

# Evolução do N residual e do pH num Podzol da Campina de Faro, por efeito da fertirrega gota-a-gota num pomar de jovens laranjeiras

## Residual N and pH evolution in a Podzol from Campina de Faro, as affected by drip fertigation in a young orange orchard

M.R. Menino<sup>1</sup>, C. Carranca<sup>1</sup>, A. de Varennes<sup>2</sup>, J.C. Tomás<sup>3</sup>,  
F.P. Pires<sup>1</sup> & A.V. Oliveira<sup>1</sup>

---

### RESUMO

Num pomar de jovens laranjeiras 'Lane Late' enxertadas em citrangeira 'Carrizo', plantadas em Abril de 1999, num Podzol Hidromórfico, na Campina de Faro (Algarve), foram ensaiados 5 níveis de N, aplicados por fertirrega gota-a-gota, em doses crescentes ao longo de 3 anos (N<sub>1</sub> - 10, 15, 20; N<sub>2</sub> - 20, 30, 40; N<sub>3</sub> - 40, 60, 80; N<sub>4</sub> - 80, 120, 160; N<sub>5</sub> - 160, 240, 320 g N por árvore). Anualmente, no início e fim de cada ciclo cultural, colheram-se amostras de terra na zona de humedecimento dos gotejadores para caracterização química, apresentando-se, neste trabalho, uma apreciação da evolução dos teores de N residual e do pH do solo, na medida da sua influência na disponibilidade dos nutrientes fornecidos à planta. O teor de N "total" no solo não variou significativamente por efeito do tratamento azotado, observando-se um decréscimo gradual com a profundidade, como seria de esperar num solo arenoso (96% de areia). O teor de N mineral, variou significativamente

com a época de amostragem, nível de N aplicado e profundidade, em particular para o N nítrico, em que se registaram decréscimos no final de cada Inverno, em consequência do período das chuvas. O teor de nitratos foi significativamente superior para os níveis mais elevados de aplicação de N, sugerindo que tais doses terão sido excessivas. No final do 1º ano de ensaio, o pH do solo aumentou significativamente, provavelmente devido ao fornecimento contínuo e localizado de água de rega alcalina e com teores relativamente elevados de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. No final do 2º e 3º anos, o valor do pH do solo manteve-se idêntico ao inicial, o que poderá explicar-se pela aplicação de doses mais elevadas de adubos acidificantes, bem como pela lavagem das tubagens com soluções também acidificantes. No que se refere ao teor dos restantes nutrientes, apesar de se terem registado diferenças significativas, os valores encontrados foram sempre baixos ou muito baixos, não exercendo grande influência na nutrição das plantas.

---

<sup>1</sup> Estação Agronómica Nacional, Av. da República, 2784-505 Oeiras, Tel.: 214403515; Fax: 214416011; E-mail: [reginamenino@hotmail.com](mailto:reginamenino@hotmail.com); <sup>2</sup>Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa; <sup>3</sup>Direcção Regional de Agricultura do Algarve, Apartado 282, Patacão, 8000-904 Faro

## ABSTRACT

A young 'Lane Late' orange orchard grafted on 'Carrizo' citrange was planted in 1999, in a Gleyic Podzol, located at Campina de Faro (Algarve), with the application of five N rates, applied through drip fertigation, in increasing levels throughout 3 years ( $N_1$  - 10, 15, 20;  $N_2$  - 20, 30, 40;  $N_3$  - 40, 60, 80;  $N_4$  - 80, 120, 160;  $N_5$  - 160, 240, 320 g N per tree). Annually, in the beginning and in the end of each cultural cycle, soil samples were collected, in the wetted zone, for chemical characterization. The main objectives of the present work were to study the evolution of residual soil N and pH.

