REGIONE DEL VENETO

VENETO AGRICOLTURA

Organismo di Formazione accreditato dalla Regione del Veneto

Cimice asiatica ed altri patogeni emergenti: biologia e difesa

(cod. 10-23)

10-17-24 Febbraio, 2 Marzo 2023

Cimice asiatica ed insetti alloctoni: Orienthus ishidae, Ectomyelois ceratoniae, Garella musculana

Penelope Zanolli

DAFNAE Università di Padova

DAFNAE Dipartimento di Agronomia, Alimenti, Risorse naturali, Animali e Ambiente

800 ANNI 1222·2022

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DI COSA PARLIAMO

Cimice asiatica ed insetti alloctoni:

Orientus ishidae, Ectomyelois ceratoniae, Garella musculana

Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, male adult.

A cura di

Penelope Zanolli

Dipartimento DAFNAE Università di Padova

DAFNAE
Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente

800 ANNI 1222-2022 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

REGOLAMENTO (UE) N. 1143/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 22 ottobre 2014

recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive

REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2016/1141 DELLA COMMISSIONE

del 13 luglio 2016

che adotta un elenco delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale in applicazione del regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DECRETO 19 gennaio 2015.

Elenco delle specie alloctone escluse dalle previsioni dell'articolo 2, comma 2-*bis*, della legge n. 157/1992.

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI

Definizioni

1. Ai fini del presente decreto sono adottate le seguenti definizioni:

a) Specie autoctona o indigena: specie naturalmente presente in una determinata area geografica nella quale si è originata o è giunta senza l'intervento diretto - intenzionale o accidentale - dell'uomo;

b) Specie alloctona (sinonimi: esotica, aliena): specie che non appartiene alla fauna o alla flora originaria di una determinata area geografica, ma che vi è giunta per l'intervento diretto - intenzionale o accidentale - dell'uomo;

c) Specie parautoctona: specie animale o vegetale che, pur non essendo originaria di una determinata area geografica, vi sia giunta per intervento diretto - intenzionale o accidentale - dell'uomo e quindi naturalizzata anteriormente al 1500 DC. Vanno altresì considerate parautoctone le specie introdotte e naturalizzate in altre aree geografiche prima del 1500 DC e successivamente diffusesi attraverso fenomeni naturali di diffusione e dispersione.

Definizioni

- Specie autoctona o indigena: specie naturalmente presente in una determinata area geografica nella quale si è originata o è giunta senza l'intervento diretto – intenzionale o accidentale – dell'uomo.
- Specie alloctona (esotica o aliena): specie che non appartiene alla flora o alla fauna originaria di una determinata area geografica, ma che vi è giunta per l'intervento diretto – intenzionale o accidentale – dell'uomo

Contenuti

- *Halyomorpha halys* – cimice asiatica
- *Orientus ishidae* – cicalina mosaico
- *Ectomyelois ceratoniae* – tignola delle carrube
- *Garella musculana* – falena asiatica del noce

- 1. Cimice asiatica, *Halyomorpha halys*: biologia e sintesi delle conoscenze
- 2. Cicalina asiatica o mosaico, *Orientus ishidae*: biologia e difesa
- 3. Tignola della carruba, *Ectomyelois ceratoniae*: un nuovo insetto dannoso per la nocicoltura da frutto
- 4. Falena asiatica del noce, *Garella musculana*: un insetto alloctono dannoso al noce di recentissima introduzione

Halyomorpha halys

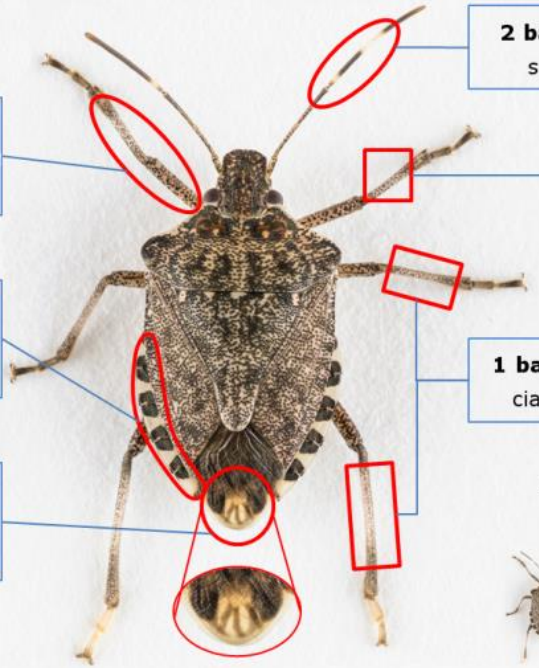
Cimice marmorata asiatica

Halyomorpha halys Stål

- Nome comune: Cimice marmorata asiatica
- Nome scientifico: *Halyomorpha halys* Stål
- Ordine: Heteroptera
- Famiglia: Pentatomidae

MORFOLOGIA

Adulto



2 bande bianche sulle antenne

Dorso zampe picchiettato di nero (marmorizzato)

Margine posteriore con **macchie triangolari bianche**

1 banda bianca su ciascuna zampa

Parte distale delle ali con **linee (non punti!) scure**

la femmina è più grande

Giovani

Presenza di **spine** sul margine anteriore del pronoto, più marcate nei primi stadi

Ninfa di 5a età

Ninfa di 2a età

foto di Umberto Salvagnin

L'identificazione della cimice è data dal riscontro di tutti i caratteri indicati

https://meteo.fmach.it

Stink bugs (Pentatomidae) and parent bugs (Acanthosomatidae) of Ontario and adjacent areas: A key to species and a review of the fauna

S.M. Paiero[1]*, S.A. Marshall[1], J.E. McPherson[2], and M.-S. Ma[1]

[1]School of Environmental Sciences, University of Guelph, Guelph, ON, N1G 2W1

[2]Department of Zoology, Southern Illinois University, Carbondale, IL, 62901

*Corresponding Author

3. Rostrum slender, first segment lying between subparallel bucculae (Fig. 5 A-C).

(Pentatominae) 4

doi:10.3752/cjai.2013.24

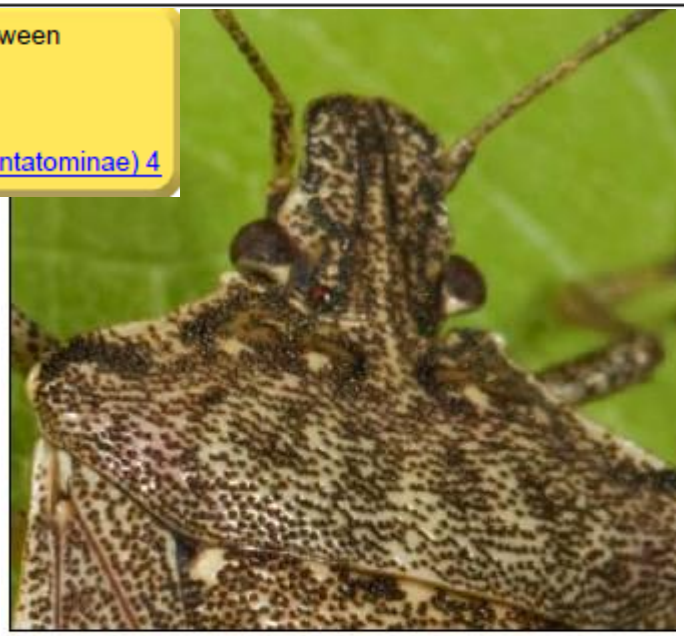


Fig. 10. *Halyomorpha halys*, pronotum.

Fig. 14. *Halyomorpha halys*, ventral view.

5'. Jugum without anteapical tooth (Fig. 10). Pronotum with anterolateral margin smooth to crenulate, without large teeth. Abdominal venter usually without median groove although occasionally with slight indentation basally.

7'. Abdominal sternite 2 unarmed (Fig. 14).

Fig. 30. *Halyomorpha halys*, ostiolar canal.

15'. Ostiole without auricle but extended as an elongated tapering canal, V-shaped on inner side (Fig. 30).

30
86

Fig. 38. *Halyomorpha halys*, anterolateral margin of pronotum.

19'. Pronotum with anterolateral margin smooth (not crenulate) (Fig. 38). Humerus rounded or weakly obtuse.

24
90

Fig. 60. *Halyomorpha halys*, head.

30'. Juga subequal in length to tylus (Fig. 60); if longer, then exceeding tylus by less than width of tylus apex.

34
101

34'. Body not pubescent or only slightly so (Fig. 68 A-D). Frena surpassing middle of scutellum.

36

105

37. Body with mottled appearance; antennal segments 4 and 5 with alternating dark and light bands; connexivum with alternating distinct dark and yellowish white bands (Fig. 73). Length 12.0-17.0 mm.

Halyomorpha halys (Stål)

36'. Anterolateral margin of pronotum variable in colour, but without a yellow to orange band along its entire length (Fig. 72 A-B). Ostiolar canal extending laterally beyond middle of metapleuron, almost reaching anterolateral angle (Fig. 72 C). Length variable.

37

107

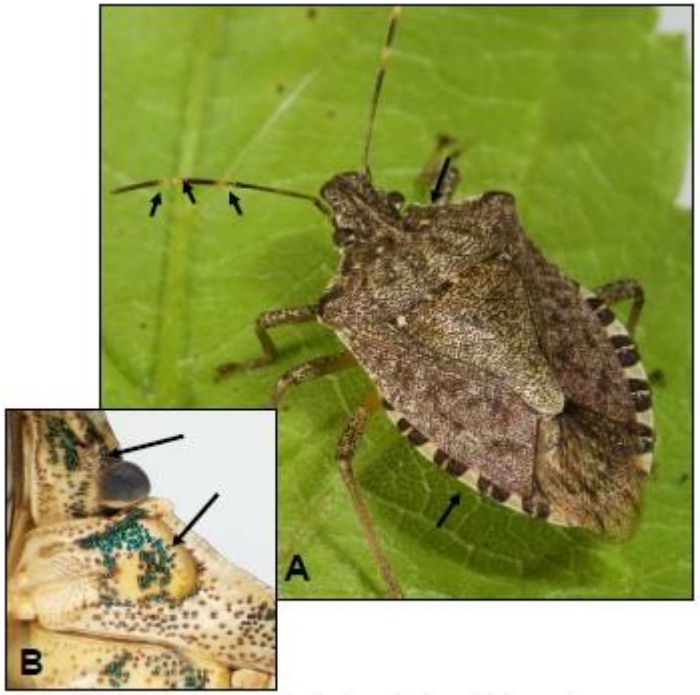


Fig. 21 A-B. *Halyomorpha halys:* A) dorsal; B) venter.

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

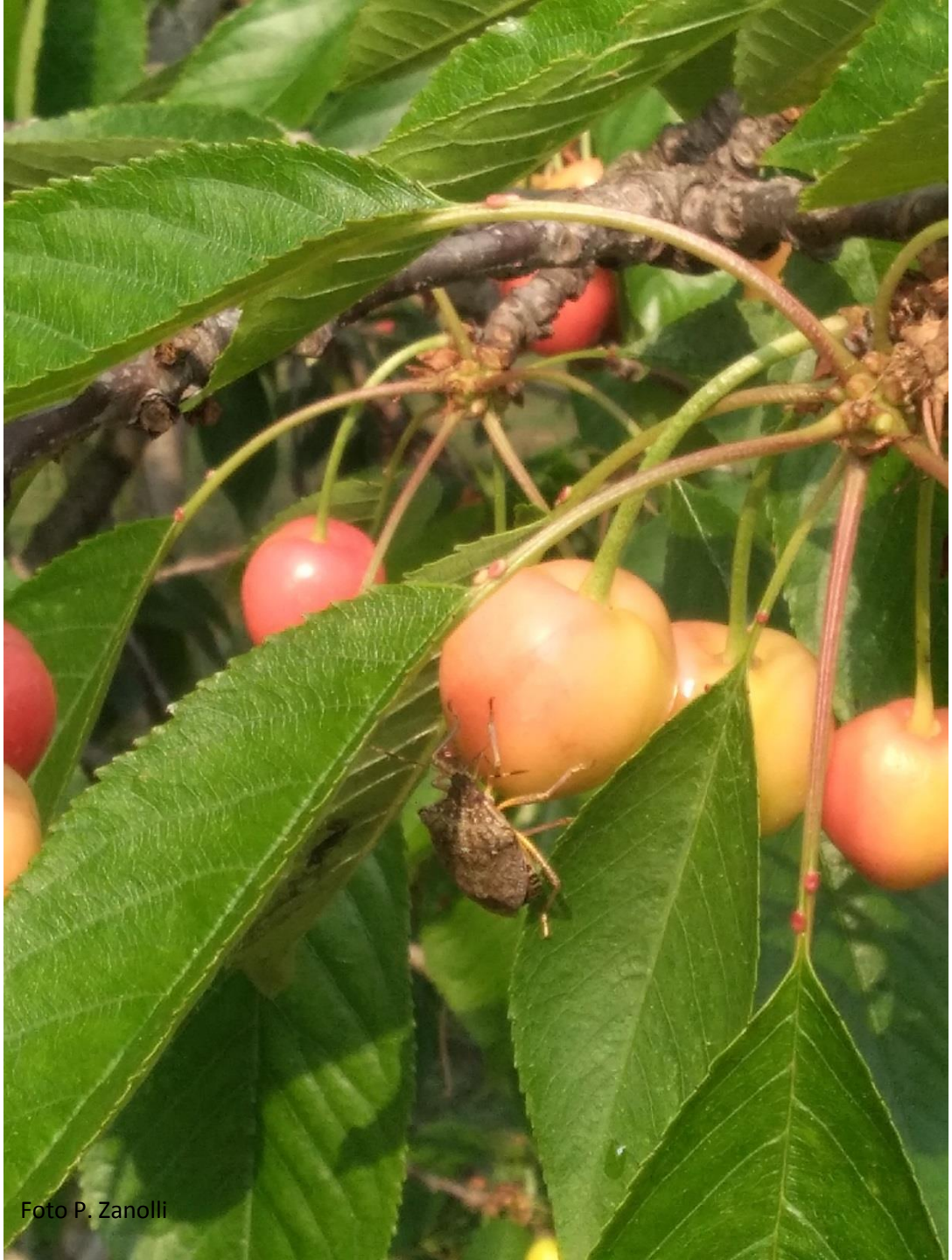


Foto P. Zanolli

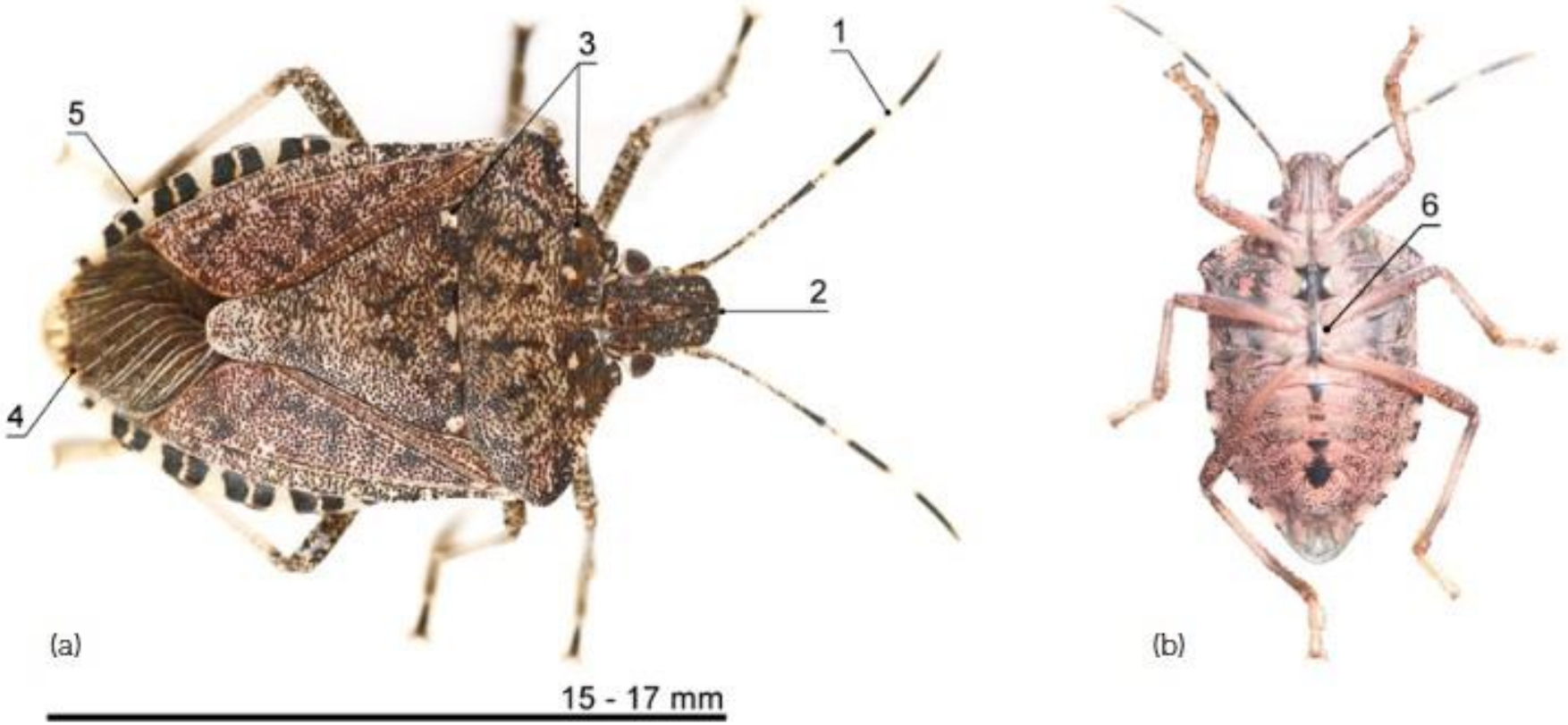
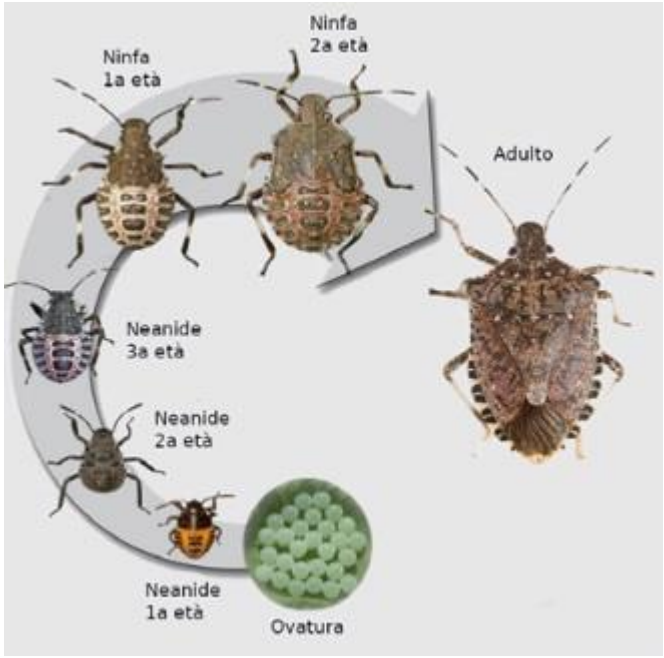
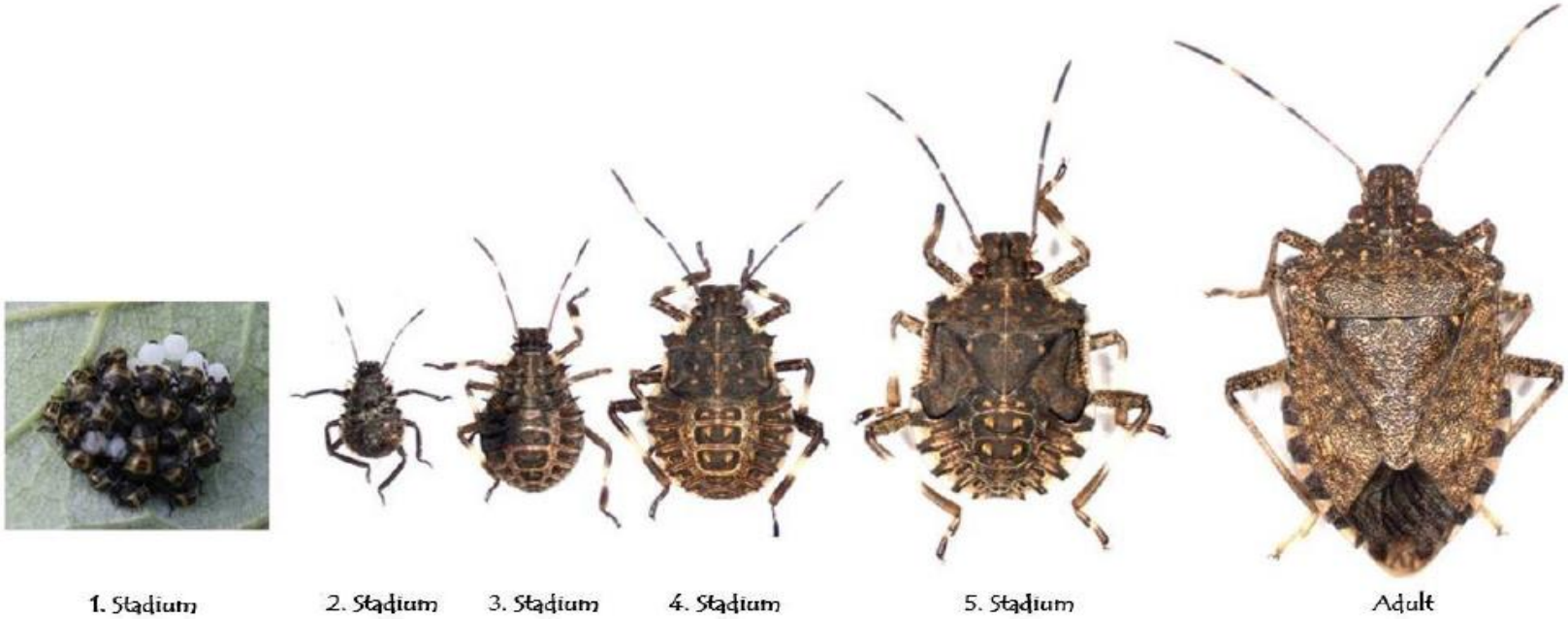


Figura 1

1. Antenne con 2 bande chiare a cavallo degli ultimi 2 antennomeri.
2. Vertice del capo di forma rettangolare.
3. Macchie color avorio ben distinte su pronoto e scutello.
4. Parte membranosa delle emielitre con venature bordate di bruno.
5. Connexivum con bande bianche di forma triangolare, alternate a bande nere.
6. Assenza della spina addominale.


Ninfa
1a età
Ninfa
2a età
Adulto
Neanide
3a età
Neanide
2a età
Neanide
1a età
Ovatura


1. Stadium
2. Stadium
3. Stadium
4. Stadium
5. Stadium
Adult

Raphigaster nebulosa

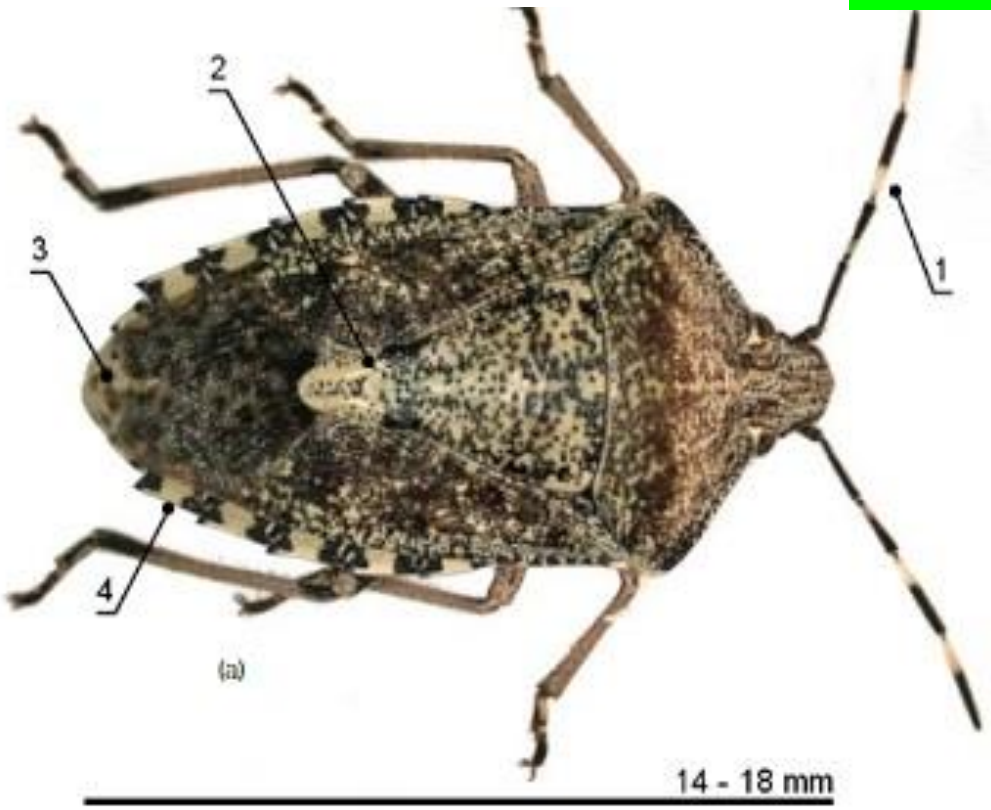


Figura 1
1. Tre bande chiare sulle antenne non a cavallo tra gli antennomeri.
2. Macchie contrapposte nella parte posteriore dello scutello.
3. Parte distale macchiettata.
4. Connexivum con bande bianche rotondeggianti, alternate a bande nere.
5. Presenza di spina addominale rivolta in avanti.

STADI GIOVANILI

Neanide II età

Figura 3

Ninfa III età

Figura 4

Ninfa IV età

Figura 5

Ninfa V età

Figura 6

Nezara viridula

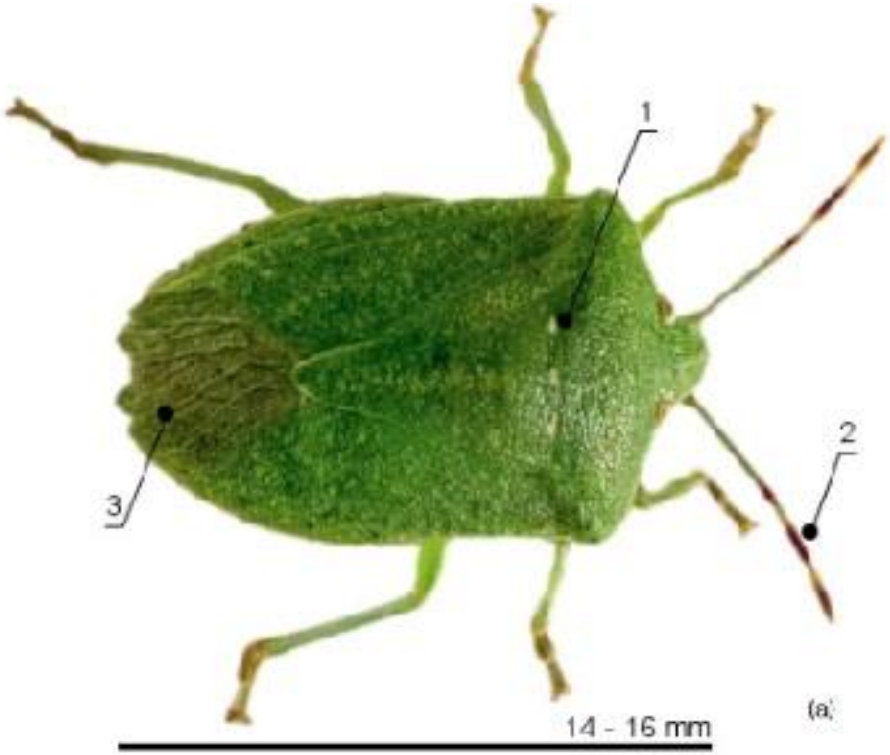


Figura 1

1. Differenti fenotipi, il più comune forma smaragdula (a), la forma torquata (b), la forma svernante (c), la forma aurantiaca (d).
2. Calli biancastri alla base dello scutello.
3. Antenne rossastre sul 4° e 5° antennomero e nella parte terminale del 3°.
4. Parte membranosa delle emielitre traslucida.

STADI GIOVANILI

Neanide II-III età

Figura 3

Ninfa V età

Figura 4

Ninfa V età

Figura 5

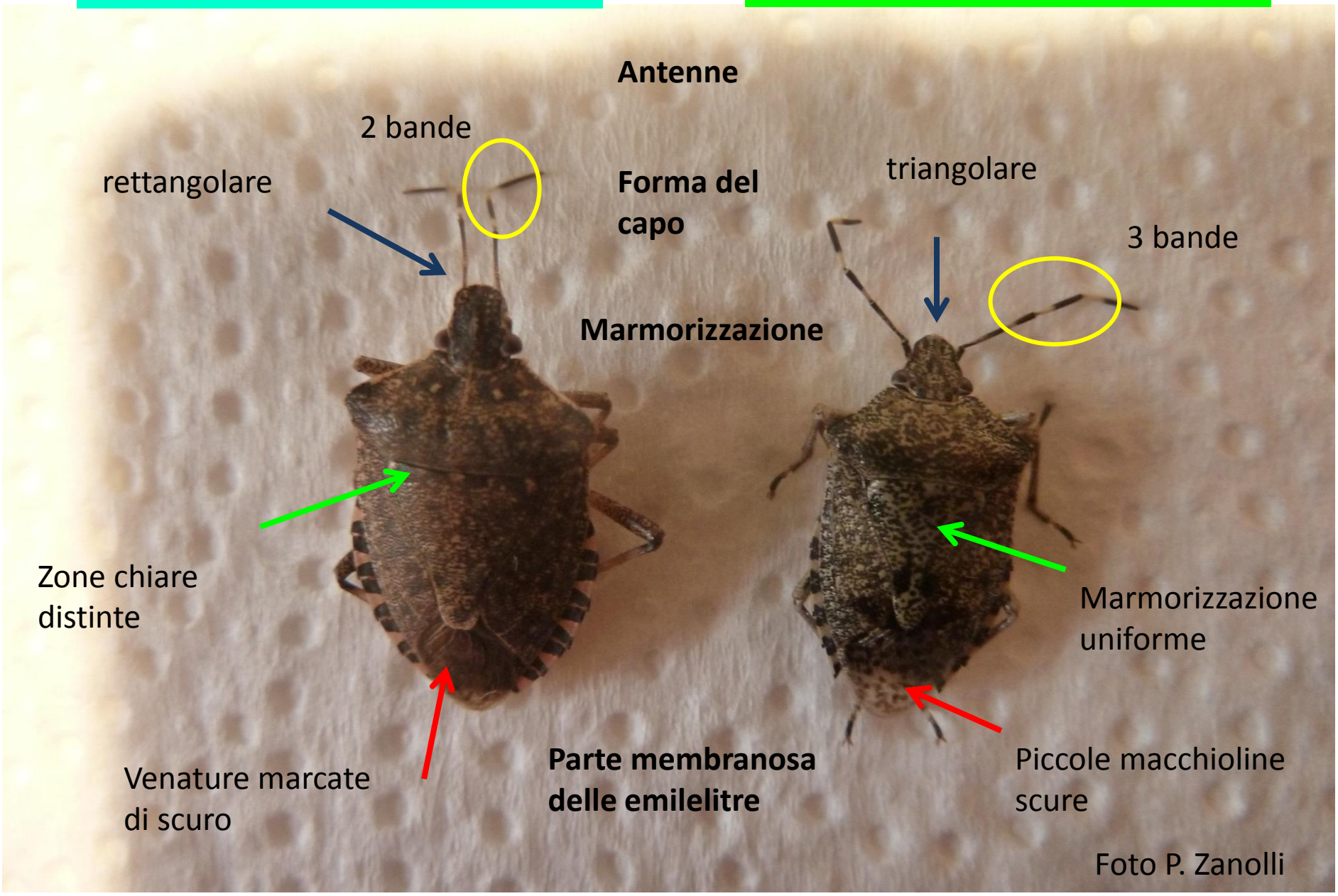
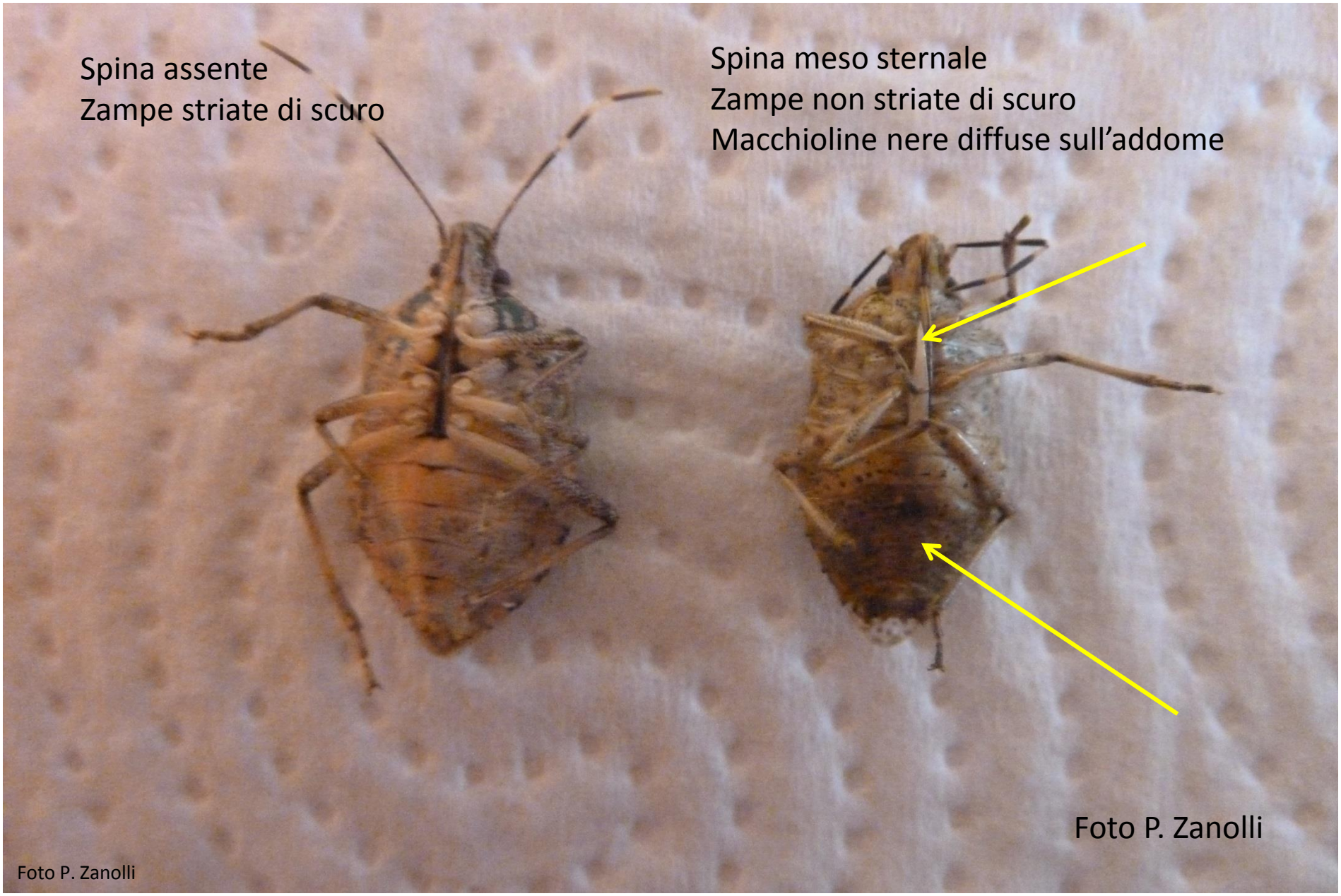
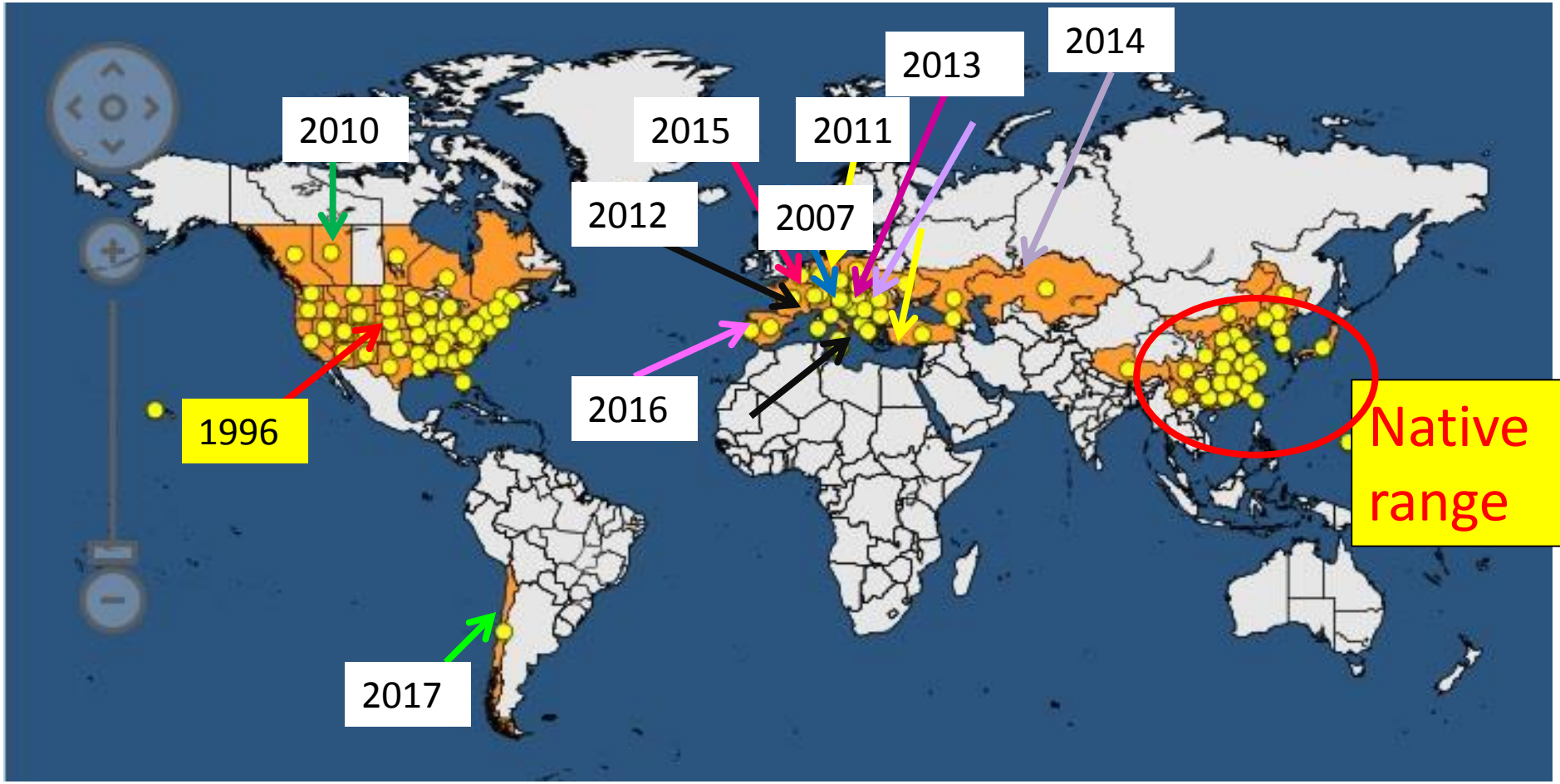


Foto P. Zanolli

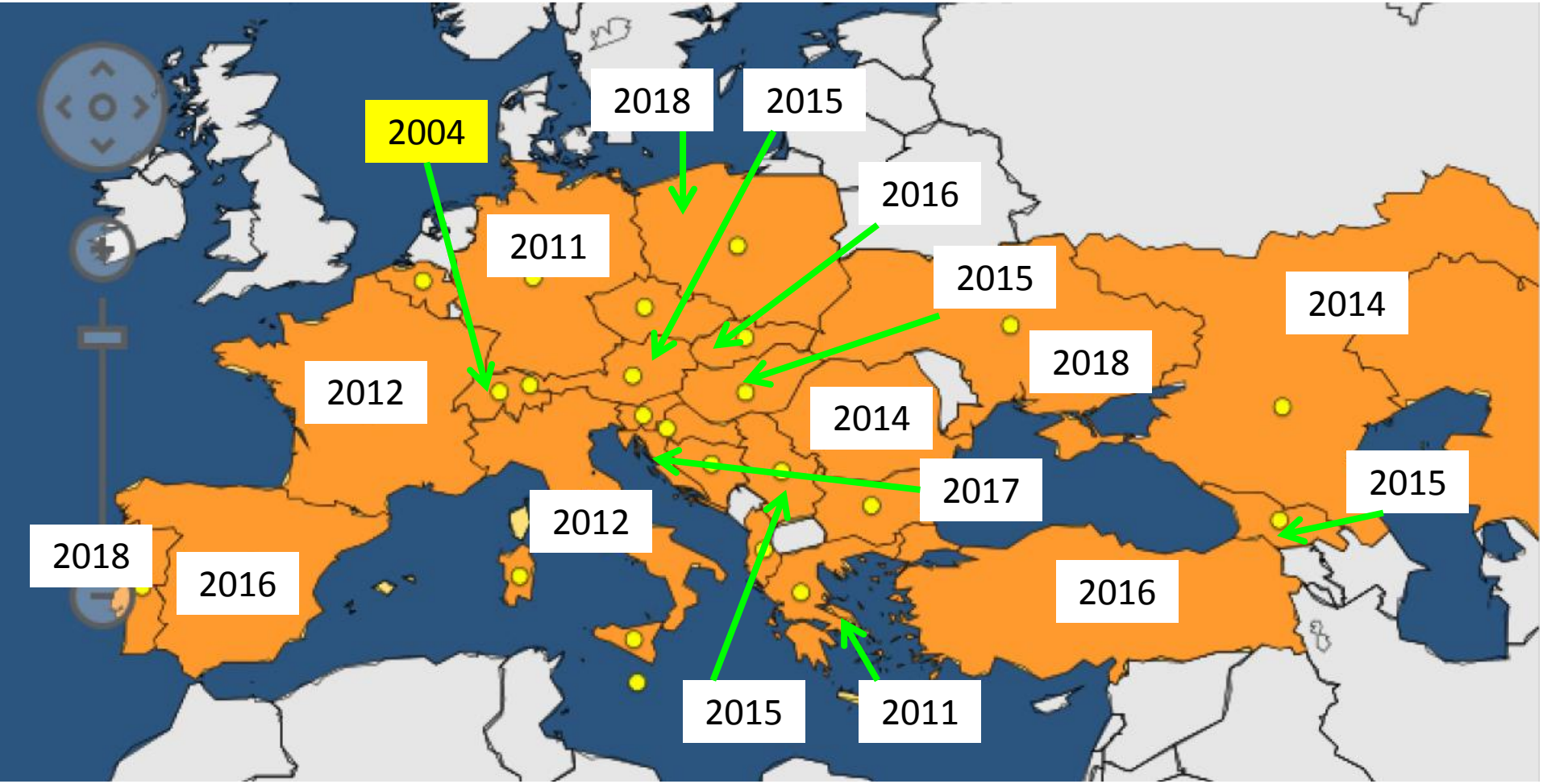

Halyomorpha halys
Raphigaster nebulosa
Spina assente
Zampe striate di scuro
Spina meso sternale
Zampe non striate di scuro
Macchioline nere diffuse sull'addome
Foto P. Zanolli
Foto P. Zanolli

Distribuzione e areale di origine



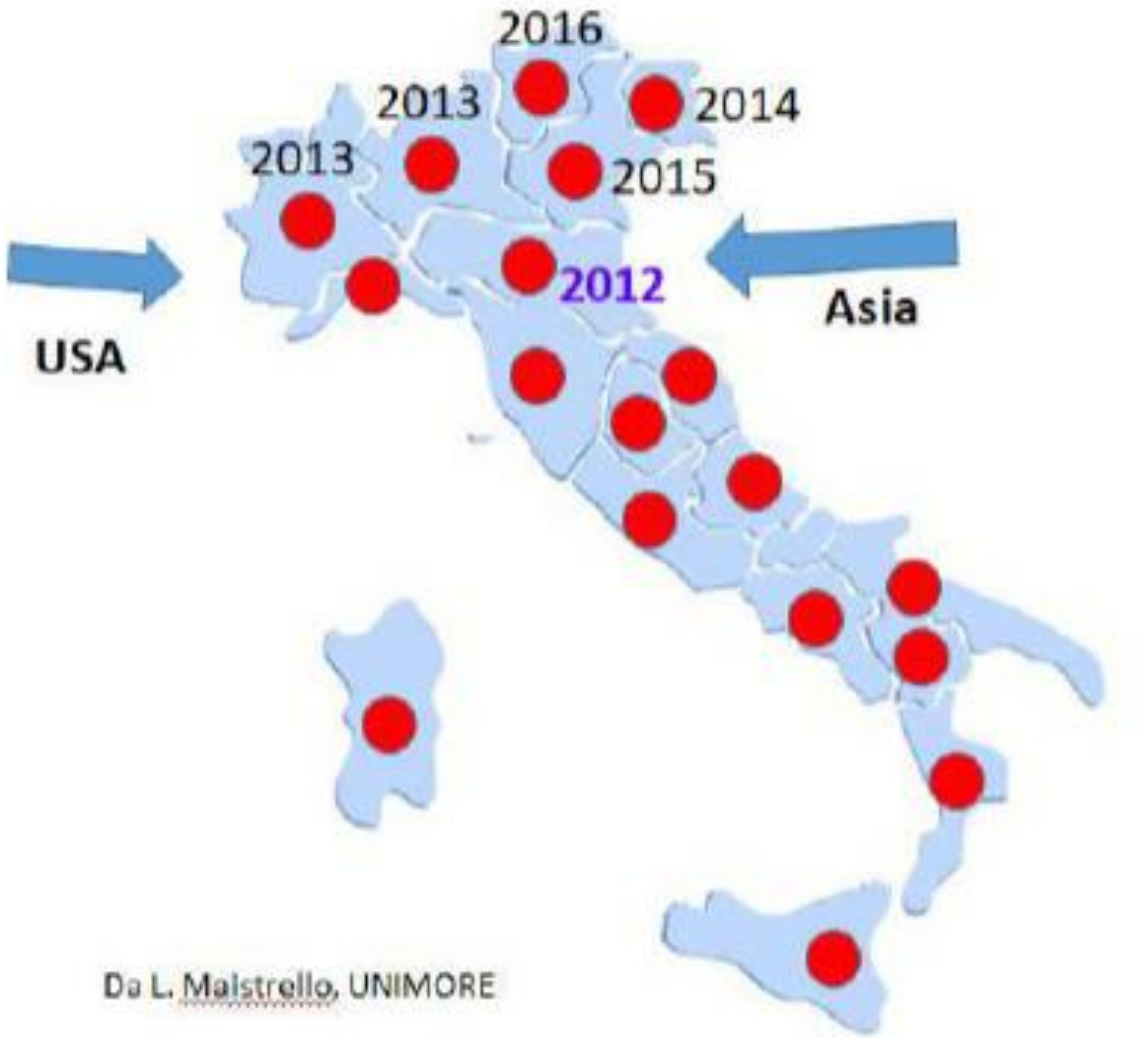
Da https://gd.eppo.int/ modificata

Segnalazioni in Europa



Da https://gd.eppo.int/ modificata

Segnalazioni in Italia



EPPO Reporting Service no. 05 - 2013 Num. article: 2013/108

First report of Halyomorpha halys in Italy

The NPPO of Italy recently informed the EPPO Secretariat of the first record of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae - EPPO Alert List) on its territory. In September 2012, a single adult specimen was collected by a University student in the locality of Magreta di Formigine (province of Modena, Emilia-Romagna region), then given to his entomology professor, and finally identified by the Museum of Natural History of Morbegno-Sondrio. This specimen was captured in a light trap during an insect collection carried out for educational purposes. The trap was located on a house terrace (approximately 3 m above ground level) in a small urban area close to uncultivated land. Other specimens collected from the urban area of Modena are currently in the process of identification. For the moment no official control measures were taken, but surveys will be conducted in 2013 to delimit the infested area, as well as studies on the host plants and possible economic impact of *H. halys*.

