

TOMATE PARA INDÚSTRIA: BIODIVERSIDADE E INFRA-ESTRUTURAS ECOLÓGICAS

PROCESSING TOMATO: BIODIVERSITY AND ECOLOGICAL INFRA-STRUCTURES

FERNANDA AMARO¹, CATARINA GONÇALVES¹, SÓNIA DUARTE², CRISTINA AMARO DA COSTA³, SÍLVIA ALBANO, EVA SALVADO¹, ANTÓNIO MEXIA²

RESUMO

Neste trabalho são apresentadas considerações teóricas respeitantes às funções ecológicas da biodiversidade e das infra-estruturas ecológicas e ao seu papel como potenciadores da acção dos inimigos naturais, nos ecossistemas agrários.

É abordado o caso particular do ecossistema “tomate para indústria”, no Ribatejo. Nesta cultura, a praga-chave é a lagarta do tomate, que é acompanhada por um complexo de inimigos naturais, essencialmente, parasitóides. Este complexo de parasitóides foi monitorizado entre 2002 e 2004, no âmbito do projecto AGRO 189 – “Protecção integrada em tomate para indústria”, tendo-se verificado que é uma comunidade presente nos campos todos os anos e que pode exercer grande influência sobre as populações de lagarta do tomate.

São referidas algumas observações realizadas no decorrer do trabalho de campo e relacionadas com a disponibilidade de infra-estruturas ecológicas nos campos estudados,

nomeadamente aspectos da dinâmica populacional das pragas e dos inimigos naturais e de biodiversidade do complexo de parasitóides.

Partindo do pressuposto que os inimigos naturais e as pragas beneficiam diferentemente das infra-estruturas ecológicas, é discutida a possibilidade de manipulação dos ecossistemas agrários de modo a favorecer os auxiliares.

Palavras-chave: tomate para indústria, biodiversidade, infra-estrutura ecológica, lagarta do tomate, parasitóide.

ABSTRACT

In this study, we address the theory behind the ecological functions provided by biodiversity and ecological infra-structures, as well as their role in enhancing the performance of natural enemies, in agrarian ecosystems.

This study focuses on the processing tomato agrarian ecosystem. In this crop, the key pest is the tomato fruitworm, which is followed by a complex of natural enemies, essentially parasitoids. This parasitoid complex has been monitored from 2002 to 2004 under the scope of the project AGRO 189 – “Integrated pest management in processing tomato”; it has been observed that this community is present in the field every year and may strongly influence the populations of the tomato fruitworm.

Some field observations that arose during field studies are addressed and interpreted bearing in mind the availability of ecologi-

¹ Estação Agronómica Nacional/INIAP, Quinta do Marquês, Av. da República, Nova Oeiras, 2784-505 Oeiras, e-mail: fernanda.s.amaro@gmail.com

² SAPI/DPPF – Instituto Superior de Agronomia/UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, e-mail: smpduarte@gmail.com

³ ESAV/IPV, Estrada de Nelas, Quinta da Alagoa, 3500 Viseu, e-mail: dir.ean@iniap.min-agricultura.pt

cal infra-structures present in the fields surveyed, namely aspects related to population dynamics of both the key pest and its natural enemies, and to the biodiversity of the parasitoid complex.

Assuming that natural enemies and pests benefit differentially from ecological infra-structures, the possibility of habitat manipulation of agrarian ecosystems in order to favour antagonists is discussed.

Key-words: processing tomato, biodiversity, ecological infrastructure, tomato fruitworm, parasitoid.

BIODIVERSIDADE E INFRA-ESTRUTURAS ECOLÓGICAS

Por biodiversidade entende-se a variedade de organismos (plantas, animais e microrganismos), habitats e ecossistemas (Altieri, 1999; Ricklefs & Miller, 1999). A biodiversidade natural não só forneceu a base para o desenvolvimento das plantas e animais utilizados na agricultura, como tem um papel importante em muitas funções ecológicas, quer através da produção de alimentos, fibras, energia, quer através da reciclagem de nutrientes, controlo dos microclimas e dos processos hidrológicos a nível local, regulação das populações de organismos considerados pragas e descontaminação de químicos nocivos (Altieri, 1999; Smeding & Snoo, 2003). Quando estas funções se perdem devido à simplificação dos ecossistemas, os custos económicos e ecológicos são elevados (Altieri, 1999). Por exemplo, podem significar a necessidade de intervenção humana, uma vez que os ecossistemas são privados dos seus componentes reguladores básicos, nomeadamente no que se refere à fertilidade do solo e às populações de organismos considerados praga. Esta factura pode incidir também ao nível da saúde pública, com redução da qualidade dos alimentos, da água e do solo devido à utilização de elevadas quantidades de fertilizantes e pesticidas.

