



Climatic conditions during peach tree blossom (cv. Royal time): main findings of monitorisation between 2015-2019

Dora Isabel Rodrigues Ferreira - dorairferreira@gmail.com
Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária
André Amaral - andrelarama1995@gmail.com
UTAD
Ana Paula Silva - asilva@utad.pt
UTAD
Cristina Ramos - cristinaramos.appizezere@gmail.com APPIZEZERE
Anabela Barateiro - abarateiro@gmail.com
APPIZEZERE
Preciosa Fragoso - pffragoso@gmail.com
APPIZEZERE
Sandra Lopes - sandrappizezere@gmail.com
APPIZEZERE
Maria Paula Simões - mpaulasimoes@ipcb.pt
Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária, CERNAS

Abstract

Monitoring plant phenology has become a widespread methodology to monitor plant behaviour due to the increase, frequency and intensity of extreme climatic events. These extreme climatic events emphasise both plant susceptibility and farmers' vulnerability, as the latter constantly face the need to change or adjust cultural operations on commercial orchards, since these events have important economic repercussions. This study aims to present the main results of the meteorological conditions that influenced peach tree blossom period (cv. Royal Time) during the last five years. Temperature and precipitation data were collected in an orchard in 2015, 2016, 2018 and 2019. This showed the phenological behaviour of peach trees, especially the environmental conditions that influenced full blossom. The main results show that in 2015 the blossom period was very short, about 17 days, and full blossom occurred on March 12th while in 2016 the blossom period lasted 51 days due low temperatures. In 2018 high precipitation was the main variable that influenced the delay of full blossom, whereas in 2019 the average of the highest temperatures, resulted in an anticipation of full blossom, which occurred on March 15th, similar to what had been observed in 2015.

Keywords

Prunus persica, Beira Interior, Full blossom, Climatic conditions

Condições climáticas durante o período de floração do pessegueiro (cv. Royal Time): principais contributos da monitorização nos ciclos 2015-2019

Introdução

O interesse pelos indicadores de mudança climática tem ganhado cada vez mais interesse no domínio científico, motivado pelo aumento da temperatura do ar, conforme reforçam os autores [1] e, conseqüentemente, com a necessidade de compreender os impactos no comportamento fenológico das plantas, como revelam diversos estudos [2; 3; 4]. Observar e acompanhar a fenologia das plantas permite obter informação sobre o ritmo periódico de fenómenos biológicos como o abrolhamento, a floração e a frutificação. Estes fenómenos dependem das características próprias da cultivar e estão diretamente relacionadas com as técnicas culturais aplicadas e o clima local, em particular fortemente condicionada pela temperatura ambiente e precipitação [5; 6]. São exemplos de investigações sobre este tema, as que pretendem avaliar os eventos climáticos que ocorrem durante a primavera, particularmente conhecer as variações da temperatura do ar ao longo do tempo e a sua relação com a evolução dos estados fenológicos, como demonstram os estudos [7; 8; 9; 10]. Este conhecimento é importante, uma vez que as alterações do comportamento fenológico das árvores de fruto apresentam repercussões económicas, isto porque influencia a produção e o rendimento da colheita final. Simultaneamente, os impactos podem ser visíveis nos processos ecológicos, na atividade agrícola e silvicultura, suprimento de alimentos, impactos na saúde humana e economia global, como é referido na literatura [11]. No caso da cultura do pessegueiro, o conhecimento da data de alguns estados fenológicos é extremamente importante para os produtores, pois pode servir de indicador para o posicionamento de determinadas operações culturais, nomeadamente e, com especial relevância, as intervenções fitossanitárias e a data de colheita. Segundo os autores [6] a colheita é extremamente exigente para o produtor, tanto na organização da própria apanha dos frutos e operações pós-colheita, como na coordenação das vendas e cumprimento de prazos de fornecimento, sendo por isso necessário recorrer ao máximo de informação de apoio ao planeamento das atividades de gestão de um pomar.

Do ponto de vista agronómico, o pessegueiro (*Prunus persica*) é uma fruteira de clima temperado quente. No hemisfério norte, o período de floração, considerado desde o estado fenológico C (vê-se o cálice) ao estado fenológico G (queda das pétalas) [12], ocorre no final do inverno/princípio da primavera, com uma duração de 10 a 25 dias. Este período tende a diminuir quando as temperaturas de inverno são baixas e na primavera são altas [13]. Na região da Beira Interior o período de floração do pessegueiro ocorre essencialmente no mês de março, podendo estender-se a abril conforme observado pelos autores [14].

