

Polinizadores Associados à Floração de Repolho *Brassica oleracea* L. var. capitata



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
299**

Polinizadores Associados à Floração de
Repolho *Brassica oleracea* L. var. capitata

Luis Fernando Wolff
José Ernani Schwengber
Juliana Wegner

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2018

Embrapa Clima Temperado 24
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente
Enio Egon Sosinski

Secretário-Executivo
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luíza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Fernando Jackson

Foto capa
Luís Fernando Wolff

1ª edição
Obra digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

W854p Wolff, Luis Fernando

Polinizadores associados à floração de repolho
Brassica oleracea L. var. capitata / Luis Fernando Wolff,
José Ernani Schwengber, Juliana Wegner. - Pelotas:
Embrapa Clima Temperado, 2018.

34 p. (Boletim / Embrapa Clima Temperado,
ISSN 1678-2518 ; 299)

1. Polinização. 2. Brassica oleracea capitata.
3. Inseto polinizador. I. Schwengber, José Ernani.
II. Wegner, Juliana. III. Título. IV. Série.

CDD 571.8

Marilaine Schaun Pelufê – CRB-10/1274

© Embrapa, 2018

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	16
Resultados e Discussão	14
Conclusões.....	30
Referências	31

Polinizadores Associados à Floração de Repolho *Brassica oleracea* L. var. capitata

Luis Fernando Wolff¹
José Ernani Schwengber²
Juliana Wegner³

Resumo - Foi identificada a entomofauna polinizadora associada à floração de repolho *Brassica oleracea* L. var. capitata no município de Pelotas, no sul do Rio Grande do Sul, Bioma Pampa. Os polinizadores foram registrados por observação direta em quadrantes de 0,25 m x 0,25 m (625 cm²) nas inflorescências, durante o tempo de 5 minutos e observações de hora em hora durante todo o dia, com quatro repetições por observação e em três dias diferentes. Insetos da ordem Hymenoptera (94,96%) foram os visitantes florais mais abundantes, seguidos por Diptera (4,32%), Coleoptera (0,42%), Lepidoptera (0,18%) e Hemiptera (0,12%). Entre os himenópteros, destacaram-se as abelhas 'indígenas sem ferrão' (Apidae: Meliponini: 66,75%), seguidas pelas abelhas melíferas africanizadas (*Apis mellifera*: Apidae: Apini: 19,91%), vespas (Vespidae: 12,96%) e mamangavas (Apidae: 0,38%). A variação horária no número de himenópteros nas flores de repolho mostrou correlação positiva com a variação de temperatura durante o dia: forte para meliponíneos ($r = 0,82$; $p = 0,05$) e moderada para apíneos ($r = 0,57$; $p = 0,05$). Conclui-se que o uso de abelhas sem ferrão na polinização dirigida de *Brassica oleracea* L. var. capitata apresenta vantagens em relação ao uso de abelhas melíferas africanizadas, e que a adoção de práticas agroecológicas e a conservação de polinizadores nos ambientes naturais favorecem os serviços ambientais de polinização nos ecossistemas agrícolas e no cultivo de repolho para a produção de sementes.

Termos para indexação: abelha; apicultura; meliponicultura, desenvolvimento sustentável; agricultura familiar

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Naturais e Gestão Sustentável, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Acadêmica de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Pollinators Associated to the Flowering of Cabbage *Brassica oleracea* L. var. capitata

Abstract - The pollinating entomofauna associated to flowering of cabbage *Brassica oleracea* L. var. capitata was identified in Pelotas, Southern Rio Grande do Sul State, Brazil, in the Pampa biome. The pollinators were recorded by direct observation on inflorescences, in quadrants of 0.25 mx 0.25 m (625 cm²), during 5 minutes and hourly observations throughout the day, in four repetitions per observation and on three different days. Insects of the Hymenoptera order (94.96%) were the most abundant floral visitors, followed by Diptera (4.26%), Coleoptera (0,42%), Lepidoptera (0,18%) and Hemiptera (0,12%). Among the hymenoptera, the indigenous stingless bees (Apidae: Meliponini: 66.75%) stood out, followed by Africanized honey bees (*Apis mellifera*: Apidae: 19.91%), wasps (Vespidae: 12, 96%) and carpenter bees (Apidae: 0.38%). Variations in the number of Hymenoptera hourly in cabbage flowers showed positive correlation with the temperature variation during the day: strong correlation for Meliponini ($r = 0.82$, $p = 0.05$) and moderate for Apini ($r = 0.57$, $p = 0.05$). We conclude that the application of stingless bees to directed pollination of *Brassica oleracea* L. var. capitata is advantageous in relation to the use of Africanized honey bees. Also, the adoption of agroecological practices and conservation of bees in natural environments favor the environmental service of pollination in agricultural ecosystems.

Index terms: bee; beekeeping; meliponiculture; sustainable development; family farming

Introdução

O repolho (*Brassica oleracea* L. var. capitata) é uma crucífera (Brassicaceae) bastante consumida em todo o Brasil e um importante alimento, rico em vitaminas A, B₁, B₂ e C, além de potássio, fósforo, cálcio e ferro. É uma variedade de couve cujas folhas superiores do caule apresentam a peculiaridade de um crescimento inicial no qual elas encaixam-se umas nas outras, formando uma massa esférica e compacta, como uma cabeça, composta pelas folhas. Como destaca Filgueira (2012), Brassicaceae é a família botânica com o maior número de espécies e de variedades cultivadas. *Brassica oleracea*, por exemplo, apresenta muitas variedades comerciais, desde a couve-folha, couve-flor, brócolis, couve-rábano, couve-de-bruxelas, até o próprio repolho, todas elas originadas da couve silvestre, de ocorrência natural no litoral atlântico da Europa Ocidental e costas do Mar Mediterrâneo (Casseres, 1980; Filgueira, 2012).

Foto: L.F. Wolff



Figura 1. Aspecto da planta de repolho *Brassica oleracea* var. capitata em seu segundo ciclo de crescimento (reprodutivo), iniciando a produção de pendões florais. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Brasil.

B. oleracea L. var. capitata é uma planta herbácea bianual, que demanda a ação de polinizadores em seu segundo ciclo de crescimento reprodutivo (Figura 1).

Além de gerar grãos de pólen pesados, pegajosos e de difícil dispersão pelo vento (WPF, 1987), as plantas de repolho apresentam fatores de autoincompatibilidade floral, frequentes em brássicas. Compostos bioquímicos de reconhecimento, como glicoproteínas, são produzidos por cada planta e são únicos, permitindo que a planta se autorreconheça e induza o aborto de seus próprios grãos de pólen ao germinarem em seus estigmas (WPF, 1987).

