

MORTALIDADE DE *Apis mellifera* E MANEJO DA POLINIZAÇÃO EM MACIEIRA

Cristiano João Arioli¹, Joatan Machado da Rosa², Marcos Botton³

INTRODUÇÃO

A criação de abelhas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) destaca-se por ser uma atividade de grande importância econômica, social e ecológica no Brasil. Pelas suas características, essa atividade está adaptada às áreas impróprias para a agricultura e/ou de preservação permanente, o que maximiza a capacidade de aproveitamento econômico da propriedade, inserindo-as nos modelos de desenvolvimento rural sustentável. Além do mel, os apicultores também podem explorar a coleta de cera, pólen, própolis, geleia real, apitoxina e mesmo a criação de abelhas rainhas. No entanto, a contribuição mais significativa da apicultura é a polinização (Freitas e Imperatriz-Fonseca, 2005; Costa-Maia et. al, 2010).

As plantas de macieira *Malus domestica* apresentam flores auto incompatíveis, por isso necessitam da presença de duas ou mais cultivares para que os frutos sejam formados (Orth, 2012). Neste caso é de fundamental importância a polinização cruzada (transferência de pólen entre cultivares) e que existam agentes polinizadores capazes de realizar o transporte, uma vez que as plantas não apresentam mecanismos próprios para essa transferência.

Na cultura da macieira, uma boa polinização não se reflete apenas em aumento na produtividade (Salomé e Orth, 2014), mas também na qualidade, uma vez que frutos mal polinizados ficam deformados. Isso gera perda de qualidade visual e redução no valor de mercado (Petri, 2002; Biddinger e Rajotte, 2015). Esse artigo tem como objetivo informar aos técnicos e produtores o que está acontecendo com a população de *A. mellifera*, principal agente polinizador empregado na cultura da macieira e de que forma os fruticultores podem atuar para preservar/ou evitar a redução das populações nos pomares.

IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS *APIS MELLIFERA* PARA A CADEIA PRODUTIVA DA MAÇÃ

A produção brasileira de maçãs ocupa uma área de aproximadamente 38 mil hectares sendo 96% localizadas nos Estados de Santa Catarina (aproximadamente 18 mil ha) e Rio Grande do Sul (aproximadamente 17 mil ha) (IBGE, 2013). Comparando com os dados de 2001, o aumento da produtividade dos pomares de maçã no Brasil é o principal responsável pelo incremento da produção, visto que, enquanto a área plantada aumentou 29% (de 26 para 38 mil hectares), a produtividade cresceu 50% (650 mil para 1,3 milhão de toneladas), gerando um valor total de produção de aproximadamente 1 bilhão de reais/ano (IBGE, 2013).

A macieira é extremamente dependente de abelhas *A. mellifera* como agente polinizador, a qual é responsável por 90 a 100% da fertilização das flores (Benedek, 1985; Losey e Vaughan, 2006; Costa-Maia et al, 2010; Paudel et al, 2015) (Tabela 1). As abelhas africanizadas e nativas contribuem em sua totalidade para a produção brasileira de maçãs demonstrando a dependência da cadeia produtiva a insetos polinizadores (Tabela 1).

¹ Engenheiro-Agrônomo, Dr, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), C.P. 81, 88.600-000 São Joaquim, SC. e-mail:cristianoarioli@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-Agrônomo, Doutorando, Universidade Federal de Pelotas, Depto de Fitossanidade. C.P 354, 96160-000, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-Agrônomo, Dr, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho. C.P 130, 95700-000, Bento Gonçalves, RS.

A macieira é extremamente dependente de abelhas *A. mellifera* como agente polinizador, a qual é responsável por 90 a 100% da fertilização das flores (Benedek, 1985; Losey e Vaughan, 2006; Costa-Maia et al, 2010; Paudel et al, 2015) (Tabela 1). As abelhas africanizadas e nativas contribuem em sua totalidade para a produção brasileira de maçãs demonstrando a dependência da cadeia produtiva a insetos polinizadores (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa do valor econômico de algumas frutíferas no Brasil e respectivo valor econômico (em milhões de reais) oriundo da ação polinizadora das abelhas *Apis mellifera* e abelhas nativas. Adaptado de Costa-Maia et al, 2010.

Cultura	Valor Anual (R\$ Milhões) ¹	Ano	D ²	P ³	(1-p) ⁴	V ^{apis5} (R\$ Milhões)	V ^{nat6} (R\$ Milhões)
Maçã	753,3	2006	1,0	0,9	0,1	677,9	75,3
	1.013,5	2013	1,0	0,9	0,1	912,15	101,3
Morango	155,5	2006	0,7	0,1	0,9	10,9	97,9
Melancia	602,0	2008	0,7	0,9	0,1	379,3	42,1
	1.107,9	2013	0,7	0,9	0,1	697,9	77,5
Pêssego	85,9	2006	0,6	0,8	0,2	41,2	10,3
	312,0	2013	0,6	0,8	0,2	149,7	37,4
Laranja	4.250,9	2006	0,3	0,9	0,1	1.147,7	127,5
	4.765,6	2013	0,3	0,9	0,1	1.286,7	142,9
Limão	246,6	2006	0,2	0,1	0,9	4,9	44,4
	686,5	2013	0,2	0,1	0,9	13,7	123,5

¹Valor econômico publicado pelo IBGE 2010 e 2013; ²dependência da cultura por insetos polinizadores; ³Proporção efetiva de polinizadores que são *Apis mellifera*; ⁴Proporção efetiva de polinizadores que são abelhas nativas; ⁵Valor econômico devido as abelhas *Apis mellifera*. ⁶Valor econômico devido as abelhas nativas.

