

Sincronia floral de quatro cultivares de abacateiro (*Persea americana* Mill.), no Algarve

Rosário Lopes¹, João Duarte¹ & Amílcar Duarte^{1,2}

¹ Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro

² MED - Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento
aduarte@ualg.pt; mrlopes@ualg.pt

Resumo

O abacateiro possui características únicas a nível da floração. Apesar das flores serem hermafroditas, apresentam mecanismos que não permitem a autopolinização. As flores abrem duas vezes, primeiro como femininas, depois fecham e, numa segunda abertura, são funcionalmente masculinas. Dependendo dos momentos em que isso ocorre, os abacateiros são classificados em dois grupos, grupo A e grupo B.

As alterações de temperatura, humidade relativa e nebulosidade modificam o comportamento de ambos os grupos, nomeadamente, hora de início e duração de cada uma das fases da flor.

Uma vez que a maior parte dos estudos sobre floração e polinização em abacateiro têm sido conduzidos em zonas com características edafoclimáticas diferentes das do Algarve, é necessário estudar estes processos, com vista a desenvolver conhecimento e técnicas culturais que permitam aumentar a produtividade dos pomares.

Tendo em conta que a cultivar ‘Hass’ (grupo A) é a mais valorizada comercialmente, aparecendo como cultivar principal em quase todos os pomares portugueses, sendo as polinizadoras do grupo B, definiu-se como objetivo avaliar a pertinência da instalação de árvores polinizadoras e a compatibilidade entre estas e a cultivar ‘Hass’. Assim, foi avaliado o comportamento floral, através da observação ao longo do dia, durante vários dias, registando-se o número de flores abertas e respetivo estado fenológico.

Os resultados obtidos mostram que a abertura das flores da cultivar ‘Hass’ na fase feminina se concentra principalmente entre as 11 e as 14 horas, podendo apresentar sobreposição com a fase masculina da mesma cultivar. Nas cultivares polinizadoras a abertura das flores na fase masculina é variável, sendo a cultivar ‘Bacon’ a que apresenta uma maior sobreposição com a ‘Hass’ ao longo do dia. As observações efetuadas são relacionadas com as condições meteorológicas registadas durante o mesmo período.

Palavras-chave: Dicogamia, floração, ‘Hass’, polinização, protoginia.

Abstract

Floral synchrony of four cultivars of avocado (*Persea americana* Mill.) in Algarve

The avocado has unique characteristics in terms of flowering. Although the flowers are hermaphrodite, they present mechanisms that do not allow self-pollination. The flowers open twice, first as female, then close and, in a second opening, are functionally male. Depending on the cultivar, the flowers open in the female phase in the morning or in the afternoon. Avocado trees are classified according to their floral behavior in two groups, group A and group B, which allow cross-pollination between them.

Changes in temperature, relative humidity and cloudiness modify the behavior of both groups, namely, time of onset and duration of each phase of the flowering.

Since most of the studies on flowering and pollination in avocado have been conducted in areas with different soil and climatic characteristics than in the Algarve, it is necessary to study these processes under our conditions, in order to develop knowledge and farming techniques to increase the productivity of orchards

Considering that the cultivar 'Hass' (group A) is the most commercially valued, appearing as main cultivar in almost all Portuguese orchards, with pollinators of group B, it was defined as an objective to evaluate the pertinence of the installation of pollinating trees and the compatibility between 'Hass' and 'Ettinger', 'Bacon' and 'Zutano'. Thus, it was evaluated its floral behavior, through observation throughout the day, during several days, registering the number of open flowers and their phenological stages.

The results show that the opening of the flowers of the cultivar 'Hass' in the female phase is mainly concentrated between 11 and 14 hours and may overlap with the male phase of the same cultivar. In the pollinator cultivars the opening of the flowers in the male phase is variable and 'Bacon' is the cultivar which presents a greater overlap with 'Hass' throughout the day. The observations made are related to the meteorological conditions recorded during the same period.

Keywords: Dicogamy, flowering, 'Hass', pollination, protogyny.

Introdução

O abacateiro é tido como uma árvore pouco eficiente no que respeita ao vingamento do fruto. Enquanto outras fruteiras, como a macieira, vingam um fruto por cada seis ou dez flores que abrem, o abacateiro apenas vinga aproximadamente um fruto em cada mil flores. Uma árvore adulta pode produzir cerca de 1,6 milhões de flores, no entanto, a taxa de vingamento é de apenas 0,001 a 0,23%. É por isso que o abacateiro produz um número tão elevado de flores para alcançar produções razoáveis (Gardiazábal & Rosenberg, 1991).

