

A utilização de *Bombus terrestris* (L.) na polinização de pomares de macieiras cv. 'Galaxy'/M9 EMLA

Apesar de se verificar uma maior utilização de colmeias com abelhas (*Apis mellifera* L.) em pomares de macieiras, outras espécies têm sido estudadas como polinizadores alternativos, como é o caso dos abelhões (*Bombus terrestris* L.). Os abelhões têm mostrado uma maior eficácia na produção de frutos de elevada qualidade por apresentarem uma velocidade de polinização superior à das abelhas e polinizarem as flores em períodos de tempo encoberto e com humidade e temperaturas baixas.

A necessidade de produzir frutos com mais sabor, maior resistência a doenças fúngicas e pragas e, ainda, um maior tempo de conservação natural durante o armazenamento é uma preocupação para os produtores. Toda- via, essa preocupação pode ser diminuta se existir uma polinização eficiente no pomar. A maioria das cultivares de macieiras, como o caso da 'Galaxy', são autoincompatíveis sendo, por isso, fundamental a polinização cruzada. Esta é efetuada por insetos que transportam o pólen das variedades polinizadoras para a variedade-base do pomar, de modo a obter-se frutos de qualidade e, principalmente, que contenham sementes. Nesse sentido, a eficácia da polinização de- pende da época de floração, da qualidade do pólen das variedades polinizadoras utiliza- das e da presença de insetos polinizadores (Martín et al., 2015).

Apesar de se verificar uma maior utilização de colmeias com abelhas (*Apis mellifera* L.) em pomares de macieiras, outras espécies têm sido estudadas como polinizadores alternativos, como é o caso dos abelhões (*Bombus terrestris* L.). Os abelhões têm mostrado uma maior eficácia na produção de frutos de elevada qualidade por apresen- tarem uma velocidade de polinização su- perior à das abelhas (Ahmad et al., 2015) e polinizarem as flores em períodos de tempo encoberto e com humidade e temperaturas baixas (Woodcock, 2012).

Assim, instalou-se um ensaio com o objetivo de avaliar a eficácia da utilização de *Bombus terrestris* na polinização de macieiras, através da determinação da distância a que se deslocam desde a colmeia e do efeito no vingamento e no número de sementes dos frutos. Pretendeu-se, ainda, perceber quais os principais grupos de polinizadores que

Patrícia Vicente e Rui M. Maia de Sousa . INIAV, I.P.



Figura 1 – *Bombus terrestris* (L.) na polinização de macieiras

visitam efetivamente as flores de macieira cv. 'Galaxy'.

Material e métodos

O ensaio foi realizado em 2015 e 2016, num pomar experimental de macieiras 'Galaxy' enxertado em M9 EMLA, no campo expe- rimental da Quinta Nova do INIAV, I.P., em Alcobaça. O pomar foi plantado em 2004 com um compasso 4,5 x 1,2 m e tem duas cultivares de macieiras 'Granny Smith' e 'Golden Reinders' como polinizadoras, que estão distribuídas ao longo das linhas do pomar distanciadas de 18 m em 18 m e de forma alternada.

Ensaio de polinização

No pomar experimental, colocaram-se duas colmeias de abelhões (constituída cada uma por 3 colónias de *Bombus terrestris* em dife- rentes estádios, completas e independentes numa caixa de plástico coberta de policar-



Figura 2 – Início de floração (estado fenológico F1)

bonato resistente a tempestades) no iní- cí- do período de floração.

O ensaio foi composto por duas repetições de 10 árvores em linhas diferentes, selecio- nando-se as árvores a partir da colmeia e de

io em 10 m até aos 100 metros (m) de distância da colmeia. Em cada uma dessas árvores identificadas marcaram-se quatro corimbos (um por quadrante) e determinou-se o número de flores por corimbo. Posteriormente (60 dias após a plena floração), determinou-se o número de frutos vingados por corimbo.

