



## Tópicos em protecção biológica de conservação

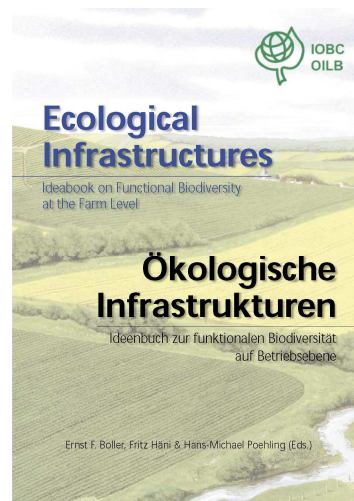
Elisabete Figueiredo  
elisalacerda@isa.ulisboa.pt

### regras OILB srop Produção integrada

Recomendam o fomento da biodiversidade, por ser considerada elemento importante da sustentabilidade da agricultura

**Infra-estruturas ecológicas** devem ocupar, pelo menos, **5% da área da exploração\***, excluindo a superfície florestal, para manter adequada biodiversidade funcional

(Boller *et al.* 2004)



\* ótimo = 10-15%

## PBC - Infra-estruturas ecológicas



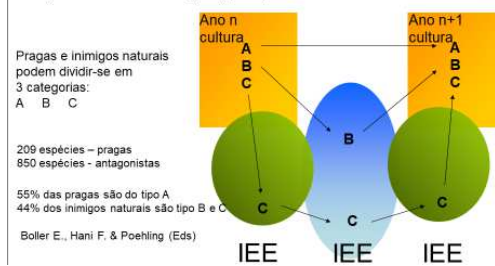
- ✓ Refúgio
- ✓ Pólen, néctar
- ✓ Presas / hospedeiros alternativos

Qualquer infra-estrutura na exploração numa distância até 150 m cuja gestão incremente a biodiversidade funcional e, portanto também, melhore o ciclo de nutrientes, polinização, e protecção biológica contra os inimigos das culturas

Boller et al., 2004

## Hospedeiros - IEE

- A – necessitam apenas da cultura
- B – necessitam de hospedeiro alternativo (infra-estruturas ecológicas) para hibernação
- C – necessitam de hospedeiro alternativo (infra-estruturas ecológicas) para parte do desenvolvimento



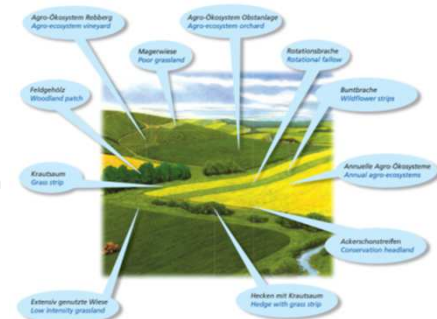
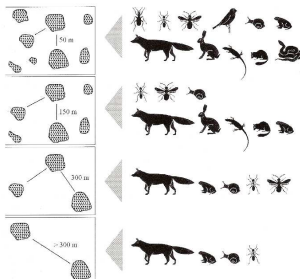
## PB Conservação - Infra-estruturas ecológicas

**Habitats permanentes** (de grandes dimensões) - floresta, prados e pastagens pouco intensivos, áreas ruderais, pomares tradicionais

**Habitats temporários ou poldras** (“stepping stones”) de pequena dimensão - manchas de arbustos e árvores, pequenos bosques, amontoados de pedras ou de lenha, charcos

**Corredores ecológicos** – estruturas lineares ou em faixa que ligam habitats - sebes vivas, vegetação da bordaduras das parcelas, cobertura de entrelinha, faixas de flores silvestres, margens de caminhos rurais e riachos, muros de pedra

Estas infra-estruturas devem formar rede...



