

## Resultados preliminares de um estudo sobre os efeitos da aplicação foliar de 2,4-D e potássio sobre o calibre do fruto da clementina ‘Mioro’

Miguel Faustino<sup>1</sup>, Filipe Martinho<sup>2</sup>, Cristina Oliveira<sup>1</sup> & Amílcar Duarte<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> LEAF – Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.

<sup>2</sup> Frutas Martinho - Sociedade Agrícola, Lda. Ladeira da Bernarda, 8375-017 São Bartolomeu de Messines.

<sup>3</sup> MED-Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro.

\* aduarte@ualg.pt

### Resumo

As clementinas apresentam boas características organolépticas e ausência de sementes, o que é apreciado pelos consumidores e faz com que estejam entre os grupos de citrinos mais cultivados na Península Ibérica. Entre as clementinas, a cultivar ‘Mioro’ tem suscitado interesse pela sua precocidade, mas o vingamento é em alguns casos excessivo e os frutos apresentam um baixo calibre. A monda de frutos é usada para diminuir a competição e aumentar o calibre do fruto, mas é bastante dispendiosa e o seu efeito sobre o calibre das clementinas que ficam na árvore é pouco significativo, sobretudo quando é executado demasiado tarde.

Em diversos países, incluindo Espanha, as auxinas são usadas vulgarmente para aumentar o calibre de clementinas e outras tangerinas. Porém, a sua aplicação não é eficaz em todas as cultivares de tangerineira. Mesmo nas cultivares em que as auxinas aumentam o calibre do fruto, a sua eficácia depende da auxina aplicada e para cada cultivar é necessário determinar o momento ótimo de aplicação e a concentração a usar. A aplicação de potássio por via foliar também tem um efeito positivo sobre o calibre do fruto, mas a sua eficácia depende do número de aplicações, do(s) momento(s) de aplicação e da concentração usada.

Neste estudo foi testada a aplicação de 2,4-D a duas concentrações (10 e 30 mg L<sup>-1</sup>) e a aplicação foliar de óxido de potássio (uma e três aplicações), num desenho experimental em parcelas divididas (*split-plot*), com subparcelas de pelo menos 10 árvores.

Os resultados obtidos até agora permitem concluir que a aplicação de 2,4-D provocou um aumento significativo do calibre do fruto, sobretudo quando aplicado a uma concentração de 30 mg L<sup>-1</sup>. A aplicação de potássio não provocou um aumento significativo do calibre do fruto, relativamente à testemunha.

**Palavras-chave:** Auxina, calibre, *Citrus reticulata*, óxido de potássio, tangerina

### Abstract

#### **Preliminary results of a study on the effects of 2,4 D and potassium foliar application on the fruit size of 'Mioro' clementine**

Clementines have good organoleptic characteristics and absence of seeds, which is appreciated by consumers and makes them one of the most cultivated citrus groups in the Iberian Peninsula. Among the clementines, the cultivar 'Mioro' has aroused interest for its precocity, but the fruit set is excessive, and the fruits have a small size. Fruit thinning is used to decrease competition and increase fruit size, but it is quite expensive and its effect on the fruit diameter is insignificant, especially when it is done too late.

In several countries, including Spain, auxins are commonly used to increase the fruit size in clementines and other mandarins. However, its application is not effective in all mandarin cultivars. Even in the cultivars in which the auxins increase the fruit size, its effectiveness depends on the applied auxin and for each cultivar it is necessary to determine the optimum moment of application and the concentration to be used.

The foliar application of potassium also has a positive effect on the fruit size, but its effectiveness depends on the number of applications, the application moment(s) and the concentration used.

In this study the application of 2,4-D in two concentrations (10 and 30 mg L<sup>-1</sup>) and the foliar application of potassium oxide (one and three applications) were tested in split-plot experimental design with subplots of at least 10 trees.

The results obtained so far allow us to conclude that the application of 2,4 D caused a significant increase in fruit size, especially when applied at a concentration of 30 mg L<sup>-1</sup>. The effect of potassium application on the fruit diameter was not significant.

