

A simulação de dias longos no outono afeta o desenvolvimento reprodutivo do morangueiro na produção de inverno?

Maria da Graça Palha¹, Teresa Valdivieso¹, Maria M. Codrea², Cristina M. Oliveira³ e Pedro Brás de Oliveira^{1,3}

¹Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras, Portugal

²Department of Horticulture and Landscape, Faculty of Horticulture, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj – Napoca, Romania

³LEAF, ISA, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal

Resumo

A produção de morango de inverno na região do Algarve voltou a ganhar uma dinâmica pelas características únicas de invernos suaves que esta região apresenta, sendo o produto escoado essencialmente para o mercado de exportação. O uso de plantas *tray* de morangueiro tem vindo a aumentar, pois as plantas produzidas em viveiro contêm primórdios florais e, quando plantadas, irão produzir na época outono-inverno. Com o aumento artificial do fotoperíodo para dias longos nesta época, poderão surgir efeitos na quebra de dormência e na morfofisiologia das plantas, contribuindo para melhorar o seu desempenho vegetativo. Assim, o objetivo deste ensaio foi analisar se a simulação de dias longos no outono anteciparia o desenvolvimento das inflorescências e, paralelamente, se afetaria a produtividade das cultivares Dream e Darselect, durante o ciclo de produção de inverno. Para isso, plantas *tray* e mini-*tray* de ambas as cultivares foram sujeitas a dois tratamentos de luz, sem e com iluminação artificial LED, em complemento da luz natural até perfazer as 16 h de luz. As plantas *tray* apresentaram maior porte vegetativo e maior biomassa vegetal, comparativamente com as plantas mini-*tray*. No entanto, a arquitetura floral (*flower mapping*) foi semelhante, apresentando entre 2 a 3 primórdios de inflorescências e 8 a 9 primórdios de flores por planta. Durante o ciclo de produção de inverno, a iluminação com luz LED aumentou apenas o número de inflorescências e de flores das plantas *tray* da cv. Darselect. No geral, houve uma tendência para a floração ser maior nas plantas mini-*tray* que cresceram em ambiente natural. A luz LED melhorou a produtividade das plantas *tray*, nas duas cultivares. Os resultados assinalam que o efeito dos dias longos, através da luz LED no desempenho reprodutivo das plantas diferiu entre cultivares e tipos de planta e aumenta a produtividade das plantas *tray* de morangueiro.

Palavras – chave: cultivares de dias-curtos, luz LED, plantas mini-*tray*, plantas *tray*

Abstract

Simulating long days in autumn affects strawberry flowering in winter production?

The production of strawberry in the winter is adapted to the Algarve region due to its unique characteristics of mild winters and growers produce fruits mainly for the export market. *Tray* plants are replacing the bare-root plants as they contain floral primordia so when planted they will produce in the autumn-winter season. Increasing the photoperiod with artificial light in autumn planting can have an effect on breaking dormancy and on the morphology of the plants. The aim of this trial was to analyze whether the simulation of long days in autumn would anticipate the development of inflorescences and also if it

would improve the productivity of cultivars Dream and Darselect, during the winter production cycle. For this, *tray* and *mini-tray* plants of both cultivars were subjected to two light treatments, without and with LED artificial lighting, in addition to natural light, until reaching 16 hours of light. *Tray* plants presented larger vegetative size and larger plant biomass, compared to *mini-tray* plants. However, the floral differentiation was similar, showing between 2 to 3 inflorescences and 8 to 9 flowers per plant. During the winter production cycle, lighting with LED only increased the number of inflorescences and flowers of *tray* plants of 'Darselect'. In the *mini-tray* of both cultivars, there was a tendency for flowering to be higher in plants that grew in a natural environment. The LED light improved the productivity of *tray* plants, in both cultivars. These results seem to indicate that the simulation of long days improves the flowering of *tray* plants which resulted in higher productivity, namely of 'Darselect'.

