

TEORES DE CLOROFILA, NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA PELO LIMOEIRO 'CRAVO' CULTIVADO EM SUBSTRATO COM ZEÓLITA

Alberto C. de Campos Bernardi¹; Patrick G. Haim²; Carlos G. Werneck²; Nélio G.A.M. Rezende³; Hélio Salim de Amorim⁴; Fernando de Souza Barros⁴; Paulo Renato Perdigão Paiva⁵; Marisa Bezerra de Mello Monte⁵

¹Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz km 234, Cx. Postal 339, São Carlos – SP CEP: 13560-970. E-mail: alberto@cppse.embrapa.br. ²Curso de Engenharia Agrônoma, UFRRJ, Seropédica - RJ; ³CPRM, Belém, PA; ⁴Instituto de Física, UFRJ, Rio de Janeiro - RJ; ⁵Laboratório de Química de Superfície - Centro de Tecnologias Minerais – CETEM, Rio de Janeiro - RJ.

Trabalho financiado pela FINEP / CT Mineral

O sistema de produção de mudas de citros em ambiente protegido utilizando substratos visa melhorar as condições fitossanitárias, promover um crescimento mais intenso e padronizar o processo de formação dos porta-enxertos e mudas. Neste sistema ocorre um grande crescimento das plantas em curto espaço de tempo e em volume reduzido para o desenvolvimento do sistema radicular. Portanto, o fornecimento de nutrientes em doses adequadas e balanceadas é necessário para estimular o crescimento máximo e para que perdas por lixiviação sejam evitadas.

A adubação dos porta-enxertos e mudas em recipientes pode ser através da fertirrigação, adubações de cobertura e foliar, e também pelo pré-enriquecimento do substrato (a qual inclui os fertilizantes de liberação lenta). Existe ainda uma nova possibilidade que é o cultivo zeopônico, no qual plantas são cultivadas em substrato artificial composto por minerais zeolíticos misturados a rochas fosfáticas, funcionando como um sistema de liberação controlada e renovável de nutrientes para as plantas (Allen et al., 1995).

Zeólitas são minerais 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 (Ming & Mumpton, 1989). Estes minerais zeolíticos apresentam 3 propriedades principais que conferem-lhes grande interesse para uso na agricultura, 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. 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^+).

A análise de tecidos vegetais é uma medida direta da disponibilidade de nutrientes no substrato de cultivo, pois os resultados correspondem à quantidade de nutriente absorvida pelas plantas. Desta forma, o teor de nutrientes nos tecidos vegetais reflete sua real disponibilidade, pois existe uma relação entre o fornecimento de um nutriente pelo substrato de cultivo ou por um fertilizante e a concentração na folha, e uma relação entre essa concentração e a produção da cultura. O teor de nitrogênio na folhas é um dos fatores que determina o seu conteúdo de clorofila. A sua determinação pode ser feita através de métodos destrutivos das folhas e, não destrutivos utilizando medidores de clorofila, como o Minolta - SPAD-502.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de um concentrado zeolítico enriquecido com NPK ao substrato de cultivo sobre os teores e extração dos macronutrientes N, P e K e os teores de clorofila do limoeiro 'Cravo'.

O porta enxerto limoeiro cravo (*Citrus limonia* Osbeck) foi cultivado, por 90 dias, em bandeja com células de 150 cm³ com substrato orgânico compostado de casca de coco e carvão vegetal (3:1), ao qual adicionou-se o concentrado zeolítico. A composição mineral total do material orgânico indicou: N, 11,3; P, 8,04; K, 7,61; Ca, 7,98; Mg, 2,00; S, 1,37; Na, 1,78 g kg⁻¹; e também Cu, 7,04; Fe, 8685; Mn, 396; e Zn, 29,2 mg kg⁻¹. A partir de um concentrado zeolítico (84% de zeólita stilbita) 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 H₃PO₄ (1 mol L⁻¹) e KNO₃ (0,5 mol L⁻¹), na relação 1:40 por 24 horas com temperatura controlada e agitação constante, obtendo-se assim as zeólitas ZP e ZNK, respectivamente. Após a incubação a solução foi centrifugada. A zeólita enriquecida com H₃PO₄ (ZP) recebeu também a adição de um pré-concentrado de apatita.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com 4 repetições. Os tratamentos foram 4 níveis de uma mistura das zeólitas enriquecidas ZP e ZNK: 0, 2,5, 5,0 10 e 15 g por planta. A mistura utilizada foi de 30%ZNK + 70%ZP nas doses de: 0, 2,5; 5; 10 e 15 g por planta. Todos os tratamentos de receberam quantidades de zeólita concentrada para completar 15 g por planta, e que representava 30% do peso do substrato. Houve ainda uma testemunha absoluta cultivada sem adição do concentrado zeolítico.