**Key words:** Auxin, citrus, *Citrus reticulata*, fruit size, mandarin, potassium oxide.

### Introdução

A clementina ‘Miro’ originou-se pela mutação espontânea surgida numa clementina, detetada em Vall d’Uixó (Castellón) por volta de 1991. A árvore tem bom vigor e desenvolvimento, bem como um hábito de crescimento aberto e menos espinhos que outras clementinas. A fruta é pequena a média, de forma achatada, de polpa tenra e sumarenta e a casca é facilmente separada dos segmentos. O fruto não tem sementes quando as flores não recebem polinização cruzada, embora possa ser polinizada e polinizar cultivares compatíveis, dando origem a frutos com sementes.

Esta cultivar é caracterizada por ter uma elevada percentagem de frutos que provêm de flores de ramos mistos uniflorais dispostas ao longo do ramo, embora também produza cachos de frutos. Apresenta boa capacidade de conservação.

É uma cultivar produtiva que não requer tratamentos com reguladores de crescimento para a queda da fruta, mas sim para melhorar o calibre (Soler & Soler, 2006).

O tamanho final do fruto é o resultado da acumulação de metabolitos que se produzem por um complexo processo de desenvolvimento. Entre os principais fatores que determinam o tamanho do fruto estão as características genéticas da cultivar que condicionam não só o seu tamanho médio, mas também o intervalo de variação em que podemos modificá-lo. As condições edafoclimáticas, assim como as práticas culturais, tais como a rega, fertilização e poda, exercem uma clara influência no tamanho final do fruto (Agustí, 2003).

A influência da competição entre órgãos é também um dos fatores que mais condicionam a disponibilidade de metabolitos para o fruto. Quanto maior é o número de flores, e, posteriormente, de frutos, maior é a competição que se estabelece entre eles, tanto por elementos minerais, como por fotoassimilados e substâncias hormonais, o que limita as suas possibilidades de crescimento (Guardiola, 1988).

Dado que o tamanho final dos citrinos é determinado em grande parte nas primeiras fases de desenvolvimento, ou seja, quando se realiza a divisão celular, fixando o número de células até ao final da queda de junho (Bain, 1958), quantos mais fatores possam ser otimizados nesta fase de desenvolvimento, melhores calibres poderemos obter à colheita.

A realização de técnicas visando o aumento do calibre do fruto é usual sobretudo em tangerineiras, mas também se aplica em laranjeiras e outros citrinos (Guardiola & Garcia-Luis, 2000). De entre as técnicas existentes destaca-se a monda, quer seja manual ou química”. Contudo a monda tem muito pouco efeito sobre o tamanho final do fruto, salvo se for realizada logo no início do desenvolvimento e seja muito intensa (Zaragoza

*et al.*, 1990). Por outro lado, temos o recurso à aplicação de reguladores de crescimento. A aplicação de auxinas de síntese para o aumento do calibre resulta de vários efeitos no desenvolvimento dos frutos, que afetam o comportamento da árvore de maneira direta e através das mudanças na assimilação de metabolitos (Guardiola, 1988). O efeito da sua aplicação resulta num aumento da abscisão de frutos em desenvolvimento, que reduz a competição interna da árvore, numa redução transitória da taxa de crescimento dos frutos, pouco depois do tratamento e num estímulo posterior, no desenvolvimento do fruto, devido a uma ação direta, aumentando a sua capacidade para atuar como órgão importador de metabolitos (Guardiola, 1987; Guardiola *et al.*, 1988). No entanto, a determinação da eficácia dos reguladores de crescimento tem que ser feita para cada cultivar. O momento ótimo de aplicação só pode ser conhecido com base em estudos realizados nas mesmas condições edafoclimáticas. Qualquer erro no uso dos reguladores de crescimento pode conduzir a sérios prejuízos (Duarte, 2015).