No caso do repolho, o mecanismo básico de autoincompatibilidade é determinado pelo fato de que os tubos polínicos

de seus grãos de pólen crescem mais lentamente do que os tubos polínicos dos grãos de pólen oriundos de outras plantas de repolho, impedindo ou limitando a sua autofecundação (Casseres, 1980). Por essa razão, a produção de sementes em repolho depende de uma eficiente polinização cruzada para produzir sementes com qualidade, tamanho e peso adequados. Por meio da polinização cruzada, as plantas de repolho garantem que seus genes ficarão bem distribuídos em toda a população (WPF, 1987).

Não obstante, sementes de repolho de qualidade são de difícil produção e exigem dedicação e especialização por parte dos agricultores, além de localização e clima favoráveis. Sob temperaturas excessivamente baixas em sua fase inicial de crescimento, em vez de florescer apenas no segundo ano de vida, as plantas de repolho geram talos florais prematuros (Casseres, 1980). Entretanto, em situações normais, após o crescimento vegetativo e expostas ao frio do inverno as plantas despertam para seu ciclo de crescimento reprodutivo e iniciam o desenvolvimento de pendões florais. Cada planta de repolho gera até 12 pendões e uma média de 94 flores, cujas corolas de cor amarela rondam os 14 mm de diâmetro (Verma; Partap, 1994). As flores geralmente abrem pela manhã e se mantêm abertas por dois ou três dias, em um ciclo de antese floral que se estende pelo período de aproximadamente um mês. A polinização cruzada, além de favorecer a produção e a produtividade de sementes de repolho, promove o intercâmbio genético intraespecífico, mecanismo gerador de biodiversidade e amplificador da base de variabilidade genética da cultura (WPF, 1987; Nascimento, 2014).

Entre os insetos polinizadores, as abelhas melíferas desempenham um papel muito importante para o funcionamento dos ecossistemas em geral (Freitas; Pinheiro, 2010) e das comunidades vegetais nativas e cultivadas, pois, apesar de serem generalistas, polinizando diferentes espécies botânicas, as abelhas trabalham com 'intensidade', 'tenacidade' e 'fidelidade' (Wolff et al., 2008), não misturam os grãos de pólen de uma espécie vegetal com outra durante sua visita às flores, mantendo-se nas flores da mesma espécie botânica enquanto essas fornecerem néctar e pólen suficientes. Paton (1993), analisando a origem floral dos grãos de pólen do corpo de abelhas campeiras de *Apis mellifera*, verificou que 98% do total de grãos de pólen provinham de uma única espécie botânica. Isso lhes garante efetividade superior no serviço de polinização cruzada.

Juntamente com alguns outros organismos, as abelhas polinizam mais de 3/4 das plantas com flores e cerca de 2/3 das plantas cultivadas do mundo (Kevan; Imperatriz-Fonseca, 2002). O ganho de produtividade com a polinização dos cultivos humanos foi estimada por Toledo (2014) em 10% do valor bruto da produção agrícola mundial, de maneira que os benefícios econômicos globais da polinização ultrapassam US\$ 117 bilhões ao ano (Ruggiero; Healy, 2002). Além disso, o serviço ecossistêmico de polinização prestado pelas abelhas também contribui para a proteção e a conservação dos recursos naturais e do meio ambiente (Greenpeace, 2013; Grimm et al., 2012). Nos agroecossistemas, por exemplo, as abelhas (Figuras 2 e 3) são bioindicadores de qualidade ambiental e de sustentabilidade (Wolff et al., 2008).



Foto: L.F. Wolff

Figura 2. Abelha melífera africanizada durante visita às flores de repolho.



Figura 3. Abelha sem ferrão em visita às flores de repolho.

As abelhas são consideradas como efetivas polinizadoras e os principais visitantes florais em repolho (Nascimento, 2014), mas também outros grupos de insetos, como moscas, borboletas e besouros, frequentemente visitam as flores do cultivo. Entretanto, tais grupos de insetos (Figura 4) procuram principalmente néctar (Dorneles et al., 2010) e limitam-se a saciar suas necessidades energéticas e eventualmente proteicas (Rader et al., 2013). As abelhas, por outro lado, coletam incessantemente pólen e néctar, no decorrer de todo o dia, para levá-los como alimento às suas crias e para estocar o excedente em amplos volumes dentro das colmeias (WOLFF, 2008). Movimentam e transportam em seus corpos uma grande quantidade de grãos de pólen da cultura. Bohart et al. (1970), estudando os polinizadores associados à floração de *Allium cepa*, encontraram 255 diferentes espécies de visitantes florais, porém 167 delas foram consideradas raras ou ineficientes e apenas 8 espécies foram aprovadas como polinizadoras suficientemente abundantes e efetivas.



Foto: J. E. Schwengber

Figura 4. Coleóptero durante visita a uma flor de repolho.

Assim como as abelhas melíferas africanizadas, as abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) compõem o grupo de abelhas sociais produtoras de mel e passíveis de manejo e criação intensiva. Apresentam a vantagem de terem ferrão atrofiado e serem nativas dos trópicos e subtropicais brasileiros, onde mostram ampla dispersão (Roubik, 1989) e grande número de espécies (Freitas; Pinheiro, 2010). Sua criação racional para fins comerciais denomina-se 'meliponicultura', uma prática que está em plena ascensão no Brasil, mas que na região Sul ainda precisa de qualificação e melhor difusão. O uso de meliponíneos para polinização dirigida se mostra especialmente adequado na agricultura familiar e na olericultura, pois em sua maioria são abelhas dóceis, de fácil integração em sistemas produtivos e, como apontam Castro et al. (2006) e Witter et al. (2014b), próprias para pequenas áreas e cultivos protegidos. Suas colônias são perenes e podem ser transportadas, inspecionadas, manejadas e multiplicadas (Heard, 1999; Witter; Nunes-Silva, 2014), facilitando processos de polinização dirigida.

Entretanto, a despeito dessa importância das abelhas, um grande declínio de polinizadores tem sido observado na América do Norte, Europa, Rússia e América Latina (Kevan; Imperatriz-Fonseca, 2002; Brasil, 2004, 2006; Imperatriz-Fonseca et al., 2012). No Brasil, os pesticidas utilizados na agricultura convencional têm causado impactos muito negativos sobre a diversidade e a quantidade de polinizadores em áreas agrícolas e têm contribuído para baixas produtividades em várias culturas (Freitas; Pinheiro, 2010). Tal situação no meio rural é especialmente dramática para abelhas nativas sem ferrão, que vêm desaparecendo em quantidade de enxames e em diversidade de espécies, uma vez que têm estreita dependência por habitats florestais preservados (Santos, 2010; Witter et al., 2014a).

Foto: L.F. Wolff



Figura 5. Aspecto parcial da lavoura de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* na Estação Experimental Cascata, da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Brasil.