## Protecção biológica conservação

Mais lenta do que tratamento biológico (e ainda mais em relação à protecção química)



Predador ou parasitóide  
alimento

Wäckers & van Rijn, 2013

### Omnivoria

**Evolutiva** – carnívoros estado larvar; néctar e pólen adultos; ninfas – herbívoras, adultos carnívoros – existência de alimento vegetal aumenta capacidade reprodutiva – parasitóides (Hymenoptera- Parasitica e Tachinidae), Chrysopidae, Syrphidae, Pentatomidae;

**Temporal** – apenas durante alguns períodos - parasitóides cujos adultos tb se alimentam hospedeiro;

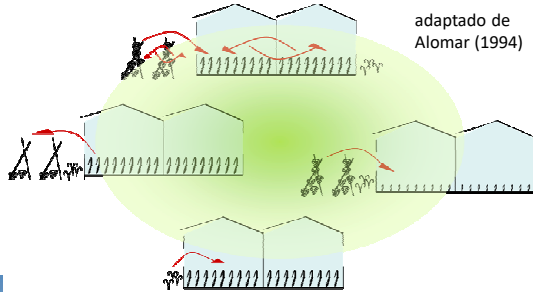
**Real** **Permanente** - herbívoros e carnívoros enquanto imaturos e adultos – alimento indiscriminado ou suplemento - Pentatomidae, Miridae, Anthocoridae, Carabidae, Neuroptera – Chrysopa e Hemerobiidae, Aelothripidae

mais difícil quantificar  
impacto



# PBC – Infra-estruturas ecológicas

European Learning Network on Functional AgroBiodiversity  
<http://www.eln-fab.eu>



# Agentes de PB – infra-estruturas ecológicas





## PBC - Infraestruturas ecológicas

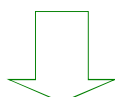


## Manutenção / gestão de plantas adventícias

Conservação / Utilização de infra-estruturas ecológicas



Manutenção / Gestão de adventícias



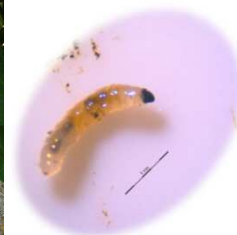
- Conhecimento das espécies
- Conhecimento dos repositórios mais frequentes de algumas pragas (ex: ácaros e afídeos)
- Conhecimento dos repositórios dos auxiliares autóctones

**é muito mais do que simplesmente ... manter as “ervas” nas parcelas.....**

M.C. Godinho, 2008



## Agentes de PB



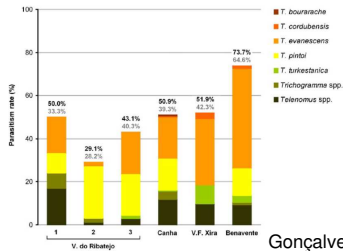
**Mosca-tigre**  
Solo cobertura  
Teor de MO



S. Rodrigues



# Agentes de PB – efeito das IEE



Gonçalves et al., 2006

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 e número de parasitóides do género *Trichogramma*.

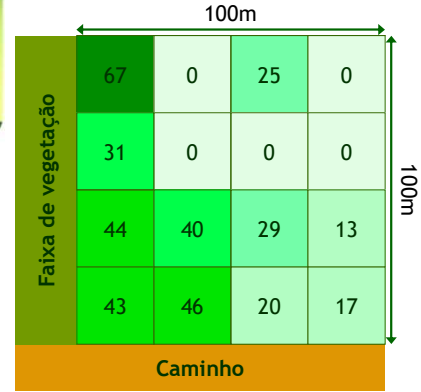
	Canha	Valada do Ribatejo
Infra-estruturas ecológicas disponíveis	Montado de sobreiro Vegetação ribeirinha	Faixa de eucaliptos
Taxa de parasitismo oóforo nas duas primeiras semanas <sup>1</sup>	71,4%	17,6%
Número de espécies de <i>Trichogramma</i> encontradas	5	3

<sup>1</sup>Período compreendido entre 03 e 14 de Junho de 2004.

