

## Avaliação do comportamento agronómico de porta-enxertos tolerantes à tristeza dos citrinos

Pinto, M. J.<sup>1</sup>; Duarte, A.M.<sup>2</sup>; Tomás, J. C.<sup>1</sup>; Candeias, M. F.<sup>1</sup>; Beltrão, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Direcção Regional de Agricultura do Algarve, Apart. 282, 8001-904 Faro, Portugal  
[citrus@draalg.min-agricultura.pt](mailto:citrus@draalg.min-agricultura.pt)

<sup>2</sup> FERN, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000-117 Faro

### Resumo

A detecção no nosso país de alguns núcleos de plantas infectadas com o *citrus tristeza virus* (CTV), impôs a necessidade de desenvolver um plano de prevenção, nomeadamente através do incentivo da substituição progressiva dos porta-enxertos susceptíveis por porta-enxertos tolerantes. Com a identificação do seu principal vector (*Toxoptera citricidus* Kirk.) em finais 2003, nas regiões de Entre-Douro e Minho e de Trás-os-Montes é de prever que a dispersão da doença ocorra mais rapidamente.

As novas plantações utilizam na sua maioria as citranjeiras Troyer e Carrizo, que nem sempre se mostram adequadas às condições edafo-climáticas existentes. Considerando esta problemática, a Direcção Regional de Agricultura do Algarve, em colaboração com outras entidades (Universidade do Algarve e Centro de Citricultura), tem vindo a desenvolver estudos conducentes à adaptação de novos porta-enxertos, com o objectivo de diversificar as opções existentes relativamente aos condicionalismos da região.

Com este objectivo foi instalado em Tavira, em Maio de 1998, num solo calcário, um ensaio de campo para avaliação do comportamento de 11 clones de porta-enxertos (T. Sunki x *P. trifoliata* FAO 30590; Citranjeira Troyer B2 FAO 31655; T. Cleopatra x *P. trifoliata* FAO 30584; T. Cleopatra x C. Carrizo FAO 30575; Laranjeira Gou Tou B7; Citrandarineira 31443; Laranjeira azeda B6C-T1; Tangerineira Changsa; Tangerineira Sunki; Tangerineira Cleopatra; Citranjeira Troyer 4 AS).

Durante três anos, as plantas foram submetidas a três níveis de salinidade da água de rega, expressos pela condutividade eléctrica da água de rega EC<sub>w</sub> – 1; 3 e 6 dS.m<sup>-1</sup>, obtidos através de um esquema experimental fonte dupla gota-a-gota. Foram medidos vários parâmetros agro-ambientais, como o desenvolvimento vegetativo das plantas e o aumento da condutividade eléctrica do extracto de saturação do solo (medido no extracto aquoso). Os resultados obtidos mostram que os porta-enxertos com maior tolerância à salinidade foram o clone de laranjeira azeda B6C-T1 e a laranjeira Gou Tou.

**Palavras-chave:** Salinidade; solo calcário; Gou Tou; Algarve; double-emitter source (DES)

### Abstract

“Agronomic behaviour evaluation of citrus rootstock CTV tolerant”

The detection of the citrus tristeza virus (CTV) in the Mediterranean basin, and later in located areas of Portugal, including Algarve region, obliged to establish a prevention plan, concerning the replacement of sour orange by tolerant rootstocks, like

Troyer and Carrizo citranges. However, the possible alternatives to sour orange are not always suitable, due to the area constraints.

Recent identification in the North of Portugal of *Toxoptera citricidus* Kirk., which is the more efficient CTV vector, concerns Portuguese authorities.

Therefore, it is important to develop alternative rootstocks, tolerant to Tristeza and well adapted to the region's constraints, mainly the calcareous soils and the high salinity of the irrigation water.