Em cultivares com tendência para a produção de frutos de pequeno calibre, a aplicação de auxinas é frequentemente usada para diminuir o número de frutos vingados e para estimular diretamente o crescimento do fruto, aumentando o seu calibre. No Algarve foi ensaiada a aplicação de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) em cultivares relativamente às quais os agricultores e organizações de produtores consideravam apresentar problemas de calibre (Duarte, 2015). Por exemplo, em clementina 'Fina', uma cultivar de ótimas características organoléticas, mas que apresenta calibres muito pequenos, perdendo valor comercial, a aplicação de 2,4-D provoca frequentemente um aumento do calibre do fruto, embora em alguns ensaios não se consiga um efeito estatisticamente significativo (Trindade *et al.*, 1997).

Na tangerineira 'Clausellina', o aumento do calibre do fruto também pode ser obtido com a aplicação de 2,4-D ou ainda com aplicações de 2,4-DP (ácido 2,4-diclorofenoxipropiónico) ou ANA (ácido 1-naftilacético) (Duarte *et al.*, 2006).

Em clementina 'Esbal', uma cultivar de colheita temporã, de muito boa qualidade, mas que, por norma, produz muitos frutos de calibre reduzido, à semelhança da clementina 'Mioro', a aplicação de 2,4-D fez com que não fosse necessário realizar uma monda de frutos manual, aumentando marcadamente o calibre dos mesmos, o que resultou por sua vez no aumento de valor da produção (Duarte *et al.*, 1996).

A vantagem da aplicação de 2,4-D, comparativamente com outras auxinas, está no facto de o efeito do tratamento não ser tão dependente do momento da aplicação. Além disso, a aplicação pode ser feita mais cedo do que com as outras auxinas (Duarte, 2015).

De entre todos os fatores que têm influência no tamanho final do fruto, a fertilização é dos mais fáceis de controlar, ou seja, ao fornecer à planta os nutrientes necessários ao desenvolvimento do fruto no momento exato do ciclo, podemos obter melhores resultados nos calibres de colheita. O potássio (K) é um nutriente altamente móvel na planta, desempenhando um importante papel na ativação enzimática, através do transporte de hidratos de carbono. Atua também como regulador osmótico e estabilizador do metabolismo da planta e do seu pH interno, bem como no crescimento e divisão celular de tecidos jovens necessários à síntese e transporte de metabolitos (Ashok, *et al.*, 2006), influenciando o tamanho final do fruto. A deficiência deste nutriente leva à produção de frutos pequenos, com pele fina, enquanto um excesso de potássio resulta na produção de frutos grandes, com casca grossa e uma textura grossa (Hamza *et al.*, 2012). É por isso necessário saber a quantidade correta a aplicar deste nutriente, bem como a sua frequência, para que, apesar de se conseguir bons calibres, não se perca a qualidade organolética do fruto.

Segundo um estudo do Internacional Potash Institute (Hamza *et al.*, 2012), em clementina 'Cardoux', três aplicações de potássio foliar ( $KNO_3$ ) a 8% dão melhores resultados no aumento do calibre do fruto, comparativamente a outras modalidades, com

menos aplicações e concentrações inferiores, tendo esta modalidade atingido a maior percentagem de frutos na categoria de maiores calibres (57-63 mm).

Neste estudo procurou-se determinar os efeitos da aplicação da auxina sintética 2,4-D com concentrações de 10 mg L<sup>-1</sup> e 30 mg L<sup>-1</sup> e da aplicação de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) foliar, com uma e três aplicações, no aumento de calibre do fruto em clementina 'Mioro'.

### Material e Métodos

Foi instalado um ensaio num pomar de clementina 'Mioro' enxertada sobre citranjeira 'Troyer' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck 'Washington Navel' × *Citrus trifoliata* L.], com 11 anos, situado na zona do Malhão, concelho de Silves, com filas orientadas na direção este-oeste, a 5 m umas das outras e com um espaçamento de 3 m entre as árvores de cada fila.