Enquanto que as práticas agrícolas ancestrais contribuíram para o aumento da biodiversidade ao longo dos séculos, a intensificação da agricultura no século XX, nomeadamente a mecanização e o uso de pesticidas de síntese, em especial após a segunda guerra mundial, provocou uma diminuição das áreas naturais e semi-naturais e, conseqüentemente, da biodiversidade associada aos ecossistemas agrários (Altieri 1999; Smeding & Snoo, 2003; Duelli & Obrist, 2003; Burel *et al.*, 2004; Marshall *et al.*, 2005). A manutenção e o restauro da biodiversidade são um desafio ao qual apenas se poderá responder na medida em que se identificarem os parâmetros que controlam a biodiversidade (Burel *et al.*, 2004).

Boller *et al.* (2004) definem *infra-estrutura ecológica* como qualquer infra-estrutura num campo ou num raio de 150 metros de um campo que possui valor ecológico potencial para o campo agrícola, tais como, sebes, pradarias, faixas de flores silvestres, áreas ruderais, muros ou montes de pedras e pântanos. A sua gestão criteriosa, através da sua manutenção e/ou criação, pode levar ao aumento da biodiversidade no ecossistema agrário. Estas estruturas podem exercer diversas funções: *i*) habitats para plantas, aves, pequenos mamíferos e invertebrados; *ii*) barreiras contra o vento; *iii*) prevenção da erosão do solo; *iv*) corredores ecológicos ou degraus para as espécies se movimentarem entre habitats favoráveis; *v*) fontes de alimento (néctar, pólen) ou hospedeiros/presas alternativos para os inimigos naturais; *vi*) locais de abrigo durante o Inverno; e locais de reprodução. Diversos autores, que estudaram a problemática do espaço rural, onde se insere a realidade agrícola, consideram ainda que estas infra-estruturas ecológicas têm também valor recreativo e de valorização da paisagem (Le Coeur *et al.*, 2002; Duelli & Obrist, 2003; Boller *et al.*, 2004; Hietala-Koivu *et al.*, 2004; Marshall *et al.*, 2005; Schmidt & Tscharnke, 2005; Woodcock *et al.*, 2005).

Com a mecanização da agricultura, os custos associados à manutenção das infra-estruturas ecológicas, nomeadamente nas margens dos campos, foram considerados maiores do que os benefícios da sua presença, tendo sido em grande parte removidas, transformando os campos agrícolas em paisagens muito homogêneas e simples, com maior área de cultivo (Le Coeur *et al.*, 2002; Roschewitz *et al.*, 2005). Estudos posteriores vieram provar que as infra-estruturas ecológicas são cruciais para a manutenção da biodiversidade nos campos (Le Coeur *et al.*, 2002; Schmidt & Tschartke, 2005; Woodcock *et al.*, 2005). Por exemplo, ao nível dos polinizadores, importantes na produtividade de muitas culturas, vários estudos provaram que as infra-estruturas ecológicas são essenciais a estes insectos auxiliares como locais de nidificação e fonte de alimento (Kells & Goulson, 2003; Pywell *et al.*, 2005).

Muitos ecossistemas agrários são ambientes desfavoráveis para os inimigos naturais, sujeitos a elevados níveis de perturbação (ex: monoculturas intensivas, aplicação de pesticidas) (Landis *et al.*, 2000). Estes ecossistemas não beneficiam necessariamente com a diversidade *per se*, mas requerem certos elementos de diversidade que, uma vez identificados, podem ser retidos ou reintroduzidos, com o objectivo de criar infra-estruturas ecológicas adequadas a um maior equilíbrio do ecossistema agrícola (Gurr *et al.*, 1998a). Neste sentido, é importante incorporar alguma diversidade vegetal, que forneça diversos recursos, bem como diversificar estrategicamente a cultura ou o ambiente circundante de modo que os recursos chave se tornem disponíveis para os inimigos naturais, optimizando as suas respostas numérica e funcional (Gurr *et al.*, 1998b).

