

Níveis Críticos de P e K no Solo para a Cultura da Laranjeira em função da Produtividade Esperada com base no Ferticalc-Laranja⁽¹⁾.

Nicolás Ignacio Stahringer⁽²⁾; Víctor Hugo Alvarez V.⁽³⁾; Júlio César Lima Neves⁽³⁾; Danilo de Lima Camêlo⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa Estudante Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG) e FAPEMIG.

⁽²⁾ Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas; Departamento de Solos – Universidade Federal de Viçosa; Viçosa; Minas Gerais; nicostahringer@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor; DPS – UFV; ⁽⁴⁾ Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo.

RESUMO: Desde a década de 80, o Brasil é o maior produtor de laranjas do mundo, sendo que na safra 11/12, o País participou com 57 % da produção mundial de suco de laranja. Neste trabalho objetivou-se utilizar a modelagem como ferramenta para obter níveis críticos (NC) de P e K na cultura da laranjeira e observar a influência da capacidade tampão do solo sobre o NC destes nutrientes no solo. Para isto, utilizou-se o sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da laranjeira com base no balanço nutricional (Ferticalc-Laranja). Os cenários para os quais foram calculados os NC correspondem a um pomar de 10 anos (400 pl/ha), sobre solos com P-rem de 43,3; 35,1 e 28 mg/L. As produtividades contempladas foram 20, 30, 40, 50 e 60 t/ha de fruta fresca. O extrator considerado foi resina tanto para P quanto para K. Concluiu-se que a utilização da modelagem permite obter valores de NC para P e K, que variam em função da produtividade esperada e do fator capacidade do solo, inferido pelo P-rem.

Termos de indexação: modelagem, nutrição mineral, P-rem.

INTRODUÇÃO

Com mais de 1 Mha de plantas cítricas em seu território, o Brasil tornou-se, na década de 80, o maior produtor mundial de citros (Neves et al. 2010).

Atualmente, o País detém 37,3 % da produção mundial de laranja e 57,2 % da de suco de laranja, sendo que no ano de 2012, liderou o ranking mundial de exportações deste produto com 81,3 % da participação no mercado internacional (USDA, 2012), o que indica claramente que a citricultura é um dos setores mais competitivos e de maior potencial de crescimento do agronegócio brasileiro.

A obtenção de níveis críticos (NC) classicamente tem sido feita com base na

realização de experimentos de campo que permitem chegar às curvas de calibração. Estes experimentos são de elevado custo e demandam tempo.

O NC pode variar com o método de análise, com a espécie, com a idade da cultura (Novais et al., 1986; Santos, 2002) e com a sensibilidade do extrator ao fator capacidade do solo (Novais & Kamprath, 1979; Muniz et al., 1987).

Com a informação disponível na literatura é possível construir modelos de simulação que permitem entender de maneira mais compreensiva como diferentes cenários (tipo de solo, produtividade, etc) influenciam parâmetros como o NC no solo, com reflexos nas recomendações de fertilização.

Neste trabalho objetivou-se utilizar a modelagem como ferramenta para obter níveis críticos de P e K no solo para a cultura da laranjeira. Além disso, pretendeu-se observar a influência da capacidade tampão do solo sobre o NC destes nutrientes no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho utilizou-se o sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da laranjeira com base no balanço nutricional (Ferticalc-Laranja) desenvolvido como dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa por Stahringer (2013).

O Ferticalc-Laranja está baseado na modelagem do balanço entre o requerimento de nutrientes pela cultura, para atingir uma dada produtividade e o suprimento de nutrientes do solo e dos resíduos vegetais. O subsistema requerimento engloba a demanda total (DT), a taxa de recuperação pela planta (TRpl) e o requerimento total (RT).

A DT de um pomar em plena produção se

compõe da demanda para incremento anual da biomassa vegetativa (DΔBV) mais a demanda para produção de frutos (DPF). A DΔBV está em função da produção de BV (entre dois anos subsequentes), da partição dessa biomassa nos diversos órgãos da planta e dos teores correspondentes ao ano considerado. A DPF se obtém pelo quociente entre a produtividade esperada (PE) e o coeficiente de utilização biológica de frutos (CUBF). Pelo fato da PE estar expressa em kg ou t/ha de matéria fresca, deve-se corrigir o valor de PE a kg ou t/ha de matéria seca, valendo-se do coeficiente de matéria seca do fruto (CMSF = 0,1676 kg MS/kg MF¹).