In May 1998, a field trial was established in Tavira (Algarve), in a calcareous soil. The experiment objective was the evaluation of the agronomic behaviour of 11 rootstocks (Sunki M. x *P. trifoliata* FAO 30590; Troyer Citrange B2 FAO 31655; Cleopatra M. x *P. trifoliata* FAO 30584; Cleopatra M. x Carrizo Citrange FAO 30575; Gou Tou B7; Citrandarin 31443; Sour orange B6C-T1; Changsa M.; Sunki M.; Cleopatra M.; Troyer Citrange 4 AS), apparently CTV tolerant, irrigated with saline water. The plants were irrigated during three years with three salinity levels, expressed by the electrical conductivity of the irrigation water EC<sub>w</sub> - 1; 3 and 6 dS m<sup>-1</sup>, obtained by the experimental design, known as double-emitter source DES. Several development parameters were measured, such as trunk diameter and canopy volume. Electric conductivity of the soil saturated paste EC<sub>e</sub> was also measured along the experiment.

The rootstocks which grew better under the experimental conditions were Sour oranges B6C-T1 and Gou Tou.

**Key-words:** electrical conductivity; calcareous soil; double-emitter source DES, Gou Tou, Algarve.

## Introdução

Desde o seu aparecimento em 1957 na Bacia Mediterrânea, o vírus da Tristeza (CTV), provocou a morte de mais de 13 milhões de árvores enxertadas sobre laranjeira azeda (Ollitrault *et al.*, 1998). O facto de o CTV ser endémico em Espanha e a presença na ilha da Madeira de estirpes bastante agressivas, juntamente com o seu vector mais eficiente (*T. citricidus* Kirk.), recentemente identificado no Norte de Portugal, tornam extremamente importante a utilização de porta-enxertos tolerantes (Forner, 1985).

A utilização de alguns porta-enxertos tolerantes coloca problemas difíceis de resolver. A tangerineira Cleopatra (Sudahono *et al.*, 1994), que tem sido considerada tolerante ao calcário e a elevados teores de salinidade (Aksoy *et al.*, 1997), apresenta falta de uniformidade das plantas, limitando o seu uso pelos viveiristas. O *C. volkameriana*, que sendo um porta-enxerto adaptado a solos calcários e tolerante à salinidade, induz menor qualidade à fruta (Forner, 1985; Castle, 1987; Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996).

A implantação de ensaios de campo para avaliar o comportamento de porta-enxertos *in situ* é limitada por condicionalismos práticos, nomeadamente a área necessária (Levy *et al.*, 1999). O esquema experimental fonte dupla aplicado à rega gota-a-gota com água salina permite um gradiente de salinidade, sendo o caudal constante, similar ao concebido por De Malach *et al.*, (1996), modificado por Beltrão *et al.* (2002), e utilizado por outros autores (Levy *et al.*, 1999). Este esquema experimental tem-se mostrado altamente eficiente, com valores de coeficiente de uniformidade de Christiansen (1942) sempre superiores a 85 % - valor aceitável para a experimentação em regadio (Beltrão, 1999).

A realização de estudos que identifiquem novos porta-enxertos tolerantes à Tristeza, permitindo diversificar as opções relativamente aos condicionalismos existentes, nomeadamente, os elevados teores de calcário do solo e a crescente salinidade das águas de rega deve ser encarada como fundamental para o futuro da citricultura (Forner, 1985; Sudahono *et al.*, 1994; Ollitrault *et al.*, 1998).

## Material e Métodos

### Delineamento experimental

Foi delineado um esquema experimental de fonte dupla gota-a-gota, com blocos casualizados. O sistema é composto por grupos de duas rampas apostas de gotejadores. Numa delas é injectada uma solução altamente concentrada de NaCl, enquanto na outra não é injectada a solução salina. Os gotejadores das duas rampas possuem diferentes caudais unitários, de forma que a soma dos caudais unitários de cada dois gotejadores apostos das duas rampas (ponto de rega) seja constante e igual a  $12 \text{ L.h}^{-1}$ , e que a mistura das águas provenientes dos gotejadores da rampa com NaCl e da rampa sem NaCl provoque diferentes concentrações de NaCl. Durante o período em que durou o ensaio, foi medido o coeficiente de uniformidade de distribuição de sal e de água (Christiansen, 1942), o qual foi sempre superior a 85 %.