Nesse sentido, o monitoramento da entomofauna polinizadora nos cultivos de *Brassica oleracea* var. *capitata* contribui para o cumprimento dos objetivos da Convenção de Biodiversidade (Brasil, 2000) e da Iniciativa Brasileira de Polinizadores (Brasil, 2004, 2006) e colabora para o reconhecimento dos fatores agroecossistêmicos locais que, unidos aos fatores socioculturais, conformam as bases estratégicas da transição agroecológica (Embrapa, 2006; Gliessman, 2007; Rist; Alders, 1993) e da busca participativa de níveis crescentes de sustentabilidade dos sistemas agropecuários (Figuras 5 e 6).



Foto: L.F. Wolff

Figura 6. Abelhas sem ferrão em visita a flores de repolho.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Cascata, da Embrapa Clima Temperado, no interior do município de Pelotas, região Sul do Rio Grande do Sul. A localidade está inserida no Bioma Pampa, com relevo variando de ondulado a fortemente ondulado. O clima, pela classificação de Köppen, é subtropical úmido a temperado (Cfa) e a vegetação, de acordo com Marchiori (2002), é composta pelas classes de cobertura florestal e campestre, respectivamente Floresta Estacional Semidecidual e Estepe (Cordeiro; Hasenack, 2009), com classe de uso do solo Agropecuária, alternando lavouras anuais com campos de pastagem e com matas.

A lavoura experimental de *Brassica oleracea* L. var. capitata foi conduzida e manejada em sistema de produção de base ecológica, com adubação orgânica e mineral pouco solúvel e sem o uso de agrotóxicos (Figuras 7, 8 e 9). Durante a plena floração do cultivo, nos meses de outubro e novembro,

a fauna polinizadora foi avaliada. O procedimento se deu pela observação direta e contagem dos organismos nas flores no período da plena antese, seguindo metodologia descrita por Wolff et al. (2007).

Foto: J. E. Schwengber



Figura 7. Aspecto da lavoura experimental de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Brasil.

Por meio da contagem durante períodos de 5 minutos para cada parcela, foi registrado o número, a classificação entomológica e o comportamento dos visitantes florais no decorrer de todo o dia, das 8 horas às 17 horas, com observações a cada hora cheia, com quatro repetições por observação e em três dias diferentes. Cada parcela de observação foi composta por um quadrante de 25 cm x 25 cm de inflorescências (0,0625 m²) e as observações se deram em dias ensolarados e sem vento, registrando-se também as condições climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) a cada momento de observação.

As plantas de *Brassica oleracea* var. *capitata* selecionadas apresentavam semelhante quantidade de flores nos quadrantes de observação e estavam no período de plena floração durante as avaliações. Os registros climáticos

foram obtidos a partir da base de dados climáticos da Estação Automática de Meteorologia da Embrapa Clima Temperado, situada em Pelotas, em ponto geográfico com proximidade ao local de estudo, além de clima e relevo semelhantes.



Figura 8. Aspecto das linhas de cultivo de repolho, Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Brasil.

Os dados de campo foram tabulados em planilha eletrônica, foram calculadas as médias e aplicado o teste de correlação de Pearson (r), avaliando possíveis correlações das frequências de forrageio apresentadas pelas abelhas com os fatores abióticos significativos ao trabalho das mesmas (Kaps; Lamberson, 2004; Wolff, 2008). Foram considerados os fatores ambientais temperatura e umidade relativa do ar a cada hora de registro, e os respectivos números de organismos observados em atividade sobre as flores. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa *BioEstat 5.0*, em conformidade com Ayres et al. (2007), em nível de significância de 0,05. Valores de ' r ' entre 0,70 e 1,0 foram considerados como correlação positiva forte,

entre 0,3 e 0,7, correlação moderada, e abaixo de 0,3, correlação fraca ou inexistente.

Foto: L.F. Wolff



Figura 9. Abelha africanizada recolhendo néctar e pólen durante visita às flores de repolho.

O trabalho fez parte do projeto de pesquisa ‘Qualificação da Produção de Mel na Região Sul do RS – Projeto QualiMel’, desenvolvido pela Embrapa Clima Temperado em parceria com instituições de pesquisa e extensão locais, como Universidade Federal de Pelotas, Emater e Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia, além de agricultores familiares, apicultores e técnicos multiplicadores envolvidos na produção de sementes de hortaliças.

Resultados e Discussão

As observações de campo confirmaram o valor apícola da floração de *Brassica oleracea* var. *capitata* para abelhas nativas sem ferrão e para abelhas melíferas africanizadas, comprovando-se que tanto pólen quanto néctar de suas flores são coletados pelas abelhas e levados às colmeias.

Durante o total dos períodos de observação, correspondendo a 4 repetições de 5 minutos a cada hora inteira e em 3 dias (total de 600 minutos), foram registrados 1.665 visitantes nas flores de repolho, alcançando uma frequência aproximada de quase 3 organismos por minuto nos quadrantes de 0,0625 m² (0,25 x 0,25 m). Suas distribuições médias durante o transcorrer dos três dias durante o período de floração são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Números médios de insetos visitantes florais de repolho (*Brassica oleracea* L. var. capitata: Brassicaceae) coletando néctar e/ou pólen, no espaço de tempo de 5 minutos e repetições de hora em hora, em quadrantes de 0,25 m x 0,25 m, na Embrapa Clima Temperado, município de Pelotas, RS (médias de quatro repetições para cada horário e três dias de observações (19 out., 23 out. e 06 nov.).

Hora da observação Insetos observados	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
Hymenoptera: Meliponini (abelhas sem ferrão)	0,0	4,0	6,6	8,8	10,8	13,1	14,6	34,0	10,5	8,3
Hymenoptera: Apini (abelhas africanizadas)	0,1	1,3	1,8	2,4	3,00	3,5	3,9	3,6	3,6	3,1
Hymenoptera: vespas	0,0	1,0	1,9	1,5	2,3	2,3	1,8	2,0	2,8	1,5
Hymenoptera: mamangavas	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Diptera: moscas	0,3	0,6	0,7	0,5	0,6	0,2	0,6	0,6	0,6	1,4
Coleoptera: besouros	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2
Lepidoptera: borboletas	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hemiptera: percevejos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0

Conforme os dados da Tabela 1, insetos das ordens Hymenoptera (abelhas, vespas e mamangavas) e Diptera (moscas) foram os visitantes florais mais abundantes (99,28% do total para os três dias de avaliações), mas com um predomínio absoluto dos himenópteros (94,96% do total para os três dias de avaliação). Além desses, também Coleoptera (besouros), Lepidoptera (borboletas) e Hemiptera (percevejos) visitaram as flores de repolho, mas

em números muito menores. Fora da classe Insecta, não ocorreram outros organismos polinizadores nos períodos observados (Tabela 2 e Figura 10).

