



POLINIZAÇÃO ARTIFICIAL NO KIWI



Helena Castro, Catarina Siopa,
Vinícius Casais, Mariana Castro,
João Loureiro, Hugo Gaspar,
Sílvia Castro
Universidade de Coimbra,
Centro de Ecologia Funcional,
Departamento de Ciências da Vida

RESUMO

A polinização tem um papel essencial na produção de muitas culturas, incluindo o kiwi. No entanto, este é um fator pouco compreendido no contexto da gestão agrícola do pomar. A limitação de pólen e os seus impactos na produção são influenciados por fatores tais como o grau de dependência de polinizadores, a diversidade e abundância da comunidade de polinizadores, os *habitats* circundantes e as condições climáticas no momento da floração. Conhecer estas condicionantes no pomar é essencial para avaliar se a polinização é ótima ou

se existe necessidade de ser melhorada. Em algumas culturas, como o kiwi, pode ser necessário recorrer à polinização artificial para suprir a falta de pólen e/ou insuficiência da polinização natural.

Neste estudo, foi avaliada a melhoria na produtividade resultante da aplicação artificial de pólen e a eficiência das técnicas usadas na produção e ganho monetário em sete pomares distribuídos pela principal área de produção de kiwi em Portugal. Para tal, a produção dos pomares foi quantificada: 1) em condições de polinização natural, 2) após a aplicação mecânica de pólen, e 3) após aplicação suplementar manual de pólen.

Os resultados mostram que a suplementação com pólen melhorou a produção na maior parte dos pomares, por aumentar a formação de frutos e/ou o seu peso, o que influencia a distribuição pelos diferentes calibres. No entanto, a polinização mecânica nem sempre foi eficiente e/ou necessária. Contrariamente ao esperado, este método não resultou no aumento do peso médio do fruto, mas, em alguns pomares, resultou em maior proporção de frutos nos calibres mais altos e menor proporção de frutos na categoria de refugo.

O estudo reforça a necessidade de compreender as necessidades de polinização de cada pomar e de olhar para a aplicação mecânica de pólen, como uma ferramenta de gestão em condições desfavoráveis à polinização natural, mas tendo em consideração que é necessário rever a eficiência das metodologias usadas.

Palavras-chave: *Actinidia*, limitação de pólen, polinização controlada, polinização manual, serviços do ecossistema, valor de mercado.

ABSTRACT

Despite the key role of pollination in the production of many crops, such as kiwifruit, this is still one of the least understood factors in the orchard context. Pollen limitation, and impacts on crop production, is influenced by several potentially interacting factors such as crop or crop variety degree of dependence

on cross pollination and on pollinators, diversity and abundance of pollinator communities, landscape context and climate conditions. Understanding the pollination needs within an orchard is key to determine if the pollination is optimal or if it needs improvement. In some crops, such as kiwifruit, artificial pollination may be required where and when natural pollination cannot be improved or there is lack of pollen.

In this study we quantified improvements to productivity resulting from artificial pollination and the efficiency of the technique for kiwifruit production and monetary gain on seven orchards distributed over the production range of this crop in Portugal. For that, we quantified orchard yield under: 1) current natural pollination services, including pollination provided by wind and naturally occurring pollinator communities, 2) after artificial pollination made by the farmer and 3) under optimal pollination services.

Results showed that pollen supply improved kiwifruit production in most orchards, either by changes in fruit set, fruit weight or both, and/or changes in fruit distribution by caliber and category. However, artificial pollination was not always efficient and/or needed. Contrarily to the expected, artificial pollination did not increase fruit weight but, in some orchards, it resulted in higher proportion of high-quality market fruits and/or lower proportion of unmarketable fruits.

This study reinforces the need to understand the current status of pollination services within the orchard context and to look at artificial pollination as a management tool in kiwifruit production. We conclude that pollination services in the study region might be sufficient to attain profitable yields; however, artificial pollination could be a useful tool under unpredictable pollination scenarios, but reviews of the efficiency of the methodologies used in this region are still necessary.

