

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DO SUPORTE SÓLIDO CAPILAR
PARA FERTILIZANTES FLUÍDOS. II. APLICAÇÃO
DE MICRONUTRIENTES*

G. Sparovek**

A.M.L. Neptune**

RESUMO: A aplicação de micronutrientes no solo de maneira homogênea e com o mínimo de contato com as partículas sólidas do solo, pode aumentar sua eficiência agronômica.

Armazenar uma solução de fertilizantes num meio sólido poroso, que é utilizado como veículo na aplicação, alia grande uniformidade e pouco contato com o solo.

Como meio poroso utilizou-se o Suporte Sólido Capilar para Fertilizantes Fluídos (SC), que consiste de um cilindro de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) compactado, desenvolvido em caráter experimental pela ULTRAFÉRTIL.

O SC mostrou-se eficiente no fornecimento de micronutrientes via solo, proporcionando produções iguais ou superiores, em relação à aplicação direta no solo.

Termos para indexação: Adubação, suporte sólido capilar por fertilizantes fluídos, micronutrientes.

* Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor como um dos requisitos à obtenção do Título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, junto à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

Este trabalho contou com suporte financeiro da FAPESP e da ULTRAFÉRTIL.

** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. 13.400 - Piracicaba, SP.

AGRONOMIC EVALUATION OF THE SOLID CAPILLARY SUPPORT
FOR FLUID FERTILIZERS. II. MICRONUTRIENT
APPLICATION

ABSTRACT: The application of micronutrients in the soil, in a homogeneous way, with the least contact with soil particles may increase its agronomic efficiency. Storing a solution of fertilizers in a solid porous medium, which is used as a vehicle for application, links great homogeneity to low soil contact. The Solid Capillary Support for Fluid Fertilizers (SC) was used as porous solid medium. It is a compacted cylinder made of gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), developed experimentally by ULTRAFERTIL. The SC was an efficient way in supplying micronutrients, resulting in similar or better yields in relation to direct application in the soil.

Index terms: Fertilizer, Slow Release Fertilizer, Fluid Fertilizer, Micronutrients.

INTRODUÇÃO

Dentre os diferentes métodos de fornecimento de micronutrientes destacam-se o tratamento de sementes e imersão de raízes, adubação foliar, aplicação no solo e aplicação com fertilizantes NPK.

Na aplicação no solo, o contato dos fertilizantes com o solo pode reduzir sua disponibilidade e eficiência, sendo por isso recomendável uso de quelatos (LOPES e CARVALHO, 1988).

A aplicação de micronutrientes em conjunto com fertilizantes NPK no solo apresenta uma série de vantagens em relação à aplicação em separado (MORTVEDT, 1985).

A aplicação na forma fluída, permite uma perfeita homogeneidade no fornecimento. Se a solução for armazenada num meio sólido poroso, no qual ficaria retida por capilaridade evitando o seu contato direto com o solo, sua indisponibilidade por reações químicas e físico-químicas com partículas do solo poderia ser diminuída.

Dessa maneira, teríamos uma aplicação via solo mais uniforme e eficiente. A fim de testar esta hipótese, utilizando como meio sólido poroso, o Suporte Sólido Capilar para Fertilizantes Fluídos (SC), foi montado este ensaio.

MATERIAL E MÉTODOS

O SC é basicamente um cilindro de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) compactado. Esse cilindro é imerso numa solução, contendo fertilizantes fluídos. A solução fica retida no seu interior.

O SC tem as seguintes características:

- 6,0cm de comprimento
- 2,0cm de diâmetro
- 14,0g de massa
- 84% de poros ou 3cm^3 por SC

A capacidade de absorver uma solução cristalina foi da ordem de 13,0g.

Os tratamentos básicos consistiram de:

* SC com micro - SC armazenando solução de fertilizantes fluídos N, P e K + micronutrientes;

* SC micro no solo - SC armazenando solução de fertilizantes fluídos N, P e K e os micronutrientes misturados ao solo;

* SC em micro - SC armazenando solução de fertilizantes fluídos N, P e K sem aplicação de micronutrientes;

* FS + SC micro no solo - SC sem fertilizantes (apenas o cilindro de gesso) + fertilizantes de alta solubilidade (FS) e micronutrientes misturados ao solo e

* FS + SC sem micro - SC sem fertilizantes + FS misturado ao solo sem aplicação de micronutrientes.

