

SUORTE SÓLIDO CAPILAR PARA FERTILIZANTES FLUÍDOS.  
I. ENSAIO DE EFEITO RESIDUAL

G. Sparovek\*  
A.M.L. Neptune\*\*

---

RESUMO: Procurou-se avaliar o comportamento agrônomico do Suporte Sólido Capilar para Fertilizantes Fluídos (SC), que é um produto fertilizante experimental desenvolvido pela ULTRAFÉRTIL com comportamento potencial de Fertilizante de Solubilização Lenta. Procurou-se avaliar seu efeito sobre as plantas e sobre os solos além de compará-lo com fertilizantes convencionais, através de um ensaio de efeito residual.

O SC não se comportou como Fertilizante de Solubilização Lenta, igualando-se aos outros tratamentos.

O K quando aplicado via SC é melhor aproveitado pelas plantas e a presença do SC no solo provoca variações nos teores de P, Ca e S -  $SO_4^{2-}$  no solo.

Termos para indexação: Adubos, Fertilizantes de solubilização lenta, Comportamento agrônomico.

---

\* 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.  
Suporte financeiro da FAPESP e ULTRAFÉRTIL.

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

## SOLID CAPILLARY SUPPORT FOR FLUID FERTILIZER: I. RESIDUAL EFFECT EXPERIMENT

ABSTRACT: A residual effect experiment was conducted to evaluate the agronomic behaviour of the Solid Capillary Support for Fluid Fertilizer (SC). SC is an experimental fertilizer developed by ULTRAFERTIL and has possibilities as a slow Release fertilizer. Plants absorb K better when it is applied via SC, and the presence of SC in the soil changes, P, Ca and  $S-SO_4^{2-}$  contents.

Index terms: Fertilizer, Slow Release Fertilizer, agronomic behaviour.

---

### INTRODUÇÃO

Qualquer generalização a respeito dos solos da região tropical é no mínimo perigosa. Afirmar que todos os solos tropicais são bastante lixiviados e pouco férteis, seria o mesmo que dizer que todos os solos temperados são jovens e férteis (SANCHEZ, 1981). Apesar disso, sem dúvida alguma, uma parte considerável dos solos tropicais reúne as seguintes características: a) avançado estágio de intemperismo, conseqüentemente baixa reserva mineral; b) baixa capacidade de troca de cátions, devido à dominância de argila de atividade baixa e baixo teor de matéria orgânica; c) alta intensidade de lixiviação, devido à boa permeabilidade e à elevada intensidade das chuvas e d) caráter distrófico e acidez, associados ou não à toxicidade de Alumínio.

Em resumo, são solos que necessitam de correções, principalmente do ponto de vista químico, para se tornarem mais produtivos.

Dessa forma, nos trópicos os rendimentos dos cultivos e a produção de alimentos podem aumentar

drasticamente mediante a aplicação de técnicas modernas. A necessidade de obter esses aumentos, deve-se principalmente à elevada taxa de crescimento populacional dessas regiões.

Os fertilizantes normalmente utilizados na região tropical têm em comum com aqueles de regiões temperadas sua alta solubilidade em água. Na maioria dos fertilizantes, os elementos fertilizantes estão presentes na sua maior proporção, em formas prontamente solúveis; ficando assim imediatamente disponíveis à absorção pelas raízes das plantas. Entretanto temos o seguinte a considerar: a) as plantas não absorvem os nutrientes de uma vez, fazem-no ao longo de todo o seu ciclo; b) estando dissolvidos, os nutrientes não serão necessariamente absorvidos pelas raízes das plantas, participarão dos processos químicos, físico-químicos e biológicos do solo como um todo e c) esses processos levam, principalmente no ambiente tropical, a perdas ou a uma indisponibilização dos nutrientes em relação às plantas cultivadas.

Em relação ao nitrogênio, metade do N aplicado pode ser perdido por lixiviação, volatilização ou imobilização, sendo a lixiviação o processo mais importante (ALLISON, 1966). Como vimos, a lixiviação assume intensidades muito pronunciadas nos trópicos.