Os frutos foram colhidos na época ideal de colheita, tendo-se constituído uma amostra de cinco frutos por árvore útil, por repetição e por distância à colmeia. Nesta amostra, determinou-se, em laboratório, o peso (g), a altura (mm), o diâmetro (mm), a firmeza (kg cm^{-2}), o teor de sólidos solúveis totais (TSS %), a intensidade da coloração da epiderme das maçãs e o número de sementes por fruto. A firmeza foi medida com um penetrômetro com uma sonda de 8 mm. O TSS, expresso em °Brix, foi medido através de um refratômetro manual. A cor foi determinada, em 2015, através do código CTIFL de 1 a 5 (1 - pouco vermelho; 3 - vermelho; 5 - vermelho intenso) e, em 2016, utilizando um colorímetro através das coordenadas do sistema CIELab (L^* - luminosidade; a^* - coordenada vermelho/verde; b^* - coordenada amarelo/azul). As sementes foram retiradas e contabilizadas em cada fruto.

Grupo de insetos polinizadores na macieira cv. 'Galaxy'

Na determinação dos principais grupos de polinizadores presentes no pomar de macieiras, no segundo ano do ensaio, observou-se e contabilizou-se durante 10 segundos o número de visitas dos insetos polinizadores por árvore e por distância e, também, o número de entrada e saída de abelhões de cada colmeia. Durante o período de floração foram realizadas quatro observações ao longo do dia (às 8, 11, 14 e 17 horas).

Resultados e discussão

Efeito dos polinizadores no vingamento de frutos

Relativamente ao vingamento dos frutos (figura 3), no primeiro ano do ensaio, o efeito dos abelhões verificou-se aos 20 m e 70 m (84,16%) de distância da colmeia, uma vez que se obteve maior percentagem de vingamento. Nesse ano, não se avaliou a eficácia dos abelhões aos 0 m de distância da colmeia. Em 2016, as flores mais visitadas pelos insetos polinizadores foram nas árvores distanciadas a 50 m da colmeia (61,89%), seguida dos 0 m (47,16%), e a menor aos 70 m de distância (17,93%).

As condições climáticas e a época de floração não foram semelhantes nos dois anos do ensaio, daí que os resultados apresentados não sejam concordantes, uma vez que são fatores

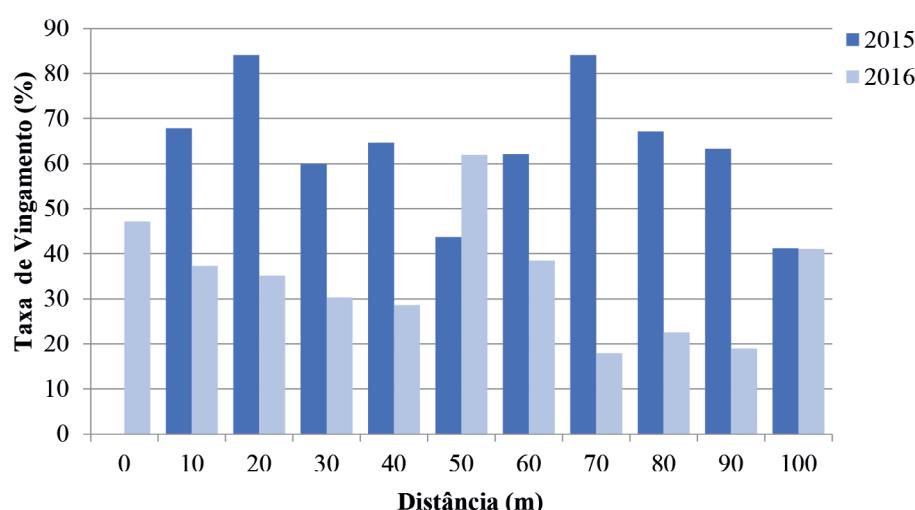


Figura 3 – Vingamento médio dos frutos, em percentagem, em função da distância das árvores à colmeia, nos dois anos do ensaio