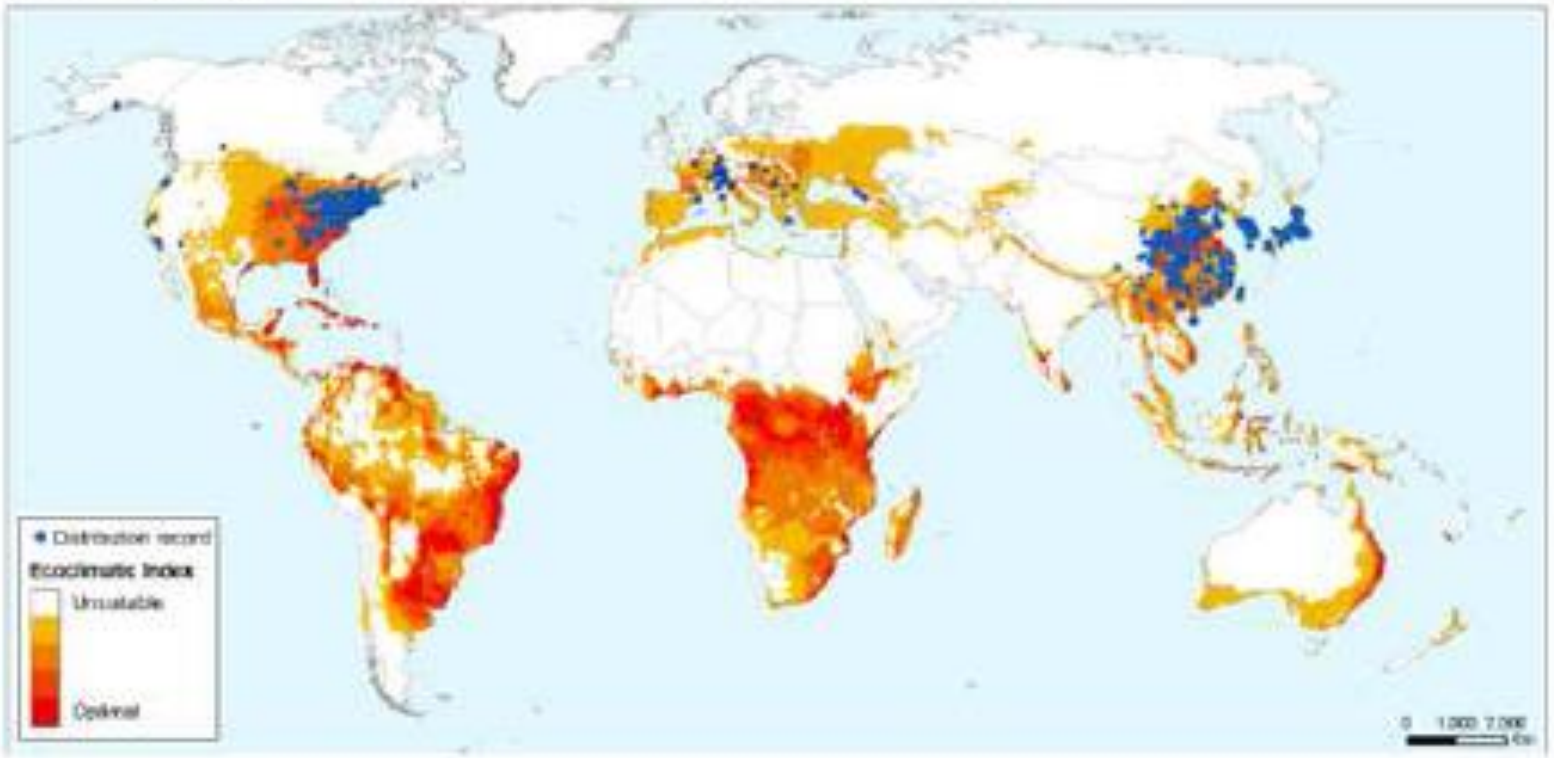
The pest status of *Halyomorpha halys* in Italy is officially declared as: **Present, a single specimen identified in Modena province (Emilia-Romagna region). Other specimens found in the same area have not been identified yet.**

ORIGINAL PAPER

J. Pest Sci, 2017

The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity

Darren J. Kriticos[1] · John M. Kean[2,3] · Craig B. Phillips[2,3] · Senait D. Senay[3,4] · Hernando Acosta[5] · Tim Haye[6]



ORIGINAL PAPER

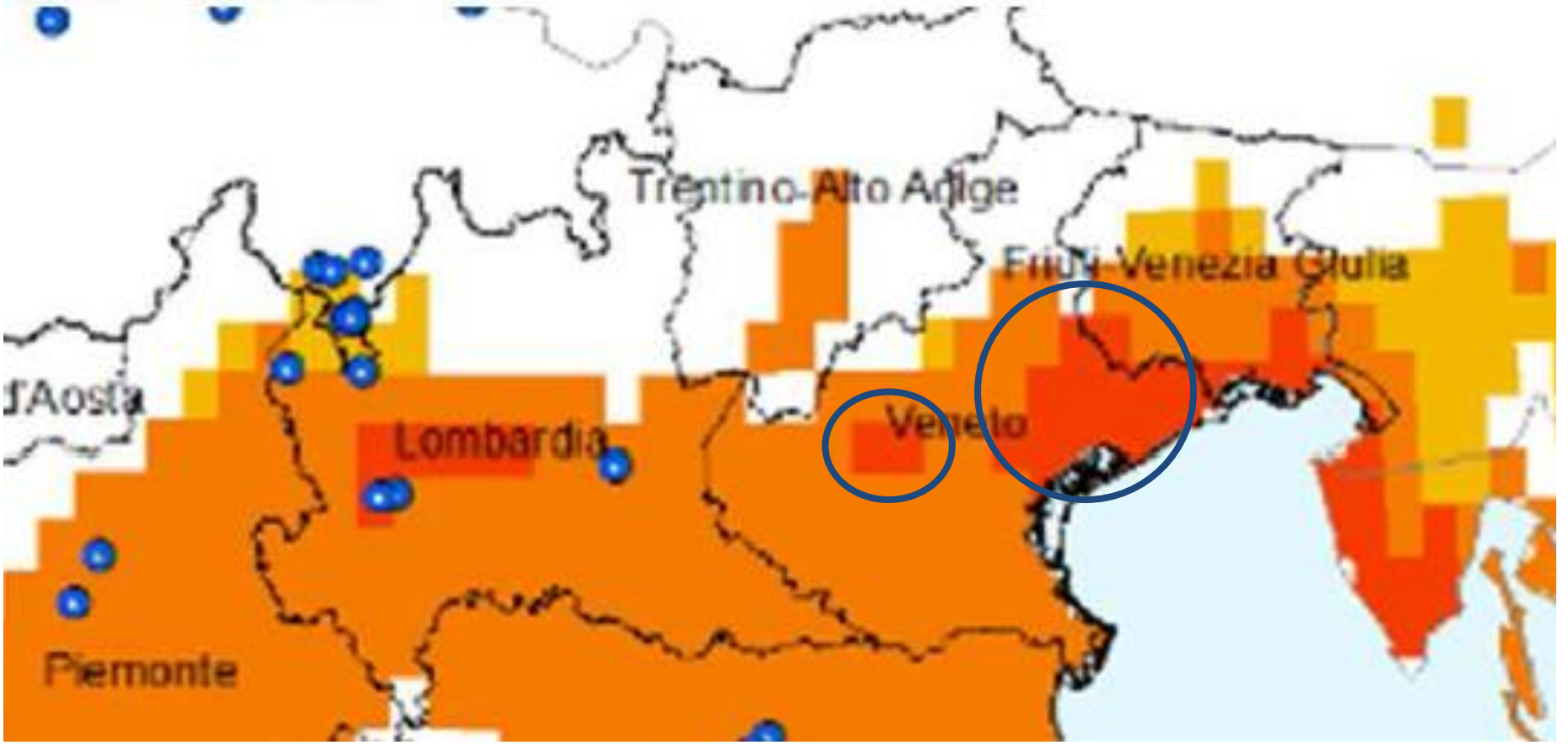
The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity

Darren J. Kriticos[1] · John M. Kean[2,3] · Craig B. Phillips[2,3] · Senait D. Senay[3,4] · Hernando Acosta[5] · Tim Haye[6]

ORIGINAL PAPER

The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity

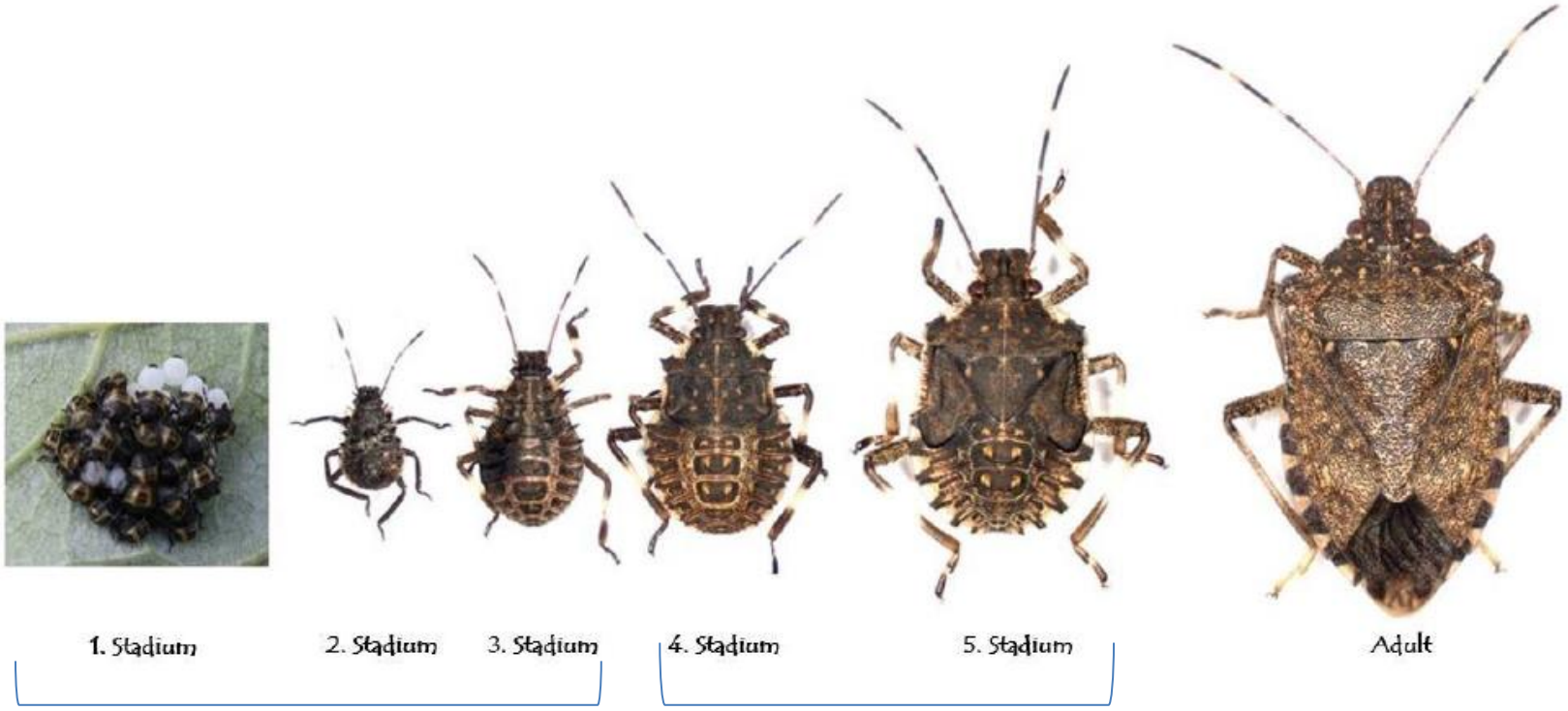
Darren J. Kriticos[1] · John M. Kean[2,3] · Craig B. Phillips[2,3] · Senait D. Senay[3,4] · Hernando Acosta[5] · Tim Haye[6]



BIOLOGIA

Ciclo sviluppo

- 5 stadi giovanili senza ali (3 neanide e 2 ninfa)
- Stadio di adulto abile volatore



Morfologia – uova di *H.halys*

- Deposte per lo più sulla pagina inferiore delle foglie, ma non sempre
- Normalmente 28 uova (26±0.31, Rice e al., 2014)
- Dopo 2 giorni sgusciano le neanidi

Morfologia – 1 età di *H.halys*

Foto A. Fiorin su noce

Foto A. Fiorin su noce

Confronto *H. halys* vs. altre cimici

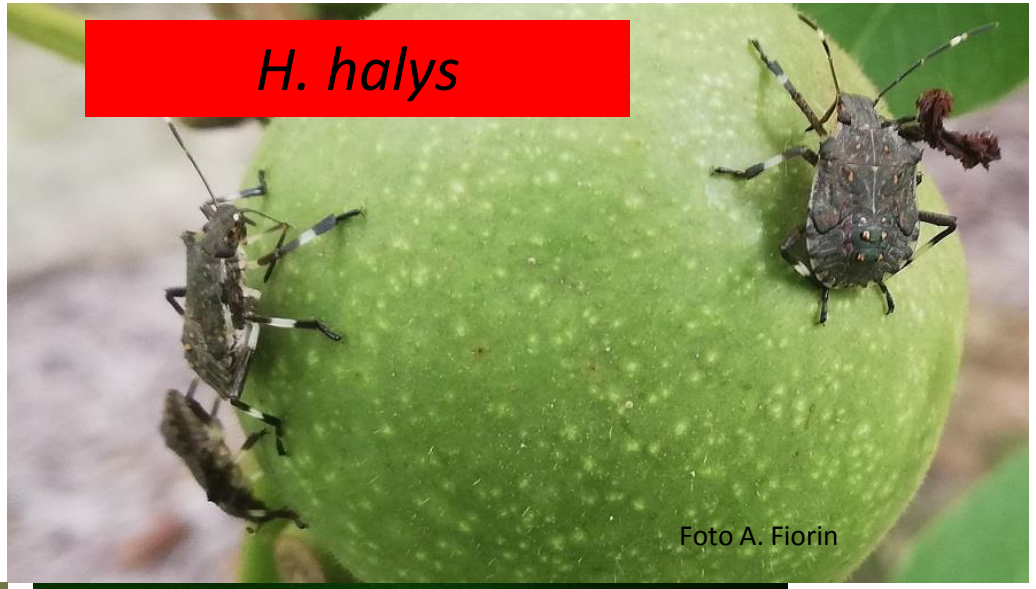
Nezara viridula

H. halys

Raphigaster nebulosa

Morfologia – 2 età di *H. halys*

Confronto *H. halys* vs. altre cimici



Morfologia – 3 età di *H.halys*

Foto: ERSA, Servizio Fitosanitario Friuli Venezia Giulia

Morfologia – 4 età di *H.halys*

Da: Costi E., Biology and field surveys of the invasive *Halyomorpha halys* and its potential native antagonists in Italy. Università degli Studi di Modena e Reggio-Emilia

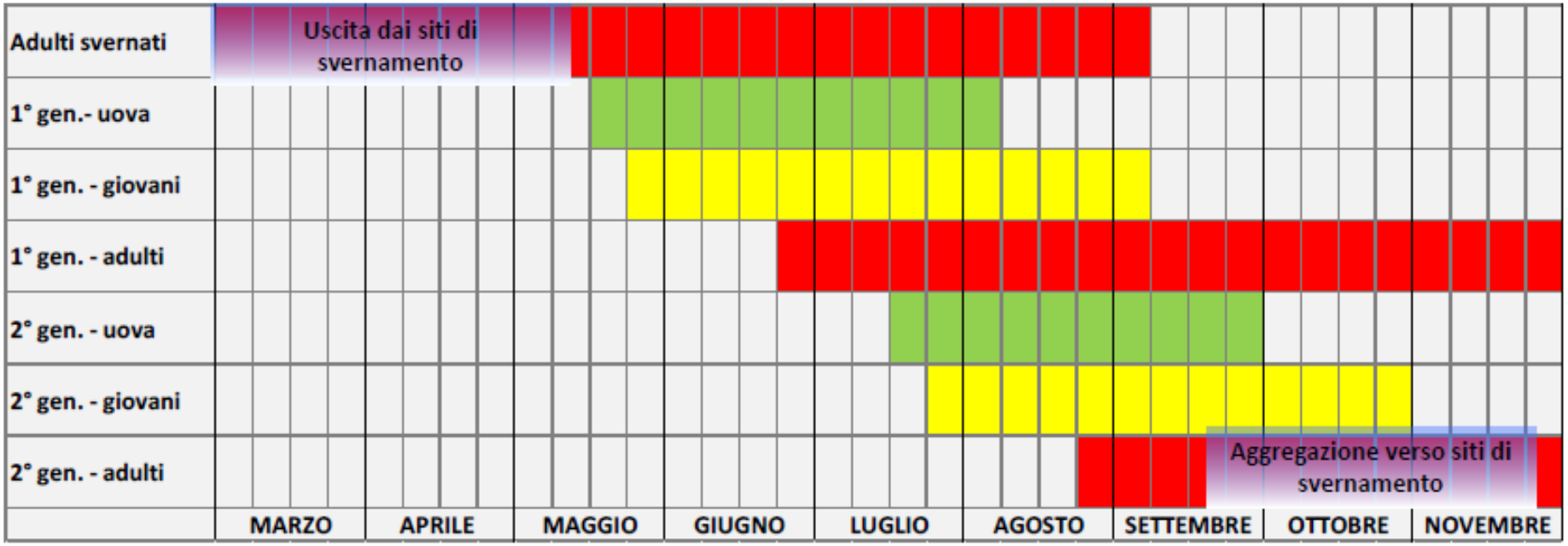
Morfologia – 5 età di *H.halys*

Morfologia – Adulto di *H.halys*

Noce

Foto A. Signori

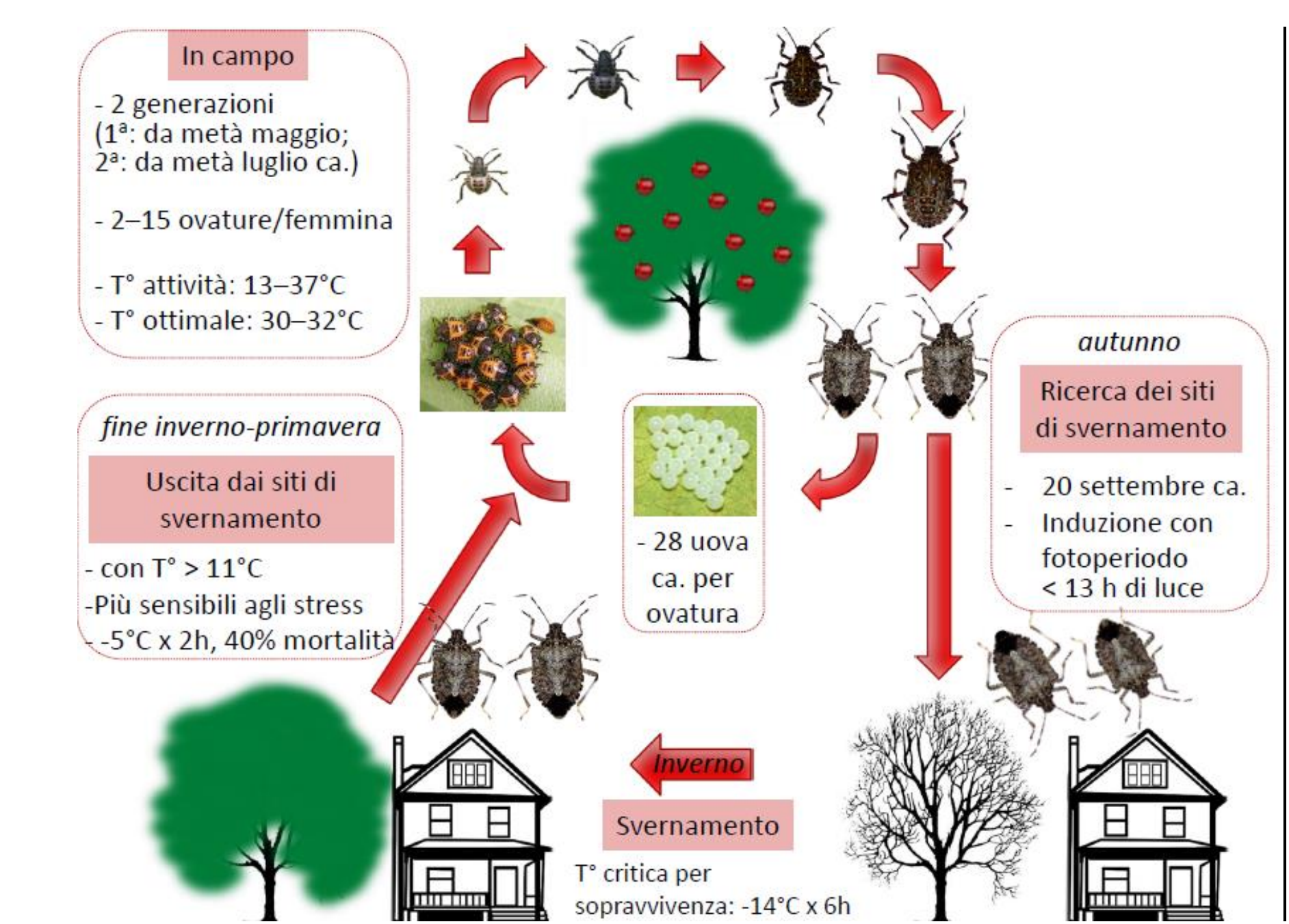
Fenologia e ciclo di sviluppo in Veneto



da dati
Università degli Studi di Padova - DAFNAE

Fenologia e ciclo di sviluppo

- Svernamento avviene allo stadio adulto in edifici o strutture antropiche o in ripari naturali, soprattutto sotto la corteccia di querce e robinie (Lee et al., 2014)
- In campo, può riuscire a svernare sotto i cappucci delle reti antigrandine!
- In primavera escono dai siti di svernamento → scalarmente da marzo/aprile a maggio
- Femmine iniziano ad ovideporre a partire da metà-fine maggio a seconda dell'andamento stagionale (ovideposizione scalare)
- Da metà-fine luglio iniziano le ovideposizioni anche delle femmine di I generazione
- Da agosto in poi compaiono gli adulti di II generazione che sono destinati a svernare
- Gli adulti della II e parte di quelli della I da metà settembre in poi tendono a spostarsi verso i siti di svernamento aggregandosi


In campo
- 2 generazioni
(1ª: da metà maggio;
2ª: da metà luglio ca.)
- 2–15 ovature/femmina
- T° attività: 13–37°C
- T° ottimale: 30–32°C
fine inverno-primavera
Uscita dai siti di svernamento
- con T° > 11°C
-Più sensibili agli stress
- -5°C x 2h, 40% mortalità
- 28 uova ca. per ovatura
autunno
Ricerca dei siti di svernamento
- 20 settembre ca.
- Induzione con fotoperiodo < 13 h di luce
Inverno
Svernamento
T° critica per sopravvivenza: -14°C x 6h

Parametri biologici di *H. halys*

- Ciclo si completa da 17 a 33° C (uova schiudono anche a 15° C)
- Sono necessari 537.63 DD per completare lo sviluppo (da uovo ad adulto) (Nielsen et al 2008)
- Le femmine necessitano di ulteriori 147.65 DD per iniziare ad ovideporre
- A T° ≤ 15° C e ≥ 35° C non si ha alcun sviluppo

I gradi giorno (DD)

Sulla base della temperatura media su un periodo di 24 ore, è possibile calcolare approssimativamente la velocità di sviluppo di un dato insetto o acaro. Ogni specie ha bisogno di un numero fisso di gradi giorni per completare un ciclo vitale. Questo valore è stato determinato per molti insetti e acari in prove di laboratorio. Per esempio, se la temperatura per un periodo di 24 ore è di 25°C e la soglia minima di temperatura di *H. halys* è di 12.2 °C, questo si traduce in 12.8 gradi giorno. Si sa che questo insetto ha bisogno di 537.63 gradi giorno per completare il suo ciclo vitale. Se dividiamo 537.63 per 12.8, otteniamo 42,0 giorni come il periodo in cui può avvenire un ciclo vitale (a 25 °C costanti). In colture in cui la temperatura è inferiore rispetto al valore soglia, i gradi giorni sono calcolati contando solo il periodo in cui la temperatura supera questo valore soglia

T_0 soglia per *H. halys* = 12.2° C

J Pest Sci
DOI 10.1007/s10340-014-0560-z

ORIGINAL PAPER

Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe

T. Haye · S. Abdallah · T. Gariepy · D. Wyniger

Giorni necessari allo sviluppo ad adulto

Fotoperiodo 16L: 8D

Stage	Temperature					
	12.5 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
Egg	–	26.33 ± 0.67 (58)a	10.27 ± 0.20 (271)b	5.80 ± 0.20 (242)c	4.00 ± 0.19 (220)c	–
1st instar	–	–	9.06 ± 0.11 (78)a	5.17 ± 0.05 (76)b	3.94 ± 0.03 (63)c	–
2nd instar	–	–	14.40 ± 0.26 (72)a	7.29 ± 0.10 (72)b	5.50 ± 0.09 (58)c	–
3rd instar	–	–	11.00 ± 0.16 (72)a	6.58 ± 0.20 (70)b	5.09 ± 0.15 (58)c	–
4th instar	–	–	12.54 ± 0.28 (70)a	6.89 ± 0.13 (57)b	6.16 ± 0.13 (57)b	–
5th instar	–	–	18.81 ± 0.34 (64)a	10.58 ± 0.22 (45)b	9.28 ± 0.27 (47)c	–
Egg-adult (males)	–	–	75.94 ± 1.54 (36)a	42.56 ± 0.73 (27)b	32.00 ± 0.60 (26)c	–
Egg-adult (females)	–	–	75.68 ± 0.94 (28)a	41.94 ± 0.77 (18)b	34.57 ± 0.60 (21)b	–
Egg-adult (combined)	–	–	75.83 ± 0.95 (64)a	42.31 ± 0.53 (45)b	33.15 ± 0.46 (47)c	–

Table 4. Reproductive parameters for mated *H. halys* females at 25°C

Variable	Mean mated females (±SE)	Mean females ovipositing more than one egg mass (±SE)
Preoviposition period	13.35 (±0.72)	12.44 (±0.49)
Oviposition interval	4.32 (±0.41)	4.83 (±0.22)
Number of egg masses[a]	8.00 (±0.19)	9.33 (±1.04)
Number oviposited	26.08 (±0.31)	
Number hatched[b]	21.30 (±0.48)	
Total no. of eggs[a]	212.25 (±31.04)	243.78 (±27.48)

[a] Per female.
[b] Per egg mass.

Table 1. Mean developmental time (days ± SE) and survivorship of *H. halys* at constant temperature

Temperature	Egg[a]	First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar	Fifth instar	Total	Percent survival
15°C	22.00 ± 0.00a	—	—	—	—	—	—	0.00
17°C	17.20 ± 0.08b	17.01 ± 0.16a	30.36 ± 1.53a	22.40 ± 4.02a	23.00 ± 1.08a	28.00 ± 0.00a	121.50 ± 0.50a	2.00
20°C	11.50 ± 0.05c	9.34 ± 0.08b	16.25 ± 0.23b	11.78 ± 0.29b	13.66 ± 0.31b	20.16 ± 0.36b	81.16 ± 0.80b	62.00
25°C	6.10 ± 0.03d	4.82 ± 0.10c	9.62 ± 0.21c	7.08 ± 0.22c	7.38 ± 0.28c	10.44 ± 0.28c	44.92 ± 0.80c	61.00
27°C	4.87 ± 0.10e	4.25 ± 0.05d	7.64 ± 0.19d	5.49 ± 0.21d	5.90 ± 0.18c	7.81 ± 0.28d	35.81 ± 0.52d	52.50
30°C	3.00 ± 0.00g	3.70 ± 0.05e	7.05 ± 0.13d	6.11 ± 0.28cd	6.11 ± 0.23c	8.47 ± 0.28cd	33.39 ± 0.50e	51.00
33°C	4.00 ± 0.00f	3.01 ± 0.01f	7.47 ± 0.23d	7.45 ± 0.53c	7.20 ± 0.40c	10.60 ± 0.81c	37.80 ± 0.86f	5.00
35°C	—	—	—	—	—	—	—	0.00

Da Nielsen et al 2008

Parametri biologici di *H. halys*

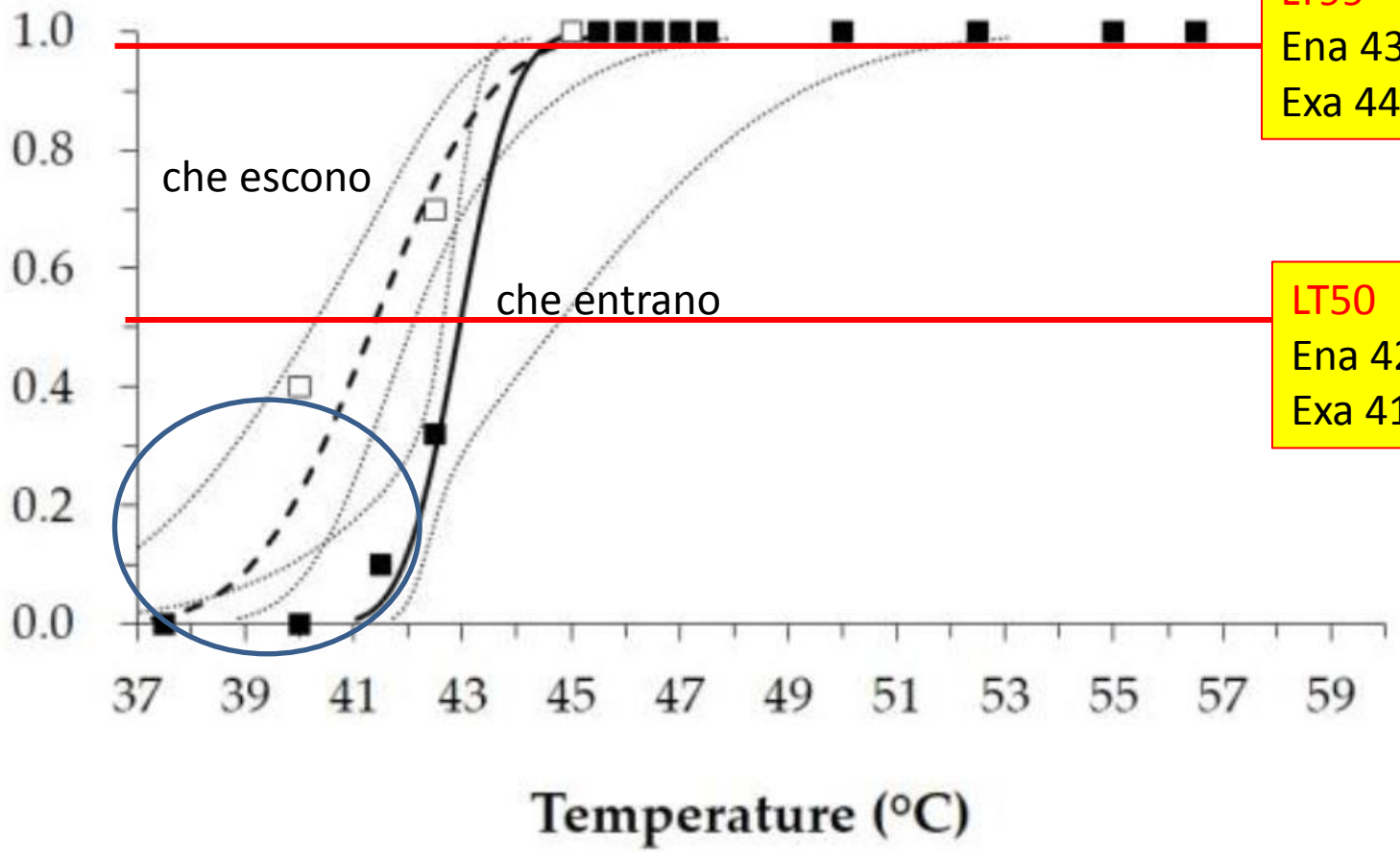
- Decremento tassi di crescita a T° > 30°C
- Generale mortalità elevata T° > 40° C soprattutto per forme giovanili in estate (Fischer et al 2020, Scaccini et al 2019)
- Maggiore sensibilità adulti svernati alle alte T° (Scaccini et al 2019)

Temperature elevate critiche

- T > 37.3° C per 1 h riduce sopravvivenza adulti
- → 100% mortalità
  - 10 min a 50° C
  - 15 min (individui che escono da svernamento) o 20 min (individui che entrano) a 47.5° C
- Trattamenti di disinfestazione con T° calde più facili da attuare (trattamenti a vapore, ad aria calda, ad acqua calda, etc.)

Ena= che entrano in diapausa (in autunno)
Exa= che escono dalla diapausa (in primavera)

1 ora di esposizione



LT99
Ena 43.7°C vs
Exa 44.6°C

LT50
Ena 42.9°C vs
Exa 41.3°C

Scaccini et al., 2019

Environmental Entomology, XX(XX), 2020, 1–9
doi: 10.1093/ee/nvaa146
Research

Physiological Ecology

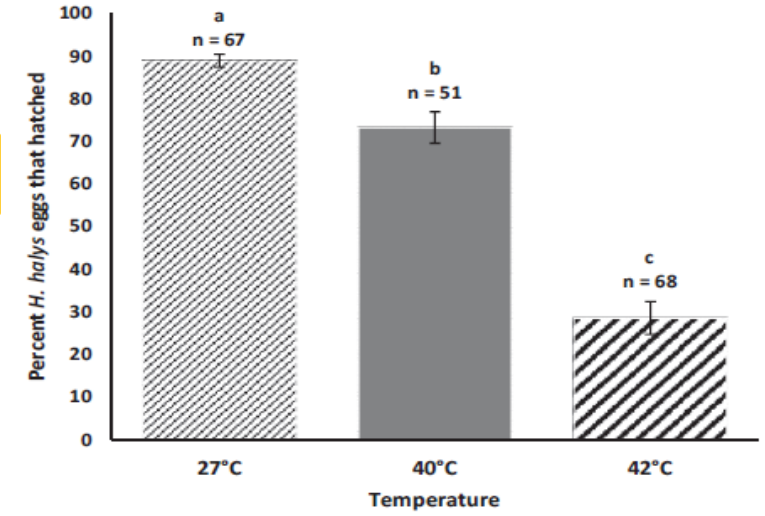
Temperature and Humidity Interact to Influence Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae), Survival

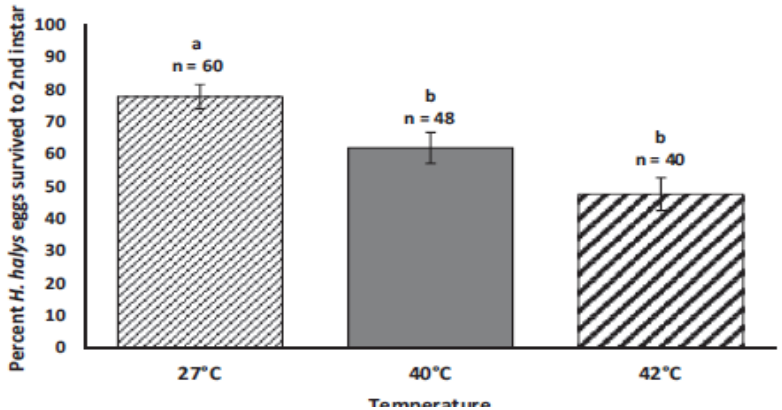
Joanna J. Fisher,[1,3] Jhalendra P. Rijal,[2] and Frank G. Zalom[1]

- T> 33° C → elevata mortalità ma se evento breve (3.34-3.75 h) le popolazioni continuano a svilupparsi
- A 40°C per 3.34 h/d e 42°C per 3.75 h/d per un periodo di 2d riduce significativamente la sopravvivenza
- In sintesi ondate di calore con T° comprese fra 35-40°C possono determinare mortalità dal 10 al 30% per ogni ora di esposizione, fenomeno accentuato da bassi livelli di U.R.

