



QUANTIFICAÇÃO DOS DÉFICES DE POLINIZAÇÃO NA CULTURA DO KIWI EM PORTUGAL



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 produção e viabilidade económica da cultura do kiwi depende da existência de polinização eficiente. No entanto, diversos fatores influenciam a disponibilidade de pólen no pomar e a quantidade e qualidade do pólen que chega aos estigmas, podendo dar origem a défices de polinização e consequentemente à diminuição na produção de fruto e/ou produção de frutos de menor calibre. No âmbito do Grupo Operacional i9Kiwi (<https://i9kiwi.pt>), durante 2018 e 2019, quantificaram-se os défices de polinização em 23 pomares de kiwi. Para tal realizaram-se experiências de polinização controladas de forma a quantificar a produção em condições de: 1) serviços de polinização fornecidos pelos polinizadores existentes no pomar e 2) serviços de polinização ótimos.

Os resultados mostram variação nos défices de polinização. Por um lado, registam-se pomares com serviços de polinização, que permitem atingir boas produtividades e onde as comunidades de polinizadores devem ser mantidas. Por outro lado, observam-se pomares com défices de polinização regulares onde fatores tais como a comunidade de polinizadores existente, e características dos pomares e da paisagem envolvente, determinam o sucesso da polinização. É assim crucial avaliar de que forma estes fatores afetam a produção do kiwi, de forma a tornar estes agroecossistemas mais produtivos e sustentáveis.

Palavras-chave: *Actinidia*, limitação de pólen, serviços dos ecossistemas.

ABSTRACT

Production and economic viability of kiwifruit production relies on efficient pollination. However, various factors may affect pollen availability within the orchard and the quantity and quality of pollen reaching the stigmas, which may result in pollination deficits, with consequences for fruit production and/

or fruit size. Within the scope of Grupo Operacional i9Kiwi (<https://i9kiwi.pt>) we quantified pollination deficits in 23 kiwifruit orchards over two years (2018 and 2019). For that, we set up a pollination experiment and quantified yield provided by current pollination vectors, and under optimal pollination.

«Existem diversos fatores que podem contribuir para a existência de défice de polinização, entre os quais se inclui, a transferência insuficiente ou ineficiente de pólen (...）」

Results show variation in pollination deficits among orchards. We found orchards with pollination services enabling to attain good productivity, where pollinator communities should be maintained. We also found orchards with pollination deficits, where factors such wild pollinators' community, orchard characteristics and surrounding landscape influence pollination. It is therefore important to consider how these factors affect kiwifruit production as this is crucial to design solutions for more productive and sustainable agroecosystems.

Keywords: *Actinidia*, pollen limitation, ecosystem services.

INTRODUÇÃO

A polinização é um importante serviço dos ecossistemas, sendo que mais de 75% das culturas agrícolas dependem de polinizadores para a produção e/ou qualidade do produto (Klein *et al.*, 2007). A polinização consiste na simples transferência de pólen das estruturas masculinas (anteras) até às estruturas femininas (estigmas), culminando na fertilização. No entanto, este processo está longe de ser simples, uma vez que muitas plantas dependem de interações mutualistas com animais para transportarem o pólen de umas flores para as outras.

Assim, a falta ou diminuição destas interações pode ter impacto no êxito reprodutivo da planta (Knight *et al.*, 2005). A chegada aos estigmas de pólen em quantidade e qualidade inadequadas resultam em défice de polinização (Vaissière *et al.*, 2011). Existem diversos fatores que podem contribuir para a existência de défice de polinização, entre os quais se inclui, a transferência insuficiente ou ineficiente de pólen, causada pela baixa abundância e diversidade de insetos polinizadores, pela assincronia entre a floração e a atividade dos polinizadores, e/ou pela produção insuficiente de pólen, e a assincronia entre a libertação de pólen e a receptividade dos estigmas (Vaissière *et al.*, 2011). A magnitude da limitação de pólen pode ser estimada com experiências de polinização controlada, comparando a produção de fruto ou semente de flores expostas à polinização natural com a de flores que receberam suplementação manual de pólen. Se as plantas polinizadas manualmente produzirem mais sementes, mais frutos ou frutos maiores e de melhor qualidade, do que as expostas à polinização aberta, então a produção encontra-se limitada pela receção de pólen e não por fatores abióticos.