A produtividade dos pomares de maçã no Brasil pode ser incrementada com o emprego de técnicas de polinização mais adequadas, uma vez que as recomendações atualmente empregadas são oriundas de trabalhos realizados na década de 70 (Wiese, 1974). Entre as principais alterações verificadas no sistema produtivo destacam-se o incremento do número de plantas por hectare (de 600 para 2.500) e o conseqüente aumento do número de flores a serem fecundadas (Salomé e Orth, 2014). Por essa razão, tem sido recomendado um aumento de no mínimo 100% no número de colmeias para cada hectare (passando de três para seis colmeias) além da introdução escalonada nos pomares (50% das colmeias com 15% de flores abertas e o restante na plena floração), uma vez que, com o passar do tempo, há uma diminuição das visitas às flores após o completo reconhecimento da área (Salomé e Orth, 2014). Um maior número de abelhas visitando as flores tem a capacidade de duplicar a frutificação efetiva em cultivares como Fuji Suprema, Galaxy e Imperial Gala (Salomé e Orth, 2014). Os fruticultores devem considerar também que as colmeias deve ter um bom potencial polinizador, em patologias causadas por *Varoa destructor* (Mesoestigmata: Varroidae) e *Nosema cerana*, (Infante, 1999); possuírem 10 ou mais favos cobertos com abelhas; com pelo menos um favo de cria aberta, 2.5 favos de cria fechada, dois favos contendo mel e que apresentem um retorno de abelhas às colmeias, em dias ensolarados, de aproximadamente 75 abelhas colmeia⁻¹. minuto⁻¹ (Palacios, 2011).

Em Santa Catarina, maior Estado produtor da fruta, são alugadas entre 45 e 50 mil colmeias/ano fazendo com que os apicultores tenham um rendimento significativo (Freitas e Imperatriz-Fonseca, 2005).

Essa parceria com os produtores de maçã possibilita um retorno aos apicultores de aproximadamente dois milhões de reais/ano. No Rio Grande do Sul, somente no município de Vacaria (RS), os pomares de maçã recebem aproximadamente 15,5 mil colmeias/ano, perfazendo uma renda anual, para os apicultores, de aproximadamente R\$ 700 mil somente com essa atividade (Apacame, 2014).

Essa parceria, que há muito tempo tem tido sucesso no Brasil, pode sofrer graves mudanças num curto espaço de tempo. Hoje são frequentes os relatos de pomicultores que questionam sobre a qualidade das colmeias disponíveis para a polinização (colmeias chegam aos pomares com pequena área de cria e reduzido número de abelhas) e também dos apicultores que observam grande declínio dos enxames que retornam dos pomares. Nesses casos é relatado pelos apicultores que é mais vantajoso vender o mel, evitando transporte e contato das abelhas com agrotóxicos nos pomares, do que levar suas colmeias para fazer a polinização.

A MORTALIDADE E A REDUÇÃO NAS POPULAÇÕES DE ABELHAS *APIS MELLIFERA* NO MUNDO E NO BRASIL

Entre as várias razões apontadas para o desaparecimento das abelhas, destaca-se o fenômeno conhecido como “Colapso do desaparecimento das abelhas” (Colony Collapse Disorder) (CCD). Esse fenômeno é identificado pela presença de um conjunto de características, que incluem: ausência de abelhas mortas dentro ou próximo à colmeia, presença abundante de crias, alimento (mel e pólen) e reduzido número de abelhas adultas no ninho (Oldroyd, 2007). Além dessas, também são observadas a diminuição repentina da população de abelhas adultas e a presença de pequenos aglomerados de abelhas jovens nas colmeias, muitas vezes com a presença da rainha. Colmeias com CCD não apresentam evidências do ataque de traça da cera *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) e mesmo de saque do alimento que restou na colmeia por outras abelhas (VanEngelsdorp et al, 2007, 2008, 2009 e 2010).

Várias explicações para as perdas de colmeias têm sido propostas. Entre as principais estão relacionadas à presença do ácaro parasita *Varroa destructor* e vários vírus associados a esse ácaro (Israelii Acute Paralysis Virus e Kashmir Bee Virus) (Potts et al, 2010); o fungo unicelular *Nosema ceranae*, causador da nosemose; manejo inadequado das colmeias em relação a gestão do estresse (transporte a longas distâncias e proteção nos períodos de inverno); condição nutricional deficiente pelo aumento das áreas em monocultivo e intoxicação decorrente do contato com toxinas presentes no ambiente e de agrotóxicos aplicados nas colmeias (acaricidas) e nas lavouras (acaricidas, herbicidas e fungicidas e inseticidas) (Oldroyd, 2007; VanEngelsdorp et al, 2009 e 2010; Pettis, 2013; Cornmann, et al, 2012). Aparentemente, o CCD é desencadeado por uma série de fatores, que podem agir separadamente ou em conjunto, ao mesmo tempo ou em sequência, exercendo mais efeitos em determinadas circunstâncias. No entanto, o resultado final é o desaparecimento da colmeia.