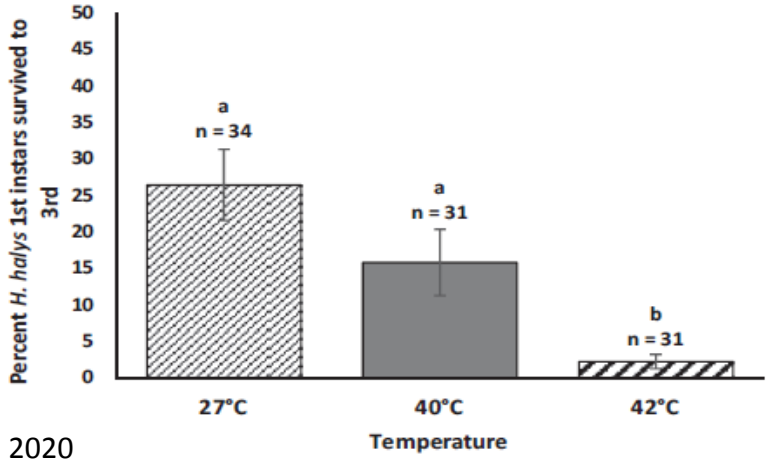
Effetto T sullo sviluppo

uova





1-2 età



2-3 età

Le alte T inibiscono o uccidono il simbionte presente sul corion dell'uovo riducendo la fitness e la sopravvivenza dei giovani

Esposizione per 2 giorni

Fisher et al., 2020

Effetto umidità sullo sviluppo

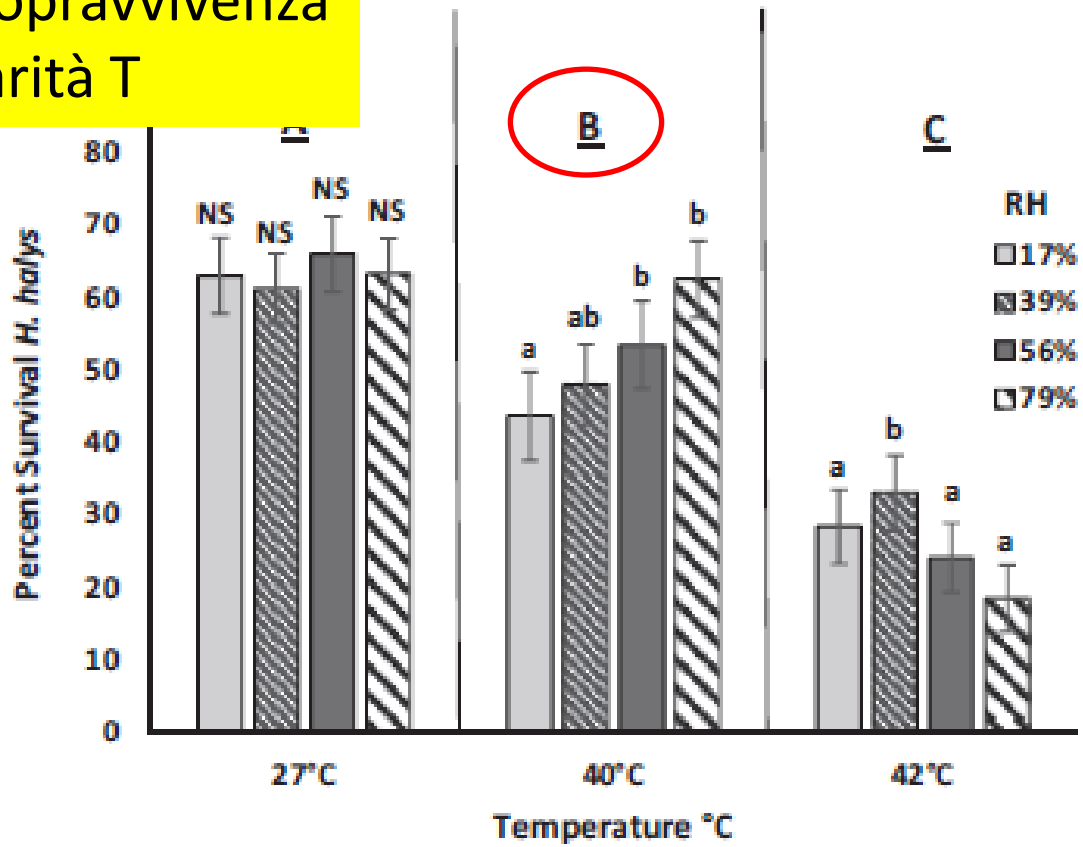
T-dipendente
Più elevata umidità e maggiore sopravvivenza a parità T

Environmental Entomology, XX(XX), 2020, 1–9
doi: 10.1093/ee/nvaa146
Research
OXFORD

Physiological Ecology

Temperature and Humidity Interact to Influence Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae), Survival

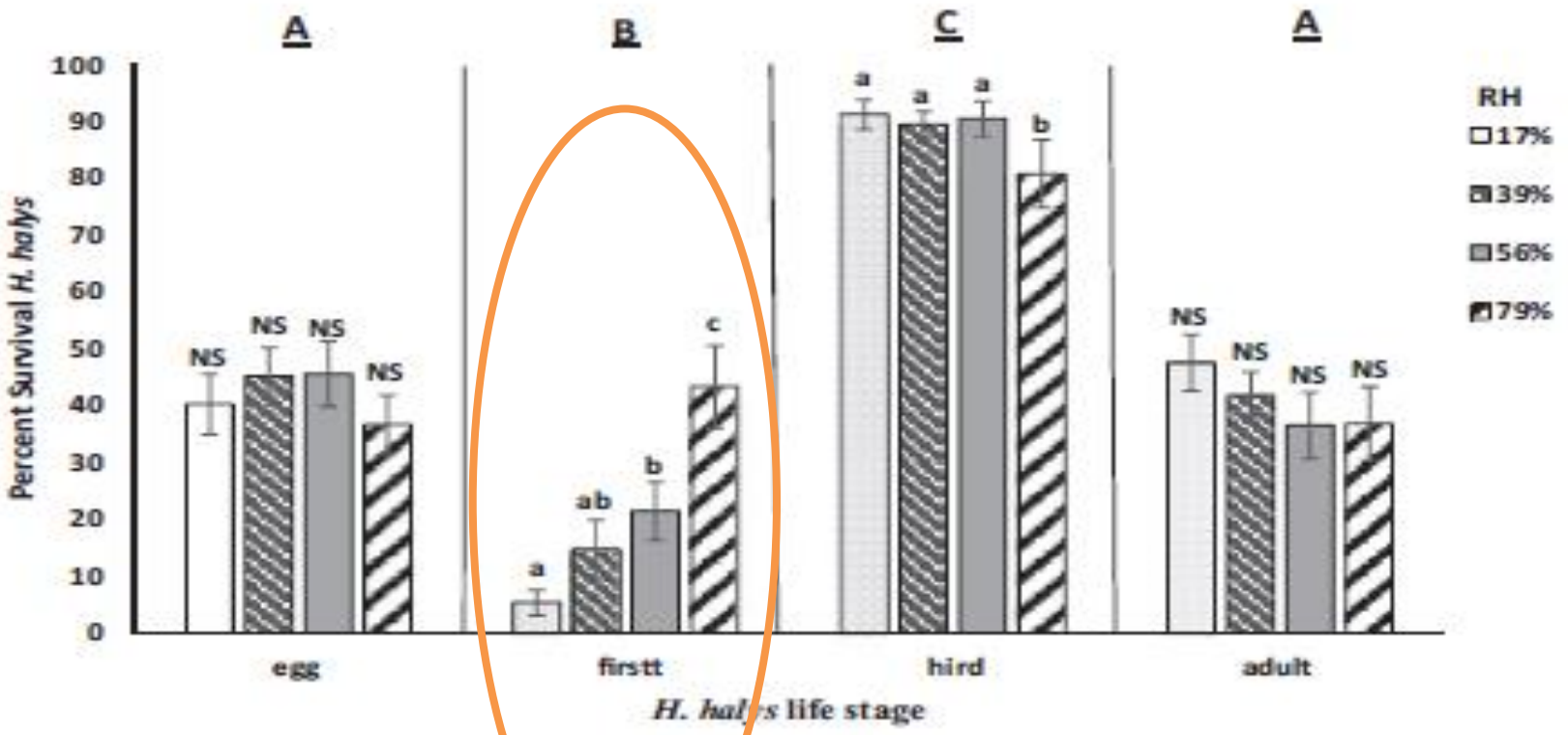
Joanna J. Fisher,[1,3] Jhalendra P. Rijal,[2] and Frank G. Zalom[1]



Inizio differenze di sopravvivenza a 40°C

Fisher et al., 2020

T 27°C costante, esposizione differenti UR% per 48 ore

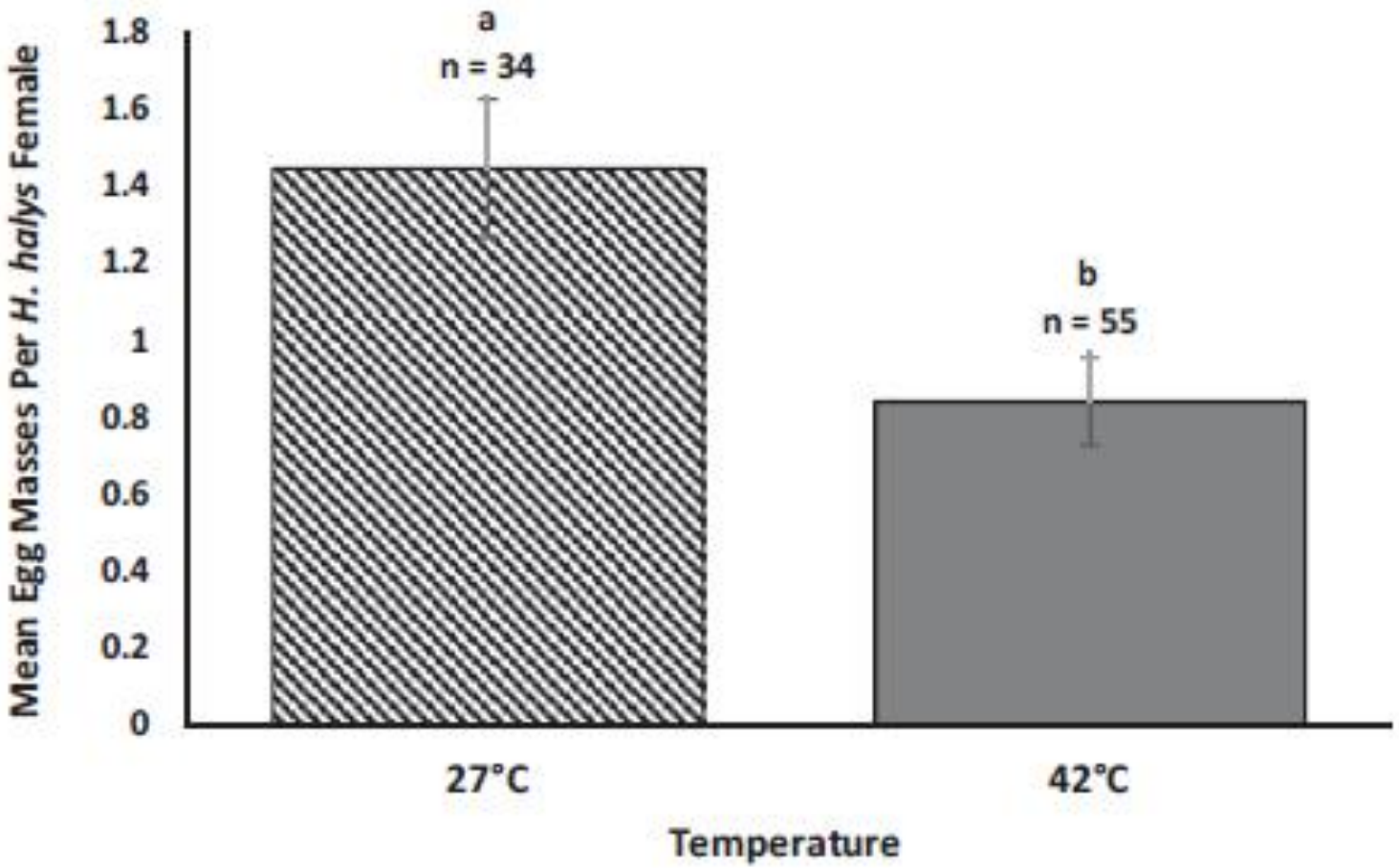


uovo 1 età 3 età adulto

Elevata capacità di dispersione adulti e forme giovanili
Presenza sotto la foglia della prima età

Fisher et al., 2020

Effetto T sulla fecondità femmine



Fisher et al., 2020

ECOLOGY AND POPULATION BIOLOGY

Life History of the Invasive Species *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Northeastern United States

ANNE L. NIELSEN[1] AND GEORGE C. HAMILTON

Department of Entomology, Rutgers University, 93 Lipman Drive, New Brunswick, NJ 08901

Ann. Entomol. Soc. Am. 102(4): 608–616 (2009)

- Estremamente polifaga, >170 piante ospiti (frutticole, orticole, estensive e ornamentali)
- ++ su piante arboree ma anche su erbacee (es. soia)
- Necessità di alimentazione su piante differenti (sopravvivenza e > dimensioni adulti)
- Frassino, acero, ailanto e pawlonia importanti nella fase di diffusione sul territorio
- Su pesco, ailanto e pawlonia riescono a completare ciclo; non riesce a completare ciclo su foglie di melo e catalpa

Journal of Integrated Pest Management

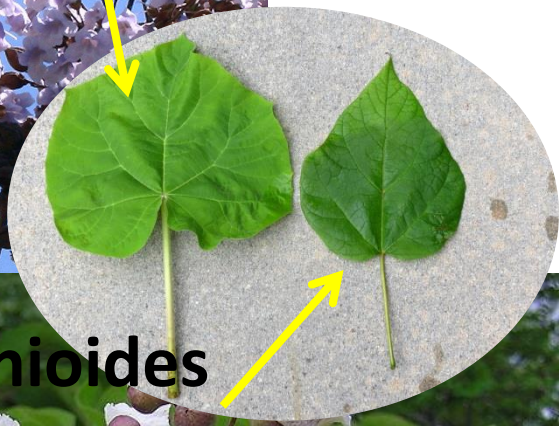
OPEN ACCESS

PROFILES

Biology, Ecology, and Management of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae)

Kevin B. Rice,[1,2] Chris J. Bergh,[3] Erik J. Bergmann,[4] Dave J. Biddinger,[1] Christine Dieckhoff,[5] Galen Dively,[4] Hannah Fraser,[6] Tara Gariepy,[7] George Hamilton,[8] Tim Haye,[9] Ames Herbert,[10] Kim Hoelmer,[11] Cerruti R. Hooks,[4] Ashley Jones,[4] Greg Krawczyk,[1] Thomas Kuhar,[12] Holly Martinson,[4] William Mitchell,[1] Anne L. Nielsen,[8] Doug G. Pfeiffer,[12] Michael J. Raupp,[4] Cesar Rodriguez-Saona,[8] Peter Shearer,[13] Paula Shrewsbury,[4] P. Dilip Venugopal,[4] Joanne Whalen,[14] Nik G. Wiman,[13] Tracy C. Leskey,[15] and John F. Tooker[1]

Pawlonia tomentosa



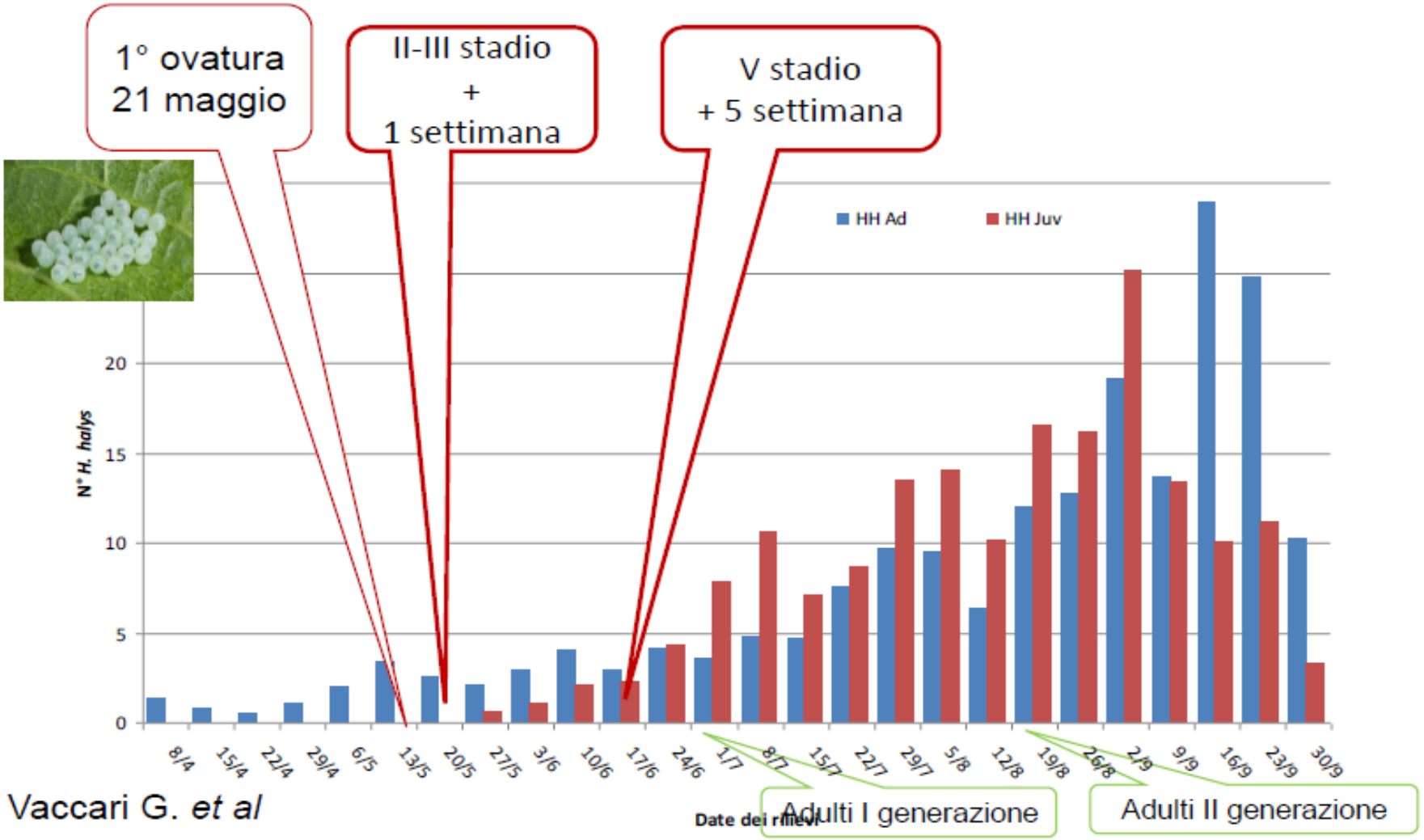
Catalpa bignonioides

Ailanthus altissima

https://bwwellsassociation.wordpress.com

https://bwwellsassociation.wordpress.com

Andamento popolazioni



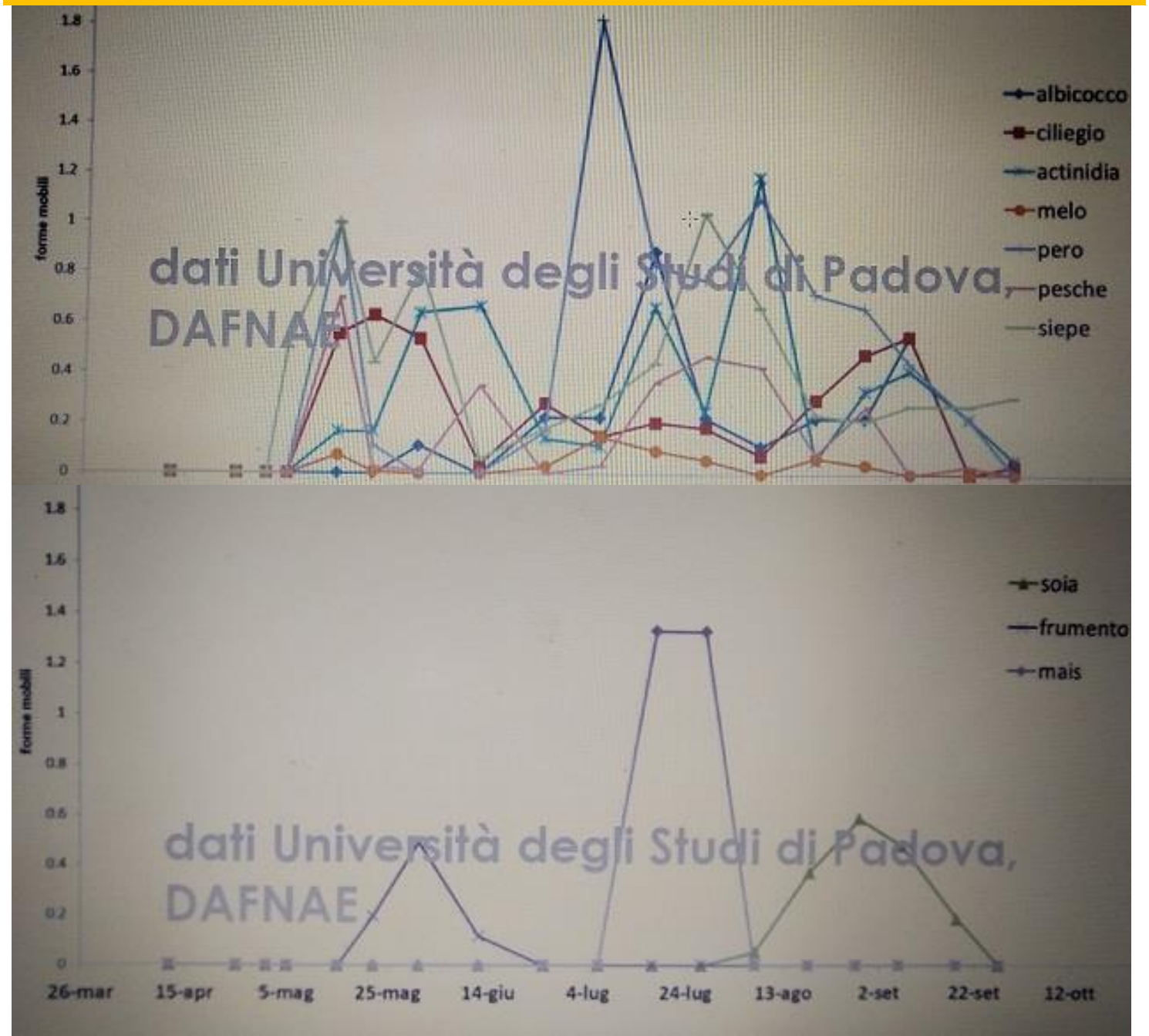
Vaccari G. *et al*

Indicazioni generali

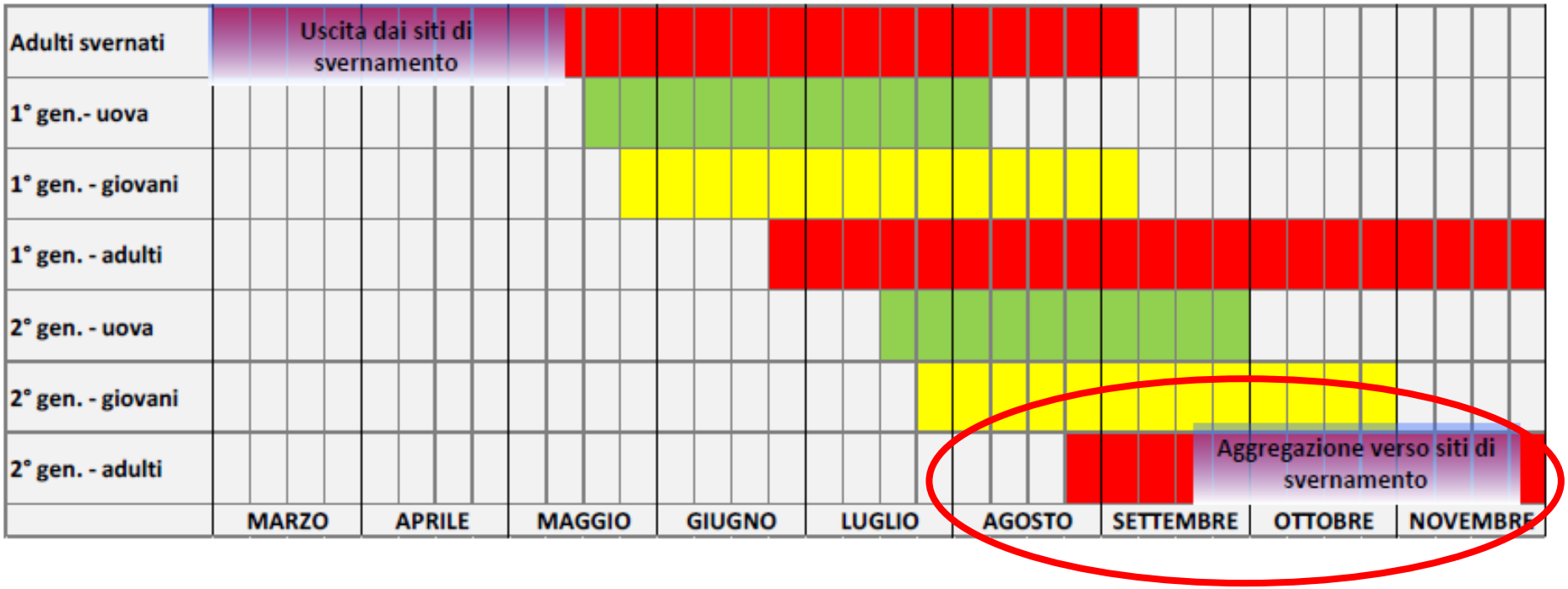
L’abbondanza della popolazione dipende da un

- «effetto bordo»
- composizione del paesaggio circostante
- effetti a livello del singolo appezzamento come la presenza di eventuali reti e il tipo di gestione (biologico vs. convenzionale)

Esempi di dinamiche di popolazione nelle colture



Fenologia e ciclo di sviluppo in Veneto



da dati
Università degli Studi di Padova - DAFNAE

Migrazione verso i siti di svernamento

- Gli adulti della II generazione, in seguito a diminuzione del fotoperiodo e da riduzione delle T°, sono indotti a migrare verso i siti di svernamento (da metà Settembre a metà Ottobre) e svernano in aggregazioni di individui
- Il movimento verso questi siti è innescato da segnali ambientali e su scala territoriale
- Scelta del sito è processo a step: Una volta arrivati al sito possiedono un comportamento di gravitassi negativa (verso l'alto)
- Entrano nel rifugio e scelgono il microclima più adatto
- Entrano in diapausa

gennaio	alba	tramonto	fotoperiodo
1	08:05	16:49	**08:44**
7	08:05	16:55	**08:50**
13	08:03	17:02	**08:59**
19	07:59	17:10	**09:11**
25	07:54	17:18	**09:24**
31	07:48	17:26	**09:38**
febbraio			
1	07:47	17:28	**09:41**
7	07:39	17:37	**09:58**
13	07:30	17:45	**10:15**
19	07:21	17:54	**10:33**
25	07:11	18:03	**10:52**
28	07:06	18:07	**11:01**
marzo			
1	07:04	18:08	**11:04**
7	06:53	18:16	**11:23**
13	06:42	18:24	**11:42**
19	06:31	18:32	**12:01**
25	06:19	18:40	**12:21**
31	06:08	18:48	**12:40**
aprile			
1	06:06	18:49	**12:43**
7	05:55	18:57	**13:02**
13	05:44	19:05	**13:21**
19	05:33	19:12	**13:39**
25	05:23	19:20	**13:57**
30	05:15	19:26	**14:11**
maggio			
1	05:14	19:27	**14:13**
7	05:05	19:35	**14:30**
13	04:57	19:42	**14:45**
19	04:50	19:49	**14:59**
25	04:45	19:55	**15:10**
31	04:40	20:01	**15:21**
giugno			
1	04:40	20:02	**15:22**
7	04:37	20:07	**15:30**
13	04:35	20:10	**15:35**
19	04:36	20:13	**15:37**
25	04:37	20:14	**15:37**
30	04:39	20:14	**15:35**

luglio	alba	tramonto	fotoperiodo
1	04:39	20:13	**15:34**
7	04:43	20:12	**15:29**
13	04:48	20:09	**15:21**
19	04:54	20:04	**15:10**
25	05:00	19:58	**14:58**
31	05:07	19:52	**14:45**
agosto			
1	05:08	19:50	**14:42**
7	05:15	19:42	**14:27**
13	05:22	19:33	**14:11**
19	05:29	19:23	**13:54**
25	05:36	19:13	**13:37**
31	05:44	19:02	**13:18**
settembre			
1	05:45	19:00	**13:15**
7	05:52	18:49	**12:57**
13	06:00	18:38	**12:38**
19	06:07	18:26	**12:19**
25	06:14	18:15	**12:01**
30	06:21	18:05	**11:44**
ottobre			
1	06:22	18:03	**11:41**
7	06:30	17:52	**11:22**
13	06:37	17:41	**11:04**
19	06:45	17:30	**10:45**
25	06:54	17:21	**10:27**
31	07:02	17:11	**10:09**
novembre			
1	07:04	17:10	**10:06**
7	07:12	17:02	**09:50**
13	07:20	16:54	**09:34**
19	07:29	16:48	**09:19**
25	07:37	16:44	**09:07**
30	07:43	16:41	**08:58**
dicembre			
1	07:44	16:40	**08:56**
7	07:51	16:39	**08:48**
13	07:56	16:38	**08:42**
19	08:01	16:40	**08:39**
25	08:04	16:43	**08:39**
31	08:05	16:48	**08:43**

F. Pavan, Università degli Studi di Udine

Diapausa e tolleranza al freddo in *H. halys*

- Da II a V età di ninfa (++ IV e V) della II generazione estiva sono sensibili alla variazione di fotoperiodo e T°→ induzione di diapausa negli adulti di II generazione (generazione svernante) (Niva e Takeda, 2003)

Diapausa ≠ quiescenza

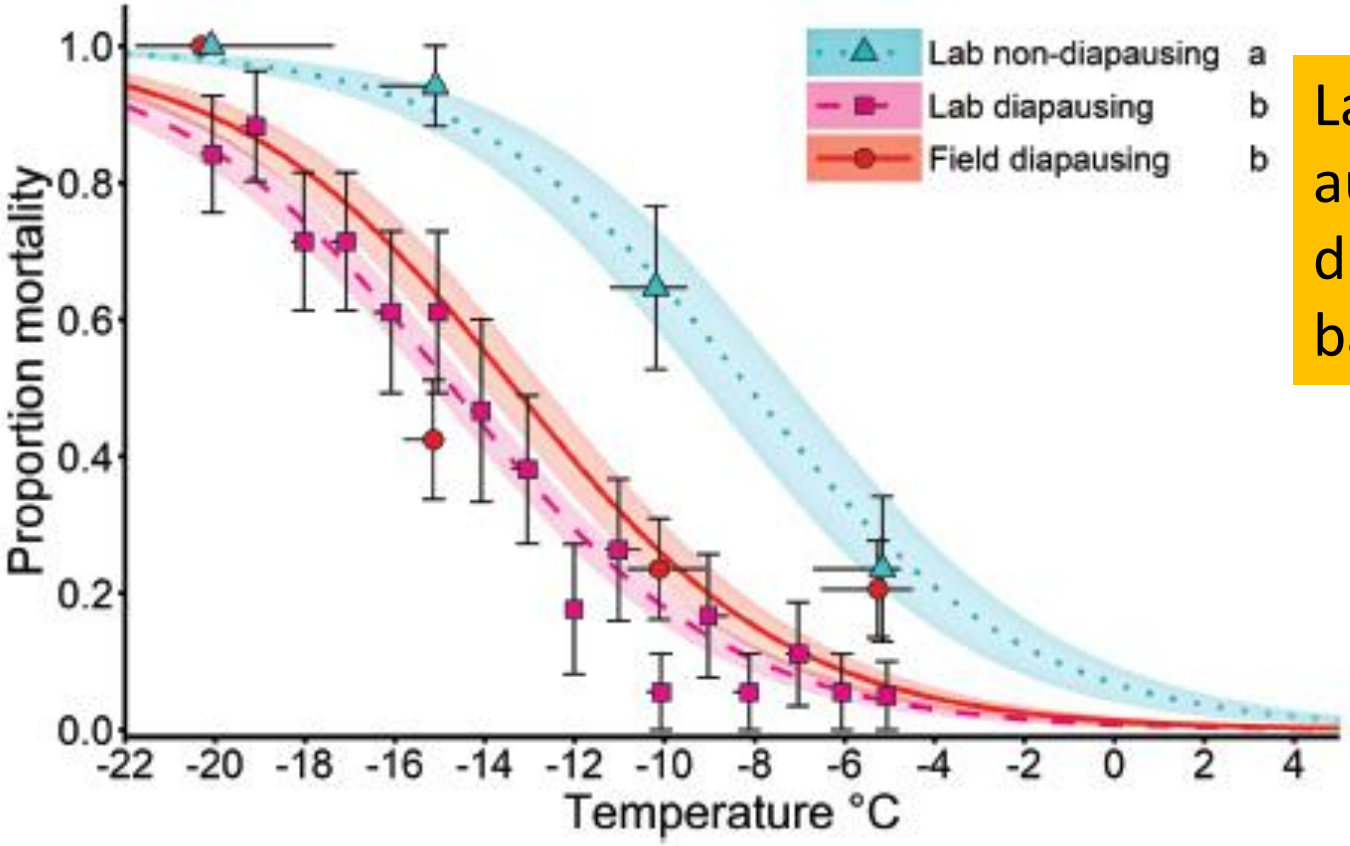
- DIAPAUSA→ insorge prima dell'evento avverso e non è subito reversibile
- QUIESCENZA→ è una risposta immediata a condizioni avverse ed è reversibile appena le condizioni avverse scompaiono

IN *H. HALYS* DIAPAUSA E' FACOLTATIVA

Environmental Entomology, 47(4), 2018, 997–1004
doi: 10.1093/ee/nvy064
Advance Access Publication Date: 5 May 2018
Research

Effects of Diapause on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Cold Tolerance

Theresa M. Cira,[1,3] Robert L. Koch,[1] Eric C. Burkness,[1] W. D. Hutchison,[1] and Robert C. Venette[2]



La diapausa aumenta la capacità di sopravvivere a T° basse

Strategie per sopravvivere alle basse T°

- Insetti tolleranti al congelamento → capaci di sopravvivere anche in seguito alla formazione di ghiaccio all'interno del corpo
- Insetti intolleranti al congelamento → sopravvivono fino al punto che si forma ghiaccio all'interno del corpo
- Insetti intolleranti al freddo → muoiono prima di giungere al congelamento *H. halys*

Environmental Entomology, 45(2), 2016, 484–491
doi: 10.1093/ee/nvv220
Advance Access Publication Date: 7 January 2016
Research article

Physiological Ecology

Cold Tolerance of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Across Geographic and Temporal Scales

Theresa M. Cira,[1,2] Robert C. Venette,[3] John Aigner,[4] Thomas Kuhar,[4] Donald E. Mullins,[4] Sandra E. Gabbert,[4] and W. D. Hutchison[1]

	2013		2014	
Temperature (°C)	Chilled	Frozen	Chilled	Frozen
–20	– (0)	1.00 ± 0.00 (17)	1.00 ± 0.00 (1)	1.00 ± 0.00 (16)
–15	0.64 ± 0.12 (14)	1.00 ± 0.00 (3)	0.13 ± 0.08 (16)	1.00 ± 0.00 (1)
–10	0.18 ± 0.09 (17)	– (0)	0.29 ± 0.11 (17)	– (0)
–5	0.18 ± 0.09 (17)	– (0)	0.24 ± 0.10 (17)	– (0)
25 (control)	0.00 ± 0.00 (17)	– (0)	0.00 ± 0.00 (17)	– (0)

Nessun individuo che arriva al punto di congelamento sopravvive-->

H. halys si conferma specie intollerante al freddo

Svernamento in strutture antropiche

Figura 1:Cimice marmorata asiatica in aggregazione presso abitazione nel Medio Friuli.

Svernamento in ambiente naturale

A) Svernamento sotto la corteccia di un albero
B) Svernamento entro anfratti di tessuto vegetale in decomposizione

Da Lee et al. 2014

Svernamento in campo

ATTENZIONE!

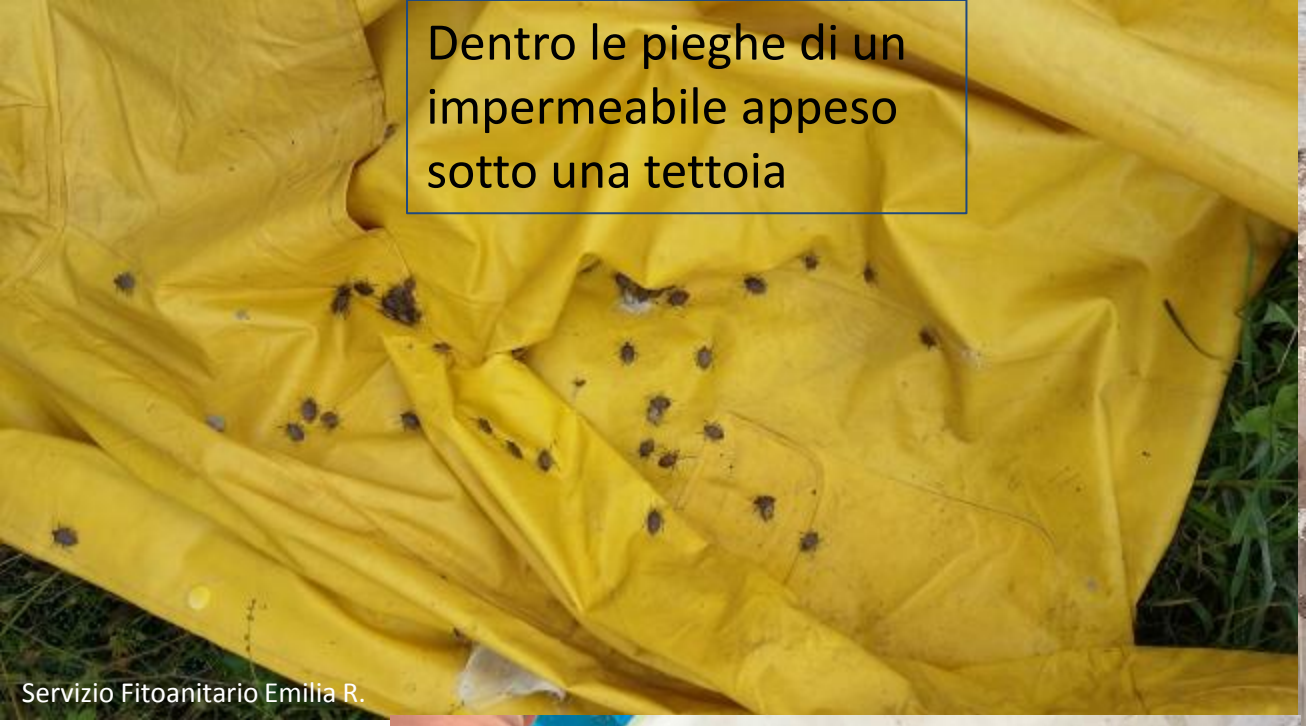
<u>Adesso</u> è il momento di controllare ed eliminare eventuali cimici svernanti all'interno

Svernamento «in campo»

…in cataste di legna

Foto P. Zanolli

Etc….



Vasi accatastati sotto una tettoia

Servizio Fitoanitario Emilia R.

Dentro l’imbottitura di un seggiolino riposto in una cassetta di legno

Servizio Fitoanitario Emilia R.

Sotto i pannelli di polistirolo appoggiati alle pareti si una casetta di legno

Servizio Fitoanitario Emilia R.

Dentro un tappeto arrotolato

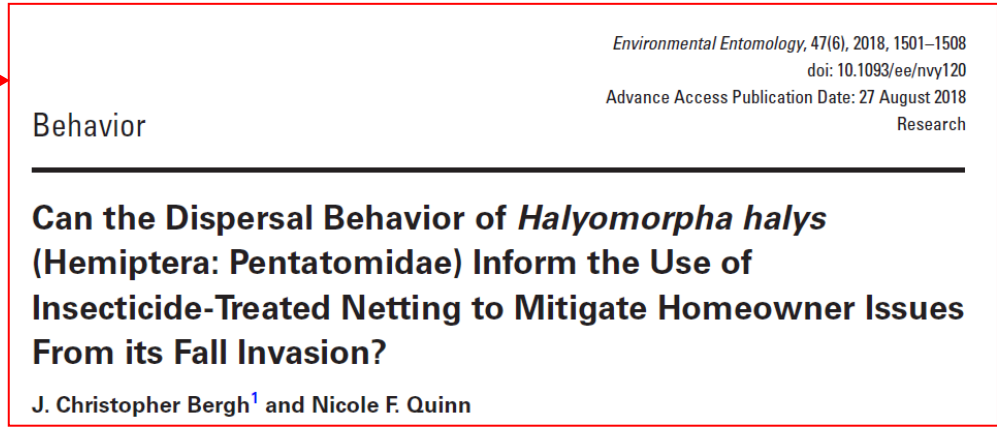
Dentro l’isolamento di un tetto

entomology.ces.ncsu.edu

S.O.S. Cimice asiatiche, teniamole fuori dalle nostre case!

Controllo di *Halyomorpha halys* in autunno

- Tattiche di controllo classiche:
- Esclusione fisica
- Applicazione di insetticidi
- Tattiche di controllo innovative:
- Rete LLIN
- repellenti



Environmental Entomology, 47(6), 2018, 1501–1508
doi: 10.1093/ee/nvy120
Advance Access Publication Date: 27 August 2018
Research

Behavior

Can the Dispersal Behavior of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Inform the Use of Insecticide-Treated Netting to Mitigate Homeowner Issues From its Fall Invasion?