Keywords: *Actinidia*, ecosystem services, hand-pollination, pollen limitation, market value, artificial pollination.



INTRODUÇÃO

A polinização é essencial para a produção de muitas culturas, tendo implicações económicas na produção agrícola (Garratt *et al.*, 2014; Klein *et al.*, 2007). No entanto, e apesar do crescente número de estudos sobre a importância da polinização e dos polinizadores na produção e qualidade dos produtos agrícolas (ex. Blitzer *et al.*, 2016; Garibaldi *et al.*, 2013; Garratt *et al.*, 2014; Klein *et al.*, 2007; Miñarro & Twizell, 2015; Nicholson & Ricketts, 2019), a polinização ainda é um dos fatores de gestão dos pomares menos valorizados e compreendidos (Goodwin, 2012). Neste contexto, a polinização pode ser limitada por diversos fatores, tais como, o grau de dependência de polinização cruzada da espécie ou variedade cultivada, a diversidade e abundância da comunidade de polinizadores, os *habitats* envolventes e as condições climáticas (Connelly *et al.*, 2015; Klein *et al.*, 2007). Neste sentido, é essencial determinar se os níveis de polinização são ótimos ou se precisam de ser incrementados. Quando os serviços naturais de polinização não podem ser melhorados ou ocorre falta de pólen, a polinização artificial, por aplicação manual ou mecânica de pólen, pode ter um papel importante na melhoria da produtividade. Esta prática é usada em várias culturas, incluindo no kiwi (Pinillos & Cuevas, 2008; Tacconi & Michelotti, 2018).

«Contrariamente ao esperado, este método não resultou no aumento do peso médio do fruto, mas, em alguns pomares, resultou em maior proporção de frutos nos calibres mais altos e menor proporção de frutos na categoria de refugo»

O kiwi (*Actinidea* spp., Actinideaceae), sendo uma espécie dioica, precisa de vetores para o transporte de pólen das flores masculinas até às flores femininas. Os principais vetores de polinização no kiwi são os insetos e, em menor grau, o vento (Miñarro & Twizell, 2015; Testolin *et al.*, 1991). A polinização no kiwi é influenciada pelas condições climáticas durante a floração, o que interfere na

atividade dos insetos, pelo número e/ou disposição das plantas masculinas no pomar, e pela sincronização na floração de flores masculinas e femininas, fatores esses que influenciam a quantidade e o transporte de pólen no pomar. A polinização ineficiente do kiwi resulta na produção de frutos com tamanho, forma e uniformização insatisfatórias (Oliveira *et al.*, 2009; Tacconi *et al.*, 2016), com consequente redução do valor de mercado. Como forma de melhorar a polinização e a produção do kiwi, o recurso à polinização artificial tem-se tornado uma prática corrente, particularmente em países líderes na produção de kiwi, tais como a Nova Zelândia e a Itália (Tacconi & Michelotti, 2018). Em Portugal, esta prática é menos comum (Oliveira *et al.*, 2009) e pouco se sabe sobre a sua necessidade ou eficácia. Os estudos publicados por Castro *et al.* (2021, 2022) avaliaram os défices de polinização em 23 pomares distribuídos no Norte e Centro de Portugal e mostraram que, na maioria dos pomares, a polinização natural foi suficiente para boas produções, mas identificando também pomares com défices de polinização. Neste estudo, avaliámos o efeito da polinização artificial com aplicação mecânica de pólen, avaliando a sua eficiência, e consequências na produção e rendimento em sete pomares de kiwi. A nossa hipótese é de que se os serviços de polinização naturais forem insuficientes e a polinização artificial for efetuada de forma eficiente, a formação de frutos, bem como o seu peso e calibre irão sofrer uma melhoria, refletindo-se em maior produção e ganho monetário. Para testar esta hipótese, realizámos uma experiência de polinização controlada que permite quantificar a produção em situação de:

1. serviços de polinização naturais, incluindo polinização por insetos e vento;
2. polinização artificial;
3. polinização ótima.

