutenção e aumento da produtividade das culturas.

Uma das maneiras que o produtor tem de fornecer o enxofre é por meio da adubação foliar empregando produtos à base de enxofre, certificados no Ministério da Agricultura, com a finalidade de solucionar a deficiência deste nutriente.

No mercado brasileiro são comercializadas várias fontes de enxofre, sem o embasamento científico suficiente para se justificar o uso crescente dessas formulações em adubação foliar (VITTI et al., 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de fontes de enxofre foliar, sobre a produtividade da cultura da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Relação Nitrogênio : Enxofre

A relação N:S da adubação influencia a resposta das plantas, sendo que, ao se elevar a dose de N na adubação, é necessário aumentar a dose de S, correspondentemente, para se garantir o equilíbrio desses nutrientes dentro da planta e obter-se, desse modo, melhor resposta por parte das plantas (CUNHA et al., 2001). A relação de N:S está intimamente relacionado, pois o S é constituinte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina e, portanto, das proteínas que os contêm. Para Malavolta (1980) as proteínas são os compostos nos quais a maior parte do S se incorpora; há uma estequiometria muito fixa entre o N e S; em média, o teor de S nas proteínas é de $1,0 \text{ g kg}^{-1}$, e o N é de $15,0 \text{ g kg}^{-1}$.

Devido a essa relação em condições de moderada deficiência de S o conteúdo de proteína das plantas é reduzido, sem que ocorra redução do crescimento da planta; a deficiência severa desse nutriente reduz a taxa de síntese protéica mais do que a taxa de fixação de N, o que provoca acúmulo de N não-protéico (MOREIRA et al., 1997), ou seja, o enxofre está limitando a produção.

Entretanto, bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (*B. japonicum* e *B. elkanii*), que se associam ao sistema radicular da soja, estabelecem uma importante simbiose, fornecendo todo o nitrogênio que a planta necessita, formando estruturas especializadas nas raízes, chamadas nódulos, nos quais ocorre o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Graças a essa simbiose não é necessário realizar adubação com N, tornando viável financeiramente o plantio da soja no cerrado, precisando fornecer somente os outros nutrientes à cultura, entre eles o enxofre que está intimamente relacionado ao N.

Porém, segundo Hungria et al. (1997), pesquisadores da EMBRAPA, afirmam que a fixação biológica consegue converter nitrogênio do ar em compostos nitrogenados em doses equivalentes a 60 a 250 kg de N ha^{-1} que serão utilizadas pela soja. Afirmam ainda que os fertilizantes nitrogenados prejudicam a fixação biológica do N, e mesmo uma dose inicial não traz benefícios ao rendimento da cultura. De maneira geral, a EMBRAPA tolera doses de N

menores que 20 kg há⁻¹, desde que as fórmulas de adubo que contenham N sejam mais econômicas que as sem N (HENNING et al., 1997).

2.2 Necessidade de enxofre na cultura da soja

A absorção de enxofre pela planta de soja, é de 10 kg para cada 1000 kg de grãos produzidos, quantidade esta que deve ser adicionada anualmente como manutenção, ou seja, 30 kg quando se espera uma produtividade de 3000 kg ha⁻¹ de grãos (EMBRAPA, 2007).

Em geral, solos há muitos anos sob exploração, com uso de formulações de fertilizantes desprovidos de S, podem apresentar baixa disponibilidade desse nutriente, pois com o cultivo sucessivo os grãos acabam exportando o enxofre. Isso pode resultar em sintomas de deficiência nas culturas, acarretando queda de produtividade, principalmente em solos pobres desse nutriente e com baixos teores de matéria orgânica. Nesse cenário, a soja é a maior exportadora de S da agricultura brasileira, com 77,3 mil toneladas por ano (YAMADA; LOPES, 1998).

Estudos realizados por Nogueira e Melo (2003), alertaram pela sua alta mobilidade no solo e por isso atenção precisa ser dada a esse nutriente, para que sua disponibilidade não venha a ser limitante às culturas, pois sua alta mobilidade acarreta em baixo residual, sendo necessário realizar a adubação com enxofre todos os anos, porém a quantidade proveniente da mineralização da matéria orgânica pode ser suficiente para suprir as necessidades da cultura.