Tabela 2. Números totais das três contagens de insetos visitantes florais de repolho, no espaço de tempo de 5 minutos e repetições de hora em hora, em quadrantes de 0,25 m x 0,25 m, na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS (valores totais de 4 repetições/horário e 3 dias de observação).

Hora da observação Insetos observados	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
Hymenoptera	1	76	124	153	196	228	243	203	202	155
Diptera	4	7	8	6	7	2	7	7	7	17
Coleoptera	0	0	1	0	1	1	1	1	0	2
Lepidoptera	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Total (1.665)	6	84	133	160	204	231	252	212	209	174

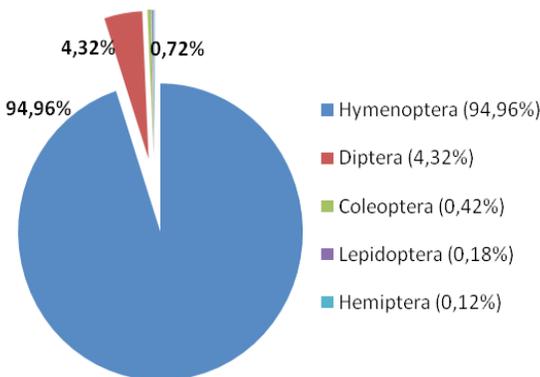


Figura 10. Percentuais dos números totais das três contagens de insetos visitantes florais de repolho, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS (totais de 4 repetições/horário e 3 dias de observação).

O resultado observado, de amplo predomínio de Hymenoptera sobre os demais grupos de insetos, corrobora os dados de Rader et al. (2013), que apontam maior representatividade dessa ordem, seguida de Diptera, em *Brassica rapa* (nabo). Esses autores destacam que as moscas, apesar de menor presença e menor diversidade de espécies do que as abelhas,

complementam e contribuem para regular as lacunas de atividade das primeiras. WPF (1987), entretanto, defende a superioridade e efetividade das abelhas, argumentando que elas são mais ativas e, enquanto coletam néctar e pólen nas flores de repolho, movem-se de planta em planta e garantem a polinização cruzada, por meio da qual as informações genéticas das plantas são amplamente transferidas na lavoura.

A partir dos dados da Tabela 1, verifica-se que entre os himenópteros as abelhas indígenas sem ferrão (Meliponini) foram as mais frequentes, seguidas pelas abelhas melíferas africanizadas (Apini: *Apis mellifera*) e pelas vespas, mostrando maior número de visitas florais a partir do meio da manhã até o início da tarde.

A maior frequência de visitas ocorreu entre 12h e 16h, com pico às 14h (Figura 11).

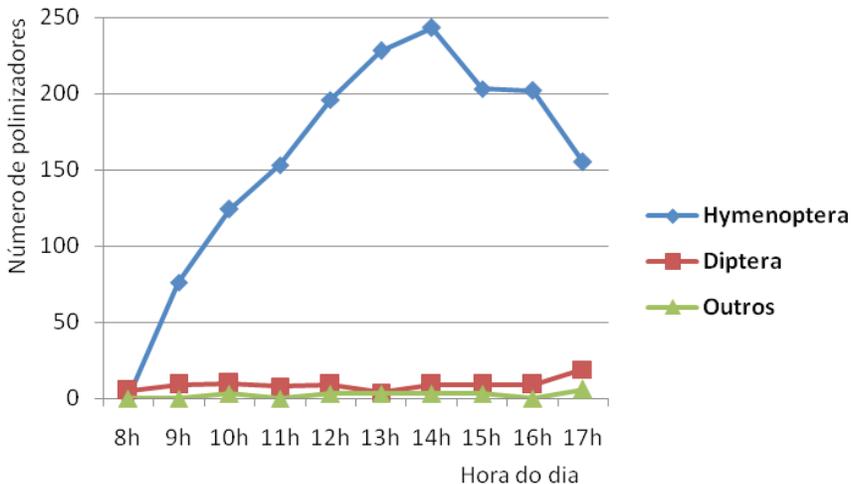


Figura 11. Distribuição das frequências dos grupos de organismos visitantes florais de repolho, coletando néctar ou pólen no espaço de tempo de 5 minutos e a cada hora, em quadrantes de 0,25 m x 0,25 m, na Embrapa Pelotas, RS (totais das 4 repetições e 3 dias de observação).

O pico de visitação não coincidiu com o momento de máxima elevação solar (12h), mas o crescimento numérico de polinizadores acompanhou a elevação da temperatura ambiente (8h: 17,4 °C; 9h: 18,3 °C; 10h: 19,5 °C; 11h: 22,9 °C; 12h: 24,7 °C; 13h: 28,5 °C; 14h: 28,5 °C; 15h: 33,3 °C; 16h: 28,5 °C; 17h: 28,5 °C). Tal observação corrobora com o que apontam Barbosa et al. (2016) e Morato e Campos (2000), ao afirmarem que a proximidade do meio-dia, em função da incidência solar e temperaturas mais elevadas, acarreta maior visitação floral pelas abelhas. Entretanto, no presente trabalho o número de visitantes florais continuou crescendo até às 15h, sem a correspondente eleva-

ção das temperaturas no período, que se mantiveram praticamente estáveis durante a tarde (das 12h às 17h, apesar de uma elevação pontual às 15h).

Essa falta de correspondência exata entre a visitação floral e a elevação da temperatura também foi observada em trabalhos com outras espécies em floração, cujos picos de visitação por abelhas foram verificados em horários diversos (Wolff et al., 2007; Wolff, 2014; Wolff et al., 2016), indicando que o horário de visitação das abelhas durante o dia está associado não somente às oscilações térmicas que ocorram no período de um dia, mas também às características botânicas da flora apícola, seus fluxos de néctar durante o dia, e ao comportamento específico dos diferentes polinizadores.

Mesmo assim, é possível concluir que as flutuações de temperatura ocorridas durante o dia afetam a dinâmica de visitação nos repolhos em flor. A influência dos fatores abióticos nas atividades de campo costuma ser mais forte sobre as várias espécies de abelhas sem ferrão, mais suscetíveis às condições ambientais. Os dados obtidos quanto às variações da umidade relativa do ar no período, por sua vez (8h: 67%; 9h: 67%; 10h: 67%; 11h: 45%; 12h: 40%; 13h: 36%; 14h: 37%; 15h: 31%; 16h: 39%; 17h: 38%), não foram suficientemente expressivos para confirmar correlação significativa com as variações observadas na frequência de visitação pelos polinizadores.