O Fenômeno do CCD já foi registrado em diversos países, inclusive no Brasil (Gonçalves, 2012). O CCD foi identificado pela primeira vez em 2006 na Califórnia (EUA), onde somente entre 2007 e 2008 foram perdidas aproximadamente um milhão de colônias de *A. mellifera*. Nesse mesmo país, estima-se que o número de colônias tenha sido reduzido em aproximadamente 59,0% entre 1947 e 2008 (VanEngelsdorp et al, 2008). No início de 2007, apicultores europeus também observaram esse acontecimento em países como Bélgica, França, Holanda, Grécia, Itália, Portugal, Espanha, Suíça e Alemanha (Dupont, 2007 citado por De lima e Rocha, 2012). Segundo Potts et al (2010), somente no continente europeu, o número de colônias de *A. mellifera* caiu de 21 milhões na década de 80 para 15,5 milhões em 2010.

De uma forma geral, a diminuição do número de colônias afetou não apenas as atividades apícolas (produção de mel), mas também todo o agronegócio. Somente no continente europeu, entre 1985 e 2005, houve uma significativa redução (31,4%) no número de apicultores (Potts et al, 2010). Já entre 2005 e 2010, o número requerido de colmeias cresceu cinco vezes mais rápido que a existência destes polinizadores, o que fez com que mais de 90% da demanda por polinizadores não tenha sido atendida em mais de 22 países da União Europeia (Breeze et al, 2014).

No Brasil, vários casos de mortalidade e desaparecimento de colmeias foram relatados, principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Piauí, Minas Gerais e São Paulo (De Jong e Message, 2008; Malaspina et al, 2008; Gonçalves, 2012). O primeiro relato de mortalidade com os sintomas de CCD ocorreu em São Paulo em 2008 (Gonçalves, 2012). Em Santa Catarina, até 2008, as perdas de colmeias estavam abaixo de 10%, índice considerado normal pelos apicultores. No entanto, a partir do ano seguinte, os casos de desaparecimento e mortalidade em diferentes regiões do Estado (Planalto Serrano, Sul, Extremo Oeste, Meio Oeste) passaram a ser cada vez mais frequentes. Em 2012, apicultores, de forma localizada, chegaram a registrar perdas entre 50 e 90% de suas colônias (Gonçalves, 2012). Numa investigação preliminar, foi registrada a ocorrência de intoxicação por alguma substância, possivelmente agrotóxicos (Pinto e Miguel, 2008). No entanto, os especialistas no assunto afirmam serem casos isolados e em menor escala do que acontece nos EUA e na Europa. Este fato, possivelmente está ligado à procedência das abelhas brasileiras (cruzamentos entre Abelhas europeias com *Apis mellifera scutellata* (Africana) as quais, além de serem produtivas, são mais resistentes que as de origem europeia (*Apis mellifera mellifera*, *A. mellifera ligustica*, *A. mellifera caucasica*, *A. mellifera carnica*) encontradas em outras partes do mundo (Guzman-Novoa et al, 1999; Hamiduzzaman et al, 2014).

EFEITO DE AGROTÓXICOS APLICADOS NOS POMARES SOBRE AS ABELHAS

Os agrotóxicos são substâncias usadas no manejo de pragas e doenças em diferentes setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais (Brasil, 1989). Entre essas substâncias, estão os inseticidas, acaricidas, fungicidas e os herbicidas químicos e biológicos. Na cultura da macieira, esses produtos são utilizados no controle de insetos e ácaros pragas, doenças e plantas daninhas, os quais quando não combatidos, podem comprometer significativamente a produção e a qualidade dos frutos. Dentre os insetos praga, destacam-se *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) e lagartas das famílias Noctuidae e Geometridae. Entre as doenças, destacam-se a sarna *Ventura inaequalis* e a podridão carpelar (*Alternaria* e *Fusarium*). Esses agentes são considerados pragas-chave dentro do sistema de produção além de incidirem sobre a cultura ainda durante a floração, exigindo que sejam tomadas medidas de controle já nessa fase (Boneti et al, 2002; Bleicher et al., 2002; Botton et al, 2006).

No período da floração é fundamental ter cuidado quanto ao uso de substâncias químicas visando à preservação dos polinizadores. A densidade e a atratividade das flores de culturas agrícolas em pleno florescimento, contaminadas pela aplicação de determinados agrotóxicos podem causar a morte de polinizadores, além de afetar o comportamento das abelhas que estão forrageando, reduzindo o vigor da colônia (Bortolotti et al., 2003, Schneider et al., 2012, Jivan, 2013). Esse fato tem levado inclusive os EUA a propor a criação de “zonas livres de agrotóxicos”. Dentro das ações principais desta proposta, como parte de uma estratégia para tentar reverter a diminuição do número de polinizadores, está uma possível

proibição do uso de agrotóxicos no período de florescimento das culturas agrícolas (The White House, 2015).

Estando em forrageamento nos pomares, as abelhas operárias podem entrar em contato direto com as partículas de agrotóxicos suspensas no ar e/ou durante a coleta de pólen e néctar contaminados devido à deposição dos produtos sobre as flores. Estudos mostram que vários agrotóxicos são absorvidos pelos grãos de pólen e esses, estando contaminados, podem ser fonte de intoxicação das abelhas. Como a toxicidade desses produtos pode ser mantida por longo tempo, o pólen contaminado introduzido na colmeia pode afetar a fase larval e comprometer o desenvolvimento normal da colmeia (Chauzat et al., 2006). Outra forma de contaminação é por meio do uso de produtos de ação sistêmica, os quais são absorvidos pelo tecido vegetal os quais acabam se deslocando até as fontes de alimento das abelhas, como pólen e néctar (Chagnon et al., 2014; Raine, 2015).

