

## Arquitetura floral do morangueiro em cultura protegida e em substrato na região do Algarve

André Vieira<sup>1,2</sup>, Teresa Valdivieso<sup>2</sup>, Cristina M. Oliveira<sup>1</sup> e Maria da Graça Palha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LEAF, ISA, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras, Portugal

### Resumo

A possibilidade de se estimar o grau de desenvolvimento da planta de morangueiro e prever o seu potencial de floração e de frutificação tem particular importância por permitir ao produtor planear e gerir de forma mais eficiente os recursos disponíveis e atuar de forma mais eficaz. O objetivo deste trabalho foi avaliar a arquitetura das plantas de morangueiro do viveiro e, após a plantação, a sua evolução ao longo do ciclo cultural para estimar o seu potencial produtivo e o período de produção. Foram objeto de estudo três combinações de cultivar/tipo de planta: 'Dream'/tray e 'Calinda'/raiz nua, sendo cultivares de dias-curtos (DC) e 'Harmony'/mote, cultivar indiferente (ID), conduzidos num sistema de produção em cultura de substrato, em macrotúneis, na região de Moncarapacho (Algarve). Paralelamente, pretendeu-se determinar a época e a quantidade de floração e conseqüente produtividade.

As plantas *tray* da cv. Dream e as plantas *mote* da cv. Harmony diferenciaram maior número de primórdios florais (inflorescências e flores) no viveiro que as plantas de raiz nua da cv. Calinda. Verificou-se um aumento gradual do número de primórdios florais ao longo do ciclo, com maior taxa de diferenciação floral nas cultivares 'Dream' e 'Harmony', antevendo-se, assim, o maior potencial de produção destas duas cultivares em relação à 'Calinda', o que veio a confirmar-se posteriormente. O padrão de evolução dos primórdios florais foi semelhante nas duas cultivares de DC, com decréscimo da diferenciação floral no final do ciclo, enquanto na cultivar ID a diferenciação floral não cessou. A 'Dream' revelou ser uma cultivar precoce e em conjunto com a 'Harmony' apresentaram uma maior produtividade.

**Palavras-chave:** cultivares dias-curtos, cultivares indiferentes, diferenciação floral, *Fragaria*×*ananassa*, tipo de planta

### Abstract

#### Strawberry plant architecture in substrate and protected cultivation in the Algarve region

The possibility of estimating the degree of development of the strawberry plant and predicting its flowering and fruiting potential is of particular importance because it allows the producer to plan and manage the available resources more efficiently and to act more effectively. The objective of this work was to evaluate the architecture of the strawberry plants in the nursery and their evolution after planting throughout the crop cycle in order to estimate their productive potential and the production period. Three cultivar/plant type combinations were studied: 'Dream'/tray and 'Calinda'/bare-root, being short-day cultivars (SD) and 'Harmony'/mote, indifferent cultivar (ID), conducted in a production system in substrate culture, in macro-tunnels, in the Moncarapacho region

(Algarve). The aim was also to determine the time and quantity of flowering and, consequently, the productivity.

The tray plants of the cv. Dream and the mote plants of cv. Harmony differentiated greater number of floral primordia (inflorescences and flowers) in the nursery than the bare-rooted plants of cv. Calinda. There was a gradual increase in the number of floral primordia throughout the cycle, with a higher rate of floral differentiation in the cultivars 'Dream' and 'Harmony', predicting a higher yield potential of these two cultivars compared to 'Calinda', which was later confirmed. The pattern of evolution of floral primordia was similar in the two CD cultivars, with a decrease in floral differentiation at the end of the cycle, while in the ID cultivar floral differentiation did not cease. Dream' proved to be an early cultivar and together with 'Harmony' showed a higher yield.

**Keywords:** short-day cultivars, dayneutral cultivars, flower differentiation, *Fragaria* × *ananassa*, plant type

### Introdução

No ciclo cultural do morangueiro ocorrem duas fases, a fase vegetativa que inclui o desenvolvimento do sistema radicular, a formação de coroas, de folhas e de estolhos e a fase reprodutiva que abrange a indução, a diferenciação e iniciação floral seguida do desenvolvimento das flores e frutos. Este ciclo fisiológico é bastante complexo, sendo controlado, essencialmente, pela ação do fotoperíodo e temperatura, embora outros fatores, como a intensidade luminosa e nutrição azotada, influenciem igualmente este processo.

