

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

As abelhas e a sustentabilidade dos serviços de polinização

Professor Dr. Carlos Alberto Garófalo

Coordenador do Projeto

Departamento de Biologia

Ribeirão Preto

2013

EQUIPE:

Ana Luiza de Oliveira Nascimento

Laboratório de Ecologia e Evolução de Abelhas e Vespas
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Clycie Aparecida da Silva Machado

Laboratório de Biologia e Genética em Abelhas - APILAB
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Elisa Pereira Queiroz

Laboratório de Palinologia
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Prof. Dr. Emerson Ricardo Pansarin

Laboratório de Biologia Molecular e Biosistemática de Plantas
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Prof. Dr^a. Fernanda da Rocha Brando Fernandez

Departamento de Biologia/ FFCLRP

Joyce Mayra Volpini de Almeida

Laboratório de Biologia e Genética em Abelhas - APILAB
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Kátia Paula Aleixo

Laboratório de Palinologia
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Letícia Biral de Faria

Laboratório de Abelhas - BEELAB
Departamento de Ecologia/ IB

Prof. Dr^a. Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Departamento de Biologia/ FFCLRP

Maria do Carmo Fonseca Santos

Departamento de Biologia/ FFCLRP

Maurício Meirelles do Nascimento Castro

Laboratório de Palinologia
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Patrícia dos Santos Vilhena

Laboratório de Ecologia e Evolução de Abelhas e Vespas
Departamento de Biologia/ FFCLRP

Rita de Cássia Bulgarelli Cardoso

Departamento de Biologia/ FFCLRP

Dr. Rogério Aparecido Pereira
Laboratório de Biologia e Genética em Abelhas - APILAB
Departamento de Genética/ FMRP

Yara Sbrolin Roldão
Laboratório de Comportamento e Ecologia de Insetos Sociais
Departamento de Biologia/ FFCLRP

RESUMO

Difundir conhecimentos a respeito das interações polinizador x planta evidenciando o caráter essencial deste serviço ambiental para o equilíbrio e funcionamento do ecossistema caracteriza a presente proposta . A polinização é um dos mecanismos mais importantes para a manutenção da vida no planeta; beneficia a sociedade aumentando a segurança alimentar e promovendo meios de subsistência. Manter polinizadores requer recursos como refúgios de vegetação natural, sendo também necessárias ações concretas para impedir ou mitigar os efeitos do seu declínio.

O presente projeto tem como principais objetivos a disseminação de informação de alta qualidade e de fácil compreensão sobre os mecanismos envolvidos no processo de polinização para uma ampla variedade de públicos, por meio de palestras, cursos, oficinas, entre outros. Além disso, a conscientização do público interno do Campus sobre a importância das atividades de polinização para a sociedade e para o meio ambiente será enfatizado por meio de programas educativos visando à sustentabilidade desse serviço ambiental.

1. Introdução

1.1. A diversidade biológica e os serviços ambientais

Biodiversidade ou diversidade biológica é definida pela Convenção sobre Diversidade Biológica como “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte: compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (Decreto Legislativo 2-94/Artigo 2º.). Em outras palavras, a biodiversidade refere-se ao número, abundância e composição dos genótipos, populações, espécies, tipos funcionais, comunidades e unidades da paisagem em um dado sistema.

Diversidade biológica, antes de tudo, é uma das propriedades fundamentais do meio ambiente. É, portanto, um dos componentes básicos da qualidade ambiental, sendo que qualquer perda de diversidade biológica, seja em nível de ecossistemas, espécies ou populações, representa uma perda de qualidade ambiental. Por outro lado, os componentes da diversidade biológica são elementos-chave do funcionamento dos ecossistemas e mantenedores dos processos ecológicos básicos responsáveis pelo equilíbrio ecológico. A perda da diversidade biológica, portanto, compromete a manutenção do equilíbrio ecológico. Adicionalmente, a diversidade biológica representa um recurso de real valor para a humanidade, constituindo uma das categorias de “recursos ambientais”, fornecendo produtos para a exploração e consumo da humanidade e prestando serviços ambientais de uso indireto, essenciais à manutenção dos diferentes sistemas econômicos de uso da terra. A redução da diversidade biológica, portanto, compromete a sustentabilidade do meio ambiente e a disponibilidade permanente dos recursos ambientais (Dias, 2001). Dessa forma, a biodiversidade pode ser vista como um fator com o potencial para influenciar direta ou indiretamente a taxa, a magnitude e direção dos processos do ecossistema assim como os serviços de ecossistemas.