As técnicas ensaiadas para aumentar o calibre do fruto foram a aplicação da auxina sintética ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e a aplicação de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) ambos por via foliar. O desenho experimental foi em blocos, com parcelas divididas. As parcelas principais foram constituídas por filas com 39 árvores, contendo os diferentes níveis de aplicação de potássio e as subparcelas, contendo os diferentes níveis de aplicação de 2,4-D, tinham entre 10 e 13 árvores.

Os níveis de aplicação de potássio foram: 1) sem aplicação de K<sub>2</sub>O, 2) uma aplicação de K<sub>2</sub>O (3 de julho de 2018) e 3) três aplicações de K<sub>2</sub>O (3, 13 e 24 de julho de 2018). Em todas as aplicações a concentração de potássio na solução foi de 2,5%.

Os níveis aplicação de 2,4-D foram: 1) sem aplicação, 2) aplicação com concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> e 3) aplicação com concentração de 30 mg.L<sup>-1</sup>, ambos realizadas no dia 18 de junho de 2018.

Todas as aplicações foram realizadas com o auxílio de um pulverizador devidamente calibrado, montado nos 3 pontos do trator, tendo sido gastos cerca de 1,3 litros de calda por árvore (867 L/ha).

O tamanho do fruto foi determinado periodicamente através da medição do diâmetro equatorial de 2 frutos por árvore, em todas as árvores do ensaio, com a ajuda de um paquímetro digital, num total de mais de 250 frutos/modalidade em estudo.

### Resultados e Discussão

Os resultados obtidos até 1 de novembro de 2018, revelaram que a aplicação do 2,4-D na concentração 30 mg L<sup>-1</sup> provocou um aumento significativo do diâmetro do fruto durante todo o período de desenvolvimento do mesmo (fig. 1), uma vez que apresenta em média, um aumento de 3,6 mm, em comparação com a modalidade sem aplicação de 2,4-D (fig. 2). Relativamente à concentração 10 mg L<sup>-1</sup>, também se verificou um aumento do diâmetro do fruto, ainda que menor que na concentração 30 mg L<sup>-1</sup>, pois apresenta, em média, um aumento de 1,6 mm relativamente à modalidade sem aplicação.

No que diz respeito à aplicação de óxido de potássio foliar (K<sub>2</sub>O), os resultados mostram que não houve diferenças significativas no diâmetro equatorial do fruto, nas modalidades, uma aplicação e três aplicações, em comparação com a modalidade sem aplicação de potássio (fig. 3 e 4). Num estudo realizado com aplicações foliares de potássio em clementina 'Cardoux', Hamza *et al.* (2012) referem que as modalidades com 3 aplicações foliares de potássio (K) apresentaram melhores resultados, obtendo-se maior percentagem de frutos na categoria de maiores calibres (57-63 mm), independentemente da fonte de potássio (KNO<sub>3</sub> ou K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). No presente estudo a fórmula de potássio foliar utilizada não foi nenhuma das fórmulas utilizadas no estudo de Hamza *et al.* (2012), sendo que esse fator pode ter influenciado as diferenças nos resultados obtidos.

No caso do 2,4-D, os resultados vão ao encontro da bibliografia anteriormente referida, verificando-se um aumento de calibre do fruto. Contudo, o sucesso desta técnica,

pelos resultados apresentados, aparenta estar dependente da concentração de 2,4-D na calda, ou seja, uma maior concentração desta substância poderá trazer resultados mais significativos. Porém um aumento excessivo na concentração pode trazer alguns riscos ambientais e para a saúde. Tratando-se de uma auxina sintética, o 2,4-D, aplicado de forma desajustada, com doses muito superiores ao recomendado, poderá ter efeitos colaterais negativos sobre a saúde, uma vez que é carcinogénico (pode causar cancro) e mutagénico (pode causar mutações). Poderá ainda contaminar o solo e os lençóis freáticos.