Nos SCs que continham N, P e K utilizou-se como fonte de nutrientes: uréia, H_3PO_4 e KOH e naqueles com Mg e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Na e Zn): $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, H_3BO_3 , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $Fe_2SO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$ e $ZnSO_4$.

Quando a aplicação dos nutrientes foi feita no solo, utilizou-se as mesmas fontes.

Preparou-se dessa forma, soluções que corresponderam aos seguintes níveis finais:

NÍVEL 1: 300mg N, 250mg P, 300mg K, 150mg Mg, 5mg B, 5mg Cu, 0,5mg Mo, 25mg Zn e 25mg Fe por vaso de 5,0kg de TFSA.

NÍVEL 2: 600mg N, 500mg P, 600mg K, 150mg Mg, 5mg B, 5mg Cu, 0,5mg Mo, 25mg Zn e 25mg de Fe por vaso de 5,0kg de TFSA.

No tratamento SC micro no solo, apenas os fertilizantes N, P e K foram aplicados no interior dos SCs. Os micronutrientes foram aplicados ao solo, através de uma solução que foi misturada com a terra.

No tratamento SC sem micro os fertilizantes N, P e K foram introduzidos nos SCs e não houve aplicação adicional de micronutrientes no solo ou pelo SC.

As parcelas do tratamento FS + SC micro no solo receberam a aplicação dos fertilizantes de alta solubilidade no solo, misturando-se a terra com uma solução contendo KOH, H_3PO_4 e uréia. Os micronutrientes foram misturados com a terra da mesma maneira. Os SCs utilizados nesse tratamento não continham nenhum tipo de fertilizante.

No tratamento FS + SC sem micro procedeu-se da

mesma maneira descrita no caso anterior, apenas omitindo-se a aplicação dos micronutrientes no solo.

Os SCs foram localizados na porção mediana dos vasos.

O solo utilizado foi uma Areia Quartzosa, álica, Moderado - AQ, coletada próxima ao distrito de Artermis, no município de Piracicaba - SP. A camada coletada é de 0 a 30cm de profundidade.

Realizou-se calagem a fim de elevar a saturação por bases a 70% antes do início do ensaio.

No período de 15/06/86 a 27/08/86, cultivou-se a colza (*Brassica napus* L.), como planta teste.

O plantio foi feito por mudas, transferindo-se 6 plantas para cada vaso que foram posteriormente desbastadas, permanecendo apenas duas.

Procedeu-se a colheita quando a maior parte das plantas já havia florescido.

Para as regas utilizou-se água destilada, sendo os vasos regados pelo menos uma vez por dia.

O ensaio foi montado em Blocos Inteiramente Casualizados com 5 Tratamentos Básicos x 2 Níveis de N, P e K x 4 Repetições de modo fatorial. O total de tratamentos é 10, perfazendo 40 parcelas.

As plantas coletadas foram pesadas após secagem em estufa a 60°C. Todo o material foi moído e analisado quimicamente. Para o nitrogênio e fósforo, foram utilizadas as metodologias do semi-micro Kjeldhal e do ácido fosfavanado molibdico, conforme descritas por BATAGLIA *et alii* (1983) e SARRUGE & HAAG (1974), respectivamente.

Para a determinação do potássio, cálcio e magnésio e micronutrientes utilizou-se a espectrofotometria de absorção atômica, conforme descrito por JORGENSEN (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados o peso da matéria seca (M.S.) e a concentração de macro e micronutrientes na parte aérea da colza, nos tratamentos.

Para a discussão dos resultados a produção de matéria seca (M.S.) de cada tratamento foi o indicador da sua eficácia e, através dos teores dos nutrientes na folha, tentou-se explicar o comportamento apresentado.

Ficou evidente o efeito significativo da aplicação dos micronutrientes nas plantas de colza, uma vez que nos dois tratamentos em que eles não foram aplicados - SC sem micro e FS + SC sem micro - a produção de M.S. foi significativamente menor.

Considerando as três formas de aplicação dos micronutrientes via SC com micro, via SC micro no solo e FS + SC micro no solo, o tratamento via SC com micro apresentou a maior produção de M.S.

Através da análise do teor de alguns nutrientes na parte aérea das plantas (Tabela 1) não foi possível definir com clareza qual fator isoladamente contribuiu em maior proporção induzindo o comportamento observado.