Caraterizámos a produção de fruto, peso e calibre do mesmo. Finalmente, usamos os valores de produção, de calibre dos frutos e valores pagos ao produtor por calibre para calcular o impacto económico da polinização artificial.

MATERIAL E MÉTODOS

De forma a avaliar a contribuição da polinização artificial, bem como a sua eficiência, realizamos experiências de polinização controlada, durante a primavera de 2019, em sete pomares localizados no Centro e Norte de Portugal. As polinizações controladas incluíram:

1. polinização natural, de forma a quantificar os serviços de polinização existentes no pomar;
2. polinização artificial, com aplicação de pólen por via mecânica (designada a partir de agora como polinização artificial), avaliando, assim, o seu contributo e eficiência;
3. polinização suplementar manual (designada a partir de agora como polinização suplementar), de forma a quantificar a produção de frutos numa situação ótima de serviços de polinização.

«A polinização ineficiente do kiwi resulta na produção de frutos com tamanho, forma e uniformização insatisfatórias (...）」

A combinação destes três tratamentos permite quantificar melhorias na produtividade resultantes da polinização artificial (polinização natural vs. polinização artificial) e avaliar a eficiência técnica da polinização artificial (polinização artificial vs. polinização suplementar manual).

Resumidamente, em cada pomar e durante a floração, selecionaram-se 30 plantas femininas separadas aproximadamente 3 metros, ao longo de uma linha localizada no centro do pomar. Em cada planta selecionaram-se 3 flores, no mesmo ramo, sendo atribuído a cada uma delas um tratamento de polinização distinto. As flores selecionadas estavam recetivas para receberem pólen (evidente pelas superfícies estigmáticas com mucilagem e com as pétalas deiscantes; Tacconi *et al.*, 2016). Para a polinização natural uma das flores selecionadas não sofreu qualquer intervenção. A polinização suplementar foi realizada esfregando as anteras de flores masculinas, colhidas das variedades presentes no pomar, nos estigmas das flores femininas.



TABELA 1. Resultados da análise por modelos lineares generalizados mistos do efeito do tratamento de polinização (natural – N, artificial – A ou suplementar – S) na percentagem de frutos formados, peso do fruto, calibres, produção e ganho monetário. As diferenças significativas estão assinaladas a negrito. Quando existem diferenças significativas é apresentado o padrão observado.

Variáveis	X ² or F	Valores de P	Padrão	
Número de frutos formados	X ² ₂ = 18,37	<0,001	S > (N, A)	
Peso	F _{2,499} = 14,30	<0,001	S > (N, A)	
Calibres	Calibre 18-30	X ² ₂ = 18,02	<0,001	S > (N, A)
	Calibre 33-46	X ² ₂ = 4,88	0,087	–
	Refugio	X ² ₂ = 14,02	<0,001	S > (N, A)
Produção	F _{2,18} = 0,22	0,803	–	
Ganho monetário	F _{2,18} = 0,61	0,557	–	

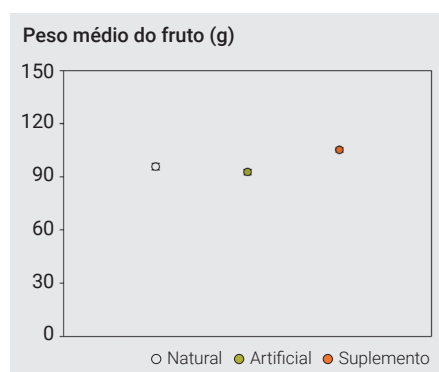


FIGURA 1. Peso médio dos frutos resultantes dos tratamentos de polinização natural, artificial e suplementar.

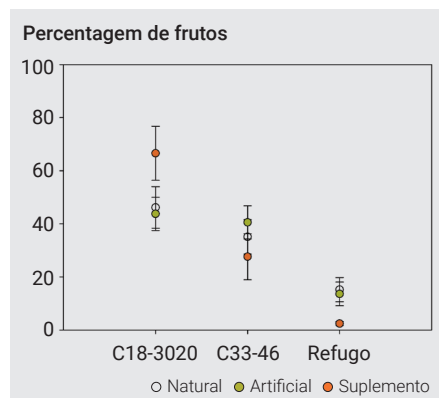


FIGURA 2. Distribuição dos frutos resultantes dos tratamentos de polinização natural, artificial e suplementar pelas categorias de tamanho definidas (em percentagem).