Ao final de 90 dias de cultivo, determinou-se o teor de clorofila com o clorofilômetro (Chlorophyll Meter SPAD-502 Minolta Co., Japão), nas folhas recém-maduras, no período entre 9 e 10 h. Então, as plantas foram colhidas, pesadas, lavadas, secas em estufa e pesadas (massa seca). Analisou-se os teores totais de N, no extrato da digestão sulfúrica e

determinação pelo método semi-micro Kjeldhal, e de P e K, no extrato nitro-perclórico e determinação por espectrometria de plasma induzido (ICP-OES) e fotometria de chama, respectivamente. Foram ajustadas equações de regressão para teores de N, P e K em função das doses de zeólita de cada um dos tratamentos testados. Estabeleceu-se também o coeficiente de correlação linear entre os teores de N e as leituras SPAD.

Os resultados na Figura 1A, indicam que houve aumentos lineares dos teores de P e K nas folhas do limoeiro ‘Cravo’ de 1,99 a 2,98 g kg⁻¹ e 14,9 a 18,4 g kg⁻¹, respectivamente, com o aumento das doses de zeólita enriquecida. Já os resultados dos teores de N, na mesma Figura, indicam um comportamento quadrático com ponto de inflexão na dose de 9,2 g por planta, que proporcionou o teor de 15,4 g kg⁻¹. A adição de 6,2 g do concentrado zeolítico enriquecido com NPK aumentou significativamente a produção de matéria seca e total (Figura 1B). Com relação à extração (Figura 1C), houve efeito quadrático para os macronutrientes N, P e K, sendo que as maiores extrações (16,1; 5,8; e 21,5 mg por planta) ocorreram nas doses de 6,2; 7,5 e 6,7 g por planta de zeólita, respectivamente.