O comprimento do dia e a temperatura são determinantes na indução e diferenciação floral do morangueiro, ou seja, na passagem do meristema vegetativo para reprodutivo. Diversos estudos foram realizados sobre a arquitetura floral da planta do morangueiro para melhorar a compreensão e conhecimento da resposta floral da planta à interação fotoperíodo x temperatura. A arquitetura floral da planta, ao basear-se na observação de todos os meristemas (apical e laterais) à lupa, permite identificar o estado do meristema (vegetativo ou floral). Todas as estruturas da planta são representadas esquematicamente incluindo os que não são visíveis a olho nu (Massetani & Neri, 2016; Valdivieso et al., 2019). A exploração desta técnica como um modelo dinâmico foi usada por Savini et al. (2005) para avaliar a resposta fisiológica de diferentes génotipos às condições ambientais e culturais durante o seu ciclo de crescimento, revelando ser uma ferramenta útil como forma de monitorizar a eficiência da tecnologia de produção aplicada em cada região climática.

Ao nível da propagação do morangueiro nos viveiros, a arquitetura da planta é utilizada como mais um parâmetro de qualidade da planta, essencial para interpretar a história da planta ou para prever o seu comportamento de acordo com o conhecimento fisiológico relacionado, principalmente, com o desenvolvimento de meristemas (Savini et al., 2005). Estes estudos têm sido desenvolvidos maioritariamente no norte e centro da Europa (Bélgica, Holanda, Itália e França) onde a indústria viveirista é uma atividade económica importante e onde recorrem a materiais de plantação para a produção contínua do morango ao longo do ano. Modificando as condições de crescimento do morangueiro durante a fase de propagação, é possível manipular o crescimento e a arquitetura da planta, e obter plantas com maior número de gomos florais laterais e coroas em diferentes fases de desenvolvimento floral (Van Delm et al., 2009). Portugal oferece condições climáticas favoráveis a uma produção contínua ao longo do ano em cultura protegida,

tornando-se, assim, essencial uma adaptação dos conhecimentos do comportamento desta espécie às condições ambientais portuguesas, através da arquitetura floral e sua relação com outros componentes da produção.

Com este trabalho pretendeu-se caracterizar a arquitetura da planta em diferentes materiais de propagação de morangueiro e a sua evolução ao longo do ciclo cultural e, paralelamente comparar o padrão de crescimento entre duas cultivares DC e uma ID, num sistema de produção em substrato conduzido em macro túneis.

### **Materiais e métodos**

O ensaio decorreu de novembro de 2017 a junho de 2018, ao longo de 180 dias, na região do Algarve, na exploração Quinta da Moita Redonda (Hubel Agrícola), em Moncarapacho (37°06'36.4"N e 7°45'28.6"W) e estava integrado no campo de demonstração do morango do projecto GO "Competitive South Berries", composto por uma bateria de 5 macro túneis. Foram utilizados três tipos de material de plantação correspondentes a três cultivares de morangueiro: plantas *tray* (T) da 'Dream', plantas de raiz nua (RN) da 'Calinda' e plantas mote (M) da 'Harmony' (fig. 1). As primeiras duas são cultivares DC e a terceira é uma cultivar ID. A plantação decorreu a 14 de novembro, em sacos contendo fibra de coco, em linhas duplas com uma densidade de plantação de 7 plantas por m linear e 8 plantas por m<sup>2</sup>. Para o estudo da arquitetura da planta realizaram-se análises destrutivas com uma periodicidade mensal, em amostras de 5 plantas à plantação e de 6 plantas por cultivar/tipo de planta ao longo do ciclo, num total de 7 amostragens. As macro observações foram obtidas contando o número de coroas, folhas, inflorescências, flores e frutos. As micro observações (meristemas) foram avaliadas através da dissecação e observação dos gomos numa lupa binocular Olympus, modelo SZ 40, possuindo uma ampliação máxima de 88 x. No processo de dissecação dos gomos retiraram-se todas as estípulas até atingir o meristema, registando-se todos os primórdios foliares, de inflorescências e florais. Na arquitetura da planta foi registada a ordem hierárquica das coroas, folhas e inflorescências ao longo da coroa principal, e o número de primórdios florais, botões, flores de cada inflorescência e frutos. A partir deste registo da organização espacial de cada órgão da planta foi elaborado o esquema para produzir o modelo completo da arquitetura floral. O potencial produtivo foi avaliado ao longo da época de produção, colhendo os frutos 2 ou 3 vezes por semana, registando-se a produção precoce (30 de março) e a produção total (30 junho).