Residual N in the soil was not significantly affected by N rates, decreasing gradually with the depth, as it was expected in such a sandy soil (96% of sand). Nitrogen was significantly affected by the sampling date, N rate and depth, particularly for nitric N, which decreased at the end of each winter, in consequence of the rainy season. Nitrate levels were significantly greater for the higher N rates, suggesting that such rates were excessive. In the end of the 1<sup>st</sup> year soil pH increased significantly, probably due to the continuous and localized supply of alkaline irrigation water, rich in  $HCO_3^-$ ,  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$ . At the end of the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> years, soil pH maintained identical value as for the initial soil pH, which can be explained by the increasing levels of acidifying fertilizer applied, as well as the acidifying solutions used to clean the irrigation pipes. As for the concentration of the remaining nutrients, although there were significant differences, the values determined in the soil samples were low or very low, not contributing to plant nutrition.

## INTRODUÇÃO

A eficiência de utilização do azoto (N) aplicado através da adubação está bastante condicionada pelas perdas a que o N está sujeito. De entre estas, salientam-se as perdas por lixiviação, em particular em solos de textura grosseira a mediana, uma vez que o N é muito solúvel em água, sendo, neste caso, a velocidade de arrastamento dos nitratos idêntica à da percolação da água no solo. Nestas circunstâncias, a contaminação do lençol freático com nitratos ( $NO_3^-$ ) poderá assumir consequências de extrema gravidade, como no caso da Campina de Faro (região com condições climáticas favoráveis à cultura dos citrinos), classificada como "Zona Vulnerável a Nitratos".

A região do Algarve destaca-se como produtora de laranja, representando 78% da área nacional de laranjal. Para obtenção de árvores jovens bem desenvolvidas e aceleração da sua entrada em produção, os citricultores fertilizam-nas, normalmente, com elevadas doses de N (Davies & Albrigo, 1998; Carranca, 1999). É, pois, fundamental conseguir a optimização da utilização do N do fertilizante e da água de rega, para que se evitem as perdas, quer de N, quer de água.

Neste trabalho pretende-se avaliar a evolução do N residual e do pH num Podzol da Campina de Faro, por efeito da fertirrega gota-a-gota, num pomar de jovens laranjeiras 'Lane Late' enxertadas em citranjeira 'Carrizo', nos primeiros anos após plantação no local definitivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado num jovem pomar de laranjeiras 'Lane Late', plantado em 1999, no Centro Experimental Hortofrutícola do Patacão, da Direcção Regional de Agricultura do Algarve

(DRAALG), em Braciais (Concelho de Faro), no limite da planície aluvionar conhecida por “Campina de Faro”.

O pomar foi instalado num Podzol Hidromórfico com surraipa de areias ou arenitos (Pzh), de acordo com a classificação de SROA/CNROA (Cardoso, 1974; Fonseca & Marado, 1991), também designado por Podzol gleizado, sendo, neste caso, referenciado por Pzgl, conforme a classificação da ISSS-ISRIC-FAO (1998). Este solo apresenta textura arenosa (96% areia), um valor de pH de 5,8, pobre em matéria orgânica ( $5,1 \text{ g kg}^{-1}$  de solo, na camada superficial) e baixa capacidade de troca catiónica ( $3,8 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$ ).

O clima desta região apresenta características acentuadamente mediterrâneas. Durante o período em estudo a precipitação anual (concentrada no período de Inverno) registada foi da ordem de 248 mm em 1999 (período entre Abril e Dezembro), 513 mm em 2000 e 454 mm em 2001 (período entre Janeiro e Novembro), não se tendo registado a ocorrência de precipitação nos meses de Junho, Julho e Agosto, o mesmo acontecendo em Abril e Maio de 2001. As temperaturas médias do ar variaram entre 9,8-12,2 °C em Janeiro e 22,8 - 24,1 °C em Agosto. As temperaturas mínimas do ar, durante o período em estudo (Abril de 1999 a Novembro de 2001), variaram entre 4,3 e 7,8 °C e as máximas, no mesmo período, variaram entre 15,4 e 30,6 °C. A velocidade do vento foi sempre baixa, variando entre 1,4 - 1,6  $\text{m s}^{-1}$ .