J. Christopher Bergh[1] and Nicole F. Quinn

Risultati preliminari, ancora incerta efficacia

Punti di aggregazione autunnali

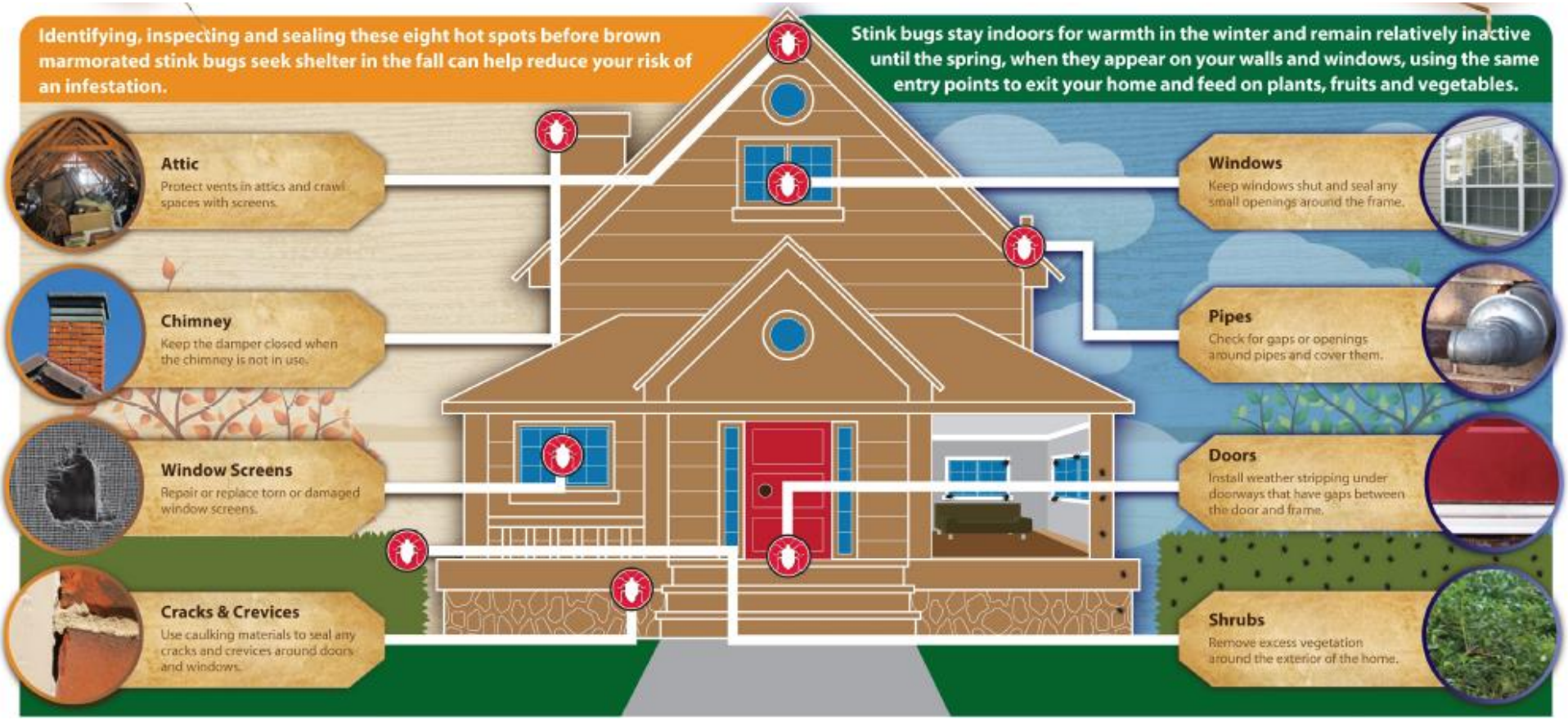
Servizio Fitosanitario Emilia Romagna

Servizio Fitosanitario Emilia Romagna

Servizio Fitosanitario Emilia Romagna

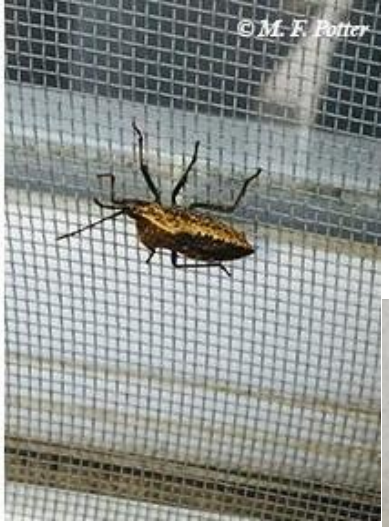
ERSA, Servizio Fitoanitario FVG

Punti di ingresso nelle case



Bush et al, Virginia Tech, USA

entomology.ca.uky.edu



Pest control technology

entomology.ca.uky.edu

Nytimes.com

Per impedire l’ingresso nelle case

- Collocare reti antinsetto o zanzariere alle finestre, attorno ai comignoli dei camini non in uso e sulle prese d’aria e alle finestre dei sottotetti
- Sigillare, dove possibile, crepe, fessure e tutti quegli accessi che consentono il passaggio delle cimici quali tubazioni, feritoie, canalizzazioni, profilati e altre aperture

Come eliminare questi ospiti indesiderati

- Strumenti di pulizia della casa che emettono vapore per stanare le cimici raggruppate in aree come cassonetti, infissi…
- Strumenti come aspirapolvere (o ancora meglio aspiratutto) oppure bombolette di ghiaccio spray per far cadere a terra le cimici prima di raccoglierle
- Preferire metodi naturali di eliminazione dalle case senza ricorrere all'uso di insetticidi che possono diventare pericolosi per le persone se utilizzati in modo ripetuto

Le cimici raccolte vanno eliminate immediatamente!!

- Una volta catturate devono essere eliminate immergendole in un contenitore contenente acqua e detergente (es. detersivo per piatti, per pavimenti, sapone liquido) per qualche minuto. Il detergente impedisce di galleggiare e nuotare e favorisce annegamento. Smaltirle poi nel contenitore per l'organico
- Le cimici raccolte non vanno liberate all'esterno per evitare che vadano a svernare in altri edifici e non buttate nel water perché l'acqua presente se non saponata non è sufficiente ad annegarle

JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY
J. Appl. Entomol.

ORIGINAL CONTRIBUTION

Essential oils as spatial repellents for the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)

Q.-H. Zhang, R. G. Schneidmiller, D. R. Hoover, G. Zhou, A. Margaryan & P. Bryant

Olio essenziale di zenzero, chiodi di garofano e curcuma

exov | summ | enov

Repellenza di oli essenziali

EXOV

50%	Ginger	33	Low
	Clove	53	Medium
	Vetiver	53	Medium
	Turmeric	20	Low
25%	Ginger	-3	Neutral
	Clove	20	Low
	Vetiver	-76	High attraction
	Turmeric	26	Low
12%	Ginger	46	Medium
	Clove	10	Neutral
	Vetiver	-17	Neutral
	Turmeric	33	Low
6%	Ginger	14	Neutral
	Clove	40	Medium
	Vetiver	4	Neutral
	Turmeric	0	Neutral
3%	Ginger	60	High
	Clove	0	Neutral
	Vetiver	18	Neutral
	Turmeric	24	Low
1%	Ginger	-21	Low attraction
	Clove	30	Low
	Vetiver	-6	Neutral
	Turmeric	16	Neutral

SUMM

50%	Ginger	53	Medium
	Clove	73	High
	Vetiver	60	High
	Turmeric	86	Very high
25%	Ginger	61	High
	Clove	41	Medium
	Vetiver	90	Very high
	Turmeric	83	Very high
12%	Ginger	60	High
	Clove	80	Very high
	Vetiver	40	Medium
	Turmeric	93	Very high
6%	Ginger	6	Neutral
	Clove	33	Low
	Vetiver	73	High
	Turmeric	86	Very high
3%	Ginger	26	Low
	Clove	100	Very high
	Vetiver	71	High
	Turmeric	80	Very high
1%	Ginger	-3	Neutral
	Clove	20	Low
	Vetiver	24	Low
	Turmeric	6	Neutral

ENOV

50%	Ginger	88	Very high
	Clove	73	High
	Vetiver	40	Medium
	Turmeric	66	High
25%	Ginger	72	High
	Clove	53	Medium
	Vetiver	38	Low
	Turmeric	18	Neutral
12%	Ginger	46	Medium
	Clove	66	High
	Vetiver	40	Medium
	Turmeric	86	Very high
6%	Ginger	-20	Neutral
	Clove	68	High
	Vetiver	18	Neutral
	Turmeric	33	Low
3%	Ginger	-3	Neutral
	Clove	26	Low
	Vetiver	17	Neutral
	Turmeric	23	Low
1%	Ginger	39	Low
	Clove	21	Low
	Vetiver	12	Neutral
	Turmeric	-10	Neutral

Received 28 December 2020 | Revised 2 February 2021 | Accepted 8 February 2021
DOI: 10.1111/jen.12872

ORIGINAL CONTRIBUTION

JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY WILEY

Repellent activity of essential oils on adults of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in different physiological-behavioural phases

Giacomo Bulgarini | Sara Bortolini | Lara Maistrello

- Risposta ambigua al vetiver
- OE di curcuma e chiodi di garofano: candidati promettenti in strategie IPM per ridurre gli attacchi a colture sensibili in estate, e per prevenire l'ingresso di svernanti negli edifici in autunno

Maistrello L. , Focus cimice asiatica 2021

Temperature critiche

-14° C (100% mortalità), -5° C (10% mortalità)

Anche settimane a +4.3° C→ 0% mortalità (Cira et al 2016)

- Individui in autunno

Mortalità inizia a -2.5° C (6h) / -5°C (2-4 h)
LT50→ -10.4° C (2h)/ -7.6° C (6h)
LT99→ -16° C (4h)/ -14.6° C (6h)

- Individui in primavera

Mortalità inizia a +2.5° C (2 h)
LT50→-5.7° C (2h)/ -3.3° C (6h)
LT99→ -14.8° C (2h)/ -13.5° C (6h)

Scaccini et al 2019

SCIENTIFIC REPORTS
natureresearch
Check for updates

Lethal and sub-lethal effects of low-temperature exposures on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) adults before and after overwintering

Davide Scaccini[1]✉, Luka Vanishvili[1], Paola Tirello[1], Vaughn M. Walton[2], Carlo Duso[1] & Alberto Pozzebon[1]✉

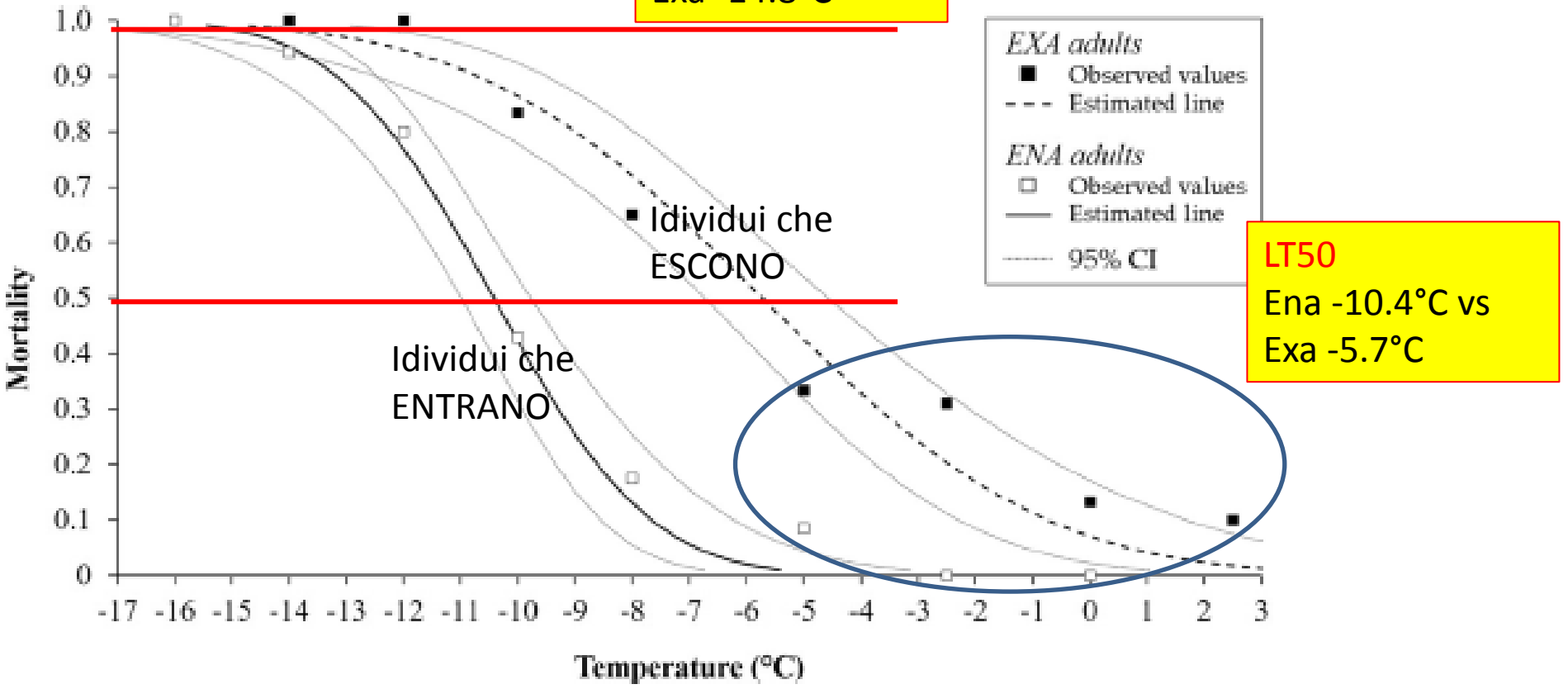
SCIENTIFIC REPORTS
nature research
Check for updates

Lethal and sub-lethal effects of low-temperature exposures on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) adults before and after overwintering

Davide Scaccini[1], Luka Vanishvili[1], Paola Tirello[1], Vaughn M. Walton[2], Carlo Duso[1] & Alberto Pozzebon[1]

2 h di esposizione

LT99
Ena -15.4°C vs
Exa -14.8°C



LT50
Ena -10.4°C vs
Exa -5.7°C

Ritorni di freddo

I tassi di sopravvivenza dopo la diapausa variano da 40 al 50% (range T° da -2° a +2° C) con minimi di 25% con esposizioni a T° di -6° C. Esposizioni brevi a -4° C non hanno effetti immediati o a lungo termine sulla mortalità. Influenzano però la fecondità e il numero di ovature deposte (> numero in condizioni di episodi di ritorno di freddo).

***Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Winter Survival, Feeding Activity, and Reproduction Rates Based on Episodic Cold Shock and Winter Temperature Regimes**

David M Lowenstein, Vaughn M Walton

Journal of Economic Entomology, Volume 111, Issue 3, June 2018, Pages 1210–1218, https://doi.org/10.1093/jee/toy093

Altri fattori che influenzano la sopravvivenza

- Peso medio all'entrata in diapausa (mg)
- Riserve di energia (zuccheri e glicogeno in diapausa, lipidi per l'uscita)
- Contenuto di acqua (> resistenza al disseccamento in diapausa)
- Variazione composizione idrocarburi cuticolari

Variazione nella composizione idrocarburi cuticolari

Journal of Insect Physiology 128 (2021) 104171

Contents lists available at ScienceDirect

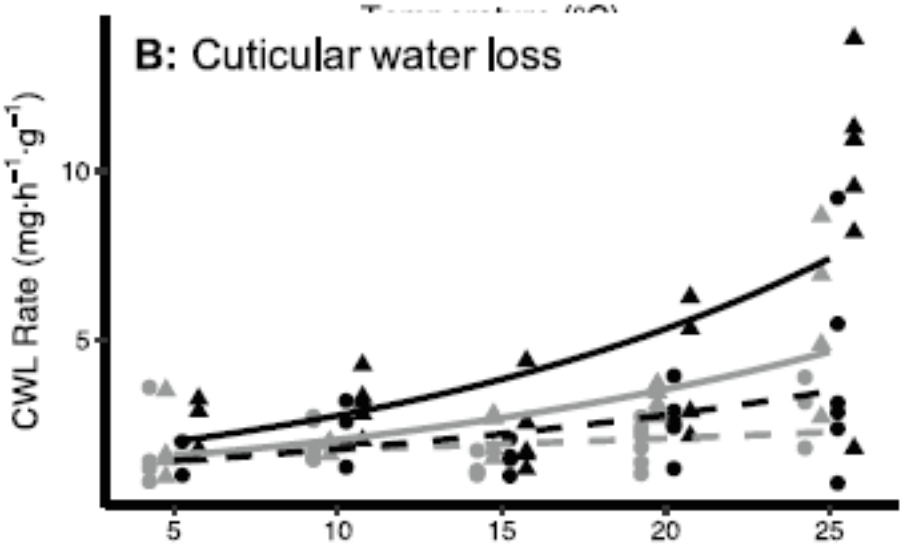
Journal of Insect Physiology

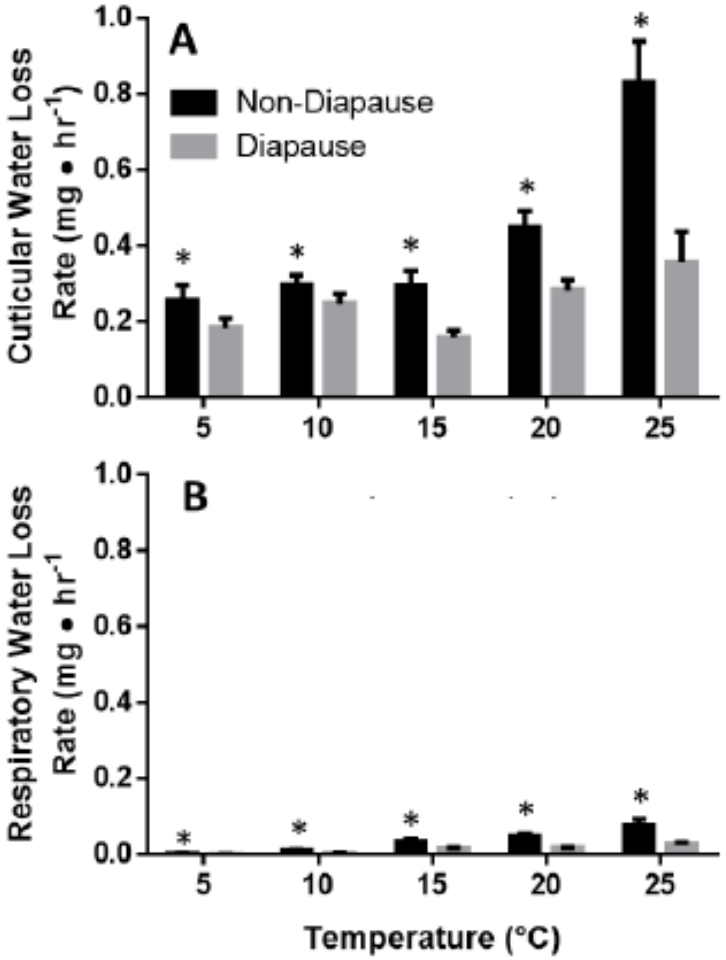
journal homepage: www.elsevier.com/locate/jinsphys

Cold tolerance, water balance, energetics, gas exchange, and diapause in overwintering brown marmorated stink bugs

John J. Ciancio [a,b], Kurtis F. Turnbull [a], Tara D. Gariepy [b], Brent J. Sinclair [a,*]

Maschio= nero
Femmina= grigio
Forma piena= inverno
Forma vuota= estate

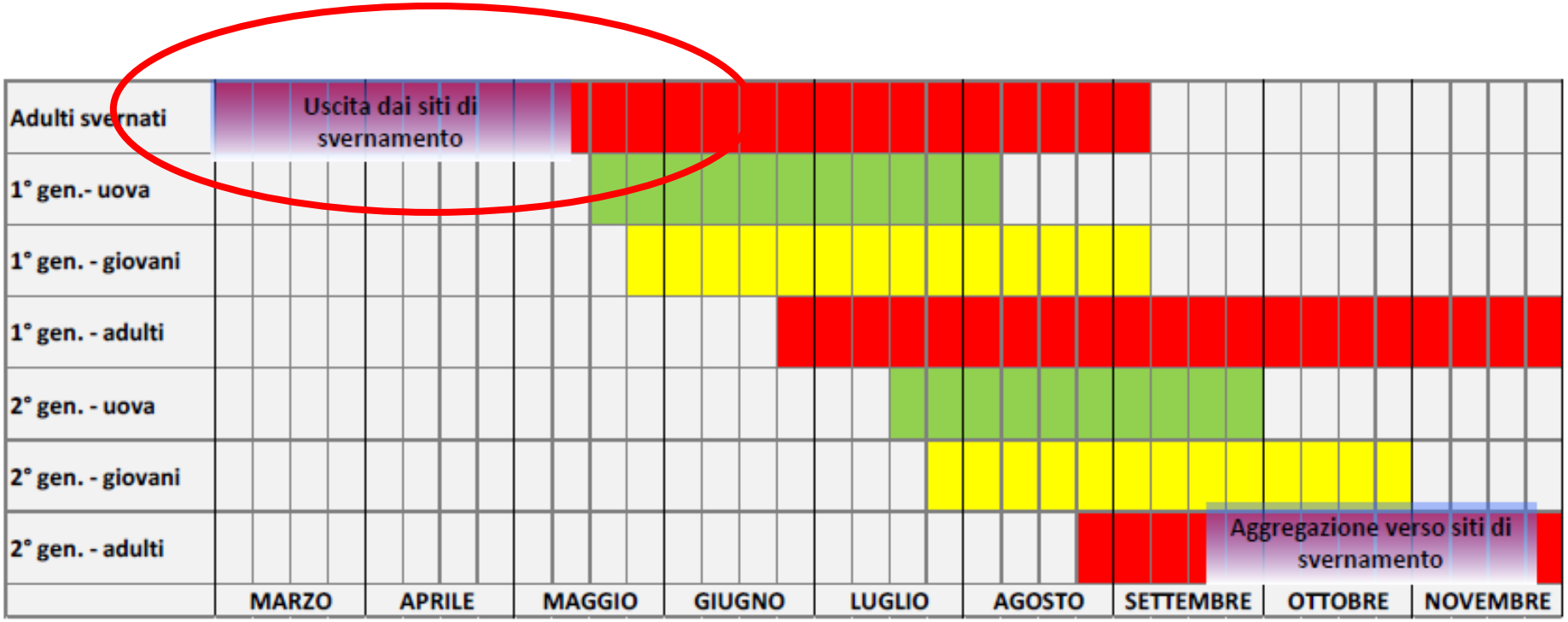




Variazione nella composizione di idrocarburi della cuticola può avere dei risvolti nella difesa:

- Caolino o terra diatomee riducono sopravvivenza aumentando il tasso di perdita di acqua e possono ridurre sopravvivenza nel caso di inverni secchi
- Purtroppo però questa variazione della cuticola riduce l'efficacia di trattamenti insetticidi nei ricoveri invernali
- Diapausa permette di aumentare resistenza di *H. halys* a freddo, disseccamento e diminuisce il consumo di energia
- *H. halys* resiste a lungo a T° fredde ma sopra lo 0° C (0-4° C) (solo se diapausante)

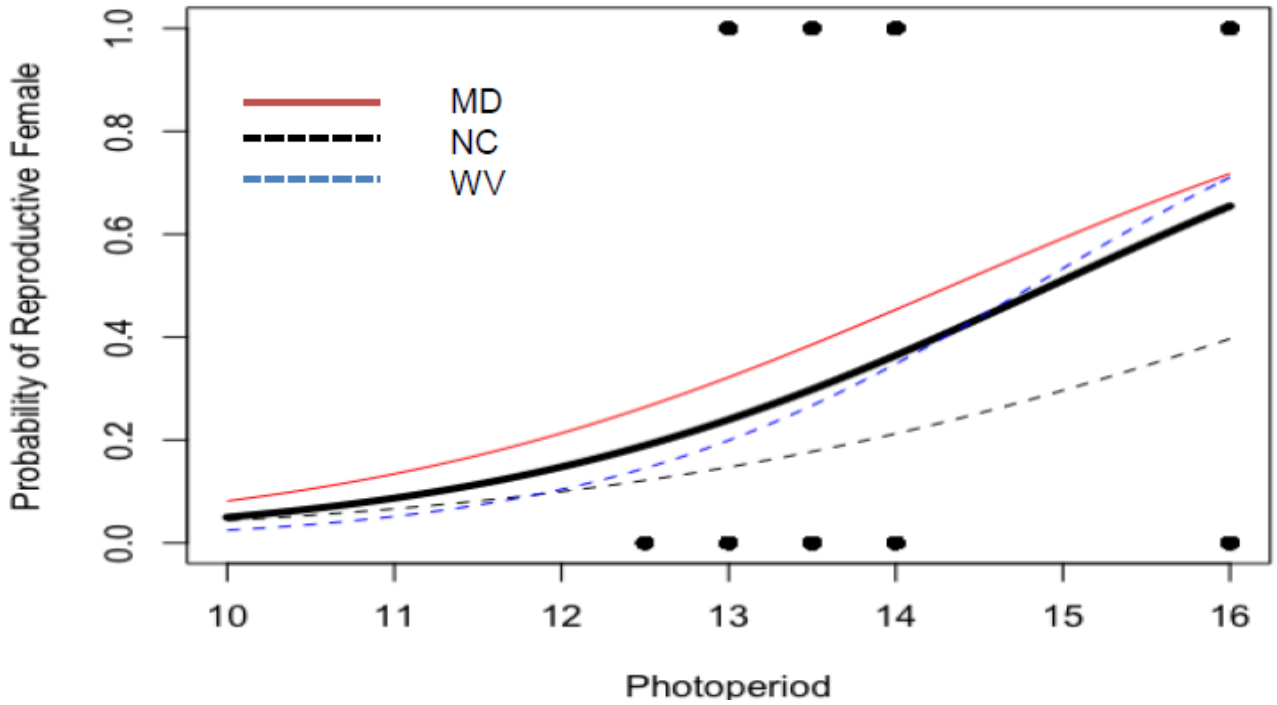
Fenologia e ciclo di sviluppo in Veneto



da dati
Università degli Studi di Padova - DAFNAE

Uscita dallo svernamento

- Il fotoperiodo è un segnale significativo?



SI
Fotoperiodo è significativo (P<0.001)

Uscita dallo svernamento

- *H. halys* risponde a segnali di aumento del fotoperiodo (13.5 h)

- Questo viene confermato con i dati delle dinamiche riproduttive delle femmine

- Questo viene confermato dalle dinamiche di emergenza dai siti di svernamento

Uscita dallo svernamento

- In seguito a variazioni di fotoperiodo e T°
- Necessità di ricostituire le riserve utilizzate nello svernamento→ uscita scalare dai ricoveri invernali
- Le cimici emergono dai rifugi deboli e hanno necessità di alimentarsi subito→ Più stanno all'interno dei rifugi più occasione hanno di trovare cibo all'uscita dai rifugi

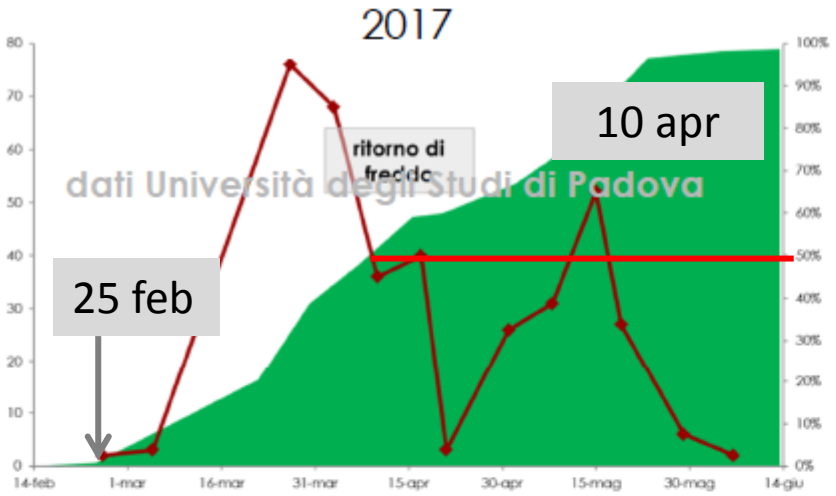
Uscita dallo svernamento

- Generalmente i maschi emergono prima delle femmine dai rifugi in quanto sono di dimensioni più ridotte e hanno meno riserve
- Maschi (63% circa) emergono nei mesi di Febbraio, Marzo, Aprile mentre le femmine comprendono la maggior parte degli adulti che emergono più tardi nei mesi di Maggio e Giugno (74% circa)

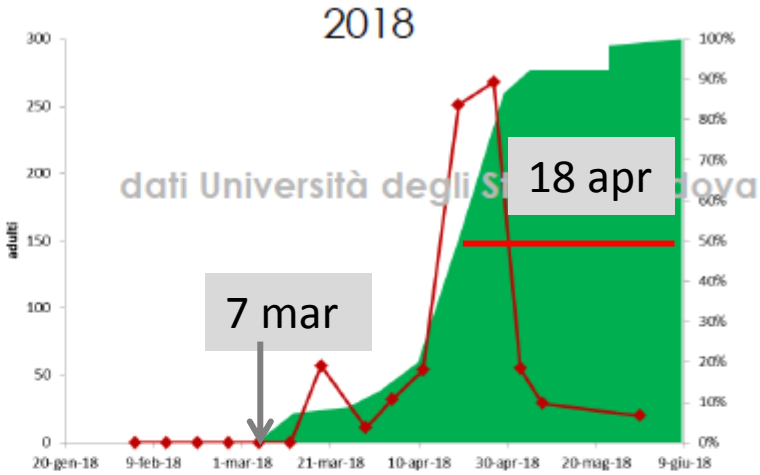
Uscita dallo svernamento

- Uscita dai siti di svernamento avviene anche a fine Gennaio (T° > 11° C) ma gli adulti sopravvivono molto poco (qualche giorno)
- Uscita dai siti di svernamento generalmente dipende da T° > 14° C e fotoperiodo > 13h
- Inizio a Marzo-inizio Aprile con picco Maggio-fino inizio Giugno (molto variabile a seconda del territorio considerato e con le annate!!)

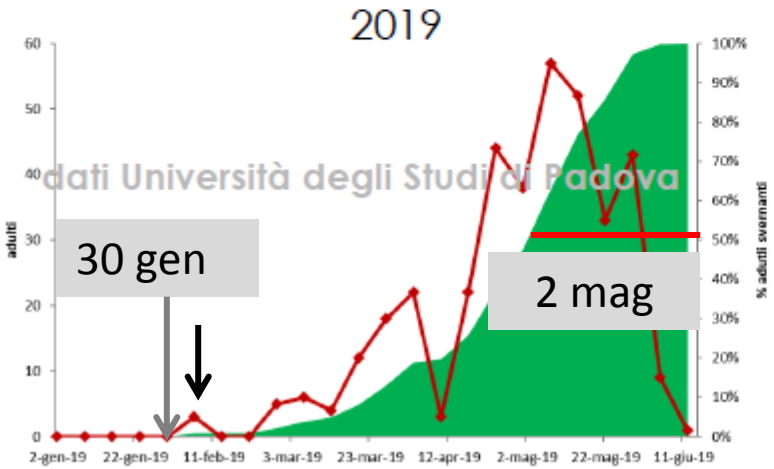
Uscita dallo svernamento in Veneto



Mortalità invernale = 75 ± 2 %



Mortalità invernale = 50 ± 3 %



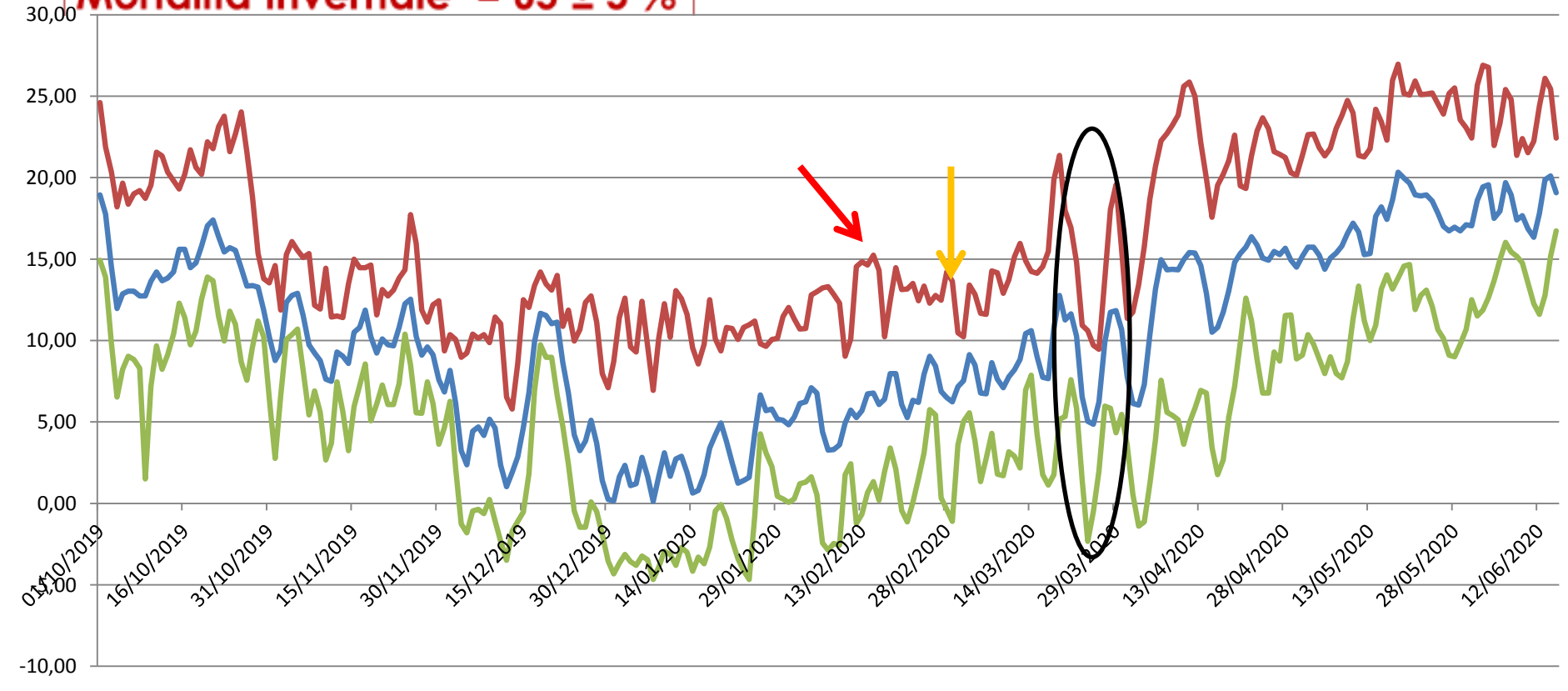
Mortalità invernale = 43 ± 3 %

Mortalità invernale = 65 ± 5 %

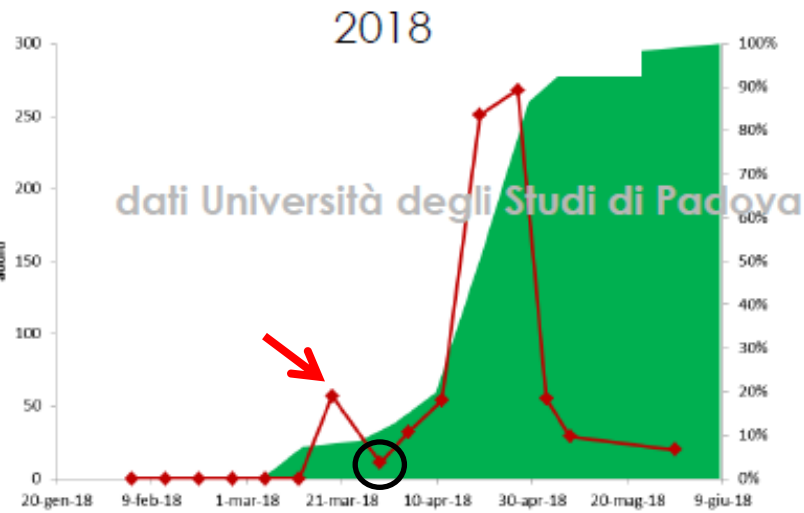
Inverno 2019-20

Ritorno di freddo presto in stagione

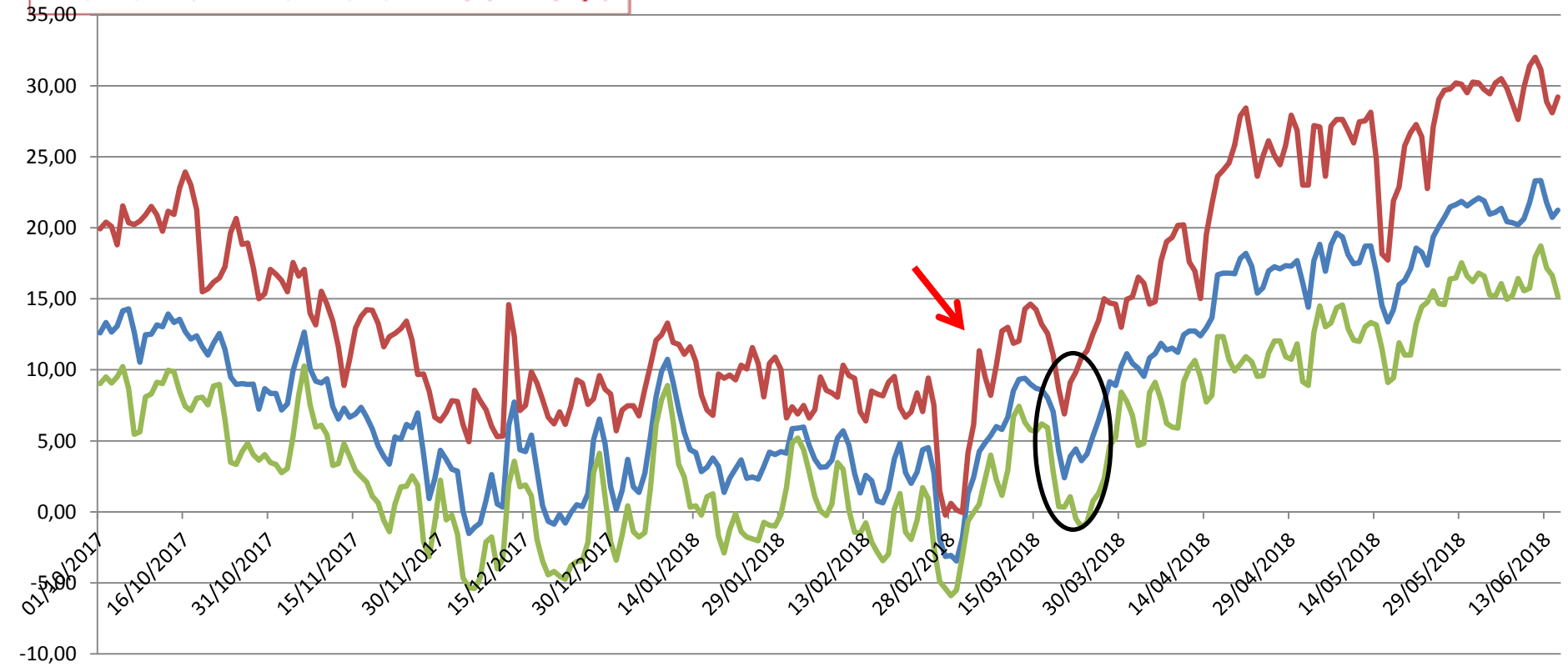
Mortalità invernale = 65 ± 5 %



Inverno 2017-18



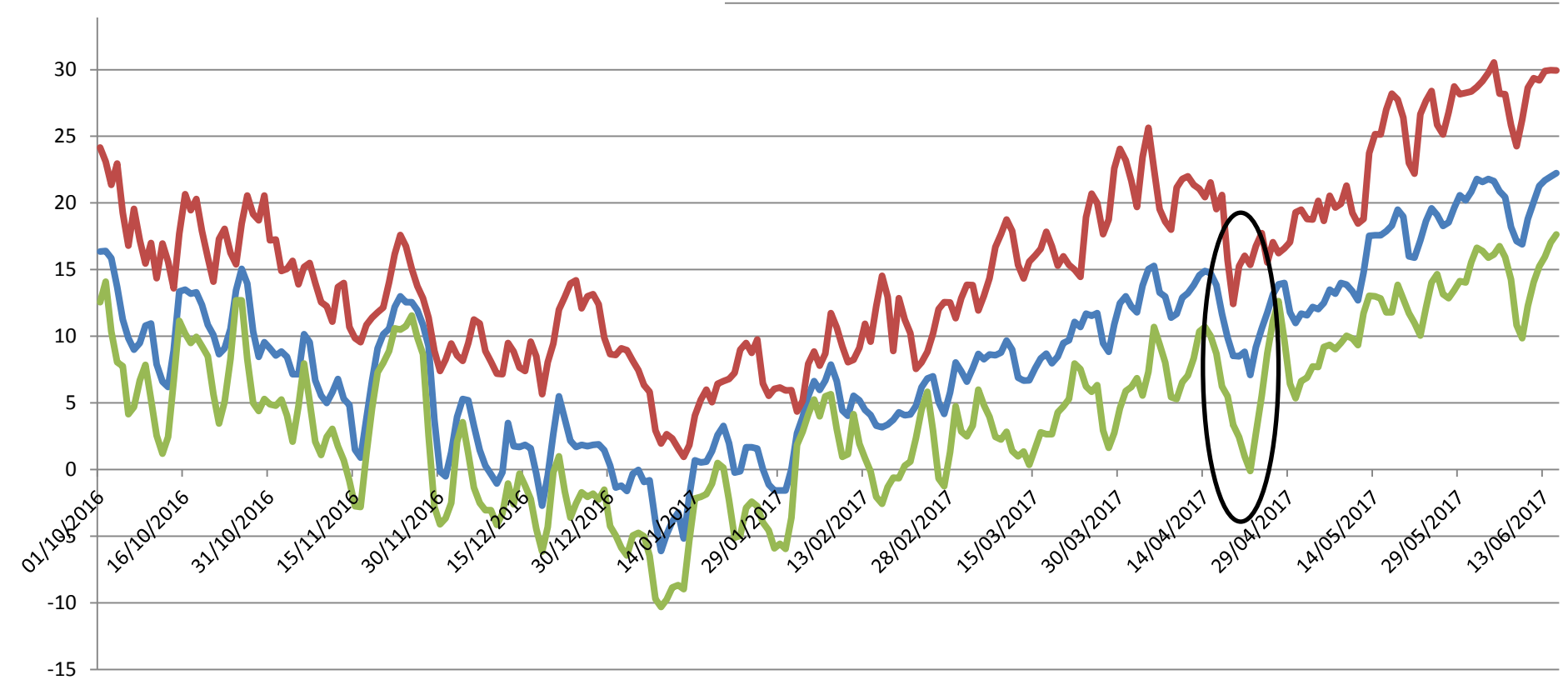
Mortalità invernale = 50 ± 3 %



Mortalità invernale = 75 ± 2 %

Inverno 2016-17

Ritorno di freddo avanti nella stagione



Stagionalità riproduttiva della femmina

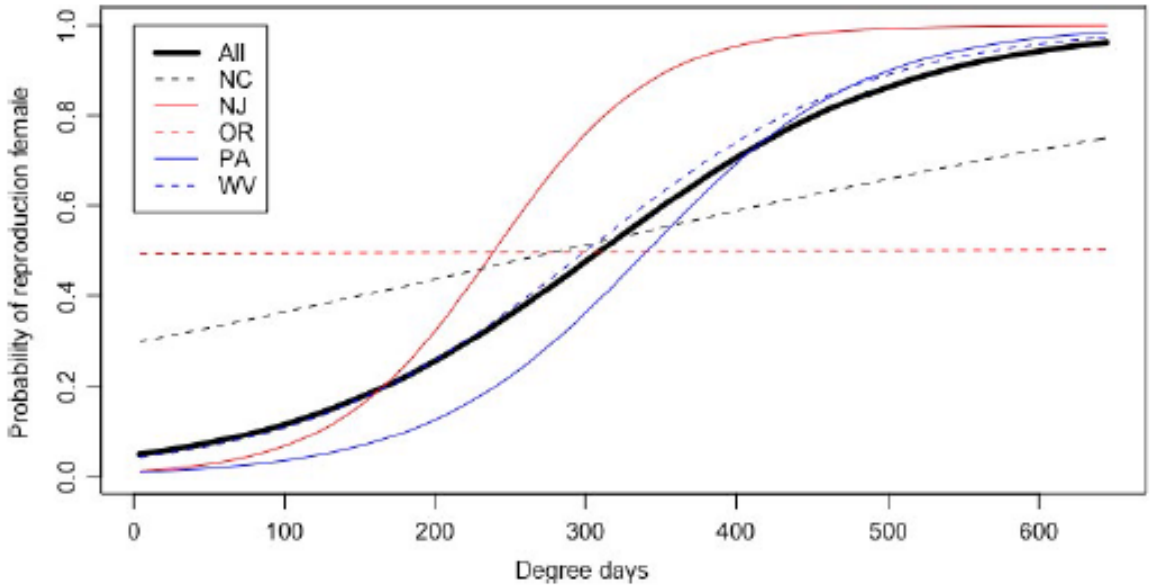
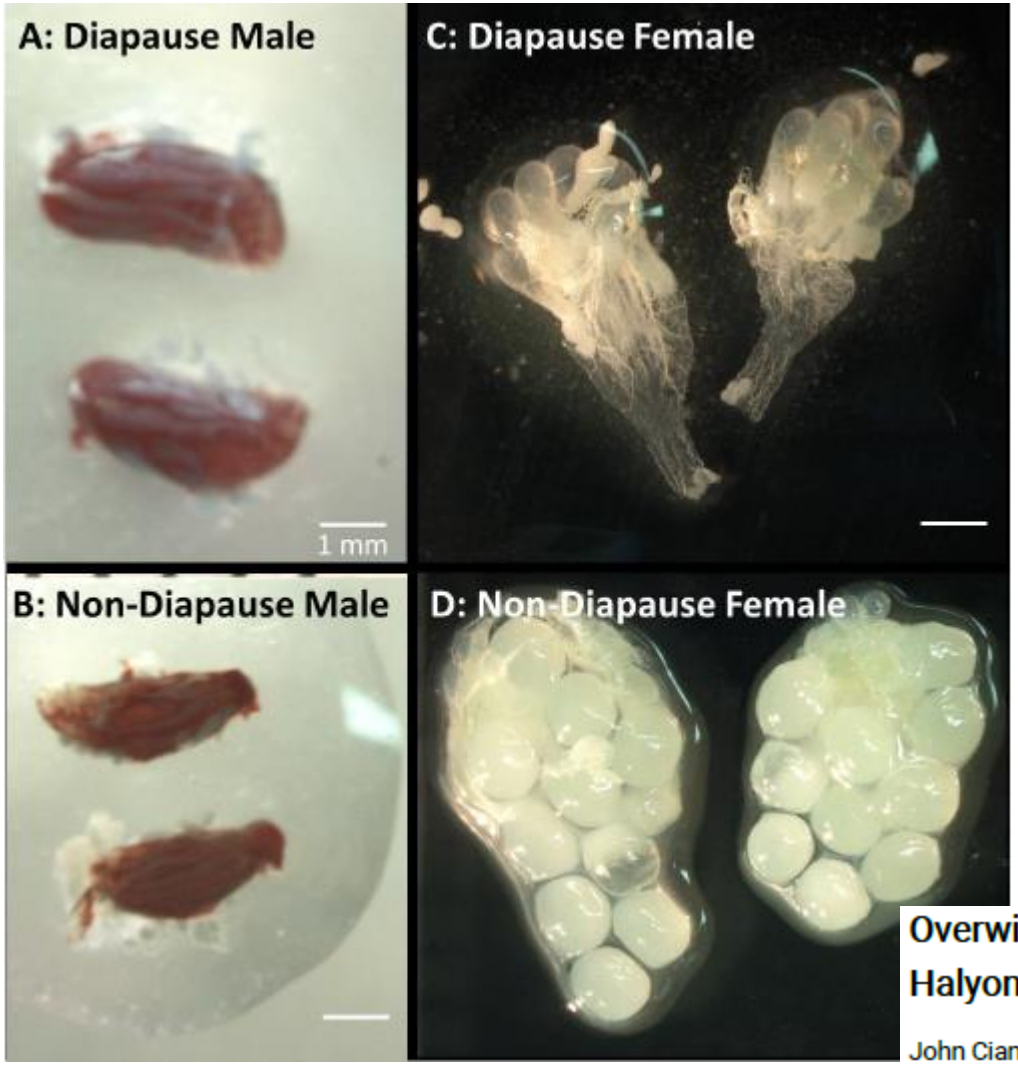