A floração do abacateiro consiste num processo sofisticado, que quase sempre impede a autopolinização (entre flores da mesma cultivar) e incentiva a polinização cruzada (entre diferentes cultivares).

Em cada árvore, as flores abrem primeiro como femininas (fig. 1), com estigma recetivo e anteras fechadas, depois fecham e, numa segunda abertura, abrem funcionalmente como masculinas (fig. 2) com estigma não recetivo e anteras abertas.

Nirody (1922) foi o precursor dos estudos do comportamento das flores de abacateiro, observando que elas apresentam dupla abertura. Posteriormente, Stout (1923) classificou as cultivares de abacateiro em dois grupos: A e B. Essa classificação é baseada no comportamento das flores em relação ao período em que mostram a deiscência das anteras e a recetividade do estigma. Este fenómeno é conhecido por sincronia diurna dicogâmica protogínica. Existe dicogamia porque a maturação dos órgãos sexuais masculinos e femininos é desfasada. Trata-se de protoginia, porque a abertura da flor como feminina é sempre anterior à abertura como masculina e há sincronia porque as flores de uma mesma árvore abrem e fecham de forma sincronizada. Esta sincronia é diurna porque a abertura da flor se dá durante o dia, num ciclo diário (Salazar-García *et al.*, 2013).

As alterações de temperatura, humidade relativa (HR) e nebulosidade modificam o comportamento de ambos os grupos, nomeadamente, hora de início e duração de cada uma das fases da flor. Desde que o ciclo de floração do abacateiro foi descrito, numerosos estudos foram realizados para melhor entender o seu mecanismo e a sua sensibilidade à temperatura. Para que a dicogamia se manifeste, como foi descrito por Nirody é necessário que a temperatura seja próxima de 25 °C durante o dia e que não desça abaixo de 16 °C durante a noite. Nas suas observações, Nirody (1922) notou que baixas

temperaturas (entre 14 e 15 °C) ou dias nublados, atrasam a abertura das flores de alguns minutos a uma hora.

Quando Stout (1923) realizou o estudo que conduziu à divisão das cultivares de abacateiro nos grupos A e B, os dias eram quentes, secos, soalheiros e sem neblina durante a noite, ressalvando, no entanto, que o tempo frio e nublado retarda a abertura e o fechamento das flores. Verificou um comportamento anormal nalgumas flores que, não fazendo a primeira abertura, abriram uma única vez, funcionalmente masculinas, tendo-lhe parecido que esse fenómeno foi induzido por condições meteorológicas, especialmente temperaturas inferiores a 25 °C.

Bringhurst (1952) observou para a cultivar 'Hass' (grupo A) que a fase I das flores (estádio feminino) aparecia por volta do meio-dia com tempo relativamente quente e perto do pôr do sol durante o tempo frio. Em dias muito frios, o estágio I das flores não ocorria e, portanto, o comportamento cíclico era alterado.

Com temperaturas diurnas de 20-22 °C, a fertilização ocorre adequadamente, mas as fases feminina e masculina não se separam completamente, ocorrendo uma certa sobreposição entre os períodos de abertura das duas fases da flor (Calabrese, 1992). A dicogamia exibida pela flor do abacateiro permite a polinização cruzada entre cultivares com floração complementar (Robinson 1926; Ish-Am & Eisikowitch, 1991).

Nos primeiros pomares de abacateiro plantados no Algarve, as polinizadoras mais usadas para a 'Hass' (grupo A) eram as cultivares 'Bacon' e 'Fuerte' (ambas do grupo B). A 'Bacon' continua a ser amplamente utilizada, porque o fruto tem maior valor comercial e é a que tem maior coincidência de época de floração com a 'Hass'.

Nos últimos anos têm vindo a ser utilizadas outras polinizadoras como 'Zutano' e 'Ettinger'. A 'Zutano', que floresce primeiro, poliniza a 'Hass' no início da sua floração, enquanto a 'Ettinger' a poliniza na fase descendente da floração. Uma boa polinizadora deve apresentar não apenas uma sobreposição no período da floração, mas também uma sobreposição nos estágios sexuais com a cultivar polinizada (Alcaraz & Hormaza, 2009). Tem sido demonstrado que algumas cultivares são melhores dadoras de pólen do que outras. Um exemplo notável é a cultivar israelita 'Ettinger', que se tem afirmado um dador de pólen superior para 'Hass' (Degani *et al.*, 1989) e várias outras cultivares (Vrecenar-Gadus & Ellstrand, 1985). Além disso, foi demonstrado que os frutos de 'Hass' resultantes de flores polinizadas com 'Ettinger' sobrevivem até à maturação melhor que os resultantes de polinização com pólen de flores "Hass". A polinização cruzada, neste caso, torna-se um fator importante para maximizar a produtividade (Davenport, 1992).