Serviços de ecossistemas ou serviços ambientais são amplamente definidos como os benefícios proporcionados pelos ecossistemas ao Homem, contribuindo para tornar a vida humana possível e digna (Daily, 1997). A maioria desses serviços é, usualmente, considerada como certos, como por exemplo, a polinização de culturas e vegetação natural, purificação da água, atenuação das enchentes e ciclagem de nutrientes. De maneira geral, os serviços ambientais são classificados em quatro categorias: serviços de provisão (são os produtos obtidos diretamente da natureza tais como água, alimento, fibras, combustíveis, remédios naturais e recursos genéticos), de regulação (são os benefícios obtidos a partir da regulação dos processos do ecossistema incluindo a manutenção da qualidade do ar, regulação do clima, controle de enchentes, de erosões, purificação da água, regulação das doenças humanas, polinização), serviços culturais (benefícios não materiais obtidos através do enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas) e serviços de suporte (são aqueles necessários para a produção de todos os outros serviços tais como formação de solos, produção primária, ciclagem de nutrientes, produção de oxigênio). Estes serviços, contudo, estão em risco (Daily, 1997; Palmer *et al.*, 2004) devido às inúmeras causas que têm proporcionado uma inestimável perda mundial da biodiversidade. Como consequência disso, o rompimento das interações bióticas nos ecossistemas, intensamente manejados ou não (Ostman *et al.*, 2001; Tschardtke *et al.*, 2005), e a deterioração dos serviços ambientais, tais como controle natural de pragas e polinização, são esperados. Infelizmente, as evidências mostrando essas consequências estão continuamente aumentando (Matson *et al.*, 1997; Balvanera *et al.*, 2006). Considerando que a polinização é um serviço ambiental de enorme valor econômico (Ricketts *et al.*, 2004), além de ser a atividade mais importante em termos de benefícios para os humanos (Michener, 2007), o declínio de populações de abelhas selvagens e domesticadas (Goulson *et al.*, 2008; Cameron *et al.*, 2011) tem despertado uma preocupação global, levando à Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica e a FAO (Food and Agriculture Organization) a criarem a Iniciativa Internacional dos Polinizadores para coordenar investigações científicas e a conservação dos polinizadores (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012).

1. 2. A Polinização como um Serviço Ambiental

Muitos grupos de animais têm estabelecido relações de polinização com plantas e com flores, entre os quais se encontram beija-flores, morcegos e, inclusive, pequenos roedores e marsupiais (Faegri & Vander Pijl, 1979; Bawa *et al.*, 2005). No entanto, os polinizadores por excelência são, sem dúvida, os insetos e entre estes se destacam as abelhas. Estimado como

sendo ao redor de 20.000 o número de espécies de abelhas descritas (Michener, 2007), este número certamente continuará crescendo à medida que novos estudos sobre biodiversidade forem sendo realizados. Apenas com base no número de espécies já conhecidas, este grupo de insetos representa um componente substancial da biodiversidade mundial. Além disso, as abelhas são amplamente reconhecidas como um dos principais fornecedores dos serviços de polinização. Estas atividades das abelhas não só proporcionam um componente necessário à reprodução para muitas espécies vegetais, mas também um aumento da variabilidade genética, da viabilidade das sementes e o incremento na produção de frutos e sementes. Somente estes resultados das atividades das abelhas justificariam uma preocupação com a saúde das populações de tais insetos, mas, elas são também economicamente muito importantes (Russell *et al.*, 2005). Cerca de 70% das espécies de plantas cultivadas pelo Homem dependem de polinização e 1/3 são polinizadas pelas abelhas (Dias *et al.*, 1999; Kevan & Imperatriz-Fonseca, 2006; FAO, 2004). Só na Europa, 84% das espécies cultivadas possuem sua produção diretamente dependente dos insetos polinizadores, em especial as abelhas (Williams, 1994). Recentemente, Gallai *et al.* (2009), usando uma abordagem bioeconômica, calcularam em 153 bilhões de euros a contribuição dos polinizadores para a produção de cultivos usados diretamente como alimento humano; isto corresponde a 9,5% do valor da produção agrícola mundial usado para alimento humano em 2005. É interessante observar que ao mesmo tempo em que as abelhas desempenham um papel importantíssimo para a agricultura, principalmente no sentido de proporcionar avanços significativos na produtividade das culturas, essa mesma agricultura apresenta muitas ameaças para os insetos polinizadores tais como pelas mudanças no uso da terra, a perda e a fragmentação de habitats, introdução de organismos exóticos, as práticas agrícolas modernas e uso de pesticidas. Além disso, a remoção de ervas daninha que fornecem alimento para os polinizadores é outro fator importante no declínio dos polinizadores nativos em agroecossistemas (Steffan-Dewenter *et al.*, 2005).