FIGURE 6 Predicted vitellogenic (ranks 3–5) female *Halyomorpha halys* for the overwintering generation, by geographic location from logistic regression

- 99.7% delle femmine raccolte nei siti di svernamento sono riproduttivamente immature
- Stato riproduttivo non è plastico
- Fotoperiodo di 12.7 h è la soglia per l'inizio dell'attività degli ovari
- Differenze nella maturità delle femmine a seconda delle località

Nielsen et al Ecol&Evol 2017

Inizio dell'ovideposizione degli individui svernanti



Gli adulti che emergono dai siti di svernamento non sono capaci di ovideporre subito ma hanno necessità prima di alimentarsi

Overwintering biology of the brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae)

John Ciancio
The University of Western Ontario

2018

gennaio	alba	tramonto	fotoperiodo
1	08:05	16:49	**08:44**
7	08:05	16:55	**08:50**
13	08:03	17:02	**08:59**
19	07:59	17:10	**09:11**
25	07:54	17:18	**09:24**
31	07:48	17:26	**09:38**
febbraio			
1	07:47	17:28	**09:41**
7	07:39	17:37	**09:58**
13	07:30	17:45	**10:15**
19	07:21	17:54	**10:33**
25	07:11	18:03	**10:52**
28	07:06	18:07	**11:01**
marzo			
1	07:04	18:08	**11:04**
7	06:53	18:16	**11:23**
13	06:42	18:24	**11:42**
19	06:31	18:32	**12:01**
25	06:19	18:40	**12:21**
31	06:08	18:48	**12:40**
aprile			
1	06:06	18:49	**12:43**
7	05:55	18:57	**13:02**
13	05:44	19:05	**13:21**
19	05:33	19:12	**13:39**
25	05:23	19:20	**13:57**
30	05:15	19:26	**14:11**
maggio			
1	05:14	19:27	**14:13**
7	05:05	19:35	**14:30**
13	04:57	19:42	**14:45**
19	04:50	19:49	**14:59**
25	04:45	19:55	**15:10**
31	04:40	20:01	**15:21**
giugno			
1	04:40	20:02	**15:22**
7	04:37	20:07	**15:30**
13	04:35	20:10	**15:35**
19	04:36	20:13	**15:37**
25	04:37	20:14	**15:37**
30	04:39	20:14	**15:35**

luglio	alba	tramonto	fotoperiodo
1	04:39	20:13	**15:34**
7	04:43	20:12	**15:29**
13	04:48	20:09	**15:21**
19	04:54	20:04	**15:10**
25	05:00	19:58	**14:58**
31	05:07	19:52	**14:45**
agosto			
1	05:08	19:50	**14:42**
7	05:15	19:42	**14:27**
13	05:22	19:33	**14:11**
19	05:29	19:23	**13:54**
25	05:36	19:13	**13:37**
31	05:44	19:02	**13:18**
settembre			
1	05:45	19:00	**13:15**
7	05:52	18:49	**12:57**
13	06:00	18:38	**12:38**
19	06:07	18:26	**12:19**
25	06:14	18:15	**12:01**
30	06:21	18:05	**11:44**
ottobre			
1	06:22	18:03	**11:41**
7	06:30	17:52	**11:22**
13	06:37	17:41	**11:04**
19	06:45	17:30	**10:45**
25	06:54	17:21	**10:27**
31	07:02	17:11	**10:09**
novembre			
1	07:04	17:10	**10:06**
7	07:12	17:02	**09:50**
13	07:20	16:54	**09:34**
19	07:29	16:48	**09:19**
25	07:37	16:44	**09:07**
30	07:43	16:41	**08:58**
dicembre			
1	07:44	16:40	**08:56**
7	07:51	16:39	**08:48**
13	07:56	16:38	**08:42**
19	08:01	16:40	**08:39**
25	08:04	16:43	**08:39**
31	08:05	16:48	**08:43**

F. Pavan,
Università degli
Studi di Udine

12.7 h inizio precoce attività ovari (Nielsen et al Ecol&Evol 2017)
Uscita dallo svernamento 13 h

Inizio consistente sviluppo ovari nelle femmine 13.5-14 h (Watanabe, 1979)
(10% vitellogenesi)

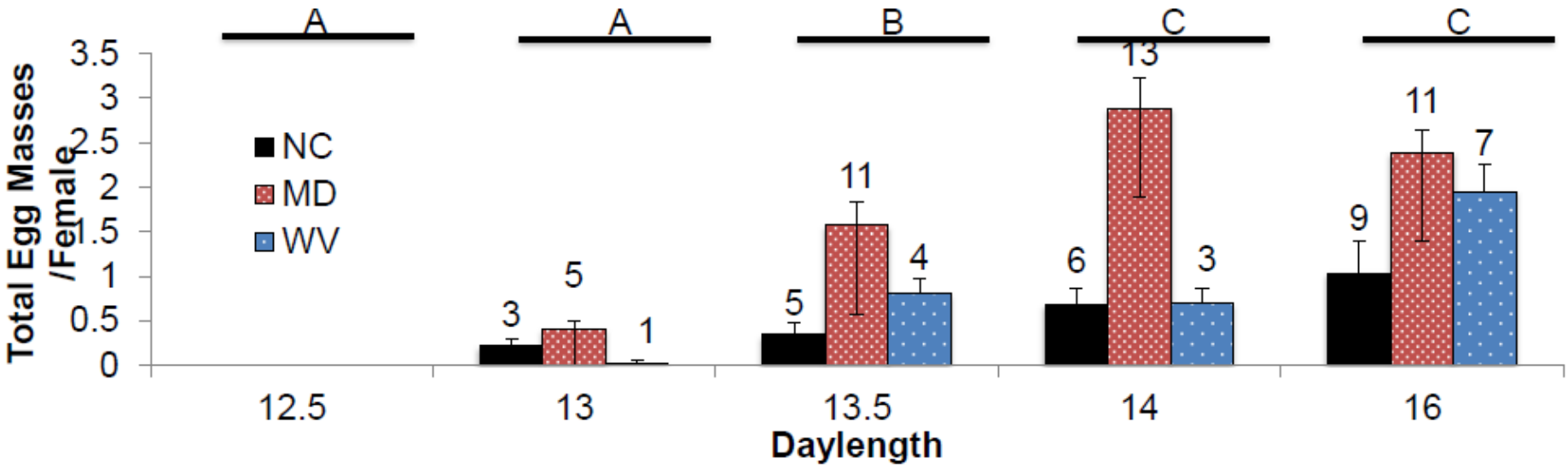
Inizio ovideposizioni

Giorni necessari uscita diapausa-prime ovideposizioni

- Generazione svernante necessita di 35.8 ±4.29 (SE) giorni dal momento di uscita dai siti di svernamento alla prima ovideposizione
- Generazione estiva 12.31 ± 0.89 (SE) giorni dal momento di sfarfallamento ad adulto alla prima ovideposizione

Da: Costi E., Biology and field surveys of the invasive *Halyomorpha halys* and its potential native antagonists in Italy. Università degli Studi di Modena e Reggio-Emilia

Numero di uova prodotte al variare del fotoperiodo



All'aumentare del fotoperiodo di uscita dallo svernamento aumenta il numero di ovature che vengono deposte (fecondità maggiore)

Nielsen AL, Rutgers University

Ovideposizione

- Accoppiamenti avvengono di giorno
- Uova deposte a gruppi di 28
- Intervallo ovideposizione 4-5 giorni per 9-16 volte
- Ogni femmina nella sua vita può ovideporre da 100 a 500 uova (media 240 uova/femmina)

Ovideposizione

- Individui svernati: ovidepongono da metà Maggio a metà Agosto
- PICCO: metà Giugno-metà Luglio

- Individui estivi: da metà Luglio alla prima decade di Settembre
- PICCO: fine Luglio-metà Agosto

- Ovideposizioni diminuiscono a partire dalla metà Agosto

J Pest Sci
DOI 10.1007/s10340-017-0899-z

ORIGINAL PAPER

Emilia Romagna 2015

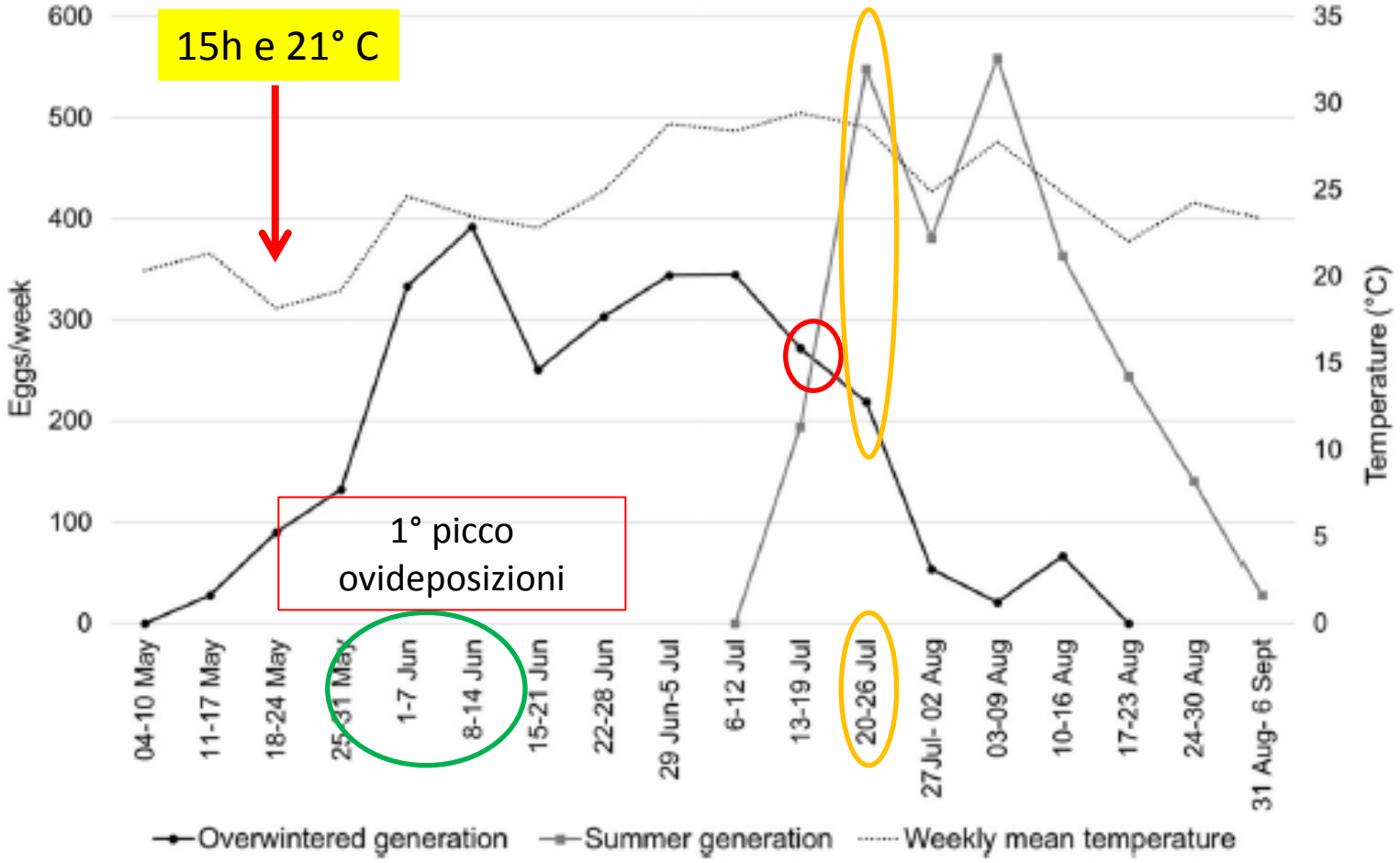
Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in southern Europe

E. Costi[1] · T. Haye[2] · L. Maistrello[1]

2° picco ovideposizioni

15h e 21° C

1° picco ovideposizioni



Ovideposizione

- Fecondità media femmine svernate: 25% maggiore che femmine estive (285 uova vs. 214)
- Periodo di ovideposizione generazione svernante: 14 settimane
- Periodo ovideposizione generazione estiva: 8 settimane

Da: Costi E., Biology and field surveys of the invasive *Halyomorpha halys* and its potential native antagonists in Italy. Università degli Studi di Modena e Reggio-Emilia

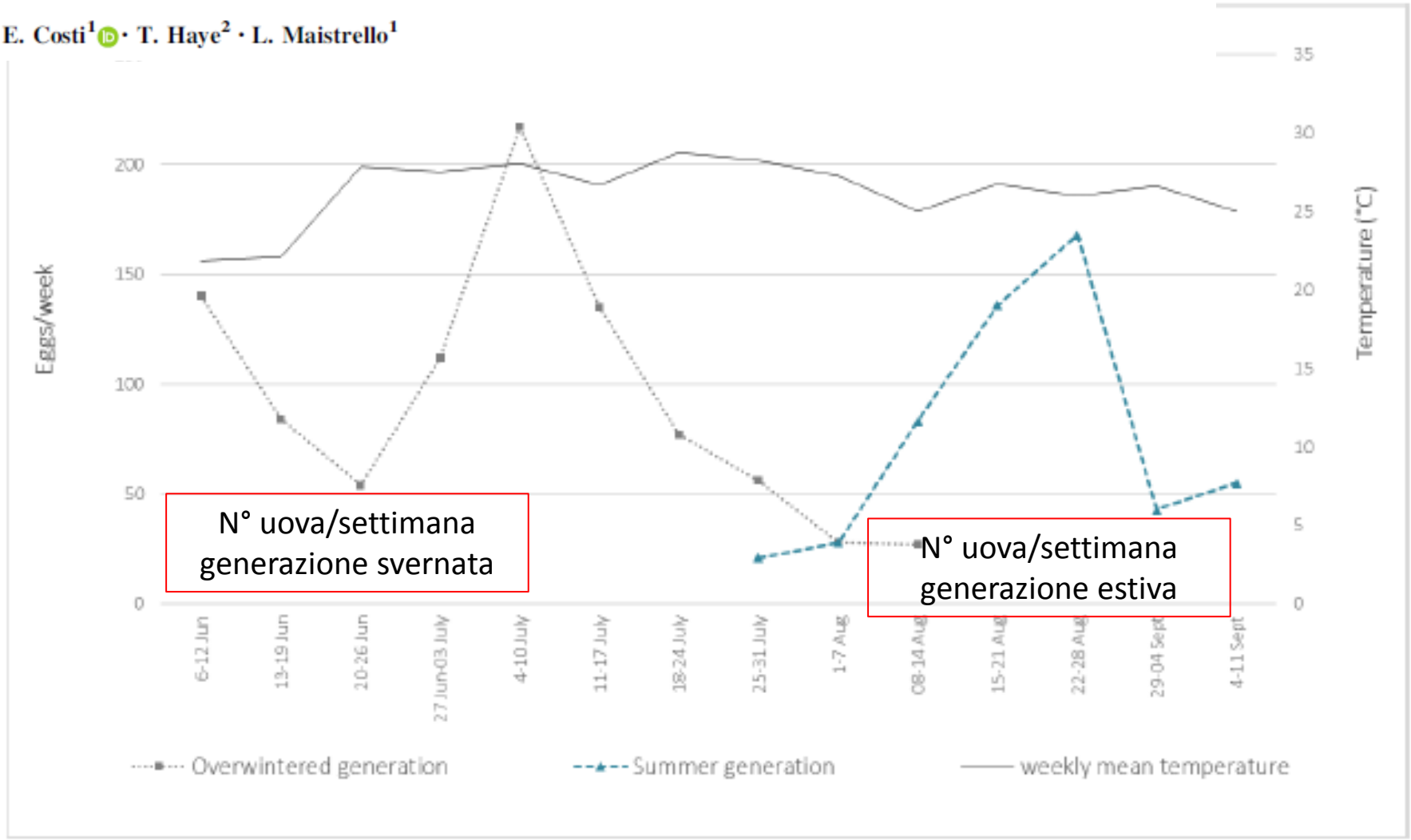
J Pest Sci
DOI 10.1007/s10340-017-0899-z

ORIGINAL PAPER

Emilia Romagna 2016

Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in southern Europe

E. Costi[1] · T. Haye[2] · L. Maistrello[1]



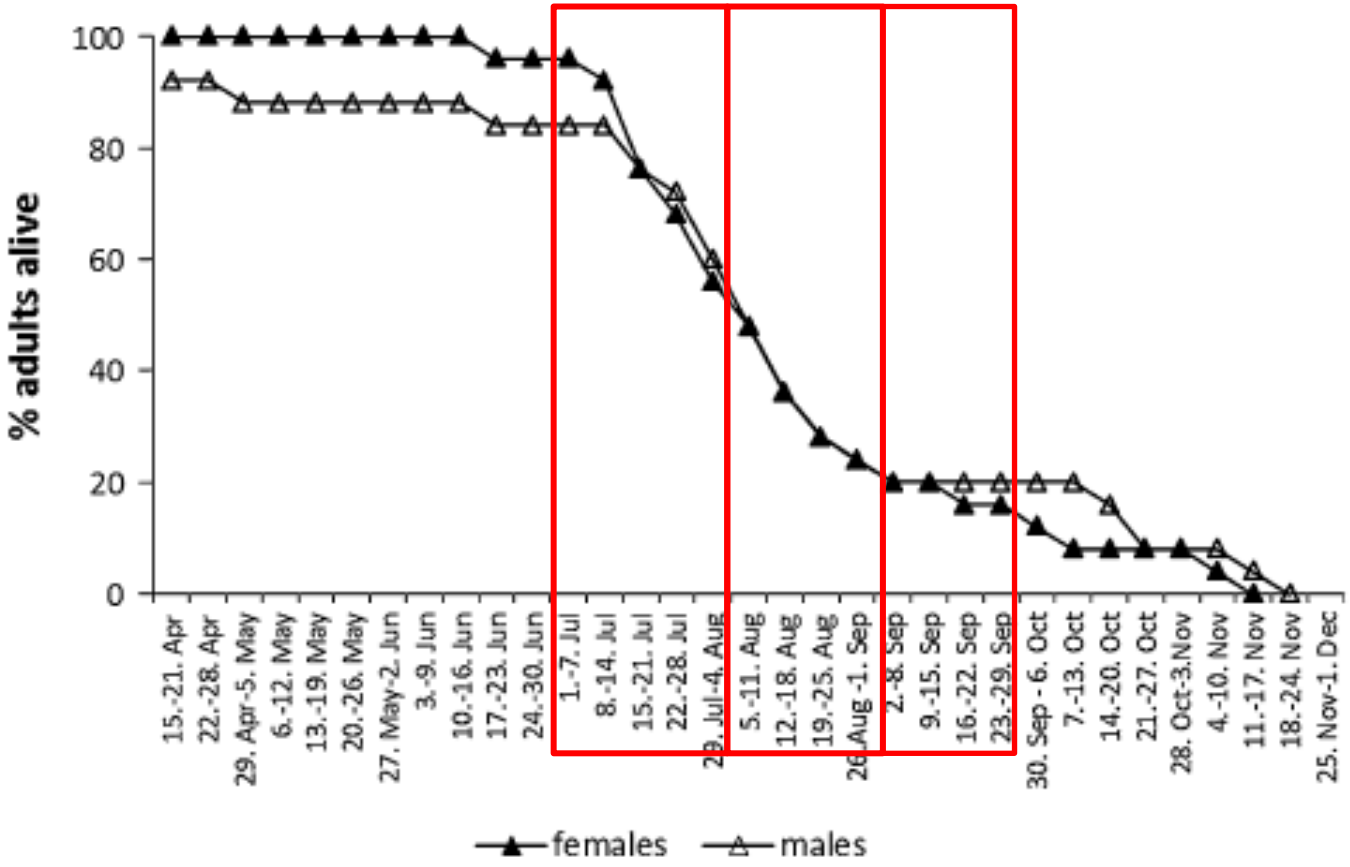
J Pest Sci
DOI 10.1007/s10340-014-0560-z

ORIGINAL PAPER

Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe

T. Haye · S. Abdallah · T. Gariepy · D. Wyniger

Mortalità adulti svernanti



Ovideposizione tardiva

J Pest Sci
DOI 10.1007/s10340-014-0560-z

ORIGINAL PAPER

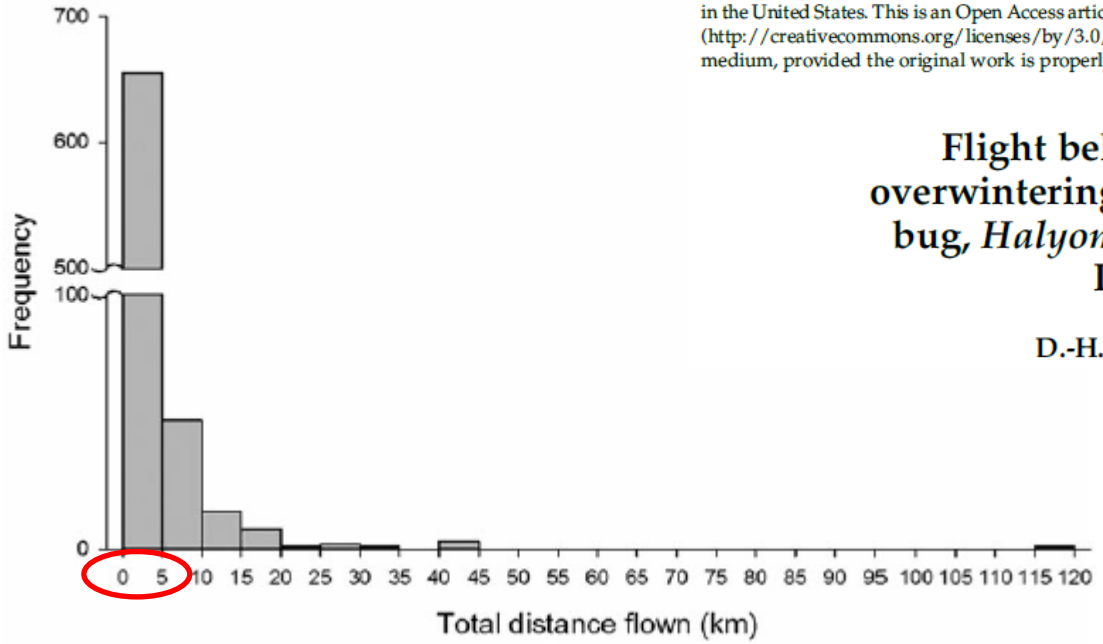
Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe

T. Haye · S. Abdallah · T. Gariepy · D. Wyniger

- Uova deposte dopo 25 Agosto (32% circa di tutte le uova) generalmente non completano le sviluppo a causa delle temperature più basse autunnali ma in autunni particolarmente caldi Si→ aumento della popolazione

Capacità di dispersione adulti

- Al momento dell'uscita dallo svernamento le piante ospiti sono ancora limitate ma la capacità di dispersione è molto elevata

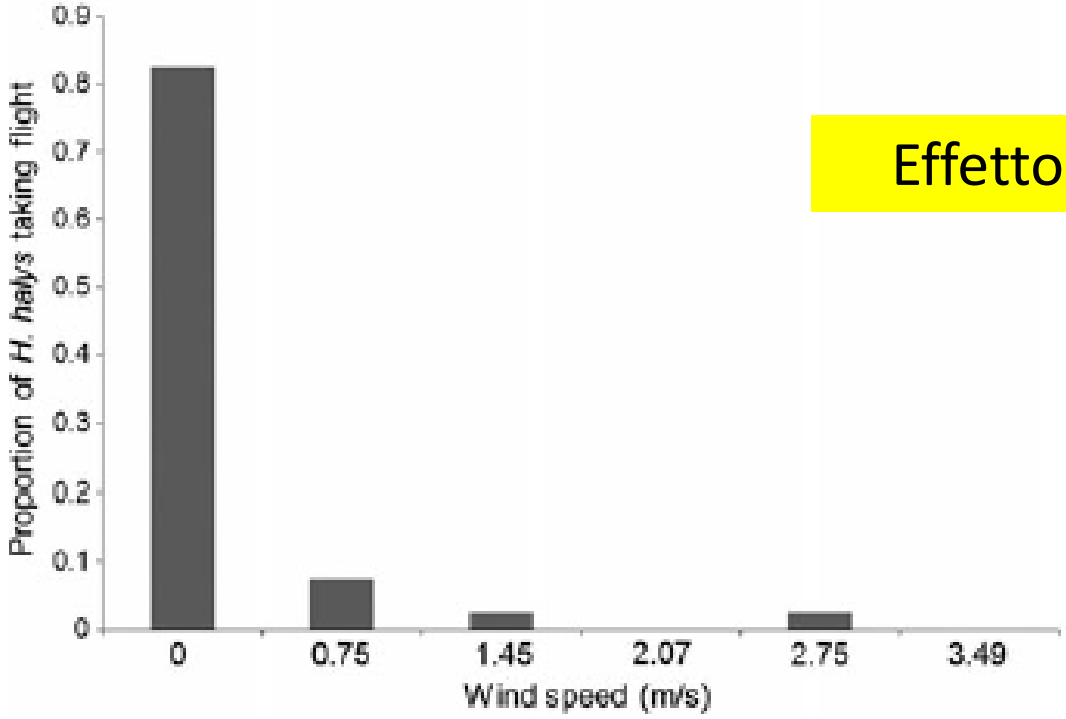


Bulletin of Entomological Research (2015) **105**, 566–573 doi:10.1017/S0007485315000462
© Cambridge University Press 2015. Parts of this are a work of the U.S. Government and not subject to copyright protection in the United States. This is an Open Access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution licence (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Flight behavior of foraging and overwintering brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae)

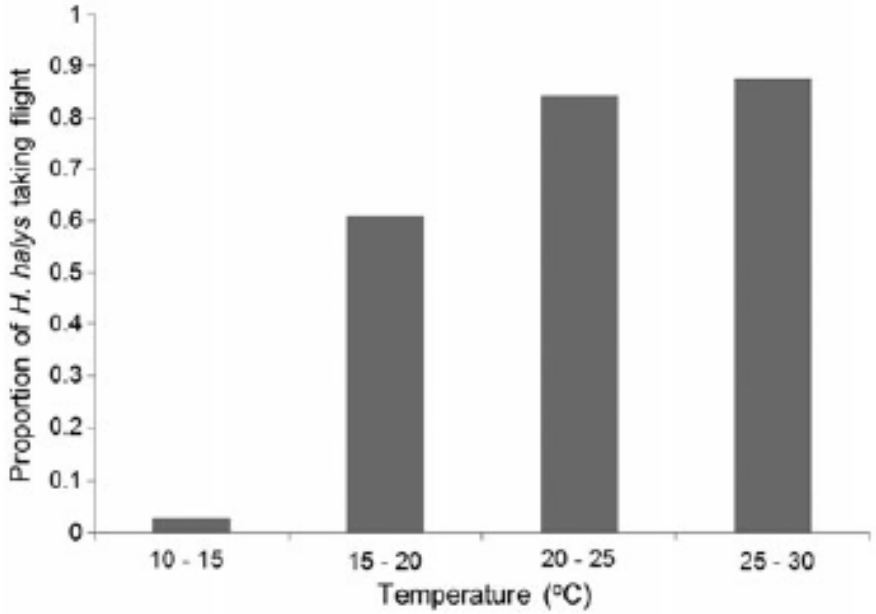
D.-H. Lee[1]* and T.C. Leskey[2]

Circa il 90% dei voli è nel raggio di 5 Km



Effetto del vento

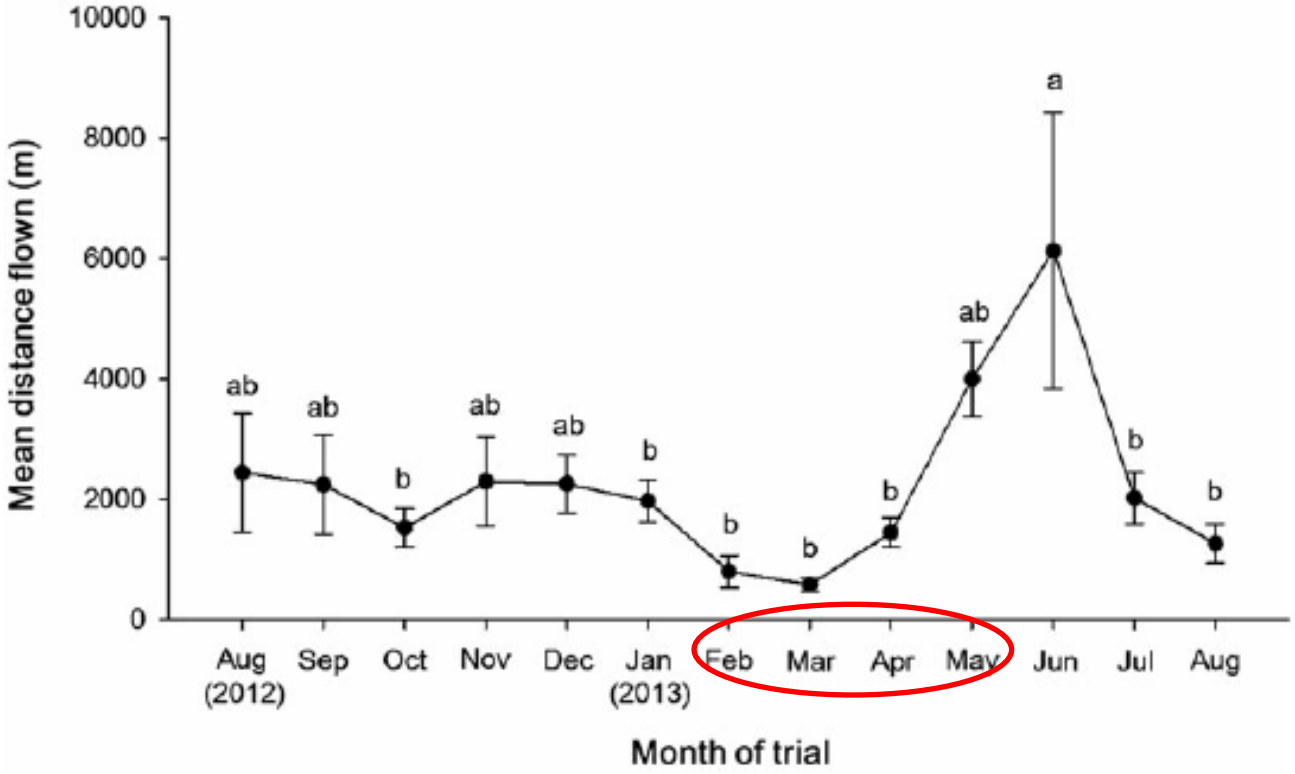
Importante per trattamenti!



Alla T° C di 15° C solo 3% degli individui vola

Propensione al volo > 15° C

Lee and Leskey, 2015



Per gli <u>individui</u> <u>svernanti</u> la **massima** distanza coperta è di

29 Km per i maschi e 34 Km per le femmine

Per quelli della <u>generazione estiva</u>

117 Km per i maschi e 26 Km per le femmine

Individui svernanti media di 2 Km e 10% individui > 5 Km (in 22h)

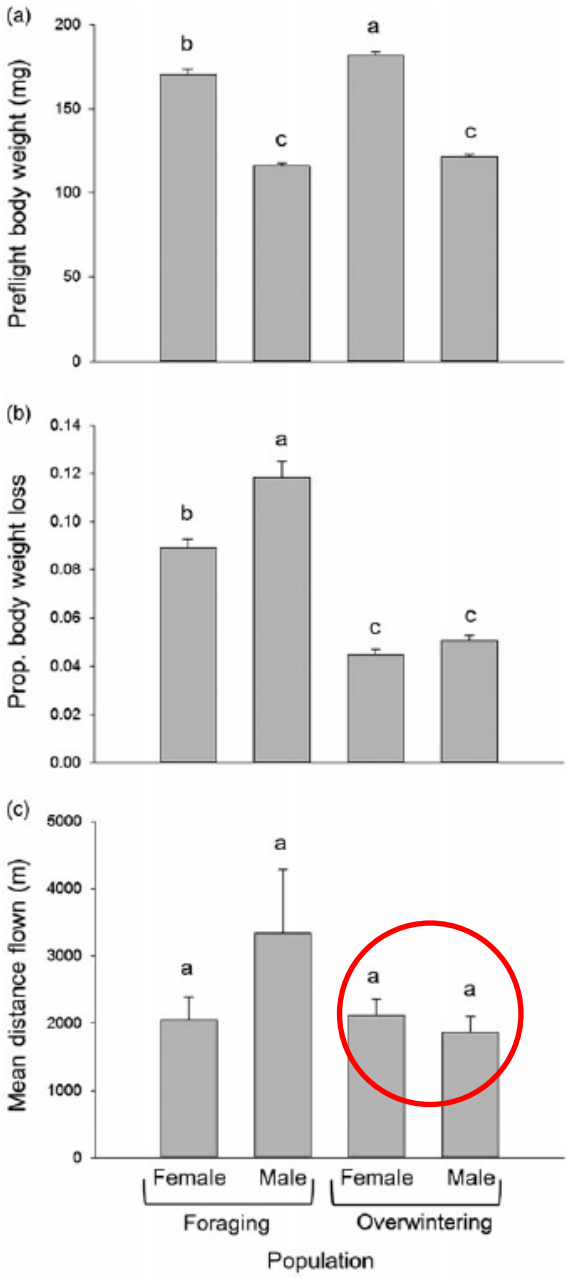


Fig. 3. (a) Mean preflight body weight of *Halyomorpah halys* (±SE); (b) proportion of body weight loss of *H. halys* (±SE) after the 22-h flight mill test compared to the preflight weight; and (c) mean flight distance by *H. halys* (±SE) measured on flight mills. Means followed by different letters were significantly different ($P < 0.05$).

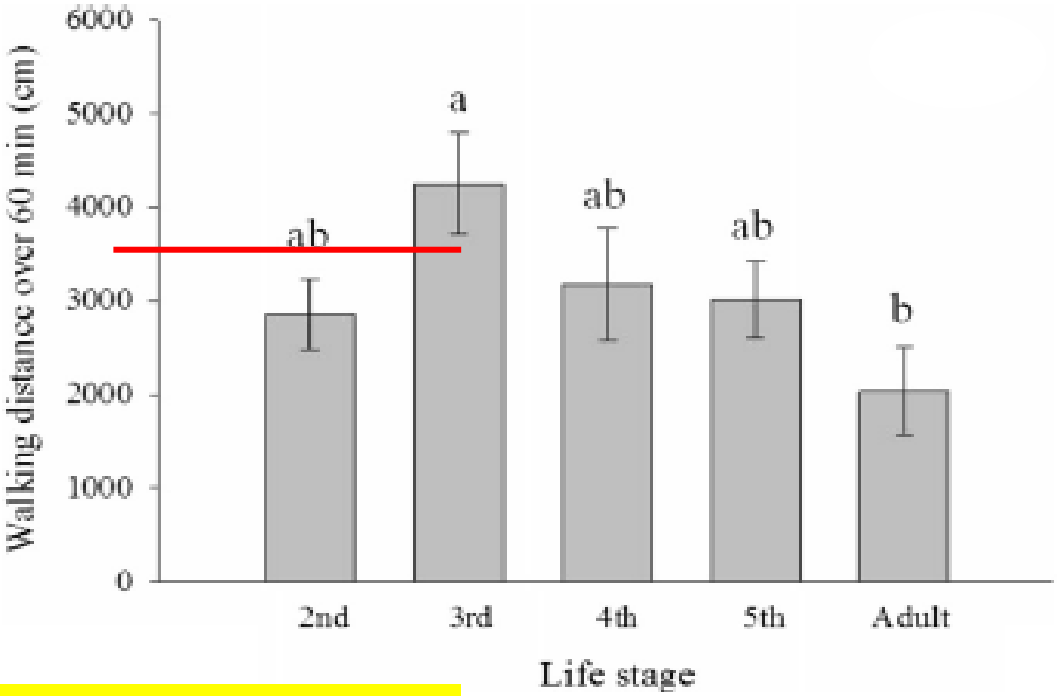
Mobilità forme giovanili

J Insect Behav (2014) 27:639–651
DOI 10.1007/s10905-014-9456-2

Dispersal Capacity and Behavior of Nymphal Stages of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Evaluated Under Laboratory and Field Conditions

Doo-Hyung Lee · Anne L. Nielsen · Tracy C. Leskey

In laboratorio
3° età: 40 m/h



In campo
Stadio più mobile 5° età: 20 m in 4 h

Comportamento di dispersione

- Adulti sopravvissuti si disperdono nel territorio coprendo anche elevate distanze alla ricerca di ospiti adatti su cui per prima cosa nutrirsi per ripristinare le riserve consumate durante l'inverno e successivamente accoppiarsi e ovideporre
- Dal momento che la presenza di ospiti alternativi è di fondamentale importanza per la sopravvivenza dopo l'uscita dallo svernamento e per la diffusione nel territorio è importante conoscere come *H. halys* si diffonde per cercare di sviluppare dei programmi di controllo a livello aziendale

insects

MDPI

Article

First Insights on Early Host Plants and Dispersal Behavior of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) from Overwintering to Crop Colonization

2020

Lara Bosco, Martina Nardelli and Luciana Tavella *

- Quattro aree del Piemonte di 20-50 Ha(Asti, Alessandria, Cuneo e Torino)
- Sopralluoghi settimanali con ombrello entomologico
- Prime piante ad essere colonizzate: **robinia, evonimo, nocciolo, noce, frassino, platano, sambuco e quercia**
- A seguire (a maggio): edera, sanguinello, pioppo, salice, rovo, fico, gelso e fruttiferi (pesco, melo, ciliegio).