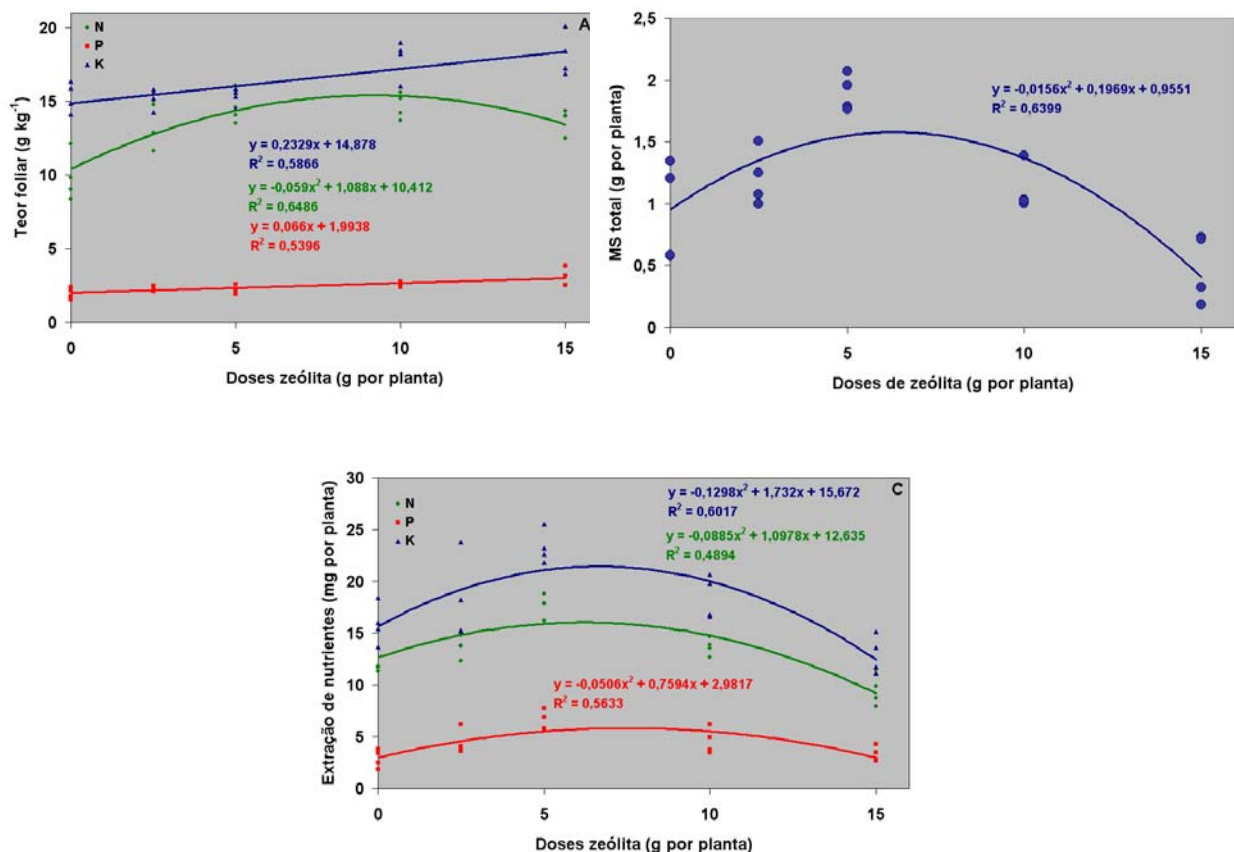


Figura 1: Teores de N, P e K, produção de matéria seca total e extrações dos macronutrientes pelo limoeiro ‘Cravo’ cultivado em substrato contendo zeólita enriquecida.

Na Figura 2 A, observar-se o comportamento quadrático das leituras pelo clorofilômetro Minolta - SPAD-502 em função das doses de zeólita, sendo que o maior valor (47,9) foi obtido com a dose de 8,1 g por planta. Houve correlação positiva entre os teores de N na folha do limoeiro ‘Cravo’ e os teores de clorofila, com coeficiente de correlação $r = 0,701$. Estes resultados obtidos demonstraram que as leituras SPAD oferecem uma rápida e não-destrutiva estimativa dos teores de clorofila nas folhas. Estes valores correlacionaram-se com o teor de N na folha, podendo funcionar como diagnóstico do estado nutricional deste nutriente na planta. Isso ocorre pois entre 50 a 70 % do N total na folha está associado a enzimas presentes nos cloroplastos.

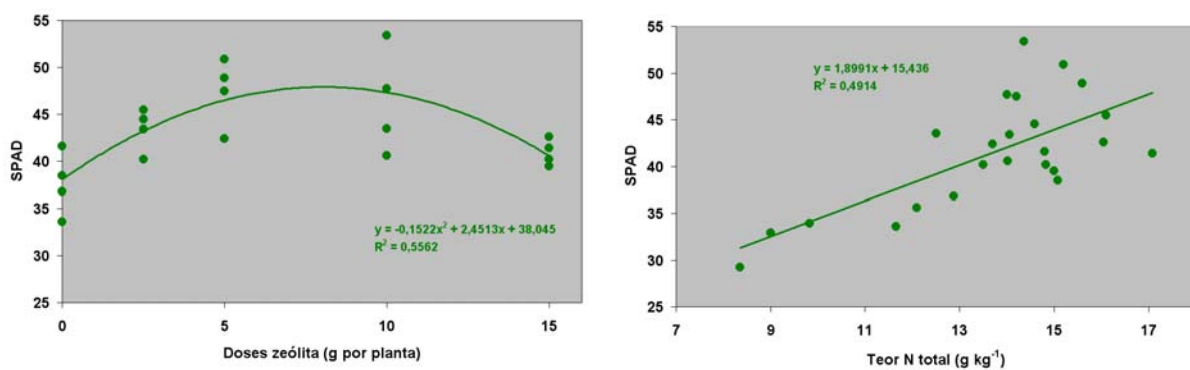


Figura 2: Teores de clorofila, indicados pelas leituras SPAD em função das doses de zeólita enriquecida no substrato de cultivo e a correlação entre os teores de N e as leituras SPAD nas folhas do limoeiro ‘Cravo’.

Os resultados indicaram que o fornecimento de nutrientes através do mineral zeólita enriquecido com NPK adicionado ao substrato orgânico comprovou ser uma alternativa viável para a obtenção de porta-enxertos no sistema de produção em ambiente protegido. Houve aumentos nos teores e extração de N, P e K com o fornecimento da zeólita enriquecida. As leituras dos teores de clorofila relacionaram-se com os teores de N, indicando ser esta uma alternativa para o diagnóstico do estado nutricional para a cultura.

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* (2nd ed.). Madison: Soil Science Society of America. 1989. p. 873-911.