Keywords: LED light, *mini-tray*, *tray*, short day cultivars

Introdução

O morangueiro (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) é uma planta que se cultiva de norte a sul do país. Apesar de apresentar condições naturais favoráveis para a produção do morango, Portugal tem vindo a perder, nos últimos anos, a competitividade neste setor marcada pela diminuição da área de plantação na sequência do abaixamento dos preços pagos ao produtor nacional, da variabilidade dos preços ao longo dos anos e da reconversão de muitas explorações agrícolas para outras culturas mais rentáveis, tais como a framboesa e o mirtilo (Palha, 2018).

No território nacional, as regiões de produção com condições climáticas distintas possuem aptidão para diferentes épocas de produção. A região do Algarve com invernos suaves possui aptidão para a produção precoce e produção fora-de-época (outono e inverno). Nesta região, a cultura do morangueiro voltou a ganhar uma nova dinâmica nomeadamente produzir morango em substrato, em estufa ou em túnel tendo em vista a obtenção do fruto no outono e inverno para o mercado de exportação. Neste sistema de produção, a utilização da planta *tray* tem vindo a ganhar expressão, pois é um material vegetal bastante promissor possuindo primórdios florais formados no viveiro. Quando plantado no final de verão e/ou início de outono, a planta desenvolve as inflorescências e as infrutescências, produzindo na época outono-inverno. Para a quantificação de primórdios florais realiza-se a arquitetura floral (*flower mapping*) sendo possível avaliar o potencial reprodutivo do material vegetal (Savini et al, 2005; Valdivieso et al., 2019).

A iluminação artificial com luz LED é frequentemente utilizada em estufas de morangueiro para promover a quebra de dormência das plantas (Van Delm et al., 2016). O fotoperíodo de dias longos obtido artificialmente provoca efeitos na morfofisiologia das plantas como o *stretching* da planta (aumento do caule, dos pecíolos e dos pedicelos, entre outros) para além dos efeitos na quebra da dormência (Lieten, 2005; Van Delm et al., 2016).

No âmbito do projeto GO 'Competitive South Berries – Pequenos frutos competitivos e sustentáveis: técnicas culturais inovadoras para o alargamento da época de produção' instalou-se um ensaio de morangueiro em substrato e em túnel para desenvolver e inovar a tecnologia de produção *tray* de morangueiro na região do Algarve. Numa primeira abordagem, avaliou-se o efeito dos dias longos com iluminação artificial LED na indução e iniciação floral do morangueiro durante o ciclo cultural outono-inverno. Observou-se que o aumento do fotoperíodo com luz artificial não afetou a

diferenciação floral ao longo do ciclo cultural de outono-inverno do morangueiro (Codrea et al., 2021). Neste trabalho, o objetivo foi analisar se a simulação de dias longos no outono anteciparia o desenvolvimento das inflorescências e, conseqüentemente o aumento da precocidade da produção em cultivares de dias-curtos de morangueiro durante o ciclo de produção de inverno. Pretendeu-se contribuir para uma melhor compreensão desta prática da iluminação artificial com lâmpadas LED que alguns produtores utilizam na região. O estudo incidu em dois tipos de plantas, *tray* e *mini-tray* que visualmente diferem entre si no porte (fig. 1) e no preço sendo as primeiras mais caras que as segundas.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em Moncarapacho, Olhão, na exploração da Quinta da Moita Redonda do grupo Hubel Agrícola. O ensaio decorreu em 4 túneis, cada um com 180 m² de área (6 m de largura x 30 m de comprimento), cobertos por polietileno transparente térmico. O delineamento experimental foi de 3 fatorial, 2 tratamentos de luz (sem e com luz LED), 2 tipos de material vegetal (*tray* e *mini-tray*) e 2 cultivares (*Dream* e *Darselect*), com 5 repetições. Utilizaram-se dois túneis para ambiente natural sem luz artificial (L0) e dois túneis para ambiente natural + dias longos (L1). Para a simulação dos dias longos recorreu-se à iluminação artificial, usando lâmpadas LED *GreenPower LED flowering lamp 2.0 (deep red/white/far-red* com fluxo de fotões de 20 $\mu\text{mol s}^{-1}$) da marca Philips, em ciclos de 16 h diárias, de outubro a janeiro. A plantação realizou-se a 26 de setembro de 2019, em sacos contendo fibra de coco (100%) e com 1 metro de comprimento, em linhas duplas, 7 plantas m⁻¹, correspondendo a uma densidade de plantação de 8,2 plantas m⁻². A fertirega foi feita segundo as práticas da exploração para a cultura em substrato.