Più attrattivi

www.giardinaggio.it

www.italiafruit.net

www.viridea.it

www.ideagreen.it

www.giardinaggio.it
www.rivapiante.com
www.casaegiardino.it
www.coltivarefacile.it
www.venditapianteonline.it
www.vdberck.com
www.ecnciclopedino.it

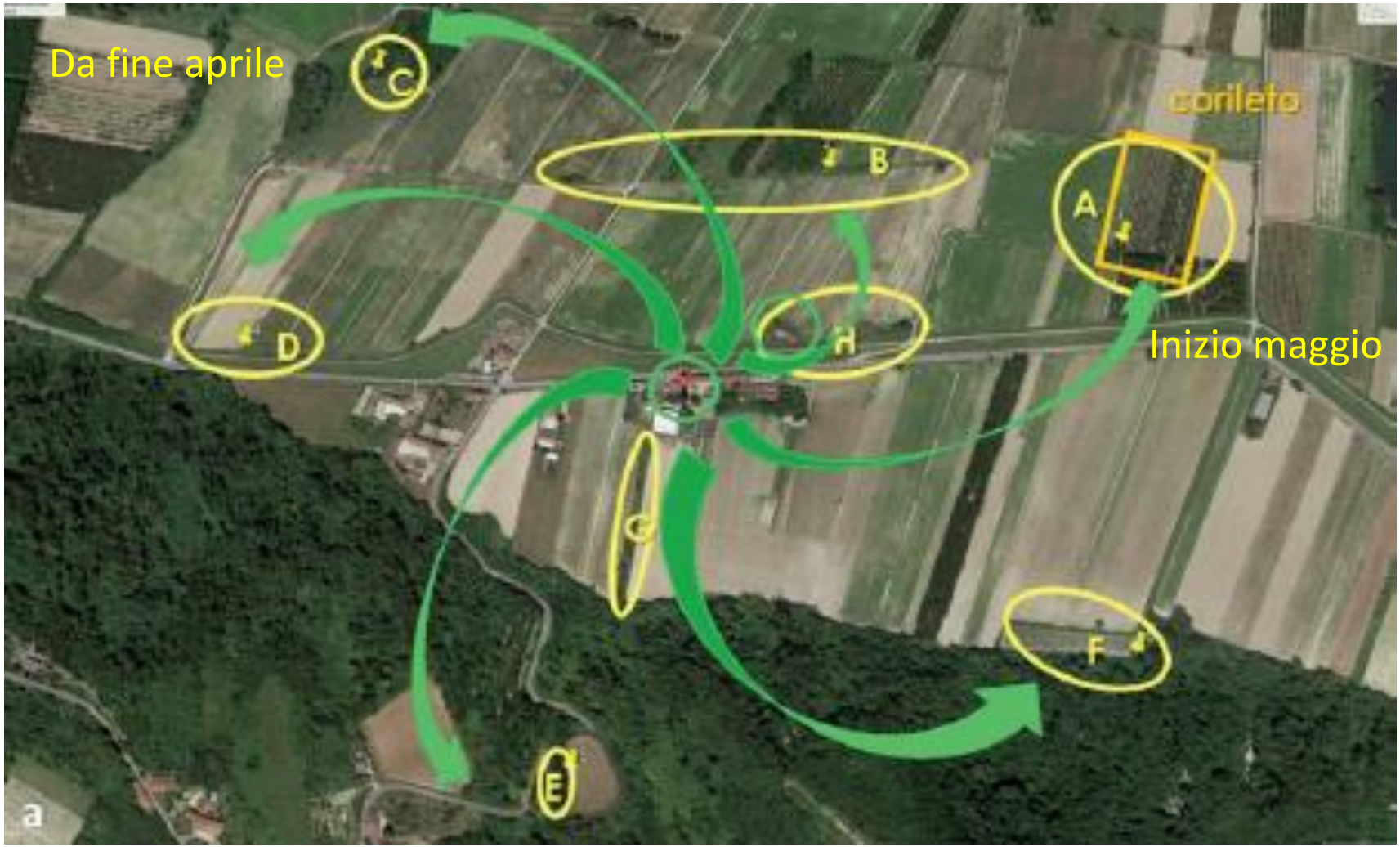
Table 3. Mean numbers (±SE) of *Halyomorpha halys* adults per plant and per sampling period, collected on host plants in the four study areas from mid-April to mid-June. Abundance of *H. halys* referred to each 10-day period is given as qualitative index as follows: - = absence; + = 0.1–1; ++ = 1.1–4; +++ ≥ 4.1 mean adults/plant (sampling unit). Shading indicates the fruiting period of plants. Areas in which plants were sampled are also given; bold areas indicate the presence of bugs on the plant in that area.

Host Plants			April		May			June		Mean No.	Area of Presence
Common Name	Family	Scientific Name	II	III	I	II	III	I	II		
peach	Rosaceae	*Prunus persica* (L.) Batsch		-		++	-	+++	++	3.07 ± 2.06	**1**
mulberry	Moraceae	*Morus rubra* L.			-	-	++	++	++	1.63 ± 0.78	**1**, 2
apple	Rosaceae	*Malus domestica* Borkh.				+	-		++	1.33 ± 0.88	**1**, 2, 4
common ash	Oleaceae	*Fraxinus excelsior* L.	-	-	++	-	+	+++	+	1.24 ± 0.70	**2**, **4**
maple	Sapindaceae	*Acer* spp.	-	-	-	-	-	++	++	0.63 ± 0.40	**1**, **2**, **3**, **4**
hybrid plane	Platanaceae	*Platanus hispanica* Mill.	++	-		-	-		-	0.60 ± 0.60	**4**
American pokeweed	Phytolaccaceae	*Phytolacca americana* L.						+	-	0.50 ± 0.50	**2**
sorrel	Polygonaceae	*Rumex* spp.			+	-				0.50 ± 0.50	**3**, **4**
vetch	Fabaceae	*Vicia* spp.			+	-				0.50 ± 0.50	**4**
hazelnut	Betulaceae	*Corylus avellana* L.	-	-	-	-	-	+	++	0.40 ± 0.32	**1**, **2**, **3**, **4**
cherry	Rosaceae	*Prunus avium* (L.) L.	-	-	+	+	+	+	+	0.34 ± 0.09	**1**, **2**, 3, **4**
bay	Lauraceae	*Laurus nobilis* L.		-		-		+		0.33 ± 0.33	**1**
black poplar	Salicaceae	*Populus* spp.	-	-	++	-	-	-		0.33 ± 0.33	**2**, **3**, 4
black walnut	Juglandaceae	*Juglans nigra* L.				+	-		-	0.33 ± 0.33	**2**, **3**
wild hop	Cannabaceae	*Humulus lupulus* L.			-	+		-		0.33 ± 0.33	**1**, 2, 3
European spindletree	Celastraceae	*Euonymus europaeus* L.	-	+	+		+	-	+	0.33 ± 0.12	**2**, **3**
ivy	Araliaceae	*Hedera helix* L.	-	-	-	-	+	++	-	0.30 ± 0.20	**1**, 3, **4**
walnut	Juglandaceae	*Juglans regia* L.	-	+	+	+	+	+	-	0.29 ± 0.11	**1**, 2, **3**, 4
fig	Moraceae	*Ficus carica* L.		-		-	++	-	-	0.27 ± 0.27	**1**
false indigo-bush	Fabaceae	*Amorpha fruticosa* L.	-		-	+	-		-	0.20 ± 0.20	**3**
black locust	Fabaceae	*Robinia pseudoacacia* L.	-	-	+	+	+	-	+	0.18 ± 0.08	**1**, **2**, **3**, 4
common wheat	Poaceae	*Triticum aestivum* L.	-		+	-	-	-	+	0.17 ± 0.11	**2**, 3
European elder	Adoxaceae	*Sambucus nigra* L.	-	+	+	-	-	-	+	0.16 ± 0.10	**1**, **2**, **3**, **4**
bloody dogwood	Cornaceae	*Cornus sanguinea* L.	-	-	+	-	+	+	-	0.14 ± 0.07	**1**, **2**, **3**, **4**
elm	Ulmaceae	*Ulmus minor* Mill.	-	-		-	-	+	+	0.13 ± 0.09	**1**, **2**, 3, 4
oak	Fagaceae	*Quercus* spp.	-	+	+	+	-	-	-	0.11 ± 0.07	**1**, **2**, 3, 4
sand grape	Vitaceae	*Vitis rupestris* Scheele			-	-	-	+	-	0.10 ± 0.10	**1**, 2, 3
blackthorn	Rosaceae	*Prunus spinosa* L.		-	-	-	-	-	+	0.08 ± 0.08	1, **2**
willow	Salicaceae	*Salix* spp.	-	-	-	+	-	-	-	0.07 ± 0.07	2, **3**, 4

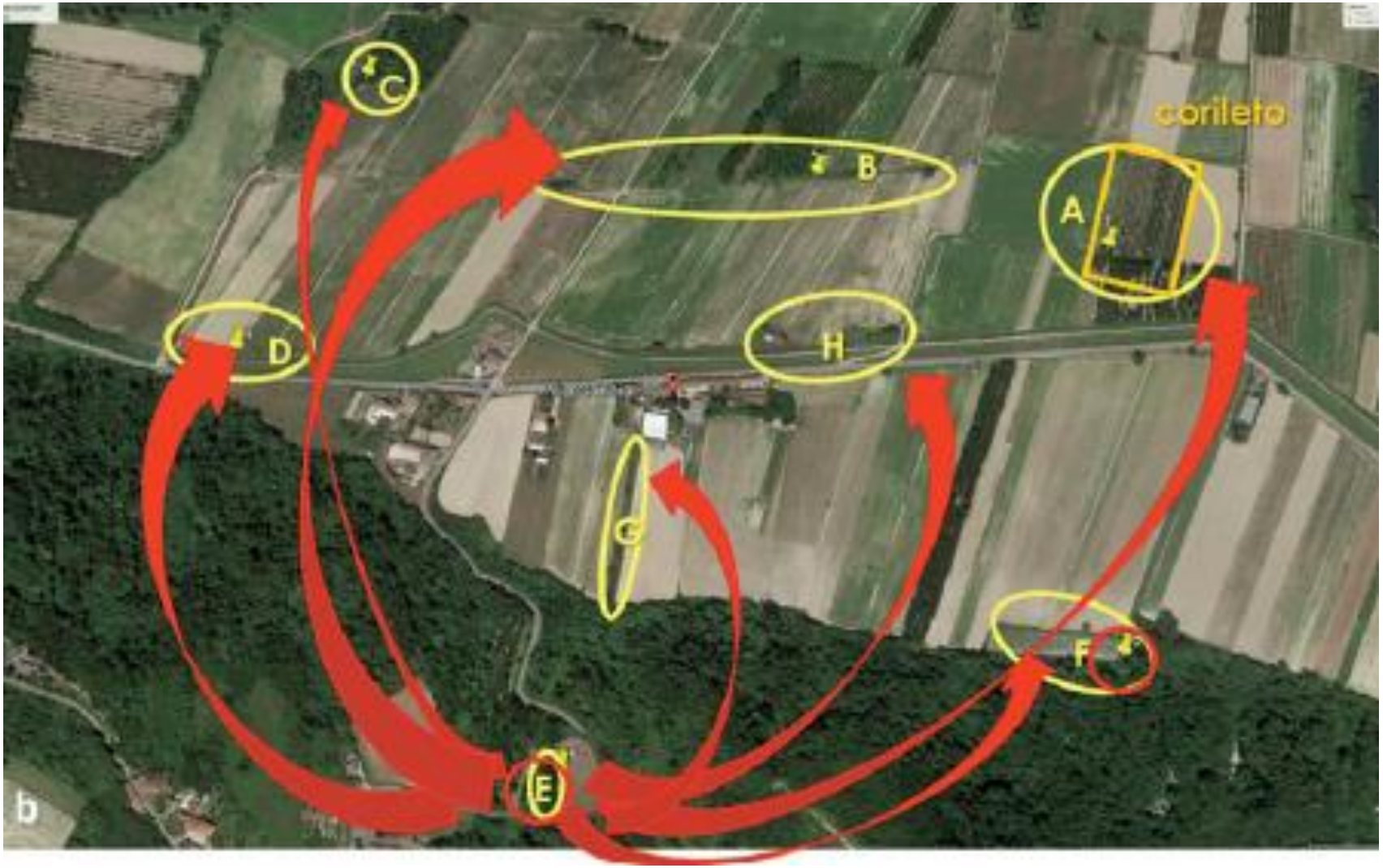
Bosco et al., 2020

- Con la tecnica dell'immunomarcatura – cattura (e test ELISA) è stato studiato comportamento di diffusione di *H. halys* dai siti di svernamento verso i primi ospiti e le colture
- Trattamento dei siti di svernamento con caseina e delle prime piante ospiti con albumina in modo da marcare direttamente gli insetti presenti o quelli giunti in un secondo momento sulle superfici trattate
- In primavera maggiore presenza su piante con abbondanti fioriture (es. robinia) o con frutti (es. ciliegio o gelso)
- Gli adulti si muovono soprattutto alla ricerca di acqua e cominciano a **nutrirsi a T > 17° C**

Dispersione nel territorio da siti antropici



Dispersione nel territorio da aree boschive



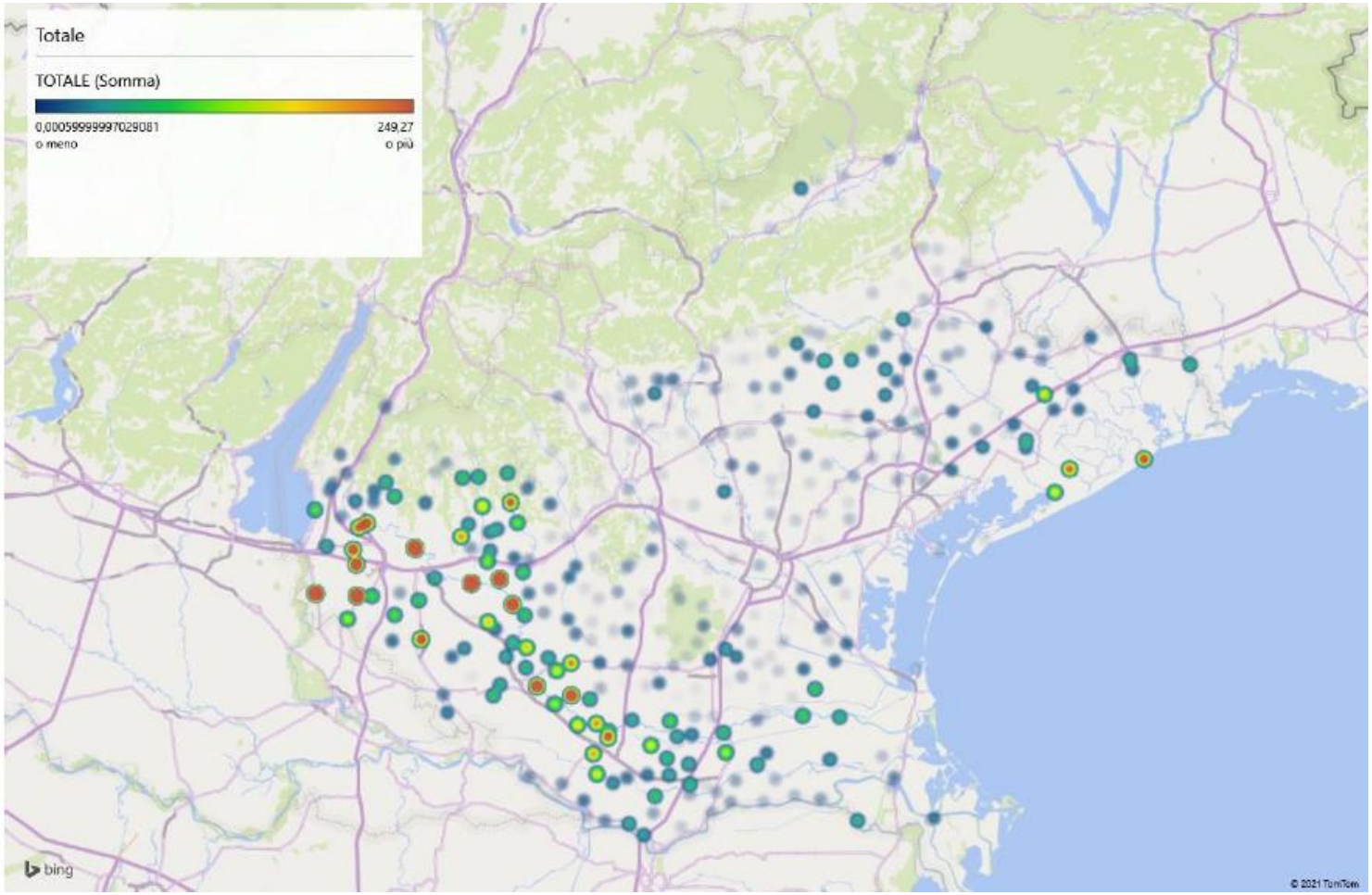
Prima colonizzazione delle colture

- I maschi colonizzano le piante sui bordi dei frutteti ed emettono il feromone di aggregazione
- In seguito le femmine entrano nei frutteti per ovideporre

DANNI

Superfici frutticole Veneto

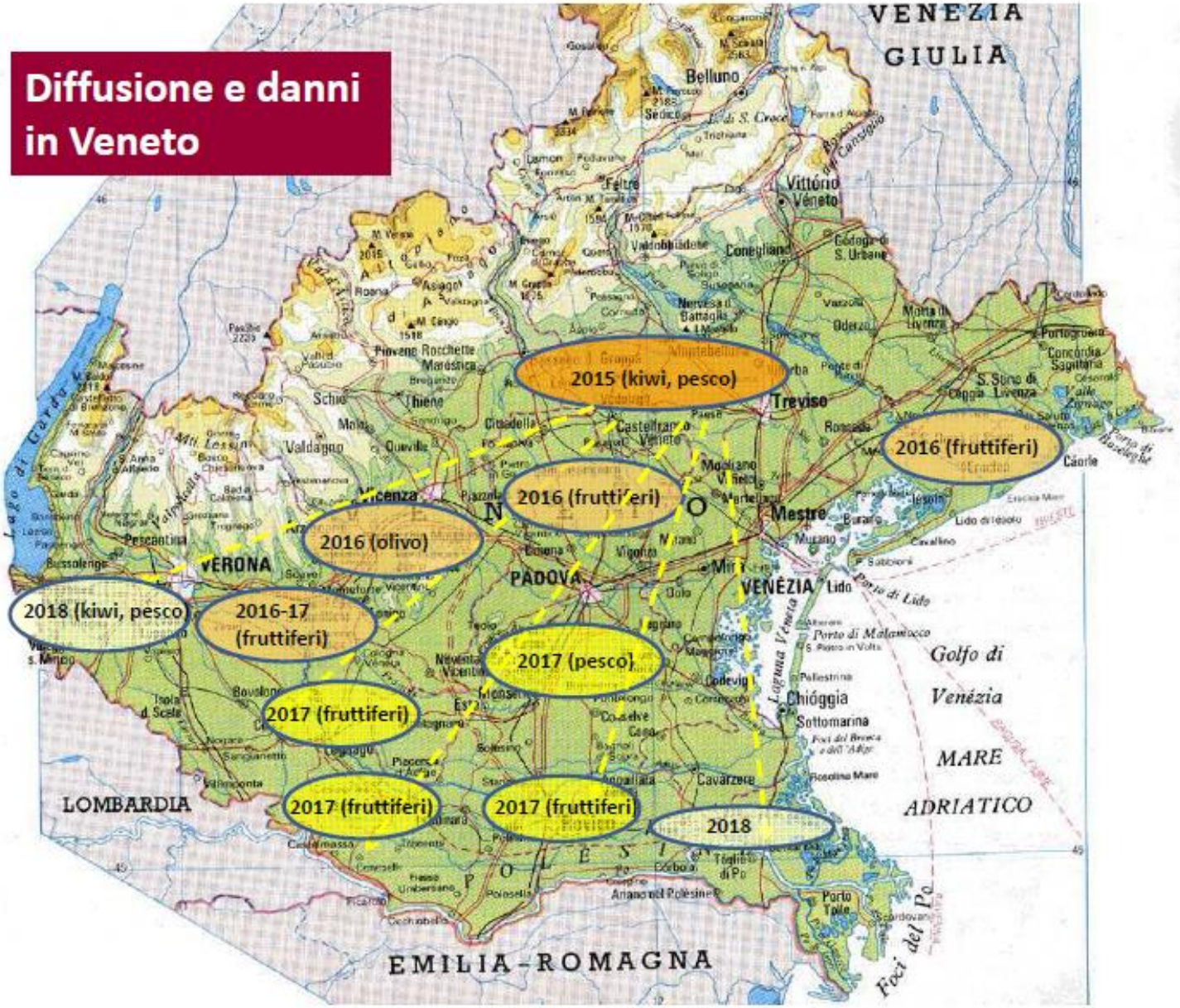
Superfici Frutticole



Fonte: Regione Veneto su dati AVEPA

Fonte: Trestini, 2021

Diffusione e danni in Veneto



Serv. Fitosanitario Veneto, 2020

Danno da cimice

DAFNAE, Unipd

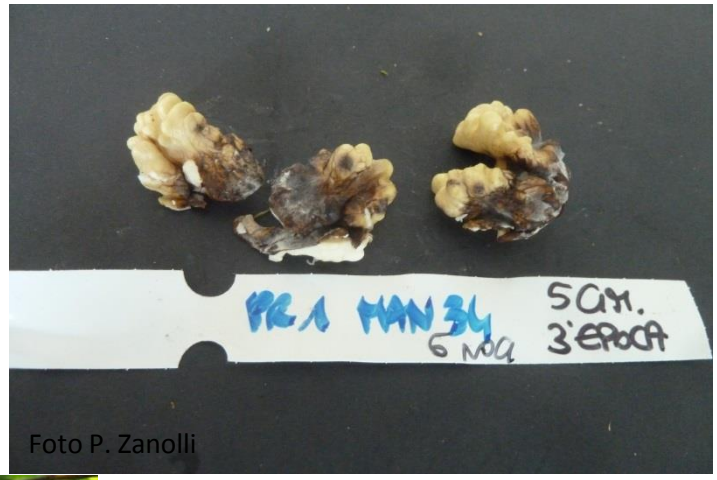


Foto P. Zanolli

Foto Tim Haye

Foto Bariselli et al 2016

Foto Fondazione Mach

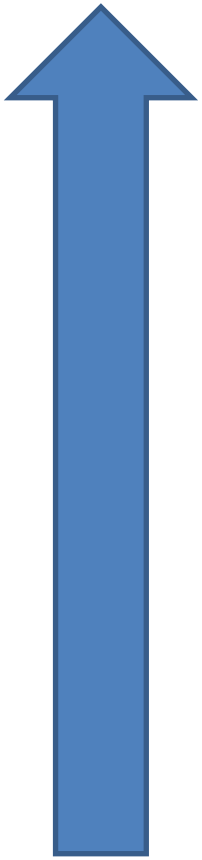
Gravità danni

- Dipende da:
  - ✓ Coltura e cultivar
  - ✓ Stadio di sviluppo insetto (tutti stadi tranne N1 è in grado di fare danni)
  - ✓ Densità popolazione
  - ✓ Fase fenologica della pianta
  - ✓ Dimensione degli appezzamenti

Tipi di danni

- Sviluppo stentato delle piante
- Cascola precoce dei frutti
- Deformazioni
- Decolorazioni
- Suberificazioni
- Marcescenze

Preferenze colture arboree



- 1. pesco-nettarine
- 2. pero
- 3. melo
- 4. actinidia
- 5. kaki
- 6. albicocco
- 7. ciliegio
- 8. susino
- 9. vite

Da Caruso, 2018

Pero +++
Pesco +++
Nocciolo +++
Melo ++
Kiwi ++
Noce ++
Albicocco ++
Ciliegio +-
Kaki +-

Susino -
Vite -

Legenda
+++ danni gravi e generalizzati
++ danni spesso anche gravi
+- i danni dipendono dal contesto/varietà/epoca di raccolta
- assenza di danni di rilievo

Sensibilità varietale principali fruttiferi

SPECIE	VARIETA' più sensibili
Pero	William, Conference e Abate
Pesco e nettarine	tutte
Ciliegio	tutte
Melo	Granny, Red D., Fuji e Ambrosia
Actinidia	Verde e giallo

Bardella e Vittone, 2017 mod.

Suscettibilità pesco da allegagione a raccolta

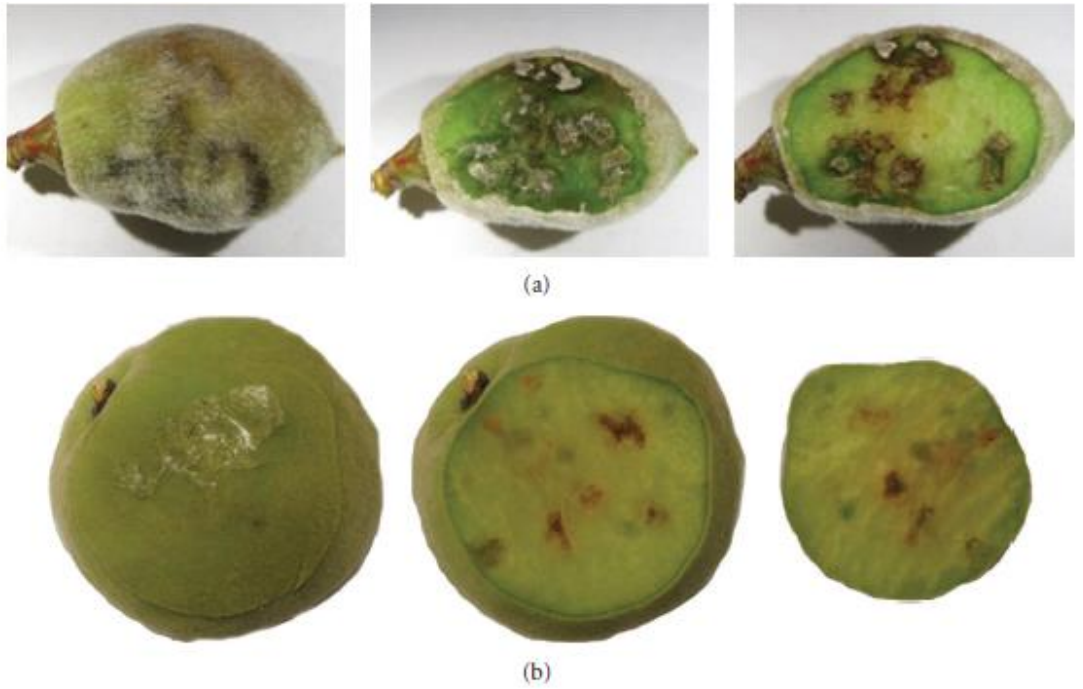


FIGURE 2: (a) Photos of subsurface corking injury to a 15 mm "Loring" peach in the early season and to (b) a 40 mm "Red Haven" peach ~3 weeks prior to harvest.

Suscettibilità melo a partire da 6-8 settimane dopo allegagione fino raccolta

FIGURE 3: (a) Photo of subsurface feeding sheath that is the result of feeding in the early season on "Golden Delicious" apple and of (b) subsurface corking injury on "Turley Winesap" which is the result of feeding taking place later in the season (from ~6–8 weeks after petal fall until harvest).

Danni su pero

Foto ERSA, Serv. Fitosanit. FVG

-Soggetto a danni precoci con 20% frutticini attaccati a metà maggio (cimici svernanti)
-Sensibilità varietale (William bianca e rossa (2019: 80-90% danno; 2020: 20-40% con punte 70-100% in bio)

Foto Bariselli et al 2016

Coltura va monitorata da fine fioritura alla raccolta

Danno precoce

Danno tardivo

La cimice attacca i frutticini di pero fin dall’allegagione

Cimice su pero abate

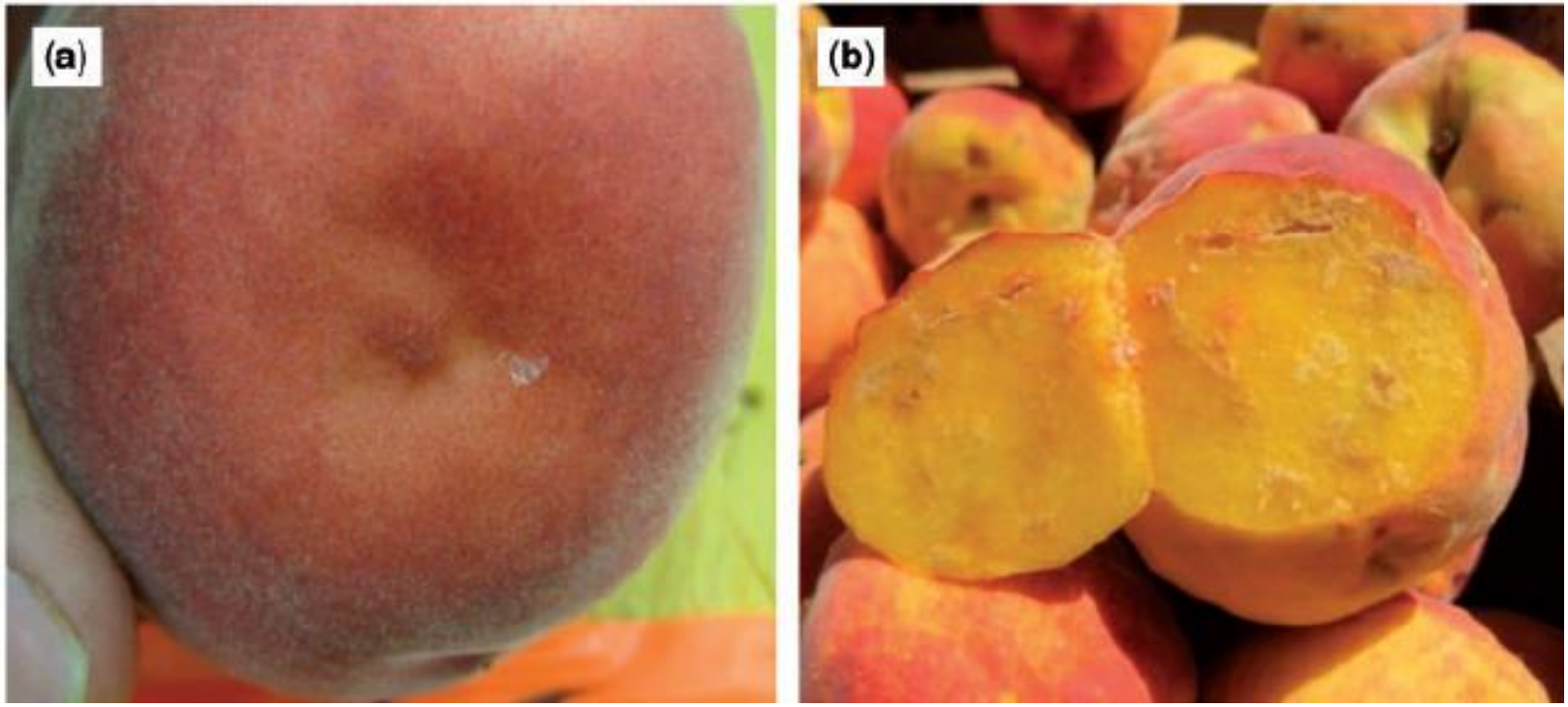
Danni su pesco

Joseph et al., 2015

Coltura va monitorata da fine fioritura alla raccolta

- Alcune varietà più appetite (es. Caldesi 2000)
- Varietà medio-tardive incremento danni da gen. estiva
- Attenzione in prossimità raccolta per reinfestazione nel giro pochi giorni

Foto Tim Haye



Danno da cimice asiatica: a. danno esterno con presenza di deformazioni; b. necrosi interna

Joseph et al., 2015

Altri danni

Danno da freddo

Danno esterno: evidenti segni sulla buccia

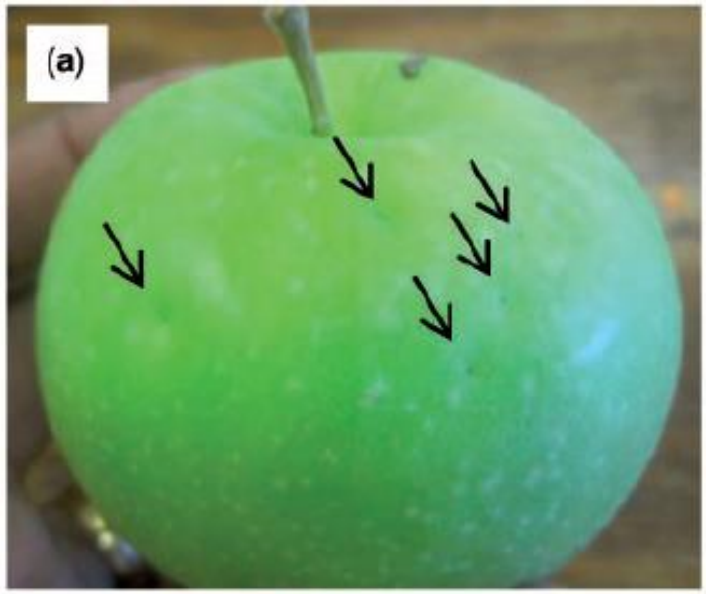
Assenza di danno interno

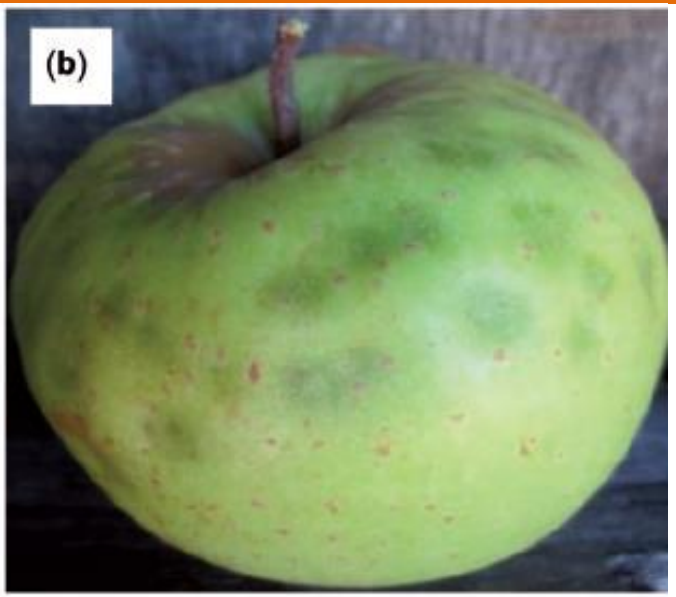
NG Wiman, OSU Horticulture, USA

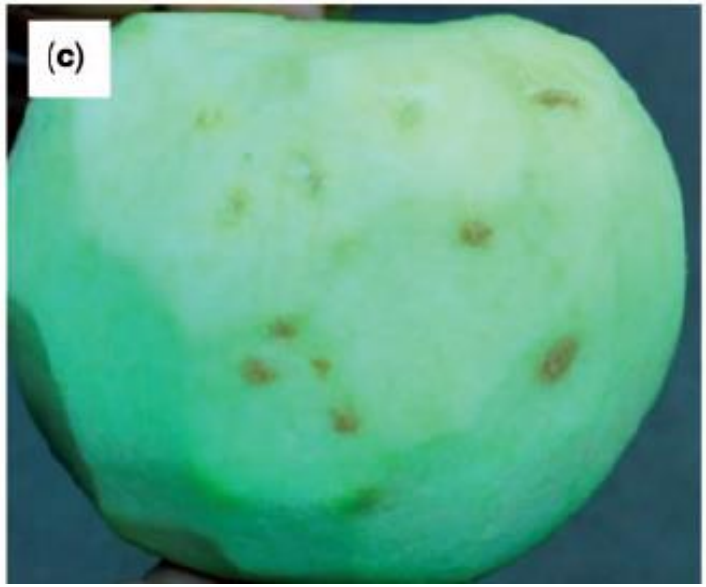
Gommosi del pesco (Corineo)

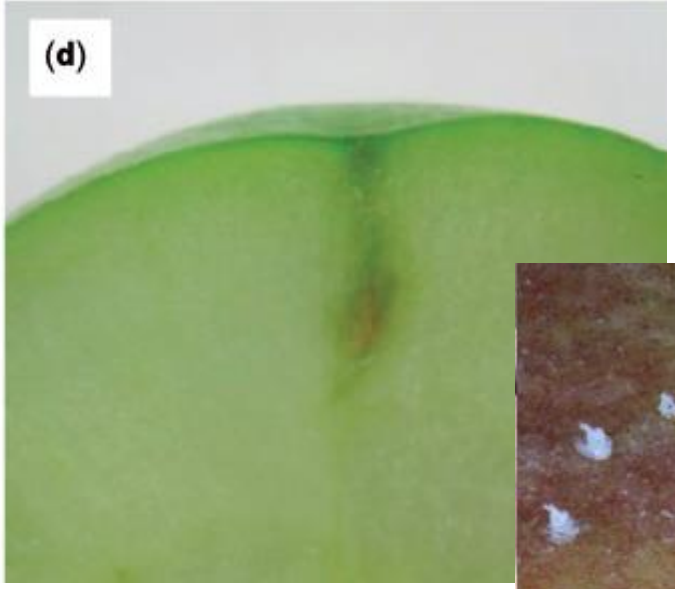
NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danno su melo



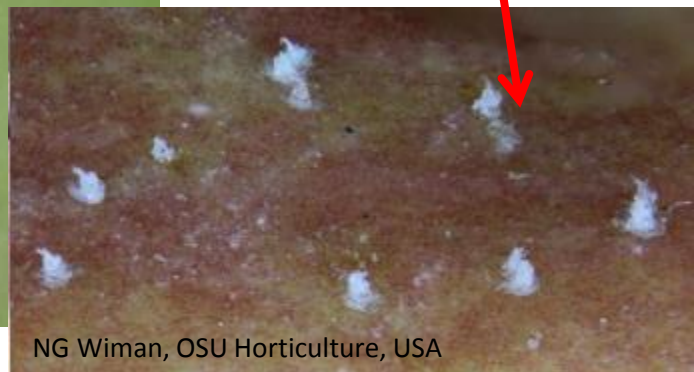






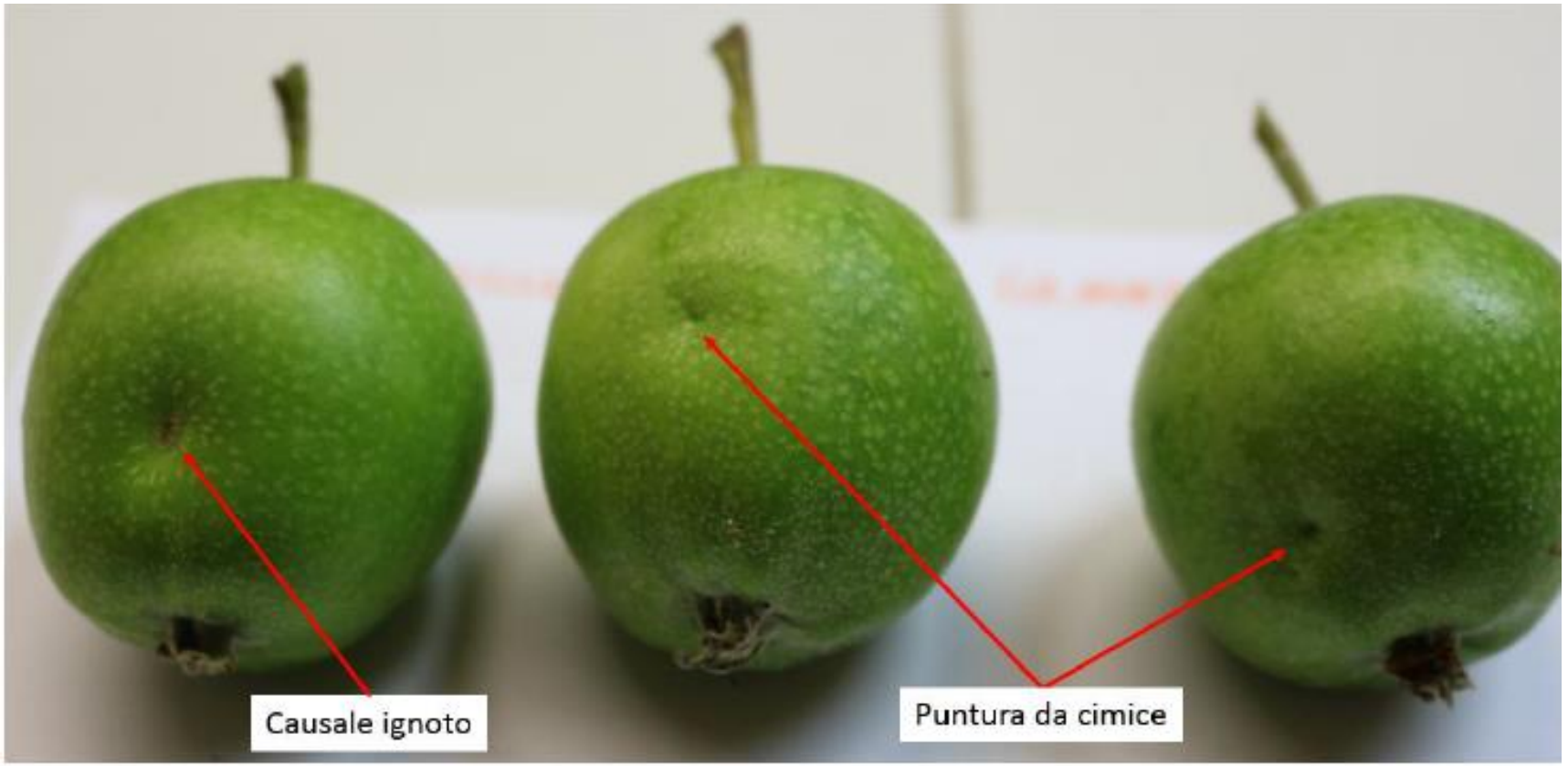
Joseph et al, 2015

a. Punture di nutrizione
b. Depressioni e scolorazioni
c. Necrosi interna
d. Guaine salivari