Por sua vez, o CUBF é uma medida da eficiência de utilização do nutriente pela planta expresso em kg/kg (kg de matéria seca de fruto produzida / kg de nutriente acumulado no fruto). Com base em dados obtidos na literatura para a laranja (Smith & Reuters 1953, Chapman 1968, Labanauskas & Handy 1972, Bataglia et al. 1977, Malavolta et al. 1987, Paramasivam et al. 2000, Mattos Jr et al. 2003, Boaretto et al. 2007) foram estimados os CUBF para P e K com valores de 799,65 e 86,41 kg/kg, respectivamente.

A TRpl indica que proporção do nutriente aplicado efetivamente é absorvido pela planta pois a planta não absorve 100 % do nutriente aplicado, devido a perdas, competição da planta com o solo, etc. (Santos, 2002). Dividindo a DT de cada nutriente pela TRpl do nutriente obtém-se o RT do nutriente. Contudo, no cálculo do RT de P e K deve ser considerado também o componente de sustentabilidade. Assim, para calcular o RT de P e K adiciona-se à DPF destes nutrientes à quantidade de P e K exportada pelos frutos, para então dividir o resultado pela TRpl de cada nutriente.

Como o sistema considera uma profundidade efetiva das raízes (PER) de 40 cm, e em razão de haver maior densidade de raízes finas em relação ao volume de solo na camada de 0-20 cm, considera-se que esta camada contribui com 80 % do suprimento de nutrientes enquanto que a camada de 20-40 cm com o restante 20 %. Isto leva a que o RT e o nível crítico (NC), sejam subdivididos em duas camadas, 0-20 e 20-40 cm. Para obter os requerimentos totais de 0-20 e 20-40 cm multiplica-se o RT por 0,8 e 0,2 respectivamente.

Tanto a DT quanto o RT estão na escala de dose (kg/ha), enquanto que o NC se expressa na escala de teor (mg/dm³). Desta maneira, para

converter os valores de RT para NC deve-se dividir o RT (kg/ha), de cada camada de 2 dm por dois, para passar o valor de kg/ha a mg/dm³. A seguir, multiplica-se o valor em mg/dm³ pela taxa de recuperação do nutriente pelo extrator (TRext) para assim chegar ao NC do nutriente em cada camada de solo.

Neste trabalho os cenários considerados compreendem um pomar de 10 anos (densidade de plantio de 400 pl/ha²), em plena produção, sobre solos com 10, 20 e 34 dag/kg de argila o que corresponde a valores de P-rem³ de 43,3; 35,1 e 28 mg/L, respectivamente. Foram considerados unicamente solos de textura arenosa a franca devido a que esta cultura é plantada mais frequentemente neste tipo de solos. As produtividades contempladas foram 20, 30, 40, 50 e 60 t/ha de matéria fresca. O extrator considerado foi resina tanto para P quanto para K.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para calcular a DT considerou-se um valor de demanda para incremento da biomassa vegetativa, de 1,74 e 15,84 kg/ha de P e K respectivamente. Estes valores correspondem à DΔBV entre o nono e decimo ano do pomar no campo. Somando a DΔBV com a DPF, variável em função da produtividade esperada, obtiveram-se os valores de DT (Quadro 1).

Quadro 1. Demanda de P e K, em função da PE

PE	P	K
-----t/ha-----	-----kg/ha-----	
20	5,9	54,6
30	8,0	74,0
40	10,1	93,4
50	12,2	112,8
60	14,3	132,2

Para obter os diversos valores de requerimento total (Quadro 2), a DT de P e K (Quadro 1) foi dividida pela TRpl de cada nutriente. No caso do P, a TRpl é variável em função da capacidade tampão do solo, sendo utilizado o P-rem como um estimador dessa característica do solo. A TRpl do K não é influenciada por esta característica do solo, porém leva em consideração o parcelamento da dose deste nutriente, sendo que, quanto mais parcelada a dose, maior é a TRpl de K. Considerando um parcelamento em três vezes, obteve-se uma TRpl_K = 79,5 %.

² Valor que corresponde a uma densidade média de plantio para laranja em função do levantamento feito pela IEA-CATI (2009).