Alguns comportamentos das abelhas podem ser facilmente observados e fornecem indícios de que a colmeia está sendo afetada por algum tipo de substância tóxica. Entre os principais destacam-se o grande número de abelhas mortas nas proximidades ou dentro das colônias (Pinto e Miguel, 2008) e a presença significativa de larvas mortas dentro das colmeias (De Wael et al., 1995). No entanto, além dos efeitos de toxicidade aguda, que ocasionam a rápida morte das abelhas, os agrotóxicos podem provocar alterações comportamentais nos indivíduos ocasionando prejuízos na manutenção da colônia, que também culminam com a morte desses organismos. Na maioria dos casos, o efeito sobre as abelhas não pode ser imediatamente notado, necessitando de estudos mais aprimorados para melhor identificação. No entanto, influenciam de maneira significativa as atividades da colmeia, contribuindo para o declínio dos polinizadores. Entre os sintomas e efeitos mais observados destacam-se: diminuição da atividade de forrageamento das abelhas (Waller et al., 1979; Hassani et al., 2005); comprometimento da capacidade de retorno das abelhas para a colmeia (Cox e Wilson, 1984; Collin et al., 2004); Irritabilidade e autolimpeza excessiva da colmeia (Cox e Wilson, 1984); incapacidade de substituição da rainha (Stoner et al., 1985); diminuição da longevidade das abelhas (Mackenzie e Wintons, 1989); comprometimento da divisão de trabalhos na colmeia (Nation et al., 1986); dificuldade de comunicação, por meio da dança (Schricker e Stephen, 1970); decréscimo na produção de progênie (Haynes, 1998) e defeitos morfogênicos em indivíduos adultos (Stoner et al., 1985).

Durante as safras 2012/2013 e 2013/2014 foi observado o efeito do princípio ativo Novaluron, inseticida utilizado no controle da grafolita e grandes lagartas (Botton et al., 2006) no período da floração da macieira sobre *A. mellifera* em pomares da região de Fraiburgo/SC. O inseticida foi pulverizado duas vezes durante a floração, sendo a primeira no momento em que 50% das flores estavam abertas e o segundo dez dias após, numa dose de 40 mL de i.a/ha, aplicados em 1000L de água/ha. Entre dez e quinze dias antes da aplicação foram distribuídas, no interior da área experimental, cinco colmeias em bom estado sanitário. Entre quatro dias antes da aplicação e quatro dias depois foi observada a frequência de abelhas campeiras visitando as flores das macieiras bem como o comportamento de retorno das abelhas até a colmeia. Além disso, acompanhou-se o desenvolvimento durante todo o período de produção (outubro a fevereiro), sendo as colmeias pesadas em intervalos aproximados de 30 dias.

De maneira geral, o inseticida Novaluron quando aplicado numa dose de 40 mL de i.a/ha duas vezes durante a floração foi considerado seguro a adultos de *A. mellifera*, uma vez que não foi registrado efeito repelente bem como de desorientação sobre os mesmos. No entanto, efeitos subletais sobre a colmeia foram verificados, uma vez que foi registrada redução no crescimento das mesmas, limitado a

aproximadamente 50% quando comparado aos tratamentos controle (Figura 1), em que as abelhas não foram expostas ao produto. Assim, embora aplicações de inseticidas sejam importantes para reduzir os danos de pragas e doenças durante a floração da macieira, os produtores de maçã bem como os apicultores ou empresas prestadoras de serviço de polinização devem ter em mente que, quando feita nesse momento, com esse tipo de produto, pode comprometer significativamente o crescimento das colmeias. Esse registro leva a necessidade de se investigar outras substâncias aplicadas nesse período sobre as colmeias.

Para o inseticida Novaluron, o reduzido efeito sobre adultos é característico dos inibidores da síntese de quitina (Cutler e Scott-Dupree, 2007), no entanto o efeito sobre as larvas confirma o que foi registrado por Mommaerts et al, (2006) para *Bombus terrestris terrestris* (Hymenoptera: Apidae) e Scott-Dupree et al (2009) para *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae) e *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). Esse mesmo resultado foi observado em trabalho de PMRA (2006), onde os autores verificaram que a aplicação de 225 g ia/ha de Novaluron reduziu o desenvolvimento e conseqüente o tamanho da colmeia de *A. mellifera*, apresentando assim, um pronunciado efeito subletal. Da mesma forma, Mommaerts et al (2006) verificaram que, enquanto a dose máxima recomendada de Novaluron a campo não era tóxica para a abelha *B. terrestris*, efeitos subletais ocorreram de forma pronunciada sobre a cria, com forte redução ou supressão completa da produção de machos, quando as operarias foram expostas com o produto via contato direto ou em mistura com água e açúcar ou pólen. Com base nesses resultados, recomenda-se que os produtores evitem empregar esse grupo químico na floração da macieira para o controle de lagartas, minimizando o efeito secundário negativo sobre o polinizador *A. mellifera*.