«Este estudo teve como objetivo avaliar os serviços de polinização e estimar défices de polinização em pomares de kiwi distribuídos ao longo da área de produção em Portugal»

O kiwi é uma planta dióica (i.e., com flores femininas e masculinas em plantas separadas), dependendo de vetores bióticos e abióticos para o transporte do pólen (Ferguson, 2013; Tacconi *et al.*, 2016). No kiwi existem dois síndromes de polinização principais: a polinização pelo vento, marcada pela existência de flores pêndulas, com estigmas grandes e carnudos, pela produção de grandes quantidades de pólen, e por um período de floração curto com produção síncrona e massiva de flores; e a polinização por insetos, marcada pela existência de flores atrativas aos insetos, contendo aroma floral e grandes quantidades de pólen como recompensa floral, pela presença de um número elevado de óvulos e por anteras com maturação gradual (Craig

& Stewart, 1988; Goodwin & Congdon, 2018; Pomeroy & Fisher, 2002). Apesar da existência destes dois síndromes, o kiwi é uma cultura maioritariamente polinizada por insetos, sendo os insetos capazes de vibração apontados como os mais eficientes (Pomeroy & Fisher, 2002). Por sua vez, o contributo do vento para a polinização do kiwi é considerado insuficiente e inconsistente (Costa *et al.*, 1993; Testolin *et al.*, 1991).

«Valores positivos resultam de pesos superiores em frutos resultantes de polinização suplementar e indicam limitação de pólen e, consequentemente a existência de défice de polinização»

Há diversos fatores que podem influenciar a polinização eficiente do kiwi e determinar a existência de défices de polinização. Em particular, a falta de pólen e/ou o transporte ineficiente do pólen, os quais podem ser influenciados pelas condições climáticas e/ou fatores de gestão do pomar. Medidas de gestão que resultem num baixo número ou na distribuição inadequada de plantas masculinas podem contribuir para a falta de pólen no pomar, enquanto medidas de gestão com impacto nos insetos polinizadores (e.g., uso de pesticidas, gestão da vegetação, ou introdução de colmeias) podem afetar as comunidades de polinizadores (Bänsch *et al.*, 2020; Bartholomé *et al.*, 2020; Gonzalez *et al.*, 1998). As condições climáticas podem também afetar a disponibilidade de pólen no pomar por levarem à falta de sincronização entre a floração das plantas femininas e masculinas, e por influenciarem o número de flores produzidas (Gonzalez *et al.*, 1998; McPherson *et al.*, 1994), e podem igualmente afetar a atividade e eficácia dos polinizadores e do vento (Miñarro & Twizell, 2015; Tuell & Isaacs, 2010), levando a que a quantidade de pólen que chega aos estigmas seja insuficiente. Variações interanuais nas condições climáticas podem resultar em variações entre anos nos défices de polinização, enquanto variações regionais e fatores de gestão do pomar podem originar diferenças entre pomares e efeitos permanentes no pomar.

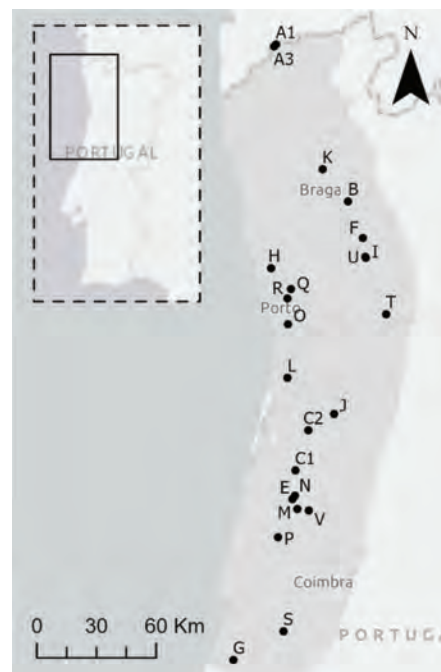


FIGURA 1. Distribuição dos locais de amostragem (Imagem retirada de Castro *et al.* 2021, Plants, 10, 1273).