³ Teor de P da solução de equilíbrio, determinado após a agitação por uma hora de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) com CaCl₂ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação solo:solução 1:10 (Alvarez V. et al., 2000).

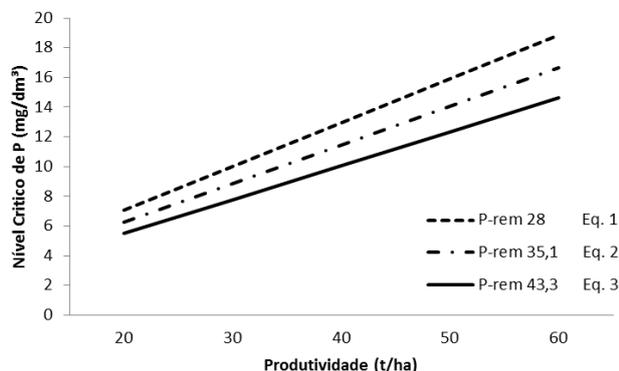
¹ O CMSF foi calculado com base na informação disponível na literatura (Smith & Reuters, 1953; Labanauskas & Handy, 1972; Nadir, 1973; Bataglia et al., 1977; Malavolta et al., 1987; Boaretto et al., 2007; Rocuzzo et al., 2012).

No quadro 2, percebe-se que para uma mesma produtividade esperada, quanto maior o P-rem, menor é o RT de P. Em outras palavras, para uma produtividade esperada qualquer, quanto mais arenoso o solo, menor será o RT de P devido a que é menor o dreno solo por este nutriente. Cabe destacar que este sistema considera um valor de CUBF constante para cada nutriente, porém, em futuras versões deveria ser contemplado que o coeficiente de utilização biológica pode variar com a textura do solo. Sendo esperado que, plantas que se desenvolvem em solos argilosos tendem a apresentar maior eficiência na utilização dos nutrientes, como o P, afetados pela capacidade tampão do solo, quando comparadas com plantas em solos arenosos.

Quadro 2. Requerimento total de P e K, em função da produtividade e do P-rem

PE	P			K		
	P-rem (mg/L)			P-rem (mg/L)		
	43,3	35,1	28	43,3	35,1	28
---t/ha---	-----kg/ha-----					
20	20,2	23,8	27,6	117,5	117,5	117,5
30	28,6	33,6	39,0	167,9	167,9	167,9
40	37,0	43,4	50,4	219,3	219,3	219,3
50	45,4	53,3	61,9	271,7	271,7	271,7
60	53,8	63,1	73,3	325,1	325,1	325,1

Nas figuras 1 e 2 é possível verificar que à medida em que aumenta a produtividade esperada, o nível crítico de P também incrementa. Entretanto, de igual maneira que o RT, observa-se que para uma dada produtividade esperada, o nível crítico é maior quanto menor o P-rem, independentemente da camada de solo considerada.

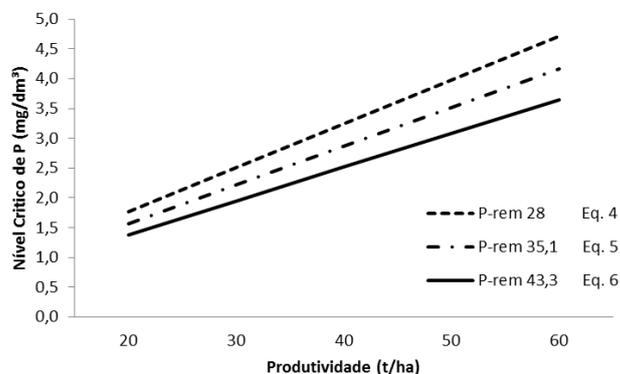


Eq. 1: $y = 4,1518 + 2,9345 x$

Eq. 2: $y = 3,6798 + 2,6009 x$

Eq. 3: $y = 3,222 + 2,2773 x$

Figura 1. Níveis críticos de P na camada de 0-20 cm, em função da produtividade e do P-rem (mg/L).



Eq. 4: $y = 1,038 + 0,7336 x$

Eq. 5: $y = 0,92 + 0,6502 x$

Eq. 6: $y = 0,8055 + 0,5693 x$

Figura 2. Níveis críticos de P na camada de 20-40 cm, em função da produtividade e do P-rem (mg/L).