A divulgação mundial sobre a diminuição dos polinizadores foi iniciada com o livro “*The forgotten pollinators*”, que chegou a ser um *bestseller* nos Estados Unidos na década de 90. Mas também o movimento de cientistas em torno desta questão, inclusive do governo brasileiro, gerou frutos consistentes. Na questão da mobilização científica, a América do Norte liderou através de volumes especiais de periódicos de renome, de organização de ONGs relacionadas ao assunto, de divulgação para os vários setores da sociedade de que os polinizadores são importantes e que devemos mantê-los até nas cidades. Mas foi o Ministério do Meio Ambiente do Brasil que liderou o movimento de Conservação e Uso Sustentado de Polinizadores para a Convenção da Diversidade Biológica. A Declaração de São Paulo sobre os polinizadores (Dias *et*

al., 1999) foi o documento construído a partir de discussões realizadas em um workshop realizado em São Paulo com especialistas de todo o mundo, onde as bases para uma proposta à Convenção da Diversidade Biológica foram elaboradas (ver Kevan & Imperatriz-Fonseca, 2002). A partir deste documento, uma Iniciativa Internacional para a Conservação e uso sustentado de polinizadores foi aprovada na COP5, realizada em Nairobi, em 2000.

A Iniciativa Internacional de Polinizadores (IPI) deu as diretrizes para ações regionais globais. Assim, formaram-se a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores, a Iniciativa Africana dos Polinizadores, a Iniciativa Europeia de Polinizadores, entre outras, cada uma delas atendendo às realidades locais e aos princípios estabelecidos pela IPI. A FAO catalisou, a pedido da ONU, a construção de um projeto internacional para países em desenvolvimento focalizando os polinizadores, aprovado em junho de 2007. As ações brasileiras estão sumariadas em Imperatriz-Fonseca *et al.* (2007).

Um dos pontos principais destas ações globais é a capacitação e a divulgação ao público em geral da importância da polinização e da conservação dos polinizadores. A preservação dos serviços ambientais executados pelas abelhas deverá auxiliar na redução da pobreza e da fome, através da maior produção de alimento. Este assunto, o impacto da polinização na alimentação humana, foi muito bem discutido por Klein *et al.* (2007). No momento, as ações para promover a conservação e o uso sustentado das abelhas no meio são insuficientes, pois há conhecimentos limitados sobre o tema. O manejo amigável de polinizadores é restrito, a capacitação insuficiente, a conscientização popular inexistente e as políticas públicas inadequadas para a preservação destes serviços.

Algumas reuniões globais foram realizadas para a discussão deste tema, sejam coordenadas pela FAO ou por outros órgãos relacionados. Assim, durante a COP8, realizada em Curitiba em 2006, dois volumes importantes foram lançados: *Pollinators and Pollination, a resource book for policy and practice* (Eardley *et al.*, 2006), um guia para o público em geral sobre a importância da polinização e dos polinizadores, e *Bees as Pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting the best practices* (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2006).

Em julho de 2012 foi lançado o Livro: “Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais”. Essa obra teve como organizadores a Dra. Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca (coordenadora), Dora Ann Lange Canhos, Dra. Denise de Araújo Alves e Dr. Antonio Mauro Saraiva (vice-coordenadores). Tendo a EDUSP como Editora, o Livro contém 23 capítulos que foram redigidos por 85 pesquisadores de 38 instituições científicas, localizadas em dezesseis estados brasileiros, especializados em áreas correlatas a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços

ambientais de polinizadores. Esse livro, além de apresentar o atual estado da arte sobre o tema abordado trata em seus dois últimos capítulos sobre os “Polinizadores e Políticas Públicas” e “Proposta de Estratégia e Ações para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores no Brasil”. Sem dúvida alguma, esse livro é uma das obras mais importantes feitas em nosso país sobre polinização, polinizadores e conservação das abelhas e deve ser lido por todos os que se preocupam com o futuro da agricultura e com os serviços dos ecossistemas.