ESTUDO DE CASO: O TOMATE PARA INDÚSTRIA

Este trabalho refere-se ao ecossistema agrário “tomate para indústria”, cujas infra-

estruturas ecológicas específicas ainda não foram alvo de estudos pormenorizados.

A planta do tomateiro oferece a inúmeros animais, nomeadamente artrópodes, locais para estes se alimentarem, protegerem, reproduzirem ou completarem o seu ciclo de vida. Os artrópodes podem, no entanto, causar estragos na planta, e consequentes prejuízos, quer por acção directa através do consumo de diversas partes da planta (seiva, folhas, fruto), quer indirecta, funcionando como vectores de vírus (Lange & Bronson, 1981). Podem, ainda, prejudicar o aspecto exterior ou levar à instalação de outros organismos através das suas excreções ou do estrago nos tecidos da planta.

Em tomate de indústria, a lagarta do tomate, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep.: Noctuidae), foi identificada como praga-chave na região do Ribatejo. Isto deve-se ao facto de os prejuízos causados resultarem não só da redução quantitativa da produção, mas também da introdução de fungos, que proliferam nos frutos atacados, e da presença de fragmentos de insectos, excrementos e resíduos de pesticidas nos frutos, o que condiciona o grau de qualidade e, consequentemente, o valor económico do produto industrial (Araújo, 1990; Hoffman *et al.*, 1991).

No âmbito do Projecto AGRO 189 “Protecção Integrada em Tomate para Indústria”, observou-se, associado à praga-chave, um complexo de inimigos naturais, entre os quais parasitóides oófagos, pertencentes aos géneros *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) e *Telenomus* (Hym.: Scelionidae).

Relativamente aos parasitóides oófagos, Bianchi *et al.* (2005) verificavam que estes encontram, nas zonas de pastoreio, habitats permanentes e locais de hibernação. Isto é importante para a manutenção das populações de ambos os géneros de parasitóides, uma vez que os campos agrícolas fornecem recursos limitados, por exemplo, apenas oferecem néctar ou pólen num curto período da cultura (Bianchi *et al.*, 2005). No que se refere a *Trichogramma* spp. e *Telenomus* spp.,

Garcia (1992), num estudo que decorreu entre Outubro e Junho, nos Açores, detectou parasitismo sobre ovos de lepidópteros em diversas plantas adventícias, nomeadamente *Rumex* sp. (Polygonaceae), *Scrophularia auriculata* L. (Scrophulariaceae), *Plantago capitatum* D. Don. (Plantaginaceae) e *Eupatorium adenophorum* Sprengel (Compositae), o que mostra que estas plantas são utilizadas pelos parasitoides como locais de abrigo durante o Inverno. Plantas adventícias circundantes aos ecossistemas agrícolas ajudam à manutenção de populações de parasitoides, que podem ser geridas para um maior impacto nas populações de pragas. Sabe-se que plantas nectaríferas funcionam como fontes de hidratos de carbono para *Telenomus*, enquanto que a melada dos afídeos beneficia tanto *Telenomus* como *Trichogramma*, o que permitirá um aumento da sua longevidade e fecundidade (Orr, 1988; Bin, 1994; Mills *et al.*, 2000)

As flores das plantas adventícias funcionam também como fonte de alimento para os insectos presentes no campo. Há plantas que beneficiam o parasitóide *Copidosoma koehleri* Blanchard (Hym.; Encyrtidae), aumentando a sua fecundidade e longevidade, o mesmo não sucedendo com a praga alvo *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae), (Baggen & Gurr, 1998; Baggen *et al.*, 1999). Por outro lado, Baggen & Gurr (1998) observaram taxas de parasitismo mais elevadas em locais mais próximos das margens dos campos, onde se encontram diversas infra-estruturas ecológicas.