Flores de kiwi de uma planta fêmea.

Este estudo teve como objetivo avaliar os serviços de polinização e estimar défices de polinização em pomares de kiwi distribuídos ao longo da área de produção em Portugal. Para tal realizaram-se, ao longo de dois anos, num total de 23 pomares, experiências de polinização controladas de forma a quantificar a produção em condições de: 1) serviços de polinização fornecidos pelos vetores de polinização, incluindo vento e comunidades de insetos presentes nos pomares; e 2) serviços de polinização ótimos.



De seguida, foi quantificada a produção, peso e tamanho dos frutos e, por fim, foram calculados os défices de polinização.

MATERIAIS E MÉTODOS

De forma a avaliar os défices de polinização realizamos experiências de polinização controlada durante a floração em nove pomares no ano de 2018 e em 22 pomares no ano de 2019, oito dos

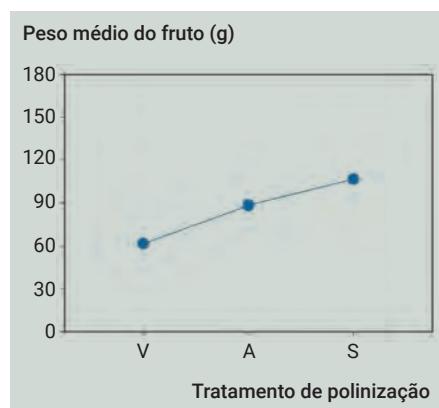


FIGURA 2. Peso médio dos frutos resultantes dos tratamentos de polinização pelo vento (V), polinização aberta (A) e polinização suplementar (S).

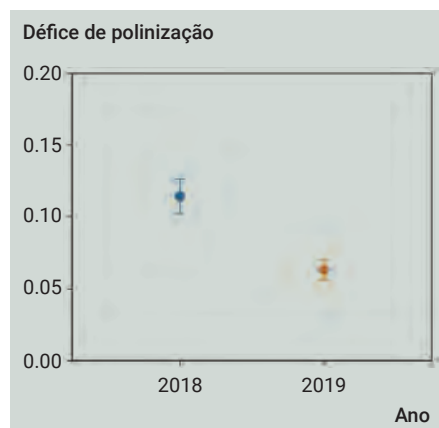


FIGURA 3. Déficit de polinização nos dois anos de amostragem.

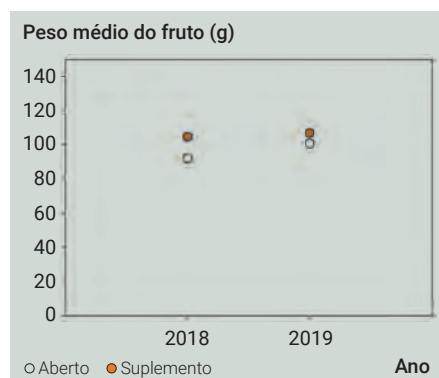


FIGURA 4. Peso médio dos frutos resultantes dos tratamentos de polinização aberta e suplementar nos dois anos de amostragem.

quais foram avaliados em ambos os anos. Os pomares encontram-se distribuídos pela região Norte e Centro de Portugal (**Figura 1**). As polinizações controladas incluíram: 1) polinização aberta, que nos permitiu quantificar os serviços de polinização existentes no pomar; e 2) polinização suplementar manual (designada a partir de agora como polinização suplementar), que nos permitiu quantificar a produção de frutos numa situação ótima de serviços de polinização. Em 2018, realizou-se também o tratamento de polinização aberta com remoção de anteras e pétalas que, ao reduzirem a atratividade das flores, permitiu-nos quantificar o efeito da polinização pelo vento (designada a partir de agora como polinização pelo vento).