A água de rega, com pH de 7,9, foi classificada como sendo do tipo  $\text{C}_3\text{S}_1$ , o que significa que não pode ser usada em solos com limitações de drenagem, já que a salinidade é elevada, tendo, contudo, baixo teor de  $\text{Na}^+$  ( $1,9 \text{ mmol}_{(+) } \text{ L}^{-1}$ ). Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  ( $6,9 \text{ mmol}_{(+) } \text{ L}^{-1}$ ),  $\text{Mg}^{2+}$  ( $2,5 \text{ mmol}_{(+) } \text{ L}^{-1}$ ) e de  $\text{HCO}_3^-$  ( $6,7 \text{ mmol}_{(+) } \text{ L}^{-1}$ ) eram elevados, podendo ocasionar o entupimento

dos gotejadores, por formação de precipitados de cálcio e de magnésio.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e com cinco níveis de N aplicados por fertirrega gota-a-gota, em doses crescentes, por árvore, ao longo dos três primeiros anos, nomeadamente:  $\text{N}_1$  - 10, 15, 20 g N;  $\text{N}_2$  - 20, 30, 40 g N;  $\text{N}_3$  - 40, 60, 80 g N;  $\text{N}_4$  - 80, 120, 160 g N;  $\text{N}_5$  - 160, 240, 320 g N. O azoto foi aplicado na forma de nitrato de amónio com 34,2% de N. O fósforo, na forma de ácido fosfórico contendo 23,3% de P, e o potássio, na forma de sulfato de potássio com 41,5% de K, foram, também, aplicados em fertirrega, sendo as doses, aplicadas por árvore, de 4,4, 6,6 e 8,8 g P e de 16,6, 20,8 e 66,4 g K, nos primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente. Cada modalidade era constituída por quatro árvores, num total de 12 árvores, por tratamento azotado.

A distribuição de água e fertilizantes foi quase diária, durante os meses de Março a Outubro. No entanto, no primeiro ano, a rega apenas teve início em Maio e a fertirrega em Julho, devido a um atrasado na instalação do pomar. Nos dias chuvosos não se efectuou a rega, por forma a minimizar as perdas de nutrientes por lixiviação e otimizar a eficiência do uso da água de rega pela cultura.

Anualmente foram efectuadas colheitas de amostras de terra (duas por árvore), na zona de humedecimento dos gotejadores, nas profundidades de 0-25 e 25-50 cm, no primeiro ano, e, nos anos subsequentes, também na camada 50-75 cm.

As amostras foram secas ao ar e crivadas a 2 mm, tendo-se tomado sub-amostras que foram moídas a 0,074 mm, para a determinação dos micronutrientes. Todas as amostras foram sujeitas à análise de: pH - leitura por potenciometria, numa suspensão de terra:água na relação 1:2,5 (p/v), após uma

hora de contacto, com agitação; C orgânico - método de Walkley-Black; N "total" - método de Kjeldahl; N-inorgânico - extração com KCl 2M e leitura em analisador automático de fluxo segmentado; de P e K extraíveis - métodos de Olsen e de Egnér-Riehm, respectivamente; cátions de troca ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ) - em amostras com  $\text{pH} \leq 7,0$  - extração com acetato de amónio, a  $\text{pH} 7$  - e em amostras com  $\text{pH} > 7,0$  - método de Mehlich e posterior doseamento em espectrofotómetro de absorção atómica; Cu, Fe, Mn e Zn extraíveis - extração com EDTA e doseamento em espectrofotómetro de absorção atómica.

