

## CULTIVO ZEOPÔNICO DE ALFACE E TOMATE

*Alberto C. de Campos Bernardi<sup>1</sup>; Carlos G. Werneck<sup>2</sup>, Patrick G. Haim<sup>2</sup>; Nélio G.A.M. Rezende<sup>3</sup>;  
Hélio Salim de Amorim<sup>4</sup>; Fernando de Souza Barros<sup>4</sup>, Paulo Renato Perdigão Paiva<sup>5</sup>; Marisa  
Bezerra de Mello Monte<sup>5</sup>*

*<sup>1</sup>Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1024. CEP: 22460-000 Rio de Janeiro - RJ, Brasil. E-mail: alberto@cnps.embrapa.br. <sup>2</sup>Curso de Engenharia Agrônômica, UFRRJ, Seropédica-RJ; <sup>3</sup>CPRM, Belém, PA; <sup>4</sup>Instituto de Física, UFRJ, Rio de Janeiro-RJ; <sup>5</sup>Laboratório de Química de Superfície - Centro de Tecnologias Mineraias – CETEM, Rio de Janeiro-RJ. Trabalho financiado pela FINEP / CT Mineral*

### INTRODUÇÃO:

Zeólitas são um grupo com 50 tipos de minerais de ocorrência natural. São alumino-silicatos cristalinos hidratados de metais alcalinos ou alcalinos-terrosos, estruturados em redes cristalinas tridimensionais rígidas, formadas por tetraedros de  $AlO_4$  e  $SiO_4$ , cujos anéis ao se unirem compõem um sistema de canais, cavidades e poros. A carga negativa do arranjo aniônico de Al-O-Si se compensa com cátions trocáveis, como  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  e  $Ba^{+2}$ , o quais ocupam sítios específicos nas cavidades e canais da zeólita. A estrutura tridimensional na forma de canais e cavidades interconectadas conferem às zeólitas vantajosas características e propriedades como: alto grau de hidratação, baixa densidade e grande volume de vazios (quando desidratadas), estabilidade da estrutura cristalina, elevada capacidade de troca catiônica, canais uniformes (mesmo desidratada), capacidade de captura de gases e vapores e propriedades catalíticas (Vaughan, 1978; Ming & Mumpton, 1989).

As 3 propriedades principais destes minerais, que são a alta capacidade de troca de cátions, alta capacidade de retenção de água livre nos canais, e a alta habilidade na captura de íons, que conferem-lhes grande interesse para uso na agricultura. A zeólita pode atuar na melhoria da eficiência do uso de nutrientes através do aumento da disponibilidade de P da rocha fosfática, e na melhora do aproveitamento do N ( $NH_4^+$  e  $NO_3^-$ ) e redução das perdas por lixiviação dos cátions trocáveis (especialmente  $K^+$ ). Tem sido utilizada também no cultivo zeopônico de plantas em substrato artificial composto por minerais zeolíticos misturados a rochas fosfáticas, o qual funciona como um sistema de liberação controlada e renovável de

nutrientes para as plantas (Allen et al., 1995). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de zeólitas enriquecidas com NPK no substrato de cultivo sobre a produção de alface e tomate.

### **MATERIAL E MÉTODOS:**

A zeólita utilizada foi coletada na Bacia do Parnaíba, no Estado do Maranhão, a qual representa o principal depósito de zeólita natural do País com potencial de aproveitamento econômico (Rezende & Angélica, 1999). As amostras do material apresentaram entre 15 e 50% de zeólita estilbita. A separação da zeólita dos contaminantes (quartzo e óxidos e hidróxidos de Fe) foi feita pelo método de concentração gravítica, resultando em um material com 84% de zeólita. A capacidade de troca de cátions do material aumentou de 1,69 meq g<sup>-1</sup> para 2,5 meq g<sup>-1</sup> com a concentração do material.