Sabe-se que os eventos extremos podem influenciar negativamente as principais fases de desenvolvimento das plantas, particularmente no caso das prunóideas durante a fase de abrolhamento dos gomos [4]. Alterações da fenologia, que resultem do aumento da temperatura, podem manifestar-se com o avanço da floração, dependendo das temperaturas mais quentes do outono/inverno e na primavera. Por outro lado, temperaturas mais baixas no outono/inverno podem atrasar a quebra de dormência e, conseqüentemente, o início da floração (cf. Pope *et al.*, 2013 em [15]). Existem estudos na literatura que evidenciam que pode ocorrer uma inibição do crescimento dos gomos com uma baixa taxa de floração como consequência da estação invernal mais quente [16; 17]. De facto, na literatura destacam-se os registos dos atrasos observados na floração durante a primavera, apesar das claras

tendências de aquecimento global [18; 19; 20; 21]. Situação que se pode justificar pelo número de horas de frio necessárias durante o período de inverno serem insuficientes [22]. Do ponto de vista prático, a cultura de pessegueiro é muito dependente das condições climáticas, especialmente a temperatura, com uma influência decisiva no desenvolvimento e produtividade [23], sendo que as condições ideais no período de floração, com impacto positivo na fecundação, ocorrem num intervalo de temperaturas entre os 18°C e os 25°C [24]. Também a precipitação assume uma importância relevante durante o período de floração e durante da fase de desenvolvimento e crescimento dos frutos [25], sendo uma espécie que requer baixos valores de humidade, na ordem de 60-70% segundo [24], e é considerada uma espécie heliófila [26]. Sabe-se ainda que a precipitação durante o período de abrolhamento e floração é desfavorável à cultura, não só por dificultar o processo de polinização durante a floração, como pela suscetibilidade a *Taphrina deformans*, ocorrendo probabilidade máxima de infeção e desenvolvimento do parasita em situações de precipitação superiores a 25 mm por dia [27]. As condições climáticas no período de repouso condicionam o abrolhamento embora as características genéticas sejam determinantes pois existem cultivares de pessegueiro com diferentes necessidades relativamente às horas de frio (temperaturas inferiores a 7°C), que segundo o autor [28] podem variar entre as 150 e as 900, sendo mais comum entre 650-800.

Com este estudo pretende-se apresentar uma análise global da fenologia do pessegueiro da cv. Royal Time, com base numa análise de dados das condições climáticas que afetaram a região da Beira Interior durante a primavera nos últimos cinco anos.

Material e Métodos

Para este estudo foram utilizados dados de observações fenológicas da cultivar Royal Time de um pomar localizado na freguesia de Orjais, concelho da Covilhã (40.339717, -7.382819), e que foi monitorizada nos últimos cinco anos. As observações da fenologia foram realizadas semanalmente, desde o mês de fevereiro e a primeira metade do mês de abril, nos anos 2015, 2016, 2018 e 2019, tendo por base os estados fenológicos definidos por Bagiollini (Figura 1).



Figura 1 - Estados fenológicos do pessegueiro segundo Bagiollini

Para realizar as observações dos estados fenológicos foram marcados 2 ramos/árvore em 8 árvores distintas. Nos ramos marcados, em cada observação, foram contados os gomos florais em cada estado fenológico, considerando-se o início do período de floração a data em que se observou uma percentagem superior a 50% de gomos no estado C e o fim do período de floração, quando mais de 70% dos gomos se encontravam no estado fenológico G (Figura 2). Esta informação foi introduzida em ficheiros Excel e foi calculada a percentagem de gomos em cada estado fenológico para cada data da observação. A data de início e fim do período de floração, e especialmente a data de plena floração (PF) foram estimadas com base na análise da informação obtida, sempre que a sua ocorrência tivesse acontecido no período entre duas observações semanais consecutivas.



Figura 2 - Aspetto do pessegueiro em PF

O objetivo do presente estudo foi acompanhar o período de floração desde o abrolhamento (estado fenológico A) até à queda das pétalas (estado fenológico G), determinando a data de PF, data onde se regista a percentagem mais elevada de gomos no estado fenológico F [29; 12].

Para a caracterização dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, utilizaram-se os dados da estação meteorológica mais próxima, localizada em Belmonte, a aproximadamente 6 km da parcela monitorizada, utilizando-se os dados relativos a cada um dos ciclos (Tabela 1 e Figura 3).