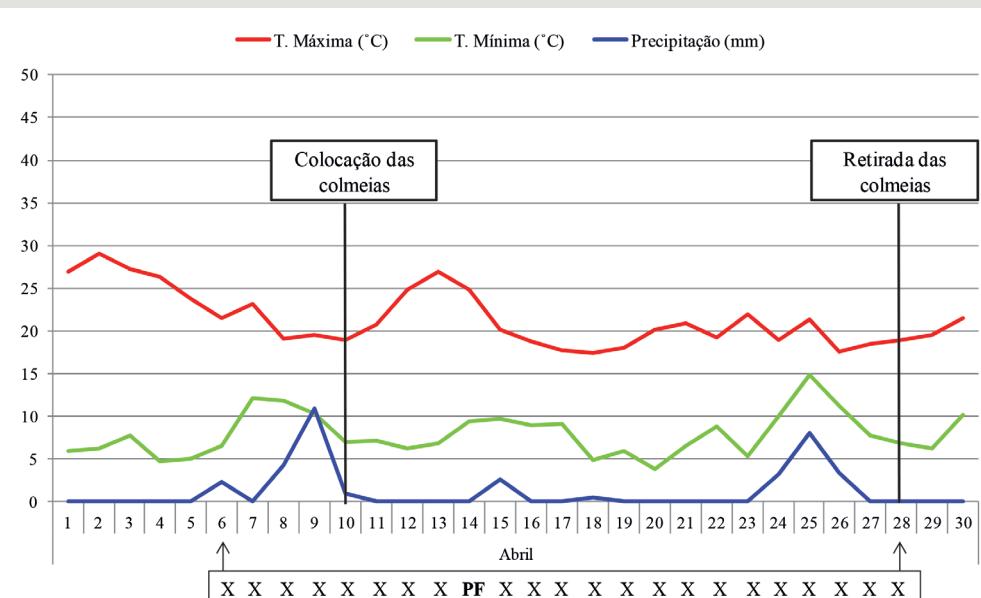


Figura 4 – Temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação (mm) registadas no mês de abril de 2015. Datas de colocação e retirada das colmeias no pomar experimental e o período de floração no primeiro ano do ensaio

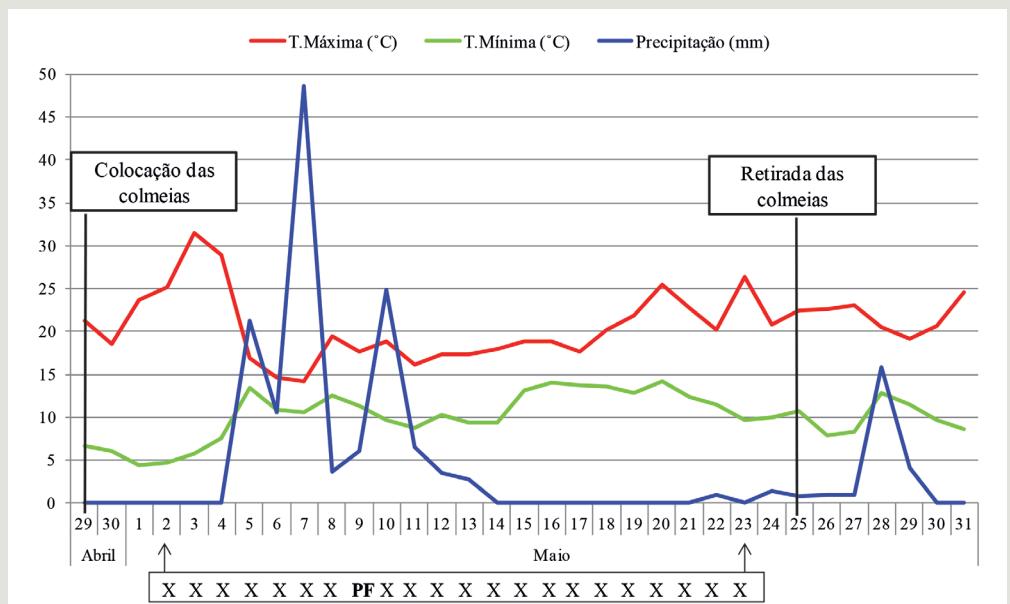


Figura 5 – Dados climáticos [temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação (mm)] registrados no mês de abril e maio de 2016. Datas de colocação e retirada das colmeias no pomar experimental e o período de floração no segundo ano do ensaio

QUADRO 1 – VALORES MÉDIOS DO PESO DOS FRUTOS, RELAÇÃO A/D, COR, FIRMEZA, SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS E NÚMERO DE SEMENTES, EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA À COLMEIA DE ABELHÕES (ANO DE 2015)