2. Justificativa e Objetivos

O grande desafio de um país megadiverso como o Brasil é conhecer, conservar e utilizar de maneira sustentável seus recursos naturais, fortalecendo a economia e promovendo o bem-estar humano. A polinização é um dos mecanismos mais importantes para a manutenção da vida no planeta; beneficia a sociedade aumentando a segurança alimentar e promovendo meios de subsistência. Manter polinizadores requer recursos como refúgios de vegetação natural, sendo também necessárias ações concretas para impedir ou mitigar os efeitos do seu declínio.

Assim, o presente projeto tem como principais objetivos:

- Disseminar informação de alta qualidade e de fácil compreensão sobre abelhas, polinizadores e polinização para uma ampla variedade de públicos, por meio de palestras, cursos, oficinas, entre outros;
- Conscientizar o público interno do Campus sobre a importância da sustentabilidade das abelhas e de suas atividades de polinização para a sociedade e para o meio ambiente;
- Adaptar programas educativos visando à sustentabilidade;
- Utilizar os meios de comunicação da Universidade para difundir o tema do presente projeto;
- Incentivar a elaboração de projetos paisagísticos no Campus com a utilização de espécies vegetais amigáveis aos polinizadores;

3. Material e Métodos

Para o desenvolvimento do presente projeto, o docente responsável e a equipe já utilizam um espaço dentro da Universidade denominado Laboratório de Estudos e Serviços Ambientais (LESAM). Esse espaço está localizado, na Rua Clóvis Vieira, casa 36. Nesse local dispomos de um auditório para 30 pessoas equipado com projetor multimídia. Externamente, é mantido um jardim com plantas de floração amigáveis aos polinizadores e também ninhos de abelhas

solitárias e colônias de abelhas sociais. Nesse ambiente são realizadas atividades práticas durante cursos ministrados. Até o momento, foram desenvolvidas atividades com crianças entre 5-10 anos por meio do tema “O mundo das abelhas e o ambiente em que elas vivem”, proporcionando às crianças uma aprendizagem sobre a diversidade de formas, cores e tamanhos de abelhas e como ocorre a polinização.

O presente projeto será desenvolvido nesse local com o oferecimento de cursos, palestras e oficinas para o público interno com uma linguagem apropriada.

3.1. Curso para público interno

O curso a ser oferecido terá uma duração de 30 horas distribuídas em quatro finais de semana. No período de 12 meses, o curso será disponibilizado em 6 oportunidades. Além dos cursos, poderão ser realizadas palestras por pesquisadores que trabalham com temas relacionados ao conteúdo proposto. Os intervalos entre o oferecimento dos cursos deverão ser utilizados na manutenção dos jardins e na recomposição das colônias de abelhas.

O programa do curso constará dos seguintes tópicos:

- O processo de polinização e os polinizadores;
- Considerações gerais sobre as espécies de abelhas e distribuição geográfica;
- Modos de vida: espécies solitárias e espécies sociais;
- Espécies solitárias: locais de nidificação, estrutura de ninhos, longevidade, número de gerações por ano e atividades polinizadoras de plantas economicamente importantes;
- Espécies sociais: locais de nidificação, estrutura do ninho, vida em sociedade, utilização de produtos elaborados pelas abelhas e atividades polinizadoras de plantas economicamente importantes;
- Quando os machos são os polinizadores mais importantes: orquídeas;
- Discussão sobre o declínio dos polinizadores, o problema dos desmatamentos, de produtos utilizados na agricultura e pecuária;
- Ações voltadas para a conservação das espécies de abelhas com ênfase na conscientização da importância delas na produção mundial de alimentos;

3.2. Confeção de Cartilhas e Painéis Educativos

Painéis educativos deverão ser confeccionados para serem utilizados durante o curso. Cartilhas contendo informações sobre os temas apresentados e discutidos durante o curso serão confeccionadas e distribuídas ao público participante.

6. Orçamento

Aquisições	Valor Estimado (R\$)
Material de Consumo	
Mudas para o jardim de polinizadores	2.400,00
Colônias de Abelhas Sociais	3.000,00
Toners e Cartuchos de Impressão	400,00
Cartolina Preta	80,00
Fitas Adesivas	120,00
Papel Sulfite	300,00
Termo-higrômetro	150,00
Serviços de Terceiros (serviços gráficos)	
Confecção de Materiais de Divulgação	3.000,00
Produção de Cartilhas	3.000,00
Confecção de Painéis Educativos	1.000,00
4 Diárias para coleta de material	
	464,88
Bolsas para alunos de Graduação	
3 alunos de graduação x 12 meses	18.000,00
TOTAL	31.914,88