Tabela 1-Resumo da temperatura máxima, mínima e média durante o inverno e primavera dos ciclos 2014-2015 a 2018-2019

Fonte: [Elaboração própria a partir de dados fornecidos pela DGADR]

Temperatura Máxima							
Ano	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
2014-2015	15,2	13,3	13,6	12,3	19,2	20,5	25,4
2015-2016	18,5	14,3	12,7	13,5	15,4	17,2	20,2
2016-2017	15,7	14,4	12,4	14,9	17,5	23,2	24,4
2017-2018	17,3	13,5	13,6	12,9	13,1	18,1	22,5
2018-2019	14,2	14,2	13,3	16,2	19,1	18,0	25,2
Temperatura Mínima							
Ano	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
2014-2015	5,4	-0,3	-1,5	1,1	1,9	5,2	8,8
2015-2016	3,3	1,9	3,9	2,2	1,5	5,3	7,5
2016-2017	3,1	0,7	-1,2	2,4	2,4	4,8	8,6
2017-2018	1,7	0,2	0,0	-0,6	3,5	5,3	7,3
2018-2019	4,3	1,5	0,1	0,0	1,5	4,6	6,8
Temperatura Média							
Ano	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
2014-2015	10,2	5,8	5,0	6,7	10,5	12,8	17,3
2015-2016	9,9	7,2	8,1	7,6	8,3	11,1	14,1
2016-2017	8,8	6,2	5,0	8,3	9,5	13,9	16,6
2017-2018	8,6	6,4	6,2	6,1	8,3	11,5	14,9
2018-2019	9,1	6,8	6,3	7,1	10,1	11,4	16,6

De acordo com a Tabela 1, pode verificar-se a tendência para o aumento da temperatura máxima, principalmente nos meses de primavera e um ligeiro aumento da média das temperaturas mínimas durante os meses de inverno. Tradicionalmente, os meses de inverno são mais chuvosos, porém o ciclo de 2017 é marcado por um longo período de baixa precipitação que veio comprometer o ciclo de 2018, quando apenas em março foi considerado fora do risco de seca extrema, registando 353 mm de precipitação [33] (Figura 3).

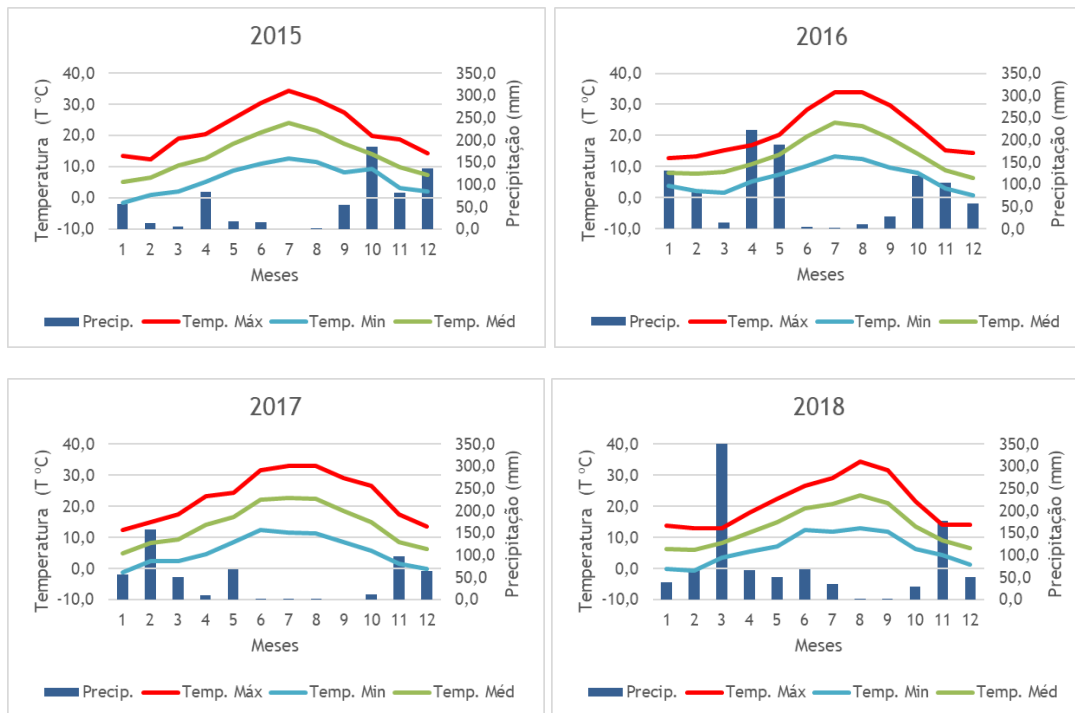


Figura 3-Resumo das condições de temperatura e precipitação para a Estação de Belmonte para diferentes anos
Fonte: [Elaboração própria a partir de dados fornecidos pela DGADR]

Resultados

De acordo com os dados da Tabela 2, o período de floração é caracterizado por médias das temperaturas máximas a rondar os 18°C nos ciclos de 2015 e 2019 e os 14°C nos ciclos 2016 e 2018. O ciclo de 2018 é caracterizado pela elevada precipitação com registos de 271,8 mm durante a floração.

O ciclo de 2016 foi o que registou um período de floração mais longo (51 dias) e o ciclo de 2015 foi o ciclo com o período de floração mais curto com a PF antecipada relativamente aos restantes ciclos observados (Figura 4). De registar ainda que o ciclo de 2018 foi o que registou maior número de dias de precipitação superior a 10 mm.