Distância (m)	A/D	Peso (g)	Cor (1 – 5) ⁽¹⁾	Firmeza (kg cm ⁻²)	TSS (°Brix)	N.º sementes
10	1,16	147,8	1,8	6,6	13,0	1,6
20	1,15	154,9	3,0	7,2	12,5	5,0
30	1,13	159,3	2,7	6,8	12,5	3,5
40	1,07	188,7	2,2	6,5	13,5	3,8
50	1,05	181,0	2,5	6,6	13,5	3,4
60	1,12	159,3	2,2	6,8	13,5	3,8
70	1,11	164,2	2,1	7,1	13,0	5,9
80	1,09	187,4	2,7	6,4	13,8	5,5
90	1,09	181,3	2,5	6,5	15,0	4,6
100	1,06	176,2	2,0	6,8	14,0	4,4

⁽¹⁾ Coloração vermelha, código CTIFL

QUADRO 2 – VALORES MÉDIOS DO PESO DOS FRUTOS, RELAÇÃO A/D, COR, FIRMEZA, SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS E NÚMERO DE SEMENTES, EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA À COLMEIA DE ABELHÕES (ANO DE 2016)

Distância (m)	A/D	Peso (g)	L* ⁽²⁾	a* ⁽²⁾	b* ⁽¹⁾	Firmeza (kg cm ⁻²)	TSS (°Brix)	N.º sementes
0	1,13	162,7	50,6	33,8	25,3	6,93	14,28	7,0
10	1,14	148,2	54,3	29,0	24,9	7,01	14,00	4,2
20	1,16	154,6	53,0	31,7	28,1	7,17	14,70	4,6
30	1,15	176,7	59,1	24,4	28,0	6,63	13,90	3,5
40	1,12	143,7	54,7	30,2	27,7	7,29	14,22	4,8
50	1,13	132,2	56,6	24,9	26,1	7,42	14,24	6,0
60	1,13	170,6	50,1	33,9	23,6	6,64	14,30	4,2
70	1,14	150,8	54,3	31,4	26,8	7,27	14,82	2,7
80	1,15	154,0	51,5	29,4	23,4	7,42	13,78	5,2
90	1,12	169,8	51,6	34,3	27,5	6,33	14,36	4,8
100	1,12	174,7	55,1	29,2	29,4	6,60	15,22	4,2

⁽²⁾ Técnica CIELab

que afetam diretamente a atividade dos insetos polinizadores e a produção de pólen e néctar das flores (Yuri, 2005; Martín et al., 2015). Assim, de modo a compreender-se melhor os resultados obtidos, apresentam-se, nas figuras 4 e 5, os principais dados climáticos (temperatura máxima, mínima e precipitação) que ocorreram durante o ensaio. No primeiro ano do ensaio, as temperaturas foram razoáveis para a circulação dos abelhões, ocorrendo apenas alguma precipitação no final da floração, como mostra a figura 4. Em 2016, as colmeias de abelhões foram colocadas no pomar mais cedo do que é recomendado (com 10 a 15% de flores abertas) para não se perderem as flores que estavam recetivas, uma vez que se previa intensa precipitação. Neste ano, o período de floração atrasou um mês em relação ao ano anterior e as condições climáticas durante esse período não foram as mais favoráveis à circulação dos insetos polinizadores, como se verifica na figura 5.

A intensa precipitação, a nebulosidade, o vento e as temperaturas baixas que ocorreram quando o pomar se encontrava com mais de 50% de flores abertas, afetaram bastante a atividade dos insetos polinizadores no segundo ano do ensaio, no entanto, foi possível verificar o seu efeito no vinga-

mento, como se mostrou anteriormente e, também, no número de sementes por fruto, como se analisa seguidamente.

Efeito dos polinizadores na qualidade dos frutos

Os frutos polinizados apresentam maior calibre e peso, uma epiderme com menor grau de rugosidade, são menos ácidos e caracterizam-se por possuir maior número de sementes (Martín et al., 2015). Assim, no quadro 1 e 2 apresentam-se os resultados obtidos na análise dos parâmetros de qualidade e do número de sementes por frutos em 2015 e 2016, respetivamente.

No ano de 2015, a forma das maçãs (razão altura (A)/diâmetro (D)) variou entre 1,05 (frutos mais arredondados) e 1,16 (frutos mais alongados), obtidos aos 50 m e 10 m, respetivamente. O maior peso médio das maçãs (188,7 g) verificou-se aos 40 m. Aos 20 m de distância da colmeia, as maçãs apresentaram uma coloração mais vermelha e estavam menos maduras (maior firmeza). O maior teor de sólidos solúveis (15 °Brix) registou-se nos frutos colhidos aos 90 m de distância da colmeia. Quanto ao maior n.º de sementes médio por fruto (6), observou-se aos 70 m de distância da colmeia, que coincide com o maior vingamento de frutos.