No caso do tomate para indústria, pelo seu carácter temporário, as infra-estruturas ecológicas deverão ser particularmente importantes para os parasitoides e restantes inimigos naturais (Boller *et al.*, 2004). Em cada campanha, uma nova cultura é instalada e uma nova comunidade de inimigos naturais lentamente inicia uma nova colonização. Ao contrário da lagarta do tomate, espécie com grande mobilidade, os seus parasitoides são de reduzidas dimensões, o que implica menor

capacidade de dispersão. Assim, a vegetação que circunda os campos terá um papel fundamental no abrigo desses inimigos naturais no período entre campanhas. A preservação e valorização destes espaços contribuirão para facilitar a colonização dos campos de tomate, na Primavera e Verão.

O estudo da limitação natural da lagarta do tomate, efectuado em 2002 e 2003 mostrou que a colonização pelos inimigos naturais foi progressiva mas lenta relativamente à colonização pela lagarta do tomate. Daqui resultou uma limitação natural claramente insuficiente no início da campanha, obrigando o produtor à aplicação precoce de pesticidas, a qual, por sua vez, atrasou ainda mais a instalação e consequente acção dos inimigos naturais (Figuras 1 e 2). Depreendeu-se ainda que as populações de parasitoides oófitos tenderam a estabilizar, na segunda metade da campanha do tomate, independentemente das flutuações populacionais da praga.

Observações sugerem que campos onde as infra-estruturas ecológicas envolventes têm maior representatividade apresentaram taxas de parasitismo mais elevadas no início da campanha. Por outro lado, nesses campos verificou-se haver maior diversidade de parasitoides. Um estudo conduzido em seis campos de tomate para indústria, em 2004, revelou que, tendo sido encontradas cinco espécies de *Trichogramma*, apenas no campo com maior envolvimento por infra-estruturas ecológicas foi detectada a presença de todas as espécies (Gonçalves *et al.*, em publicação).

No Quadro 1 é apresentada informação de dois campos em Canha e Valada do Ribatejo com diferentes infra-estruturas ecológicas, ambos sujeitos a luta química convencional. Relativamente a estas observações, não se tratando de estudos direccionados para a avaliação da influência das infra-estruturas ecológicas sobre os inimigos naturais, não é ainda possível determinar de forma conclusiva o seu papel na manutenção da biodiversidade e abundâncias das várias espécies.

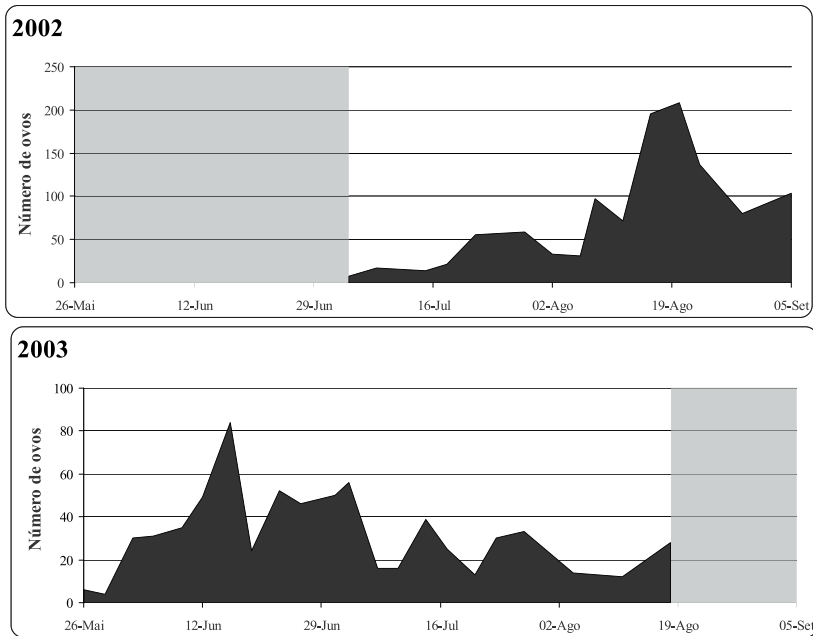


Figura 1 – Evolução das capturas de ovos de lepidópteros, em campos de tomate, em Vila Franca de Xira, em 2002 e 2003.