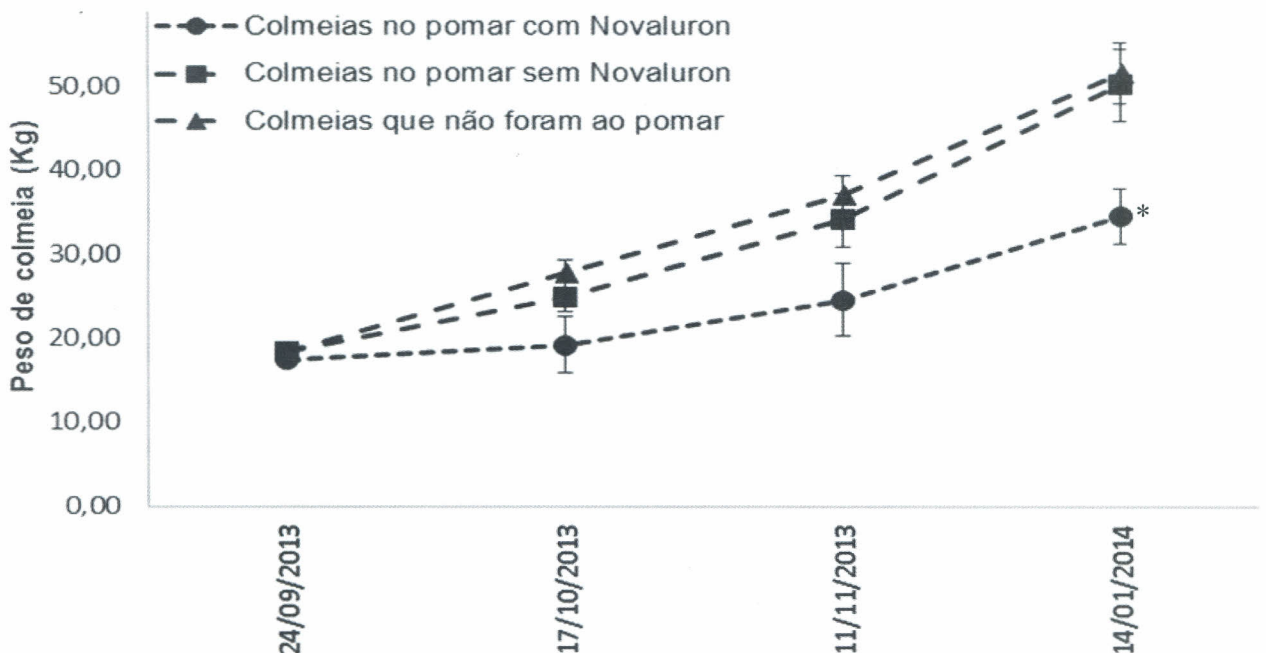


Figura 1. Peso de colmeias (Kg) de *Apis mellifera* em diferentes momentos quando submetidas a diferentes tratamentos no período da floração da macieira. Fraiburgo, safra 2013-2014. Ponto marcado com asterisco (*) identifica diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparado aos tratamentos controle sem Novaluron.

Além dos inseticidas, os herbicidas e fungicidas também podem afetar a sobrevivência dos polinizadores. Os primeiros contribuem de forma indireta, uma vez que reduzem consideravelmente a presença de plantas espontâneas que florescem dentro e no entorno das áreas de cultivo. Já os fungicidas,

embora vistos como bastante seguros para insetos (por terem ação específica sobre fungos), podem interromper o comportamento de forrageamento das abelhas (ação repelente) e sendo levados para a colmeia junto ao néctar e pólen podem afetar o desenvolvimento das larvas e também prejudicar o sistema imunológico das abelhas (Pettis, et al, 2013; May et al, 2015). Consequentemente, permitem um aumento nas infecções de doenças, como aquela causada por *N. ceranae*. Assim, alguns fungicidas podem ocasionar impactos severos sobre a saúde das abelhas, devendo-se conduzir estudos a respeito nas condições brasileiras.

MEDIDAS PARA A REDUÇÃO DO IMPACTO DOS AGROTÓXICOS SOBRE OS POLINIZADORES EM ÁREAS DE PRODUÇÃO DE FRUTAS

Para sua sobrevivência, as abelhas dependem dos recursos disponíveis ao redor da colônia principalmente, pólen, néctar, água e resina. Essa atividade é realizada pelas abelhas campeiras que visitam, com grande frequência, inúmeras matrizes do ambiente (água, solo e vegetação), e consequentemente, vive em íntimo contato, principalmente aquele rodeado pelas paisagens agrícolas, como os pomares comerciais. Isso propicia a exposição à contaminação e ao risco de morte em áreas onde tenham sido aplicados agrotóxicos (Wolff et al, 2008).