A análise estatística foi feita com recurso ao programa Statistix versão 9.0 através da análise de variância (ANOVA) a um fator (cultivar/tipo de planta). Para testar a existência de diferenças significativas entre as médias das variáveis, foi aplicado o teste de Tukey ( $\alpha < 0,05$ ).

### **Resultados e discussão**

#### Qualidade da planta do viveiro

Pela observação do Quadro 1, as plantas T da cv. Dream apresentaram maior diâmetro inicial da coroa, acompanhado de um maior peso seco das raízes e da coroa, o que está de acordo com estudos anteriores (Palha et al., 2007; 2012). As plantas M da cv. Harmony apresentaram o menor diâmetro de coroa inicial. O desenvolvimento vegetativo inicial foi semelhante entre as plantas M e RN. O material de plantação apresentou, nas três cultivares, apenas uma coroa por planta. O maior porte inicial das plantas T, traduzido numa maior biomassa vegetal, conduziu a um melhor estabelecimento da 'Dream' que apresentou 0 % de taxa de retanchar e a uma maior taxa de crescimento inicial. Embora de menor porte inicial, as plantas M apresentaram também uma baixa crise de transplantação

(1 a 2%), mostrando a vantagem na utilização das plantas de raiz protegida em relação às plantas de raiz nua.

### Arquitetura da planta

Na fig. 2 encontra-se representado a evolução da arquitetura da planta das três modalidades em estudo 'Dream/T', 'Calinda/RN' e 'Harmony/M' ao longo do ciclo vegetativo e onde se pode observar as diferentes fases vegetativa e reprodutiva. Na análise da arquitetura floral das plantas provenientes do viveiro não se notaram inflorescências ou flores visíveis, mas apenas primórdios reprodutivos. Todas cultivares apresentaram primórdios de inflorescências, sobressaindo as plantas da 'Dream/T' e da 'Harmony/M' com 2 inflorescências e 5 flores por planta. A cv. Calinda/RN diferenciou 1 inflorescência com 2 primórdios florais por planta. A formação de coroas secundárias ocorreu em janeiro (60 DAP) em todas as cultivares, observando-se um maior número de coroas nas cultivares Dream e Harmony. A cultivar 'Dream' produziu 4 coroas aos 60 DAP mais cedo do que 'Calinda' e a 'Harmony' o que se refletiu num maior número de primórdios de inflorescências e de flores (fig. 3). Com efeito, após a diferenciação floral do meristema apical da coroa principal, o processo de diferenciação floral ocorre nas coroas secundárias (Savini et al., 2005).

Entre 0 DAP e 30 DAP, a diferenciação floral aumentou nas três cultivares, com um maior incremento nas cvs. Dream e Harmony (fig. 3). As plantas *tray* 'Dream' apresentaram dois picos de diferenciação floral, com maior número de primórdios de inflorescências aos 60 e 150 DAP, após o qual as plantas entraram na fase vegetativa. O aumento da diferenciação floral na 'Harmony' ocorreu ao longo do ciclo cultural, com flutuações de valores e, ao contrário das outras duas cultivares, a diferenciação floral não abrandou no final do ciclo. Recorde-se que esta cultivar é indiferente, não estando a floração dependente do fotoperíodo enquanto que as cvs. 'Dream' e 'Calinda' são de dias curtos. O número de inflorescências e de flores aumentou ao longo do ciclo cultural, apresentando as cvs. Dream e Harmony maiores valores em comparação com a 'Calinda' (fig. 4).