O 2,4-D não consta na lista de produtos homologados em Portugal para aplicação como regulador de crescimento em citrinos, sendo que em qualquer país, esta só pode ser realizada se o produto estiver na lista de produtos com venda autorizada. Porém em Espanha, o 2,4-D é utilizado para evitar a queda do fruto em laranjeiras com frutos de umbigo, uma vez que a aplicação desta auxina pouco antes da colheita reduz a queda dos frutos, diminuindo assim os prejuízos ao agricultor (Duarte, 2015). Tendo em conta que Portugal tem Espanha como principal país de origem dos citrinos importados, e sabendo que a substância está homologada nesse país, é muito provável que uma parte significativa dos citrinos que chegam à mesa dos portugueses tenha sido tratada com 2,4-D.

### Conclusões

Os resultados apresentados confirmam o aumento de calibre do fruto com a aplicação de 2,4-D. Este efeito dependeu da concentração da hormona, sendo maior nas modalidades em que a concentração de 2,4-D aplicada foi de 30 mg L<sup>-1</sup>, comparativamente com a concentração de 10 mg L<sup>-1</sup>. A aplicação de óxido de potássio por via foliar não mostrou ter efeito no aumento de calibre do fruto, considerando uma ou três aplicações.

### Agradecimentos

Este trabalho foi realizado num pomar da empresa Frutas Martinho e contou com o apoio parcial do projeto PDR2020-101-031881 – “PodaCitrus-Optimização da poda em citrinos”, financiado por fundos da União Europeia, através do programa PDR2020, no âmbito dos grupos operacionais.

### Referências

- Agustí, M. 2003. Citricultura. 2ª Edición, Ediciones Mundi Prensa.
- Alva, A.K., Mattos, Jr., D., Paramasivam, S., Patil, B., Dou, H & Sajwan, K.S. 2006. Potassium Management for Optimizing Citrus Production and Quality, International Journal of Fruit Science, 6: 3-43.
- Bain, J.M. 1958. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange, (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Australian Journal of Botany, 2: 1-24.
- Duarte, A. 2014. Utilização de reguladores de crescimento na citricultura. O caso da citricultura portuguesa, em comparação com outros países. Actas Portuguesas de Horticultura, 23: 54-60.
- Duarte, A. 2015. Notas sobre a aplicação de reguladores de crescimento na citricultura portuguesa, Agrotec, 15: 52-56.
- Duarte, A.M., García-Luis, A., Molina, R.V., Monerri, C., Navarro, V., Nebauer, S.G., Sánchez-Perales, M. & Guardiola, J.L. 2006. Long-term effect of winter gibberellic acid sprays and auxin applications on crop value of 'Clausellina' Satsuma. Journal of the American Society for Horticultural Science, 131 (5): 586-592.

- Duarte, A.M.M., Trindade, D.T.G. & Guardiola, J.L. 1996. Thinning of 'Esbal' clementine with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. Influence on yield, fruit size and fruit quality. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 929-933.
- Guardiola, J. L., Almela, V. & Barres, M. T. 1988. Dual effects of auxins on fruit growth in Satsuma mandarin. Scientia Horticulturae, 34: 228-237.
- Guardiola, J.L. & García-Luís, A. 2000. Increasing fruit size in Citrus. Thinning and simulation of fruit growth. Plant Growth Regulation 31: 121-132.
- Guardiola, J.L. 1987. Factores internos que determinan el tamaño del fruto en los agrios. Levante Agrícola. 279/280: 247-250.
- Guardiola, J.L. 1988. Factors limiting productivity in *Citrus*. A physiological approach. Proc. 6th Int. Citrus Congress, 1: 381-394.
- Hamza, A., Bamouh, A., El Guilli, M. & Bouabid, R. 2012. Response of clementine citrus var. Cadoux to foliar potassium fertilization; effects on fruit production and quality, e- ifc, 31: 8-15
- Soler, J. & Soler, G. 2006. Cítricos. Variedades y técnicas de cultivo. Mundi-Prensa.
- Trindade, D.T.G., Duarte, A.M.M. & Guardiola, J.L. 1997. Melhoria da Produtividade de clementina 'Fina' no Algarve. Actas de Horticultura, 18: 16-21.
- Zaragoza, S., Trenor, I. & Alonso, E. 1990. Influencia del aclareo sobre el calibre comercial de los frutos de la variedad de mandarina Clausellina. Actas de Horticultura 6: 113-117.