A contaminação das abelhas por agrotóxicos dá-se, geralmente, durante a atividade de forrageio (JAY, 1986). Em geral, quanto maior a densidade e a atratividade das flores, maior a taxa de visitação. Estas estando contaminadas com agrotóxicos no pleno florescimento aumentam os riscos de intoxicação para as abelhas (Rield et al., 2006). Dessa forma, medidas de redução de risco devem ser adotadas pelos fruticultores para minimizar os impactos dos agrotóxicos sobre os polinizadores. Entre as principais, podemos destacar:

- a) Evitar a aplicação dos produtos durante o período de florescimento das frutíferas;
- b) Quando necessário, realizar aplicação de agrotóxicos seletivos as abelhas. Em outros países, informações sobre a seletividade à abelhas estão facilmente disponíveis em sites como: www.northeastipm.org/park2012; <http://www.omafra.gov.on.ca/english/food/inspection/bees/pollination.htm#table1>; https://www.clemson.edu/public/regulatory/pesticide_regulation/bulletins/bulletin5_protecting_honeybees.pdf; <http://www.xerces.org/wp-content/uploads/2009/12/xerces-organic-approved-pesticides-factsheet.pdf>; http://www.tfrec.wsu.edu/pages/cpg/Pollinator_Protection; <http://msue.anr.msu.edu/uploads/236/68700/E-3245.pdf>. No Brasil, essas informações necessitam ser geradas.
- c) Evitar pulverizações diurnas de produtos em pomares em pleno florescimento e nos horários em que as abelhas estão em intensa atividade de forrageamento (entre 10 e 16 horas) ou em temperaturas acima de 10°C (May et al, 2015);
- d) Ajustar o programa de pulverização para minimizar a exposição dos polinizadores às substâncias ativas dos agrotóxicos (observar período residual dos compostos) (Biddinger e Rajotte, 2015);
- e) Suprir adicionalmente fontes de néctar e pólen as colmeias que estão realizando a polinização dos pomares para que essas estejam fortes e resistam à ação de agrotóxicos;
- f) Manter a vegetação nativa circundando os pomares para diminuir o impacto da redução da disponibilidade de néctar e de pólen (Garibaldi et al, 2011);

- g) Manter a diversidade de plantas nas bordas, laterais de carreadores, caminhos e estradas dos pomares permitindo a contínua oferta de alimentos e condições de habitat para as abelhas e outros insetos polinizadores (Gazzoni, 2015);
- h) Evitar localizar as colmeias em pontos do pomar que possibilitem maior contaminação durante a pulverização dos produtos;
- i) Proteger as fontes de água de contaminação por agrotóxicos. Se necessário, fornecer uma fonte limpa de água perto de locais onde as colmeias serão instaladas no pomar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A densidade populacional de insetos polinizadores está sendo reduzida em todo o mundo podendo comprometer os serviços de polinização. Essa drástica redução no número de colônias tem preocupado produtores e pesquisadores, levando uma necessidade de se ampliar as informações disponíveis sobre o tema (Celli e Maccagnani, 2003; Malaspina e Silva–Zacarin, 2006; Pettis, 2013). A falta de informações a respeito do manejo do polinizador *A. mellifera* e do papel dos agentes nativos de polinização e dos agrotóxicos sobre esses organismos é um dos principais obstáculos ao uso sustentável de polinizadores em áreas agrícolas (Pinheiro e Freitas, 2010).

A atratividade das flores de plantas frutíferas contaminadas pela aplicação de determinados agrotóxicos pode ampliar a morte dos polinizadores. Em baixas doses ou frequências de aplicação podem também afetar negativamente o comportamento das abelhas forrageiras e reduzir o vigor das colônias (Bortolotti et al., 2003; Schneider et al., 2012, Jivan, 2013). Como é improvável, no curto prazo, uma redução significativa no uso de agrotóxicos para o controle de pragas na fruticultura de clima temperado, haja vista a grande pressão por pragas e doenças e a dificuldade existente para a produção de frutas conforme exige o mercado consumidor (frutas com perfeita aparência) é fundamental desenvolver estratégias para preservar a população de polinizadores. Nesse caso, os estudos não devem ser direcionados somente para *A. mellifera*, mas também sobre as espécies nativas (abelhas sem ferrão) presentes nos pomares, cujos trabalhos ainda são escassos no país. Paralelamente é fundamental a implantação de um plano de manejo que permita o desenvolvimento de práticas agrícolas que preservem os polinizadores nos pomares do sul do Brasil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apacame - Produtores de maçã locam colmeias para assegurar polinização eficaz e obter mais qualidade e produtividade. *Mensagem Doce*, n.128, set. 2014. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/128/apiculturamigratoria.htm>>. Acesso em 10 de jan. de 2015.
- Benedek, P. Economic importance of honey bee pollination of crops at the national level in Hungary. In: International Congress Of Apiculture, 29, Budapest, 1983. *Proceedings*. Bucharest: Apimondia, 1985. p.286-289.
- Biddinger, D.J., Rajotte, E.G. Integrated pest and pollinator management- adding a new dimension to an accepted paradigm. *Curr Opin Insect Science* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.012>.
- Bleicher, J., Berton, O., Boneti, J.I. da S., Katsurayama, Y. Doenças fúngicas dos frutos. In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 556-566.
- BONETI, J.I. da S., Katsurayama, Y., Bleicher, J. Doenças da Macieira. In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 527-555.