A plantação foi feita no outono, numa fase relativamente tardia, no entanto a temperatura média do ar foi de 15,2 °C, sendo favorável à diferenciação floral das cultivares ( $\leq 15$  °C) (Guttridge, 1985). Sendo as plantas da cv. Harmony indiferentes ao fotoperíodo (ID), estão mais dependentes da temperatura para fazer a diferenciação floral. Já as cultivares DC, Dream e Calinda, que necessitam de fotoperíodos inferiores a 14h ou temperaturas amenas (Guttridge, 1985) como se verificou, encontraram as condições ideais para a diferenciação floral. As plantas foram sujeitas a temperaturas e fotoperíodos decrescentes até ao final do mês de fevereiro e janeiro, respetivamente, mantendo condições favoráveis à diferenciação de primórdios florais nas três cultivares. Com o aumento da temperatura a partir de março, as cultivares SD, 'Dream' e 'Calinda' pararam a diferenciação floral, passando a alocar os recursos para o desenvolvimento das flores, sendo que para a cultivar ID, Harmony, continuou a haver condições para a diferenciação floral.

Os primeiros frutos formaram-se no início de janeiro, tendo sido contabilizados alguns frutos aos 60DAP. A produção precoce, contabilizada até março, foi maior nas cvs. Dream/T com 307,7 g/planta e Harmony/M com 236,5 g/planta, e menor na 'Calinda'/RN que produziu 128,5 g/planta (fig. 5). A maior precocidade da 'Dream'/T vai de encontro aos resultados obtidos por Patrício (2019). Sendo esta coincidente com uma época de produção em que o morango é mais valorizado, verificou-se que na 'Dream'/T 33 % da produção total foi precoce. Em contrapartida, na 'Harmony'/M esse

valor foi de 24 % e na ‘Calinda’/RN apenas de 18 %. A maior produtividade ocorreu na ‘Harmony’/M (1003 g/planta; 8,2 kg/m<sup>2</sup>) e na ‘Dream’/T (925 g/planta; 7,6 kg/m<sup>2</sup>) (Fig. 5). As plantas de raiz nua da cv. Calinda apresentaram uma menor produção de frutos, 733 g/planta (6,0 kg/m<sup>2</sup>). Embora vários estudos tenham demonstrado que o fator cultivar é o elemento fundamental para a definição da produtividade (Palha et al, 2019; Pérez de Camacaro et al., 2002), a menor produtividade da ‘Calinda’/RN pode ter sido, em parte, uma consequência do tipo de planta utilizado que conduziu a um menor crescimento inicial. Todavia os valores da produção obtidos neste ensaio com a cv. Calinda/RN não foram muito diferentes aos apontados pela empresa *Fresh Forward Breeding and Marketing*, obtentora desta cultivar (700 g/planta na produção de frutos de 1ª qualidade).

A utilização de cultivares ID é mais comum nos sistemas de plantação de primavera ou de verão para a produção de frutos fora de época. O comportamento vegetativo e floral da ‘Harmony’ semelhante ao das cultivares DC indica a boa adaptabilidade das cultivares ID ao sistema de plantação outonal em cultura de substrato.

### Conclusões

A análise da arquitetura da planta nas plantas vindas do viveiro e ao longo do ciclo cultural permitiu avaliar as respostas vegetativa e reprodutiva das diferentes cultivares/tipo de planta às condições ambientais da região do Algarve e a sua adaptabilidade à cultura em substrato. A distribuição espacial dos diferentes órgãos, vegetativos e reprodutivos, permitiu avaliar o comportamento da planta por fases e a observação microscópica dos meristemas apical e laterais permitiu avaliar a duração da produção de frutos.

As plantas *tray* da cv. Dream e as plantas *mote* da cv. Harmony diferenciaram maior número de primórdios florais (inflorescências e flores) no viveiro que as plantas de raiz nua da cv. Calinda. Através desta análise, constatou-se um aumento gradual do número de primórdios florais (inflorescências e flores) ao longo do ciclo, com maior taxa de diferenciação floral nas cultivares ‘Dream’ e ‘Harmony’, antevendo-se o maior potencial de produção destas duas cultivares em relação à ‘Calinda’, o que veio a confirmar-se posteriormente. O padrão de evolução dos primórdios florais foi semelhante nas duas cultivares de DC, com decréscimo da diferenciação floral no final do ciclo, enquanto na cultivar ID a diferenciação floral não cessou.