Cada nível de salinidade foi aplicado a 4 grupos de 4 plantas. Os porta-enxertos foram submetidos a três níveis de salinidade da água de rega ( $\text{EC}_w$  de 1; 3 e  $6 \text{ dS.m}^{-1}$ ), em que o nível mais baixo de  $1 \text{ dS.m}^{-1}$  corresponde à condutividade eléctrica da água de rega, captada de um furo (testemunha) e os níveis de 3 e  $6 \text{ dS m}^{-1}$  foram conseguidos através do gradiente salino supracitado. As aplicações de água salina foram iniciadas na Primavera de 2000, mantendo-se durante os anos de 2000, 2001 e 2002. As necessidades hídricas foram determinadas através do balanço hídrico da FAO (Doorendos e Kassam, 1979; Allen *et al.*, 1999), aplicado aos sistemas de rega localizada (Vermeiren e Jobling, 1980). A adubação foi realizada através de fertirrega, de acordo com os resultados obtidos na análise efectuada ao solo.

### Material vegetal

As plantas utilizadas no ensaio foram fornecidas pela Station de Recherche Agronomique (SRA) da Córsega, na forma de semente, tendo sido semeadas no Centro de Citricultura, em Maio de 1995. Após um primeiro estudo de desenvolvimento em viveiro, os 11 porta-enxertos com melhor comportamento foram seleccionados de um grupo inicial de 18 clones. As plantas instaladas em campo foram sujeitas a caracterização isoenzimática, excluindo desta forma as de origem sexuada e garantindo a uniformidade genética. Entre os clones seleccionados, encontram-se alguns porta-enxertos conhecidos enquanto outros são híbridos cujo comportamento se desconhece: T. Sunki x *P. trifoliata* FAO 30590; Citranjeira Troyer B2 FAO 31655; T. Cleopatra x *P. trifoliata* FAO 30584; T. Cleopatra x *C. Carrizo* FAO 30575; Gou Tou B7; Citrandarineira 31443; Laranjeira azeda B6C-T1; Tangerineira Changsa; Tangerineira Sunki; Tangerineira Cleopatra e Citranjeira Troyer 4 AS.

### Instalação do ensaio

O ensaio foi instalado em Tavira, no Centro de Experimentação Agrária (CEAT), em Maio de 1998, num solo calcário vermelho derivado de calcários margosos com horizonte Cca acima de 50 cm de profundidade e com encrostamento pouco endurecido e geralmente destruído por mobilizações mais ou menos profundas. A espessura efectiva varia entre 35-50 cm. Da observação dos dados analíticos referentes aos perfis representativos deste campo ressalta a elevada percentagem de calcário total

(17 a 34 %) e activo (6 a 15 %), bem como o nível crítico de Fe e Mn disponíveis (Sobral, 1990).

#### Observações realizadas

No início e no fim do período de crescimento foi realizada a medição do volume da copa utilizando uma régua graduada, medindo a altura e a largura da copa. O volume foi calculado através da fórmula  $(4/3)(3.14)(1/2 A)(1/2 L)^2$ , em que A = altura e L = largura, (Westwood, 1978). O diâmetro do tronco foi medido a 10 cm de altura do solo, também no início e no final da época de crescimento, utilizando uma craveira digital.

Foram realizadas análises de solo em cada época, antes do início das aplicações de água salina e no final das mesmas, para determinação da evolução da condutividade eléctrica medida no extracto de saturação do solo (ECe). Colheram-se quatro amostras por modalidade, na periferia do bolbo humedecido a uma profundidade de cerca de 40 cm. As amostras secaram-se em estufa a uma temperatura de aproximadamente 30 °C, sendo moídas e crivadas em crivos de aço inoxidável de malha de 2 mm. As determinações laboratoriais foram efectuadas na fracção "terra fina" (partículas <2 mm). A ECe foi determinada por método electroquímico no extracto aquoso 1:2 com um tempo de agitação de uma hora.