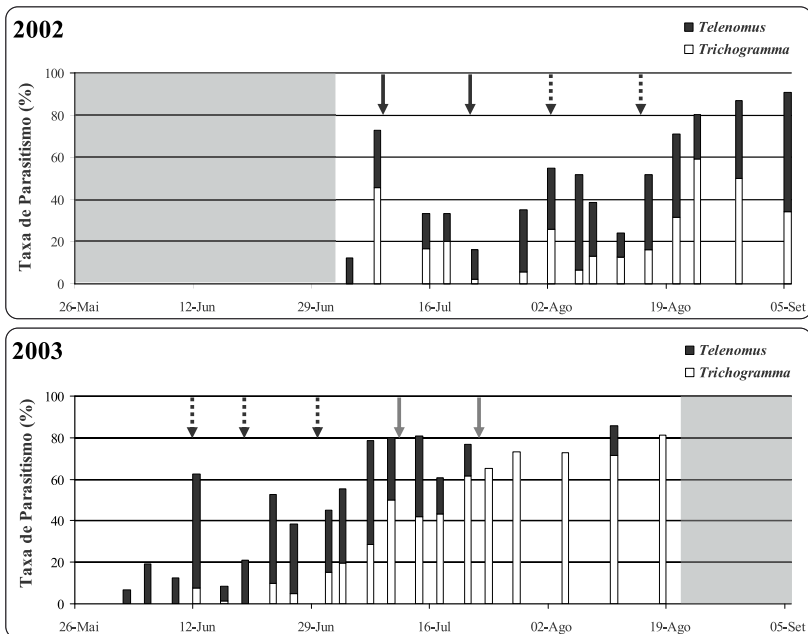


Figura 2 – Evolução das taxas de parasitismo por *Trichogramma* e *Telenomus*, em campos de tomate, em Vila Franca de Xira, em 2002 e 2003 e tratamentos de pesticidas (↓ - beta-ciflutrina; ▾ - *Bacillus thuringiensis*; ↓ - lambda-cialotrina).

Quadro 1 – Comparação entre dois campos de tomate para indústria com infra-estruturas ecológicas com diferente representatividade, em termos de parasitismo oóforo no início da campanha em 2004 e número de parasitóides do género *Trichogramma*.

	Local	
	Canha	Valada do Ribatejo
Infraestruturas ecológicas disponíveis	Montado de sobreiro Vegetação ribeirinha	Faixa de eucaliptos
Taxa de parasitismo oóforo nas duas primeiras semanas ¹	71,4%	17,6%
Número de espécies de <i>Trichogramma</i> encontradas	5	3

¹Período compreendido entre 03 e 14 de Junho de 2004.

Claramente, tanto os inimigos naturais como as pragas utilizam as infra-estruturas ecológicas, e fazem-no de forma diferenciada (Boller *et al.*, 2004). É, em teoria, possível manipular os ecossistemas agrários de forma a alterar de modo diferencial as funções ecológicas disponíveis para pragas e auxiliares, de modo a favorecer os últimos. Neste trabalho são apresentados fundamentos teóricos e algumas observações neste sentido, no entanto, estão por realizar estudos específicos em tomate para indústria que suportem esta teoria. Tais estudos são de grande interesse no sentido de fornecer ferramentas tecnológicas que promovam a limitação natural e que sejam, simultaneamente, de implementação fácil pelos produtores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M.A. (1999) - The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Araújo, A.C.M. (1990) - *Luta biológica contra Heliothis armigera no ecossistema agrícola "tomate para indústria" – Interações cultura – fitófagos – antagonistas*. Dissertação de doutoramento, Universidade de Évora, Évora, Portugal, 356 pp.
- Baggen, L.R. & Gurr, G.M. (1998) - The Influence of Food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the Use of Flowering Plants as a Habitat Management Tool to Enhance Biological Control of Potato Moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biological Control* 11: 9-17.
- Baggen, L.R.; Gurr, G.M. & Meats, A. (1999) - Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91: 155-161.
- Bianchi, F.J.J.A.; van Wingerden, W.K.R.E.; Griffioen, A.J.; van der Veen, M.; van der Straten, M.J.J.; Wegman, R.M.A. & Meeuwssen, H.A.M. (2005) - Landscape factors affecting the control of Mamestra brassicae by natural enemies in Brussels sprout. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 145-150.
- Bin, F. (1994) - Biological control with egg parasitoids other than *Trichogramma*. In: Wajnberg, E. & Hassan S.A. (eds.) *Biological control with egg parasitoids*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 145-151.
- Boller, E.F.; Häni, F. & Poehling, H.M. (2004) - *Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level*. LBL, Lindau, Switzerland.
- Burel, F.; Butet, A.; Delettre, Y.R. & Millán de la Peña, N. (2004) - Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification. *Landscape and Urban Planning* 67: 195-204.