### Agradecimentos

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

### Referências bibliográficas

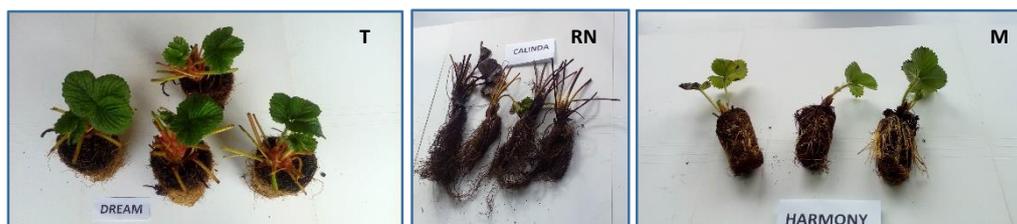
- Guttridge C.G. 1985. *Fragaria* × *ananassa*. In: A.H. Halevy (Ed.). *CRC. Handbook of Flowering*. Vol III, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 16-33.
- Hochmuth, G., Cantliffe, D., Chandler, C., Stanley, C., Bish, E. B., Waldo, E. & Duval, J. 2006. Containerized strawberry transplants reduce establishment-period water use and enhance early growth and flowering compared with bare-root plants. *HortTechnology*, 16(1), 46–54.
- Massetani, F. & Neri, D. 2016. Plant architecture in different cultivation systems. In: A.M. Husaini & D. Neri (Eds.). *Strawberry Growth, Development and Diseases*. CAB International, London, pp. 99-118.

- Savini, G., Neri, D., Zucconi, F. & Sugiyana, N. 2005. Strawberry Growth and Flowering: An Architectural Model. *International Journal of Fruit Science*, 5(1), 29–50. <https://doi.org/10.1300/J492v05n01>
- 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.
- Palha, M. G., Campo, J., & Oliveira, P. B. 2007. Produção de Outono com diferentes materiais de propagação vegetativa. *Folhas de Divulgação AGRO 556*, (4).
- 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 production system. *Acta Hort.* 926, 463-469. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.926.65
- Palha, M.G., Pestana, F. & Oliveira, C.M. 2019. Plant growth, yield and fruit quality of *Fragaria × ananassa* genotypes under supplemental LED lighting system and substrate cultivation. *Acta Horticulturae* 1265: 91-97. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1265.13
- Pérez de Camacaro, M. E., Camacaro, G. J., Hadley, P., Battey, N. H., & Carew, J. G. 2002. Pattern of growth and development of the strawberry cultivars Elsanta, Bolero, and Everest. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(6), 901–907. <https://doi.org/10.21273/jashs.127.6.901>
- Valdiviesso, T., Vieira, A., Patrício, S., Oliveira, C.M., Oliveira, P.B. & Palha, M.G. 2019. Arquitetura da planta do morangueiro. *Vida Rural* 1847: 42-44.
- Van Delm, T., Massetani, F., Savini, G. & Neri, D. 2009. Plant architecture of strawberry trayplants in relation to nutrient application system. In: *Convegno AISSA, Italy*, pp 57-58.