O efeito do tratamento azotado nas diferentes características avaliadas durante o período em estudo, em cada ano, foi estatisticamente analisado pelo Modelo Linear Generalizado (*General Linear Model-GLM*) e as médias comparadas recorrendo ao teste da Diferença Significativa Honesta de Tukey (*Honestly Significant Difference - HSD*).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período em que decorreu o estudo verificaram-se algumas diferenças significativas entre os valores obtidos para as diversas características químicas avaliadas nas amostras de terra colhidas nas diferentes épocas. Contudo, de acordo com os valores referidos na bibliografia (Legaz *et al.*, 1995; LQARS, 2000; Varennes, 2003), em qualquer das épocas, os valores aqui encontrados para o C orgânico, N "total" e N-inorgânico, cátions de troca ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ), capacidade de troca catiónica (CTC) e elementos "extraíveis" (P, K, Cu, Fe, Mn e Zn) foram sempre baixos ou muito baixos, não exercendo grande influência na nutrição das plantas (Quadro 1).

No entanto, a evolução do pH (na medi-

da da sua influência na disponibilidade dos nutrientes fornecidos à planta) e a evolução dos teores de N, no solo, ao longo do período experimental, merecem um comentário mais aprofundado.

### Evolução do pH do solo

No final do primeiro ano de ensaio observou-se uma subida significativa do pH, na zona de humedecimento dos gotejadores, em relação ao valor inicial, tendo passado de 5,8 para 7,8 (Quadro 1). Este aumento foi provavelmente devido ao fornecimento continuado e localizado de água de rega alcalina e com teores relativamente elevados de  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (Rolston *et al.*, 1979; Martins & Alvim, 1980; Alva & Obreza, 1993), tanto mais que, fora da zona de humedecimento dos gotejadores, o valor do pH do solo manteve-se sensivelmente constante, apresentando um valor médio de 6,0.

Também na zona de humedecimento dos gotejadores, os teores de  $\text{Mg}^{2+}$  no solo aumentaram, significativamente, para cerca do dobro dos teores encontrados inicialmente; o que se poderá, eventualmente, justificar pela elevada concentração deste elemento na água de rega e na absorção preferencial do cálcio, pela planta.

Estes resultados estão de acordo com os referidos por Alva & Obreza (1993) em que, num estudo com fertirrega gota-a-gota, onde se utilizou uma água de rega com uma concentração de cerca de  $2,1 \text{ mmol}_{(-)} \text{ L}^{-1}$  em  $\text{HCO}_3^-$ , se registou um aumento de pH do solo de 5,0 para 7,6 na zona de humedecimento dos gotejadores, enquanto que fora da zona de humedecimento o pH do solo se manteve com valor idêntico ao inicial (5,5). Deste modo, confirma-se a relevância do local de colheita de amostras de terra, para avaliação do pH do solo e da disponibilidade dos nutrientes,

em árvores jovens, uma vez que neste caso a maior parte das raízes se encontra na zona de humedecimento dos gotejadores.

Nos solos arenosos, de fraco poder tampão, o respectivo pH fica, assim, sujeito a flutuações sempre que se verifica a adição contínua de  $\text{HCO}_3^-$  através das águas de rega, tal como Alva & Obreza (1993) referem, para a maior parte dos solos onde se cultivam citrinos na Florida (arenosos, pobres em matéria orgânica e com baixa CTC).

De facto, no primeiro ano, onde a aplicação dos adubos em fertirrega foi praticada apenas a partir de Julho, este efeito alcalinizante da água de rega foi evidente; no final do segundo ano, os valores de pH do solo voltaram a baixar para valores da ordem de 6, idênticos aos valores encontrados nas amostras de terra colhidas no início do primeiro ano. O abaixamento de pH para valores semelhantes aos iniciais poderá, pois, ser explicado pela fertilização, com aplicação de adubos acidificante (o ácido fosfórico e o nitrato de amónio).