Amaro et al., 2008

## Variação no espaço Canha 2004

Taxa de parasitismo



Gonçalves, 2011

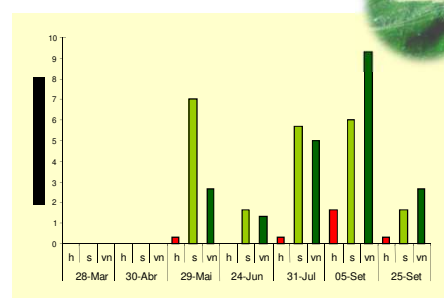
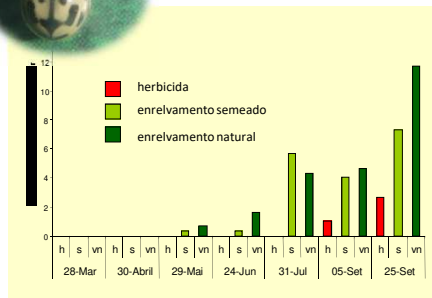
# Agentes de PB – efeito das IEE



Franco et al., 2006

## Pomares citrinos Oeste com diferente gestão da entrelinha

Amostragem por aspiração



Sebes de *Arundo donax*: *Melanoaphis donacis* afideo específico alimento para sirfídeos e coccinelídeos

# Agentes de PB – efeito das IEE

## Culturas perenes vs culturas anuais

Importância de:

- Culturas de cobertura
- Rotação de culturas
- Margens, bandas floridas, vegetação ripícola, etc.



## Conservação - Selecção de plantas para infra-estruturas ecológicas

Criteria for selection of plant species for hedges, edges and margins	Importance
Autochthonous species commercially available adapted to the ecosystem	6
Risk of being repository of crop pathogens and /or crop pests	6
Risk of being a weed for the crop	5
Price of seeds / plants	5
Source of pollen and/or nectar (or extrafloral nectary)	5
Flowers with exposed nectaries	5
Shelter	5
Toxic nectar, extrafloral nectar or pollen	5
Capacity to compete with weeds	4
Bloom period (sequential; continuous flower source, not coincident with crop)	4
Easy and cheap management	4
Stratum (include shrubs and herbaceous plants, in some cases trees)	3
Equilibrium perennial /deciduous species	2
Color of the flowers (avoid homochromous)	2

Costa et al. in press



<http://dx.doi.org/10.18174/373595>

### Companion plants for predatory bugs

Predatory bugs (essentially Miridae and Anthicoridae) are used since years as biocontrol agents in greenhouses. These bugs occur naturally in the Mediterranean area. They are found colonizing vegetable rows if they are not disturbed by chemical treatments. Lambion et al., 2016



<http://www.recupera2020.csic.es/>

### Fichas de Transferencia

Número: 007 Fecha: Mayo 2015 | Líderes en el Negocio Agroalimentario

### DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS ECOLÓGICAS EN ZONAS INVERNADAS

1. SETOS PERIMETRALES PARA FOMENTAR EL CONTROL BIOLÓGICO POR CONSERVACIÓN  
González et al., 2015



## Conservação - Selecção de plantas para infra-estruturas ecológicas



**Infra-estruturas ecológicas**  
Guia de instalação de comunidades vegetais

**1** As infra-estruturas ecológicas como base da biodiversidade funcional em explorações agrícolas

Entende-se por infra-estrutura ecológica (IEE), qualquer infra-estrutura existente na exploração agrícola, ou num raio de cerca de 150 m, com valor ecológico, o qual contribua para a biodiversidade funcional da exploração (i.e., a parte da biodiversidade que pode ser directamente utilizada pelo agricultor). A contribuição efectiva das IEE no fomento da biodiversidade depende da sua qualidade ecológica, localização e ligação a outras IEE situadas dentro e fora da exploração, sendo que a dimensão adequada das IEE e a distância entre elas depende do tamanho e capacidade de dispersão das espécies animais que as utilizam.

Uma rede de IEE deverá ser composta por três elementos fundamentais, cada um com diferentes funções:

- habitats permanentes – de grande dimensão, incluem prados, pastagens, floresta, áreas naturais e pomares tradicionais;
- habitats temporários – de pequena dimensão, incluem pequenos bosques, manchas de arbustos e árvores, arvoredo de podre ou lenha e charnecas;
- corredores ecológicos – incluem estruturas lineares como sabias, faixas de marmeleiro, caminhos rurais e linhas de água.

As instalações em terra são IEE e a cultura devem ser tidas em atenção, como forma de assegurar a efectiva dispersão dos invertebrados nativos e colonização da sítima (i.e., IEE destinadas a assegurar a colonização a vinha por parasitóides da traça-da-uva que se movem menos de 300 m, devem ser instaladas a menor distância da cultura do que no caso de se pretender incrementar a actuação do papel de aves insectívoras, que se podem deslocar centenas de metros; uma IEE adequada para o primeiro caso poderá ser o envolvimento, já para o segundo poderá ser uma sabie).