2.3 Adubação foliar de enxofre

A adubação foliar consiste em uma maneira de se fornecer o enxofre para as plantas. Assim, como a adubação tradicional via solo tem um objetivo específico, ou seja, complementar a nutrição da planta em quantidade e qualidade em relação ao que o solo pode fornecer, a adubação foliar também precisa ser definida e utilizada com objetivos específicos e baseada em critérios técnicos/econômicos. Mas em se tratando de um macro nutriente como o enxofre, essa

prática deve ser empregada como uma medida complementar à adubação via solo (FREIRE et al., 1981).

O período em que os nutrientes são absorvidos em maior quantidade corresponde à fase do desenvolvimento da planta em que as exigências nutricionais são maiores. Este período vai de V2 (primeiro trifólio completamente desenvolvido) até R5 (início de enchimento de grãos). A velocidade de absorção aumenta durante a floração e o início de enchimento dos grãos. Aliado ao aumento da velocidade de absorção, verifica-se também uma alta taxa de translocação na planta ao longo desse período (STAUT, 2007).

O S pode ser absorvido diretamente pelas folhas na forma oxidada ou reduzida. Compostos contendo S reduzido podem ser transportados na direção acrópeta para as folhas em desenvolvimento, assim como na direção basípeta para o caule e as raízes. Ensaio conduzidos por Silva, (2003), mostraram que a absorção, a assimilação e a redistribuição de S na soja se processam com bastante rapidez, sendo o sulfato o principal composto transportado no floema e xilema . Portanto o enxofre pode ser suprido via solo ou foliar, tendo o mesmo resultado, devido a sua alta absorção e redistribuição.

No mesmo ensaio o S aplicado às folhas foi transportado tanto na direção acrópeta quanto na basípeta nas plantas de milho e de soja. A aplicação foliar de ^{35}S resultou em pronta absorção e rápida translocação do radioisótopo para todas as partes da planta, porém a soja apresentou um maior percentual de transporte acrópeta de ^{35}S , principalmente para as folhas superiores, demonstrando que o ápice da parte aérea e os galhos são drenos preferenciais de enxofre.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área

O experimento foi realizado na área experimental da Fazenda Capim Branco, localizada no município de Uberlândia, MG, com declividade suave a aproximadamente com 850 m de altitude. O clima é do tipo Aw (tropical estacional de savana) na classificação de Koppen. A precipitação e temperatura média em torno de 1200 mm ano⁻¹ e 25°C, estando as chuvas concentradas nos meses de novembro e março, umidade relativa do ar variando de 50-60% a 85-90%. O tipo de solo é o Latossolo Vermelho, sendo que a área foi cultivada com milho no ano anterior.

Esse solo foi previamente analisado e apresentou as seguintes características (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Análise química do solo da Fazenda Capim Branco. Uberlândia - MG, 2005.

pH	P	K	Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	SB	t	T	V	M.O.
1:2,5	.....mg dm ³.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....%
6,5	2,6	96,3	0,0	2,5	1,4	2,1	4,2	4,21	6,28	67	2,5

P, K (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Al, Ca, Mg = (KCl mol L⁻¹); M.O. = (Walkley-Black), SB= soma de bases/t = CTC efetiva/ T= CTC a pH 7,0/ V= Sat. por bases.

Tabela 2. Análise de micronutrientes do solo da Fazenda Capim Branco. Uberlândia - MG, 2005.

B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ⁻²
.....
0,14	7,1	17	2,1	0,7	4

B = [BaCl₂.2H₂O a 0,125% à quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = [DTPA 0,005M+CaCl 0,01M+ TEA 0,1M a pH 7,3]; S-SO₄⁻² = Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol L⁻¹

3.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 8 tratamentos e 4 repetições, totalizando 32 parcelas. As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 6m, com 0,5 m entre linhas, totalizando uma área de 18 m². A área útil considerada foi de 12 m², já que foram colhidas apenas 4 linhas de 6 metros. Todas as parcelas receberam adubação básica de acordo com a análise de solo e recomendação para a cultura.