«Valores positivos resultam de pesos superiores em frutos resultantes de polinização suplementar e indicam limitação de pólen e, consequentemente a existência de défice de polinização»

Com base nos resultados obtidos e na informação bibliográfica a respeito do papel menos relevante do vento (*e.g.*, Costa *et al.*, 1993; Testolin *et al.*, 1991), este último tratamento não foi realizado em 2019. Resumidamente, em cada pomar, e em cada variedade de kiwi (quando aplicável), na altura da 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 2 a 3 flores, no mesmo ramo, sendo atribuído, a cada uma delas, um tratamento de polinização distinto. Para os tratamentos de polinização aberta e suplementar foram selecionadas flores recetivas (evidente pelas superfícies estigmáticas com mucilagem e com as pétalas deiscantes; Tacconi *et al.*, 2016). A polinização suplementar foi realizada esfregando as anteras de flores masculinas, colhidas das variedades presentes no pomar, nos estigmas das flores femininas selecionadas. Para a polinização pelo vento foram selecionadas flores em botão, às quais se removeram as pétalas e anteras. 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. Com base nos pesos registados, calculou-se o défice de polinização de cada pomar e variedade usando a equação proposta por Larson and Barrett (2000): $PL = 1 - A/S$, onde A é o peso dos frutos resultantes da polinização aberta e S é o peso dos frutos resultantes da polinização suplementar. Valores positivos resultam de pesos superiores em frutos resultantes de polinização suplementar e indicam limitação de pólen e, consequentemente a existência de défice de polinização.

O efeito do tratamento de polinização no peso do fruto e na percentagem de frutos formados em cada pomar foi analisado com modelos lineares generalizados (GLM), usando uma distribuição binomial com a função de ligação logit para a produção de frutos, e uma distribuição Gaussiana com a função de ligação identidade para o peso do fruto. Os efeitos do ano e do tratamento de polinização dentro de cada ano (incluindo todos os pomares) no peso do fruto, défice de polinização e percentagem de frutos formados, foram testados usando modelos lineares generalizados mistos (GLMM), com ano e tratamento de polinização dentro de cada ano definidos como fatores fixos, e pomar e variedade como fatores aleatórios. Para testar se o défice de polinização em cada pomar diferia de zero usou-se um teste de t com uma amostra. Todas as análises foram realizadas usando o programa R versão 3.3.2 (*Core Development Team*, 2016) com os pacotes “car” (Fox & Weisberg, 2019), “lme4” (Bates and Mächler, 2015) e “multcomp” (Hothorn *et al.*, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O kiwi é uma planta dioica, maioritariamente polinizada por insetos, sendo os insetos capazes de vibração apontados como mais eficientes (Pomeroy & Fisher, 2002) e, em menor grau, pelo vento (Costa *et al.*, 1993; Testolin *et al.*, 1991). O estudo aqui apresentado mostra que o vento é insuficiente para garantir uma polinização adequada do kiwi. Em geral, a percentagem de frutos formados não diferiu significativamente entre flo-



res polinizadas pelo vento e flores com polinização aberta (**Tabela 1**); contudo, observou-se uma tendência para uma percentagem menor de frutos nas flores polinizadas pelo vento (66.5%) do que nas flores com a polinização aberta (73.2%). Adicionalmente, o peso dos frutos resultantes da polinização pelo vento é significativamente inferior ao peso dos frutos resultantes das polinizações aberta e suplementar (**Figura 2, Tabela 1**). Este resultado reforça o reportado por outros autores, que afirmam que o contributo do vento para a polinização do kiwi é inconsistente e insuficiente para atingir calibres comercializáveis (e.g., Costa *et al.*, 1993; Miñarro & Twizell, 2015; Testolin *et al.*, 1991) e reforça a importância dos insetos na polinização do kiwi.

«Em termos gerais, formaram-se mais frutos em resultado da polinização suplementar, comparativamente à polinização aberta, tendo os frutos resultantes da polinização suplementar um peso maior do que os frutos resultantes da polinização aberta»