Para avaliar o efeito de dias longos no comportamento das plantas *tray* e *mini-tray* (fig. 1) efetuou-se a arquitetura das plantas e a biometria no início e ao longo do ciclo cultural. A análise da arquitetura da planta foi feita em amostras de 5/6 plantas por modalidade, aos 0 DAP (26 de setembro), 50 DAP (12 de novembro), 75 DAP (9 de dezembro) e 110 DAP (13 de janeiro). Realizaram-se observações macro e microscópicas. As observações macro foram obtidas contando o número de coroas, folhas, inflorescências, flores e frutos e registando-se a ordem hierárquica dos mesmos. A observação dos meristemas (micro) foi feita através da dissecação dos gomos e observação numa lupa binocular (ampliação 40x) para determinação do estado de diferenciação dos meristemas apicais e laterais. Nos meristemas reprodutivos, contaram-se os primórdios foliares, de inflorescências e de flores por inflorescência.

A produção de frutos teve início a 8 de novembro e terminou a 3 de fevereiro do ano seguinte à instalação do ensaio. Em cada data de colheita procedeu-se à contagem e pesagem dos frutos e calculou-se a produção total em g/planta.

Os dados foram analisados no software Statistix 9 (Analytical Software, Tallahassee, Florida), sendo feita uma análise de variância (ANOVA) e de seguida um teste de comparação múltipla de médias, com um teste de Tukey para diferenças mínimas significativas com um nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Através da análise biométrica observou-se que as plantas *tray* apresentaram um maior vigor vegetativo e maior biomassa vegetal iniciais que as plantas *mini-tray* (Quadro 1). Este facto assenta na diferença de volume dos alvéolos onde as plantas são enraizadas e propagadas. As condições ambientais e o volume do alvéolo condicionam e determinam

o desenvolvimento alcançado pelas plantas no viveiro, o que pode influenciar significativamente o resultado da cultura. Esta diferença evidenciou-se pelo maior porte das plantas *tray* que desenvolveram maior volume de raízes e maior tamanho de coroas. Na cv. Dream estas plantas possuíam, ainda, maior número de folhas. Contudo, estas diferenças no porte das plantas não influenciaram o número de meristemas florais formados durante a fase de viveiro que foi semelhante entre as plantas *tray* e *mini-tray*, para ambas as cultivares. As plantas apresentaram um número médio de 2 a 3 inflorescências e de 8 a 9 flores (Codrea et al., 2021). O potencial produtivo da planta *tray* é preparado durante a sua fase de propagação no viveiro e, para além das condições climáticas, as técnicas agronómicas (nomeadamente a rega e a nutrição) influenciam a qualidade do material vegetal (Massetani et al., 2011). Outro fator a ter em conta é o genótipo pois num estudo efetuado por Patrício (2019) verificou-se que entre as cultivares de morangueiro existe uma grande variação na diferenciação floral e no potencial produtivo.

Na avaliação do desenvolvimento reprodutivo ao longo do ciclo vegetativo o comportamento das plantas divergiu entre as cultivares (fig. 1 e 2). As plantas *tray* da cv. Darselect sujeitas ao tratamento de luz apresentaram um maior número de inflorescências e de flores, ao contrário da 'Dream' em que não houve efeito da luz no desempenho reprodutivo das plantas. No geral, houve uma tendência para as plantas *mini-tray* em ambiente natural (L0) desenvolverem um maior número de inflorescências e de flores.

A luz LED melhorou significativamente a produtividade das plantas *tray* nas duas cultivares (fig. 3 e 4). Este efeito não se verificou com as *mini-tray*. A cultivar Dream apresentou uma maior produtividade precoce, uma característica desta cultivar. Comparativamente às plantas *tray*, as *mini-tray* apresentaram uma menor produção de frutos, que foi mais evidente na cv. Dream. A cultivar Darselect registou uma maior produção de frutos, em média $1,8 \text{ kg.m}^{-2}$ o que está em conformidade com os resultados obtidos por Patrício (2019).