Os tratamentos consistiram na adubação foliar em diferentes doses e épocas, com o fertilizante à base de enxofre (Tabela 3).

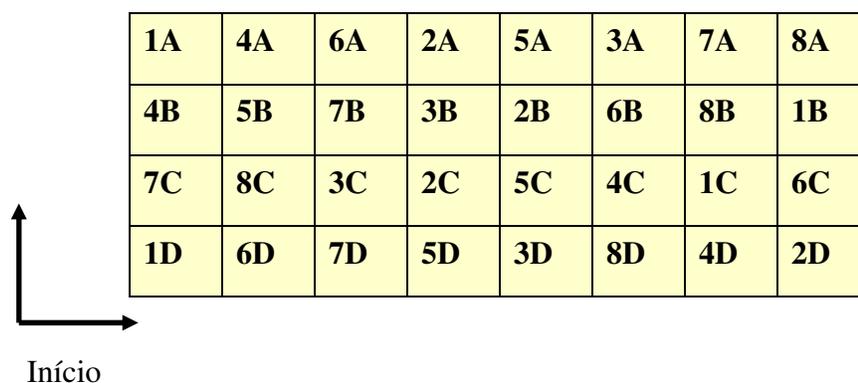
A concentração dos produtos utilizados é de 55% de enxofre e densidade de 1,3 g cm⁻³.

Tabela 3. Relação das épocas e doses de aplicação de cada tratamento.

Tratamentos	Aplicação	Dosagem	Quantidade de enxofre aplicado
1	Testemunha / Ausência de adubação foliar.	-	
2	*Enxofre (4-6 folhas)	1,0 L ha ⁻¹	715 g cm ⁻³
3	Enxofre (4-6 folhas)	2,0 L ha ⁻¹	1430 g cm ⁻³
4	Enxofre (4-6 folhas)	3,0 L ha ⁻¹	2145 g cm ⁻³
5	Enxofre (pré-florada)	1,0 L ha ⁻¹	715 g cm ⁻³
6	Enxofre (pré-florada)	2,0 L ha ⁻¹	1430 g cm ⁻³
7	Enxofre (pré-florada)	3,0 L ha ⁻¹	2145 g cm ⁻³
8	Fertilizante-S com registro no MAPA (4-6 folhas) / Referência neste ensaio.	2,0 L ha ⁻¹	1430 g cm ⁻³

*Fertilizante foliar

CROQUI DO EXPERIMENTO



3.3. Condução do experimento

O herbicida utilizado na dessecação foi o glyphosate (3 L ha^{-1} , 15 dias antes da semeadura), conforme o levantamento de plantas infestantes feito na área.

A semeadura da soja ocorreu no dia 16/11/2005, utilizando a cultivar BRS MG 68 (Vencedora). Na ocasião da semeadura, as sementes foram inoculadas (0,1 L inoculante + 0,3 L água + 3% açúcar para 40 kg sementes) e tratadas com fungicida (0,3 L de Vitavax para 40 kg de sementes).

A adubação realizada no sulco de semeadura foi feita utilizando 250 kg ha^{-1} da formulação 00-30-15 e no dia 15/12/2005, quando a soja apresentava-se com o segundo trifólio completamente aberto, foi realizada uma adubação de cobertura com 78 kg ha^{-1} de KCl.

A aplicação do fertilizante foliar à base de enxofre nos tratamentos 2, 3, 4 e 8 foi realizada no dia 22/12/2005, quando a soja apresentava-se com o terceiro trifólio completamente aberto.

O controle de plantas daninhas foi feito no dia 27/12/2005, quando a soja apresentava o quarto trifólio completamente aberto, aplicando-se 40 g ha^{-1} de Classic, $0,4 \text{ L ha}^{-1}$ de Cobra e $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de Verdict.

A aplicação do fertilizante foliar à base de enxofre nos demais tratamentos (5, 6 e 7) foi feita na fase de pré-florada (10/01/2006) e coincidiu com a aplicação do fungicida Folicur ($0,5 \text{ L ha}^{-1}$).

3.4 Avaliação do experimento

A avaliação do experimento no campo ocorreu entre os meses de novembro/2005 à março/2006.