Nesta publicação incluem-se prioritariamente as IEE de comunidades por comunidades vegetais, assim como nos capítulos 2 e 3 na escolha das plantas a instalar em a instalação as mesmas.

O aproveitamento de áreas não produtivas para a instalação de comunidades vegetais (i.e., taludes de encostas) permite que os agricultores se multipliquem e se dispõem para o interior do país, ao facilitar de forma a condições ideais e fontes alternativas de alimento.

A vegetação envolvente de rios ou outros passagens e constitui importante habitats espécies de fauna.

## Vinha Douro ADVID

<https://www.advid.pt/uploads/DOCUMENTOS/Subcategorias/Comunicacao/Guia%20de%20instalacao%20de%20infra-estruturas%20ecologicas.pdf>



Cristina Carlos, Fátima Gonçalves, Susana Sousa, António Crespi & Laura Torres  
Maio 2013

Elaborado no âmbito do projecto EcoVitis - "Maximização dos serviços do ecossistema vinha na Região Demarcada do Douro". Co-financiado pelo Programa de Desenvolvimento Rural - Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território - Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural - A Europa investe nas zonas rurais

## Conservação - Selecção de plantas para infra-estruturas ecológicas

Quadro 7 – Relacionamento entre ácaros e espécies vegetais na cultura da amora em estufa, cultivar Karaka Black (Fátaca, Odemira, Março a Junho 2011), com indicação da frequência e da abundância relativa dos ácaros.

HOSPEDEIRO	ÁCARO									
	B. fraxinosa *	P. f. sp. *	A. limonicus **	A. fuscus **	A. californicus **	A. mesasiaticus **	A. elongatus **	O. celticus ***	O. bicolori ***	T. caryocarpae ***
Amaranthus deflexus										
Anagallis arvensis										
Cardamine hirsuta										
Chenopodium album										
Chenopodium murale										
Coryza bonariensis										
Coryza canadensis										
Cynodon dactylon										
Digitaria sanguinalis										
Holcus mollis										
Juncus capitatus										
Lolium subbiflorum										
Oxalis corniculata										
Solanum nigrum										
Sonchus oleraceus										
Sonchus tenerrimus										
Trifolium repens										

\* Inóspeto, \*\* predador, \*\*\* inofensivo  
 Criação de cor: tonalidade escura → frequência/abundância relativa alta; tonalidade média → frequência/abundância relativa média; tonalidade clara → frequência/abundância relativa baixa.

Pina, S. 2011. Diversidade acarológica na cultura da amora e infestantes. Diss. Mestrado Eng. Agronómica ISA/UTL, Lisboa

Quadro 15 – Número médio de tripes adultos, pertencentes aos géneros *Tenothrips* e *Thrips*, por amostra de espécie de planta adventícia presente no exterior da parcela de morango, no conjunto das amostras de 2 de Junho e 14 de Julho (vermelho - presentes na cultura e plantas adventícias; cinzento - presentes apenas nas plantas adventícias; espaço em branco - número de tripes nulo; maior intensidade da cor corresponde a maior abundância de tripes, N - número de amostras recolhidas por espécie de planta adventícia).

Género/espécie botânica	N	Tenothrips discolor	Tenothrips thzi	Thrips atratus	Thrips flavus	Thrips tabaci	Thrips sp.
Anthemis arvensis L.	1					3,0	
Antiochia calendula (L.) Levyns	2	1,0	0,5			2,5	
Leonidori sp. L.	2					4,5	
Sonchus tenerrimus L.	1	1,0					
Raphanus raphanistrum L.	1					6,0	
Silene gallica L.	1			7,0			
Chenopodium album L.	3					7,0	0,3
Trifolium repens L.	2	5,5				3,5	
Vicia villosa Roth	1	1,0					1,0
Holcus mollis L.	2	0,5					
Polygonum aviculare L.	1	3,0					
Polygonum lapathifolium L.	2					5,0	
Rumex bucephalophorus L.	3	0,7				0,3	
Datura stramonium L.	1					1,0	
Solanum tuberosum L.	1	1,0				2,0	