A polinização artificial foi executada pelos responsáveis de cada pomar por via seca, usando uma mistura comercial de 200 gramas de pólen por hectare misturado com um dispersante inerte (geralmente esporos de *Lycopodium* L.). O pólen foi aplicado durante o pico de floração (> 70% das flores abertas).

A colheita dos frutos das experiências de polinização foi coordenada com os produtores de forma a que estes fossem

recolhidos o mais próximo possível da data de colheita dos frutos do pomar. O número de frutos formados por tratamento foi registado, e os frutos colhidos e pesados. Posteriormente, os frutos foram distribuídos por diferentes classes e calibres seguindo a tabela fornecida pela Associação Portuguesa de Kivicultores (APK). Kiwis com razão diâmetros curto-longo inferior a 0,75 e/ou com deformações ou danos na pele foram atribuídos à classe II, enquanto os restantes foram atribuídos à classe I. Dentro de cada classe os frutos foram distribuídos por 11 categorias (18, 20, 23, 25, 27, 30, 33, 36, 39, 42 ou 46) em função do seu peso. Frutos com peso inferior a 65 gramas foram classificados como refugio e considerados sem valor de mercado.

De modo a estimar os efeitos da aplicação artificial de pólen, a produção resultante da polinização natural foi comparada com aquela resultante de uma polinização artificial. De modo a avaliar a eficiência da técnica artificial na produção de kiwi, a produção resultante da polinização artificial foi comparada com aquela resultante de uma polinização suplementar. Os valores de produção bruta do pomar foram fornecidos pelos responsáveis do pomar e representam a produção resultante da polinização artificial. Estes foram usados para estimar a produção em condições de polinização natural e de polinização suplementar. A produção em condições naturais foi estimada tendo em conta o número de frutos formados no tratamento de polinização natural em comparação com aquele do tratamento de polinização artificial, e os valores de limitação de pólen calculados a partir dos tratamentos

de polinização natural e artificial. Foi usada a seguinte fórmula:

$$P_o = P_a - (P_a * PL) - (P_a * Fa)$$

Onde: P_o é a produção em condições de polinização natural, P_a é a produção em condições de polinização artificial, PL é a limitação de pólen e Fa é a diferença na formação de frutos entre os tratamentos de polinização artificial e natural.

A produção em condições ótimas de polinização foi estimada tendo em conta o número de frutos formados no tratamento de polinização artificial em comparação com aquele do tratamento de polinização suplementar, e os valores de limitação de pólen calculados a partir dos tratamentos de polinização artificial e suplementar. Foi usada a seguinte fórmula:

$$P_s = P_a - (P_a * PL) - (P_a * F_s)$$

Onde: P_s é a produção em condições de polinização suplementar, P_a é a produção em condições de polinização artificial, PL é a limitação de pólen e F_s é a diferença na formação de frutos entre os tratamentos de polinização suplementar e artificial.

A limitação de pólen de cada pomar foi calculada usando a equação proposta por Larson & Barrett (2000):

$$PL = 1 - A/S$$

Onde, no primeiro caso (natural vs. artificial): A é o peso dos frutos resultantes da polinização natural e S é o peso dos frutos resultantes da polinização artificial. No segundo caso (artificial vs. suplementar): A é o peso dos frutos resultantes da polinização artificial e S é o peso dos frutos resultantes da polinização suplementar.

