



Abordagem para identificação de fatores importantes no **colapso de long-canes** sujeitas a longo período de **conservação em frio**

MANUEL F. ROQUE¹, EUGÉNIO DIOGO^{2,3}, MARIANA MOTA¹, PEDRO B. OLIVEIRA^{1,2}

¹ Instituto Superior de Agronomia (DCEB – Horticultura/LEAF – ISA)

² Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, UEIS-SAFSV (INIAV, I.P.)

³ Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa (BioISI – FCUL)



FIGURA 1. Escala visual de colapso em framboesa. A – planta colapsada; B – planta a colapsar; C – planta sã. Foto: Manuel Roque, 2020.

INTRODUÇÃO

Em Portugal, a framboesa ocupa um lugar cimeiro no setor frutícola uma vez que as exportações nacionais deste fruto impressionam e as perspetivas de crescimento do setor dos pequenos frutos não param de aumentar, com as áreas de cultivo em expansão e a utilização de técnicas culturais cada vez mais apuradas para o aumento da produtividade, melhoria da qualidade do fruto e diversificação da época de colheita (Oliveira, 2018; Oliveira *et al.*, 2019). Um dos fatores preponderantes para a excelente qualidade desta fruta, em Portugal, e para o alargamento da época de colheita, é o clima, que permite um lugar de destaque no comércio Europeu, exportando-se a

quase totalidade do que se produz (Oliveira, 2018). Os últimos números publicados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2019, comprovam que, no espaço de três anos (2016 a 2018), a superfície agrícola destinada ao cultivo de framboesa aumentou de 911 ha para 1396 ha e a produção aumentou de 16 972 t para 26 926 t.

Com as tecnologias de produção já bem consolidadas junto dos produtores, torna-se imperioso manter a inovação e experimentação na cultura da framboesa para que Portugal continue líder na produção deste pequeno fruto (Oliveira *et al.*, 2019). As tecnologias de produção de framboesa são muito diversas, mas neste momento

a produção baseada em lançamentos de segundo ano tratados pelo frio (*long-canes*) é a que apresenta maiores produtividades. Esta técnica permite a produção em qualquer época do ano conjugando as datas de entrada e saída da câmara frigorífica. Assim, surgem dois tipos de plantas: as sujeitas a um curto período de armazenamento (curto termo) e as sujeitas a um longo período de permanência em câmara (longo termo). A utilização de lançamentos com longos períodos de conservação resulta muitas vezes no seu colapso em plena produção (**Figura 1**). Com base nestes factos, iniciou-se um estudo, em contexto empresarial, que permitisse perceber quais os fatores mais importantes que levam ao colapso dos lançamentos de framboesa de segundo ano tratados pelo frio, quando sujeitos a longo período de conservação, de forma a obter resultados que permitam responder a questões que surgem nas explorações.

AS RESERVAS RADICULARES: UM FATOR IMPORTANTE NO COLAPSO DAS LONG-CANES DE FRAMBOESA SUJEITAS A CONSERVAÇÃO LONG-TERM?

De forma a avaliar quais os fatores que, a uma escala de produção comercial, poderão levar os lançamentos

ao colapso e à consequente quebra na produção, foi estabelecido um ensaio com *long-canes* da cultivar ‘Sapphire’, sujeitas a longos períodos de conservação (longo termo), plantadas em diferentes datas para produção ao longo do verão de 2020. Em estudos anteriores, Moreira (2018) concluiu que lançamentos de segundo ano sujeitos a um longo período de conservação colapsam muito mais rápida e facilmente, no campo, quando comparados com lançamentos submetidos a curtos períodos de conservação em frio. Atribuiu o colapso ao facto de as plantas com longo tempo de conservação apresentarem valores residuais de amido radicular, ao contrário das plantas do curto termo, uma vez que os longos períodos de conservação em frio levam ao esgotamento parcial das reservas radiculares. Assim, o colapso poderá estar ligado a uma quantidade deficiente de reservas radiculares.