A percentagem de frutos formados e o seu peso médio não variaram significativamente entre os dois anos de amostragem, mas observou-se uma tendência para maior percentagem de frutos formados e para frutos mais pesados em 2019, em comparação com 2018. Em linha com estes resultados, observou-se uma diminuição do défice de polinização, em 2019, em comparação com 2018 (**Tabela 2, Figura 3**). A existência de maior limitação de pólen em 2018 pode estar parcialmente relacionada com as condições climáticas existentes durante a floração em 2018, as quais foram marcadas por uma precipitação elevada e por temperaturas baixas para a época. A temperatura do ar, a precipitação e o vento são fatores climáticos com forte impacto na atividade dos insetos polinizadores e na eficiência da polinização (Miñarro & Twizell, 2015; Testolin *et al.*, 1991). Apesar de alguns polinizadores (e.g., *Bombus* spp., *Andrena* spp., *Osmia* spp.) continuarem ativos e polinizarem em condições climáticas que são desfavoráveis para abelha do mel (*Apis melí-*

TABELA 1. Resultados da análise por modelos lineares generalizados mistos do efeito do tratamento de polinização (A – aberta, S – suplementar ou, V – vento) na percentagem de frutos formados e peso do fruto. As diferenças significativas estão assinaladas a negrito.

Fatores Variáveis	Tratamento de polinização		Diferenças significativas
	X ² ou F	Valores de P	
Frutos formados	X ² ₂ = 24.72	<0.001	(A, V) < S
Peso	F _{2,527.6} = 164.51	<0.001	V < A < S

TABELA 2. Resultados da análise por modelos lineares generalizados mistos do efeito do ano de amostragem e do tratamento de polinização (aberta vs suplementar) no défice de polinização, percentagem de frutos formados e peso do fruto. As diferenças significativas estão assinaladas a negrito.

Fatores Variáveis	Ano de amostragem		Ano de tratamento de polinização	
	X ² ou F	Valores de P	X ² ou F	Valores de P
Frutos formados	X ² ₁ = 1.51	0.219	X ² ₂ = 26.27	<0.001
Peso	F _{1,20.0} = 0.256	0.619	F _{2,1818.4} = 43.78	<0.001
Défice de polinização	F _{1,8.4} = 5.47	0.046	–	–

fera) (Vicens & Bosch, 2000), que é um dos principais polinizadores do kiwi em Portugal (Gaspar, 2020), estas condições causam uma redução da atividade dos insetos polinizadores e consequentemente uma redução dos níveis de polinização, com consequências na produção e peso dos frutos (e.g., Tuell e Isaacs, 2010).

Dentro de cada ano, a percentagem de frutos formados e o peso do fruto variaram em função do tratamento de polinização (**Tabela 2**). Em termos gerais, formaram-se mais frutos em resultado da polinização suplementar, comparativamente à polinização aberta, tendo os frutos resultantes da polinização suplementar um peso maior do que os frutos resultantes da polinização aberta (**Figura 4, Tabela 2**). A maior parte dos pomares segue esta tendência geral, ainda que em diversos casos as diferenças não sejam significativas. Estes resultados evidenciam uma variação espacial nos défices de polinização. Esta variação pode estar relacionada com as características dos pomares e da paisagem envolvente, com a presença de colmeias e/ou com a diversidade de polinizadores selvagens.

Curiosamente, em quatro dos pomares não se observaram défices de polinização em ambos os anos, o que sugere que nestes casos a comunidade de insetos existentes no pomar ou na sua envolvente foi suficiente para assegurar uma polinização adequada. Quando os pomares têm um bom rácio de plantas masculinas para plantas femininas, quando os machos estão bem distribuídos no pomar, quando há sincronização na floração de machos e fêmeas e há uma boa provisão

de serviços de polinização, seja ele fornecido apenas pelas comunidades de polinizadores selvagens ou complementados com instalação de colmeias, a polinização natural pode ser suficiente para atingir calibres elevados. Adicionalmente, ainda que as condições climáticas na altura da floração sejam importantes, fatores como a pequena dimensão dos pomares e uma paisagem envolvente composta por fragmentos de tipologias diversas, juntamente com a reduzida aplicação de pesticidas e o uso diminuto de medidas prejudiciais aos insetos praticados em Portugal nesta cultura (Gaspar, 2020), podem contribuir para a manutenção das comunidades de polinizadores e para uma maior sustentabilidade dos serviços de polinização em kiwi.

