



UTILIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO LED PARA OTIMIZAR A FRUTIFICAÇÃO DO MORANGUEIRO NA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO TRAY

A perda de competitividade do setor de morango nos últimos anos lançou novos desafios para a cultura, nomeadamente na experimentação e inovação de tecnologias para produção de frutos. Além de se obterem boas produtividades, a tecnologia com plantas tray destaca-se pela dupla produção, a primeira no período de outono e inverno e a segunda na primavera. A utilização da luz LED para efeitos na quebra de dormência e na morfofisiologia das plantas revela-se benéfica, pois antecipa e melhora a produtividade da cultura.



Maria da Graça Palha¹, Maria Maruni-Codrea², Cristina Moniz Oliveira³, Pedro Brás de Oliveira¹

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² Departamento de Horticultura e Paisagística, Faculdade de Horticultura, Universidade de Ciências Agrícolas e Medicina Veterinária (USAMV), Roménia



³ LEAF, ISA, Universidade de Lisboa



Em Portugal, após um longo período de estabilização da área de produção de morango nos 400 ha, em 2020 notou-se um renovado interesse pela cultura que duplicou, situando-se hoje a área em 614 ha e a produção em 23 012 toneladas (INE, 2022). Com alto valor nutricional e rico em compostos antioxidantes, os morangos fazem parte do grupo de alimentos saudáveis, verificando-se uma procura cada vez maior, sendo o consumo em fresco a forma mais privilegiada. Sendo um alimento habitual e de longa tradição na dieta portuguesa, o morango destacou-se pelo seu elevado consumo. Apesar das condições climáticas favoráveis e de haver uma enorme procura, o país não é autossuficiente, o que obriga a importação de grandes volumes.

A perda de competitividade do setor, nos últimos anos, lançou novos desafios para a cultura, nomeadamente no desenvolvimento e inovação de tecnologias para a produção fora de época, apresentando a região Sul do país características únicas de invernos suaves que favorecem a produção precoce e a produção fora de época (outono-inverno). A busca por maiores produtividades e rentabilidades tem fomentado o desenvolvimento de novas técnicas de produção como a técnica de produção com plantas tray e a utilização da iluminação artificial com luz LED.

O Grupo Operacional – *CompetitiveSouthBerries* surgiu para dar resposta às necessidades da produção de pequenos frutos (amora, framboesa, mirtilo e morango) na região Sul, relativas à melhoria e sustentabilidade dos sistemas produtivos, ao desenvolvimento de técnicas culturais inovadoras adaptadas às oportunidades dos mercados de exportação e à vantagem competitiva da região Sul pelas suas condições climáticas de invernos amenos. Para a cultura do morango, objetivou-se desenvolver e inovar a tecnologia de produção tray de morango na região do Algarve, com o parceiro Campina Produção Agrícola, Lda., tendo em vista a produção de frutos fora de época (outono-inverno) e o aumento da competitividade da cultura naquela região.

Neste artigo relatam-se alguns resultados obtidos no campo de demonstração da tecnologia de produção tray instalado na região do Algarve, onde se avaliaram os efeitos da iluminação artificial com

luz LED (*light emitting diodes*) na produtividade e na qualidade do fruto do morangueiro.

Tecnologia de produção tray

A tecnologia de produção com plantas tray surgiu no final da década de 90 do século passado na Bélgica e na Holanda, sendo largamente utilizada em várias regiões da Europa. É utilizada na cultura do morangueiro em substrato conduzida em estufas ou túneis, com o objetivo de produzir frutos no outono (Lieten, 2005). Devido às restrições climáticas naqueles países, a produção é feita em estufas com elevado controlo climático e incorporação de tecnologia, traduzindo-se numa tecnologia de produção cara. Portugal, pela amenidade do clima, poderá competir com tecnologias mais económicas e com custos menos elevados. Esta estratégia justifica-se pela maior valorização do fruto na produção fora de época devido à pouca oferta no mercado de exportação.