O potássio, apesar de ser menos móvel no solo, também pode sofrer perdas por lixiviação. A fixação ou imobilização do K nas condições tropicais não assume papel importante.

O fósforo, apesar de não ser lixiviado em condições normais, liga-se muito fortemente aos óxidos de ferro cristalinos, ficando ligado ou fixado a esses minerais de forma praticamente irreversível.

Uma maneira de amenizar esses problemas, principalmente a perda de N e K por lixiviação em solos de baixa atividade de cargas e sujeitos a chuvas muito intensas, seria reduzir a solubilidade dos fertilizantes (ENGLESTAD & RUSSEL, 1975).

Diversos Fertilizantes de Solubilização Lenta (FSL), principalmente nitrogenados, tem sido estudados e utilizados nas mais distintas condições.

No Brasil a utilização em escala comercial de FSL, nitrogenados ou potássicos, ainda inexistem. Poucas pesquisas vêm sendo conduzidas. O número de trabalhos publicados por autores nacionais a respeito de FSL é muito pequeno frente à complexidade e potencialidade desses produtos.

Os produtos que têm potencialidade de utilização como FSL apresentam duas limitações, apontadas na maioria dos estudos a seu respeito: elevado custo de produção e/ou eficácia questionável e pouco previsível.

Nesse contexto, a busca de novos produtos fertilizantes, como potencialidade de apresentarem um comportamento de Solubilização Lenta, de custo baixo e utilizando matéria prima disponível como facilidade é de extrema importância.

A ULTRAFÉRTIL desenvolveu em caráter experimental um produto com potencial de comportar-se como um FSL, chamado de Suporte Capilar para Fertilizantes Fluídos ou SC.

A fim de avaliar o comportamento desse novo produto fertilizante, o SC, e testar se este comportamento realmente é o de um, montou-se um ensaio de efeito residual. Nesse ensaio o SC foi comparado a formas solúveis.

## 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 interior do SC. Suas principais características são:

- . 6,0cm de comprimento
- . 2,0cm de diâmetro
- . 14,0g de massa
- . 84% de poros ou  $31\text{cm}^3$  por SC

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

Os tratamentos básicos foram os seguintes:

i) Suporte Capilar com Fertilizantes Fluídos - SC com; ii) Fertilizantes de Alta Solubilidade - FS e iii) Fertilizantes de Alta Solubilidade mais Suporte Capilar sem Fertilizantes Fluídos - FS + SC sem.

Como fonte dos nutrientes utilizou-se em todos os casos uréia,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e KOH.

No tratamento SC com o cilindro de gesso foi imerso numa solução contendo as três substâncias citadas acima.

No tratamento FS, fertilizantes de alta solubilidade, utilizou-se as mesmas fontes de N, P e K, isto é, uréia,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e KOH respectivamente. Esses fertilizantes foram misturados com o solo na forma de solução.

No tratamento FS + SC sem procedeu-se da mesma maneira do que no tratamento FS, isto é, o N, P e K foram misturados com o solo em solução. Além disso, foi adicionada a cada parcela um SC sem N, P ou K. Dessa forma, pode-se avaliar o efeito isolado da presença do SC sem fertilizantes, apenas o cilindro de gesso.

O SC foi localizado na porção mediana do vaso. Em todos os vasos foram adicionados, na forma de solução 30ppm Mg, 1ppm B, 1ppm Cu, 0,1ppm Mo, 5ppm Mn, 5ppm Zn e 5ppm de Fe.

As dosagens utilizadas nos níveis 0, 1, 2 e 3 estão representadas a seguir:

Foram utilizados dois solos: i) Latossolo Vermelho Escuro distrófico, A moderado, textura média - LE e ii) Latossolo Roxo distrófico, A moderado - LR.

Nível Dose ppm	0	1	2	3
N	0	60	120	180
P	0	50	100	150
K	0	60	120	180

Em cada um dos solos foram feitos tratamentos com calagem elevando a saturação por bases a 70%, e sem calagem.