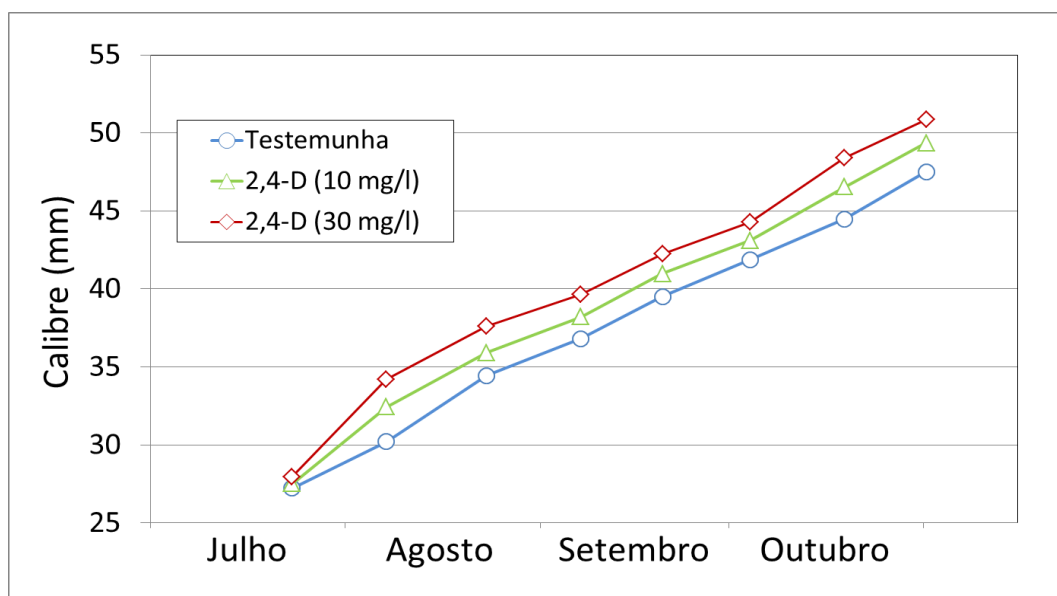


Figura 1 – Efeito da aplicação foliar de 2,4-D sobre o crescimento dos frutos da clementina 'Miro'. As barras de erro são inferiores aos símbolos usados para distinguir cada uma das modalidades.

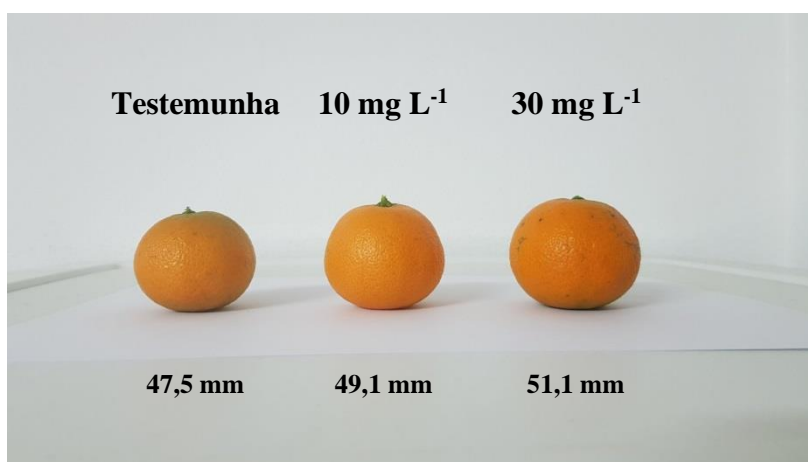


Figura 2 – Frutos representativos dos diferentes níveis de aplicação de 2,4-D, na última medição, realizada a 1 de novembro de 2018 e respetivos diâmetros.