A tecnologia consiste em plantar em setembro/outubro, consoante a disponibilidade das plantas nos viveiros e a região de produção, colher uma primeira produção entre outubro e janeiro e manter as plantas durante o inverno para uma segunda produção de frutos na primavera do ano seguinte. São utilizadas plantas de morangueiro de dias-curtos. A primeira produção é menor, mas a valorização do fruto é maior devido à menor oferta existente e pode servir para abastecer o mercado da Europa. A segunda produção, que ocorre durante a época normal, é maior que a primeira, o que aumenta a rentabilidade da cultura (Patrício *et al.*, 2022).

As plantas tray são plantas de raiz protegida, propagadas em tabuleiros alveolados e com maior porte vegetativo em relação aos outros materiais de plantação. Apresentam várias vantagens em relação às plantas de raiz nua produzidas no solo: maior qualidade sanitária; maior uniformidade das plantas; melhor qualidade vegetativa, traduzida pelo maior porte da planta (diâmetro da coroa, número de folhas e sistema radicular maiores); e maior potencial reprodutivo. Quando plantadas em setembro em estufas ou túneis desenvolvem as inflorescências previamente formadas, ocorrendo as

primeiras frutificações no outono e inverno (Palha *et al.*, 2009; 2012). Simultaneamente, as plantas diferenciam novos meristemas florais que irão desenvolver-se em março-abril, conduzindo à segunda produção de frutos (Codrea *et al.*, 2021).

O sucesso das plantas tray depende tanto das técnicas culturais praticadas no viveiro como das condições climáticas do local de produção. Hoje em dia, verifica-se um maior número de viveiristas especializados na produção deste tipo de plantas, mas a qualidade da planta varia de ano para ano e difere também com a origem do viveiro, podendo ocorrer uma variação no rendimento da cultura entre 10 e 15% (Palha *et al.*, 2022 b). A avaliação da arquitetura floral (*flower mapping*) da planta é um dos parâmetros fundamentais na avaliação da qualidade, pois a quantificação e o grau de desenvolvimento dos primórdios florais permitem estimar o seu potencial de floração e de frutificação (Savini *et al.*, 2006; Valdivieso *et al.*, 2019).

Iluminação artificial

A prática da iluminação artificial em cultura protegida existe há muito tempo e tem sido eficaz considerando os efeitos benéficos que exercem sobre a morfologia e fisiologia das plantas. É utilizada principalmente para aumentar a quantidade de radiação disponível quando esta é limitante (iluminação suplementar) de forma a incrementar a taxa de fotossíntese, influenciando a produtividade e qualidade, ou para prolongar o fotoperíodo (iluminação fotoperiódica) quando se pretendem efeitos na morfologia das plantas.

Os sistemas de iluminação LED (díodos emissores de luz) têm tido cada vez mais expressão pelas vantagens que proporcionam: fornecem energia radiante de comprimento de onda diferenciado, permitindo o uso de comprimentos de ondas específicos de acordo com o objetivo da produção; possibilitam o controlo de intensidade luminosa; apresentam uma maior vida útil; consomem menos energia; e libertam pouco calor, podendo estar mais próximo das canópias das plantas.

Nas regiões localizadas a maiores latitudes, a luz em conjunto com a temperatura são dois fatores



Figura 1 – Plantas tray e mini-tray de morangueiro.

climáticos mais restritivos para a produção comercial do morango. No sentido de prolongar o período de produção do morango e ultrapassar as limitações da luz, a iluminação artificial com luz LED é utilizada como suplemento da radiação pelas inúmeras vantagens que apresenta, sendo uma delas o aumento da produtividade (Van Delm *et al.*, 2017). Em Portugal, num estudo efetuado na cultura do morangueiro em estufa, um acréscimo da intensidade luminosa com lâmpadas LED no inverno, quando as condições de radiação se mostraram limitantes, contribuiu para um melhor desempenho fotossintético das plantas de morangueiro, mas não influenciou a produtividade (Pestana *et al.*, 2018). A iluminação artificial fotoperiódica é frequentemente utilizada em estufas de morangueiro para promover a quebra de dormência das plantas (Van Delm *et al.*, 2017). O fotoperíodo de dias longos obtido artificialmente provoca efeitos na morfologia das plantas como o *stretching* da planta (aumento do caule, dos pecíolos e dos pedicelos, entre outros), melhorando o desempenho vegetativo da planta (Patrício *et al.*, 2022). A simulação dos dias longos pode ser criada pela iluminação no fim do fotoperíodo normal ou através da interrupção do período escuro com períodos cíclicos de iluminação de curta duração.