AMIDO, O HIDRATO DE CARBONO DE RESERVA

O hidrato de carbono mais abundante nas plantas é o amido. A sua síntese resulta da polimerização da glucose e é facilmente encontrado nos cloroplastos das folhas e nos amiloplastos dos órgãos de reserva (Gaspar, 2017). Apesar de ser o mais abundante, a sua quantidade e a sua função variam de acordo com o

local, tempo, célula, órgão e espécie (Gaspar, 2017). O fator abiótico que mais condiciona os hidratos de carbono é a temperatura. Após o ciclo de produção, a planta entra em dormência. É nesta fase que os açúcares solúveis são convertidos em amido, atingindo a sua concentração máxima no final do outono, época do ano que coincide com a queda das folhas e, portanto, a fotossíntese é inexistente, não havendo síntese de hidratos de carbono (Gaspar, 2017). A concentração de amido na parte aérea das framboesas é mínima em condições de dormência, nos meses de novembro a fevereiro. É nesta altura que as raízes possivelmente possuem as concentrações máximas (Whitney, 1982).

«Nas plantas de framboesa, as raízes são o principal órgão de reserva de hidratos de carbono durante o inverno, com destaque para o amido»

No inverno, quando as temperaturas são mais baixas, ocorre a conversão do amido em açúcares solúveis, através da ação das enzimas α e β -amilases, uma vez que a atividade da amilase é induzida a baixas temperaturas, hidrolisando o amido e aumentando a concentração de açúcares (Gaspar, 2017).

Nas plantas de framboesa, as raízes são o principal órgão de reserva de hidratos de carbono durante o inverno, com destaque para o amido. No entanto, os lançamentos do ano também podem armazenar alguns hidratos de carbono (Oliveira *et al.*, 2007). No início do ciclo cultural, existe competição por hidratos de carbono entre raízes e lançamentos, já que se inicia o seu crescimento e

a necessidade em reservas aumenta. Inicialmente, os lançamentos do ano apenas dependem das reservas armazenadas, no ano anterior, no sistema radicular. Durante esta fase, há uma diminuição do peso seco das raízes com o gasto dos hidratos de carbono, pois é com estas reservas que estes lançamentos iniciam o abrolhamento. Quando as folhas dos lançamentos se encontram fotossinteticamente ativas, a utilização das reservas radiculares cessa, e estas passam a ser a principal fonte de hidratos de carbono. Estes hidratos de carbono são os responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento da planta e posterior armazenamento de reservas nas raízes (Gaspar, 2017).

Os lançamentos de segundo ano, responsáveis pela produção de fruta, são os primeiros a desenvolver biomassa foliar. Este fenómeno acontece, uma vez que as reservas de hidratos de carbono, acumuladas nas raízes e nos caules, no ano anterior, passam a ser usadas, pela planta, para iniciar um novo ciclo. Nesta fase, em que os lançamentos de framboesa ainda não possuem folhas, a translocação dos hidratos de carbono de reserva para os gomos dormentes é essencial para que o abrolhamento se inicie (Gaspar, 2017). Quando a biomassa foliar é suficiente para abastecer toda a planta de hidratos de carbono para o seu desenvolvimento e produtividade, esta começa a translocá-los para as raízes de forma a assegurar o próximo ciclo cultural (Oliveira *et al.*, 2007).

As práticas culturais e as condições ambientais têm uma grande influência na acumulação de reservas, principalmente no fim da estação,



FIGURA 2. *Phytophthora* spp. observada com microscópio óptico em raiz de framboesa. Foto: Manuel Roque e Eugénio Diogo, 2020.

sendo que um armazenamento deficiente destas pode comprometer profundamente o desempenho da cultura (Oliveira *et al.*, 2007). Uma operação cultural que pode levar à diminuição do armazenamento de reservas de amido e aumentar a suscetibilidade dos gomos a baixas temperaturas é a desfoliação prematura (Gaspar, 2017).