«De modo a avaliar a eficiência da técnica artificial na produção de kiwi, a produção resultante da polinização artificial foi comparada com aquela resultante de uma polinização suplementar»

O ganho monetário foi estimado calculando o valor, em euros (€), correspondente à produção de cada pomar,

estimada para cada um dos tratamentos, tendo em consideração a percentagem de frutos em cada classe e calibre, e os respetivos valores pagos ao produtor. Os preços médios pagos ao produtor por classe e calibre foram fornecidos pela APK. Os cálculos foram realizados de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Ganho monetário (€)} = \sum P \cdot Ci \cdot Ei$$

Onde: P é a produção (t/ha) de um dado pomar em condições de polinização artificial, natural ou ótima, Ci é a proporção de frutos em cada combinação de classe e calibre, e Ei é o valor, em €, pago por kg de fruto para cada combinação de classe e calibre.

Usando os valores de ganho monetário calculados para os tratamentos de polinização natural e artificial, e considerando um custo médio de aquisição de pólen de 700 €/ha (valor baseado em informações recolhidas junto dos técnicos de campo), foi calculado o potencial benefício económico do uso da polinização artificial. Por falta de informação disponível, não foi contabilizado o custo da mão de obra.

O efeito do tratamento de polinização na produção de fruto, peso do fruto, distribuição por calibres, produção e ganho monetário foi analisado usando modelos lineares generalizados mistos (GLMM), com o tratamento de polinização como fator fixo e pomar e variedade como fatores variáveis. O efeito do tratamento de polinização em cada pomar foi analisado usando modelos lineares generalizados (GLM). Todas as análises foram realizadas usando o programa *R versão 3.3.2* (Core Development Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, a polinização artificial não incrementou significativamente o número de frutos produzidos nem o peso médio dos frutos produzidos, mas diminuiu ligeiramente a proporção de frutos na categoria de refugo em comparação com a polinização natural (Tabela 1, Figura 1, Figura 2). Adicionalmente, observou-se uma tendência geral para maior número de frutos formados: ($X^2_2 = 18,37$; $P = 0,0001$) e maior peso médio do fruto: ($F_{2,499} = 14,30$; $P < 0,001$).

Em resultado da polinização suplementar, quando comparado com a polinização natural e artificial, mas não se traduzindo num aumento significativo de produção (Tabela 1, Figura 3).

Analisando os pomares individualmente, observam-se três situações distintas:

1. pomares nos quais a polinização natural foi suficiente e a polinização artificial parece desnecessária;
2. pomares nos quais foi detetado défice de polinização e em que a polinização artificial foi bem-sucedida;
3. pomares nos quais foi detetado défice de polinização e onde a aplicação artificial não teve o sucesso desejado.

Os resultados mostram que nos pomares A e B, o peso dos frutos resultantes dos diferentes tratamentos de polinização foi muito similar (Figura 4, Tabela 2) indicando que estes pomares não terão défice de polinização e sugerindo que a aplicação de pólen não seria necessária. Os pomares em estudo são pequenos e embutidos numa paisagem heterogé-

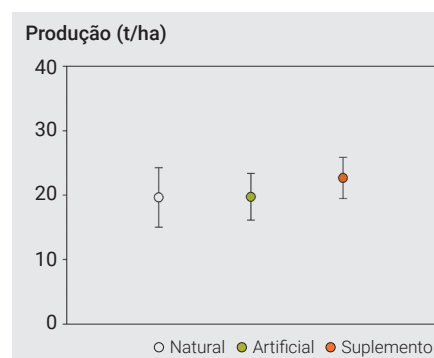


FIGURA 3. Produção, em toneladas por hectare (t/ha), correspondente aos tratamentos de polinização natural, artificial e suplementar nos pomares monitorizados.

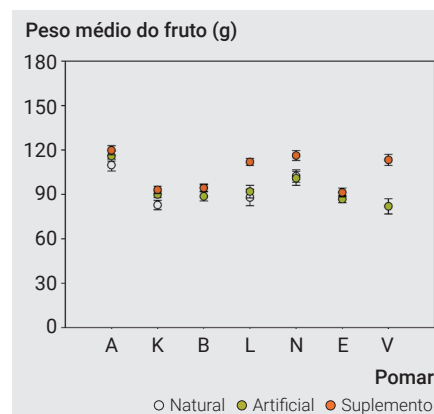


FIGURA 4. Peso médio dos frutos resultante dos tratamentos de polinização natural, artificial e suplementar em cada um dos pomares.