Conforme observa-se na Figura 11, os insetos da ordem Hymenoptera mostraram uma distribuição normal centralizada, enquanto que os Diptera mostraram uma distribuição linear relativamente homogênea durante todo o dia, com um certo deslocamento de visitas para o período da tarde. Coleoptera e Hemiptera, apesar do pequeno número de indivíduos nas flores de repolho, mostraram uma tendência semelhante, enquanto que Lepidoptera visitou as flores nas áreas observadas apenas no período da manhã.

Entre os himenópteros, verificou-se nos três diferentes dias de observação uma predominância de abelhas sem ferrão, com frequência significativamente menor de abelhas melíferas africanizadas (Figura 12).

Considerando-se a totalidade dos três dias, a frequência das abelhas sem ferrão foi de 66,75% dos himenópteros, enquanto que as abelhas africanizadas ficaram em 19,91%, vespas ficaram em 12,96% e mamangavas em 0,38%. As abelhas africanizadas não alcançaram 1/3 do número de abelhas sem ferrão nos horários de pico das visitas às flores de *Brassica oleracea*

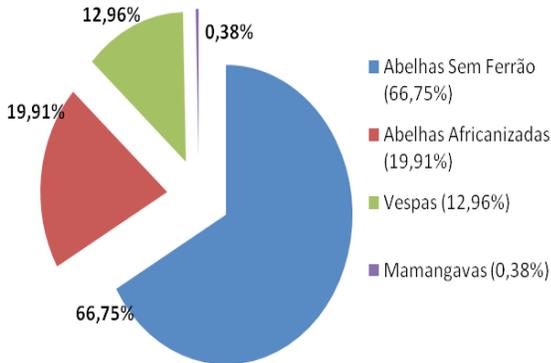


Figura 12. Percentuais dos números totais das três contagens de himenópteros visitantes florais de repolho, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS (totais de 4 repet/horário e 3 dias de observação).

maior insolação e às temperaturas mais altas do dia. Em abelhas sem ferrão (Figura 14), observou-se um pico de visitas entre 11h e 16h. Com exceção do primeiro horário das contagens (nenhum meliponíneo), foi observado durante o transcorrer do dia um número muito maior de abelhas sem ferrão do que qualquer outro inseto nas flores de *Brassica oleracea* var. capitata. Com base nos dados da Tabela 1, observa-se que os meliponíneos representaram 57,14% e 59,40% do total de insetos nas duas horas seguintes de observação, às 9h e às 10h, respectivamente, em seguida alcançando o patamar de 66,25%, 63,23%, 67,96%, 69,44%, 64,15% e 60,29% do total de insetos no período das 11h às 16h, e posteriormente voltando a 57,47% do total de insetos observados, ao final da tarde, às 17h. Tais dados são de especial interesse para meliponicultores e para a tomada de decisão quanto à integração de colônias de abelhas sem ferrão ao sistema de produção de sementes.

As visitas de abelhas melíferas africanizadas às flores de *Brassica oleracea* var. capitata mostraram-se tímidas às 8h (com 16,66% do total de polinizadores nesse horário), com um leve aumento relativo às 9h (19,05% do total no horário) e uma suave oscilação nesse patamar das 10h às 14h (15,75%, 18,12%, 17,65%, 18,18% e 18,65%, respectivamente). Sua frequência relativa só aumentou, ainda que suavemente, das 15h às 17h (20,28%, 20,57% e 21,26%, respectivamente).

var. capitata. Em números absolutos, encontrou-se 315 abelhas melíferas africanizadas (29,82%) para um total de 1.056 abelhas sem ferrão.

Quanto à distribuição das frequências de visitas florais, a maioria ocorreu entre 12h e 16h, com pico às 14h e 13h (Figura 13).

As maiores frequências totais de insetos, entre 12h e 16h, correspondem à

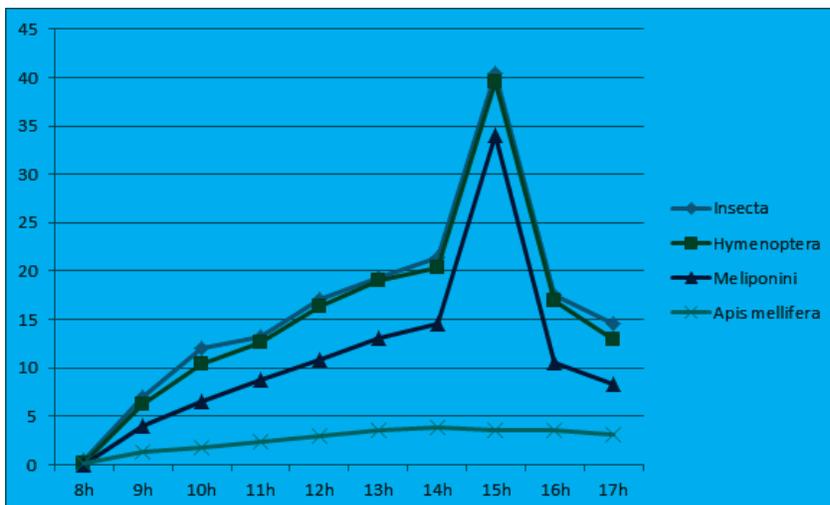


Figura 13. Distribuição das frequências dos grupos de visitantes florais de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata*, coletando néctar ou pólen no espaço de tempo de 5 minutos e a cada hora, em quadrantes de 0,25 m x 0,25 m, na Embrapa, município de Pelotas, RS (valores médios de quatro repetições para cada horário nos 3 dias de observação).

Quanto às vespas, foi observada uma significativa presença sobre as flores de repolho, com participação igual ou ligeiramente superior a 30% do total de polinizadores às 10h, 12h, 15h, 16 e 17h (34,33%, 33,33%, 30,77%, 41,77% e 30,00%, respectivamente). Os mamangavas, presentes unicamente entre 10h e 14h, apenas se aproximaram de 5% do total de insetos na observação das 12h (4,94%). Nas condições de campo em que foi conduzido o experimento, a representatividade dos mamangavas como agentes polinizadores em repolho foi nula fora desses horários.

Verma e Partap (1994), observando a visitação de abelhas melíferas em floração de repolhos, também registraram uma atividade máxima de visitação entre 11h e 13h. Por outro lado, Rader et al. (2013) apontam que em floração de nabos o horário das 10h foi o que apresentou taxa geral de visitação de insetos mais elevada. Destacam, entretanto, que ao considerar apenas as abelhas melíferas, o horário de pico mostrou-se deslocado para o início da tarde, até às 14 horas, corroborando com os dados do presente trabalho.

A variação horária no número de himenópteros nas flores de repolho mostrou correlação positiva apenas com a variação de temperatura durante o dia:

'forte' para meliponíneos ($r = 0,82$; $p = 0,05$) e 'moderada' para apíneos ($r = 0,57$; $p = 0,05$). Com base nisso, foi possível concluir que, na polinização de repolho, as oscilações na frequência de visitação das abelhas sem ferrão, e também das abelhas melíferas africanizadas, estão correlacionadas com o aumento da temperatura no transcorrer do dia, mas não com a variação da umidade relativa do ar.