No final do terceiro ano, o valor do pH do solo manteve-se idêntico ao inicial, pois, tal como aconteceu no segundo ano, o fornecimento de adubos acidificantes, bem como a lavagem das tubagens, com soluções também acidificantes, impediu que ocorresse uma subida do valor do pH do solo na zona de humedecimento dos gotejadores.

O tratamento azotado influenciou o pH do solo, com valores significativamente mais elevados nos níveis  $\text{N}_2$  e  $\text{N}_3$ . Contudo, as diferenças são pequenas e pouco relevantes, quanto aos possíveis efeitos sobre a disponibilidade de elementos nutritivos.

O pH do solo foi também influenciado pela profundidade, mas, ainda neste caso, a diferença observada é muito pequena, não tendo efeito na disponibilidade de nutrientes nas várias camadas de solo analisadas.

## Evolução do N no solo

O azoto “total” no solo (Quadro 1) não variou significativamente nos três anos, por efeito do tratamento azotado. Contudo, verificou-se um decréscimo significativo do final do segundo ano para o início do terceiro ano (fim de 2000/início de 2001). Este facto poderá ser justificado pela exportação do material vegetal da monda para as entrelinhas, dado que, após este período, se passou a efectuar a monda química e, no período precedente, o controlo de infestantes foi mais rigoroso e atempado, não permitindo, pois, uma exportação tão importante do N durante o período invernal.

Note-se que durante o Inverno de 2000/2001 a precipitação (cerca de 500 mm) foi mais abundante que nos outros anos, determinando maior competição do N pelas infestantes, e as temperaturas mínimas mais elevadas (particularmente em Janeiro  $-7,4^\circ\text{C}$  - e Março  $-10,2^\circ\text{C}$ ), permitindo uma maior mineralização do N.

Ainda em relação ao N “total”, não se tendo verificado diferenças por efeito do tratamento azotado, observou-se um decréscimo gradual com a profundidade (significativo para a última camada), como seria de esperar num solo com tão elevada percentagem de areia.

No que se refere ao teor do N mineral presente no solo, verificou-se uma variação significativa ( $p \leq 0,05$ ) com a época de amostragem, com o nível de N aplicado e com a profundidade, em particular para o N nítrico (Quadro 1).

Os teores do azoto amoniacal diferiram em função da época, com valores mais elevados no último ano. A subida dos teores do azoto amoniacal verificada da segunda para a terceira época e da quarta para a quinta época, correspondentes aos períodos de Inverno, poderá eventualmente

**QUADRO 1 - Valor médio das características químicas avaliadas em amostras de terra colhidas nas profundidades de 0 a 25 cm, de 25 a 50 cm e de 50 a 75 cm, nas diferentes épocas e para as diferentes modalidades, num pomar de laranjeiras 'Lane Late' com fertirrega gota-a-gota**

