

Nitrogênio na seiva de ramos de laranjeiras Hamlin em cultivo fertirrigado⁽¹⁾.

Thomas Fiore de Andrade⁽²⁾; Bruno Marcos de Paula Macedo⁽³⁾; Roberto Lyra Villas Bôas⁽⁴⁾; Diógenes Martins Bardivieso⁽⁵⁾; Thaís Regina de Souza⁽⁶⁾; Leticia Cecília Foratto⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fapesp.

⁽²⁾ Estudante de Pós-Graduação (doutorado); Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp; Botucatu, São Paulo; tfandrade@fca.unesp.br; ⁽³⁾ Estudante de Graduação (Agronomia); Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp; Botucatu, São Paulo; ⁽⁴⁾ Professor titular; Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp; Botucatu, São Paulo; ⁽⁵⁾ Estudante de Pós-Graduação (doutorado); Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp; Botucatu, São Paulo; ⁽⁶⁾ Estudante de Pós-doutorado; Instituto Agrônômico de Campinas; Campinas, São Paulo.

RESUMO: A fertirrigação é uma técnica que tem sido adotada de forma crescente pelos citricultores, porém, o manejo inadequado da mesma tem provocado a redução da produtividade desta cultura, principalmente em função de desordens nutricionais. Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar a sensibilidade do método de determinação de nitrogênio na seiva de ramos de laranjeira em função de doses de N aplicadas via fertirrigação. O pomar foi composto por laranjeiras de sete anos da variedade Hamlin sobre o porta-enxerto citrumelo "Swingle". O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, utilizando cinco tratamentos e quatro repetições, onde cada parcela foi constituída por três linhas de doze plantas, sendo a parcela útil composta por dez plantas da linha central. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de N (0%, 25%, 50%, 100% e 200% da recomendação convencional de adubação), na forma de nitrato de amônio. Efetuou-se a determinação de nitrogênio na seiva de ramos novos advindos de coletas mensais durante o período de setembro de 2010 a abril de 2011. A medida de concentração de nitrogênio na seiva apresentou-se sensível as doses aplicadas, constituindo-se numa importante ferramenta a ser utilizada em estudos de avaliação nutricional de plantas cítricas e a aplicação de altas doses de fertilizante nitrogenado pode causar toxidez às plantas devido ao aumento na absorção de amônio.

Termos de indexação: citros; nitrogênio, seiva.

INTRODUÇÃO

A citricultura é um segmento de grande importância para a estrutura sócio-econômica do Brasil, sendo esta caracterizada como uma das mais típicas atividades agro-industriais do país (Lohbauer, 2010).

A fertirrigação é uma técnica que consiste na prática da irrigação aliada à fertilização, sendo que uma das principais vantagens desta consiste na melhoria da eficiência da adubação, pois possibilita o maior parcelamento desta, reduzindo assim

perdas por lixiviação, além de possibilitar um melhor ajuste da adubação com relação às exigências das plantas quanto aos seus estádios fenológicos (Salomão, 1999).

Apesar de muitos trabalhos relatarem os efeitos positivos da fertirrigação em várias culturas, há necessidade da realização de pesquisas sobre, doses, concentração, parcelamento e monitoramento do estado nutricional de cultivos perenes submetidos à fertirrigação (Duenhas et al., 2005).

Uma das maiores dificuldades quanto à adubação em citros e em cultivos em geral está relacionada com recomendação de nitrogênio, pois o mesmo é muito dependente das condições de solo, clima e sua relação com a cultura de interesse, onde muitas vezes, sua recomendação é baseada em dados relacionados com produtividade esperada, nível de resposta, entre outros, que são insuficientes para se gerar uma recomendação concisa, gerando muitas dúvidas quanto à quantidade e o parcelamento do nutriente a ser aplicado.

A análise de seiva é um método que consiste na análise do líquido extraído dos tecidos condutores da planta. Na análise da seiva obtém-se o extrato somente de uma parte específica da planta, que pode ser analisado em laboratório ou no próprio campo, utilizando kits específicos para análise.

Esta técnica tem sido considerada uma nova ferramenta para determinar e quantificar o que a planta está absorvendo no momento da amostragem, conforme observado por Lozano (1996), citado por Cadahía e Lucena (1998). Segundo estes últimos autores é uma técnica bastante precisa e sensível para se determinar a demanda por nutrientes de plantas lenhosas nos diferentes estádios fenológicos, que é a base fundamental do programa de nutrição via fertirrigação.

A análise de nitrogênio da seiva pode ser considerada uma importante ferramenta auxiliar, pois através da mesma, é possível quantificar a necessidade de nitrogênio da planta em diferentes



estádios fenológicos, com isso, fornecendo informações que possam auxiliar na realização de ajustes necessários ao programa de adubação.

Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar a sensibilidade do método de determinação de nitrogênio na seiva a doses de N via fertirrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico na fazenda Emu, pertencente à empresa Citrovita, localizada no município de Reginópolis-SP, à uma latitude de 21°49'45" sul, longitude de 49°08'27" oeste e altitude de 460 m. O pomar foi composto por laranjeiras da variedade Hamlin sobre o porta-enxerto citrumelo "Swingle", com 7 anos, onde o espaçamento utilizado era de 7 m x 4 m. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, utilizando quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de N, onde as doses foram estabelecidas com base na recomendação convencional, que foi definida conforme o histórico de análises de solo, folha e produtividade.

As doses foram distribuídas da seguinte forma: 0%, 25%, 50%, 100% e 200% da recomendação convencional (Van Raij et al., 1997) atribuída à análise foliar e produtividade esperada, sendo neste ensaio esperada uma produtividade superior a 50 toneladas por hectare. A dose referente ao tratamento que aplica 100% da recomendação (T4) foi de 220 kg ha⁻¹ de N, na forma de nitrato de amônio (33% de N), sendo o parcelamento realizado aplicando-se 25% da dose total do tratamento em outubro, 10% em Novembro, 10% em Dezembro, 10% em Janeiro, 10% em Fevereiro, 10% em Março e 25% em Abril.

As parcelas foram constituídas por três linhas de doze plantas, sendo avaliadas apenas as dez plantas da linha central, onde a bordadura era formada pelas duas linhas laterais e pelas duas plantas nos extremos da linha central, com o intuito evitar a contaminação entre os tratamentos.

As aplicações dos nutrientes foram realizadas durante 28 semanas no ano, desde o início de setembro até o final do mês de abril, em duas aplicações semanais.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento. As parcelas possuíam linhas simples de tubo gotejadores, instaladas ao lado do tronco das árvores, paralelamente à linha de plantio.

O turno de rega de irrigação foi de aproximadamente três dias, obedecendo assim, as duas fertirrigações programadas por semana. A lâmina de irrigação aplicada foi determinada com o auxílio da curva de retenção de água no solo e com a leitura dos tensiômetros localizados na

profundidade de 30 cm, pois a profundidade efetiva do sistema radicular da laranja é de 60 cm. O manejo fitossanitário foi realizado conforme a necessidade da cultura.

As coletas de ramos e solução do solo foram realizadas mensalmente, durante o período de Setembro de 2010 a Abril de 2011, e a coleta de solo foi realizada em Junho de 2011.

Foram coletados quatro ramos por planta (um ramo por quadrante). Os ramos foram limpos com algodão umedecido com água destilada e secados com papel de filtro, sendo depois cortado em frações de 1 a 2 cm e depois introduzido em éter etílico para interromper o metabolismo e extrair a clorofila. A amostra foi submetida ao processo de extração da seiva após o descongelamento, o líquido obtido foi colocado em um funil de separação para separar o éter da seiva, depois a seiva foi filtrada antes da retirada das alíquotas para as determinações analíticas, que foram definidas por Sarro (1985), citadas por Cadahía e Lucena (2005).

A solução do solo foi coletada com ajuda de extratores de cápsula porosa, instalados nas parcelas a 30 cm de profundidade, localizados a 20 cm da linha de gotejo. Foi aplicada uma tensão de aproximadamente 80 kPa nos extratores 12 horas após a fertirrigação e, cerca de 6 horas após, era efetuada a coleta da solução.

A determinação da concentração de nitrogênio na seiva e na solução do solo foi efetuada por destilação a vapor, sem diluição, segundo metodologia descrita por Cantarella & Trivelin (2001).

As amostras de solo foram retiradas na projeção da copa a 20 cm do emissor de gotejo e a 20 cm de profundidade. As amostras foram obtidas através da homogeneização de cinco amostras simples de cada parcela. Posteriormente foram submetidas à secagem e passadas em peneira de malha de 2mm, sendo depois efetuadas as análises de pH, pela metodologia descrita por Raij et al. (2001).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) conforme o delineamento descrito no item material e métodos e posteriormente à análise de regressão. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para todos os parâmetros analisados, havendo aumento nos teores de amônio, nitrato e, conseqüentemente, nitrogênio total, em relação às doses de N aplicadas (Tabelas 1 e 2).

A acidificação observada no solo e na solução do solo nos tratamentos T3, T4 e T5 (Tabela 1), podem



ser a explicação para os maiores teores de NH_4 na seiva destes tratamentos, pois a acidificação do solo inibe o processo de nitrificação, promovendo acúmulo de amônio no solo e na solução do solo e, conseqüentemente, na planta.

Segundo Dou et al. (1999), a forma absorvida, amônio ou nitrato, pode influenciar a resposta dos citros. Em um ensaio com solução nutritiva, demonstraram que o fornecimento contínuo de amônio causou redução do crescimento de mudas de citrumelo Swingle e tangerina Cleópatra, comparado ao fornecimento de nitrato. Estes autores verificaram sintomas de toxicidade de amônio a concentrações maiores que 15 mg L^{-1} na solução, que foram associados à injúrias na estrutura dos cloroplastos e acúmulo de amido e fitoferritina, causando prejuízos ao sistema fotossintético. Neste projeto, foram encontradas concentrações de amônio maiores que 15 mg L^{-1} na solução do solo. Estes valores chegaram a $51,8 \text{ mg L}^{-1}$ no tratamento T5, que sofreu mais com a acidificação (Tabela 1).