A cultura utilizada foi o Capim Colonião cultivar Tobiata (Panicum maximum cv. Tobiata), escolhido devido a sua alta exigência e possibilidade de efetuar cortes sucessivos, com 5 plantas por vaso de 5,0kg de TFSA.

Os cortes de capim foram feitos a 5cm de altura da superfície do vaso. Ao todo foram realizados 4 cortes sucessivos. Após o quarto corte não houve mais rebrota significativa do capim. Os períodos correspondentes aos quatro cortes foram os seguintes:

- 1º corte 05/12 a 12/03/86
- 2º corte 12/03 a 15/04/86
- 3º corte 15/04 a 20/06/86
- 4º corte 20/06 a 27/08/86

O ensaio foi montado em Blocos Inteiramente Casualizados com 3 Tratamentos Básicos x 2 Níveis de Calagem x 2 Solos x 4 Níveis de N, P e K x 3 Repetições x 4 Épocas de Colheita (Sub-Parcelas) de modo fatorial. O total de tratamentos é 48, totalizando 144 parcelas e 576 sub-parcelas (4 épocas de colheita).

As análises químicas de solo foram feitas segundo metodologias propostas por RAIJ & QUAGGIO (1983).

O enxofre na forma de sulfato do solo foi determinado pelo método turbidimétrico conforme VITTI & SUZUKI (1978).

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 descritos por BATAGLIA *et alii* (1983) e do ácido fosfovado molíbdico conforme descrito por SARRUGE & HAAG (1974), respectivamente.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 verificamos as interações entre épocas de corte e tratamentos, no que se refere a análise das plantas.

Na Tabela 2 as médias gerais dos tratamentos em relação à análise de plantas e na Tabela 3 as médias gerais dos tratamentos das análises de terra.

Segundo as observações de BEATON *et alii* (1967) e BOONDUANG *et alii* (1976), os fertilizantes de solubilização lenta, especialmente os nitrogenados, levam as culturas a terem produções mais elevadas com o tempo ou com cortes sucessivos quando comparados a formas mais solúveis. A produção inicial das formas mais solúveis é maior. Dessa forma, o fato dos três tratamentos básicos terem se igualado em termos de produção de Matéria Seca a partir do segundo corte, indica-nos que o SC não se comporta como um fertilizante de solubilização lenta.

A constância do teor de Nitrogênio na folha ao longo dos quatro cortes em relação aos três tratamentos básicos, reforça a afirmação de que o SC não se comporta como um fertilizante de solubilização lenta. Resultados semelhantes foram obtidos por VAUGHN *et alii* (1979) comparando uréia com uréia revestida de enxofre

em pastagem natural na Califórnia - USA.

O teor mais elevado de K na folha do tratamento SC ao longo dos quatro cortes, nos dois solos, com e sem calagem e nas quatro doses de N, P e K, indica que há um aproveitamento melhor do K quando aplicado dessa forma, uma vez que o teor no solo é semelhante em todos os tratamentos. Este fato pode ser explicado devido a uma menor lixiviação do K aplicado dessa forma.

Em relação aos tratamentos principais os teores na folha dos outros elementos analisados (P, Ca, Mg, Mn, Fe e Zn) apresentaram variações ou interações significativas, mas não seguindo uma tendência que explique o comportamento das plantas em relação a produção de matéria seca.

A calagem, quando analisada isoladamente como tratamento, provocou um aumento da produção de matéria seca (M.S.), porém esse aumento foi muito inferior àquele devido ao efeito isolado dos solos. Com a calagem observa-se teores menores de P e Mn nas folhas, em relação aos tratamentos sem calagem. O efeito da calagem desaparece a partir do terceiro corte, igualando-se a partir daí a produção de M.S.

A média de produção no LR é de 10,6g/vaso e no LE 6,0g/vaso. No LR observa-se teores na folha sensivelmente mais elevados de K e Fe. O teor de N é semelhante nos dois casos. A produção nos dois solos diminui do primeiro ao quarto corte, mas nos quatro cortes o LR é em média 59% mais produtivo.