Havendo falta de informação relativamente à floração do abacateiro na região, uma vez que a maior parte dos dados disponíveis foram obtidos em zonas com características edafoclimáticas diferentes das do Algarve, parece-nos pertinente estudar estes processos nas nossas condições, com vista a desenvolver conhecimento e técnicas culturais que permitam aumentar a produtividade dos pomares.

Nesse sentido, os objetivos deste trabalho foram estudar as variações no comportamento floral de cultivares de abacateiro, segundo as condições meteorológicas, assim como a sobreposição dos períodos de floração das cultivares polinizadoras com a cultivar principal, a 'Hass'.

Material e Métodos

O objeto de estudo foi um pomar de abacateiros plantado em 2013 no sítio dos Carreiros, em Faro. A cultivar principal é 'Hass' (tipo A) e as polinizadoras (tipo B) são 'Bacon', 'Ettinger' e 'Zutano'. Foram selecionadas 4 árvores de cada uma das diferentes cultivares e em cada árvore foram marcados 4 ramos (nos 4 pontos cardeais). Nesses ramos foram feitas observações do estado fenológico das flores. Em 3 dias com características de temperatura e HR distintas, ao longo de 12 horas, foi registado para

cada ramo, se havia flores abertas e, nesse caso, se se encontravam na fase feminina ou masculina.

Para determinar a fase em que a flor estava no momento da observação, foi considerado que uma flor estava na fase feminina quando tinha o estigma ereto e brilhante e os estames deitados sobre as pétalas, com as válvulas fechadas (fig. 1). Consideraram-se flores na fase masculina as que apresentavam o estigma murcho e acastanhado e os estames com as válvulas abertas, libertando pólen (fig. 2). As flores foram observadas e fotografadas, registando-se o seu estado fenológico de acordo com as figuras 1 e 2. As observações foram feitas durante o mês de maio.

Os registos de estados fenológicos das flores foram comparados com os registos meteorológicos da estação meteorológica automática de Patação, situada na DRAP Algarve, à mesma altitude e a cerca de 3 km do pomar em estudo (fig. 3).

Resultados e Discussão

A duração das fases funcionais masculina e feminina de todas as cultivares variou ao longo do período de observações. De 4 cultivares nas 2 fases, a que apresentou um comportamento mais constante foi a fase feminina das flores da cultivar ‘Hass’. A abertura deu-se sempre entre as 10:00 e as 11:00 horas, tendo fechado entre as 14:00 e as 15:00, exceto no dia mais frio (11 de maio), em que permaneciam abertas aquando da última observação (19 horas). Apenas no dia 9 a fase masculina da cultivar ‘Hass’ ocorreu depois do fecho da fase feminina, tal como descrito na literatura, por vários autores, desde 1923 (Stout, 1923). No dia 11 não foram observadas flores de ‘Hass’ na fase masculina e no dia 14 as flores em fase masculina abriram antes das da fase feminina, tendo-se prolongado até à última observação (fig. 4).

Na cultivar ‘Ettinger’, no dia 9 de maio, foram verificadas flores na fase feminina e na fase masculina abertas em simultâneo durante a maior parte do dia. No dia 11 encontraram-se flores abertas na fase feminina de manhã e na fase masculina à tarde, comportamento, segundo a literatura, típico de cultivares do grupo A. No dia 14 não se observou qualquer flor aberta.

A cultivar ‘Zutano’ no dia 9 apresentou flores abertas na fase feminina em dois períodos (próximo do meio dia e ao final da tarde) e na fase masculina entre estes. No dia 11 de maio, tal como a cultivar ‘Ettinger’ abriu primeiro flores na fase feminina e depois na fase masculina. No dia 14 de maio apresentou ao longo de todo o período de observação exclusivamente flores na fase feminina.

Na cultivar ‘Bacon’, no dia 9 abriram primeiro flores na fase feminina e depois na fase masculina, com um curto período de sobreposição. No dia 11 observaram-se flores abertas na fase feminina ao longo de todo o dia e, a partir das 9 horas, em simultâneo, flores nas fases feminina e masculina. No dia 14, observaram-se flores na fase masculina ao longo de todo o dia e na fase feminina durante a manhã.