Quanto aos números totais de himenópteros nas três contagens, os meliponíneos (Figura 14) foram os visitantes florais mais abundantes, sendo registrados 1.056 indivíduos desse grupo nas flores durante todo o tempo das observações nos três dias (600 minutos), o que corresponde a uma média de quase duas abelhas sem ferrão a cada minuto num quadrante de $0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ (625 cm^2) de flores de repolho.



Foto: L.F. Wolff

Figura 14. Meliponíneos recolhendo pólen e néctar durante visita às flores de repolho.

Das abelhas africanizadas (Figura 15), por outro lado, foram registrados 315 visitantes dessa espécie nas flores durante os tempos de observações nos três dias (600 minutos), o que corresponde a uma média aproximada de

uma abelha africanizada a cada 2 minutos num quadrante de 0,25 m x 0,25 m (625 cm²) de flores de repolho.

Foto: L.F. Wolff



Figura 15. Abelha melífera africanizada carregando pólen nas pernas traseiras após visita às flores de repolho.

Considerando que a cobertura de floração da lavoura experimental de repolho correspondeu a aproximadamente 1/4 a 1/3 da superfície de plantio, esse número de visitas florais corresponde ao impressionante montante de 260 mil a 346.600 visitas/hectare/dia de abelhas sem ferrão e 66.600 visitas/hectare/dia de abelhas melíferas africanizadas. Essas visitas florais, entretanto, não se distribuem de forma homogênea ao longo do dia, havendo momentos em que ocorreram maiores concentrações e frequências dos polinizadores, notadamente entre 11h e 16h, com pico às 14h.

Verma e Partap (1994) apontaram que em floração de repolhos as abelhas melíferas iniciaram o forrageamento a partir das 6h 30min e cessaram a atividade de voo às 18h 30min, o que sugere que seria importante aumentar o tempo de observações no próximo experimento, iniciando mais cedo e terminando mais tarde no dia. Free e Williams (1973), por outro lado, relativizam a

importância das abelhas melíferas em *Brassica oleracea*, argumentando que a estrutura de suas flores favorece que as abelhas melíferas obtenham néctar sem realizar com efetividade a polinização.

Levando em conta que meliponíneos possuem características vantajosas para a polinização das culturas, em especial em ambientes protegidos ou de intensa circulação de pessoas, por sua baixa defensividade, ausência de ferrão funcional e pequena amplitude de voos de forrageamento, além da sociabilidade e perenidade da população nas colônias, a aplicação de abelhas sem ferrão na polinização dirigida de *Brassica oleracea* var. capitata possivelmente apresenta vantagens em relação ao uso de abelhas melíferas africanizadas.

Entre as medidas de conservação das abelhas sem ferrão (Figura 16), Santos (2010) destaca sua criação em meliponários e a obtenção de benefícios econômicos diretos pelos meliponicultores, quer seja pela venda de mel ou de enxames, quer seja pela prestação de serviços agrícolas de polinização. Isso remete, porém, à necessidade de estratégias voltadas para a proteção de polinizadores nos ambientes naturais e a conservação de seus habitats e de seus locais de nidificação. Halinski et al. (2015) encontraram grande favorabilidade dos remanescentes florestais para a presença e a diversidade de polinizadores em lavouras extensivas de *Brassica napus*, influenciando diretamente em sua maior produtividade. O cuidado com os remanescentes florestais associado ao manejo sustentável dos cultivos favorece e garante bons serviços de polinização nos ecossistemas agrícolas.

Becker et al. (2006) e Rivas (2013) apontam que a manutenção da qualidade ambiental precisa estar conectada ao uso econômico dos recursos naturais, assim como o uso econômico precisa estar associado à sua conservação. Tal argumento faz todo sentido agrônomo e socioeconômico, pois na história da humanidade a agrobiodiversidade e a diversidade cultural sempre caminharam juntas, par e passo (Brasil, 2002), em processos permanentes de coevolução e de cultivo da biodiversidade (Sevilla-Guzmán, 2006; Vara-Sánchez; Cuéllar-Padilla, 2013).

Foto: L.F. Wolff



Figura 16. Meliponíneo carregado de pólen durante visita às flores de repolho.

Entretanto, no Bioma Pampa, sob clima subtropical a temperado, não apenas a frequência de Meliponini é baixa, tanto na natureza quanto em meliponários, mas também sua diversidade (Wolff; Gomes, 2015). Essa limitada ocorrência natural de meliponíneos na região sul do Rio Grande do Sul está ainda agravada pela redução significativa dos fragmentos florestais que lhes permitem nidificar, manter-se e multiplicar-se. Na atualidade, prejuízos diretos à sobrevivência das abelhas no Bioma Pampa têm sido observados (Colussi, 2015; Medeiros, 2016), majoritariamente devido ao uso intensivo dos solos, associado ao desmatamento, ao avanço das monoculturas e a maciças aplicações de agrotóxicos. Como apontam Freitas e Pinheiro (2010), a biodiversidade associada às culturas constitui parte importante dos ecossistemas agrícolas, sendo os polinizadores um dos seus componentes principais. Apesar de tamanha importância, as abelhas sem ferrão encontram-se em processo acelerado de desaparecimento (Figura 17). Santos (2010) cita os desmatamentos e as queimadas como os principais impactos ambientais sofridos pelas abelhas sem ferrão na região Sudeste do Brasil, mas não

deixa de incluir o uso de inseticidas nas áreas agrícolas. Além do seu efeito letal às abelhas, facilmente perceptível pela mortandade de colônias, Freitas e Pinheiro (2010) apontam que os agrotóxicos causam mudanças e efeitos subletais não facilmente observáveis nos enxames, que culminam na ruptura da divisão de trabalho e exclusão social das abelhas contaminadas, podendo traduzir-se em severos danos para a colônia, devido à redução do seu vigor e produtividade.



Foto: L.F. Wolff

Figura 17. Proteção de colônias de abelhas sem ferrão, como a irapuá (*Trigona spinipes* – Hymenoptera: Apidae, Meliponini), favorece a produção de sementes no cultivo de repolho.

Com base na extrema importância da polinização por insetos na produção de sementes de repolho, Nascimento (2014) recomenda a instalação de uma a quatro colmeias de abelhas melíferas por hectare nas áreas de produção de sementes por ocasião do florescimento. Verma e Partap (1994) encontraram que a produção de siliques (frutos) em plantas de repolho após a polinização dirigida com colmeias de abelhas melíferas foi 27% maior que em áreas abertas mas sem a instalação de colmeias, e que as plantas da área de controle, sem acesso às abelhas, não formaram siliques. Além disso, apontam que as

síliquas dos repolhos com polinização dirigida com colmeias apresentaram 56% mais sementes/síliqua do que na área aberta, mas sem colmeias. Para completar, Verma e Partap (1994) apontam que a germinação de sementes de repolho oriundas das plantas de polinização dirigida com colmeias foi 28% superior à germinação obtida com as sementes da área de polinização aberta mas sem colmeias.