Os principais efeitos dos tratamentos básicos nas propriedades do solo, relacionam-se aos teores de P, Ca, V% e S-SO<sub>4</sub> no solo. O valor pH e os teores de K e Mg não foram sensivelmente alterados. Esse efeito é devido principalmente pela presença do SC e não pela colocação ou não dos fertilizantes em seu interior, uma vez que os tratamentos SC e FS + SC apresentaram variações semelhantes. O teor de P solúvel é de 127mg/cm<sup>3</sup> no tratamento SC, 108 no FS + SC e 85 no FS.

Tabela 1. Interações entre as épocas de corte e o peso de M.S., teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas com os tratamentos

M. S.	N	P	K	Ca	Mg	Tratamentos				Calagem				Solo			
						Epoca	SC	FS	FS + SC	COM	SEM	LE	LR	COM	SEM	LE	LR
1	2	3	4	1	2	13,41Ca	15,25Ba	16,29Aa	16,65Aa	15,31Aa	10,05Ba	19,92Aa					
						9,28Bb	9,74Ab	10,15Ab	10,89Ab	8,76Bb	7,48Bb	11,97Ab					
						4,29Ac	4,93Ac	4,63Ac	4,87Ac	4,37Ac	3,50Bc	5,74Ac					
						3,45Ad	4,05Ad	3,81Ac	3,70Ad	3,84Ac	2,89Bd	4,65Ad					
1	2	3	4	1	2	2,13Aa	2,22Aa	2,09Aa	2,28Aa	2,01Ba	2,28Aa	2,02Ba					
						1,03Ac	1,10Ac	1,06Ac	1,07Ac	1,06Ac	1,08Ac	1,04Ac					
						0,96Ac	1,08Ac	1,07Abc	1,01Ac	1,06Ac	1,01Ac	1,06Ac					
						1,25Ab	1,21Ab	1,17Ab	1,18BAb	1,23Ab	1,18Ab	1,24Ab					
1	2	3	4	1	2	0,53Cc	0,88Ab	0,75Bc	0,61Bc	0,83Ac	0,87Ab	0,56Bd					
						0,59Bc	0,68Abc	0,76Ac	0,59Bc	0,76Ad	0,67Ac	0,68Ac					
						0,83ABb	0,87ab	0,93Ab	0,72Bb	1,04Ab	0,82Bb	0,93Ab					
						1,05Ba	1,13ABa	1,14Aa	1,01Ba	1,20Aa	1,02Ba	1,19Aa					
1	2	3	4	1	2	4,72Ab	3,69Ba	3,61Ba	3,88Ba	4,13Aa	3,08Bb	4,93Aa					
						4,25Ab	3,03Bb	2,91Bc	3,37Ab	3,42Ab	2,87Bc	3,93Ab					
						3,16Ad	1,85Cc	2,15Bd	2,29Ac	2,48Ac	2,33Ad	2,43Ad					
						3,70Ac	3,19Bb	3,18Bb	3,46Ab	3,28Bc	3,48Aa	3,24Bc					
1	2	3	4	1	2	0,35Ac	0,32Ac	0,35Ad	0,40Ac	0,28Bc	0,38Ad	0,30Bc					
						0,45Bb	0,48ABb	0,50Ac	0,51Ab	0,44Bb	0,52Ac	0,43Bb					
						0,73Ba	0,69Ca	0,79Aa	0,76Aa	0,71Ba	0,78Aa	0,70Ba					
						0,74Aa	0,68Ba	0,76Ab	0,76Aa	0,69Ba	0,75Ab	0,71Ba					
1	2	3	4	1	2	0,31Bc	0,44Ad	0,45Ac	0,57Ac	0,23Bd	0,44Ac	0,37Bd					
						0,48Cb	0,56Bc	0,61Ab	0,73Ab	0,37Bc	0,58Aa	0,52Bc					
						0,52Ba	0,65Aa	0,68Aa	0,80Aa	0,43Bb	0,58Ba	0,66Aa					
						0,43Ca	0,60Bb	0,67Aa	0,71Ab	0,49Ba	0,55Bb	0,65Aa					