TABELA 2. Resultados da análise por modelos lineares generalizados efeito do tratamento de polinização (natural – N, artificial – A ou suplementar – S) no peso do fruto em cada pomar. As diferenças significativas estão assinaladas a negrito. Quando existem diferenças significativas é apresentado o padrão observado.

Pomar	X^2 or F	Valores de P	Padrão
A	$F_{2,86} = 2,09$	$P = 0,13$	—
B	$F_{2,157} = 1,33$	$P = 0,267$	—
E	$F_{1,53} = 1,43$	$P = 0,237$	—
K	$F_{2,78} = 3,91$	$P = 0,024$	N < (A, S)
L	$F_{2,115} = 13,71$	$P < 0,001$	(N, A) < S
N	$F_{2,66} = 4,06$	$P = 0,022$	(N, A) < S
V	$F_{2,58} = 23,31$	$P < 0,001$	A < S

nea, o que pode favorecer a existência de uma comunidade de polinizadores diversa (Gaspar, 2022; Castro *et al.*, 2021) que, em conjunto com a gestão agrícola do pomar, terão contribuído para este resultado. Em contraste, nos pomares K, L e N, o peso dos frutos resultantes da polinização natural foi significativamente inferior ao dos frutos resultantes da polinização suplementar (Tabela 2), indicando limitação de pólen. Adicionalmente, no pomar K

não se observou diferença significativa entre os frutos resultantes da polinização artificial e aqueles resultantes da polinização suplementar (Tabela 2), o que indica que a aplicação de pólen artificial foi bem-sucedida. Pelo contrário, nos pomares L, N e V, o peso dos frutos resultantes da polinização suplementar foi superior aos dos frutos resultantes do tratamento de polinização artificial (Tabela 2), o que indica que a aplicação artificial de pólen não funcionou bem.



Apesar de se ter verificado que, em geral, a polinização artificial não resultou num aumento do peso do fruto, ou este foi muito pequeno (em regra, sem significado estatístico), quando comparado com a polinização natural, em alguns pomares estas diferenças traduziram-se num aumento da percentagem de frutos nos calibres mais bem pagos e/ou na redução da percentagem de frutos na categoria de refugo. De facto, em três dos cinco pomares para os quais há dados para os tratamentos de polinização natural e artificial, o resultado monetário da polinização artificial foi positivo. Os resultados mostram que para o pomar K (com défice de polinização e aplicação de pólen bem-sucedida), houve um claro benefício na utilização de pólen artificial (Figura 5). Mostram também que, apesar de os resultados ficarem aquém dos obtidos com a polinização suplementar, no pomar L, o aumento de peso do fruto e o seu efeito na distribuição por calibres resultante da aplicação de pólen artificial, resultaram em ganho monetário. O pomar K, é de entre os pomares em estudo, o que tem menor rácio de plantas masculinas para femininas (Castro *et al.*, 2021), podendo este fator contribuir para que haja limitação de pólen. O pomar L tem cobertura, o que é um fator com grande impacto na polinização natural, pois estas estruturas reduzem a ventilação e o movimento de pólen pelo vento, restringem os movimentos dos polinizadores e alteram e/ou reduzem a capacidade de orientação destes orga-

nismos (Evans *et al.*, 2019; Tacconi & Michelotti, 2018). Assim, os resultados indicam que, havendo limitação de pólen, a polinização artificial pode ser uma ferramenta útil para aumentar a produtividade, particularmente se as condições forem desfavoráveis à polinização natural. Observa-se também, que no pomar A, apesar de não se ter detetado limitação de pólen, nem efeito significativo dos tratamentos artificial e suplementar no peso médio do fruto, houve um ligeiro efeito nos calibres (mais frutos em calibres altos e menos na categoria refugo), que se traduziu num ligeiro ganho monetário associado à aplicação de pólen. É de salientar que apenas foi considerado o custo médio da compra de pólen e não se considerou o preço da mão de obra.