Tabela 2-Comparação das condições meteorológicas durante o período de floração em 2015, 2016, 2018 e 2019 em Belmonte

Fonte: [Elaboração própria a partir de dados fornecidos pela DGADR]

Ano	Período de floração	Média T _{máx} (°C)	Média T _{mín} (°C)	T _{méd} (°C)	Amplitude Térmica (°C) ⁽¹⁾	Precipitação		
						Total (mm)	Dias com precipitação (n.º)	Dias com >10 mm (n.º)
2015	5 mar-21 mar	18,1	1,8	9,6	16,3	6,2	5	0
2016	15 fev-05 abr	14,4	1,5	7,8	12,9	55,4	18	2
2018	7 mar-10 abr	13,9	3,9	8,9	10,0	271,8	26	6
2019	18 fev - 25 mar	18,5	1,3	9,5	17,2	65,6	6	2

⁽¹⁾Valor médio para o período de floração da Amplitude térmica (diferença entre T_{máx} e T_{mín})

No ciclo de 2015, o pessegueiro inicia o período de floração a 5 de março e estende-se até ao dia 21 do mesmo mês, sendo um período de floração curto, correspondente a 17 dias e com a PF em 12 de março, conforme se ilustra na Figura 4.

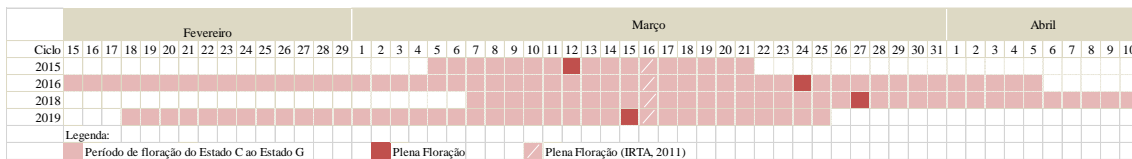


Figura 4 - Período de floração e PF registada nos ciclos 2015 a 2019

O período de floração no ano 2015 caracterizou-se por clima quente e seco, com valor médio da temperatura de 9,6°C, uma média da T_{máx} de 18,1°C e uma média de T_{mín.} de 1,8°C. A precipitação foi de 6,2 mm, valor baixo que nunca condicionou o período de floração. Como se pode observar na Figura 5, a partir do dia 27 de março, observa-se um período de calor, com a T_{méd.} na ordem dos 15°C e T_{máx} na ordem dos 25°C, coincidindo com o período de vingamento dos frutos. Em termos globais, no ano 2015, a temperatura média anual foi quase sempre superior ao normal, registando temperaturas médias superiores em +2,0°C nos meses de abril, junho e dezembro e um desvio de -282,5 mm de precipitação, comparativamente ao período climático (1971-2000), classificando-se o ano 2015 como extremamente seco [30].

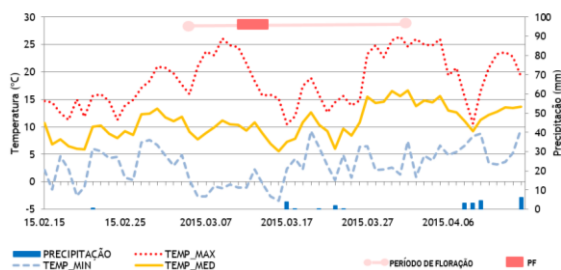


Figura 5- Condições meteorológicas durante o período de floração no ciclo 2015.

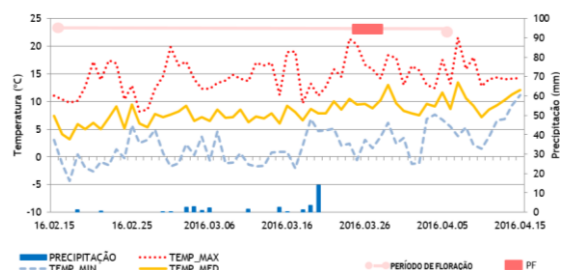


Figura 6- Condições meteorológicas durante o período de floração no ciclo 2016.

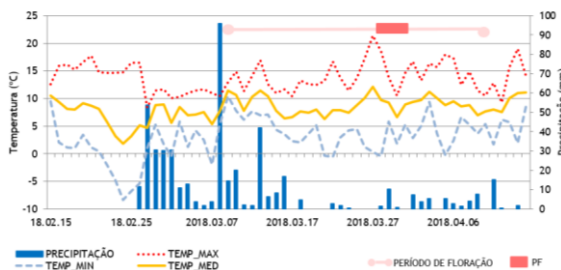


Figura 7- Condições meteorológicas durante o período de floração no ciclo 2018.