1. As letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas na horizontal (Tukey 5%)

2. As letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas na vertical (Tukey 5%)

Tabela 2. Médias gerais de peso de M.S. e teores de N, P, K, Ca, Mg e micronutrientes nas folhas dos tratamentos

	M.S. g	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	Zn ppm	Fe ppm
T R A T A M E N T O									
SC	7,61	1,34	0,75	3,96	0,57	0,46	559	535	464
FS	8,49	1,40	0,89	2,73	2,94	0,56	509	511	481
FS + SC	8,72	1,35	0,89	2,96	0,60	0,60	597	520	488
C A L A G E M									
c/catagem	8,48	1,38	0,73	3,24	0,61	0,70	190	502	511
s/catagem	8,07	1,34	0,96	3,33	0,53	0,38	920	542	444
S O L O									
LE	5,98	1,38	0,84	2,94	0,60	0,54	512	532	390
LR	10,57	1,34	0,84	3,64	0,53	0,55	598	512	566
D O S E									
0	4,73	1,19	0,74	4,19	0,51	0,40	324	495	466
1	7,39	1,27	0,81	3,16	0,60	0,57	495	541	540
2	9,45	1,43	0,91	2,95	0,59	0,61	602	551	468
3	11,52	1,56	0,91	2,82	0,58	0,59	799	500	437



O teor de cálcio e enxofre no solo também é elevado nos tratamentos SC e FS + SC e mais baixo no FS, devido a solubilização do gesso. O teor mais elevado de Ca leva a uma elevação da saturação por bases nesses tratamentos.

### CONCLUSÕES

As principais conclusões do ensaio são:

a) O SC não se comporta como um Fertilizante de Solubilização Lenta;

b) O K quando aplicado via SC é melhor aproveitado pelas plantas;

c) O efeito do tipo de solo na produção, analisado isoladamente é maior do que o efeito da calagem e

d) Os tratamentos básicos não afetaram o valor pH, e os teores de K e Mg no solo. As variações de P, Ca e  $S-SO_4^{2-}$ , encontradas no solo, devido a ação dos tratamentos, devem-se principalmente a presença do SC.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, F.E. The fate of nitrogen applied to soils. *Advances in Agronomy*, New York, 18:219-258, 1966.
- 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 Agronômico*, Campinas, (78):1-48, 1983.
- BEATON, J.D.; HUBBARD, W.A.; SPEER, R.C. Coated urea, thiourea, urea-formaldehyde, hexamine, oxamine, glycoluril, and oxidized nitrogen-enriched coal as slowly available sources of nitrogen for orchard-grass. *Agronomy Journal*, Madison, 59(2):127-33, 1967.

- BOONDUANG, A.; KANEHIRO, Y.; MURDOCH, C.L. Response of "suntrurf" bermudagrass to slow-release nitrogen sources under greenhouse conditions. *Hort Science*, St. Joseph, 11(4):379-81, 1976.
- ENGLESTAD, O.P. & RUSSEL, D.A. Fertilizers for use under tropical conditions. *Advances in Agronomy*, New York, 27:175-208, 1975.
- JORGENSEN, S.S. *Metodologia utilizada para análises químicas de rotina*. Guia analítico. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1977. 24p.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. *Boletim Técnico. Instituto Agrônômico*, Campinas (81):1-39, 1983.
- SANCHEZ, P.A. *Suelos del trópico*. Características y manejo. San José, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1981. 55p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 57p.
- VAUGHN, C.E.; JONE, M.B.; RUCKMAN, J.E. Effects of sulfur-coated urea on California annual grassland yield and chemical composition. *Agronomy Journal*, Madison, 71:297-300, 1979.
- VITTI, G.C. & SUZUKI, J. *A determinação do enxofre sulfato do solo pelo método turbidimétrico*. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrícolas e Veterinárias, 1978. 13p.

---

Recebido para publicação em: 01/03/89

Aprovado para publicação em: 04/07/89