Os resultados foram tratados estatisticamente aplicando a análise de variância simples (ANOVA), para um intervalo de confiança de 95 %.

### Resultados e Discussão

Das observações realizadas apresentam-se os resultados referentes à evolução da condutividade no solo (ECe) ao longo de três anos do ensaio e o desenvolvimento vegetativo referente à última data em que se realizaram registos.

Na Fig. 1, podemos observar a evolução da ECe para os três níveis de salinidade desde o início das aplicação de água com diferentes concentrações de NaCl, até cerca de um ano após o término das mesmas. Neste período, ocorreu um aumento da ECe no final de cada época de aplicação de água salina (Outubro de 2000, Outubro de 2001 e Outubro de 2002), bem como uma diminuição da ECe no final do período de Outono-Inverno, durante o qual não foi realizada rega e se concentra a maior parte da precipitação. O aumento da ECe está claramente relacionado com o aumento da ECw, verificando-se também um aumento na modalidade testemunha, possivelmente devido aos adubos ou à própria condutividade da água do furo. Podemos observar também que cerca de um ano e meio após o final das aplicações de água salina, os níveis de ECe voltaram aos níveis iniciais.

Ao contrário do que seria de esperar, não se verificou um efeito acumulativo na ECe. Enquanto no primeiro ano (2000) o aumento da ECe foi muito elevado, nos anos de 2001 e de 2002 o aumento relativamente à ECe do início da época (Março) foi menor. Estes resultados poderão estar relacionados com a ocorrência de forte precipitação pouco antes da colheita das amostras de Outono. Em Setembro de 2001 e 2002, a precipitação foi de 75 e 97 mm respectivamente, enquanto no ano de 2000, o valor foi de apenas 8 mm. Outro factor envolvido pode ser a capacidade de remoção dos iões de NaCl do solo pelas plantas (Boland *et al.*, 1996; Tozlu *et al.*, 2002).

No que se refere ao desenvolvimento vegetativo, podemos observar no Quadro 1 que o porta-enxerto com o melhor comportamento foi a laranjeira azeda B6C-T1, independentemente do nível de salinidade. Também a laranjeira azeda Gou Tou, a tangerineira Sunki e a tangerineira Cleópatra tiveram um comportamento bastante

satisfatório. As citranjeiras Troyer 4 AS e B2 FAO 31655 e os híbridos T. Sunki x *P. trifoliata* FAO 30590 e T. Cleopatra x *P. trifoliata* FAO 30584 revelaram-se pouco tolerantes à salinidade, com alguma mortalidade das plantas e diminuição do crescimento vegetativo das sobreviventes. A tangerineira Changsa B2, apesar de ter valores de desenvolvimento vegetativo satisfatórios, apresentou uma elevada mortalidade das plantas (50%) na modalidade de 6 dS.m<sup>-1</sup>. A citrandarineira 31443 e o híbrido T. Cleopatra x C. Carrizo FAO 30575 foram os porta-enxertos que se mostraram mais sensíveis às condições do ensaio, com mortalidade de 75% das plantas e grande diminuição do crescimento das restantes.

### **Conclusões**

Os resultados obtidos permitem concluir que os porta-enxertos potencialmente mais tolerantes à salinidade são a laranjeira azeda B6C-T1, a laranjeira azeda Gou Tou B7, a tangerineira Cleópatra e a tangerineira Sunki, sendo aconselhável continuar a estudá-los quanto à sua compatibilidade com as cultivares enxertadas. A citrandarineira 31443 e o híbrido T. Cleópatra x C. Carrizo FAO 30575 revelaram elevada susceptibilidade à salinidade pelo que não são aconselhados em situações em que esta se verifique.