Na produção de morango de inverno em substrato, a utilização de plantas *tray* (de raiz protegida) é sempre vantajosa pois a crise de transplantação é menor (taxa de mortalidade praticamente nula), observando-se um melhor estabelecimento da cultura e uma maior taxa de crescimento inicial em comparação com as plantas de raiz nua (Palha et al., 2007; Vieira, 2021). Por outro lado, tratando-se de plantas com primórdios florais, quando transplantadas no campo de produção as hastes florais desenvolvem-se e as primeiras frutificações ocorrem em novembro.

A produtividade da planta *tray* na produção de inverno vai depender do seu potencial reprodutivo que é estabelecido no viveiro quando as condições de fotoperíodo e de temperatura decrescentes são favoráveis à indução e iniciação floral. Modificando as condições de crescimento (nutrição mineral, sombreamento, remoção de folhas, *stress* hídrico, entre outros), o viveirista manipula também a iniciação floral para obter plantas com maior número de gomos florais laterais e coroas em diferentes fases de diferenciação floral (Massetani et al., 2014). O potencial reprodutivo varia, deste modo, de ano para ano e difere com a origem do viveiro, podendo ocorrer uma variação no rendimento da cultura entre 10 e 15% (Patrício, 2019; Vieira, 2021).

Conclusões

A simulação de dias longos no outono, através da luz LED, tinha como objetivo melhorar o desempenho vegetativo e reprodutivo do morangueiro e, assim, incrementar a sua produtividade durante o ciclo de produção de inverno. Neste estudo, demonstrou-se que o efeito da luz LED na floração das plantas foi distinta entre as cultivares e tipos

de planta. A luz LED melhorou significativamente a produtividade das plantas *tray*, mas não teve efeito nas *mini-tray*. Embora a luz LED tenha antecipado a produção, confirmou-se que a precocidade é uma característica varietal, verificando-se que a cv. Dream é mais precoce que a 'Darselect'. Para se estabelecer esta prática como uma técnica comercial serão necessários mais estudos em diferentes anos e cultivares de morangueiro bem como a análise sobre a sua viabilidade económica.

Agradecimentos

Este trabalho foi suportado pelo projeto *GO-CompetitiveSouthBerries*, financiado pelo Programa de Desenvolvimento Rural - PDR 2020.

Referências

- Codrea, M.M., Valdivieso, T., Oliveira, C.M., Mitre, V., Oliveira, P.B. & Palha, M.G. 2021. The effect of LED illumination on flower differentiation of strawberry short-day cultivars in winter production season. *Acta Hort.* 1309, 653-658 DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1309.94
- Lieten, P. 2005. Strawberry Production in Central Europe. *International Journal of Fruit Science*, 5, 91-105, DOI: 10.1300/J492v05n01_09
- Massetani, F., Gangatharan, R. & Neri, D. 2011. Plant architecture of strawberry in relation to abiotic stress, nutrient application and type of propagation system. *Genes, Genomes and Genomics* 5: 12-23.
- Massetani, F., Savini, G. & Neri, D. 2014. Effect of rooting time, pot size and fertigation technique on strawberry plant architecture. *Journal of Berry Research* 4:217–224.
- Savini, G., Neri, D., Zucconi, F. & Sugiyama, N. 2005. Strawberry growth and flowering. An architectural model. *Int. J. Fruit Sci.* 5 (1), 29-50. DOI: 10.1300/J492v05n01_04
- Palha, M. G. 2018. *GO-CompetitiveSouthBerries: aumentar a competitividade do morango na região sul*. *Revista dos Pequenos Frutos* 22: 8-9.
- Patrício S.C. 2019. *Avaliação do potencial de plantas 'tray' de morangueiro. Arquitetura floral e produtividade*. Tese de Mestrado em Engenharia Agronómica, UL/ISA, Lisboa, 75pp.
- Valdivieso, T., Vieira, A., Patrício, S., Oliveira, C., Oliveira, P.B. & Palha, M.G. 2019. *Arquitetura da planta do morangueiro*. *Vida Rural*, (1847), 42–44.
- Van Delm, T., Melis P., Stoffels, K. Vanderbruggen, R. & Baets W. 2016. Advancing the strawberry season in Belgian glasshouses with supplemental assimilation lighting. *Acta Hort.* 1134. ISHS 2016. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1134.20
- Vieira, A. L.P.S. 2020. *Arquitetura floral do morangueiro em cultura protegida e em substrato na região do Algarve*. Tese de Mestrado em Engenharia Agronómica, UL/ISA, Lisboa, 65pp.