Campo experimental

Para avaliar a iluminação fotoperiódica (dias longos) na tecnologia de produção *tray*, instalou-se um ensaio de morangueiro, inserido no campo de demonstração de 2019/2020 do GO-Competitive-SouthBerries, em Moncarapacho, Olhão, na exploração da Quinta da Moita Redonda pertencente à Campina Produção Agrícola, utilizando 4 túneis em forma de arco redondo com 6 m de largura e 30 m de comprimento e cobertos com polietileno transparente térmico. A experiência envolveu 2 cultivares de dias curtos ‘Darselect’ e ‘Dream’ e dois tipos de material vegetal, *tray* e *mini-tray*. (Figura 1). O método de propagação das plantas *mini-tray* é idêntico ao das plantas *tray*, diferindo no tamanho do alvéolo que é mais pequeno e o custo é menor. Consideraram-se dois túneis para ambiente natural sem luz artificial (L0) e dois túneis para ambiente natural com luz artificial (L1) (Figura 2). Para a simulação dos dias longos recorreu-se às 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 linear, correspondendo a uma



Figura 2 – Sistema de iluminação LED no túnel L1 com plantas tray da cv. Darselect.

densidade de plantação de 8,2 plantas/m². A avaliação da produtividade foi realizada nos dois ciclos de produção, outono-inverno e primavera. No pico da produção do primeiro ciclo foi feita uma avaliação da qualidade do fruto à colheita, determinando-se alguns parâmetros físico-químicos indicadores de qualidade.

Floração e frutificação

A indução floral e o desenvolvimento das inflorescências estão diretamente relacionados com o crescimento e desenvolvimento da planta e com as condições climáticas que ocorrem durante o ciclo de crescimento. O conhecimento da arquitetura floral da planta *tray* adquirida no viveiro é um fator determinante para a frutificação no período outono-inverno (Savini *et al.*, 2006; Valdivieso *et al.*, 2019). Apesar do maior porte vegetativo das plantas *tray*, verificou-se que o número de primórdios florais diferenciados pelas plantas *tray* e *mini-tray* foi semelhante. As plantas diferenciaram um número médio de 2 a 3 inflorescências e de 8 a 9 flores por planta (Codrea *et al.*, 2021).

As condições de temperatura no outono e inverno foram favoráveis a um rápido crescimento e desenvolvimento das plantas, ocorrendo uma maior taxa

de crescimento inicial nas *tray*. A aplicação da luz LED produziu efeitos na morfofisiologia da planta, com alongamento dos pecíolos das folhas e dos pedúnculos das inflorescências (Figura 3).

A frutificação no ciclo outono-inverno teve início a 8 de novembro e prolongou-se até 27 de janeiro. A luz LED melhorou significativamente a produtividade das plantas *tray* nas duas cultivares (Figuras 4



Figura 3 – Aspeto do alongamento dos pedúnculos das inflorescências das plantas em túnel com luz LED.

e 5). 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 kg m⁻², em relação às plantas *tray* da ‘Dream’ que produziram 1,6 kg m⁻² (valor médio). De um modo geral, a aplicação da luz LED para o aumento da produtividade no inverno foi mais evidente nas plantas *tray* do que nas *mini-tray*.

No ciclo de produção outonal, os frutos de maior calibre e peso foram registados na ‘Dream’ e, entre tipo de plantas, nas *tray* cujo peso do fruto foi em média de 20,3 g. O peso médio de fruto das *mini-tray* foi bastante menor (13,1 g). A luz LED não afetou o teor de sólidos solúveis dos frutos da ‘Dream’ e ‘Darselect’ que variou entre 9,6 e 10,6 °Brix.