Foram avaliados a produtividade (kg ha^{-1}), os teores de enxofre nas folhas de soja, peso de 1000 grãos (g), época de aplicação e a dose do fertilizante foliar.

Para definir o teor de enxofre foliar as amostras foram coletadas no florescimento pleno da soja, retirando-se a terceira folha completamente desenvolvida, a partir do ápice das plantas. Estas folhas foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C , até peso constante. Em seguida elas foram moídas para análise química, que foi realizada no Laboratório de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da UFU, conforme Bataglia et al. (1983).

3.5 Análise estatística

Efetuuou-se a análise de variância para os parâmetros produtividade (kg ha^{-1}), peso de 1000 grãos (g), teores de enxofre nas folhas (g kg^{-1}) e melhor época de aplicação do fertilizante com o programa de análises estatísticas - Sanest, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As doses foram avaliadas por meio de regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade, teor de enxofre foliar e peso de mil grãos

Nos tratamentos analisados obteve-se uma alta produtividade, acima da média obtida pelos produtores da região, provavelmente porque o solo utilizado apresenta fertilidade adequada. Utilizou-se uma adubação visando alta produtividade e todos os tratos culturais foram efetuados no momento correto e de forma adequada. Na Tabela 4 encontra-se a produtividade média de cada tratamento (kg ha^{-1}), os teores de enxofre foliares (g kg^{-1}) e peso de 1000 grãos (g).

Tabela 4. Produtividade média, teor de enxofre foliar e peso de 1000 grãos, Uberlândia 2005.

Tratamentos	Produtividade (kg ha^{-1})	Enxofre (g kg^{-1})	Peso de 1000 grãos (g)
3- Enxofre 2 L ha^{-1} (4-6 folhas)	4054 a	2,02 a	166,8325 a
6- Enxofre 2 L ha^{-1} (pré florescimento)	3875 ab	2,27 a	164,2550 a
4- Enxofre 3 L ha^{-1} (4-6 folhas)	3589 abc	2,05 a	164,8325 a
8- *Enxofre (MAPA) 2 L ha^{-1} (4-6 folhas)	3427 abc	2,07 a	164,8650 a
2- Enxofre 1 L ha^{-1} (4-6 folhas)	3305 bc	2,12 a	171,7050 a
7- Enxofre 3 L ha^{-1} (pré florescimento)	3207 bc	2,35 a	161,0375 a
5- Enxofre 1 L ha^{-1} (pré florescimento)	3118 c	2,12 a	160,3150 a
1- Ausência de adubação foliar: Testemunha	2389 d	2,50 a	164,8275 a
DMS	694,64	0,6612	15,38
CV%	8,68	12,72	3,93

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5%.

*MAPA: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Fertilizante foliar considerado referência neste ensaio.

Os resultados de produtividade demonstraram que, a aplicação do fertilizante foliar a base de enxofre em todos os tratamentos, proporcionou produtividades superiores à testemunha (ausência de adubação foliar) (tabela 4).

A maior produtividade foi obtida quando se aplicou o fertilizante foliar na dose de 2 L ha⁻¹ em plantas com 4-6 folhas, embora não tenha diferido significativamente dos tratamentos 6 (2 L ha⁻¹ aplicado no pré-florescimento), 4 (3 L ha⁻¹ aplicado no estágio de 4-6 folhas) e 8 (2 L ha⁻¹ do fertilizante considerado referência neste trabalho, por ser registrado no MAPA) (Tabela 4).

Comparando o tratamento que proporcionou a maior produtividade (tratamento 3), com o fertilizante registrado no MAPA (tratamento 8) não obteve diferença significativa, porém a produtividade do tratamento 3 foi superior em 627 kg ha⁻¹ (10,45 sacas ha⁻¹) com relação ao tratamento 8.

Os teores foliares de enxofre não apresentaram diferenças significativas entre si, ficando dentro dos valores considerados adequados pela faixa de interpretação (2,1 a 4,0 g kg⁻¹), em plantas de soja (Malavolta et al., 1997), porém obteve-se aumento de produtividade com as diferentes dosagens utilizadas. Essa diferença não significativa é explicada pelo fato de que o solo conseguiu fornecer S em quantidade suficiente à planta, devido a mineralização da matéria orgânica e talvez também pelo chamado “fato de diluição” que a folha ao ficar maior os nutrientes ficam mais diluídos.