A partir da zeólita concentrada estabeleceram-se processos para o enriquecimento destes materiais com os macronutrientes N, P e K. O procedimento foi a incubação da zeólita com soluções contendo H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (1 mol L<sup>-1</sup>), KNO<sub>3</sub> (0,5 mol L<sup>-1</sup>) e K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (mol L<sup>-1</sup>), na relação 1:40 por 24 horas com temperatura controlada e agitação constante. Após a incubação a solução foi centrifugada. A zeólita enriquecida com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> recebeu a adição de um pré-concentrado de apatita.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Solos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 X 5 e um tratamento extra, com 3 repetições. Os tratamentos 4 níveis de zeólitas enriquecidas: 20, 40, 80 e 160 g por vaso. E cinco tipos de zeólitas enriquecidas: zeólita concentrada (Z); zeólita + KNO<sub>3</sub> (ZNK); zeólita + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (ZPK); zeólita + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + apatita (ZP), mistura das zeólitas KNO<sub>3</sub> e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (ZNP), além de um tratamento testemunha sem adição de zeólita. A testemunha recebeu todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas através de uma solução nutritiva. Todos os tratamentos receberam as mesmas quantidades de Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. Quando a zeólita utilizada não possui um dos macronutrientes, N, P ou K, este era adicionado na forma de solução nutritiva, na mesma dose fornecida à testemunha. Utilizou-se para o cultivo 3 kg por vaso do substrato inerte de areia lavada.

Foram realizados 2 cultivos sucessivos nos mesmos vasos: alface (*Lactuca sativa* L. var. Regina), e em seguida tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. Finestra). As mudas de alface e tomate foram transplantadas para os vasos 30 dias após a germinação e receberam

irrigação diária. Ao final de 30 e 90 dias de cultivo, da alface e tomate, respectivamente, as plantas foram colhidas, pesadas, lavadas, secas em estufa e pesadas. Foram ajustadas equações de regressão para o peso fresco e a produção de matéria seca em função das doses de zeólita de cada um dos tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na Figura 1 são apresentados os resultados do peso fresco e da produção de matéria seca de alface cultivadas com doses de zeólitas tratadas com N, P e K. Os melhores resultados foram obtidos com a zeólita com ácido fosfórico e apatita (ZP). A melhor produção de alface com este tratamento, considerando-se o ponto de inflexão da curva, foi obtido na dose de 76,7 g por vaso de zeólita. Com esta dose, obteve-se o valor de produção máxima de matéria seca de 16,7 g por vaso. Considerando-se que a média das testemunhas, foi 9,7 g por vaso, a adição da zeólita proporcionou um aumento em torno de 40% na produção do alface. O tratamento ZPK na dose mínima utilizada (20 g) resultou na produção de 259,8 e 12,9 g de peso fresco e matéria seca de alface, respectivamente. Em seguida o tratamento ZNK, ZNPK e Z nas dose de 148, 112 e 160 g por vaso, produziram 181, 235 e 208 g de alface (peso fresco). A produção de matéria seca seguiu a mesma tendência.

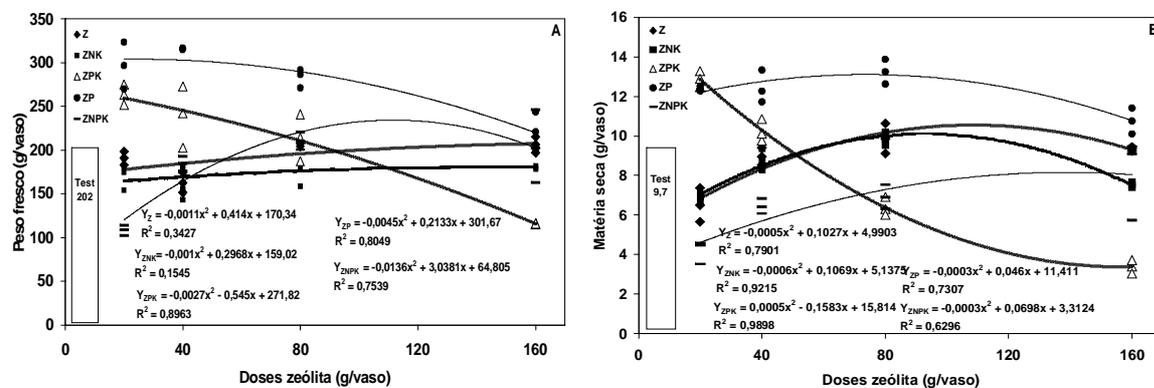


Figura 1: Peso fresco (A) e produção de matéria seca (B) de alface cultivadas com doses de zeólitas enriquecidas com N, P e K.