Serra, D. 2012. Tripes (Thysanoptera) em amora, mirtilo, morango e plantas adventícias associadas. Diss. Mestrado Eng. Agronómica ISA/UTL, Lisboa

## PB e protecção química

## Tabelas de efeitos secundários (side effects)

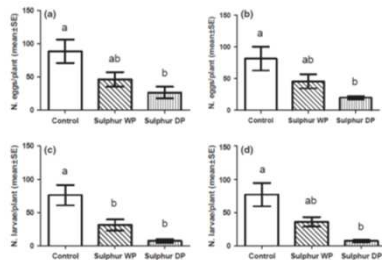
- Espécies incluídas (e estirpes)
- Toxicidade aguda vs crónica

Efeitos subtletais:

- Longevidade
- Mobilidade
- Interferência sistema imunológico
- Comportamento (alimentação, postura)
- Fertilidade / fecundidade / razão sexual
- Orientação / navegação
- Capacidade de predar / parasitar

Desneux et al. 2007;

## PB e protecção química



Repelência postura de *Tuta absoluta*  
Toxicidade p/ adultos?

Fig. 2 Number of eggs laid and larvae developed per tomato plant (mean  $\pm$  SE) in a choice (a, c) and a no-choice test (b, d) comparing plants treated with sulphur WP and sulphur dustable powder and untreated plants. Zappalà et al. 2011

incompatibilidade com *Necremnus tuta*

<https://www.youtube.com/watch?v=hdkA5UEFAJk>



## Agentes de PB – interacções tritróficas

No ecossistema real não existe uma única praga e seu respectivo predador / parasitóide

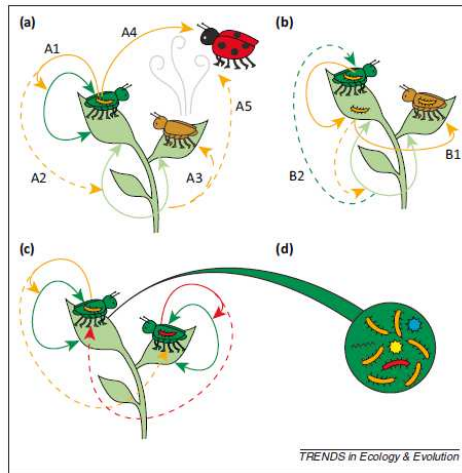
- Predador / parasitóide preferências vs impacto
- Reacção da planta a um dos fitófagos pode interferir no desenvolvimento de outros, ou dos seus inimigos naturais
- Existência de outros inimigos
- Flora do solo e da rizosfera

taxonomically distant second level consumers. Despite obvious differences in damages inflicted to plants by phytophagous arthropods and plant pathogens, potential indirect interactions between these two types of organisms have received limited attention. In the same way, indirect interactions between arthropod pests sharing a common predator (e.g. apparent competition mediated by the third trophic level), despite having been largely described using mathematical models, have been somehow relatively neglected, especially for optimizing Integrated Pest Management (IPM).

Desneux, 2012



## Agentes de PB – interações tritróficas



### Simbiontes

Figure 1. Insect symbionts (represented by an insect carrying a bacterium) influence insect-plant interactions at different levels through direct interactions (solid lines) as well as through indirect plant-mediated interactions (dashed lines). Yellow lines represent symbiont-mediated interactions, deep green lines represent insect-plant interactions, and pale green lines represent changes in plant state or physiology. (a) Insect symbionts can directly influence host plant use in herbivorous insects (A1), but also indirectly through changes in plant state or physiology (A2). Such changes can affect other insects sharing the same host plant (A3). Insect symbionts can directly affect the host's interactions with natural enemies (A4), but also indirectly through changes in plant physiology and the emission of herbivore-induced plant volatiles (A5). (b) Insect symbionts can colonize plants, which is a likely route for horizontal transmission (B1). Similarly, plant pathogens can be vectored by insects and this may evolve into mutualism if the insect benefits from a diseased host plant (B2). (c) Different insect symbionts can differentially affect insect host plant use and ultimately modulate interactions between insects. (d) Communities of insect symbionts, including bacteria, fungi, and viruses, are found in both insects and plants, where they can engage in complex interactions.