Época	pH	C org. N <sup>total</sup> **		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	P ext.	K ext.	Cu ext.	Fe ext.	Mn ext.	Zn ext.
		(g kg <sup>-1</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )												
Início 1999	5,8 d	4,5 a	0,30 a	2,1 d	5,8 c	1,13 a	0,44 c	0,06 a	3,8 a	5,6 a	27 a	0,22 d	30 d	3,5 e	0,64 cd	
Fim 1999	7,8 a	3,5 d	0,33 a	1,2 e	3,5 d	0,96 b	0,72 a	0,05 b	3,1 b	5,7 a	19 b	0,14 e	28 d	4,2 d	0,92 b	
Início 2000	7,6 b	3,7 cd	0,30 a	2,0 d	1,8 e	0,95 b	0,39 d	0,03 d	2,8 c	3,8 c	17 b	0,36 a	38 b	3,8 e	0,50 e	
Fim 2000	6,0 c	3,8 bc	0,20 b	2,6 c	6,9 b	0,96 b	0,27 e	0,04 c	0,5 f	5,9 a	12 c	0,36 a	28 d	4,8 c	1,16 a	
Início 2001	6,1 c	4,1 b	0,12 c	5,3 a	5,1 c	0,71 c	0,49 b	0,05 b	2,2 d	4,3 b	12 c	0,25 c	32 c	5,7 ab	1,12 a	
Fim 2001	5,9 c	3,5 d	0,31 a	3,7 b	7,7 a	0,96 b	0,19 f	0,04 c	0,7 e	4,7 b	17 b	0,29 b	42 a	6,2 a	0,73 c	
<b>Nível N</b>																
N1	6,5 b	3,9 a	0,27 a	2,8 a	4,4 b	0,93 a	0,41 c	0,05 a	2,2 a	5,4 a	15 a	0,22 b	34 a	4,9 a	0,82 b	
N2	6,7 a	3,8 a	0,24 a	2,7 a	3,9 b	0,98 a	0,42 b	0,04 a	2,2 a	4,8 ab	14 a	0,26 b	34 a	4,5 a	0,86 b	
N3	6,8 a	3,7 a	0,25 a	2,7 a	4,5 b	1,00 a	0,44 a	0,04 a	2,2 a	5,0 ab	14 a	0,24 b	30 b	4,7 a	0,71 c	
N4	6,5 b	4,1 a	0,28 a	2,5 a	6,1 a	0,94 a	0,42 b	0,04 a	2,2 a	4,1 b	15 a	0,32 a	33 a	5,0 a	0,97 a	
N5	6,2 c	3,8 a	0,26 a	3,2 a	6,7 a	0,88 a	0,39 d	0,04 a	2,1 a	5,7 a	14 a	0,31 a	34 a	4,6 a	0,87 b	
<b>Profundidade</b>																
0-25 cm	6,7 a	4,0 a	0,27 a	2,9 a	6,3 a	1,03 a	0,45 a	0,05 a	2,2 a	6,3 a	21 a	0,29 a	31 c	4,9 b	1,02 a	
25-50 cm	6,5 b	4,0 a	0,26 a	2,8 a	4,6 b	0,94 b	0,41 b	0,04 b	2,2 a	4,7 b	16 b	0,26 a	33 b	5,2 a	0,79 b	
50-75 cm	6,4 b	3,5 b	0,24 b	2,7 a	4,4 b	0,87 c	0,39 c	0,04 b	2,2 a	4,0 b	15 c	0,26 a	35 a	4,1 c	0,72 b	

C org. - carbono orgânico; CTC - Capacidade de troca catiônica; ext. - extraível; para cada época, modalidade de N ensaiada e profundidade, médias na mesma coluna, com a mesma letra, não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ), de acordo com o teste de Tukey.

atribuir-se a alguma mineralização, com baixa nitrificação, de matéria orgânica proveniente das árvores, numa fase em que a solicitação pelas árvores é mínima.

Em relação ao tratamento azotado e à profundidade de colheita das amostras, não se observaram diferenças significativas para o azoto amoniacal, sugerindo que o efeito de absorção pela planta, de lixiviação e de nitrificação, determinam um equilíbrio dos teores desta forma azotada ao longo do perfil.

Quanto aos teores do azoto nítrico evidencia-se, em particular, o decréscimo registado no final de cada Inverno (da segunda para a terceira época e da quarta para a quinta época), que se justifica pela lixiviação desta forma de azoto, em consequência do período de chuvas.

O teor de nitratos foi significativamente mais elevado para os níveis mais elevados de aplicação de N ( $N_4$  e  $N_5$ ), o que significa que tais doses foram excessivas, tendo conduzido a uma acumulação do  $\text{NO}_3^-$  no solo e, conseqüentemente, poderá ter havido posterior lixiviação para as camadas inferiores e, daí, para as águas subterâneas. Num estudo efectuado neste ensaio e em apenas três níveis ( $N_1$ ,  $N_3$  e  $N_5$ ), Tomás (2001) verificou lixiviação significativa de nitratos para o nível mais elevado de N ( $N_5$ ).