Na figura 2 são mostrados os resultados do peso de frutos e da produção de matéria seca total de tomate cultivadas com doses de zeólitas tratadas com N, P e K. Os resultados indicaram que novamente a zeólita acidificada e enriquecida com apatita (ZP) foi a que apresentou melhor resultado de produção de frutos (839 g por vaso), obtido com a doses de 114 g por vaso. Esta produção foi 55% maior que a obtida com a testemunha (541 g por vaso). O segundo melhor tratamento foi o ZPK que nas doses de 109 e 127 proporcionou as produções

de 730 g de frutos e 70,8 g por vaso de MS, respectivamente. Com o tratamento ZNK obtiveram-se as produções mais altas de frutos e MS (339 e 28,6 g por vaso) nas maiores doses testadas (160 g por vaso). As menores produções foram obtidas com o tratamento ZNPK, cujas produções máximas foram 47,9 e 5,8 g por vaso de frutos e MS, respectivamente. Nos tratamentos apenas com zeólita (Z), a produção de frutos foi significativamente influenciada pelo fornecimento da zeólita, sendo que a maior produção (288 g por vaso) foi obtida na maior dose utilizada.

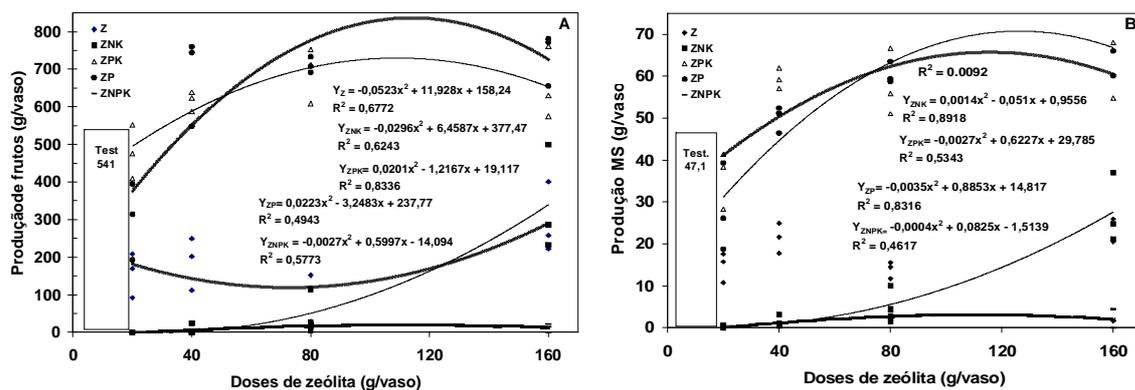


Figura 2: Peso de frutos (A) e produção de matéria seca (B) de tomate cultivado com doses de zeólitas enriquecidas com N, P e K.

Como foram feitas extrações sequenciais, ou seja, no mesmo vaso cultivou-se alface e em seguida tomate, observou-se que as doses para obtenção de produtividades máximas tenderam a ser maiores no segundo cultivo (tomate) que no primeiro (alface).

Os resultados indicaram, dentro das condições testadas, que as zeólitas enriquecidas funcionaram adequadamente como fonte de nutrientes de liberação lenta, sendo que os melhores efeitos sobre a produção da alface e do tomate (em ordem decrescente) foi: zeólita + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + apatita (ZP) > zeólita + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (ZPK) > zeólita + KNO<sub>3</sub> (ZNK) > zeólita concentrada (Z) > mistura das zeólitas KNO<sub>3</sub> e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (ZNPK).

### **LITERATURA CITADA:**

- ALLEN, E.; MING, D.; HOSSNER, L.; HENNINGER, D.; GALINDO, C. Growth and nutrient uptake of wheat in a clinoptilolite-phosphate rock substrate. *Agronomy Journal*, v.87, p. 1052-1059, 1995.
- MING, D.W.; MUMPTON, F.A. Zeolites in soils, in: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.) *Minerals in Soil Environments* (2<sup>nd</sup> ed.). Madison: Soil Science Society of America. 1989. p. 873-911.
- REZENDE, N.G.A.M.; ANGÉLICA, R.S. Sedimentary zeolites in Brazil. *Miner. Petrogr Acta*, v. 42, p. 71-82, 1991.
- VAUGHAN, D. Properties of natural zeolites. In: SAND, L., MUMPTON, F. (Eds.), *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use*. New York, Pergamon Press. p.353–372. 1978.