Quadro 1 - Valores médios (\pm EP) de parâmetros biométricos e do peso fresco da planta do viveiro, para as cultivares *Dream* e *Darselect* e tipos de planta, *tray* e *mini-tray*

		Ø coroa (mm)	Nº coroa	Nº folhas	Peso fresco(g)			
					Raízes	Coroa	Folhas	Total
<i>Dream</i>	<i>tray</i>	19,9 \pm 2,9 a	1	4,4 \pm 1,1 a	22,1 \pm 3,8 a	6,0 \pm 1,4 a	3,7 \pm 1,8 a	31,6 \pm 4,6 a
	<i>mini-tray</i>	12,7 \pm 1,4 b	1	2,4 \pm 0,6 b	11,3 \pm 5,8 b	1,7 \pm 0,5 b	0,7 \pm 0,3 b	13,6 \pm 6,4 b
<i>Darselect</i>	<i>tray</i>	14,4 \pm 3,2	1	3,0 \pm 0,7	17,4 \pm 5,5 a	6,6 \pm 2,3 a	1,8 \pm 0,5	25,8 \pm 6,9
	<i>mini-tray</i>	13,0 \pm 1,5	1	3,4 \pm 1,7	12,9 \pm 2,0 b	3,4 \pm 1,6 b	2,7 \pm 1,8	19,0 \pm 4,6

Na coluna e por cultivar, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$)



Figura 1 - Aspeto da planta *tray* (à esquerda) e da *mini-tray* (à direita) da cultivar *Darselect*

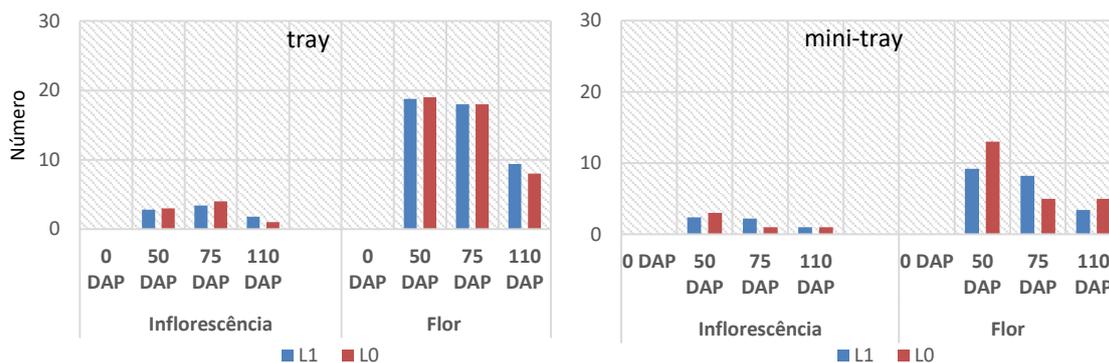


Figura 2 - Influência da luz LED no número de inflorescências e de flores nas plantas *tray* e *mini-tray* da cv. *Dream*, ao longo do ciclo cultural. (L1 – com luz, L0 -sem luz)