Esse resultado difere do encontrado por Vitti (2007), que conclui que o fornecimento de S foliar praticamente dobrou o teor foliar de S, que indica que a correção de deficiências pode ser conseguida pela aplicação suplementar às folhas. Ressalta-se que, neste trabalho conduzido por Vitti, o teor de S na folha esteve abaixo dos valores considerados adequados, em razão do baixo teor de matéria orgânica, de S nativo do solo e em razão das baixas doses de S usadas em seu trabalho.

O peso médio de 1000 grãos, não foi observado diferenças significativas entre os tratamentos, porém todos os tratamentos obtiveram peso superior ao peso médio de mil grãos considerado padrão para essa cultivar, que é de 147,00 g (EMBRAPA, 2007).

4.2 Época de aplicação do enxofre foliar

Obteve-se resposta não significativa quanto à época de aplicação do fertilizante foliar à base de enxofre na cultura da soja, mas com ligeiro aumento para a época de 4-6 folhas, que correspondeu a 232,75 kg ha⁻¹ (3,88 sacas ha⁻¹) a mais na produção de soja (Tabela 5). Essa diferença não significativa está de acordo com Staut (2007) que afirma, que o período de maior absorção foliar é de V2 (primeiro trifólio completamente desenvolvido) até R5 (início de enchimento de grãos) (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividade média em função da época de aplicação do fertilizante foliar à base de enxofre na cultura da soja. Uberlândia – MG, 2005

Época de aplicação	Média
4-6 folhas	3633,00 a
pré-florada	3400,25 a
DMS (5%)	339,7124
CV(%)	4,293

Médias seguidas pela mesma letras não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5%.

4.3 Doses de enxofre foliar

Na Figura 1, estabeleceu a curva de regressão para dose de S-foliar para a cultura da soja. Verificou-se que o ponto de máximo da dose de fertilizante foliar que resultou em maior produtividade foi a de 2,06 L ha⁻¹ cuja produção correspondeu a 3767,6 kg ha⁻¹.

Tabela 6. Médias ajustadas pela equação de regressão para doses de fertilizante foliar a base de enxofre aplicado na cultura da soja. Uberlândia – MG, 2005.

Níveis (Doses em L ha. ⁻¹)	Médias
0	2389
1,0	3187
2,0	3965
3,0	3399

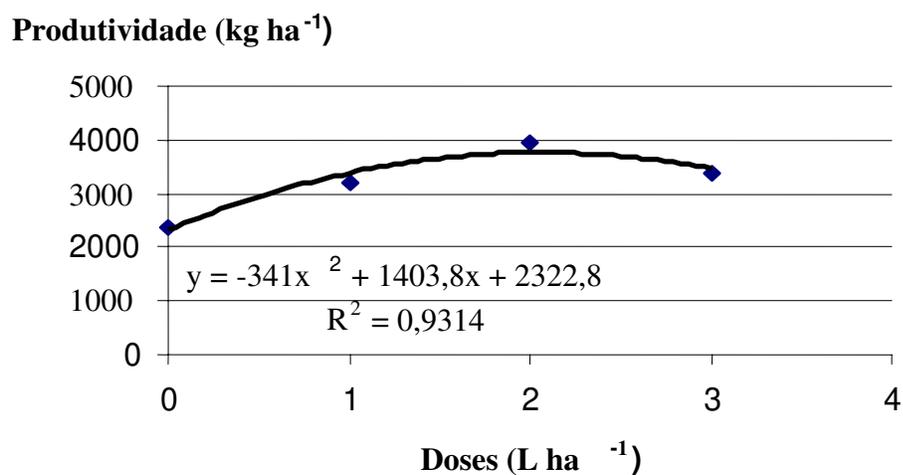


Figura 1. Regressão para doses do fertilizante foliar à base de enxofre na cultura da soja. Uberlândia – MG, 2005.