PHYTOPHTHORA SPP. – SERÁ O SEU CONTRIBUTO IMPORTANTE PARA O COLAPSO DAS LONG-CANES DE FRAMBOESA SUJEITAS A CONSERVAÇÃO LONG-TERM?

Outra hipótese colocada para o colapso prende-se com a presença de *Phytophthora* spp. (Figura 2) no sistema radicular das plantas de framboesa (Schlenzing *et al.*, 2005). A empresa detetou a presença deste oomiceta no sistema radicular das suas plantas não tendo conseguido determinar o momento da infeção, se na fase de viveiro se na fase de produção, sendo desconhecida a sua contribuição para o fenómeno do colapso.

PHYTOPHTHORA SPP.

A doença da podridão radicular causada pela

Phytophthora spp. afeta severamente a produção de framboesa (Schlenzing *et al.*, 2005), provocando o declínio e morte das plantas (Duncan *et al.*, 1987; Wilcox, 1989), e está presente em todas as regiões temperadas do mundo (Dolan *et al.*, 2018). O primeiro testemunho de presença de *Phytophthora* spp. em plantas de framboesa vermelha surgiu na Escócia à data de 1937 (Wilcox, 1991). Alguns sintomas provocados por este patógeno foram identificados em estudos realizados por Duncan *et al.* (1987) e Wilcox (1989), tais como clorose prematura, murchidão e colapso de lançamentos de segundo ano, baixa emergência e sobrevivência de lançamentos de primeiro ano e, por fim, necroses vermelho-acastanhadas no córtex de raízes.

Embora se assemelhe a um fungo, uma vez que possui características semelhantes como micélio de hifas e produção de esporos é um oomiceta (Dolan *et al.*, 2018). Inicialmente, este organismo, aloja-se sob a forma de micélio em tecidos recentemente infetados ou sob a forma de oósporos dormentes que são libertados no solo quando tecidos infetados de plantas morrem e se decompõem

(Wilcox, 1991). Estes últimos possuem bastante longevidade, podendo permanecer nos solos por mais de 20 anos. A sua disseminação ocorre através da ação do vento e de salpicos de chuva, levando a que campos contaminados com *Phytophthora* spp. tenham o inóculo pronto para infetar plantas recém introduzidas (Dolan *et al.*, 2018). As estruturas mais comuns deste inóculo são os zoósporos biflagelados, que se formam dentro de esporângios que nascem a partir do micélio ou de oósporos em germinação (Wilcox, 1991). Aquando da sua libertação, os zoósporos movimentam-se entre locais húmidos na rizosfera alojando-se nas raízes das framboesas (Bierlink e MacConnell, sd). Pode-se ainda acrescentar que, em explorações de framboesa destinadas apenas à produção comercial, outra grande fonte desta contaminação

é constituída pelas próprias plantas que vêm de viveiro já infetadas (Schlenzing *et al.*, 2005).

Solos saturados de água por longos períodos são os mais propensos à doença. Todas as estruturas da planta que se encontrem ao nível ou abaixo do solo podem ser facilmente infetadas, tais como raízes, toíça e colo de lançamentos novos e/ou velhos (Wilcox, 1989; Dolan *et al.*, 2018). Zonas do sistema radicular mais propensas a acumulação de água são aquelas onde a infeção ocorre com maior incidência (Wilcox, 1989), como por exemplo, junto à base dos vasos, quanto a cultura se faz em vaso. As raízes de *Rubus idaeus* são sensíveis a baixos níveis de oxigénio no solo. Um solo pouco poroso e com má drenagem facilmente fica com excesso de água e, conseqüentemente, com uma deficiente presença de oxigénio disponível para as raízes. Estas condições levam

a um crescimento anómalo ou inexistente. Ao crescimento anómalo acrescem sintomas de falta de oxigénio nas raízes como lançamentos pouco vigorosos, folhas murchas e/ou queimadas e uma maior suscetibilidade a organismos causadores de doenças como a *Phytophthora* spp. (Bierlink e MacConnell, sd).

