
EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA APLICADA NA CULTURA QUE ANTECEDE O CULTIVO DA SOJA**MASCARENHAS, Hipólito Assunção Antonio**¹**ESTEVES, José Antonio de Fátima**²**WUTKE, Elaine Bahia**²

Recebido em: 2014.01.06**Aprovado em:** 2014.04.29**ISSUE DOI:** 10.3738/1982.2278.1101

RESUMO: Tanto em experimento com milho doce quanto nos experimentos implantados após algodão, milho, arroz e, a própria soja, no norte do Estado de São Paulo, observou-se a capacidade da soja em aproveitar o efeito residual do fósforo (P). Além disso, o nitrogênio (N) fixado biologicamente pela soja pode ser aproveitado pelo milho cultivado em sucessão. Desta maneira, há diminuição no uso dos fertilizantes aplicados, diminuindo os custos nesse sistema de cultivo.

Palavras-chave: Gramíneas. *Glycine max.* L. Merrill. Sistema de produção. Fósforo

SUMMARY: The experiments conducted with sweet corn in Brasília as well as those experiments conducted after cotton, corn, rice and soybeans in the north of the State of São Paulo show the capacity of soybeans to utilize the residual effect of phosphorus. On the other hand the nitrogen of the rest of soybean left in the soil after harvesting can be utilized by corn planted in the second year.

Keywords: Gramineous. *Glycine max.* L. Merrill. Systems of production. Phosphorus

INTRODUÇÃO

A realização de diversos experimentos, em diferentes épocas, locais e sistemas de cultivo, atesta o aproveitamento do P residual pela cultura da soja resultante da aplicação da adubação fosfatada nas culturas que antecedem a mesma. Na década de vinte, Thorne (1924), desenvolveu vários experimentos nos principais tipos de solos de Ohio (EUA). Os resultados dos estudos indicaram que em comparação com o milho e trigo, a soja respondeu pobremente à aplicação de fertilizantes.

Nelson e Hartwig (1948) obtiveram pequenos aumentos na produção de soja apenas com adição de P na adubação, porém quando além do P, calcário e potássio (K) foram aplicados juntos, obtiveram-se altas produções. Segundo Hammond *et al.* (1951), a soja apresenta maiores respostas na produção à elevada fertilidade do solo do que a aplicação de grandes quantidades de fertilizantes. Krantz *et al.* (1949) observaram que no início do crescimento do milho houve maior resposta pela adição de superfosfato, enquanto que, para soja, a resposta foi pequena.

Hammond e Kirkham (1949) relataram que o crescimento das plantas de milho foi relativamente grande no início de seu desenvolvimento em comparação com a soja. Dessa forma, segundo Hammond *et al.* (1951) o milho teria maior demanda por P no início do seu desenvolvimento do que a soja. Assim, o teor de P no solo é importante na determinação da produção

¹ Pesquisador científico, aposentado, Instituto Agrônômico (IAC). mascarenhashaa@gmail.com

² Pesquisador científico, Instituto Agrônômico (IAC). jafesteves@iac.sp.gov.br; ebwutke@iac.sp.gov.br

de soja. Segundo os mesmos autores, a soja é um *scavenger* o que significa que ela é como um abutre que aproveita o restante de adubo deixado pelo milho.

Welch *et al.* (1950) mostraram que na aplicação de 115 kg de P_2O_5 ha^{-1} , 28% do P absorvido pela planta se originaram do solo com baixo teor e, 19% com alto teor do elemento, indicando que o P do solo foi a fonte mais importante deste nutriente para a soja.

Freitas *et al.* (1972) estudaram no cerrado de Brasília, a adubação de milho doce e o efeito residual na soja. Foram utilizados 12 tratamentos e o cultivar de soja utilizado foi a Pelicano. Este cultivar é de crescimento indeterminado e altamente tolerante ao alumínio (Al) e manganês (Mn) e, por esta razão, tem bom desenvolvimento no cerrado. O clima foi favorável para o desenvolvimento das plantas e os dois tratamentos mais importantes foram: completo, que consistiu na aplicação por hectare de 240 kg de N, 200 kg de P, 200 kg de K, 80 kg de enxofre (S), 200 kg de magnésio (Mg) e micronutrientes; e o tratamento com a aplicação de metade da quantidade do tratamento completo. As produções de grãos foram de 2750 kg ha^{-1} no tratamento completo e de 2245 kg ha^{-1} para o tratamento com a metade das doses. Na figura 1, os resultados desse experimento indicam efeito linear da produtividade à medida que aumentam os níveis de P aplicado.

Esta foi a primeira vez que o efeito residual de P foi estudado no Brasil.