O ciclo de produção de primavera estendeu-se de 9 de março a 8 de junho, tendo-se observado um maior acréscimo de produtividade em relação ao ciclo outonal (Figura 6). Em estudos anteriores, observaram-se igualmente maiores produtividades no ciclo de primavera em vários genótipos de morangueiro (Patrício, 2022). Este maior potencial produtivo resulta da elevada atividade meristemática que as plantas apresentam no final do 1.º ciclo de produção, com formação de primórdios florais durante os meses de dezembro e janeiro (Codrea *et al.*, 2021; Palha *et al.*, 2022 b).

A produtividade das plantas *tray* variou consoante as cultivares e épocas de produção, verificando-se que a produção outonal foi maior na ‘Darselect’, enquanto a produção de primavera foi maior na ‘Dream’.

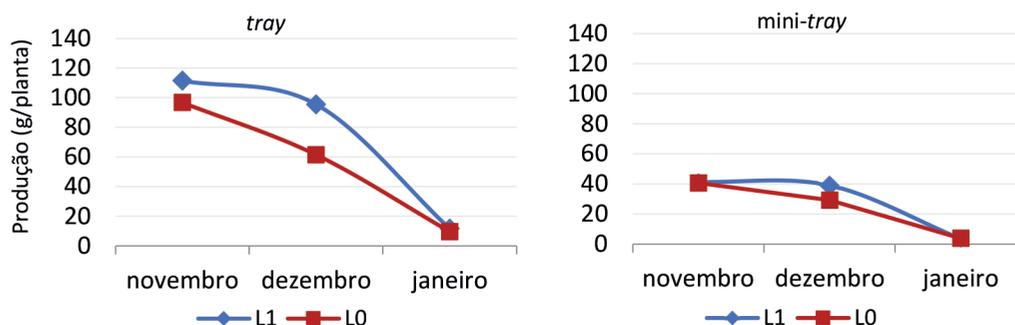


Figura 4 – Influência da luz LED (L1 – com; L0 – sem) na produção de outono-inverno da cultivar Dream, nas plantas *tray* e *mini-tray* (Palha *et al.*, 2022a).

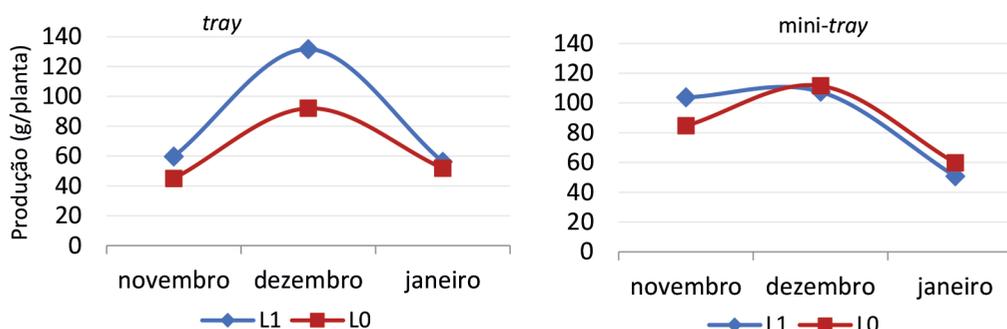


Figura 5 – Influência da luz LED (L1 – com; L0 – sem) na produção de outono-inverno da cultivar Darselect, nas plantas *tray* e *mini-tray* (Palha *et al.*, 2022a).