No quadro 2 apresentam-se os resultados obtidos para o segundo ano do ensaio, em que se verifica uma homogeneidade na forma dos frutos nas diferentes distâncias à colmeia (entre 1,12 e 1,16). O maior peso médio (176,7 g) registou-se aos 30 m. Aos 90 m as maçãs apresentaram uma coloração mais vermelha. Os frutos mais doces obtiveram-se aos 100 m (15,22 °Brix). O maior número de sementes (7) registou-se nos frutos que estavam junto da colmeia. As maçãs com maior firmeza (7,42 kg cm⁻²) obtiveram-se aos 50 m. Assim, o efeito dos abelhões verificou-se aos 20 m de distância e entre 70 e 80 m, no primeiro ano do ensaio, enquanto no ano seguinte observou-se nas árvores distan-



Figura 6 – Maçãs 'Galaxy' com coloração mais vermelha

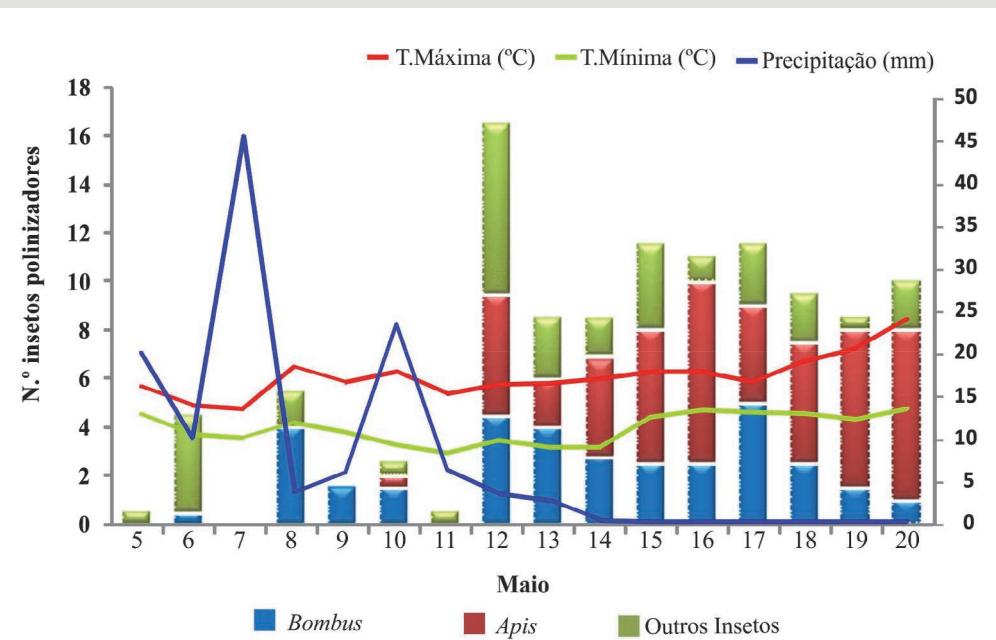


Figura 7 – Número de visitas diárias dos diferentes grupos de insetos em flores de macieira 'Galaxy' e os dados meteorológicos (temperatura máxima e mínima, precipitação) registrados pelo IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P) nos dias 5 a 20 de maio de 2016

ciadas aos 0 m e 50 m da colmeia, uma vez que se obteve maior vingamento de maçãs e maior número médio de sementes. Estes frutos apresentam uma coloração mais intensa, o que os valoriza comercialmente. Além disso, as sementes são importantes na produção de hormonas, nomeadamente auxinas e giberelinas, as quais podem melhorar o crescimento do fruto e a translocação dos elementos minerais (Buccheri & Di Vaio, 2004) e uma maior estabilidade em pós-colheita (Yuri, 2005).

