

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 ($D\Delta BV$) mais a demanda para produção de frutos (DPF). A $D\Delta BV$ 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 ($CMSF = 0,1676 \text{ kg MS/kg MF}^1$).

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/dm^3). 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/dm^3 . A seguir, multiplica-se o valor em mg/dm^3 pela taxa de recuperação do nutriente pelo extrator (TR_{ext}) 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/ha^2), em plena produção, sobre solos com 10, 20 e 34 dag/kg de argila o que corresponde a valores de $P\text{-rem}^3$ 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 $D\Delta BV$ entre o nono e decimo ano do pomar no campo. Somando a $D\Delta BV$ 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 $P\text{-rem}$ 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 CaCl_2 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação solo:solução 1:10 (Alvarez V. et al., 2000).

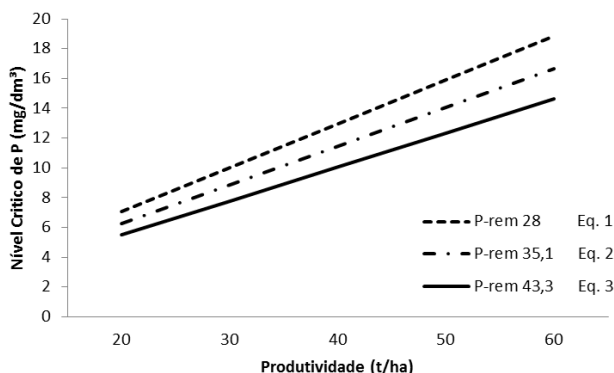
¹ O $CMSF$ foi calculado com base na informação disponível na literatura (Smith & Reuters, 1953; Labanauskas & Handy, 1972; Nadir, 1973; Bataglia et al., 1977; Malavolta et al., 1987; Boaretto et al., 2007; Rocuzzo et al., 2012).

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.

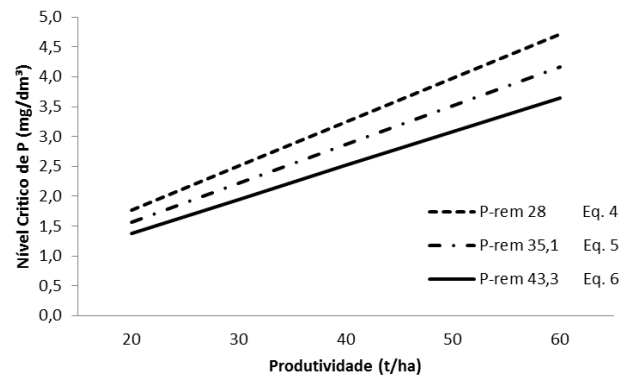


Eq. 1: $y = 4,1518 + 2,9345 x$

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>