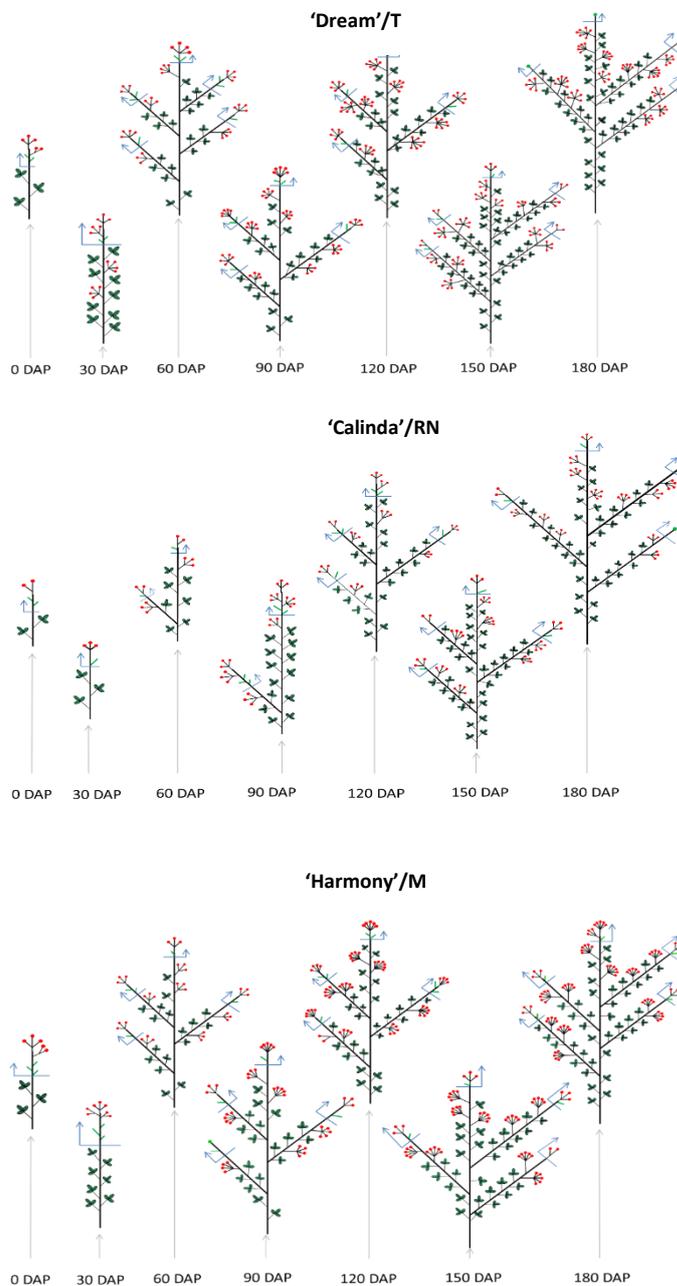
**Quadro 1** – Valores médios dos parâmetros biométricos e da biomassa vegetal à data de plantação, das plantas tray (T), de raiz nua (RN) e mote (M)

| Cultivar/tipo de planta | Coroa (mm) |       | Folha | Peso seco (g) |        |        |
|-------------------------|------------|-------|-------|---------------|--------|--------|
|                         | Diâmetro   | No.   | No.   | Raíz          | Coroa  | Folha  |
| Dream/T                 | 18,6 A     | 1,0   | 3,2 A | 8,2 A         | 1,8 A  | 0,7 A  |
| Calinda/RN              | 10,1 B     | 1,0   | 1,4 B | 1,3 B         | 0,7 B  | 0,2 B  |
| Harmony/M               | 9,6 C      | 1,0   | 3,2 A | 0,8 B         | 0,3 B  | 0,5 AB |
| P                       | <0,001     | 0,397 | 0,081 | <0,001        | <0,001 | 0,005  |
| CV                      | 11,5       | 24,2  | 50,6  | 50,4          | 22,8   | 39,9   |

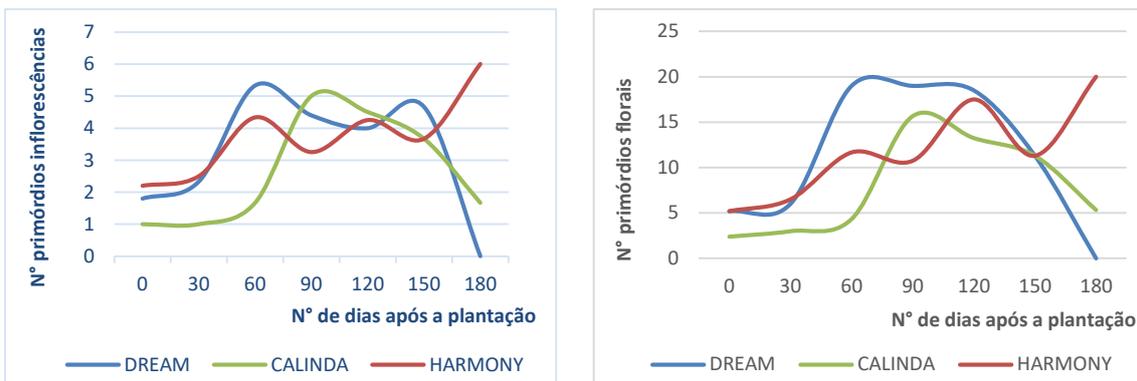
P- nível de significância, CV - coeficiente de variação.