No quadro 3 nota-se que os níveis críticos de K nas camadas de 0-20 e 20-40 cm seguem a mesma tendência observada para o RT de K (Quadro 2). A sutil diferença observada entre os primeiros dois solos e o terceiro é devida a que a TRext para K (resina) é afetada pelo P-rem, sempre que este seja inferior a 30 mg/L, sendo considerada fixa para valores de P-rem maiores que 30 mg/L. Desta maneira, o solo com P-rem = 28 mg/L tem uma TRext para K (resina) levemente superior aos outros dois solos (83,41 % e 82,88 %, respectivamente).

Quadro 3. Níveis críticos de K, em função da produtividade esperada e do P-rem

PE	0 - 20 cm			20 - 40 cm		
	P-rem (mg/L)			P-rem (mg/L)		
	43,3	35,1	28	43,3	35,1	28
---t/ha---	-----mg/dm³-----					
20	39,0	39,0	39,2	9,7	9,7	9,8
30	55,7	55,7	56,0	13,9	13,9	14,0
40	72,7	72,7	73,2	18,2	18,2	18,3
50	90,1	90,1	90,7	22,5	22,5	22,7
60	107,8	107,8	108,5	26,9	26,9	27,1

CONCLUSÕES

A utilização da modelagem permite obter valores de NC para P e K, que variam em função da produtividade esperada e do fator capacidade do solo, inferido pelo P-rem.

AGRADECIMENTOS

Ao PEC-PG e ao CNPq pelas bolsas de estudo concedidas. À FAPEMIG pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. et al. Determinação e uso do fósforo remanescente. B. Inf. SBCS, 25:27-32, 2000.
- BATAGLIA et al. Composição mineral de frutos cítricos na colheita. Bragantia, 36:215-221, 1977.
- BOARETTO et al. Acúmulo de nutrientes e destino do nitrogênio (¹⁵N) aplicado em pomar jovem de laranja. Revista Brasileira de Fruticultura. 29(3): 600-605, 2007.
- CHAPMAN, H.D. The mineral nutrition of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Eds.). The citrus industry. Riverside: University of California, 1968. v.2, p.127-289.
- IEA-CATI. Laranja: 1ª Previsão da Safra Agrícola 2008/09, Estado de São Paulo, 2009. 4 p.
- LABANAUSKAS, C.K. & HANDY, M.F. Mineral nutrient removal by California Valências. Citrograph. 58:44-60, 1972.
- MALAVOLTA et al. Variação de matéria seca e de micronutrientes nos frutos de cinco variedades de citros durante o seu crescimento. IX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 1:205-208, 1987.
- MATTOS JR et al. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. Sci. Agric., 60:155-160, 2003.
- MUNIZ et al. Disponibilidade de fósforo e recomendação de adubação avaliadas por meio de extratores químicos e do crescimento de soja em amostras de solo com diferentes valores de fator capacidade. R. Ceres, 34:125-151, 1987.
- NADIR, M. Partitioning and level of mineral elements in different parts of producing citrus trees. Proceedings of the International Society of Citriculture. 1:193-205, 1973.
- NEVES et al. O retrato da Citricultura Brasileira. 2010. 71 p.
- NOVAIS et al. Interpretação de análise de química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus spp.* Níveis críticos de implantação e de manutenção. R. Árvore, 10:105-111, 1986.
- NOVAIS, R.F. & KAMPRATH, E.J. Fósforo recuperado em três extratores químicos como função do fósforo aplicado no solo e do "fator capacidade". R. Bras. Ci. Solo, 3:41-46, 1979.
- PARAMASIVAM et al. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. J. Plant Nutr., 32:313-327, 2000.
- ROCCUZZO et al. Assessing nutrient uptake by field-grown orange trees. Europ. J. Agronomy 41:73-80, 2012.
- SANTOS, F. C. Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 64p. (Tese de Mestrado).
- SMITH, P.F. & REUTHER, W. Mineral content of oranges in relation to fruit age and some fertilizer practices. Proc. Fla. State Hort. Soc. 66:80-85, 1953.
- STAHNINGER, N.I. Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da laranja com base no balanço nutricional (Ferticalc-Laranja). Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2013. 125p. (Tese de Mestrado).
- USDA 2012. Citrus: World Markets and Trade. Disponível em: <http://usda01.library.cornell.edu/usda/fas/citruswm//2010s/2012/citruswm-07-26-2012.p>