Para tentar perceber as razões pelas quais o comportamento floral foi tão distinto entre os 3 dias, procurámos confrontá-lo com os registos meteorológicos, nomeadamente a temperatura do ar e a HR (fig. 3). Além destes dados, é de salientar que no dia 11 o céu se encontrou permanentemente nublado.

Dada a relação inversa entre a temperatura e a HR, não é possível atribuir a apenas um destes fatores a responsabilidade pelas diferenças observadas. No entanto, na bibliografia, a temperatura é apontada como o fator determinante para o comportamento floral do abacateiro, sendo a HR associada à duração da viabilidade do estigma até à murchidão (Alcaraz & Hormaza, 2009). O intervalo ideal de temperatura é entre os 20 °C e os 25 °C e o de HR entre 57% e 63% (Anguiano *et al.*, 2007).

A abertura das flores das cultivares do grupo B parece ser particularmente afetada pelas variações de temperaturas. A fase masculina da flor, frequentemente não é vista

durante o período diurno. Ocasionalmente, as flores femininas estiveram abertas até ao final da tarde e às vezes parecendo permanecer abertas até à manhã seguinte.

Os dados recolhidos demonstraram que sob as condições meteorológicas observadas, houve períodos em que foram observadas flores ‘Hass’, funcionalmente masculinas e femininas, em simultâneo. No entanto, isso não aconteceu em todos os dias de observação.

A polinização cruzada do abacate ocorreu durante um período relativamente longo de sobreposição de flores abertas de ambas as fases, de cultivares do grupo A e grupo B.

Conclusões

A partir do conjunto de dados preliminares recolhidos, parece haver períodos razoáveis de cruzamento entre a floração de todas as variedades do tipo B avaliadas e ‘Hass’. No entanto, a correspondência mais próxima de floração parece ser com a ‘Bacon’.

Embora os dados preliminares tenham demonstrado o potencial das variedades de tipo B para fornecer pólen para a variedade ‘Hass’, não foi possível avaliar se ocorreu polinização cruzada nem se esta é realmente necessária. Embora houvesse períodos em que não havia cruzamento macho / fêmea dentro da árvore ‘Hass’ e havia cruzamento com outra variedade, isso também coincidia com períodos de clima que não eram particularmente propícios à boa polinização. A disponibilidade de pólen pode não ser o único fator limitante para a polinização ocorrer.

Uma vez que as épocas de floração das cultivares polinizadoras nem sempre são coincidentes com as épocas de floração da ‘Hass’, e podem variar de um ano para outro, será recomendável conjugar duas ou três polinizadoras do grupo B, por exemplo, ‘Zutano’, ‘Bacon’ e ‘Ettinger’. Tendo em conta os resultados, podemos afirmar que em certas condições ambientais pode haver polinização entre plantas do mesmo grupo e, até, entre flores da mesma planta.

Agradecimentos

Agradecemos ao Eng. Benjamim Silva e a Joana Galvão pela disponibilidade e facilidades no acesso ao pomar, e ao Eng. José Furtado pela ajuda prestada na recolha de dados.

Referências

- Alcaraz, M.L. & Hormaza, J.I., 2009. Selection of potential pollinizers for ‘Hass’ avocado based on flowering time and male-female overlapping. *Sci. Hort.* 121:267-271.
- Anguiano, C.J., Alcántar, R.J., Toledo, B.R., Tapia, L.M. & Vidales-Fernández, J.A. 2007. Soil and Climate Characterization of The Avocado-Producing Area of Michoacán, Mexico, *Proceedings VI World Avocado Congress*
- Bringhurst, R.S. 1952. Sexual reproduction in the avocados. *California Avocado Society Yearbook* 36:210-214.
- Calabrese, F. 1992. *El Aguacate*. Madrid, Mundiprensa. 249p.
- Davenport, T. 1992. Is a pollinator required to maximize avocado production? *University of Florida, Proc. of Second World Avocado Congress, Workshop 2: 667-668*
- Degani, C., Goldring, A. & Gazit, S. 1989. Pollen parent effect on outcrossing rate in ‘Hass’ and ‘Fuerte’ avocado plots during fruit development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114:106-111.
- Gardiazábal, F. & Rosenberg, G. 1990. *Cultivo del palto*. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 210p.
- Ish-Am, G. & Eisikowitch, D. 1991. New insight into avocado flowering in relation to its pollination. *California Avocado Society Yearbook* pp.125-137.

