

## SOLUBILIZAÇÃO DE MICRONUTRIENTES FOLIARES CU, ZN E MN POR ACIDIFICAÇÃO DE CALDAS PULVERIZADORAS E QUIMIGANTES COM ÁGUAS SUPERFICIAIS, SUBTERRÂNEAS E SUA MISTURA

**Autores:** FABIO HENRIQUE DE SOUZA FARIA, CÁSSIO GONÇALVES PEREIRA, NELSON DELVAUX ABREU JÚNIOR, MOISÉS, SOUZA RIBEIRO, LUIS ANTONIO DE LIMA, MAURO KOJI KOBAYASHI, THIAGO DIAS DE CARVALHO

### Introdução

Para obtenção de aumento de produtividade em cultivos anuais ou perenes irrigados podemos otimizar o fator de produção fertilização através da manutenção de pH adequado a disponibilidade de íons através da quimigação com acidificação de caldas. Na quimigação com apenas água como solvente a solubilização dos corretivos tem baixa dissolução dos nutrientes, devido o pH elevado da solução, o que pode levar a elevadas perdas e consequente contaminação ambiental por lixiviação dos nutrientes nos solos (Pinto et al., 2002; Villas Boas et al., 1994). A correção da deficiência de nutrientes dos solos e pH de cultivos perenes se torna difícil devido a baixa dissolução natural dos corretivos em fluxo de massa, e mesmo por impossibilidade de sua incorporação. Na prática das caldas quimigantes com fertilizantes a adição de ácidos pode-se atender com excelência a maioria dos parâmetros que promova incrementos de solubilidade: pH, concentração elementar, atividade iônica, força iônica, pares iônicos, temperatura e pressão (Ferreira, 1997). Podem ser acidificantes os rejeitos vinhaça de destilaria e ácido cítrico de limões de packing house e ácido fosfórico, convencionalmente aplicado na limpeza de equipamentos de irrigação (Figueiredo, 2004). Os rejeitos orgânicos ácido cítrico e vinhaça e o ácido fosfórico são ácidos de baixo peso molecular, alta solubilidade e são agentes de alto poder de solubilização dos quais o ácido fosfórico se distingue pelo fácil acesso, preço e eficiência. Contudo, a concentração de elementos aplicados em fertirrigação deve ser controlada, pois com o aumento da condutividade elétrica (CE), eleva-se o potencial osmótico da solução do solo e consequentemente seu potencial hídrico, dificultando-se sua absorção pelas plantas (Dimenstein, 2004). As caldas pulverizadoras e quimigantes estudadas utilizarão águas superficiais, águas subterrâneas de poços tubulares, significativas na região norte Mineira (Faria et al., 2009); bem como sua mistura (50%), e os micronutrientes comumente usados utilizados na correção: zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e manganês (Mn). Também como dissolução acidificada de nutrientes de baixa dissolução como o Cu e Mn aplicados via foliar se fazem profícuos. Os prováveis resultados obtidos com a quimigação acidificada podem ser altamente significativos na atual conjuntura econômica. A eficiência da fertilização e pulverização foliar acidificada pode ocasionar incrementos de disponibilidade dos nutrientes e, consequentes aumentos de produtividade e lucratividade. Estudou-se a aplicação de micronutrientes corretivos e foliares em quimigações sistematizadas com interação dos corretivos dos solos e foliares e percentual de ácido fosfórico (solutos) e águas (solventes), para validação das suas concentrações otimizadas para fracionamento da quimigação. Estudou-se o pH e CE correspondentes ao seu fracionamento para fins de potencial hídrico limitrofe das soluções em quimigação; e verificou-se os aumentos na solubilização dos elementos por acidificação, tomando-se águas superficiais como indicadoras de dissolução.

### Material e Métodos

Foram calculadas as concentrações empregadas nos ensaios baseando-se na solubilidade referencial da literatura e da fixação de uma condutividade elétrica (CE) das soluções menor que 4 dS m<sup>-1</sup>, para os corretivos empregados – Zn, Cu, e Mn. Nas soluções foram utilizada águas subterrâneas (P) com CE= 1,5 dS m<sup>-1</sup>, água do Rio Gortuba (R) com CE = 0,05 dS m<sup>-1</sup> e a misturas delas (M), com CE=0,78 dSm<sup>-1</sup> em 50%. Foi obtida a concentração empregada do ácido solubilizador através de testes de pH das soluções de ácido fosfórico (F), adotando-se como pH referencial máximo o valor 7 (integral). Os tratamentos ministrados compreenderam esquema fatorial com 3 águas e 3 micronutrientes em triplicata. Foram realizadas leituras de CE e pH das soluções elaboradas com peagâmetro e condutivímetro portátil. Foi verificada a temperatura ambiente dos ensaios com termômetro portátil, que se manteve entre 21 e 25°C. Quando as soluções atingiam CE > 4 dSm<sup>-1</sup> diluía-se a solução (1%) em 10 x, em dígitos subsequentes (10 e 100 x). Foram elaboradas tabelas com resultados medidos e de incrementos referenciados em dissolução em águas superficiais. Resultados de CE foram expressos em dS m<sup>-1</sup>, passíveis de conversão em sais dissolvidos totais (SDT) em ppm (mg L<sup>-1</sup>) por multiplicação pela constante 640, ou a L<sup>-1</sup> por 0,64, a pH. Foram usadas quantidades diluídas do soluto ácido