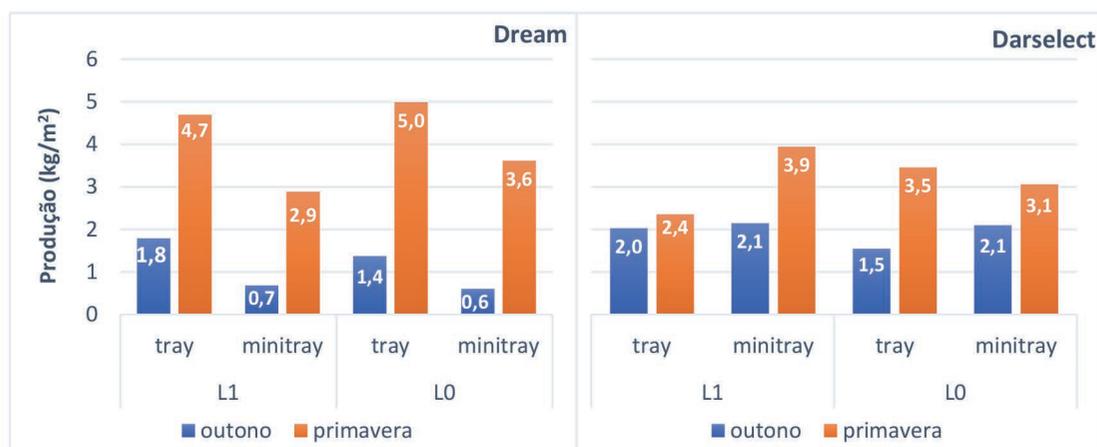


Figura 6 – Produção de outono e de primavera na tecnologia de produção tray das cultivares 'Dream' e 'Darselect' (L1 – com luz, L0 – sem luz).

Considerações finais

A tecnologia de produção tray na região do Algarve permitiu a produção fora de época de morangos (outono-inverno), período este de grande interesse para o produtor dada a elevada valorização do fruto e a produção de época (primavera). A utilização da iluminação LED para efeitos na quebra de dormência e na morfofisiologia das plantas revelou-se benéfica para o crescimento vegetativo e melhorou a produtividade das plantas tray nas duas cultivares em estudo. Contudo, a otimização da frutificação nesta tecnologia de produção assenta igualmente na qualidade da planta tray expressa em termos de flores diferenciadas no viveiro. 🍓

Bibliografia

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.

Lieten, P. (2005). Strawberry production in central Europe. *International Journal of Fruit Science*, **5**(1):91–105.

Palha, M.G.; Campo, J.L.; Curado, T.; Sousa, M.B.; Oliveira, P.B. (2009). Elsanta autumn crop performance using different plant types and planting dates. *Acta Horticulturae*, **842**:983–986.

Palha, M.G.; Campo, J.L.; Oliveira, P.B. (2012). Strawberry plant growth and dry matter partitioning as influenced by planting date and plant type in an autumn produc-

tion system. *Acta Horticulturae*, **926**:463–469.

Palha, M.G.; Valdivieso, T.; Codrea, M.M.; Oliveira, C.M.; Oliveira, P.B. (2022 a). A simulação de dias longos no outono afeta o desenvolvimento reprodutivo do morangueiro na produção de inverno? *Actas Portuguesas de Horticultura*, **35**:151–157.

Palha, M.G.; Valdivieso, T.; Oliveira, P.B. (2022 b). A produção de morango na tecnologia tray. In: Oliveira, P.B. (coord.). *Tecnologias de produção de pequenos frutos para produção fora de época*. INIAV, I.P., Oeiras, 11–34.

Patrício, S.; Palha, M.G.; Valdivieso, T.; Oliveira, C.M. (2022). Avaliação do potencial de plantas 'tray' de morangueiro – arquitetura floral e produtividade. *Actas Portuguesas de Horticultura*, **35**:35–43.

Pestana, F.; Semedo, J.N.; Scotti-Campos, P.; Oliveira, C.M.; Palha, M.G. (2018). Influência da iluminação LED no desempenho fotossintético de *Fragaria* × *ananassa* em substrato. *Actas Portuguesas de Horticultura*, **29**:272–279.

Savini, G.; Neri, D.; Mercadante, L.; Molari, G.; Magnani, D.; Capriolo, G. (2006). Meristem analysis on strawberry plants during propagation and production. *Acta Hort.*, **708**:237–240.

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.; Stoffels, K.; Melis, P.; Vervoort M.; Vanderbruggen, R. (2017). Overcoming climatic limitations: cultivation systems and winter production under assimilation lighting resulting in year-round strawberries. *Acta Horticulturae*, **1156**:517–527.