- Bortolotti, L., Montanari, R., Marcelino, J., Medrzycki, P.; Maini, S.; Porrini, C. Effects of sublethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees. *Bulletin of Insectology*, v. 56, p. 63-67, 2003.
- Botton, M., Arioli, C. J., Muller, C. Controle de lagartas no período de floração da macieira. *Agapomi, Vacaria*, n. 145, p. 06-07, 2006.
- BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de Julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 12 jul. 1989. Seção I, p.11459-11460.
- Breeze, T.D.; Vissière, B.E.; Bommarco, R.; Petanidou, T.; Seraphides, N.; Kozák, L.; Scheper, J.; Biesmeijer, J.C.; Kleijn, D.; Gyldenkaerne, S.; Moretti, M.; Holzschuh, A.; Steffan-Dewenter, I.; Stout, J.C.; Partel, M.; Zobel, M.; Potts, S.G. Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PlosOne*, v.9,n.1. e82996, 2014.
- Celli, M., Maccagnani, B. Honey bees as bioindicators of environmental pollution. *Bulletin of Insectology*. v.56, n.1, p. 137-139, 2003.
- Chagnon M., Kreuzweiser D.P, Mitchell E.A.D, Morrissey C.A, Noome D.A, van der Sluijs J.P Risks of large scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*, v.22, n.1, 119-134, 2014.
- Chauzat, M. P., Faucon, J. P., Martel, A.C., Lachaize, J., Cougoule, N., Aubert, M. A survey of Pesticide Residues in Pollen Loads by Honeybees in France. *Journal of Economy Entomology*. n. 99, p. 253-262, 2006.
- Collin, M. E., Bonmatin, J. M., Moineau, J., Gaimon, C., Brun, S., Vermandere., J. P. A method to quantify and analyze the activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 43, p. 387-395, 2004.
- Cornman, R. S., Tarry, D. R., Chen, Y., Jeffreys, L., Lopez, D., Pettis, J. S., Evans, J. D. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS One*, v.7, n.8, p. e43562, 2012.
- Costa-Maia, F. M., Lourenço, D. A. L.; Toledo, V. A. A. Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas. *Sistemas de Produção Agropecuária (Ciências Agrárias, Animais e Florestais)*, p. 45-67, 2010.
- Cox, R. L., Wilson, W. T. Effects of permethrin on the behavior of individually tagged honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera:Apidae). *Environmental Entomology*,v. 13, p. 375-378, 1984.
- Cutler, G.C., Scott-Dupree, C.D. Prospects and limitations in insect pest management. *Pest Technology*. v.1 n.1, 38-46, 2007.
- De lima, M.C; Rocha, A. de S. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento. Brasília: Ibama, 2012. 88p.
- De Wael, I., De Greef, M., Van Laere, O. Toxicity of pyriproxifen and fenoxycarb to bumble bee brood using a new method for testing insect growth regulators. *Journal of Apicultural Research*, v. 34, p. 3-8, 1995.
- Freitas, B.M., Imperatriz-Fonseca, V. L. A importância econômica da polinização. *Mensagem Doce*, v. 80, p. 44-46, 2005.
- Freitas, B.M., Pinheiro, J.N.,Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores de agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Australis*, v.14, n.1, p. 282-298, 2010.

- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Klein, A. M. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, v. 14, n.10, 1062-1072, 2011.
- Gazzoni, D.L. Impacto da agricultura sobre a população e a diversidade de polinizadores, e formas de mitigação de seus efeitos. In: Abelha. Agricultura e Polinizadores. São Paulo: Abelha, 2015. p. 54-70.
- Gonçalves, L. O desaparecimento das abelhas, suas causas, consequências e o risco dos neonicotinóides para o agronegócio apícola. *Mensagem doce*, n117, 2012. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/117/artigo1.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2015.
- Guzman-Novoa, E., Vandame, R., Arechavaleta, M.E.. Susceptibility of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) to *Varroa jacobsoni* Oud. In Mexico. *Apidologie*, 30, (2-3), pp.173-182., 1999.
- Hamiduzzaman, M.M., Guzman-Novoa, E., Goodwin, P.H., Reyes-Quintana, M., Koleoglu, G., Correa-Benítez, A., Petukhova, T., Differential responses of Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) to viral replication following mechanical transmission or *Varroa destructor* parasitism, *Journal of Invertebrate Pathology*, v126, p12-20, 2014.
- Hassani, A. K., Dacher, M., Gauthier, M., Armengaud, C. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of honey bee (*Apis mellifera*). *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. v. 82, p. 3039, 2005.
- Haynes, K. F. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Annual Reviews of Entomology*, v. 33, p. 149-168. 1998.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados: Área e produção de maçã. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/procurar/resultado.asp?palavra=ma%C3%A7%C3%A3&o=1&esc=1>>. Acesso em: 15 fev. 2015.
- Infanti, S. C. Polinización de espécies frutales en Chile. In: BESSONE, J. F. (Ed.). Editorial Campo & Abejas – Edición especial: Polinización. Buenos Aires: Agencia Periodística CID, 2010. p. 27-29.
- Jay, S. C. Spatial management of honeybees on crops. *Annual Reviews of Entomology*, v. 31, p. 49-65, 1986.
- Jivan, A. The Impact of Pesticides on Honey Bees and Hence on Humans. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, v.46, n.2, p.272-277, 2013.
- Losey, J.E., Vaughan, M. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, v.56, n.4, p.311-323, 2006.
- Mackenzie, K. E., WINSTON, M. L. Effects of sublethal exposure to diazinon on longevity and temporal division of labor in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 82, p. 75-82, 1989.
- Malaspina, O., Souza, T. F., Zacarin, E. C. M. S., Cruz, A. S., Jesus, D. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. In: Anais do encontro sobre abelhas, 8., Ribeirão Preto, 2008. *Anais...*São Paulo, P 41-48, 2008.
- Malaspina, O., Silva-Zacarin, E.C.M. Cell markers for ecotoxicological studies in target organs of bees. *Brazilian Journal of Morphological Sciences*, v. 23: p. 303-309, 2006.
- May, E., Wilson, J., Isaacs, R. Minimizing pesticide risk to bees in fruit crops. Extension Bulletin E3245, Maio 2015. Disponível em: <http://msue.anr.msu.edu/uploads/236/68700/E-3245.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2015.
- Mommaerts, V., Sterk, G., Smaggie, G. Hazards and uptake of cjitin synthesis inhibitors in bumblebees *Bombus terrestris*. *Pest management science*, v. 62:752:758, 2006.