«O colapso das plantas está correlacionado com a interação *Phytophthora* spp. versus teores de amido radiculares»

Este oomiceta tem preferência por raízes de plantas saudáveis. A melhor forma de combater a proliferação de *Phytophthora* spp. é o melhoramento e seleção de plantas resistentes (MacConnell e Bierlink, sd). Por outro lado, é igualmente importante assegurar que o material vegetal recém-chegado a explorações agrícolas, destinadas à produção de framboesas, foi

propagado em viveiros onde os solos se encontram isentos de *Phytophthora* spp. (Wilcox, 1991).

No Reino Unido, a incidência de *Phytophthora* spp. levou a perdas de 60% em explorações de framboesa cultivada no solo, com um custo substancial para os produtores e a indústria, e resultou na interrupção total da produção de framboesa por muitos produtores (Duncan *et al.*, 1987; Dolan *et al.*, 2018). Aparentemente, as cultivares resultantes de programas de melhoramento do Reino Unido apresentam uma suscetibilidade significativamente maior à doença da podridão radicular causada pela *Phytophthora* spp. quando comparadas com as cultivares de *R. idaeus* L. subsp. *strigosus* oriundas da América do Norte (Wilcox, 1991).

MONTAGEM DOS ENSAIOS

Com base em toda a informação disponível relativa à problemática da *Phytophthora* spp. e dos níveis de hidratos de carbono de reserva, montaram-se dois ensaios com lançamentos de segundo ano tratados pelo frio, sujeitos a longo período de conservação. Um primeiro ensaio com diferentes datas de plantação e lançamentos de diferentes viveiros (Ensaio 1) e um segundo ensaio com diferentes datas de plantação e volumes de vaso (Ensaio 2).

No Ensaio 1, utilizaram-se plantas de framboesas, propagadas por gomos de

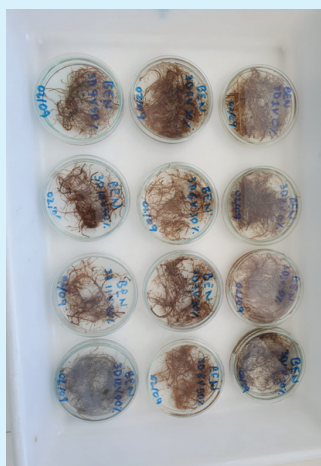


FIGURA 3. Raízes de framboesa em placas de Petri para deteção de *Phytophthora* spp. Foto: Manuel Roque, 2020.

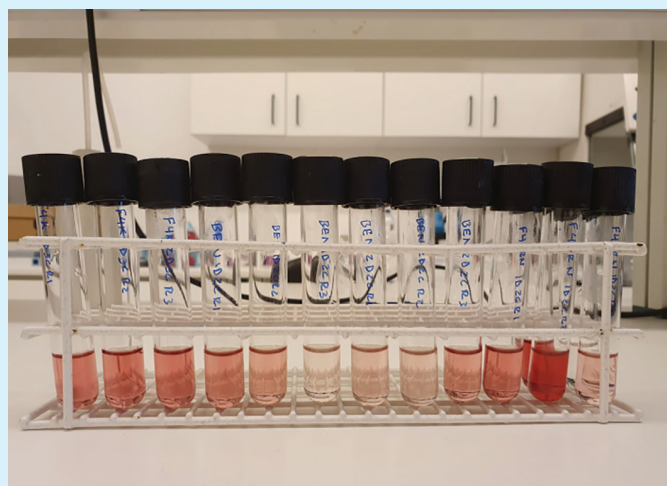


FIGURA 4. Resultados de diferentes concentrações de amido em raízes de framboesa. Foto: Manuel Roque, 2020.