Frago et al. 2012

Futuro que já acontece

Manipulação de simbiontes dos herbívoros e/ou dos APB

## Agentes de PB – interações tritróficas

### Rizosfera

*Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) e micorriza *Rhizophagus irregularis* (Glomeromycota: Glomeraceae) em tomate

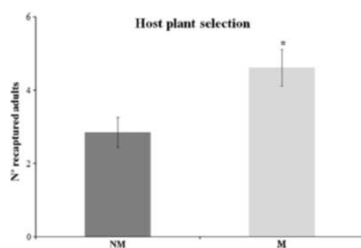


Fig. 1 Number (mean ± SE) of *M. pygmaeus* adults (males and females) recaptured on detached leaves from non-mycorrhizal (NM) and mycorrhizal (M) tomato plants inoculated with *R. irregularis* 72 h after their release in the cage. Two leaves per treatment were offered in each cage,  $n = 13$ . Significant differences (asterisk) were detected between plant treatments but not between sexes ( $P < 0.05$ )

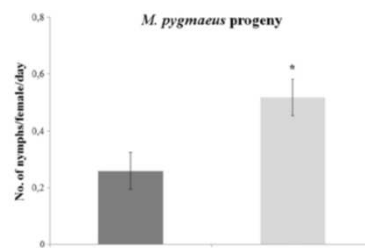


Fig. 2 Number (mean ± SE) of *M. pygmaeus* newly born nymphs from detached leaves of non-mycorrhizal (NM) and mycorrhizal (M) tomato plants inoculated with *Rhizophagus irregularis*, 11 days after the end of the host-plant selection assay ( $n = 26$ ). Significant differences (asterisk) were detected between plant treatments ( $P < 0.05$ )

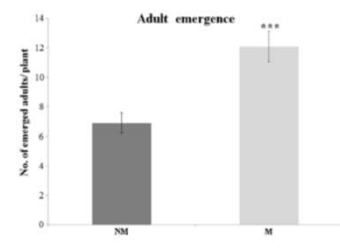
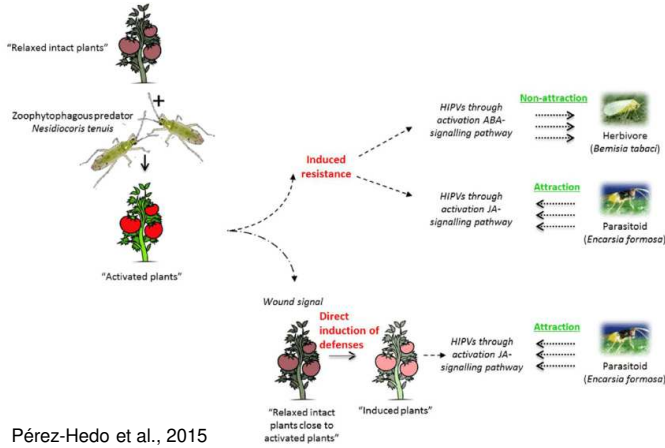


Fig. 3 Number (mean ± SE) of *M. pygmaeus* adults (females and males) developed on non-mycorrhizal and mycorrhizal tomato plants inoculated with *R. irregularis* after introducing 20 first instar nymphs in muslin bags that enclosed the six upper leaves of the plants. *Bemisia tabaci* adults were offered as prey. Significant differences (asterisk) were detected between plant treatments but not between sexes ( $P < 0.001$ ,  $n = 10$ )

Prieto et al., 2017

# Agentes de PB – interações tritróficas



Pérez-Hedo et al., 2015

A conceptual model of plant benefits indirectly caused by the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. At the top left of the flow chart, a relaxed tomato plant is induced by *N. tenuis* feeding. *N. tenuis* feeding activated abscisic acid (ABA) and jasmonic acid (JA)-signaling pathways in tomato plants, which resulted in a nonpreference effect on the whitefly *B. tabaci* and in attraction of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. Some of the chemical changes in the punctured plant may act as wound signals to undamaged adjacent tomato plants. The JA pathway is activated in induced tomato plants, which results in attraction to the parasitoid *E. formosa*.