Nirody, B.S. 1922. Investigations in avocado breeding. California Avocado Society Yearbook 6:65-78.
 Robinson, T. 1931. Some aberrant forms of flower mechanism in the avocado. California Avocado Society Yearbook 15:107-111.
 Salazar-García, S., Garner, L. & Lovatt, C. 2013. Reproductive biology. Em: The avocado: botany, production and uses. Oxfordshire, UK: CABI, pp. 118-167.
 Stout, A.B. 1923. A study in cross pollination of avocado in southern California. California Avocado Society Yearbook 7:29-45.
 Vrecenar-Gadus, M. & Ellstrand, N.C. 1985. The effect of planting design on outcrossing rate and yield in the ‘Hass’ avocado. Scientia Horticulturae 27:215-221.

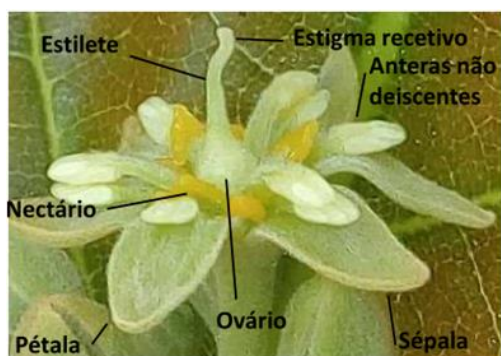


Figura 1 – Flor na fase feminina.



Figura 2 – Flor na fase masculina.

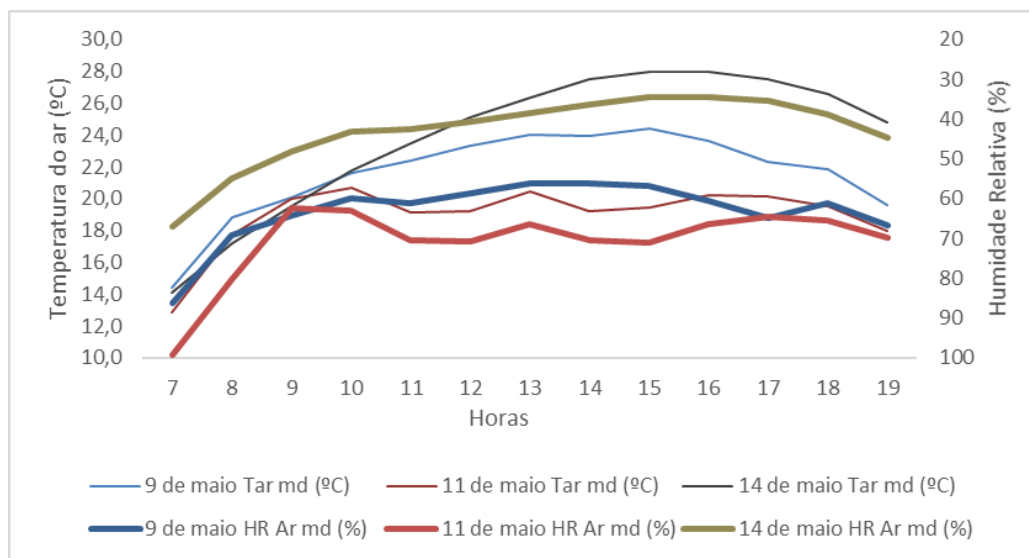


Figura 3 – Médias de temperatura do ar e humidade relativa diurnas

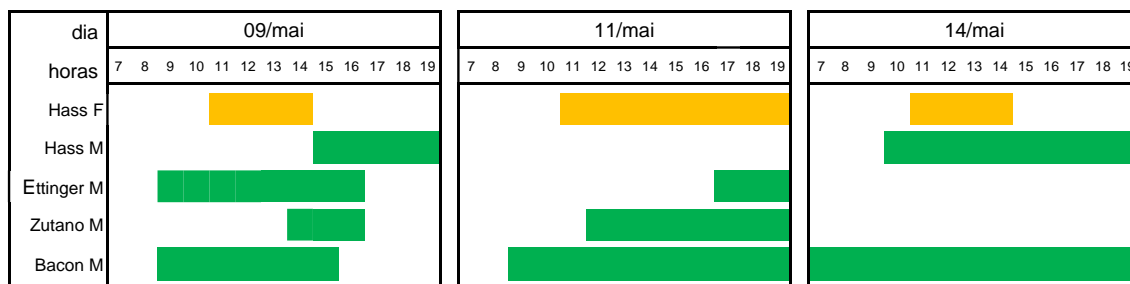


Figura 4 – Períodos de abertura da flor de abacateiros ‘Hass’ na fase feminina (F) e masculina (M) e das suas polinizadoras ‘Ettinger’, ‘Zutano’ e ‘Bacon’, na fase masculina (M).