«(...) fatores como a pequena dimensão dos pomares e uma paisagem envolvente composta por fragmentos de tipologias diversas, juntamente com a reduzida aplicação de pesticidas e o uso diminuto de medidas prejudiciais aos insetos (...) podem contribuir para a manutenção das comunidades de polinizadores e para uma maior sustentabilidade dos serviços de polinização em kiwi»

Pelo contrário, quatro dos pomares apresentaram défices de polinização em ambos os anos. Estes pomares requerem uma avaliação detalhada das medidas gestão que poderão estar a contribuir para este resultado.



Por exemplo, dois dos pomares apresentam uma rede de cobertura, fator que poderá ter um impacto importante na polinização, já que estas estruturas reduzem a ventilação e o movimento de pólen, e restringem o movimento de polinizadores, originando alguma desorientação no seu movimento (Evans *et al.*, 2019; Tacconi & Michelotti, 2018). Com efeito, em pomares de kiwi na Nova Zelândia foi observada uma redução no número de abelhas à procura de alimento em pomares com rede de cobertura, em comparação com pomares não cobertos (Evans *et al.*, 2019). Adicionalmente, um dos pomares que estudámos encontrava-se bastante afetado pelo cancro bacteriano (PSA - *Pseudomonas syringae* pv. *actinideae*), uma doença que afeta as plantas de kiwi e afeta negativamente a produção de flores e frutos (Tacconi & Michelotti, 2018), contribuindo para a limitação de pólen.

«Em conclusão, a quantificação dos défices de polinização ao longo da área de distribuição do kiwi, em Portugal, permitiu-nos verificar que os défices de polinização variam tanto no espaço como no tempo»

Em conclusão, a quantificação dos défices de polinização ao longo da área de distribuição do kiwi, em Portugal, permitiu-nos verificar que os défices de polinização variam tanto no espaço como no tempo. Isto é possivelmente o resultado da combinação dos múltiplos fatores que determinam a disponibilidade de pólen no pomar e a composição e abundância das comunidades de polinizadores. Entre os fatores que influenciam a biodiversidade e os serviços de polinização encontra-se a composição e heterogeneidade da paisagem, a gestão do pomar, sendo que a simplificação da paisagem e o uso de práticas de gestão intensivas têm um efeito negativo nos serviços de polinização. Ainda assim, as áreas de estudo deste trabalho albergam serviços de polinização suficientes, em muitos casos, para atingir produtividades ótimas. Em estudos futuros seria interessante explorar quais os fatores, quer a nível do pomar quer ao nível da paisagem, que são determinantes para prever os serviços de polinização nos pomares de

kiwi de forma a fornecer recomendações que contribuam para agroecossistemas mais produtivos e sustentáveis.

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 RENTURE - “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 Center 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 das suas explorações. 🌱

BIBLIOGRAFIA

Bänsch, S., Tschantke, T., Ratnieks, F.L.W., Härtel, S., Westphal, C., 2020. Foraging of honey bees in agricultural landscapes with changing patterns of flower resources. *Agric. Ecosyst. Environ.* 291, 106792. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106792>

Bartholomé, O., Aullo, A., Becquet, J., Vannier, C., Lavorel, S., 2020. Pollinator presence in orchards depends on landscape-scale habitats more than in-field flower resources. *Agric. Ecosyst. Environ.* 293, 106806. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106806>

Bates, D., Mächler, M., 2015. Package ‘lme4’: Linear mixed-effects models using eigen and S4. *J. Stat. Softw.*

Core Development Team, R., 2016. A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

Costa, G., Testolin, R., Vizzotto, G., 1993. Kiwifruit pollination: An unbiased estimate of wind and bee contribution. *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 21, 189–195. <https://doi.org/10.1080/01140671.1993.9513767>

Craig, J.L., Stewart, A.M., 1988. A review of kiwifruit pollination: Where to next? *New Zeal. J. Exp. Agric.* 16, 385–391. <https://doi.org/10.1080/03015521.1988.10425667>

Evans, L.J., Cutting, B.T., Jochym, M., Janke, M.A., Felman, C., Cross, S., Jacob, M., Goodwin, M., 2019. Netted crop covers reduce honeybee foraging activity and colony strength in a mass flowering crop. *Ecol. Evol.* 9, 5708–5719. <https://doi.org/10.1002/ece3.5154>

Ferguson, A.R., 2013. Kiwifruit. *The Wild and the Cultivated Plants. Adv. Food Nutr. Res.* 68, 15–32. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394294-4.00002-X>

Fox, J., Weisberg, S., 2019. *An R Companion to Applied Regression*, Third ed. ed. Sage, Thousand Oaks CA.