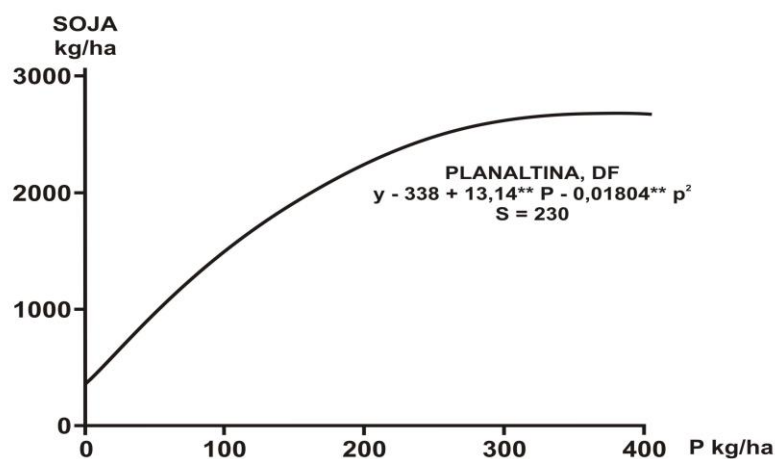


Figura 1. Efeito da adubação fosfatada, aplicada na cultura anterior de milho doce, na produção de soja cultivada no cerrado do Distrito Federal.

Outro experimento desenvolvido na época no qual se estudou o efeito residual do P foi realizado na Alta Mogiana, no Estado de São Paulo, por Mascarenhas e Kihl, em 1974.

Os resultados deste experimento estão apresentados na tabela 1, com os respectivos teores de P no solo, antes do cultivo da soja.

Tabela 1. Produções médias de soja cv. Pelicano, em Latossolo Roxo, de várias localidades da Alta Mogiana, Estado de São Paulo, obtidas após cultivo de algodão, milho, arroz e soja que receberam aplicação de diferentes níveis de P (P_2O_5) e no solo

Níveis de P_2O_5	Soja após algodão			Soja após milho		
	Ribeirão Preto	Jaú	Guaíra	São Simão	Ribeirão Preto	Guará
	$kg\ ha^{-1}$					
0	2453	1345	2006	2020	1534	1917
40	2535	1402	2050	2110	1569	1804
80	2503	1244	2058	2124	1541	1949
120	2469	1324	2033	2205	1581	1989
PO_4^{3-} no solo*	8,0	4,0	5,0	20,0	4,0	9,0
Níveis de P_2O_5	Soja após arroz			Soja após soja		
	São Joaquim da Barra	Ribeirão Preto	Morro Agudo	Batatais I	Batatais II	Orlândia
	$kg\ ha^{-1}$					
0	1803	1780	1707	1507	1674	1650
40	1914	1826	1921	1354	1594	1663
80	1913	1825	1788	1444	1613	1877
120	1791	1866	1988	1582	1700	1864
PO_4^{3-} no solo*	6,0	4,0	5,00	3,0	6,0	7,0

*P em $mg\ dm^{-3}$ do solo extraído pelo ácido sulfúrico 0,05N, em amostras retiradas antes do cultivo da soja indicadora e das adubações fosfatadas indicadas.

As análises de variância de todos os experimentos não apresentam significância para tratamentos, conseqüentemente, observa-se que não houve respostas significativas das produções de soja devido aos níveis de P aplicados nas diferentes localidades, indicando que o teor no solo foi suficiente para suprir as necessidades da planta, dessa forma, a soja aproveitou o efeito residual do adubo fosfatado utilizado na cultura anterior.

Para os solos do Estado de São Paulo, Catani *et al.* (1955) constataram que teores de P disponíveis abaixo de $12,0\ mg\ dm^{-3}$ são considerados baixos.

Em condições ideais, em média, a soja aproveita de 5% a 20% do P aplicado como fertilizante, sendo o restante oriundo do solo (OHLROGGE; KAMPRATH, 1968).

Pela tabela 1, observa-se que, com exceção da localidade de São Simão, os teores de P no solo variam de $3,0$ a $9,0\ mg\ dm^{-3}$ não havendo resposta para aplicação do fertilizante mineral.

Cultiva-se soja sem adubação, em rotação com outras culturas adequadamente adubadas. Este é um sistema de produção básico adotado nos Estados Unidos da América do Norte (de Mooy *et al.* 1973). Na região denominada "Corn Belt", a soja é cultivada em sucessão ao milho, e nos Estados sulinos, após algodão, batata e fumo, sendo conhecida como uma planta eficiente no aproveitamento de nutrientes aplicados nas culturas anteriores.

Para diminuir o custo de fertilizantes no Estado de São Paulo é necessário utilizar sistemas de rotação de culturas.

A rotação milho-soja é bem conhecida entre os produtores do Estado. O milho e a soja, geralmente, são adubados conforme o financiamento do Estado, cooperativas e agentes financeiros.