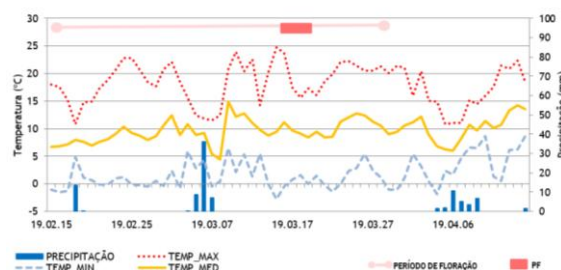


Figura 8- Condições meteorológicas durante o período de floração no ciclo 2019.

Fonte: [Elaboração própria a partir de dados fornecidos pela DGADR]

No ciclo de 2016 o período de floração teve início a 15 de fevereiro, mais cedo que no ciclo 2015, mas prolongou-se até 5 de abril, com uma duração de 51 dias. A data de PF foi em 24 de março, sendo 12 dias mais tarde do que o observado em 2015. No ciclo 2016 a média da temperatura média foi de 7,8°C, a média da T_{máx} foi de 14,4°C e a média de T_{mín.} foi de 1,5°C, indicando condições de temperatura mais frias. A precipitação foi de 55,4 mm, registando-se 18 dias de chuva, dos quais 2 dias com P>10 mm. O período de maior precipitação ocorreu em meados de março, como se pode observar na Figura 6. Segundo [31], o ano 2016 classificou-se como muito frio e normal em relação à precipitação.

No ciclo de 2018, o período de floração teve início a 7 de março e prolongou-se até 10 de abril, com uma duração de 35 dias. A data de PF foi em 27 de março, sendo 15 dias mais tarde do que o observado em 2015, e 11 dias mais tarde do que o indicado pelo [32] para a cv. Royal Time, em Lérída, mas próximo ao observado em 2016. Estas condições foram fortemente influenciadas pelo clima, pois o ciclo 2018 foi extremamente chuvoso e com temperaturas máximas mais baixas, embora a media da T_{mín} seja superior cerca de dois graus, comparativamente aos restantes ciclos. Relativamente ao período de floração, que se prolongou de 7 de março a 10 de abril, o valor médio da T_{méd.} foi 8,9°C, uma média da T_{máx}

de 13,9°C e uma média de $T_{mín.}$ de 3,9°C. A precipitação foi de 271,8 mm, valor extremamente alto, observando-se 26 dias com precipitação (Figura 7), tendo condicionado o período de floração. O valor médio da quantidade de precipitação em março, 272,1 mm, foi superior em 4,4 vezes ao valor médio mensal referente à Normal Climatológica 1971-2000 e foi o 2º mês de março mais chuvoso desde 1931 [33]. Para além da elevada pluviosidade, salientam-se os episódios de chuva extrema nos dias 9 e 14 de março, conforme se pode observar na Figura 7.

Em 2019 o ciclo foi de 37 dias, com início a 18 fevereiro até 25 de março. A PF ocorreu a 15 de março, data mais próxima do observado pelo [32] e ao observado em 2015.

O período de floração do ciclo 2019 (Figura 8), caracterizou-se pelas temperaturas máximas elevadas, com um valor médio da $T_{méd.}$ de 9,5°C, uma média da $T_{máx}$ de 18,5°C e uma média de $T_{mín.}$ de 1,3°C. A precipitação foi de 65,6 mm. De registar que segundo o IPMA (2019), o valor médio da $T_{máx}$ foi muito superior ao valor normal (+2,26°C), correspondente ao 4º mais alto desde 2000. Relativamente à precipitação, regista-se uma distribuição temporal inferior ao valor normal (-35.6 mm).

Discussão

De acordo com os dados analisados, o ciclo 2015 foi o que apresentou as condições mais favoráveis durante a floração, embora se observe uma grande amplitude térmica junto à data de PF, com ocorrência de temperaturas negativas (correspondentes à formação de geada) logo após a PF, sendo este período o mais sensível às baixas temperaturas. Neste ciclo (2015) foi onde se registaram $T_{mín.}$ mais baixas, com 10 dias com temperaturas abaixo dos 0°C. Importante salientar que a tolerância ao frio do pessegueiro na PF é de -2,8°C, como referem os autores [23] e [13] citando Saunier (1960) reforçando que fase mais sensível é o fruto recém-formado (correspondendo ao período após a PF) e indicando -1,6°C como limiar de temperatura mínima suportada durante meia hora.