«Em geral, a polinização artificial não incrementou significativamente o número de frutos produzidos nem o peso médio dos frutos produzidos, mas diminuiu ligeiramente a proporção de frutos na categoria de refugo em comparação com a polinização natural»

Ainda que a polinização artificial possa ser uma ferramenta útil, é importante avaliar a sua eficiência, para que a relação custo benefício seja positiva (Tacconi & Michelotti, 2018). Os resultados indicam que em alguns pomares o sucesso da aplicação de pólen ficou aquém do desejado. Nos pomares L, N e V a formação de frutos e/ou o peso do fruto resultantes de polinização artificial foram significativamente inferiores aos obtidos com a polinização suplementar, indicando que a polinização artificial foi insuficiente ou ineficiente. Estudos em que se avaliou a eficiência da aplicação artificial de pólen mostram que a polinização manual geralmente tem melhores resultados do que a aplicação de pólen usando maquinaria (ex. Gonzalez *et al.*, 1998; Razeto *et al.*, 2005). Por exemplo, a maior eficiência de polinização manual tem sido atribuída ao fato de muitas das máquinas usadas pulverizarem o pólen em direção às flores, mas não diretamente na direção do estigma, reduzindo assim a eficiência da polinização (Goodwin & McBrydie, 2013). Entre os fatores

que influenciam a polinização artificial encontra-se o próprio protocolo de aplicação, particularmente o número de passagens, o momento de aplicação e a fenologia das plantas presentes no pomar (Oliveira *et al.*, 2009; Tacconi *et al.*, 2016; Tacconi and Michelotti, 2018). Fatores como a qualidade do pólen (capacidade de germinação, humidade e conservação), o método de aplicação (via líquida ou seca), o uso de co-adjuvantes para diluir o pólen, e o uso adequado da técnica são de grande relevância na eficiência da aplicação artificial de pólen (Oliveira *et al.*, 2009; Tacconi *et al.*, 2016; Tacconi & Michelotti, 2018). De acordo com a informação que nos foi fornecida, para o kiwi verde, a prática mais comum é a de aplicação de pólen uma vez por época de floração. Isto implica que o responsável tenha que identificar qual o momento em que o maior número de flores femininas se encontram recetivas de modo a maximizar o sucesso da polinização. Assim, a fase da floração no momento da aplicação é crucial, sendo aconselhada a aplicação na fase de deiscência das pétalas, momento de maior mucilagem das papilas estigmáticas, o que permite melhor adesão do pólen (Tacconi *et al.*, 2016). Consequentemente, o momento da aplicação poderá ter sido um dos fatores que contribuiu para a falta de sucesso. Adicionalmente, no ano em que decorreu este estudo, a floração nos pomares L e N foi muito heterogénea. Por exemplo, no pomar N foram encontradas plantas com flores em fase de botão e, em simultâneo, frutos vingados. Esta heterogeneidade poderá ser resultado da alternância de dias muito quentes e dias muito frios próximo ao início da floração. Está demonstrado que a temperatura tem um forte impacto na quebra de dormência e na floração das plantas de kiwi, levando a que haja variações regionais e sazonais na floração (McPherson *et al.*, 1994). Uma grande heterogeneidade na floração dentro do pomar torna difícil a tomada de decisão por parte dos responsáveis de terreno quanto ao momento mais apropriado para fazer a aplicação, já que é difícil determinar o momento em que um maior número de flores estão recetivas.