- Nation, J. L., Robinson, F. A., Yu, S. J., Bolten, A. B. Influence of upon honeybees of chronic exposure to very low levels of selected insecticides in their diet. *Journal of Apicultural Research*, v. 25, p. 170-177, 1986.
- Oldroyd, B.P. What's killing American honey bees?. *PLoS biology*, v.5, n.6, p. 168, 2007.
- Orth, A.I., Sezerino, A. A., Salomé, J.A. Manejo da polinização e o problema da diminuição da população de abelhas domésticas. *Agropecuária Catarinense*, v. 25, p. 47-52, 2012.
- Palacios, P. E. Servicios de polinización com abejas em frutales: parámetros técnicos y de calidad. *Revista Actualidad Apícola*, Valdivia, v. 3, p. 4-8, 2011.
- Paudel, Y. P., Mackereth, R., Hanley, R., & Qin, W. (2015). Honey Bees (*Apis mellifera* L.) and Pollination Issues: Current status, impacts and potential drivers of decline. *Journal of Agricultural Science*, v. 7, n. 6, p. 93, 2015.
- Petri, J.I. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 229-260.
- Pettis J.S., Lichtenberg E.M., Andree, M., Stitzinger, J., Rose, R., VanEngelsdorp, D. Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. *PloS one*, v.8, n.7, e.70182, 2013.
- Pinto, M. R., Miguel, W. Intoxicação de *Apis mellifera* por organofosforado na região do Vale do Itajaí, SC. 2008. In: *Anais do Conbravet*. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1080-2.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2010.
- PMRA - Proposed Registration Decision. Novaluron, Health Canada's Pest Management Regulatory Agency, Report No. PRD2006-05, 2006, 108 p.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.
- Raine, N. E., & Gill, R. J.(2015). Ecology: Tasteless pesticides affect bees in the field. *Nature*. 521 ,38-40, 2015.
- Riedl, H., Johansen, E., Brewer, L., Barbour, J. How to reduce bee poisoning from pesticides. Oregon State University, Corvallis. PNW (Pacific Northwest Extension). 2006. 26 p.
- Salomé, J.A; Orth, A.I. Polinização em pomares de macieiras: Nova metodologia para o aumento da frutificação com o manejo correto de colmeias. *Agropecuária Catarinense*. Suplemento especial. V. 27,n.2, 2014.
- Schneider, C. W., Tautz, J., Grünewald, B., & Fuchs, S.. RFID tracking of sublethal effects of two neonicotinoid insecticides on the foraging behavior of *Apis mellifera*. *PloS one*, 7(1), e30023, 2012.
- Schricker, B., Stephen, W. P. The effect of sublethal doses of parathion on honeybee behaviour. I. Oral administration and the communication dance. *Journal of Apicultural Research*, v. 9, p. 141-153, 1970.
- Scott-Dupree, C.D.,Conroy, L., Harris, C.R., Impact of currently used or potentially useful insecticides for canola agroecosystems on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae), *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), and *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae), *Ecoto*, v. 102, n.1, 177-189, 2009.
- Stoner, A., Wilson, W. T., Harvey, J. Acephate (Orthene): effects on honey bee queen, brood and worker survival. *American Bee Journal*, v. 125, p. 448-450, 1985.
- The White House. National strategy to promote the health of honey bees and other pollinators 2015. Disponível em: < <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/Pollinator%20Health%20Strategy%202015.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2015.

- VanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B. K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R. M., Tarpay, D. R., Pettis, J.S. Colony Collapse Disorder: a descriptive study. *PloS One* 4: e6481, 2009.
- VanEngelsdorp, D., Hayes Jr, J., Underwood, R. M., & Pettis, J. S. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *Journal of apicultural research*, v. 49, n. 1, p. 7-14, 2010.
- VanEngelsdorp, D., Hayes, J.Jr., Underwood, R. M., Pettis, J.S. A survey of honey bee colony losses in the U.S., fall 2007 to spring 2008. *PLoS One* 3: e4071, 2008.
- VanEngelsdorp, D., Underwood, R., Caron, D., & Hayes Jr, J. Estimate of managed colony losses in the winter of 2006-2007: A report commissioned by the Apiary Inspectors of America. *American Bee Journal*, v.147. p.599-603, 2007.
- Waller, G. D.; Barker, R. J.; Martin, J. H. Effects of dimethoate on honeybee foraging. *Chemosphere*, v. 7,p. 461-463, 1979.
- Wiese, H. 1974. Nova Apicultura. Porto Alegre, Agropecuária. 485p.
- Wolff, L. F., Dos Reis, V. D. A., Santos, R. S. S., Abelhas melíferas: bioindicadores e qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas, 2008. Embrapa Clima Temperado. Documentos, 244. 38 p.