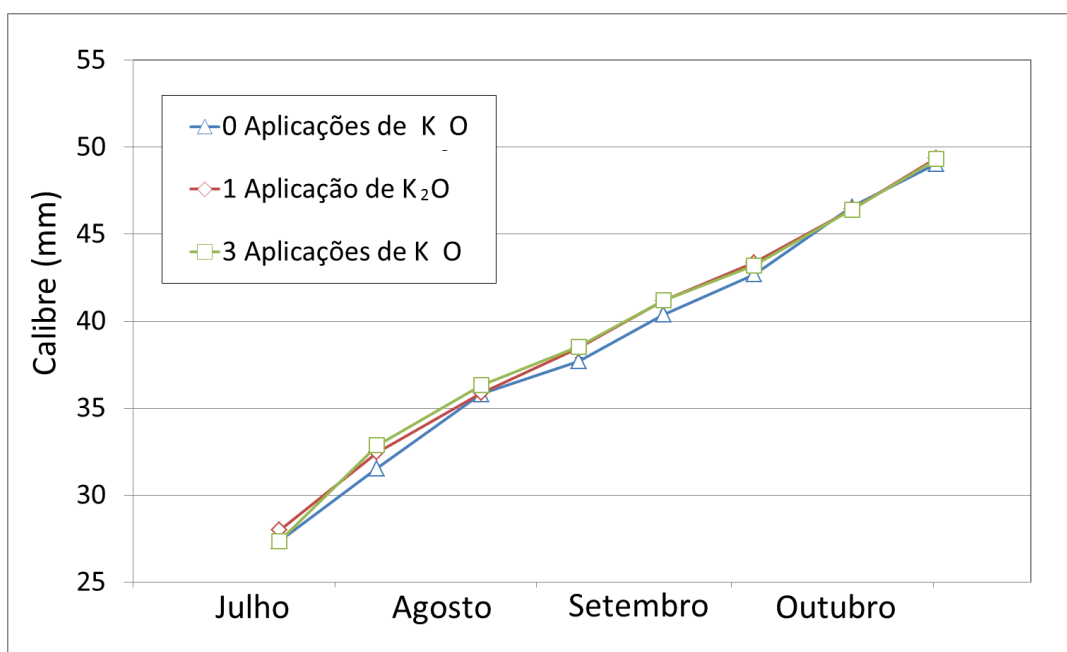


Figura 3 – Efeito da aplicação foliar de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) sobre o crescimento dos frutos da clementina 'Moro'. As barras de erro são inferiores aos símbolos usados para distinguir cada uma das modalidades.

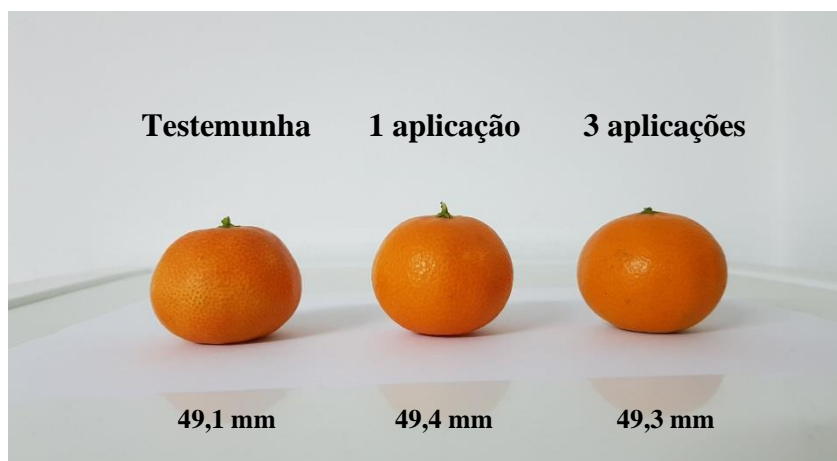


Figura 4 – Frutos representativos dos diferentes níveis de aplicação de potássio foliar ( $K_2O$ ), na última medição realizada a 1 de novembro de 2018.