### **Agradecimentos**

Este trabalho inseriu-se nos Projectos PAMAF-IED n.º 2067 "Valorização de Material Vegetal Cítrico"; INTERREG II - "Citricultura - Produção de Material Vegetativo de Qualidade. Plano de Prevenção do vírus da tristeza (CTV)" e INTERREG III-ANDALGCITRUS—"Actuações conjuntas no Algarve e Andaluzia para optimização do desenvolvimento da citricultura" aos quais os autores agradecem a colaboração financeira.

### **Referências bibliográficas**

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper 56. Rome, Italy.
- Aksoy, U., Anaç, S., Anaç, D., Can, H.Z., 1997. The effect of ground water salinity on satsuma mandarins: preliminary results. *Acta Horticulturae* 449(2):629-633.
- Beltrão, J. 1999. Irrigation Experimental Designs. Special Session on Non-Conventional Water Resources Practices and Management. EU. DGI. / CIHEAM-IAMB, IAV Hassan II, Rabat, Morokko (pp. 209-227).
- Beltrão, J., Jesus, S.B., Sousa, P.B., Carvalho, I., Trindade, D., Rodrigues, M.H., Machado, A. 2002. Efficiency of triple emitter source (TES) for irrigation experiments of horticultural crops. *Acta Horticulturae* 573: 183-188.
- Boland, A.M., Jerie, P., Maas, E. 1997. Long-term effects of salinity on fruit trees. *Acta Horticulturae* 449(2):599-606.
- Castle, W. S. 1987. Citrus rootstocks, In: Rom, R. C. e Carlson, R. F. (eds), *Rootstocks for fruit crops*, John Wiley and Sons, New York, pp. 361-399.
- Christiansen, J. 1942. Irrigation by sprinkling. *Calif. Agric. Esp. Bull.* 670.
- De Mallach, Y., Ben Asher, J., Sagih, M., Alert, A. 1996. Double emitter source (DES) for irrigation experiments. *Agron. J.* 88(6):987-990.

- Doorenbos, J., Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper 33. Rome, Italy.
- Forner, J. B. V. 1985. Características de los patrones de agrios tolerantes a Tristeza. IVIA. Valência. Espanha.
- Levy, Y., Lifshitz, J., De Malach, Y., David, Y. 1999. The response of several citrus genotypes to high-salinity irrigation water. HortScience 34(5): 878-881.
- Ollitrault, P., Dambier, D., Froelicher, Y., Backry, F., Aubert, B. 1998. Rootstock breeding strategies for the mediterranean citrus industry; the somatic hybridization potencial. Fruits 53 (5):335-344.
- Sobral, M. 1990. Estudo dos solos do Centro de Experimentação Agrária de Tavira. (Comunicação Pessoal).
- Spiegel-Roy, P. e Goldschidt, E. E. 1996. Biology of citrus. Cambridge University Press. Cambridge. U. K. 230 p.
- Sudahono, D. H. Byrne e Rouse, R. E. 1994. Greenhouse screening of citrus rootstocks for tolerance to bicarbonate-induced iron chlorosis. HortScience 29 (2): 113-116.
- Westwood, M. N., 1978. Temperate zone pomology. Freeman. New York.
- Tozlu, I, Guy, C.L., Moore, G.A. 2002. Tolerance mechanisms to salinity stress in *Citrus* and *Poncirus*. Acta Horticulturae 573:271-282.
- Vermeiren, I.; Jobling, G.A. 1980. Localized irrigation – design, installation, operation, evaluation. FAO Irrigation and Drainage paper 36. Rome, Italy.