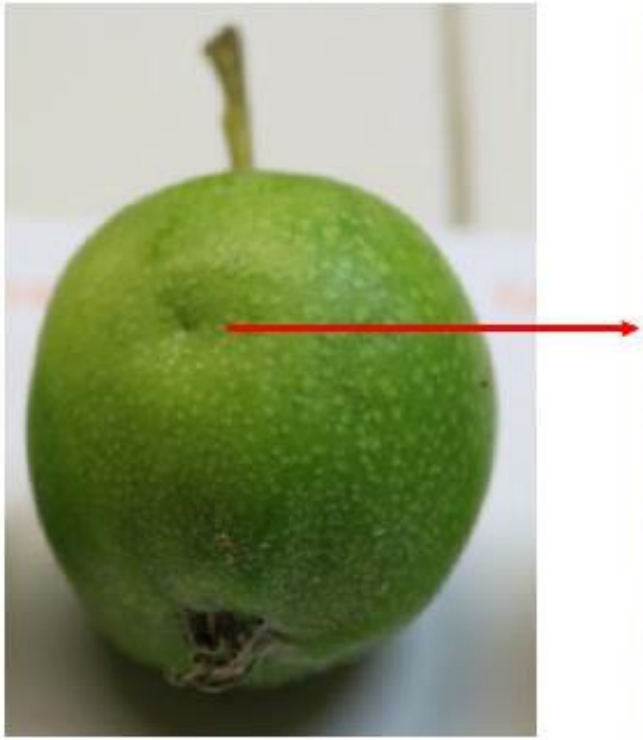


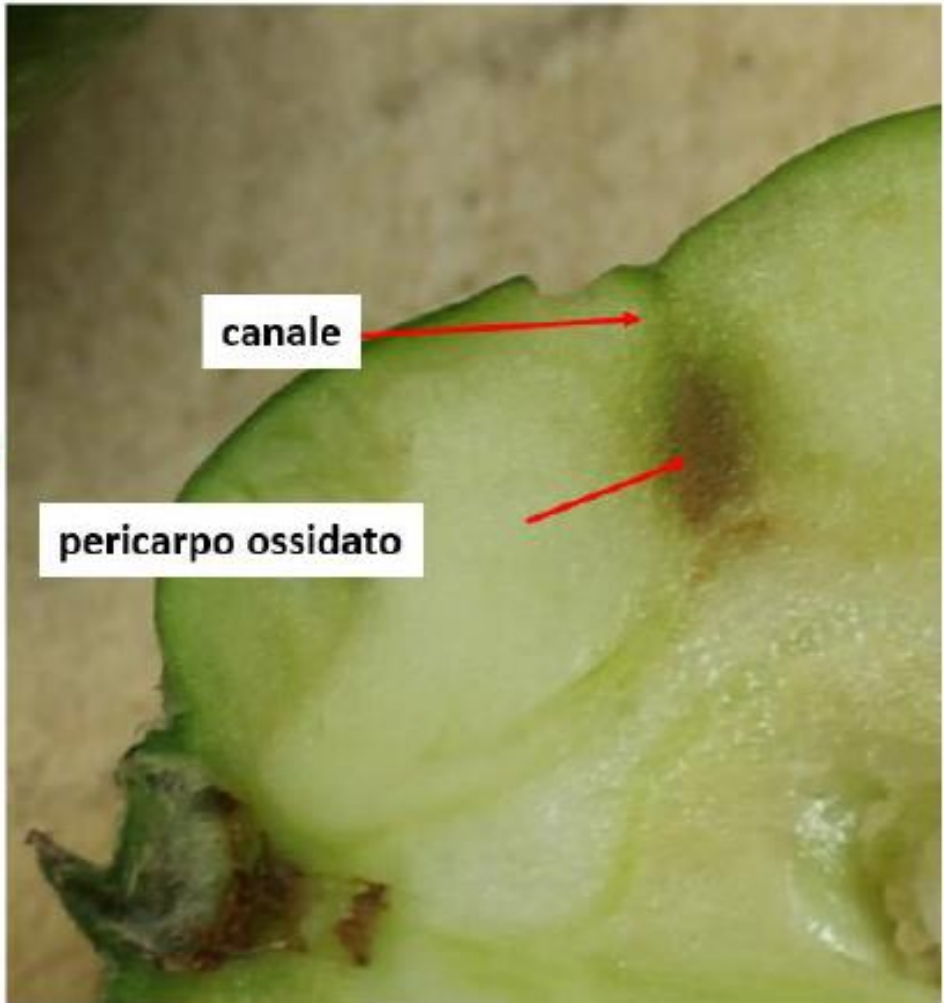
NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Granny smith



Granny Smith, 11.06.2019

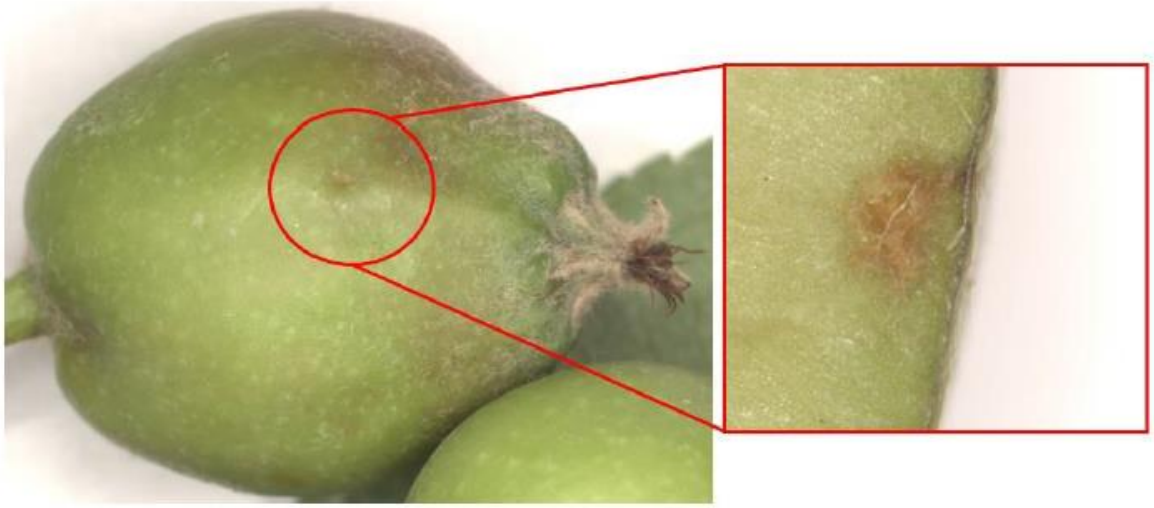




Deformazioni del tessuto e ossidazioni dei tessuti circostanti la puntura

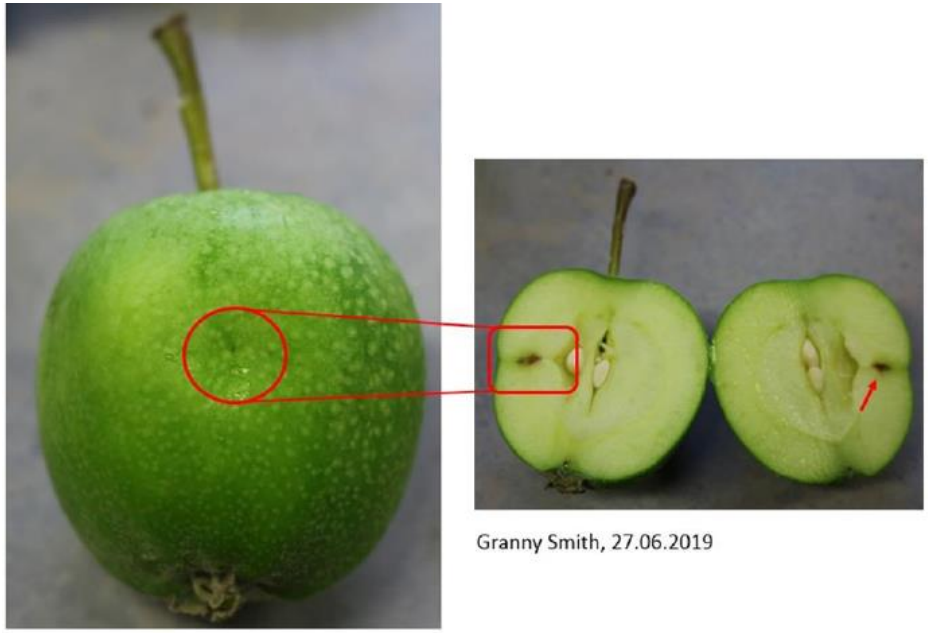
Tessuti del pericarpo ossidati sottostanti alla deformazione oppure alla puntura con un lieve distacco della buccia del frutto

Fondazione Mach, 2019



Golden Delicious, 16.05.2019

Foto Fondazione Mach



Granny Smith, 27.06.2019

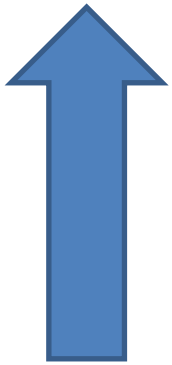
- Danni precoci (aprile-giugno) occasionali e limitati ai bordi
- Monitoraggio da allegagione per contenimento generazione svernante e 1° gen. con prodotti utili per contenimento altre avversità es. Carpocapsa)
- Danni tendono ad aumentare nelle varietà raccolte dopo Gala monitoraggio da questo momento fino raccolta

sensibilità varietale:

++ Delicious rosse e Granny Smith, Gala generalmente ai bordi e Golden poco colpita (solo precocemente con cascola), Imperatore solo se pressione cimice elevata, Fuji e Pink Lady verso fine stagione

Meno sensibili: Goldrush/Primiera

- Danni osservati soprattutto su filari bordo/in testata e in prossimità dei pali
- Maggior presenza su piante vigorose



Granny Smith
Red Delicious nuovi cloni rossi
Pink Lady
Gala
Golden delicious

a. Scolorazioni della buccia; b. fossette scolorite; c. suberificazione interna; d. evidenza della penetrazione dello stiletto nella polpa

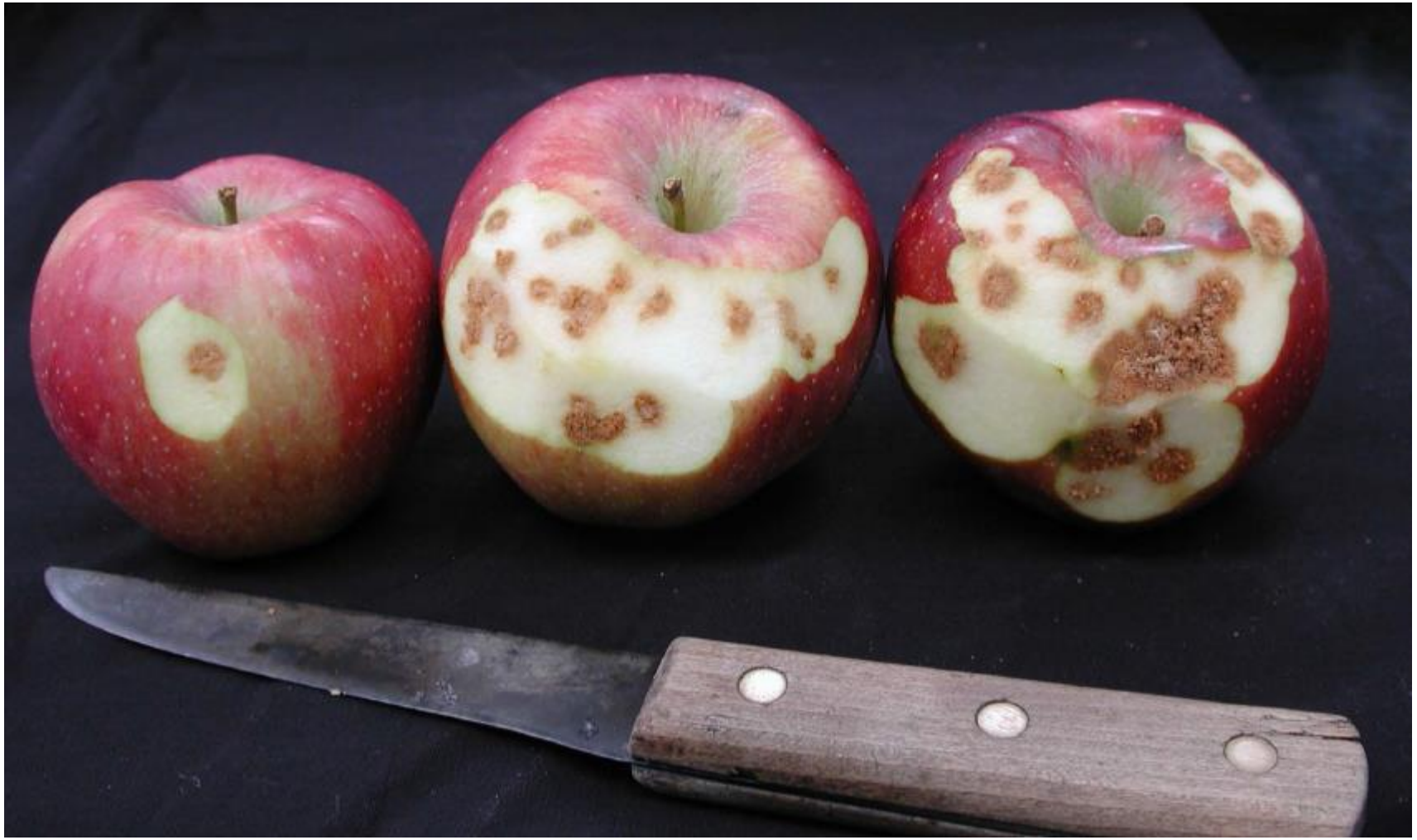
Morrison et al, 2018

Hudson Valley Research Laboratory, Cornell University, USA

Pink lady

Danni esterni

Hudson Valley Research Laboratory, Cornell University, USA



Danni interni

Hudson Valley Research Laboratory, Cornell University, USA

Altri danni

Danno da Curculionidi

Carenze nutrizionali

Danni su ciliegio

Foto ERSA, Serv. Fitosanit. FVG

- Danni limitati, dipende dal contesto
- Alcuni prodotti attivi per cimice lo sono anche per il controllo di *Drosophila suzukii*
- Tra le colture più attrattiva presto in stagione in corrispondenza alla fuoriuscita degli adulti dai siti di svernamento

Coltura va monitorata da fine fioritura

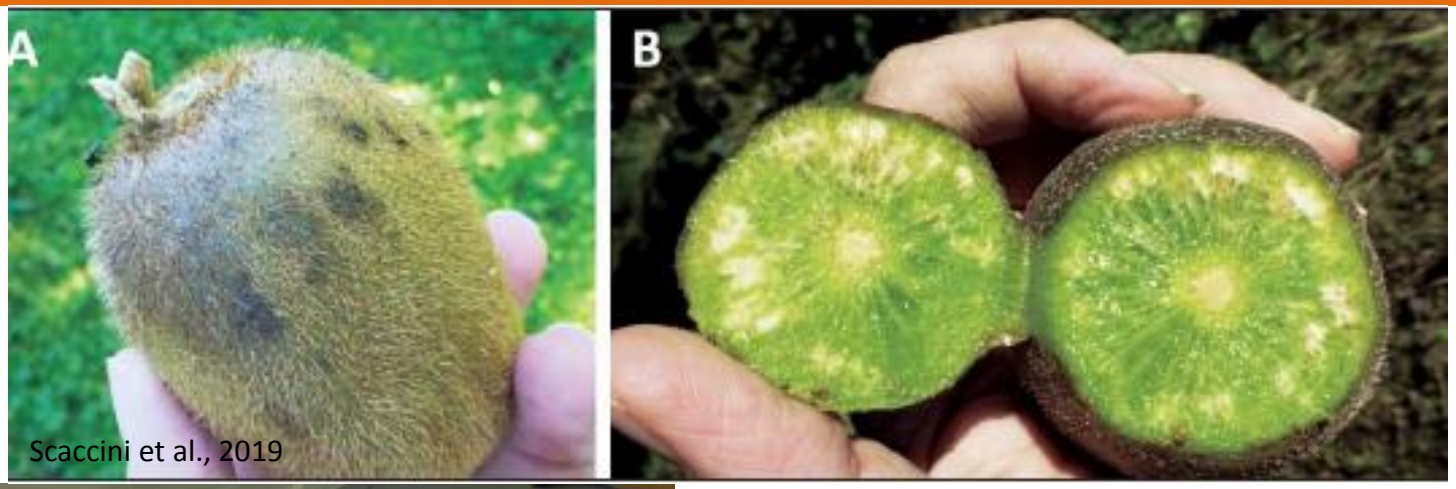
Scaccini et al., 2019

Danni precoci

Danni tardivi poco prima della raccolta

Cimici su corteccia di ciliegio

Danni su actinidia



Scaccini et al., 2019

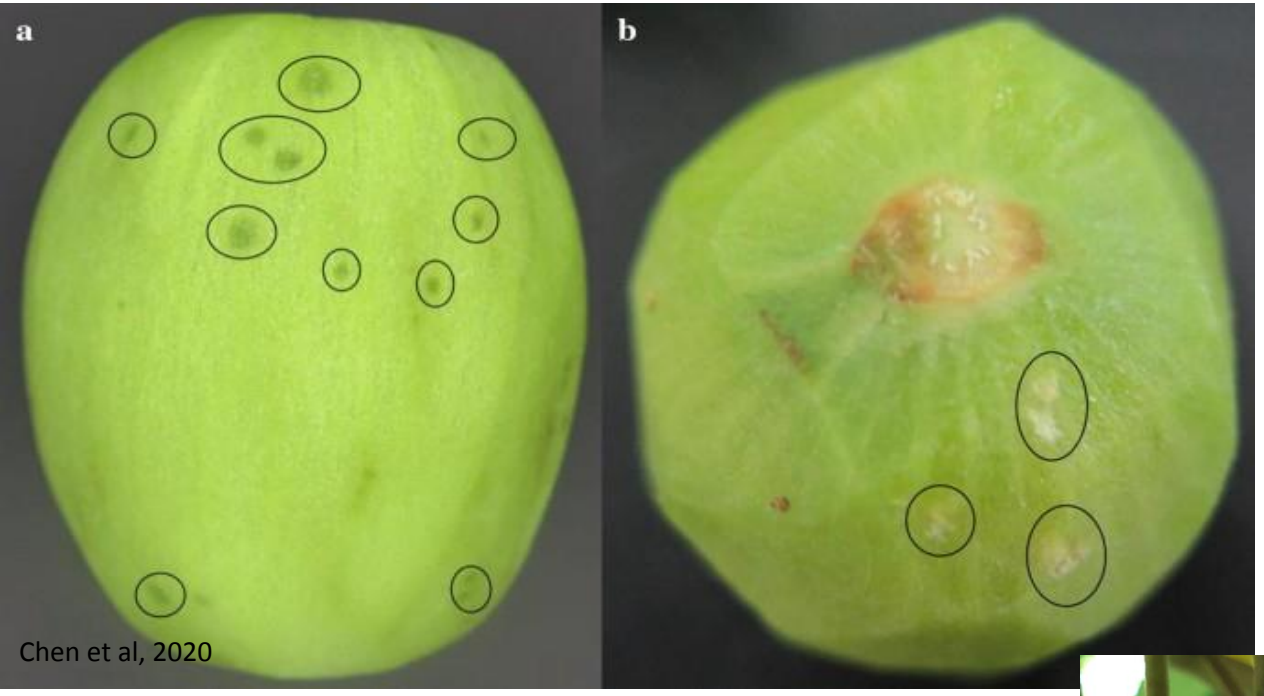
Danni a partire da fine maggio (allegagione) alla raccolta perciò monitoraggio settimanale e continuo fino alla raccolta

- Si trova di preferenza su impianti vigorosi
- Danno esterno con macchie fumaggine con punture ++ vicino al picciolo
- La puntura fresca è una macchia translucida che successivamente suberifica
- Kiwi giallo + appetito del verde (e frutti tendono a cadere)

Danno esterno

Andreadis et al, 2018

Danno interno



Chen et al, 2020

A. deliciosa

A. chinesis

Foto L.Tosi, 2021

Foto DAFNAE, Unipd

Tosi L., 2018

Danni su vite

Foto ERSA, Serv. Fitosanit. FVG

Foto Tim Haye

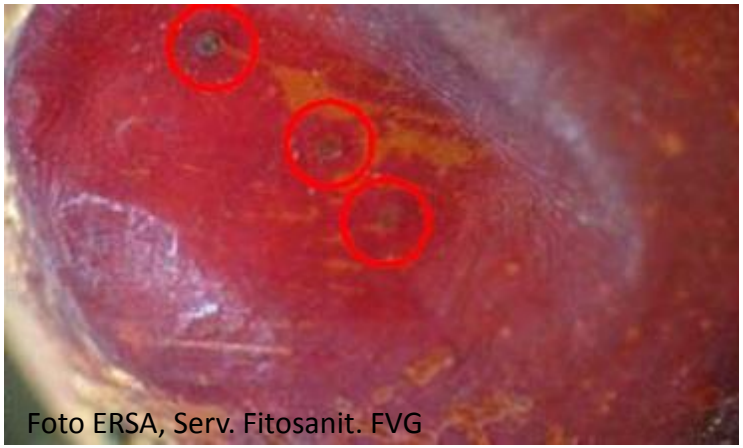


Foto ERSA, Serv. Fitosanit. FVG

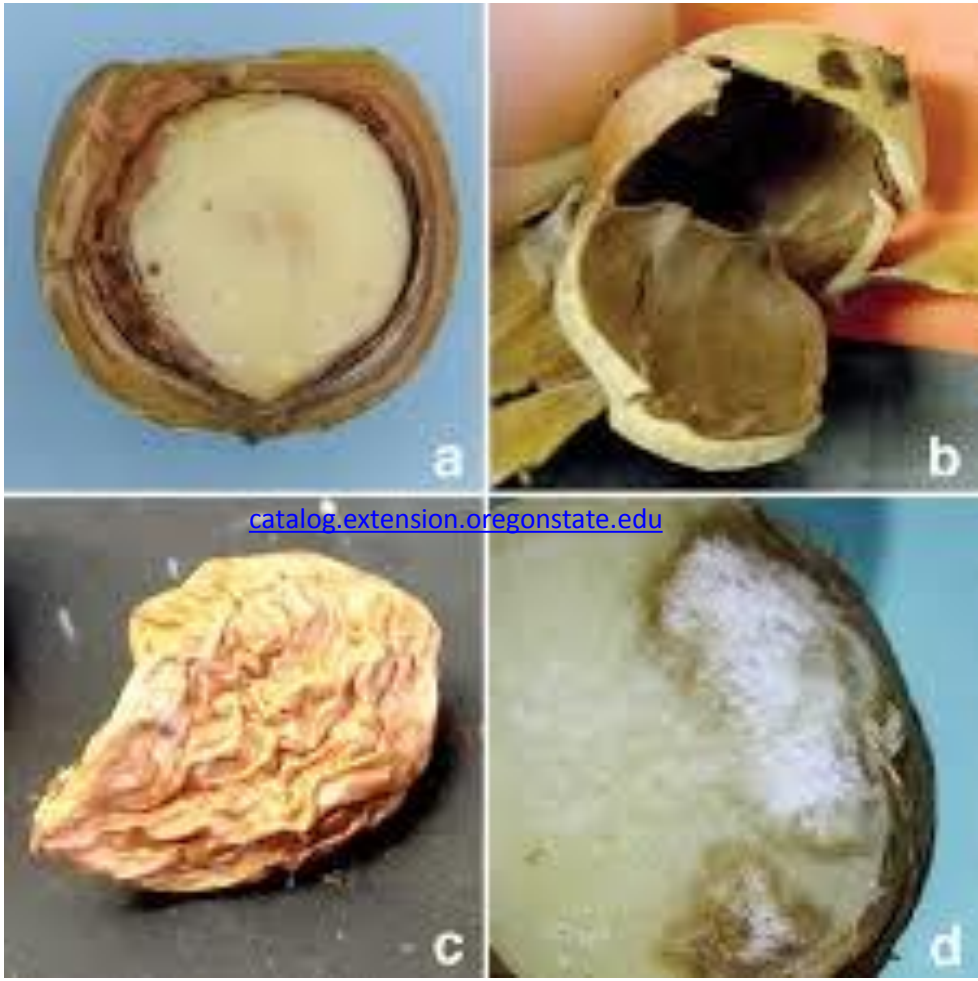
Damage to Wine Grapes

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danni su nocciolo

Fonte: ORGANIZZAVIONE PRODUTTORI
FRUTTA A GUSCIO, ASCOPIEMONTE S.C.

Bardella e Vittone, 2017



catalog.extension.oregonstate.edu

Wright and Leskey, USDA ARS, USA

Danni su noce

-Adulti riescono a nutrirsi anche sulla corteccia dei rami e del tronco
-Coltura che offre riparo e si trovano tutti gli stadi di sviluppo durante tutta la stagione

Danni consistono in suberificazioni del mallo e imbrunimenti del gheriglio

Foto P. Zanolli e A. Fiorin

Danno da cimice

Noci sane infestate dal 25 agosto al 8 settembre

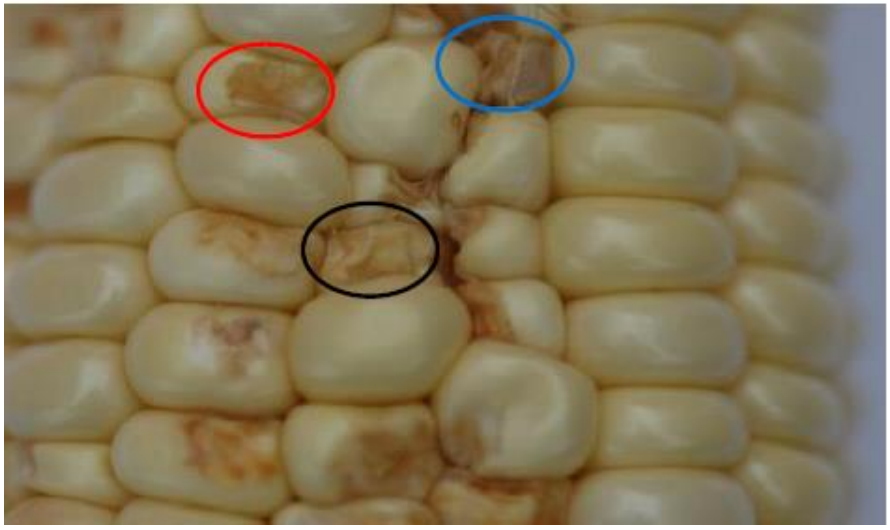
Danno da cimice su kaki

Danno tardivo su kaki dovuto alla seconda generazione con evidenti suberificazioni sottostanti la buccia

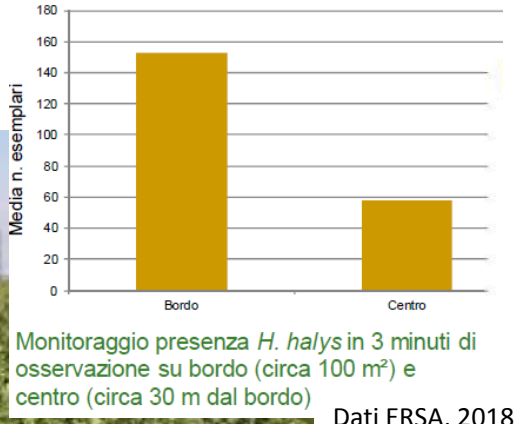
Danni su mais

Foto T. Kuhar, Virginia Polytechnic Institute and State University

- Discolored Kernels
- Sunken Kernels
- Blasted Kernels
  - Collapsed
  - Aborted



Danni su soia



Monitoraggio presenza *H. halys* in 3 minuti di osservazione su bordo (circa 100 m²) e centro (circa 30 m dal bordo)

Dati ERSA, 2018

Caruso, 2018

Danni maggiori al bordo

Foto ERSA Servizio Fitosanitario

Più elevata presenza di cimice sui bordi dell’appezzamento

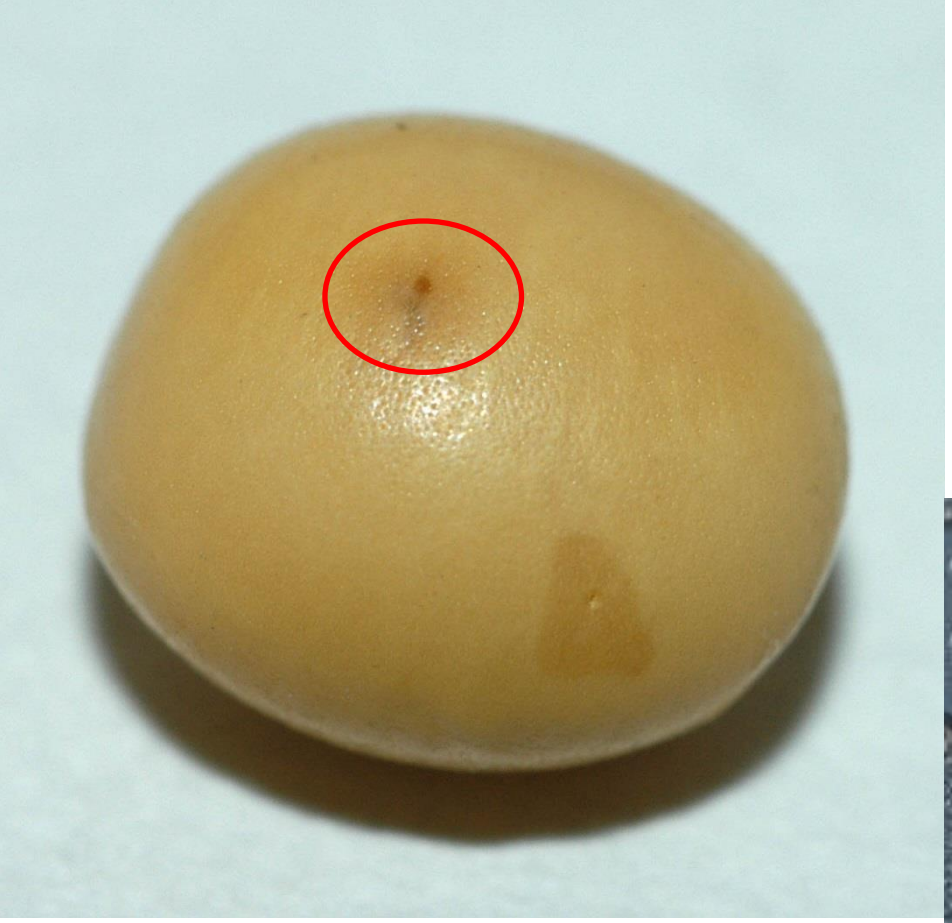
Foto LegumeHub.com

Foto ERSA Servizio Fitosanitario

Ohio State University

Soglia di > 4 cimici su campo ogni 10 sfalci con retino entomologico

2 individui (adulti e giovani combinati) se il campo è da seme



Danno tardivo da cimice asiatica: su seme di soia maturo

Danno precoce da cimice asiatica: su seme di soia in sviluppo

Foto: Mississippi State University, USA

Danni su orticole

Foto T. Kuhar, Virginia Polytechnic Institute and State University

Foto D. Inkley, National Wildlife federation

Presenza su piante spontanee

Foto ERSA, Serv. Fitosanit. FVG

Foto Fondazione Mach

Cesar Rodriguez-Saona and Doug Pfeiffer

Tim Haye

Crop Protection 89 (2016) 58–65

Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro

Injury to apples and peaches at harvest from feeding by *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) nymphs early and late in the season

Angelita L. Acebes-Doria [a, *], Tracy C. Leskey [b], J. Christopher Bergh [a]

Cerchiamo di capire da chi sono fatti i tipi di danno che abbiamo visto finora…

Manicotti utilizzati per proteggere il frutto fino alla raccolta o effettuare infestazioni controllate in campo

Crop Protection 89 (2016) 58–65

Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection

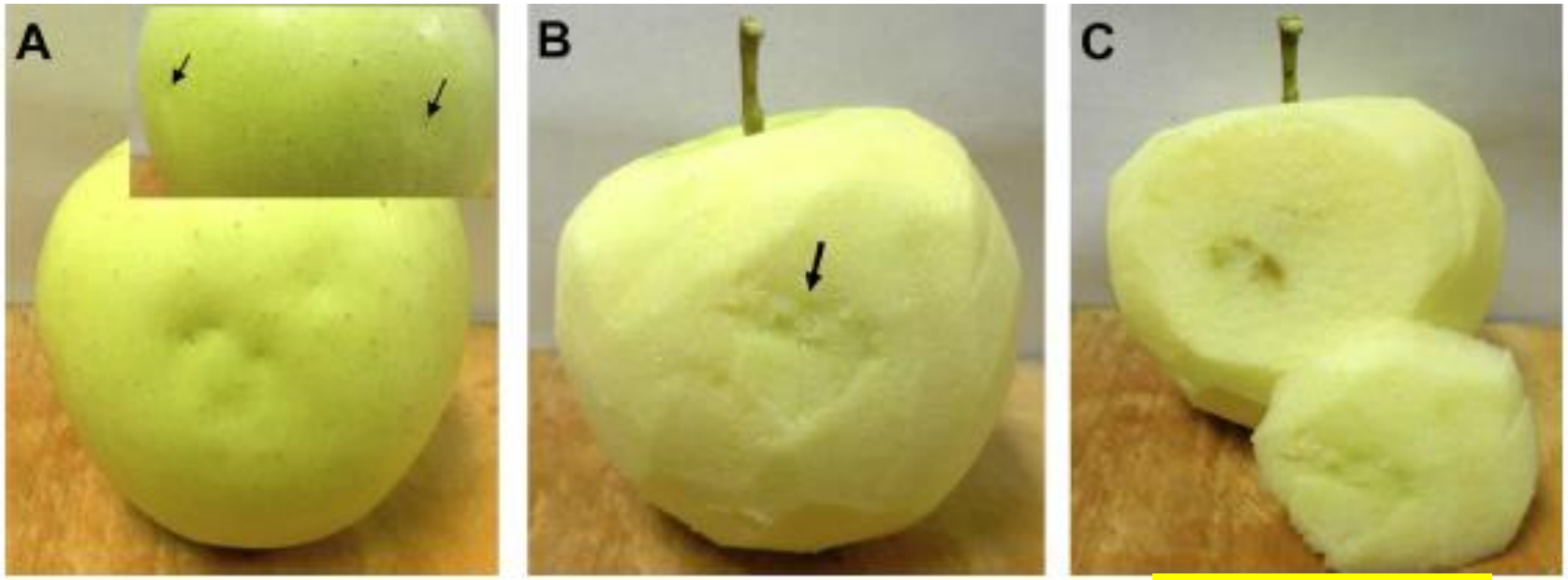
journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro

Danno precoce su melo

Injury to apples and peaches at harvest from feeding by *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) nymphs early and late in the season

Angelita L. Acebes-Doria [a, *], Tracy C. Leskey [b], J. Christopher Bergh [a]

Melo Smoothee Golden



Necrosi interna profonda

Dopo 36 h dalla raccolta **Esposizione inizio giugno**

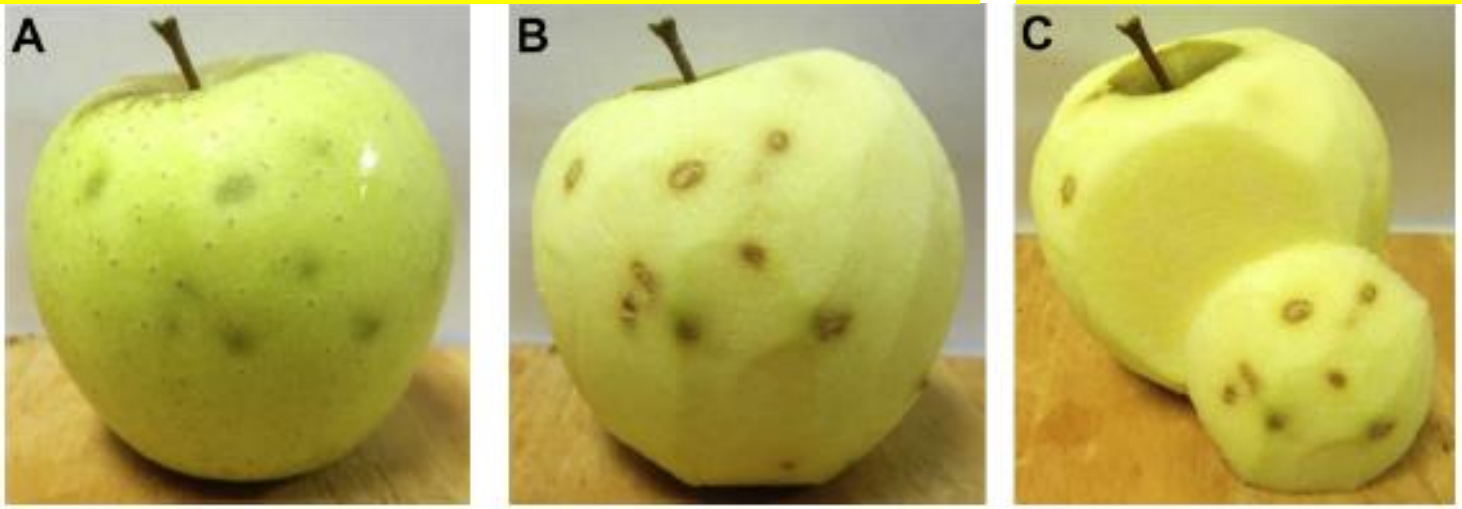
Punture di adulti

Da giovani danno minore

Danno tardivo su melo

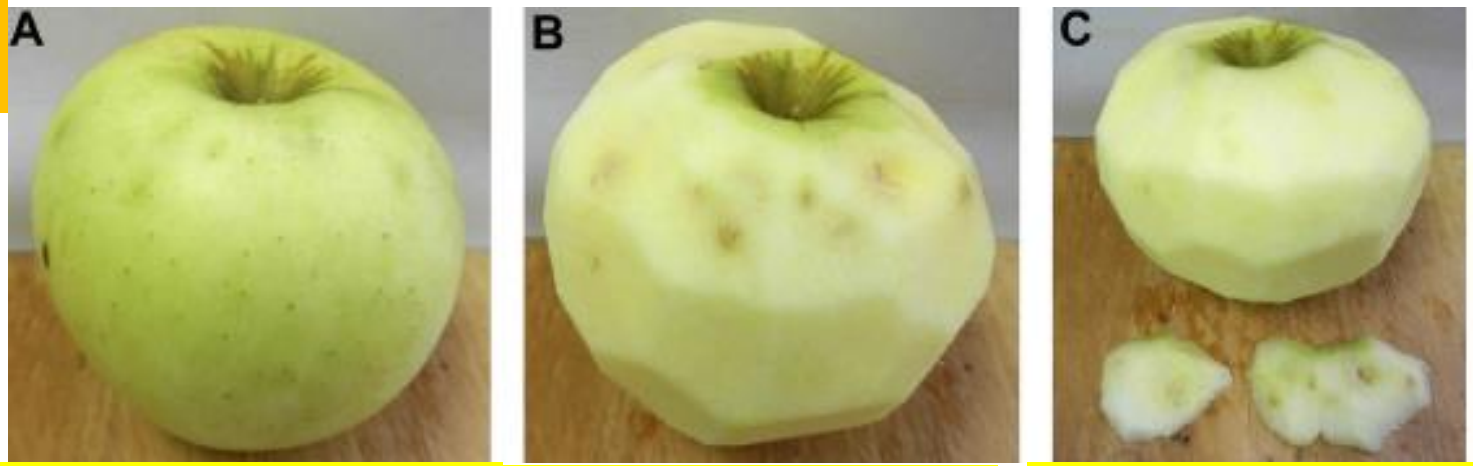
Scolorazioni e aree depresse | Necrosi interna | NO Necrosi profonda

Punture di 3-4° età



Dopo 36 h dalla raccolta **Esposizione fine agosto**

Punture di adulti



Scolorazioni e aree depresse | Necrosi interna superficiale | NO Necrosi profonda

Crop Protection 89 (2016) 58–65

Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection

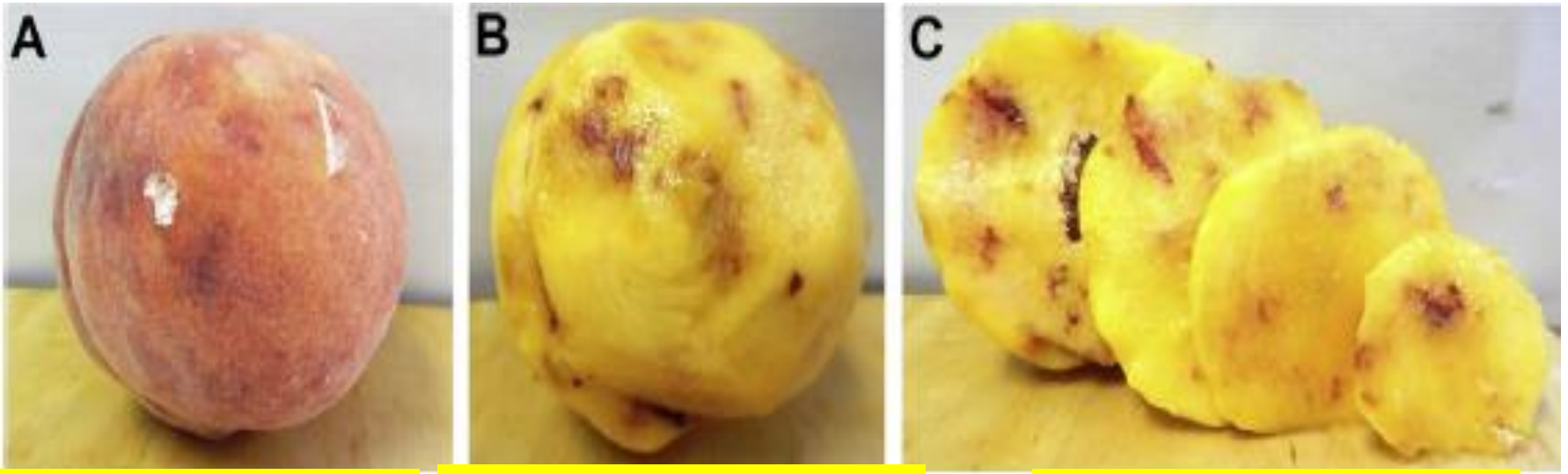
journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro

Danno precoce su pesco

Injury to apples and peaches at harvest from feeding by *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) nymphs early and late in the season

Angelita L. Acebes-Doria [a, *], Tracy C. Leskey [b], J. Christopher Bergh [a]