Apesar de não se ter tido em conta custos associados à produção e escoamento do produto, os nossos resultados indi-

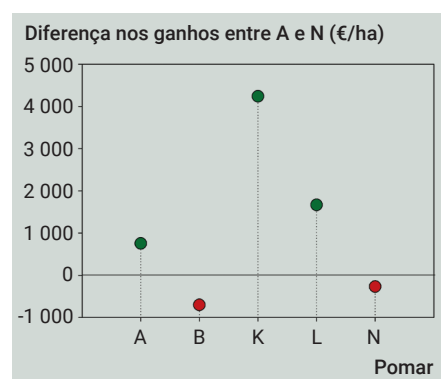


FIGURA 5. Diferenças no ganho monetário (em Euros) entre os tratamentos de polinização artificial (A) e natural (N), tendo em consideração os custos associados à aquisição de pólen (cerca de 700 euros/ha, em média para o kiwi verde) para os cinco pomares para os quais há dados disponíveis para os dois tratamentos.



cam que em três dos sete pomares, mesmo após contabilizar o custo do pólen (cerca de 700 euros/ha, em média para o kiwi verde), a aplicação de pólen foi benéfica. A aplicação artificial de pólen pode ser uma importante forma de aumentar o ganho monetário, principalmente quando a polinização natural não é ótima, por exemplo em anos com condições climáticas adversas (Gonzalez *et al.*, 1998; Miñarro & Twizell, 2015) e/ou quando os pomares são cobertos (Evans *et al.*, 2019; Tacconi & Michelotti, 2018), devido aos efeitos negativos destes fatores na atividade dos insetos e padrões fenológicos (Evans *et al.*, 2019; Gonzalez *et al.*, 1998; Miñarro & Twizell, 2015; Tacconi *et al.*, 2016; Testolin *et al.*, 1991). No entanto, a polinização artificial tem elevados custos e o risco de disseminação da bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA), causadora do cancro bacteriano no kiwi, doença com grande impacto económico nesta cultura (Donati *et al.*, 2018; Garcia *et al.*, 2018; Tacconi *et al.*, 2016). Estratégias

promotoras da polinização natural, tais como práticas que favorecem os ciclos de vida dos polinizadores, contribuem para promover as comunidades de polinizadores e aumentar os serviços de naturais de polinização. Isto foi demonstrado para várias culturas, tendo-se observado um efeito positivo na produção (Garibaldi *et al.*, 2014; Pérez-Méndez *et al.*, 2020). Adicionalmente, o uso de colmeias, uma ferramenta frequentemente implementada na polinização de culturas (Rollin & Garibaldi, 2019) e o rácio e distribuição adequada de plantas masculinas e femininas (Gonzalez *et al.*, 1998) podem contribuir para minimizar os défices de polinização. Isto, no entanto, não resolve situações relacionadas com a falta de pólen no pomar. Por isso, os custos e benefícios de todas estas medidas de gestão precisam de ser cuidadosamente ponderados tendo em conta o contexto de cada pomar e os fatores que determinam o sucesso da polinização, e não pensando apenas numa base anual, mas sim a longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do "Grupo Operacional: i9Kiwi – Desenvolvimento de estratégias que visem a sustentabilidade da fileira do kiwi através da criação de um produto de valor acrescentado" – PDR2020. O "Projecto RENATURE – "Programa Operacional Regional do Centro 2014-2020 (Centro2020) – CENTRO-01-0145-FEDER-000007" financiou o trabalho de HC, SC e MC; SC foi também financiada pelo "Projeto CULTIVAR (CENTRO-01-0145-FEDER-000020), co-financiado pelo Programa Operacional Regional do Centro 2020, Portugal 2020 e pela União Europeia através do Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional. HC foi, também, financiada por fundos nacionais (OE), através da FCT, no âmbito do previsto no número 4-6 do artigo 23, do Decreto-Lei 57/2016, de 29 de agosto, alterado pela Lei 57/2017 de 19 de julho. O trabalho foi realizado no Centre for Functional Ecology – Science for People and the Planet (CFE), com a referência UIDB/04004/2020, financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais (PIDDAC). Os autores agradecem à APK, bem como aos produtores e técnicos envolvidos no estudo pela sua colaboração e disponibilização dos seus pomares. 🌱

BIBLIOGRAFIA

Aceda à bibliografia do artigo no portal *online* da Agrotec.



PUB

COTESI[®]
INDUSTRY DIVISION

Av. do Mosteiro de Grijó 486
4415 Vila Nova de Gaia
Portugal

+351 227 476 500
www.cotesi.com
geral@cotesi.com