No vacúolo o pH é sempre mantido menor que o pH do citoplasma. Neste compartimento, o NH_4 absorvido pelas plantas reage com OH^- para formar NH_3 , sendo esta permeável à membrana do tonoplasto e assim, se difunde de acordo com seu gradiente de concentração. Dentro do vacúolo a NH_3 reage com H^+ para formar NH_4 novamente, desequilibrando assim os valores de pH na célula (TAIZ & ZEIGER, 2004). Em função disso, altos níveis de amônio são tóxicos tanto para plantas como para animais, porque o amônio pode dissipar os gradientes de prótons trans-membrana requerido tanto para o transporte elétrico fotossintético quanto respiratório e para o isolamento de metabólitos nos vacúolos (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

CONCLUSÕES

A concentração de nitrato na seiva demonstra sensibilidade às doses de adubo aplicadas, constituindo-se uma importante ferramenta na avaliação nutricional de citros.

A aplicação de altas doses de fertilizante nitrogenado eleva a acidez do solo e da solução do solo, podendo causar toxidez pela maior absorção de amônio pela planta.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo auxílio financeiro e à empresa Citrovita por ceder a área experimental e recursos necessários para a execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

CADAHÍA, C.; LUCENA, J. J. Diagnóstico de nutrición y recomendaciones de abonado. In: CADAHÍA, C.

Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2005, p. 183-257.

CANTARELLA, H.; TRIVELLIN, P. C. O. Determinação do nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. In: RAIJ Van, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 270-276.

DOU, H.; ALVA, A. K.; BONDADA, B. R. Growth and chloroplast ultrastructure of two citrus rootstock seedlings in response to ammonium an nitrate nutrition. **Journal Plant Nutrition**. v.22, p.1731-1744, 1999.

DUENHAS, L. H.; VILLAS BÔAS, R. L.; SOUZA, C. M. P. et al. Produção, qualidade dos frutos e estado nutricional da laranja valência sob fertirrigação e adubação convencional. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v. 25, n.1, p. 154-160, 2005.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006, 401p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar. DEX/UFLA. Versão 5.3 (build 75)**. Suporte Econômico. CNPq. 2008.

LOHBAUER, C. Informativo 1. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com.br>>. Acesso em: 12 fev. de 2010.

LOZANO, E. **Estudio comparativo de la deficiencia de boro y de calcio en cuatro variedades de Lyopersicon esculentum Mill**. Madrid. 1996. Tesis (Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid. 1996.

SALOMÃO, H. Fertirrigação em citros. In: FOLLEGATTI, M.V. Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999. 460 p.

RAIJ, B. Van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285p.

RAIJ, B. Van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

SOUZA, T. R. Monitoramento do estado nutricional de plantas cítricas e da solução do solo em sistema de fertirrigação. 2010. 146p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

Tabela 1 – Análise de pH do solo realizada em junho de 2011 e média das análises mensais de pH, amônio e nitrato da solução do solo, referentes à safra 2010/2011.

Tratamento	Solo	----- Solução do Solo -----		
	pH CaCl ₂	pH	N-NH ₄ ----- mg L ⁻¹ -----	N-NO ₃
T1 (0%)	5,7	6,9	4,0	5,7
T2 (25%)	5,0	5,0	10,0	17,0
T3 (50%)	4,9	5,0	7,7	44,5
T4 (100%)	4,7	4,6	10,6	40,4
T5 (200%)	4,0	4,0	51,8	121,9
Teste F	9,1 **	19,0 **	23,4 **	55,9 **
CV %	8,26	10,0	48,5	26,5
Regressão	L **	Q **	Q **	L **
R ²	0,88	0,83	0,98	0,93

(**) significativo a 1%, (*) significativo a 5% e (^{ns}) não significativo, L - ajuste linear, Q - ajuste quadrático.

Tabela 2 – Média das análises mensais de amônio, nitrato e nitrogênio total na seiva, referentes à safra 2010/2011.

Tratamento	N-NH ₄	N-NO ₃	N total
	----- mg L ⁻¹ -----		
T1 (0%)	8,4	104,4	112,8
T2 (25%)	9,1	156,2	165,3
T3 (50%)	15,8	165,4	181,2
T4 (100%)	19,3	202,0	221,3
T5 (200%)	16,4	197,6	214,0
Teste F	7,2 **	43,4 **	52,2 **
CV %	26,1	7,2	6,7
Regressão	Q **	Q **	Q **
R ²	0,91	0,96	0,98

(**) significativo a 1%, (*) significativo a 5% e (^{ns}) não significativo, L - ajuste linear, Q - ajuste quadrático.