Nos dois tratamentos de maior desempenho na produção de M.S. os teores de todos os elementos estão em níveis elevados, em quase todos os casos apresentando os valores mais elevados de todos os tratamentos, porém não excessivos. O pior desempenho do tratamento SC micro no solo não pode ser explicado pelos parâmetros analisados.

Nos dois tratamentos sem aplicação de micronutrientes o SC sem micro apresentou os teores mais baixos de praticamente todos os nutrientes analisados, principalmente o zinco, fato que pode explicar esse comportamento. O outro tratamento sem aplicação de micronutrientes FS + SC sem micro apresentou desempenho semelhante ao anterior mas teores de nutrientes semelhantes aos tratamentos de maior produção de matéria seca.

Tabela 1. Peso da matéria seca (M.S.) e concentração de macro e micronutrientes na parte aérea da colza nos tratamentos

		Teor									
	M.S.	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn		
	g	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm		
M	SC C/Micro	22,12A	1,57	0,76AB	2,54ABC	1,75A	0,23A	131BC	81		24BC
E	SC Micro solo	15,97BC	1,37	0,64BC	2,11C	1,59A	0,24A	130BC	52		30ABC
I	SC S/Micro	8,07D	1,25	0,57C	2,50BC	1,80A	0,18AB	94C	64		17C
A	FS+SC Micro solo	18,68AB	1,86	0,78A	2,83AB	1,82A	0,21A	181A	113		41A
S	FS+SC S/Micro	12,77CD	1,57	0,79A	3,13A	1,96A	0,14B	147AB	222		37AB
	D.M.S.	(5,17)	(0,13)	(0,62)	(0,44)	(0,66)	(47)	(47)	(14)		(14)
	"F" Tratamento	19,65**	7,86**	9,41**	6,32**	1,55ns	7,22**	7,89**	20,60**		8,44**
M	Dose 1	13,76B	1,43	0,69A	2,54A	1,70A	0,22A	128A	93		28
D											
I											
A	Dose 2	17,76A	1,63	0,73A	2,70A	1,86A	0,19A	145A	121		31
S											
	D.M.S.	(2,31)	(0,06)	(0,26)	(0,19)	(0,03)	(21)	(21)	(6,01)		(6,01)
	"F" Dose	11,18**	7,31**	2,42ns	1,57ns	2,88ns	3,32ns	2,52ns	4,41*		0,91ns
	"F" T x D	0,98ns	3,32*	1,82ns	0,42ns	1,90ns	1,05ns	1,62ns	4,03**		2,13ns

** Tukey 1%
 * Tukey 5%

As letras diferentes indicam diferença significativa a 5% na vertical

Em outro ensaio realizado com o mesmo produto SPAROVEK (1988) observou-se que o efeito do modo de aplicação dos micronutrientes restringiu-se a um período de cultivo. No segundo período de cultivo, sem reaplicação dos micronutrientes, o comportamento das plantas tende a se tornar mais uniforme, atenuando o efeito dos tratamentos.

CONCLUSÕES

Como principais conclusões podemos citar que, para as condições experimentais, a aplicação de micronutrientes teve efeito significativo na produção de M.S. das plantas, e que, a aplicação via SC é perfeitamente viável proporcionando produção igual ou superior em relação à aplicação dos micronutrientes diretamente no solo. Como segunda conclusão podemos citar que os parâmetros analisados, isto é, o teor de alguns nutrientes na folha, não permitiu explicar de maneira definitiva a diferença de comportamento, existente e observada, dos tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.A. Métodos de análise química de plantas. *Boletim Técnico. Instituto Agrônomo*, Campinas, (78), 1983. 48p.
- JORGENSEN, S.S. *Metodologia utilizada para análises químicas de rotina*. Guia analítico. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1977. 24p.
- LOPES, A.S. & CARVALHO, J.G. Micronutrientes: Critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO*, 17., Londrina, 1986. *Anais*. Londrina, EMBRAPA, 1988.

- MORTVEDT, J.J. Micronutrient fertilizers and fertilization practices. In: VLEK, P. L. G., ed. *Micronutrients in tropical food crop production*. Dordrecht, 1985. 260p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análise química em plantas*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- SPAROVEK, G. Avaliação agronômica do suporte sólido capilar para fertilizantes fluídos, 1988. 117p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

Recebido para publicação em: 31/01/89

Aprovado para publicação em: 01/06/89