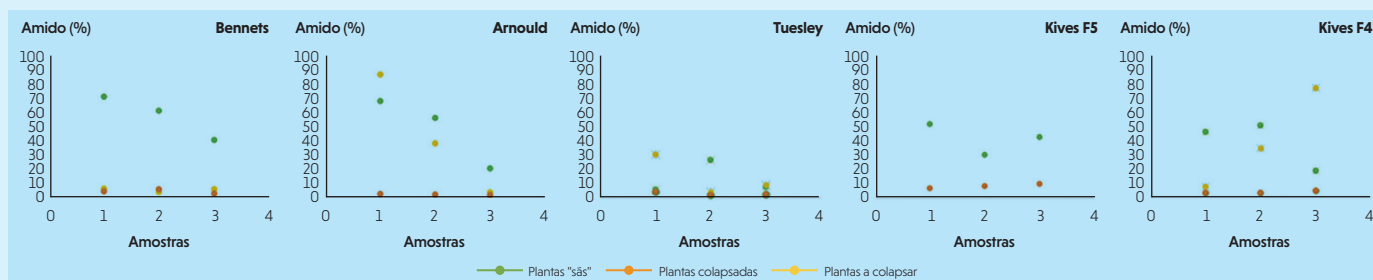


FIGURA 5. Teores de amido radicular de amostras de plantas "sãs", a colapsar e colapsadas dos viveiros em estudo por repetição.

raiz na Holanda, que foram enviadas para três viveiros no Reino Unido (Bennets, Arnould e Tuesley) onde cresceram e se desenvolveram até à sua entrada em dormência. Após um longo período em câmara frigorífica foram plantadas no Sudoeste Alentejano em três datas distintas (8 de julho; 22 de julho e 12 de agosto de 2020). Selecionaram-se, aleatoriamente, 12 plantas nas linhas Este (E), Centro (C) e Oeste (O) de cada túnel para efetuar observações do nível de infeção por *Phytophthora* spp. (Figura 3) e medições da concentração de amido radicular à plantação e fim do ciclo (Figura 4). Foi estabelecida uma escala do estado fitossanitário das raízes à plantação (escala fornecida pela The Summer Berry Company Portugal (TSBC)), realizou-se a biometria completa dos lançamentos, fez-se a determinação da matéria seca (MS) à plantação e no final do ciclo e registaram-se os colapsos dos lançamentos no fim do ciclo de acordo com a escala publicada por Moreira (2018).

Com este ensaio procurou-se compreender qual o viveiro que fornece as plantas com maior produtividade, em termos de estado fitossanitário das raízes e das suas reservas de amido, em função da data de plantação.

No ensaio 2, plantaram-se framboesas de um único viveiro de propagação do Reino Unido (Kives) mas de dois campos distintos (F4 e F5B), nas mesmas datas de plantação do ensaio 1, mas neste caso as plantas cresceram em vasos de diferentes volumes, 1,8L e 5,0 L. As plantas chegadas de viveiro em vasos de 5,0 L foram mantidas nos mesmos, enquanto as que vieram de viveiro em vasos de 1,8 L foram transferidas para vasos de 5,0 L na exploração. Tal como no ensaio 1,

selecionaram-se as plantas a avaliar durante o ciclo produtivo e realizaram-se as mesmas medições biométricas. A evolução de amido radicular (Figura 4) e a produção de MS foram determinadas em três momentos (à plantação, meio e fim do ciclo). Com este ensaio procurou-se apurar qual o tamanho de vaso mais favorável ao bom desenvolvimento das plantas de framboesa, num contexto de exploração agrícola de alta produtividade do Sudoeste Alentejano, para que se possa tirar o máximo rendimento das plantas e minimizar custos.