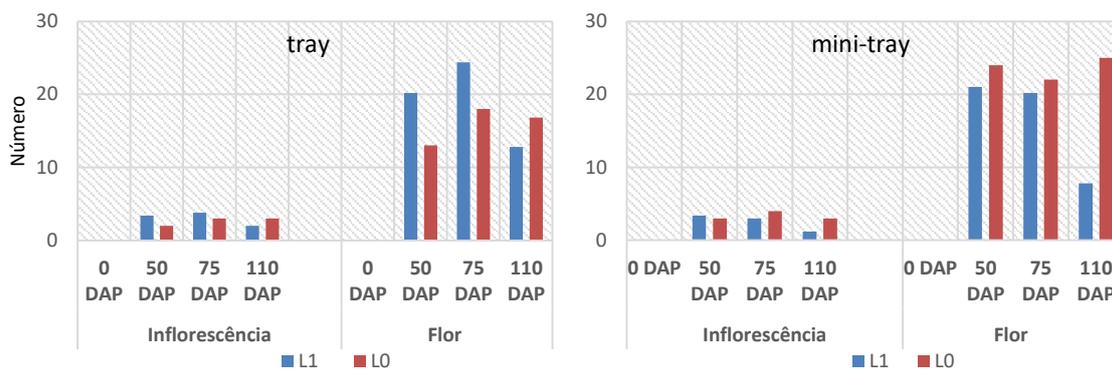


Figura 3 - Influência da luz LED no número de inflorescências e de flores nas plantas *tray* e *mini-tray* da cv. Darselect ao longo do ciclo cultural. (L1 – com luz, L0 -sem luz)

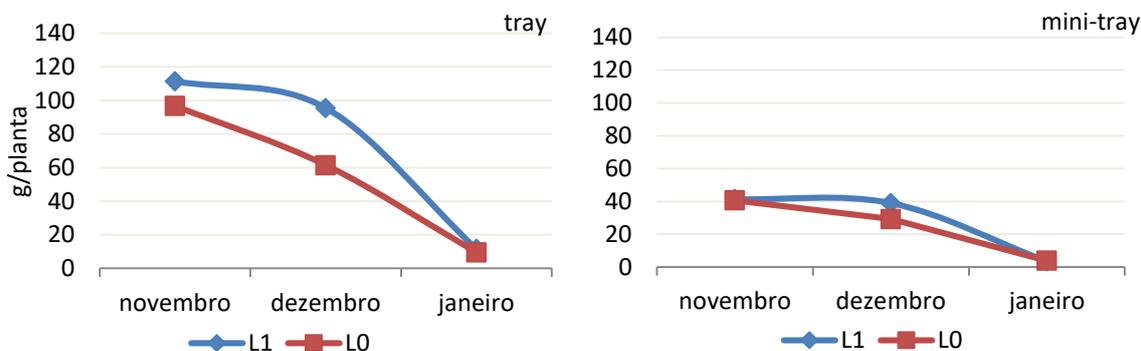


Figura 4 - Influência da luz LED na produtividade da cv. Dream, nas plantas *tray* e *minitray*

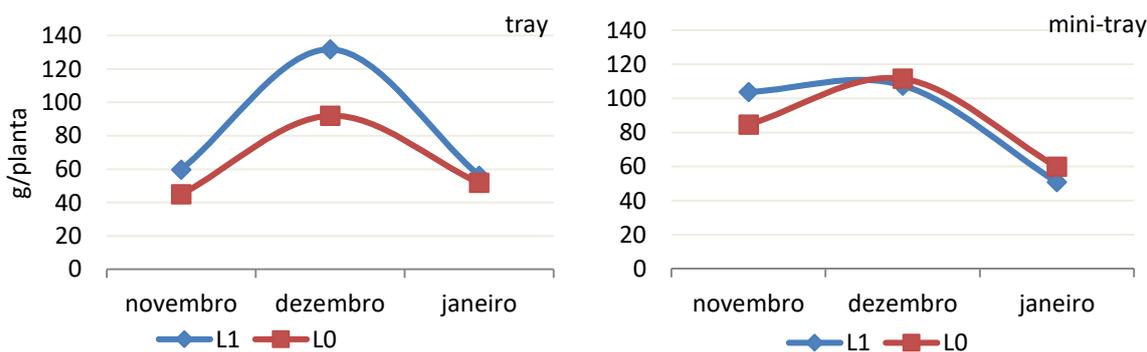


Figura 5 - Influência da luz LED na produtividade da cv. Darselect, nas plantas *tray* e *minitray*