Relativamente ao efeito em profundidade, apenas se verificou um decréscimo significativo dos teores do azoto nítrico da camada 0 - 25 cm para as camadas subjacentes. Tal resultado poderá atribuir-se ao facto da colheita das amostras de terra, no final de cada ano, ter sido efectuada pouco tempo após a aplicação do fertilizante no solo, pelo que não teria havido movimento significativo da forma nítrica. Contudo, também não seria de esperar que houvesse arrastamento de teores significativos do azoto nítrico, já que, ao efectuar-

se a fertirrega, se pretende que a aplicação localizada de pequenas quantidades de adubo, juntamente com uma quantidade reduzida de água de rega, impeça que ocorram perdas significativas de ambos (fertilizante e água).

## CONCLUSÕES

O N "total" no solo não variou significativamente nos três primeiros anos após o transplante das laranjeiras 'Lane Late', por efeito do tratamento azotado, mantendo-se baixo, o mesmo acontecendo com os teores residuais de N amoniacal.

No que se refere ao N nítrico, verificou-se um efeito significativo ao nível da época, do tratamento e da profundidade, evidenciando-se, em particular, o decréscimo registado no final de cada Inverno, por efeito da lixiviação. O teor de nitratos no solo foi mais elevado nos níveis mais elevados de aplicação de N, indiciando um acréscimo potencial do efeito poluente do fertilizante quando aplicado a estes níveis.

Confirma-se a relevância do local de colheita de amostras de terra na zona de humedecimento dos gotejadores, para avaliação do pH do solo e da disponibilidade dos nutrientes, especialmente em árvores jovens fertirregadas gota-a-gota, uma vez que neste caso a maior parte das raízes se encontra na zona de humedecimento dos gotejadores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, A.K. & Obreza, T.A. 1993. Variation in soil pH and calcium status influenced by microsprinkler wetting pattern for young citrus trees. *HortScience*, **28**: 1166-1167.

- Cardoso, J.C. 1974. A classificação dos solos de Portugal. Nova versão. *Boletim de Solos do SROA*, **17**: 14-46.
- Carranca, C. 1999. Diagnóstico do estado nutritivo dos citrinos. Métodos de recomendação da fertilização. *Agronomia Lusitana*, **46**: 1-9.
- Davies, F.S. & Albrigo, L.G. 1998. *Citrus*. CAB International, Great Britain.
- Fonseca, M.S. & Marado, M.O.B. 1991. *Carta de Solos de Portugal. Enquadramento das Unidades Taxonómicas da Classificação do C.N.R.O.A. na Legenda da F.A.O. (1ª aproximação)*. MAPA, INIA, CNROA. Lisboa.
- ISSS-ISRIC-FAO. 1998. *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Reports, 84, Rome.
- Legaz, F., Serna, M.D., Ferrer, P., Cebolla, V. & Primo-Millo, E. 1995. *Análisis de Hojas, Suelos y Aguas para el Diagnóstico Nutricional de Plantaciones de Cítricos. Procedimiento de Toma de Muestras*. *Consell. D'Agric. Pesca i Alimentació. Fullets Divulgació*. Valencia, Espanha.
- LQARS (Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva). 2000. *Manual de Fertilização das Culturas*. MADRP, INIA, Lisboa.
- Martins, J.C. & Alvim, A.J.S. 1980. Caracterização hidro-pedológica dos solos da Unidade de Experimentação do Patacão. *Pedologia*, **15**: 115-207.
- Tomás, J.C. 2001. *Lixiviação de Nitratos em Fertirrega Localizada*. Tese de Mestrado em Engenharia do Solo e da Água, Universidade de Évora, Évora.
- USSLS. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. In Richards, L.A. (ed) Handbook **60**. USDA, Washington D.C.
- Varenes, A. de. 2003. *Produtividade dos Solos e do Ambiente*. Escolar Editora, Lisboa.