Estes resultados mostram que, de facto, as condições meteorológicas interferem na atividade dos insetos polinizadores, pois no primeiro ano ocorreu pouca precipitação no momento da floração, as temperaturas apresentaram valores mais elevados e um céu limpo, o que levou os abelhões a distanciarem-se mais da colmeia (70 e 80 m), enquanto no ano seguinte, com o céu encoberto e com a precipitação, os abelhões procuraram o alimento mais próximo da colmeia (entre os 0 e 50 m). Segundo Wolf e Moritz (2008), ao avaliar a distância máxima na dispersão do pólen pelos abelhões, verificaram que não se afastam muito da colmeia, ao contrário das abelhas, o que pode ser vantajoso para a redução de pragas e doenças no pomar, uma vez que estes são os principais vetores de transmissão.

Atividade dos polinizadores em flores de macieira 'Galaxy'

O número de visitas varia segundo as espécies dos insetos polinizadores, em função das condições meteorológicas, do estado de desenvolvimento da colmeia, incluindo a

densidade ou abundância de flores visitadas. Assim, os insetos polinizadores observados durante o período de floração foram os abelhões (Bombus), as abelhas domésticas (do género *Apis*) e outros insetos, como os sirídeos e moscas.

A figura 6 apresenta a atividade de cada um dos grupos de insetos polinizadores ao longo da floração do segundo ano do ensaio, em que se mostra a ligação direta com as condições climáticas e a importância da utilização de colmeias de *Bombus* nos pomares de macieiras, uma vez que nos períodos de maior precipitação e de temperaturas mais baixas, os abelhões continuaram ativos. Nas observações efetuadas ao longo do dia, verificou-se que os *Bombus terrestris* circulavam em maior número durante a tarde (14 h), no entanto, permaneciam de forma mais ou menos constante no pomar. As abelhas do género *Apis* foram observadas, principalmente, no período da tarde (entre as 14 h e as 17 h), surgindo em maior número na fase final da floração, coincidindo com o aumento da temperatura máxima. Os outros insetos estiveram presentes ao longo do dia, exceto no período da manhã.

Conclusão

A polinização através de insetos assume elevado interesse que se deve à presença de sementes nos frutos, sendo um fator importante na qualidade, quantidade e segurança alimentar. Frutos com maior número de sementes são mais homogéneos, apresentam bom calibre e peso e, além disso, permitem ao consumidor a compra de um produto com mais sabor.



Figura 8 – Maçã da cv. 'Galaxy' com todas as sementes

As colmeias de abelhões podem ser uma alternativa à polinização tradicional com abelhas ou outros insetos, por permitirem o seu transporte entre pomares a curtas distâncias, por circularem em condições climáticas instáveis e, ainda, por percorrem menores distâncias a partir da colmeia, de forma a reduzirem a disseminação de doenças e pragas de um pomar para outro, nomeadamente, o fogo bacteriano em que o principal vetor são os insetos polinizadores. Apesar de se ter demonstrado a importância da utilização de *Bombus terrestris* (L.) na polinização de pomares de macieiras cv. 'Galaxy' para o vingamento de frutos, para a formação de sementes e para a melhoria do sabor dos frutos, considera-se importante a repetição deste estudo para nos permitir aferir os resultados obtidos e, assim, ajudar a definir qual o número de colmeias de abelhões necessárias por hectare de pomar de macieiras. ☈

Bibliografia

- Ahmad, M.; Bodlah, I.; Mehmood, K.; Sheikh, U.; Aziz, M. (2015). Pollination and Foraging Potential of European Bumblebee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) on Tomato Crop under Greenhouse System. *Pakistan Journal Zoological*, vol. 47(5), pp. 1279-1285.
- Buccheri, M. & Di Vaio, C. (2004). Relationship among seed number, quality and calcium content in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 27, N.º 10, pp. 1735 - 1746.
- Martín, L.O.A.; Castiel, A.F.; Sandoval, E.V. (2015). Guía de Campo de los polinizadores de España. Ediciones Mundi-Prensa, Espanha. ISBN: 978-84-8476-657-5.
- Wolf, S. e Moritz, R.F.A. (2008). Foraging distance in *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 39, pp. 419-427.
- Woodcock, T. (2012). Pollination in the Agricultural Landscape. Best Management Practices for Crop Pollination. Canadian Pollination Initiative, University of Guelph. (<http://www.pollinator.ca/canpolin/index.html#>) (consultado a 3 novembro de 2016).
- Yuri, J.A. (2005) – Floración de Manzanos. Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Pomáceas, Vol. 5, N.º 5. ISSN 0717-6910.