Apesar disso, como insistem Rader et al. (2013), deve-se destacar a importância ecológica das moscas, pois, de acordo com esses autores, as moscas, diferentemente das abelhas, têm maior capacidade de forrageamento em horas com menor radiação solar e temperatura, como cedo pela manhã e no final da tarde, possibilitando maior duração no tempo do serviço global de polinização, quando conjugadas à ação das abelhas. Além disso, a biologia diferenciada das moscas as coloca em situação de destaque em situações de mudanças climáticas, ambientes críticos e desfavorabilidade às abelhas (Rader et al., 2013). Tal argumento encontra certo amparo nos dados do presente trabalho, em que os dípteros mostraram maior presença sobre as flores nas primeiras horas da manhã e no final do dia, sugerindo uma eventual complementariedade às abelhas.

Observa-se que é preciso repetir mais vezes a presente metodologia de avaliação de polinizadores em cultivos de repolho em flor, aumentando-se a faixa diária de observações, para que sejam coletados dados desde o clarear do dia até o anoitecer. Precisa ser medida e testada também a variação na luminosidade durante o dia, pois é conhecida a influência da luminosidade e do comprimento de onda da luz no comportamento das abelhas (DADANT, 1979).

Igualmente, novos estudos deverão ser conduzidos para avaliar a visitaçãõ pela entomofauna à floração de *Brassica oleracea* var. *capitata* em diferentes localidades e situações climáticas. Poderão, ainda, ser estudadas as qualidades do pólen e do néctar dessa crucífera, bem como seus eventuais fluxos de néctar ou pólen durante o dia, especialmente em comparação com aqueles oferecidos pelas flores das demais espécies botânicas ocorrentes nas bordaduras e arredores da lavoura.

A atração relativa que as flores de repolho exercem sobre as abelhas determina sua importância para a apicultura e meliponicultura (Figura 18), da mesma forma que a sua complementariedade com outras floradas locais

(Wolff et al., 2008a) determina uma boa colheita de mel. Informação a esse respeito favorece as corretas tomadas de decisão quanto aos manejos das lavouras durante a floração de repolho e quanto à instalação e manejo de meliponários e apiários em suas proximidades.

É preciso, portanto, aprofundar conhecimentos sobre os aspectos associados à visitação de abelhas à floração de *Brassica oleracea* L. var. capitata e demais espécies olerícolas de valor apícola nos agroecossistemas. Tais estudos remetem a benefícios ambientais, sociais e econômicos alcançáveis pelas comunidades envolvidas com produção de sementes de hortaliças e servem de referência para iniciativas de conservação da biodiversidade associadas à geração de renda e ao desenvolvimento sustentável no Brasil.



Foto: L.F. Wolff

Figura 18. Meliponicultura na agricultura familiar: potencial em sistemas de produção de sementes de olerícolas.

Conclusões

Com base nos dados e condições de campo em que o levantamento foi conduzido, é possível concluir que a oferta de recursos florais de *Brassica oleracea* var. *capitata* tem importância para a entomofauna, destacando-se as abelhas sem ferrão e as abelhas melíferas africanizadas.

Insetos da ordem Hymenoptera (94,96%) foram os visitantes florais mais abundantes, seguidos por Diptera (4,32%), Coleoptera (0,42%), Lepidoptera (0,18%) e Hemiptera (0,12%). Entre os himenópteros, destacaram-se as abelhas 'indígenas sem ferrão' (Apidae: Meliponini: 66,75%), seguidas pelas abelhas melíferas africanizadas (*Apis mellifera*: Apidae: Apini: 19,91%), vespas (Vespidae: 12,96%) e mamangavas (Apidae: 0,38%).

A variação horária no número de himenópteros nas flores de repolho mostrou correlação positiva com a variação de temperatura durante o dia: forte para meliponíneos ($r = 0,82$; $p = 0,05$) e moderada para apíneos ($r = 0,57$; $p = 0,05$).

Conclui-se que a aplicação de abelhas sem ferrão na polinização dirigida de *Brassica oleracea* L. var. *capitata* apresenta vantagens em relação ao uso de abelhas melíferas africanizadas e que a adoção de práticas agroecológicas e a conservação de polinizadores nos ambientes naturais favorecem os serviços ambientais de polinização nos ecossistemas agrícolas.