7. Referências Bibliográficas

- BALVANERA, P.; PFISTERER, A.B.; BUCHMANN, N.; HE, JING-SHEN; NAKASHIZUKA, T.; RAFFAELLI, D. & SCHMID, B. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9:1146-1156.
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S.H.; PERRY, D.R.; COVILLE, R.E. & GRAYUM, M.H. 2005. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II Pollination systems. *American Journal of Botany*, 72:346-356.
- CAMERON, S.A.; LOZIER, J.D.; STRANGE, J.P.; KOCH, J.B.; CORDES, N.; SOLTER, L.F. & GRISWOLD, T.L. 2011. Patterns of widespread decline in North American Bumble Bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: 662-667.
- DAILY, G.C. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, DC.: Island Press.
- DIAS, B.F.S.; RAW, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 1999. São Paulo Declaration on Pollinators. <<http://www.biodiv.org/doc/ref/agr-pollinator-rtp-pdf>>
- DIAS, B.F.S. 2001. Demandas Governamentais para o Monitoramento da Diversidade Biológica Brasileira. *In*: I.Garay & B. Dias, org.). *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Editora Vozes. Petrópolis, RJ.
- EARDLEY, C.; ROTH, D.; CLARKE, J.; BUCHMANN, S. & GEMMIL, B. (eds.) 2006. *Pollinators and pollination: a resource book for policy and practice*. African Pollinators Initiative ed., 77p.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Oxford.

- FAO. 2004. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture. The international response. *In*: Freitas, B.M. & Pereira, J.O.P. (Org.). Solitary Bees: Conservation, Rearing and Management for Pollination. Fortaleza, CE, Brazil. Imprensa Universitária, Federal University of Ceará. pp. 19-25.
- GALLAI N.; SALLES, J.M.; SETTELE, J. & VAISSIÈRE, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68:810-821.
- GOULSON, D.; LYE, G.C. & DARVILL, B. 2008. Decline and conservation of bumble bees. *Annual Review of Entomology*, 53: 191-208.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; DE JONG, D. & SARAIVA, A.M. (eds.) 2006. Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting the Best practices. Ribeirão Preto: Holos Editora, 114p.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SARAIVA, A.M. & GONÇALVES, L. 2007. A iniciativa brasileira de polinizadores e os avanços para a compreensão do papel dos polinizadores como produtores de serviços ambientais. *Biosci. J.* 23: 100-106.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A. L.; ALVES, D.A. & SARAIVA, A.M. 2012. Polinizadores do Brasil. Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. EDUSP. 485pp.
- KEVAN, P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (eds). 2002. Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature. Brasília, DF: Ministry of Environment, 313p.
- KEVAN, P.G. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (Ed.). 2006. Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. 2.ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 336 p. Proceedings of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use Pollinators in Agriculture, with an Emphasis on Bees, held in S. Paulo, Brazil.

- KLEIN, A.M.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C. & TSCHARNTKE, T. 2007. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. Lond. B, Biol. Sci.* 274: 303-313.
- MATSON, P.A.; PARTON, W.J.; POWER, A.G. & SWIFT, M.J. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277: 504-509.
- MICHENER, C.D. 2007. *The Bees of the World*. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 953pp.
- OSTMAN, O.; EKBOM, B. & BENGTSSON, J. 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic and Applied Ecology*, 2: 365-371.
- PALMER, M.; BERNHARDT, E.; CHOMESKY, E.; COLLINS, S.; DOBSON, A.; DUKE, C.; GOLD, B.; JACOBSON, R.; KINGSLAND, S.; KRANZ, R.; MAPPIN, M.; MARTINEZ, M.L.; MICHELI, F.; MORSE, J.; PACE, M.; PASCUAL, M.; PALUMBI, S.; REICHMAN, O.J.; SIMONS, A.; TOWNSENDI, A. & TURNER, M. 2004. Ecology for a crowded planet. *Science*, 304: 1251-1252.
- RICKETTS, T.H.; DAILY, G.C.; EHRLICH, P.R. & MICHENER, C.D. 2004. Economic value of tropical forest to coffee production. *PNAS*, 101: 12579-12582.
- RUSSELL, K.N.; IKERD, H. & DROEGE, S. 2005. The potential conservation value of unmowed poweline strips for native bees. *Biological Conservation*, 124:133-48.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; POTTS, S.G. & PACKER, L. 2005. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology & Evolution* 20, 651–652.
- TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A.M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I. & THIES, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8: 857-874.
- WILLIAMS, I.H. 1994. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. *Agricultural Zoology Review*, 6:229-257.