## Herbivore-induced plant volatiles (HIPVs)

### Repelência:

- Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae)
- Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)
- Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)

### Atração:

- parasitóide *Encarsia formosa* (Hym.: Aphelinidae)

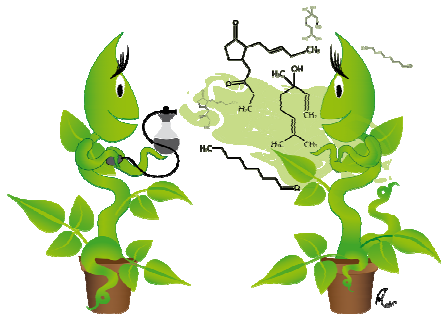
### Indiferença:

- Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) (mas há diminuição de sobrevivência)

Perez-Hedo et al. 2021 – Entomol. Gen.

# Agentes de PB – interações tritróficas

## Herbivore-induced plant volatiles (HIPVs)



(Z)-3-hexenil propanoato e metil-salicilato  
Graphic artist: Alejandro de León

Perez-Hedo et al., 2021  
J. Pest Sci.

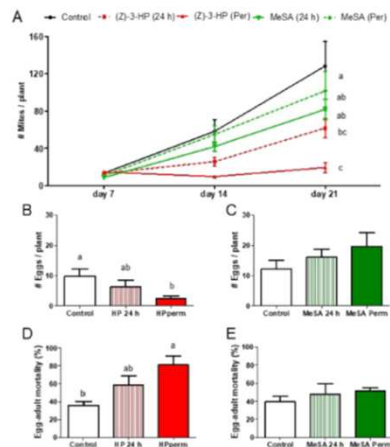


Fig 2 Number (mean ±SE) of *Tetranychus urticae* females per tomato plant when comparing the mite development on tomato plants exposed to (Z)-3-hexenyl propanoate [(Z)-3-HP] and methyl salicylate [MeSA] e in comparison with unexposed tomato plants (Control). Bars with different letters are significantly different (ANOVA, Tukey  $\alpha < 0.05$ ). Percentage mortality (mean ±SE) of *T. absoluta* from egg to adult when raised on tomato plants exposed to (Z)-3-hexenyl propanoate [(Z)-3-HP] d and methyl salicylate [MeSA] e in comparison with unexposed tomato plants (Control). Bars with different letters are significantly different (ANOVA, Tukey  $\alpha < 0.05$ ) #LMM, repeated measures  $\alpha < 0.05$  a. Number of eggs (mean ±SE)

laid by *T. absoluta* females during 72 h in plants exposed to (Z)-3-hexenyl propanoate [(Z)-3-HP] b and methyl salicylate [MeSA] e in comparison with unexposed tomato plants (Control). Bars with different letters are significantly different (ANOVA, Tukey  $\alpha < 0.05$ ). Percentage mortality (mean ±SE) of *T. absoluta* from egg to adult when raised on tomato plants exposed to (Z)-3-hexenyl propanoate [(Z)-3-HP] d and methyl salicylate [MeSA] e in comparison with unexposed tomato plants (Control). Bars with different letters are significantly different (ANOVA, Tukey  $\alpha < 0.05$ )

## PB conservação - perspectivas

*Dicyphus cerastii* / *Dicyphus umbertae*  
1997 – 2006 – 2011 - 2018

*Coenosia attenuata*  
2005

*Necremnus tutae*  
2014

*Trybliographa rapae*?  
2017

Novo parasitóide de *T. absoluta*?



## Alguns desafios

- Selecção de plantas adequadas para IEE
- Criação em massa
- Alterações climáticas
- Espécies invasoras pragas
- Espécies invasoras – patogénicos com insectos vectores (e.g. *Xylella fastidiosa*)
- Interacções tritróficas

**Ainda há um mundo a descobrir!**

## Financiamento (principal)

- PAMAF 2034
- Agro 189
- PRoDeR Largadas
- Flypred (FCT PTDC/AGR-AAM/099723/2008)
- Umbert-Eco (FCT PTDC/ASP-PLA/29110/2017)
- PRIMA Aster (FCT PRIMA/0001/2021)