Muitos produtores não observam o efeito residual do adubo aplicado na cultura principal, no caso o milho, e o seu aproveitamento na sequência pela cultura da soja. Após a colheita da soja,

cultiva-se o milho novamente, o qual aproveita o N deixado pelos restos culturais e fixação biológica de N pela cultura da soja (Mascarenhas *et al.* 2011). Assim, existe uma diminuição no uso de fertilizante fosfatado e nitrogenado, resultando em uma economia substancial. Para o plantio de milho, no segundo ano, há necessidade de se tomar as mesmas providências com relação à adubação como no primeiro ano.

Com base na análise química do solo pode-se aplicar com antecedência ao cultivo do milho, calcário dolomítico, a fim de aumentar a V% para 70. O S é muito importante tanto para o milho quanto para a soja, podendo-se aplicar 500 kg ha⁻¹ de gesso, sendo suficiente para garantir o suprimento desse nutriente pelo período mínimo de três anos (safras). Conforme apontado por Vitti (1998), outra opção seria utilizar o superfosfato simples que contém 15% de S ou mesmo termofosfato com 5% de S. Para a soja, o S é necessário com a finalidade de aumentar a produtividade, o tamanho e a quantidade de nódulos para uma boa fixação de N.

Quanto aos teores de N, P e K, deve-se aplicar adubação para uma estimativa de produção de 8 a 12 t ha⁻¹ de milho de acordo com as recomendações para o estado de São Paulo (Raij *et al.*, 1997). É recomendado ainda o uso de 4 kg ha⁻¹ de Zn quando os teores no solo forem inferiores a, respectivamente, 0,6 mg/dm³ e aplicação de 2 kg ha⁻¹ quando estiver entre 0,6 a 1,2 mg/dm³.

Depois de três ou quatro anos de rotação, deve ser cultivado em lugar da soja um adubo verde como *Crotalaria spectabilis* para controlar a população de nematóides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Pratylinches brachyarras*.

O esquema de rotação utilizado para milho-soja pode ser adotado para outras culturas como arroz, algodão, trigo, sorgo e cana-de-açúcar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe ressaltar que, inicialmente, os agricultores devem utilizar esses sistemas de sucessão ou rotação de culturas em áreas menores em suas propriedades, podendo adotar tais recomendações agrônomicas mediante constatação de resultados favoráveis em mais de uma safra agrícola. As rotações de culturas descritas podem resultar em altas produções.

REFERÊNCIAS

CATANI, R.A.; GALLO, J.R.; GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análises, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 1955, 29p. (Boletim Técnico, 69)

de MOOY, C.J.; PESEK, J.; SAPALDUN, E. Mineral nutrition. In: CALDWELL, B. E. (Ed.). Soybeans, Improvement, Production and Uses. Madison, Wisconsin: **American Society of Agronomy**, 1973. p.267-352. (Agronomy, 16)

FREITAS, L.M.M.; TANAKA, T.; LOBATO, E.; SOARES, W.V.; FRANÇA, G.E. Experimentos de adubação de milho doce e soja em solos de campo cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.7, p.57-63, 1972. (Sér. Agron.)

HAMMOND, L.C.; KIRKHAM, D. Growth curves of soybeans and corn. **Agronomy Journal**, v.41, p.23-29, 1949.

- HAMMOND, L.C.; BLACK, C.A.; NORMAN, A.G. Nutrient uptake by soybeans on two Iowa soil. Ames: **Iowa Agricultural Experiment Station**, 1951. (Research Bulletin, 384)
- KRANTZ, B.A.; NELSON, W.L.; WELCH, C.D.; HALL, N.S. A comparison of phosphorus utilization by crops. **Soil Science**, v.68, p.171-177, 1949.
- MASCARENHAS, H.A.A.; KIHLE, R.A.S. Observações preliminares sobre o efeito da adubação fosfatada na produção de soja em Latossolo Roxo distrófico. **Bragantia**, v. 33, p. LXVII-LXX, 1974.
- MASCARENHAS, H.A.A.; ESTEVES, J.A.F.; WUTKE, E.B.; LEÃO, P.C.L. Nitrogênio residual da soja na produtividade de gramíneas e do algodão. **Nucleus**, v.8 p.15-33, 2011.
- NELSON, W. L.; HARTWIG, E. E. Profitable soybean yields in North Carolina. **Better Crops with Plant Food**, v.31, p.6-10, 1948.
- OHLROGGE, A. J.; KAMPRATH, E. J. Fertilizer use on soybeans. In: DINAUR, R. C. (Ed.). Changing patterns in fertilizer use. Madison: **Soil Science Society of America**, 1968. p.273-295.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: **Instituto Agrônômico**, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- THORNE, C.E. The maintenance of soil fertility. Columbus: Ohio Agricultural Experiment Station, 1924. 381p.
- WELCH, C. D.; HALL, N. S.; NELSON, W. L. Utilization of fertilizer and soil phosphorus by soilbeans. **Soil Science Society of America Proceedings** (1949), v.14, p.231-235, 1950.
- VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Manejo químico do solo para alta produtividade da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (Coord.). Soja. **Tecnologia da Produção**. Piracicaba, 1998. p.84-112.