Gaspar, H., 2020. Impact of insect diversity and abundance in kiwi orchard's production. University of Coimbra.

Gonzalez, M. V., Coque, M., Herrero, M., 1998. Influence of pollination systems on fruit set and fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Ann. Appl. Biol.* 132, 349–355. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1998.tb05210.x>

Goodwin, R.M., Congdon, N.M., 2018. Recognition and attractiveness of staminate and pistillate kiwifruit flowers (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*) by honey bees (*Apis mellifera* L.). *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 46, 72–80. <https://doi.org/10.1080/01140671.2017.1362012>

Hothorn, T., Bretz, F., Westfall, P., 2008. Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical J.* 50, 346–363. <https://doi.org/10.1002/bimj.200810425>

Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 274, 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

Knight, T.M., Steets, J.A., Vamosi, J.C., Mazer, S.J., Burd, M., Campbell, D.R., Dudash, M.R., Johnston, M.O., Mitchell, R.J., Ashman, T.-L., 2005. Pollen Limitation of Plant Reproduction: Pattern and Process. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36, 467–497. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102403.115320>

Larson, B.M.H., Barrett, S.C.H., 2000. A comparative analysis of pollen limitation in flowering plants. *Biol. J. Linn. Soc. Linn. Soc.* 69, 503–520.

McPherson, H.G., Hall, A.J., Stanley, C.J., 1994. Seasonal and regional variation in budbreak and flowering of kiwifruit vines in new zealand. *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 22, 264–276. <https://doi.org/10.1080/01140671.1994.9513835>

Miñarro, M., Twizell, K.W., 2015. Pollination services provided by wild insects to kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Apidologie* 46, 276–285. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0321-2>

Pomeroy, N., Fisher, R.M., 2002. Pollination of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) by bumble bees (*Bombus terrestris*): Effects of bee density and patterns of flower visitation. *New Zeal. Entomol.* 25, 41–49. <https://doi.org/10.1080/00779962.2002.9722093>

Tacconi, G., Michelotti, V., 2018. Artificial Pollination in Kiwifruit and Olive Trees, in: Segneanu, A.E., Orbeci, C., Lazau, C., Sfirloaga, P., Vlazan, P., Bandas, C., Grozescu, I. (Eds.), *Pollination in Plants. InTech*, p. 29. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74831>

Tacconi, G., Michelotti, V., Cacioppo, O., Vittone, G., 2016. Kiwifruit pollination: The interaction between pollen quality, pollination systems and flowering stage. *J. Berry Res.* 6, 417–426. <https://doi.org/10.3233/JBR-160138>

Testolin, R., Vizzotto, G., Costa, G., 1991. Kiwifruit pollination by wind and insects in Italy. *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 19, 381–384. <https://doi.org/10.1080/01140671.1991.10422880>

Tuell, J.K., Isaacs, R., 2010. Weather During Bloom Affects Pollination and Yield of Highbush Blueberry. *J. Econ. Entomol.* 103, 557–562. <https://doi.org/10.1603/ec09387>

Vaissière, B., Freitas, B., Gemmill-Herren, B., 2011. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use, *Pollination services for agriculture - Field manuals*.

Vicens, N., Bosch, J., 2000. Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environ. Entomol.* 29, 413–420. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-29.3.413>



Taegro[®]

Naturalmente protegido

Novo Biofungicida de largo espectro de ação



 **Taegro[®]**

syngenta.



© 2021 Syngenta. Todos os direitos reservados.™ ou ® são marcas comerciais de uma empresa do Grupo Syngenta.
Utilize os produtos fitofarmacêuticos de forma segura.
Leia sempre o rótulo e a informação relativa ao produto antes de o utilizar.