Referências

- AYRES, M.; AYRES-JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém: Instituto Mamirauá, 2007. 364 p.
- BARBOSA, B. C.; PASCHOALINI, M.; MACIEL, T. T.; PREZOTO, F. Visitantes florais e seus padrões temporais de atividade em flores de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. Schum (Malvaceae). **Entomotropica**, v. 31, n. 16, p. 131-136, 2016 (on line).
- BECKER, F. G.; RAMOS, R. A.; MOURA, L. A. **Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiaçais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: MMA: SBF, 2006. 388 p. (Série Biodiversidade, 25).
- BOHART, G. E.; NYE, W. P.; HAWTHORN, L. R. Onion pollination as affected by different levels of pollinator activity. **Bulletin of the Utah Agriculture Experiment Station**, v. 482, p. 1-60, Oct. 1970.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A Convenção sobre Diversidade Biológica**. Brasília, DF, 2000. 32 p. (Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade, 1).
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, DF: MMA: SBF, 2002. 404 p. (Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade, 5).
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Iniciativa brasileira de polinizadores no âmbito da iniciativa internacional para conservação e uso sustentável dos polinizadores na convenção sobre diversidade biológica**. Brasília, DF, 2004. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bibliografia brasileira de polinização e polinizadores**. Brasília, DF, 2006. 250 p. (Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade, 16).
- CASSERES, E. **Producción de hortalizas**. San José: IICA, 1980. 387 p.
- CASTRO, M. S.; KOEDAM, D.; CONTRERA, F. A. L.; VENTURIERI, G. C.; PARRA, G. P.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; CAMPOS, L. O.; VIANA, M.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; NOGUEIRA-NETO, P.; PERUQUETTI, R. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bee management for pollination purposes (C- Stingless bees). In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; DE JONG, D. (Ed.). *Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. 111 p.
- COLUSSI, J. Apicultura, favos com menos mel. **Campo e Lavoura**, p. 4-6, 2015.
- DADANT, C. **La colmena y la abeja melífera**. Montevideo: Hemisferio Sur, 1979. 936 p.
- CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. Á. (Ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 285- 299.
- DORNELES, L. L.; PADILHA, M. T.; MILLER, P. R. M.; GONÇALVES, P. F.; STEINER, J.; ZILLIKENS, A. **Polinização de *Euterpe edulis* (Arecaceae) por abelhas em sistema agroflorestal na ilha de Santa Catarina**. 2010. Disponível em: <<http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema02/02tema08.pdf>>.
- EMBRAPA. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. 421 p.
- FREE, J. B.; WILLIAMS, I. H. The foraging behaviour of honeybees (*Apis mellifera* L.) on brussels sprout (*Brassica oleracea* L.). **Journal of Applied Ecology**, v. 10, n. 2, p. 489-499, 1973.
- FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 282-298, 2010.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. 384 p.
- GREENPEACE. **Bees in Decline: a review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk**. Amsterdam: Greenpeace International, 2013. 48 p. (Greenpeace Research Laboratories Technical Report).
- GRIMM, M.; SEDY, S.; SÜßENBACHER, E.; RISS, A. **Existing Scientific Evidence of the Effects of Neonicotinoid Pesticides on Bees**. Brussels: European Parliament, 2012. 30 p.
- HALINSKI, R.; DORNELES, A. L.; BLOCHTEIN, B. Bee assemblage in habitats associated with *Brassica napus* L. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n. 3, 2015.
- HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 183-206, 1999.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. **Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012. 488 p.
- KAPS, M.; LAMBERSON, W. R. **Biostatistics for animal science**. Wallingford: CABI, 2004. 445 p.
- KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Ed.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 313 p.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação**. Porto Alegre: EST, 2002. 118 p.
- MEDEIROS, C. **Chuva de veneno mata abelhas e destrói produção de mel no interior do RS**. Disponível em: <<http://www.mst.org.br/2016/04/27/chuva-de-veneno-mata-abelhas-e-destrui-producao-de-mel-no-interior-do-rs.html>>. Acesso em: 27 abr. 2016.
- MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O. Partição de recursos florais de espécies de "*Sida* Linnaeus" e "*Mauvastrum coromandelianum*" (Linnaeus) Garck (Malvaceae) entre "*Cephalurgus anomalus*" Moure & Oliveira (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae) e "*Melissoptila cnecomala*" (Moure) (Hymenoptera, Apidae, Eucerini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 3, p. 705-727, 2000.
- NASCIMENTO, W. M. **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, 342 p.
- PATON, D. C. Honeybees in the Australian environment. **BioScience**, v. 43, n. 2, p. 95-103, 1993.
- RADER, R.; EDWARDS, W.; WESTCOTT, D. A.; CUNNINGHAM, S. A.; HOWLETT, B. G. Diurnal effectiveness of pollination by bees and flies in agricultural Brassica rapa: implications for ecosystem resilience. **Basic and Applied Ecology**, v. 14, n. 1, p. 20-27, 2013.

- RIST, S.; ALDERS, C. Supporting indigenous knowledge for sustainable rural development in Bolivia: the case of AGRUCO. In: ALDERS, C.; HAVERKORT, B; VELDHUIZEN, L. **Linking with farmers: networking for low-external input and sustainable agriculture**. London: ITP, 1993. p. 93-107.
- RIVAS, M. **Conservação e uso sustentável de palmares de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick**. 2013. 102 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge: Cambridge University, 1989. 514 p.
- RUGGIERO, M.; HEALY, M. The US Federal Conservation Agency's interest in saving wild pollinators. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. (Ed.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, DF: MMA, 2002. p. 29-35.
- SANTOS, A. B. Abelhas nativas: polinizadores em declínio. **Natureza on line**, v. 8, n. 3, p. 103-106, 2010.
- SEVILLA-GUZMÁN, E. **De la sociología rural a la Agroecología**. Barcelona: Icaria, 2006. 256 p.
- TOLEDO, K. Benefício mútuo. **Revista Pesquisa Fapesp**, v. 218, p. 74-78, abr. 2014.
- VARA-SÁNCHEZ, I.; CUÉLLAR-PADILLA, M. Biodiversidad cultivada: una cuestión de coevolución y transdisciplinariedad. **Ecosistemas**, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2013.
- VERMA, L. R.; PARTAP, U. Foraging behaviour of *Apis cerana* on cauliflower and cabbage and its impact on seed production. **Journal of Apicultural Research**, v. 33, p. 4, p. 231-236, 1994.
- WPF (WISCONSIN FAST PLANTS). **Bees and brassicas: a partnership in survival**. Madison: University of Wisconsin, 1987. Disponível em: <http://www.fastplants.jp/pdf/activities/bees_brassicas.pdf>. Acesso: 15 ago. 2018.
- WITTER, S.; NUNES-SILVA, P. **Manual de boas práticas para o manejo e conservação de abelhas nativas (meliponíneos)**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2014. 141 p.
- WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B. **Abelhas na polinização de canola: benefícios ambientais e econômicos**. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2014. 71 p.
- WITTER, S.; NUNES-SILVA, P. BLOCHTEIN, B.; LISBOA, B. B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2014. 143 p.
- WOLFF, L. F. **Aspectos físicos e ecológicos a serem considerados para a correta localização de apiários e instalação das colméias para a apicultura sustentável na região sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 47 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 238).
- WOLFF, L. F. **Sistemas Agroflorestais Apícolas: instrumento para la sustentabilidad de la agricultura familiar, asentados de la reforma agraria, afrodescendientes quilombolas e indígenas guaraníes**. 2014. 427 f. Tese (Doutorado) - Universidad de Córdoba, *Córdoba, Espanha*.
- WOLFF, L. F.; GOMES, G. C.; RODRIGUES, W. F.; BARBIERI, R. L.; MEDEIROS, C. A. B.; CARDOSO, J. H. **Flora apícola arbórea nativa na região Serrana de Pelotas para a apicultura sustentável do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008a. 37 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 242).

WOLFF, L. F.; GOMES, J. C. C. Beekeeping and Agroecological Systems for Endogenous Sustainable Development. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 39, n. 4, p. 416–435, 2015.

WOLFF, L. F.; REIS, D. A. R.; SANTOS, R. S. S. **Abelhas melíferas**: bioindicadores de qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 38 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 244).

WOLFF, L. F.; WEGNER, J.; HEIDEN, G. **Butiazeiros como flora apícola para a produção de mel na região sul do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 42 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim, 253).

WOLFF, L.; CARDOSO, J.; SCHWENGBER, J.; SCHIEDECK, G. Sistema agroflorestal apícola envolvendo abelhas melíferas, abelhas indígenas sem ferrão, aroeira vermelha e videiras, em produção integrada, no interior de Pelotas/RS: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1236-1239, 2007.

Embrapa

Clima Temperado

CGPE 14940