## Resultados

A Tabela 1 expressa os incrementos em solubilização que os fertilizantes em função da acidificação, em concentrações diferenciadas. Atendo-se à diluição realizada de 1 para 0,1% dos tratamentos com ácidos fosfóricos, traduzida por sua menor aplicação, configura-se aos teores dos corretivos dissolvidos que se os multiplique por 10. Os tratamentos com ácido fosfórico sempre se manifestaram desse modo, expressando sua superioridade, redução de custos e maior regularidade de solubilidade. O Cu e o Mn foram destacadamente os corretivos de maior solubilização em ácidos, com dois índices a 0,1% em F, com alta relação benefício/custo. Com relação a propriedade de agente solvente/solubilizador, as P se mostraram como as melhores solubilizadoras e o agente acidificante V se mostrou o pior solubilizador. O F se mostrou o mais eficiente e o mais solúvel, e promoveu solubilização em grandes percentuais de teores de todos os corretivos. As P se mostraram mais eficiente em solubilização que as R e M. O parâmetro pH mostrou-se de muita importância, haja visto que sua grandeza é a que representa a solubilidade da solução, e o ácido fosfórico manteve-o a baixos valores mesmo nas maiores diluições. **Conclusão:** O Mn foi o elemento mais solúvel, porém, os elementos Cu e Zn estiveram muito próximos desses resultados, proporcionando maiores teores de nutrientes aos cultivos, praticidade, fácil obtenção e baixo custo (L = R\$ 7,50), o que traduz alta relação benefício/custo. Afortunadamente, para a região Norte de Minas, onde se tem alta presença de poços tubulares nas propriedades rurais, devido a ausência de águas superficiais, as P se mostraram como as melhores solubilizadoras.

## Referências Bibliográficas

- DIMENSTEIN, L. Nutrição Vegetal e Fertilização em cultivos. Instituto Frutal, Fortaleza. 2004. 136 p.
- FARIA, F. H. DE S.; LIMA, L. A. DE ; RIBEIRO, M. S.; SANTOS, S. R.; RIBEIRO, K. M. Avaliação da salinidade, sodicidade e alcalinidade das águas subterrâneas para irrigação em Jaíba e Janaúba, Minas Gerais. Irriga, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 299-313, julho-setembro, 2009.
- FERREIRA, P.A. Aspectos físico-químicos dos solos. In: Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada. XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. UFPB/SBEA. Campina Grande-PB.pág.37-67, 1997.
- FIGUEIREDO, L. P. et al. Uso de ácido cítrico e complexo enzimático na prevenção de obstrução de vazão em simulação de fertilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8., 2004, Lages. Anais... Lavras: UFLA, 2004. CD-ROM.
- PINTO, J.M.; FEITOSA FILHO, J.C. Fertilização na fruticultura. ITEM. n. 55, p.70-74, 2002.
- VILLAS BOAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; WITTI, G. C. Aspectos da fertilização. In:SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS. Piracicaba: Potafos, 1994.p. 284-308

Apoio financeiro: UNIMONTES/FAPEMIG

**Tabela 1. Incrementos de solubilização de quimigantes por acidificação das caldas.**

AGUAS	CONC	COBRE			ZINCO			MANGANÊS		
		T	1%	0,1%	T	1%	0,1%	T	1%	0,1%
R/O	pH	6,3	1,72	2,14	3,75	1,76	2,17	4,2	1,91	2,11
	C <sub>a</sub>	0,3	-	2,3	-	-	2,4	3,3	-	2,08
MIX	pH	5,15	3,93	2,26	7,0	1,83	2,26	5,15	1,88	2,17
	C <sub>a</sub>	3,0	-	2,6	3,0	-	2,45	8,6	-	2,12
POÇO	pH	4,3	1,8	2,2	5,4	1,8	2,35	1,78	6,3	2,23
	C <sub>a</sub>	-	4,31	2,6	3,9	-	2,53	1,82	2,46	-

-A partir da pontuação é indicativo de que a solubilização extrapola a autonomia de medição do condutivímetro (equipamento que tem como limite, 4 dS m<sup>-1</sup> que corresponde a 2,5g L<sup>-1</sup>). CONC = concentração dos ácidos e T - testemunha sem ácido.