O ciclo 2016 caracterizou-se por grande oscilação da temperatura ao longo do período de floração, observando-se períodos com temperaturas elevadas logo seguidos de temperaturas baixas. Como se pode observar na Figura 6 a PF ocorre com uma $T_{máx}$ de 22°C, no dia 24 de março, mas, dois dias antes a $T_{máx}$ foi de 15°C e 3 dias depois foi de 14°C, fenómeno que também ocorreu a 10 e 8 dias antes da PF (14 e 16 de março), registando-se $T_{máx}$ de 19°C logo seguida de $T_{máx}$ de 10°C. Essas oscilações conduziram a um prolongamento do período de cada estado fenológico, aproximando o desenvolvimento dos gomos florais com o desenvolvimento dos gomos foliares, o que resultou em forte competição entre ambos resultando em baixo vingamento dos frutos, situação também relatada pelos autores [14].

No ciclo 2018 o período de floração foi fortemente condicionado pela precipitação observando-se 6 dias com precipitação acima dos 10 mm, ocorrendo no dia 9 de março um episódio extremo, com 96 mm de precipitação, como se pode observar pela Figura 7. As plantas retardaram o desenvolvimento dos gomos florais ocorrendo a PF no período onde a $T_{máx}$ foi >20°C.

O ciclo de 2019, embora se caracterize pela média da $T_{máx}$ elevada (18,5°C), também regista média de $T_{mín}$ muito baixa (1,3°C), com amplitude térmica elevada, observando-se temperaturas abaixo dos 0°C durante 12 dias da plena floração.

Ao longo dos anos analisados verifica-se a descida da média da $T_{méd}$, especialmente nos meses de março e abril, período em que se regista o aumento do número de dias com precipitação ao longo dos anos, ou seja, em 2015 ocorre durante 5 dias, ara em 2016 ocorrer em 19 dias e sobe para 26 dias no ciclo 2018. Porém, 2019 não se regista a mesma tendência, pois verifica-se que houve um aumento da média da $T_{máx}$ para 18,5°C e uma descida da precipitação registada em apenas 6 dias e, portanto, o período de floração no ciclo 2019 é semelhante ao observado em 2015. É igualmente interessante verificar que a média da amplitude térmica registada em 2019 é superior aos anos de 2016 e 2017 (17,2°C), r, porém, regista uma tendência semelhante ao ciclo de 2015 (16,3°C). Os ciclos de 2016 e 2017 registam valores médios de amplitude térmica de 12,9°C e 10°C, respetivamente.

Em termos de impacto nas plantas, de salientar que a amplitude térmica elevada conduz a um risco elevado de paragem do desenvolvimento dos gomos e, consequentemente, baixa taxa de vingamento [35].

Segundo os autores [34], alguns modelos climáticos desenvolvidos explicam que 80% da variabilidade nas datas de floração e crescimento das folhas das plantas são explicadas pela temperatura, ao passo que a precipitação apenas influencia 10%. Mas é certo que a ocorrência de precipitação condiciona a temperatura, em dias de chuva a T.méd e amplitude térmica é menor. Os resultados alcançados neste estudo permitem evidenciar a necessidade constante dos agricultores adequarem algumas práticas agrícolas no pomar, designadamente:

- a calendarização da monda de frutos de forma a ajustar a carga das plantas, especialmente quando as condições são favoráveis ao vingamento durante o período de floração, ou seja, perante situações de temperaturas altas (20-25°C) e chuva fraca;
- a necessidade de realizar ações de manutenção do solo para controlo de infestantes no pomar, especialmente quando a precipitação é mais elevada e os períodos de chuva são mais longos;

- realização e posicionamento de tratamentos fitossanitários para doenças como a *Taphrina deformans* que ocorre em situações de primavera húmida e fria [36], a *Monilinia* que é suscetível que ocorra quando durante a floração se registam períodos com temperaturas entre 16-25°C e humidade relativa elevada (cerca de 80%) e o cancro bacteriano, mais suscetível em situações climáticas adversas, como os períodos frios e húmidos seguidos de períodos de temperaturas amenas ou elevadas (15-28°C) [37];

- a gestão da água e do sistema de rega que deve ser adequado à disponibilidade de água para as plantas podendo ser necessário regar logo no início do ciclo vegetativo, situação com pouca tradição, sendo usual o início da rega apenas em maio.

Importante ainda referir que a recolha de informação referente à fenologia das plantas, conjugada com a informação das condições climáticas permite a condução de estudos relativos não só às alterações climáticas como ao seu efeito no comportamento das plantas. climáticas E, por isso, reforça-se a necessidade da observação, registo e tratamento de informação que permita perceber de que forma o clima pode contribuir para determinadas doenças ou pragas que têm vindo a manifestar a sua presença na região da Beira Interior.

Conclusões

A análise dos dados climáticos durante o período de floração dos diferentes ciclos mostrou que a floração do pessegueiro é fortemente influenciada pelas condições climáticas, que alteram o início e a duração do período de floração, bem como a data da PF. A ocorrência de temperaturas mais altas no início da primavera conduz a uma floração antecipada e, em situações de temperaturas mais baixas e com precipitação, o período de floração é mais prolongado. A PF do pessegueiro cv. Royal Time ocorreu em 12 de março de 2015, 24 de março no ciclo 2016, 27 de março no ciclo 2018 e 15 de março em 2019.