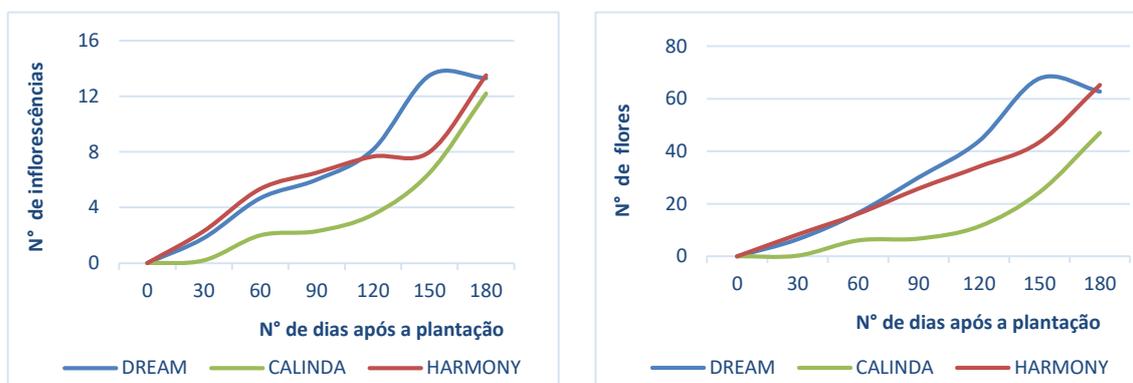
**Figura 1** - Material de plantação do morangueiro: tray (T), raiz nua (RN) e mote (M)



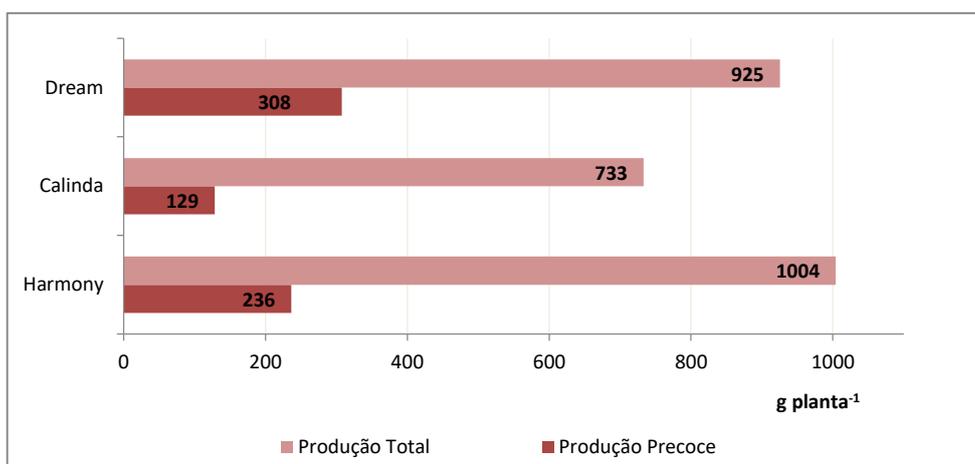
**Figura 2** - Evolução da arquitetura da planta do morangueiro ao longo do ciclo vegetativo das cultivares Dream, Calinda e Harmony



**Figura 3** - Evolução do número de primórdios reprodutivos (inflorescências e flores) nas cultivares Dream/T, Calinda/RN e Harmony/M



**Figura 4** - Evolução do número de inflorescências e de flores nas cultivares Dream/T, Calinda/RN e Harmony/M



**Figura 5** - Produção precoce e total de frutos nas cultivares Dream/T, Calinda/RN e Harmony/M