5 CONCLUSÕES

- A adubação foliar com enxofre resultou produtividade superior na cultura da soja.
- A aplicação de $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ de enxofre na fase em que as plantas de soja apresentavam-se com 4-6 folhas, levou a um maior aumento na produtividade em relação a outras doses e épocas utilizadas no experimento.
- O ponto de máximo obtido com a adubação foliar foi de $2,06 \text{ L ha}^{-1}$, onde a produtividade foi de $3767,6 \text{ kg ha}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2007. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo; FNP, 2007. 451 – 485 p.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análises químicas de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim, 78)
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Avaliação da safra agrícola 2007/2008: segundo levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 7 de dezembro 2007.
- CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Doses de Nitrogênio e Enxofre na Produção e Qualidade da Forragem de Campo Natural de Planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Zootécnica**, Viçosa, v.30, n.3, p. 503-508, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 179p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Embrapa Catálogo de Produtos e Serviços**. Disponível em: http://www22.sede.embrapa.br/snt/uberlandia/inf_vencedora.html. Acesso em: 15 de outubro de 2007.
- EMBRAPA SOJA. **Sistema de Produção**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/fertilidade.htm>>. Acesso em: 18 de outubro de 2007
- FREIRE, M.F.; MONNERAT, P.H.; NOVÁIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição foliar: princípios e recomendações. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, p. 54-62, 1981.
- HENNING, A.A.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. **Tratamento com fungicidas, aplicação de micro-nutrientes e inoculação de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 6p. (Comunicado Técnico, 58)
- GOMES, C. Planejamento pode auxiliar a reduzir custos com adubação. **Embrapa Soja**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=183&cultura=1>. Acesso em: 18 de outubro de 2007.
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J. **A inoculação da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 28p. (Circular Técnica 17)
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônio, 1982. 59p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

Mercado de soja <<http://www.cnpqi.embrapa.br/jornaleite/artigo>>. Acesso em: 18 de setembro 2007.

MOREIRA, A; EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, J. G. Efeito de fontes e doses de enxofre na produção e composição mineral do trevo-branco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.33, n.7, p.1137-1142, 1997.

NETO, F.B.J. Perspectivas futuras da soja no Brasil – produção, produtividade, expansão de área. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 6., BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS 3., 2004, Foz do Iguaçu, **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 1203 – 1209.

NOGUEIRA, M. A.; MELO, W. J. Enxofre disponível para a soja e atividade de arilsulfatase em solo tratado com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.655-663, 2003.

SILVA, D. J. VENEGAS, V. H. A.; RUIZ, H. A.; SANT'ANNA, R. Translocação e redistribuição de enxofre em plantas de milho e de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.38, n.6, p.715-721, 2003.

STAUT, L. A. Adubação foliar com nutrientes na cultura da soja. **Embrapa Agropecuária Oeste**, artigo 5. Disponível em : <<http://www.cpaq.embrapa.br/Noticias/artigos/artigo5.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2007.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: MANLIO, S.F. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.299-325.

VITTI, G. C. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília-DF, v.42, n.2, p.225-229, 2007.

YAMADA, T. ; LOPES, A.S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agrônomicas**. Piracicaba: POTAFÓS, 1998. p.2-8. (Encarte Técnico, 84)

Anexo 1Tabela 1A. Produtividade da soja (kg ha⁻¹) em cada parcela. Uberlândia – MG, 2005.

Tratamento	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Média
1- Ausência de adubação foliar: Testemunha	2638	2313	2479	2125	2389
2-*Enxofre (4-6 folhas)	3625	3329	3350	2717	3255
3- Enxofre (4-6 folhas)	3696	4058	4233	4229	4054
4- Enxofre (4-6 folhas)	3250	3967	3767	3375	3590
5- Enxofre (pré florescimento)	3333	3250	3333	2558	3119
6- Enxofre (pré florescimento)	4063	4083	4000	3354	3875
7- Enxofre (pré florescimento)	3125	3604	3242	2858	3207
8- Fertilizante – S com registro no MAPA (4-6 folhas): Referência neste ensaio	2958	3379	3608	3763	3427

*Fertilizante foliar