O estudo indica um aumento da média da temperatura mínima, destacando ainda a ocorrência de fenómenos extremos, como o período de seca durante a floração em 2015, aos eventos de chuva intensa no ciclo de 2018 ou aumento das temperaturas médias em 2019. Assim, este estudo, mesmo com as limitações que apresenta por considerar um período temporal de observação curto, vem alertar para a necessidade de uma constância de monitorização da fenologia para melhor caracterização dos impactos da alteração do clima no comportamento da fenologia das plantas e seu impacto na produtividade dos pomares, com especial destaque para a região da Beira Interior onde a produção de pêssigo representa um papel importante na economia regional.

Referências

- [1] Wang, G., Mang, S. L., Riehl, B., Huang, J., Wang, G., Xu, L. & Innes, J.: "Climate change impacts and forest adaptation in the Asia-Pacific region: from regional experts' perspectives". *Journal of Forestry Research*, Vol^o 30 n^o 1, (2019), <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0827-y>, pp: 277-293.

- [2] Chmielewski, F. M., & Götz, K. P.: “Performance of models for the beginning of sweet cherry blossom under current and changed climate conditions”. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol° 218-219 n° 85-91 (2016), <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.11.022>, pp: 85-91.
- [3] Chmielewski, F. M., Müller, A., & Bruns, E.: “Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000”. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121(1-2) (2004) [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(03\)00161-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(03)00161-8), pp: 69-78.
- [4] Bartolini, S., Massai, R., Iacona, C., Guerriero, R., & Viti, R.: “Forty-year investigations on apricot blooming: Evidences of climate change effects”. *Scientia Horticulturae*, 244 (2019), <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.070>, pp: 399-405.
- [5] Litschmann, T., Oukropec, I. & Křížan, B: “Predicting individual phenological phases in peaches using meteorological data”. *Horticulture Science (Prague)*, Vol° 35 n° 2, (2008), pp: 65-71
- [6] Donoso, J.M., Bastías, R., Lemus, G., Silva, L.: “Comportamiento fenológico del duraznero (*Prunus pérsica* L.) en tres localidades de la VI Región. Temporadas 2005-2006 y 2006-2007”. *CIREN Inf. Rayentue*, Vol 13 n° 1-8 (2008).
- [7] Bradley, N. L., Leopold, A.C., Ross, J., Huffaker, W.: “Phenological changes reflect climate change in Wisconsin”. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 96 (1999), [10.1073/pnas.96.17.9701](https://doi.org/10.1073/pnas.96.17.9701), pp: 9701-9704.
- [8] Beaubien & Freeland: “Spring phenology trends in Alberta, Canada: links to ocean temperature”. *Int. J. Biometeorol.* Vol° 44 (2000), <https://doi.org/10.1007/s004840000>, pp: 53-59.
- [9] Sparks, T.H., Jeffree, E.P. & Jeffree, C.E.: “An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK”. *Int. J. Biometeorol.* Vol° 44 (2000), [DOI: 10.1007/s004840000049](https://doi.org/10.1007/s004840000049), pp: 82-87.
- [10] Chmielewski, F.-M. & Rötzer, T.: “Response of tree phenology to climate change across Europe”. *Agric. Forest Meteorol.* Vol° 108 n° 2 (2001), [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(01\)00233-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(01)00233-7), pp:101-112.
- [11] Peñuelas, J., Filella, I.: “Responses to a warming world”. *Science*, Vol° 294 (2001), [DOI: 10.1126/science.1066860](https://doi.org/10.1126/science.1066860), pp: 793-795.
- [12] Simões, M. P. “Ciclo biológico do pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch]”. In Simões, M.P. (coord). +pêssego - Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional:37-51 (2016), ISBN 9789728785048.
- [13] Gil-Albert Velarde, F.: “Tratado de arboricultura frutal II. La ecología del árbol frutal”. Madrid:Mundi-Prensa, 1992.
- [14] Ferreira, D., Veloso, A., Gavinhos, C., Barateiro, A., Ramos, C., Vieira, F., Silvino, P. Pedro Jordão, P., Calouro, F., Simões, M.P.: “Monda de Flores - Avaliação da utilização do equipamento Saflower® Electric em pomares de pessegueiro”. In Simões, M.P. (coord). +Pêssego - Inovação nas Técnicas de Produção, Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional: 17-60 (2017). ISBN 9789728785055.
- [15] Darbyshire, R., Farrera, I., Martinez-Lüscher, J., Leite, G. B., Mathieu, V., El Yaacoubi, A., & Legave, J. M.: “A global evaluation of apple flowering phenology models for climate adaptation”. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol° 240-241, (2017), <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.021>, p. 67-77.
- [16] Viti, R., Monteleone, P.: “High temperature influence on the presence of flower bud anomalies in two apricot varieties characterized by different productivity”. *Acta Hortic.* Vol° 384 (1995), pp: 283-289.
- [17] Erez, A.: “Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics”. In: Erez, A. (Ed.), *Temperate Fruit Crops in Warm Climates*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands (2000) pp. 17-48.
- [18] Guo, L., Dai, J., Ranjitkar, S., Xu, J., Luedeling, E.: “Response of chestnut phenology in China to climate variation and change”. *Agric. For. Meteorol.* Vol° 180 (2013), pp: 164-172.