- Duelli, P. & Obrist, M.K. (2003) - Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology* 4: 129-138.
- Garcia, P. (1992) - Estudo preliminar da dinâmica populacional de parasitóides oófagos na ribeira do Guilherme S. Miguel-Açores. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia* 2: 347-356.
- Gonçalves, C.I.; Huigens, M.E.; Verbaarschot, P.; Duarte, S.; Mexia, A.; Tavares, J. Natural occurrence of *Wolbachia*-infected and uninfected *Trichogramma* species in tomato fields in Portugal. *Biological Control* (em publicação).
- Gurr, G. M.; Emden, H.F. & Wratten, S.D. (1998)a - Habitat manipulation and natural enemy efficiency: implications for the control of pests. In: P. Barbosa (ed.) *Conservation Biological Control*. Academic Press, San Diego, USA, pp. 155-183.
- Gurr, G. M.; Wratten, S.D.; Irwin, N.A.; Hosain, Z.; Baggen, L.R.; Mensah, R.K. & Walker, P.W. (1998)b - Habitat manipulation in Australasia: a recent biological control progress and prospects for adoption. *Proceedings 6th Australasian Applied Entomological Research Conference*, University of Queensland, Queensland, Australia. pp. 225-235.
- Hietala-Koivu, R.; Lankoski, J. & Tarmi, S. (2004) - Loss of biodiversity and its social cost in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 75-83.
- Hoffman, M.P.; Lloyd, T.W.; Zalom, F.G. & Hilton, R.J. (1991) - Dynamic sequential sampling plan for *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in processing tomatoes: parasitism and temporal patterns. *Environmental Entomology* 19: 753-763.
- Kells, A.R. & Goulson, D. (2003) - Preferred nesting sites of bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae) in agroecosystems in the UK. *Biological Conservation* 109: 165-174.
- Landis, D.; Wratten, S.D. & Gurr, G.M.. (2000) - Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45:175-201.
- Lange, W.H. & Bronson, L. (1981) Insect pests of tomatoes. *Annual Review of Entomology* 26: 345-371.
- Le Coeur, D.; Baudry, J.; Burel, F. & Thenail, C. (2002) - Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 23-40.
- Marshall, E.J.P.; West, T.M. & Kleijn, D. (2005) - Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (em publicação).
- Mills, N.; Pickel, C.; Mansfield, S.; McDougall, S.; Buchner, R.; Caprile, J.; Edstrom, J.; Elkins, R.; Hasey, J.; Kelley, K.; Krueger, B.; Olson, B. & Stocker, R. (2000) - Mass releases of *Trichogramma* wasps can reduce damage from codling moth. *California Agriculture* 54: 22-25.
- Orr, D.B. (1988) - Scelionid wasps as biological control agents: a review. *Florida Entomologist* 71: 506-520.
- Pywell, R.F.; Warman, E.A.; Carvell, C., Sparks; T.H., Dicks; L.V., Bennett; D., Wright, A.; Critchley, C.N.R. & Sherwood, A. (2005) - Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation* 121: 479-494.
- Ricklefs, R.E. & Miller, G.L. (1999) - Ecology, W. H. Freeman and Company, New York, USA, 822pp.
- Roschewitz, I.; Hücker, M.; Tschamtkke, T. & Thies, C. (2005) - The influence of landscape context and farming practices on parasitism of cereal aphids. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108: 218-227.
- Smeding, F.W. & Snoo, G.R. (2003) - A concept of food-web structure in organic arable farming systems. *Landscape and Urban Planning* 65: 219-236.
- Schmidt, M.H. & Tschamtkke, T. (2005) - The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 235-242.
- Woodcock, B.A.; Westbury, D.B.; Potts, S.G.; Harris, S.J. & Brown, V.K. (2005) - Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 255-266.