## Quadros e figuras

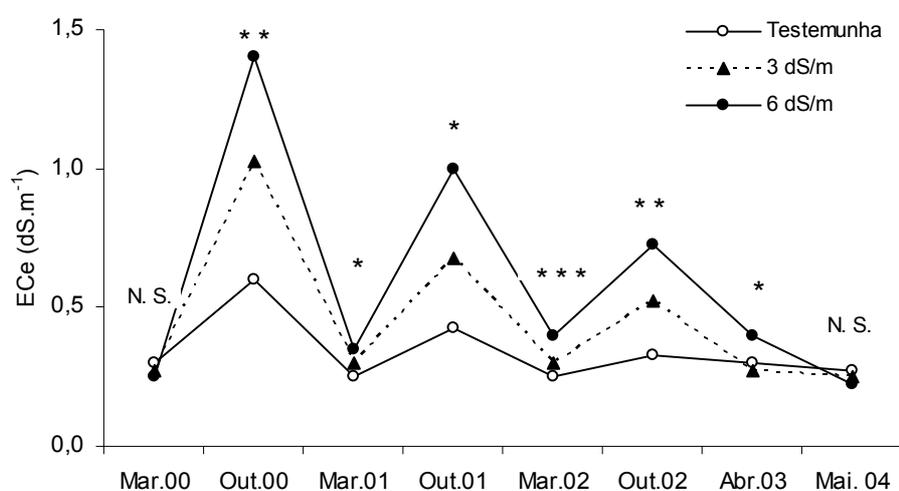


Figura 1 – Evolução da condutividade eléctrica, medida na solução do solo ao longo do período do ensaio. Os pontos representam a média de 4 repetições. (As diferenças significativas são indicadas por asterisco: \* - P= 0.05; \*\* - P= 0.01; \*\*\* - P= 0.001, N.S. representa diferenças não significativas para P= 0.05, de acordo com teste de Duncan).

Quadro 1 - Efeito da salinidade da água de rega no diâmetro do tronco e no volume da copa dos 11 clones de porta-enxertos. Os valores apresentados são a média de quatro repetições e correspondem à última data das observações (Outubro de 2002).

Porta-enxerto	Diâmetro do tronco (mm)			Volume da copa (m <sup>3</sup> )		
	1 dS/m	3 dS/m	6 dS/m	1 dS/m	3 dS/m	6 dS/m
T. Sunki x P. trifoliata FAO 30590	56,15 d <sup>1</sup>	47,89 cd	49,11 ef	5,26 de	4,24 bcd	4,29 cde
Citranjeira Troyer B2 FAO 31655	84,82 b	62,41 bcd	65,37 cde	7,93 abc	3,44 bcd	4,67 cde
T. Cleopatra x P. trifoliata FAO 30584	69,46 c	66,82 bc	56,96 def	5,79 cde	6,32 bc	4,55 cde
T. Cleopatra x C. Carrizo FAO 30575	54,83 d	45,83 cd	54,32 def	4,89 ef	2,35 cd	3,10 de
Laranjeira azeda Gou Tou B7	96,87 a	96,95 a	92,02 ab	5,89 cde	5,66 bcd	5,54 bede
Citrandarineira 31443	46,70 d	37,65 d	34,97 f	2,91 f	1,85 d	1,32 e
Laranjeira azeda B6C-T1	99,27 a	98,16 a	100,80 a	9,30 a	11,86 a	11,04 a
T. Changsa B2	76,94 bc	78,63 ab	74,07 bcde	5,76 cde	6,14 bc	6,06 bede
T. Sunki	74,32 bc	77,11 ab	79,01 abcd	6,45 bcde	7,00 b	8,28 abc
T. Cleopatra	78,42 bc	80,42 ab	88,39 abc	7,64 abcd	7,72 b	10,15 ab
Citranjeira Troyer 4 AS	84,35 b	79,91 ab	76,62 abcd	8,62 ab	7,26 b	6,67 abcd
Significância	P ≤ 0,0001	P ≤ 0,0001	P ≤ 0,0001	P ≤ 0,0001	P ≤ 0,001	P ≤ 0,01

<sup>1</sup> Médias dentro da mesma coluna seguidas por letras comuns, não diferem significativamente para P= 0,05, de acordo com o teste múltiplo de classes ordenadas de Duncan.