- [19] Hart, R., Salick, J., Ranjitkar, S. & Xu, J.: “Herbarium specimens show contrasting phenological responses to Himalayan climate”. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* Vol° 111, (2014), pp: 10615-10619.
- [20] Luedeling, E., Guo, L., Dai, J., Leslie, C., Blanke & M.M.: “Differential responses of trees to temperature variation during the chilling and forcing phases”. *Agric. For. Meteorol.* Vol° 181 (2013), pp: 33-42
- [21] Yu, H., Luedeling, E. & Xu, J.: “Winter and spring warming result in delayed spring phenology on the Tibetan Plateau”. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* Vol° 107 (2010), pp: 22151-22156.
- [22] Gao, Y., Han, Z., Cui, Y., Zhang, H., & Liu, L.: “Determination of the agricultural eco-compensation standards in ecological fragile poverty areas based on emergy synthesis”. *Sustainability (Switzerland)*, vol° 11 n° 9, (2019). <https://doi.org/10.3390/su11092548>
- [23] Sina, C.; Baciú, A. & Gruia, M.: “Influence of climatic factors on the phenology spring in Southern Oltenia (Romania)”. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, Vol° 19 n° 1 (2015), pp: 147- 157.
- [24] Gil-Albert Velarde, F.: “Tratado de arboricultura frutal I. Aspectos de la morfología y fisiología del árbol frutal”. Madrid:Mundi-Prensa, 1989
- [25] Hernández, T. Cruz; Martínez-Rodríguez, O. A.; Cruz-Izquierdo, S.; Serrano-Covarrubias, L. M.: “Determinacion de la duracion de diferentes procesos fenologicos del durazno “oro de tlaxcala” y su potencialidad de produccion en Alzayanca, Tlaxcala”, *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*, Vol° 3 n° 1 (2002), pp:35-40.
- [26] Ferreira, T.: “Renovação frutícola - O pessegueiro”. INIAV, Estação de Fruticultura Vieira da Natividade (1988), 21 pp.
- [27] Rossi, V., Bolognesi, M., Languasco, L. & Giosuè, S.: “Influence of Environmental Conditions on Infection of Peach Shoots by *Taphrina deformans*”. *Phytopathology*. Vol° 96 n° 2 (2006), doi: 10.1094/PHYTO-96-0155, pp:155-63
- [28] Moreno, P. M.: “El frio Invernal, factor limitante para el cultivo frutal”, Madrid, pp.35, 1996
- [29] Westwood, M. N.: “Fruticultura de zonas templadas”. Mundi-prensa, Madrid, 461 pp, 1982.
- [30] IPMA: “Boletim Climatológico Mensal - Março de 2015 de Portugal Continental”. ISSN 2183-1076, 2015
- [31] IPMA: “Boletim Climatológico Mensal - Março de 2016 de Portugal Continental”. ISSN 2183-1076, 2016
- [32] IRTA: “Pesche e nectarine gialle. XV Exposición de Variedades de Melocotón y Nectarina”, Lleida, 28 julho de 2011.
- [33] IPMA: “Boletim Climatológico Mensal - Março de 2018 de Portugal Continental”. ISSN 2183-1076, 2018
- [34] Gordo, O; Sanz, J.: “Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems”. *Global Change Biology*, Vol° 16 (2010), doi: [10.1111/j.1365-2486.2009.02084.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02084.x), pp: 1082-1106
- [35] Degaetano, A. T.: “Regional influences of mean temperature and variance changes on freeze risk in apples”. *HortScience*, Vol° 53 n° 1 (2018), <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11546-16>, pp. 90-96.
- [36] DRAP-Norte (2012). A Lepra do Pessegueiro. (*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.). Textos de divulgação técnica da Estação de Avisos de Entre Douro e Minho n° 3/ 2012 (II Série) Março
- [37] Fernandes, C., Duarte, L, Cruz, L. (2019). Boletim Técnico Cancro bacteriano da prunóideas. SAFSV-BT-02/2019, INIAV, I.P., Lisboa