RESULTADOS PRELIMINARES

Em resultados preliminares verificou-se, após a observação das raízes, que todas as plantas que se encontravam em colapso ou já tinham colapsado apresentavam a existência de *Phytophthora* spp. nas suas raízes. O lote de plantas que evidenciou um maior grau de infeção, aquando da observação das suas raízes à lupa, foi o de plantas com sintomas de entrada em colapso. Este facto deve-se em grande parte às raízes, constituintes do sistema radicular destas plantas, se encontrarem, ainda, bastante ativas nesta fase, visto que fenómenos como a translocação de água, nutrientes e reservas radiculares continuam a dar-se com grande intensidade. Por conseguinte, nas plantas totalmente colapsadas não se verificou uma grande população de *Phytophthora* spp., uma vez que, neste caso, as raízes das plantas em questão já se encontravam fortemente degradadas ou até mesmo mortas. Nas plantas sãs, apenas cinco amostras deram positivo ao teste realizado para averiguar a presença deste patógeno no sistema radicular, tendo-se verificado uma

TABELA 1. Resultados referentes à presença (+) ou ausência (-) de *Phytophthora* spp. no sistema radicular de plantas de diferentes viveiros amostradas no final do ciclo.

Viveiros	Nº Repetições (R)	Plantas Observadas		
		"Sãs"	A colapsar	Colapsadas
Bennets	1	-	+	+
	2	-	+	+
	3	-	+	+
Arnould	1	-	+	+
	2	+	+	+
	3	+	+	+
Tuesley	1	-	+	+
	2	-	+	+
	3	-	+	+
Kives F5	1	+	(*)	+
	2	+	(*)	+
	3	-	(*)	+
Kives F4	1	-	+	+
	2	+	+	+
	3	-	+	+

(*) – Não havia planta no estado "A colapsar".

população bastante reduzida (Tabela 1).

Não foram encontradas plantas a colapsar aquando da colheita de amostras de plantas da origem F5B.


O teor de amidos nas raízes observadas seguiu a mesma tendência da análise feita anteriormente, com exceção para as plantas "sãs" (Figura 5). De uma forma geral, verificou-se que todas as plantas que colapsaram apresentaram valores bastante baixos de amido radicular, com valores percentuais entre 1,9 e 10,1. Nas plantas que se encontravam a colapsar constatou-se que existiu alguma variabilidade nos valores do teor em amido das mesmas, visto que, tal como anteriormente explicado, as plantas ainda se encontravam ativas, podendo vários fatores ter influenciado a quantidade de amidos nas raízes em cada planta, como a área foliar e a quantidade de frutos produzida. Nas plantas categorizadas como sãs, o teor de amido radicular, é também ele bastante irregular não sendo possível estabelecer uma correspondência direta entre presença de *Phytophthora* spp. e quantidade de amido radicular, uma vez que surgem amostras positivas à *Phytophthora* spp. com valores de teor em amido superiores a amostras da mesma origem que não

apresentam a presença do patógeno, como no viveiro Kives F5B com as amostras F5B_R1 (positiva/51,9% amido) e F5B_R3 (negativa/43,0% amido). O mesmo ocorre com a amostra F4_R2.

Estes resultados preliminares evidenciam que o colapso das plantas se deve em grande parte à infeção do sistema radicular por *Phytophthora* spp., resultando no declínio e morte das plantas. Em função do estado da planta ("sã", a colapsar, colapsada), o teor de amidos radiculares também é fortemente afetado. Podemos então concluir que o colapso das plantas está correlacionado com a interação *Phytophthora* spp. versus teores de amido radiculares e que a origem de viveiro das plantas pouco afeta esta interação.

É ainda importante referir que se encontram em curso as análises finais respeitantes a estes ensaios por forma a poder tirar conclusões mais detalhadas sobre o viveiro e o tipo de vaso mais favoráveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa The SummerBerry Company Portugal (TSBC), sediada no Cavaleiro, em Odemira, a disponibilização dos seus campos de produção para a realização dos ensaios. 

BIBLIOGRAFIA

Aceda à bibliografia do artigo no portal online da Agrotec.