Pesco Redhaven



Gommosi e aree depresse

Danno interno

Necrosi interna profonda

Dopo 36 h dalla raccolta **Esposizione inizio giugno**

Punture di adulti

Da giovani danno minore

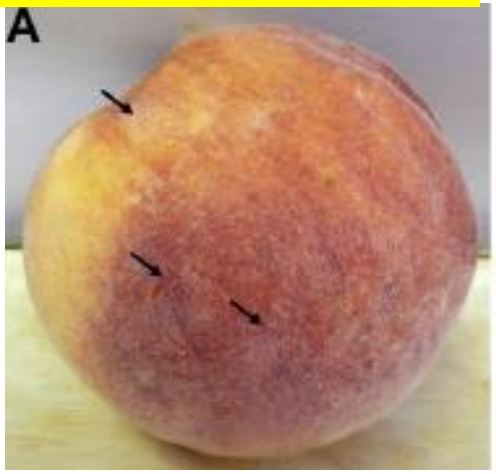
Danno tardivo su pesco

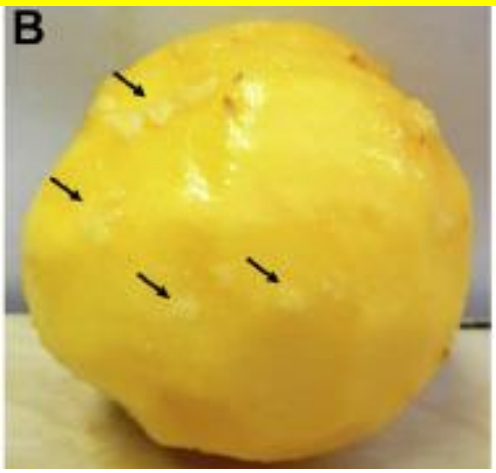
Aree depresse

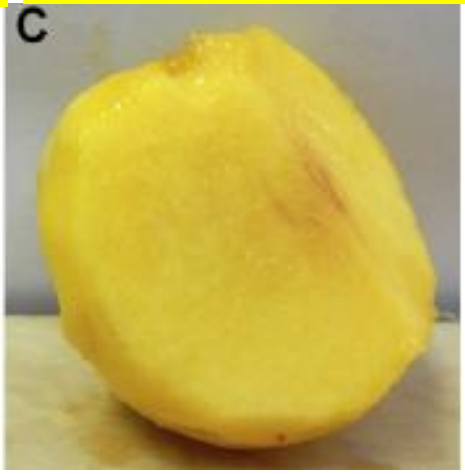
Necrosi interna superficiale

NO Necrosi profonda

Punture di 3-4° età

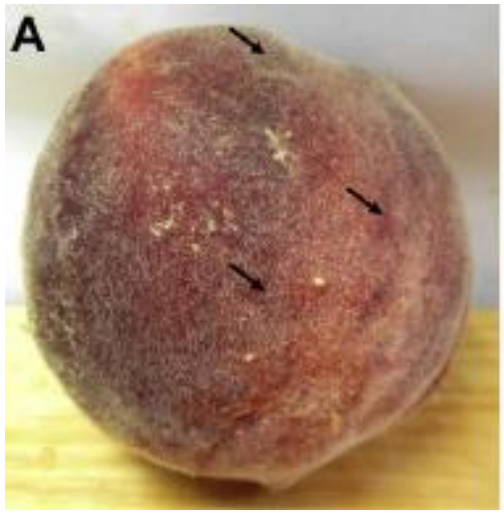






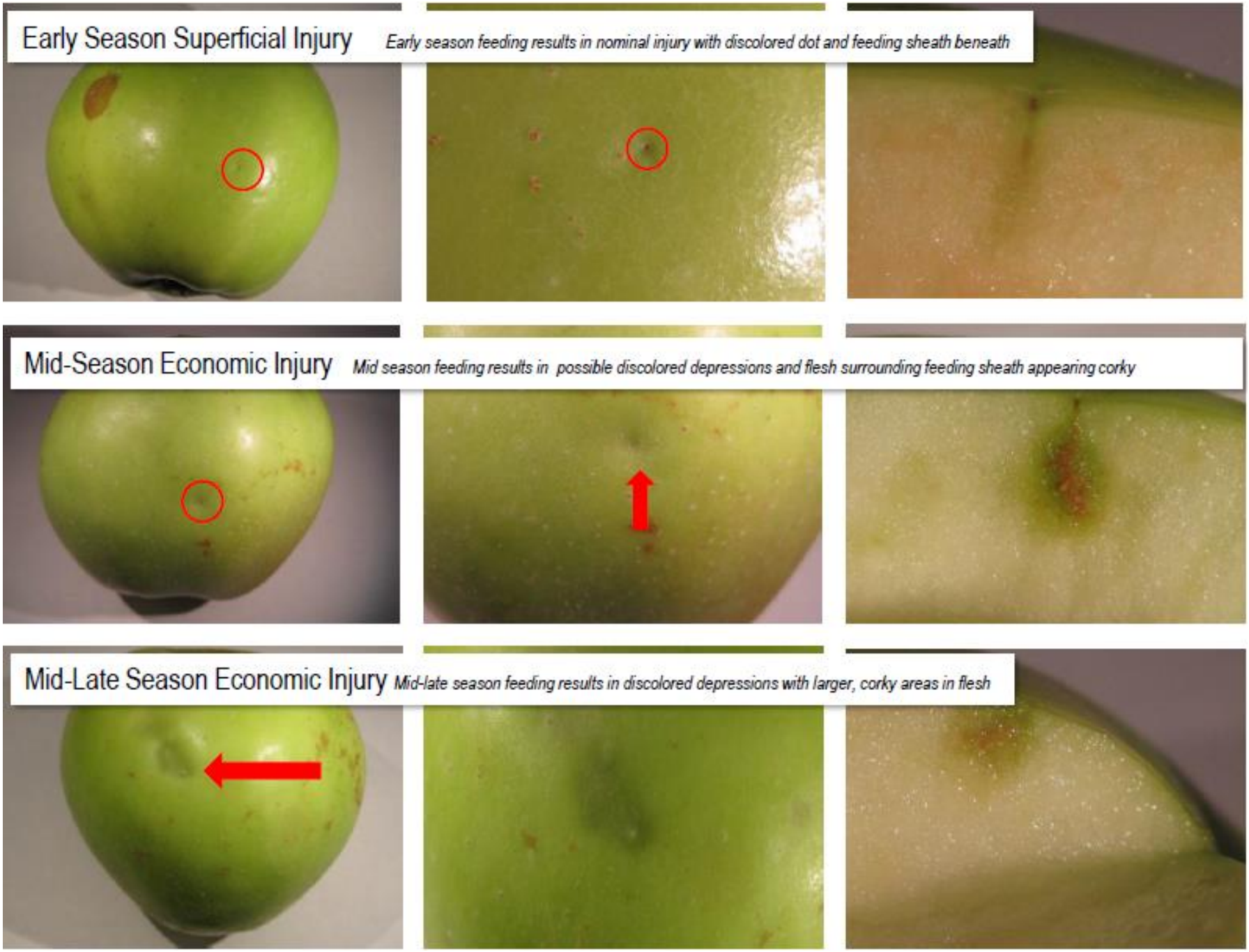
Dopo 36 h dalla raccolta **<u>Esposizione fine luglio</u>**

Punture di adulti



Danni

- Danni da adulti e giovani sono qualitativamente e quantitativamente differenti
- Giovani causano danno esterno/interno e maggiore vicino a maturazione (danno tardivo)
- Maggiore età giovanile→ maggiore danno
- Adulti fanno più danno esterno e su frutti vicino alla maturazione (danno tardivo)
- Mancanza di danno su **pesco** da giovani in epoca precoce → conferma che danno precoce avviene da parte di individui svernanti→ utilità di interventi insetticidi su pesco precocemente
- Su **melo** meno danni da alimentazione sia precoce che tardivo sia da adulti che da giovani→ gestione popolazioni precoci non così indispensabile come in prossimità maturazione



NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danni precoci

Danno esterno
E’ possibile riconoscere le punture di alimentazione

Danno interno
E’ possibile riconoscere il canale provocato dallo stiletto durante l’alimentazione

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Foto Amy Irish-Brown, MSU Extension, USA.

Segni di nutrizione esplorativa da cimice asiatica a inizio Luglio su cv. Gala. Stesso tipo di danno osservato anche su Golden delicious e Honeycrisp.

Wilson et al, 2020

Danni periodo intermedio

Danno esterno
Evidenza di depressioni scolorate

Danno interno
Sviluppo di tessuto suberificato

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danni tardivi

Danno esterno
Evidenza di depressioni scolorate

Turley Winesap

Danno interno
Sviluppo di tessuto suberificato

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danni tardivi

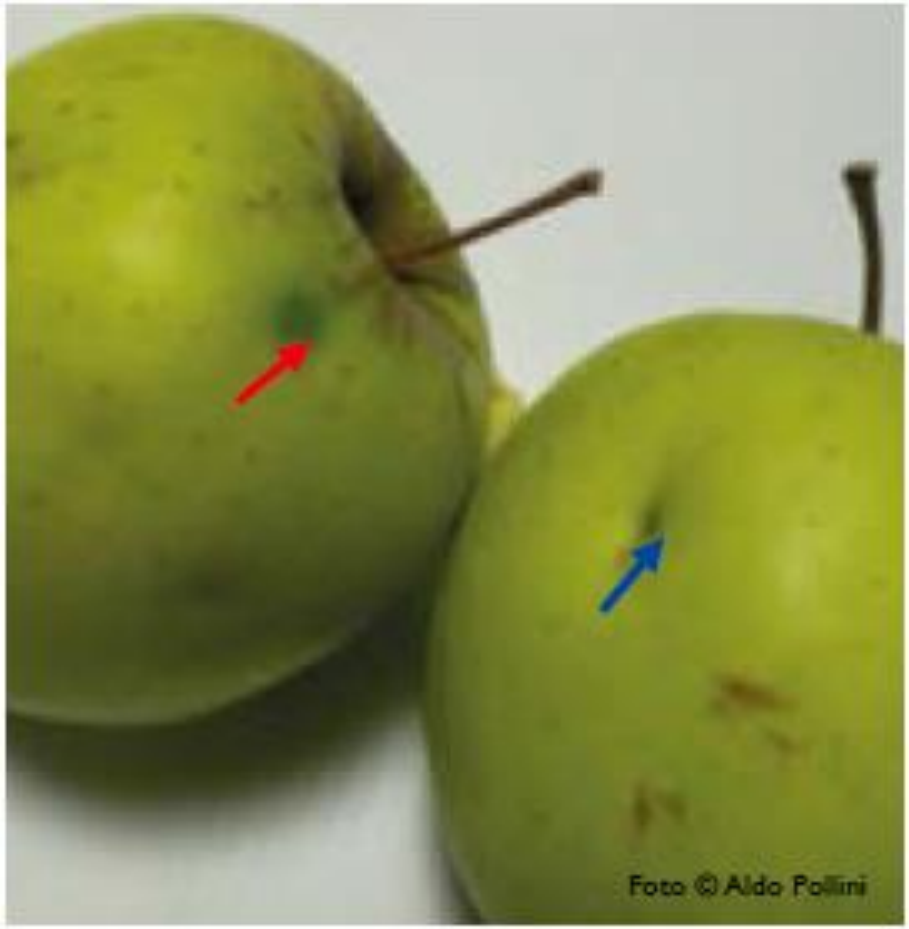
Danno esterno
Evidenza di estese aree scolorate

Pink Lady

Danno interno
Sviluppo di tessuto suberificato che si estende in profondità nella polpa

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danno precoce



Danno su melo: precoce (freccia blu) causato da prima generazione e tardivo (freccia rossa) dovuto a seconda generazione

Danno tardivo

Tipico danno tardivo dovuto alla seconda generazione con le evidenti suberificazioni (litiasi) sottostanti alla buccia

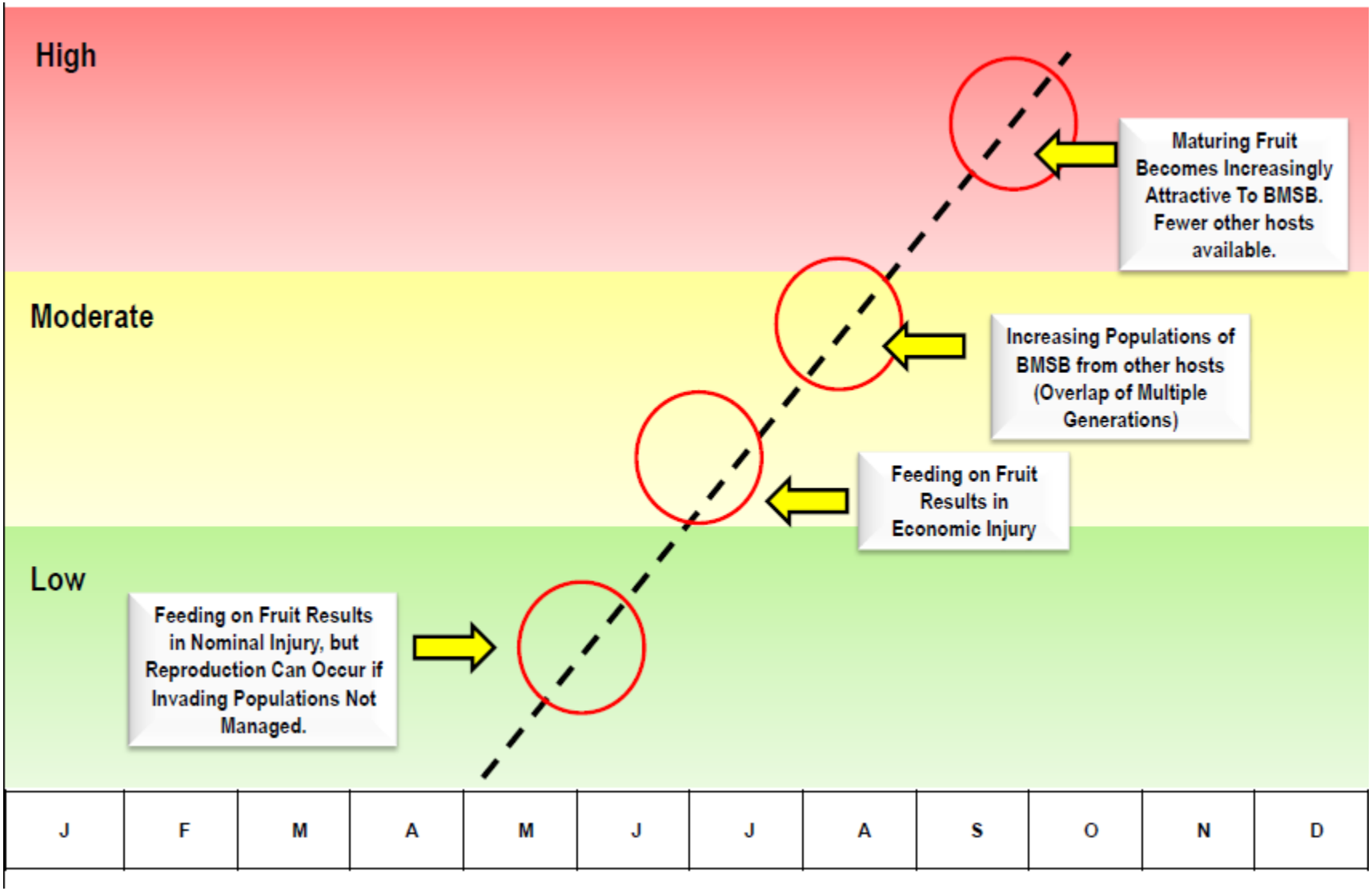
Adulti di cimice asiatica che si stanno nutrendo su una mela in maturazione (sinistra); danno alle mele può essere confusa con butteratura amara; il danno tardivo non si evidenzia finchè fuoriesce dalla cella di conservazione

Butteratura amara (carenza Ca)

Danno da cimice

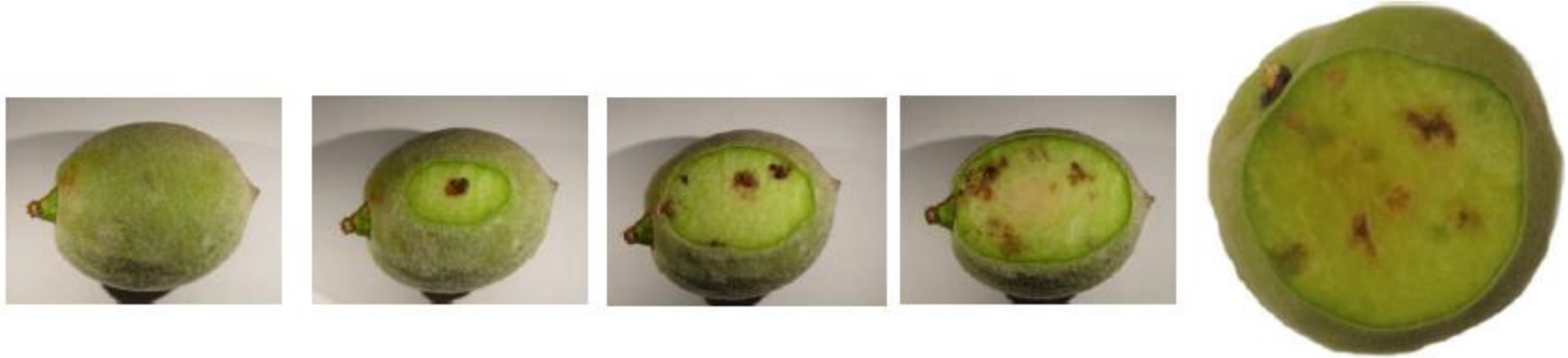
Wilson et al, 2020

Fenologia del danno su melo



NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danni precoci-intermedi



Danno interno è presente anche in assenza di sintomi esterni visibili

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danni tardivi

Danno esterno
Danno a livello superficie frutto

Danno interno
Evidenza di elevato danno interno con presenza tessuto suberificato

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

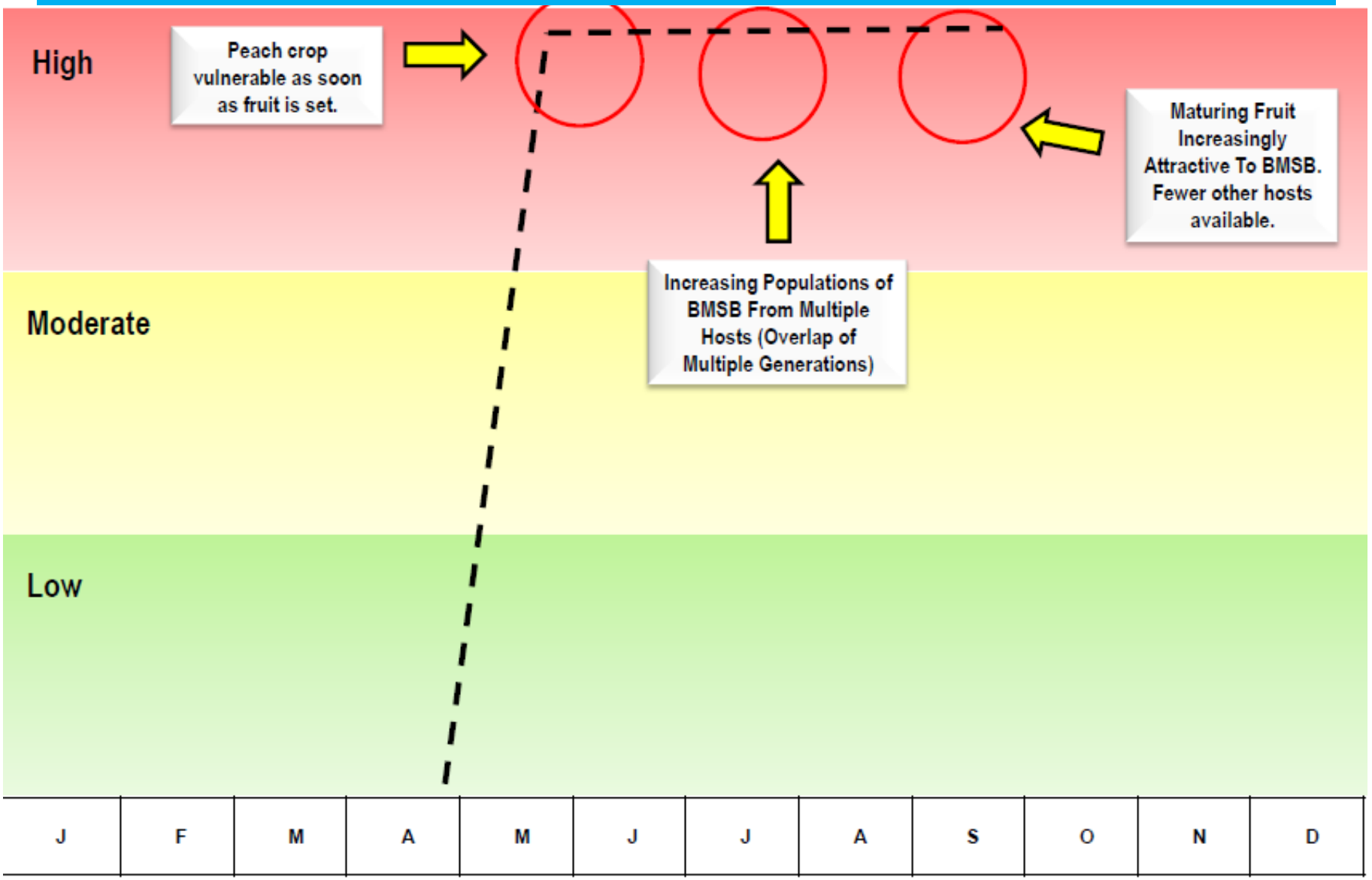
Danno in periodo intermedio: provoca in pesche e nettarine malformazioni vistose

Wilson et al, 2020

Danno in periodo tardivo: provoca in pesche e nettarine presenza di lesioni superficiali

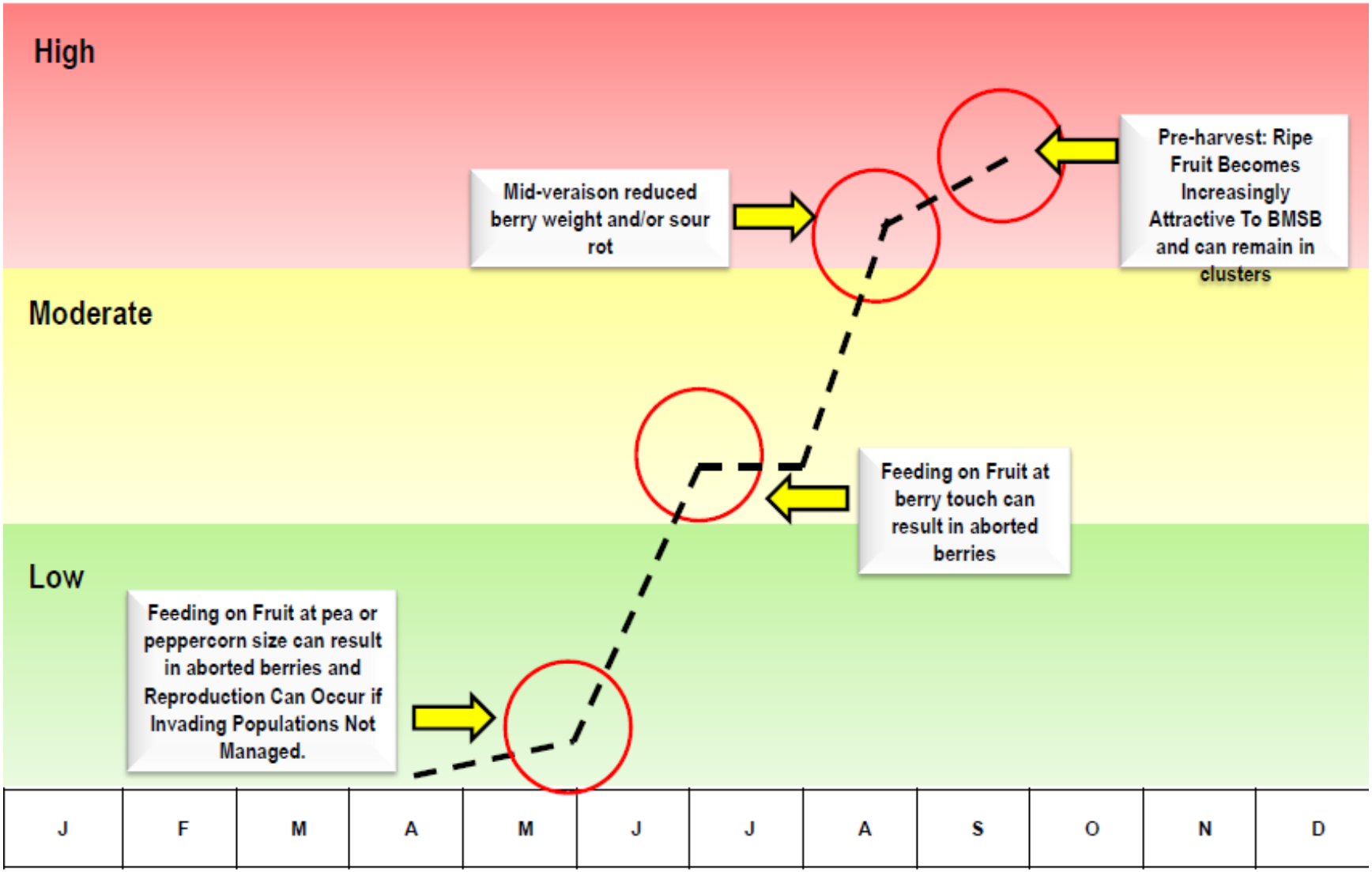
Sipcam Italia

Fenologia del danno su pesco

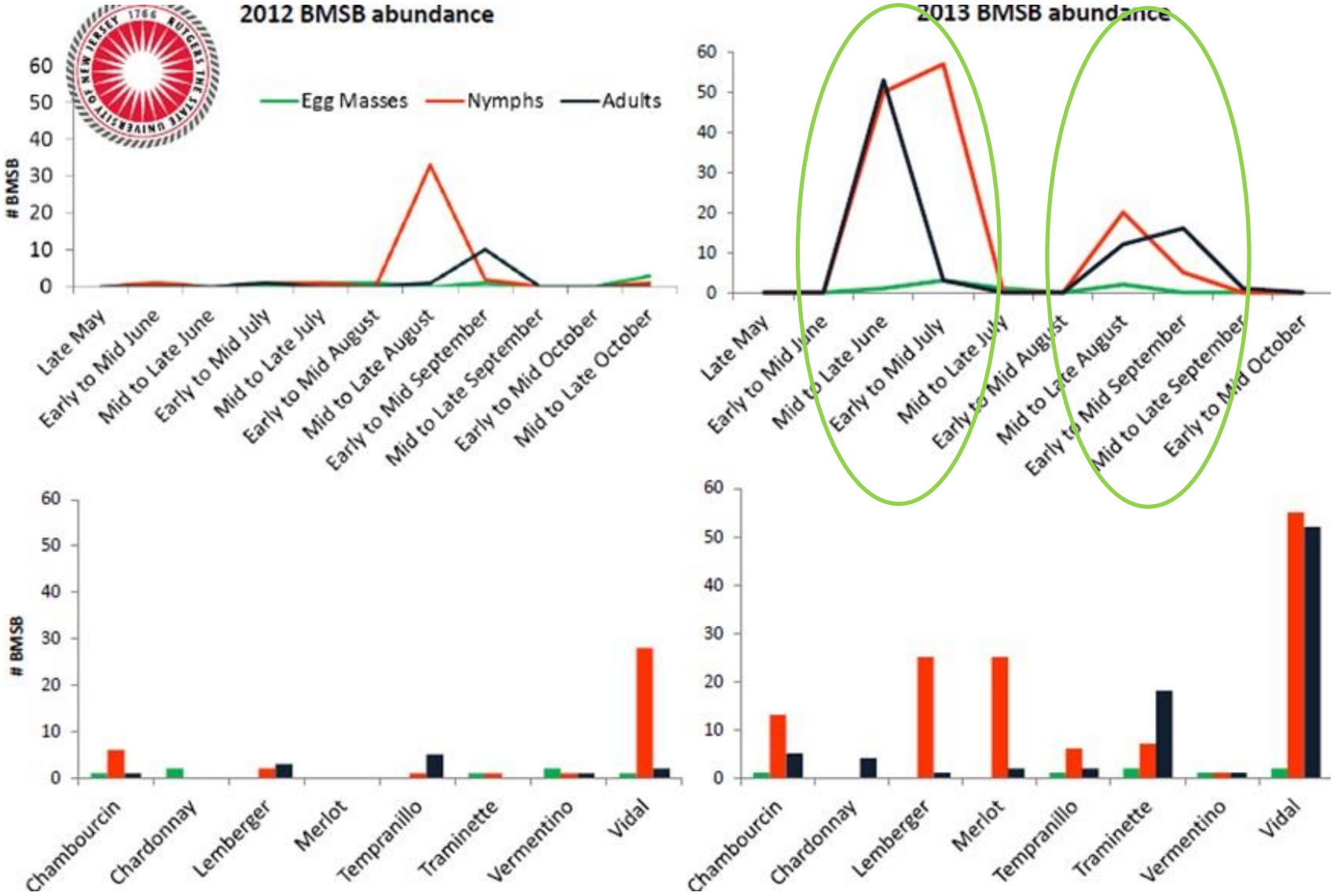


NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Fenologia del danno su vite



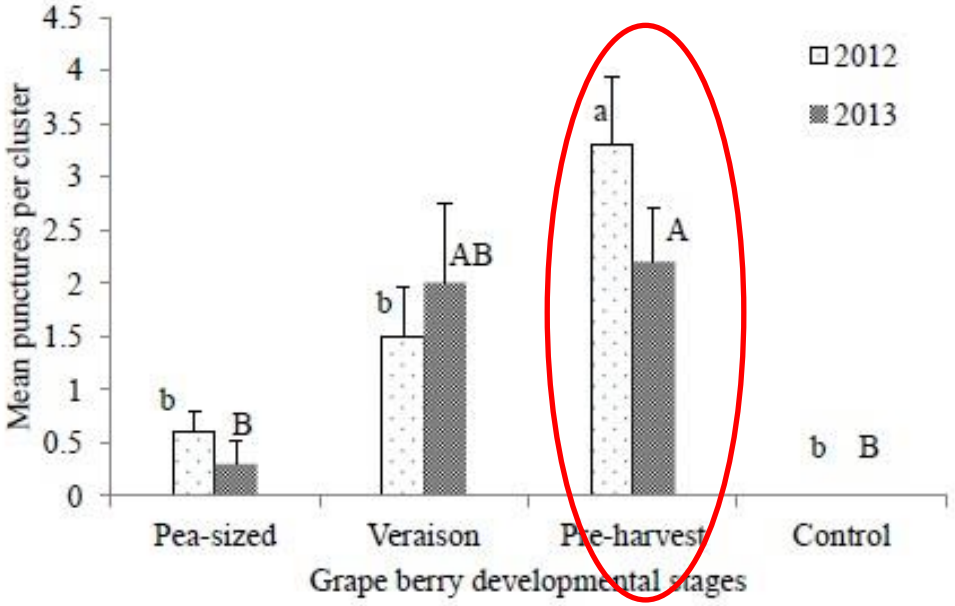
NG Wiman, OSU Horticulture, USA



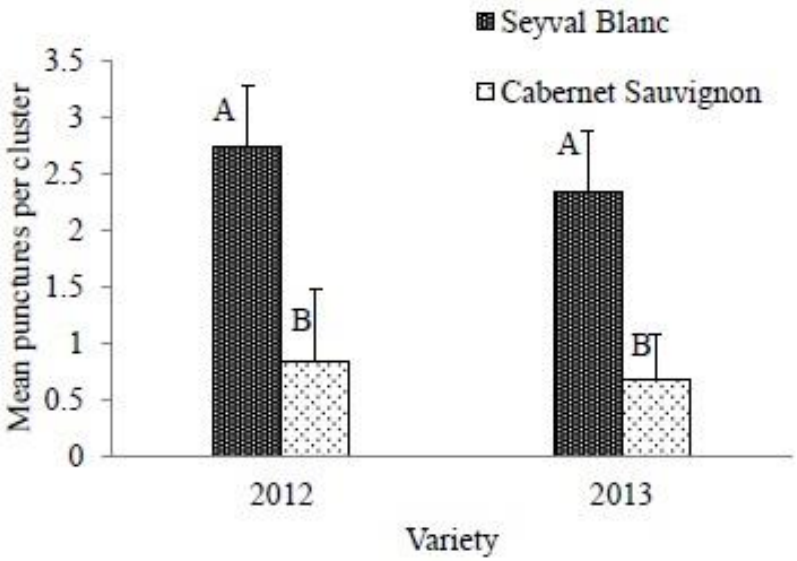
Maggior presenza su vitigno a bacca bianca, da metà Giugno a metà Luglio e da metà Agosto a metà Settembre

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Stadio di sviluppo e suscettibilità varietale



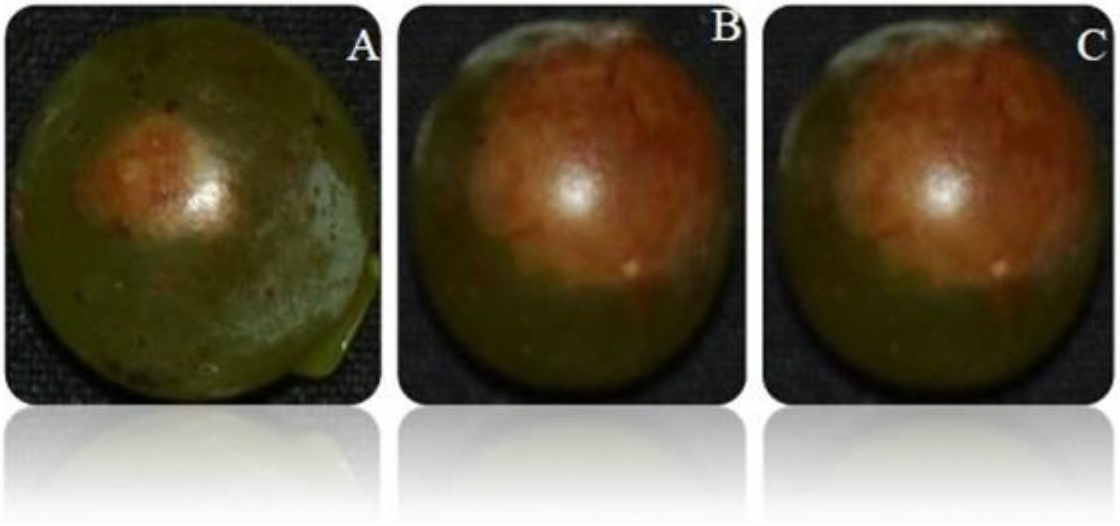
Mean (± ER) number of punctures in different developmental stages of grape in 2012 and 2013. Means with the different letter are significantly different (Tukey-Kramer test; $P < 0.05$).



Mean (± ER) number of punctures in Seyval Blanc and Cabernet Sauvignon in 2012 and 2013. Means with the same letter are not significantly different (Student's; $P < 0.05$).

Progressione del danno

Danno su acino di varietà Chardonnay



Progressione del danno durante l'invaiatura in acini di varietà Vidal Blanc: a. piccola macchia necrotica attorno al sito della puntura, b. la macchia si espande gradualmente, c. l'acino si deforma

NG Wiman, OSU Horticulture, USA

Danni post raccolta

- Sulla frutta in raccolta il danno si evidenzia in un secondo tempo (entità dipende dalle varietà)
  - ✓10 giorni su pero/melo
  - ✓2-3 giorni su pesco

Culatti, 2019

Boselli, 2016

Danni post raccolta

Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro

Effect of pre-harvest exposures to adult *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on feeding injury to apple cultivars at harvest and during post-harvest cold storage

J. Christopher Bergh [a,*], Shimat V. Joseph [a,1], Brent D. Short [b,2], Mizuho Nita [a], Tracy C. Leskey [b]

- Melo: danni nella 2°-3°-4° settimana prima della raccolta comportano più danno che nell'ultima settimana

- Non sono registrate variazioni nei danni alla raccolta e in post-raccolta in varietà come «Redspur delicious» e «Fuji»; «Golden delicious» ha riportato i danni maggiori (suscettibilità varietale)
- Cultivar che sono raccolte dalla metà estate in avanti fino a metà Ottobre devono essere monitorate e protette soprattutto nelle 3-4 settimane prima della raccolta

Lunghezza media del rostro

Table 6. Mean lengths of individual rostral segments and total rostrum length of *Riptortus pedestris* and *Halyomorpha halys* (n = 10).

Insect	Life stages	Rostrum length (mm ± SE) of segment				
		1	2	3	4	Total
Riptortus pedestris	2nd	0.56 ± 0.02	0.60 ± 0.01	0.38 ± 0.03	0.62 ± 0.03	2.16 ± 0.04a
	3rd	0.80 ± 0.02	0.98 ± 0.02	0.44 ± 0.02	0.80 ± 0.02	3.02 ± 0.06b
	4th	0.90 ± 0.02	1.24 ± 0.02	0.70 ± 0.03	1.02 ± 0.04	3.86 ± 0.07c
	5th	1.38 ± 0.02	1.20 ± 0.03	0.76 ± 0.02	1.16 ± 0.02	4.5 ± 0.07d
	adult ♂	1.44 ± 0.02	1.52 ± 0.02	0.78 ± 0.02	1.30 ± 0.03	5.04 ± 0.05e
	adult ♀	1.54 ± 0.03	1.50 ± 0.02	0.92 ± 0.02	1.35 ± 0.02	5.31 ± 0.03f
Halyomorpha halys	2nd	0.52 ± 0.02	0.58 ± 0.04	0.62 ± 0.01	0.54 ± 0.02	2.26 ± 0.06a
	3rd	1.02 ± 0.04	1.38 ± 0.04	1.10 ± 0.02	0.96 ± 0.03	4.46 ± 0.03b
	4th	1.16 ± 0.03	1.52 ± 0.06	1.32 ± 0.05	1.06 ± 0.02	5.06 ± 0.03c
	5th	1.38 ± 0.03	1.76 ± 0.05	1.44 ± 0.02	1.20 ± 0.03	5.78 ± 0.06d
	adult ♂	1.68 ± 0.04	1.82 ± 0.10	1.44 ± 0.05	1.16 ± 0.02	6.10 ± 0.15e
	adult ♀	2.05 ± 0.05	2.10 ± 0.03	1.68 ± 0.03	1.24 ± 0.02	7.12 ± 0.08f

Means followed by a different letter are significantly different ($\alpha = 0.05$).

Mahbubur Rahman e Taek Lim, 2017

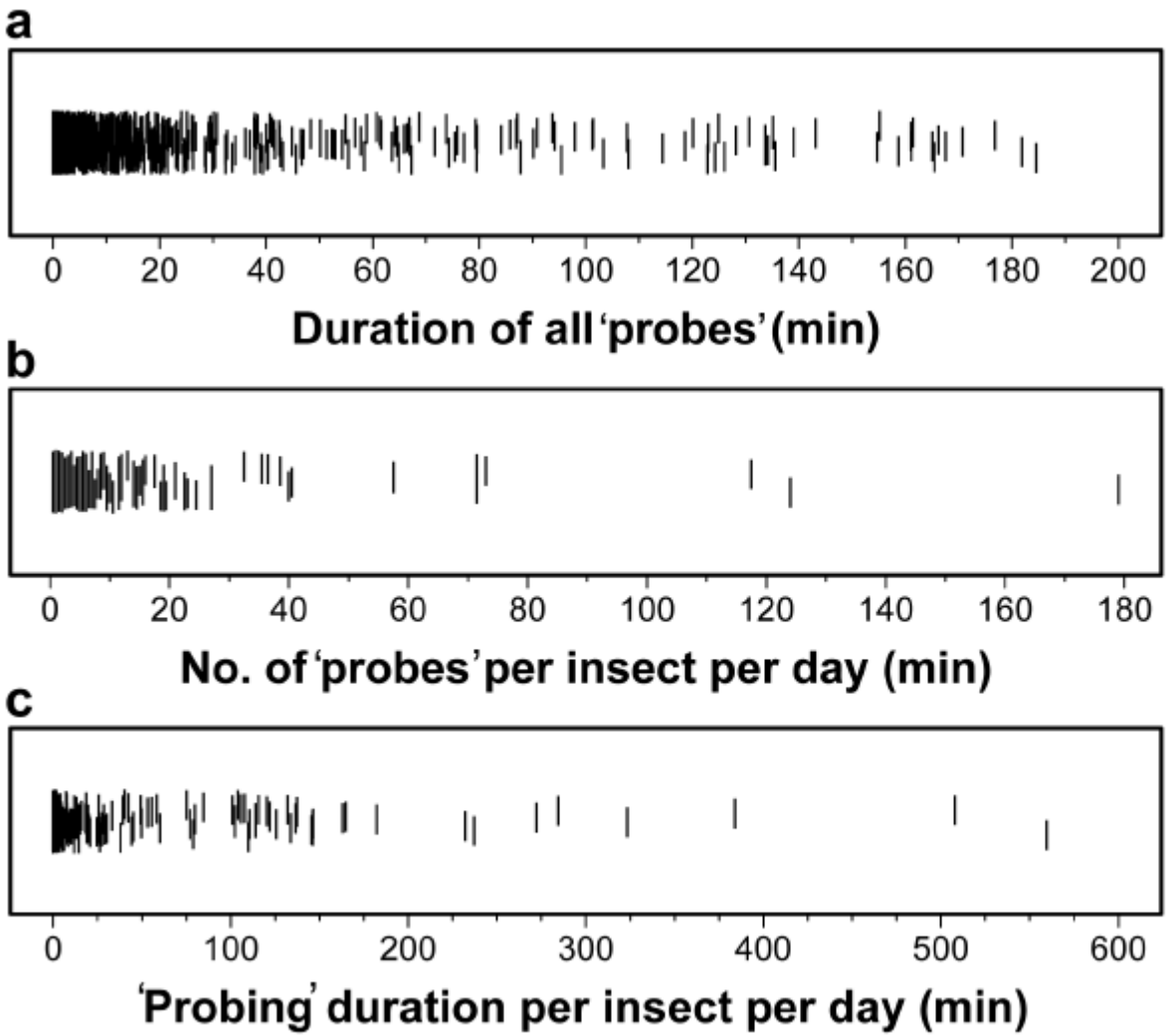
Angolo di penetrazione e profondità di penetrazione del rostro

Table 7. Estimated mean penetration depth of stylet in both species when rostral segment 2 is at indicated angle (n = 10, thickness of pod shell = 0.18 ± 0.01mm).

Insect	Angle	Penetration depth of stylet in different life stage (mm ± SE)					
		2nd nymph	3rd nymph	4th nymph	5th nymph	male adult	female adult
Riptortus pedestris	90°	0.33 ± 0.01aA	0.51 ± 0.01aB	0.61 ± 0.01aC	0.75 ± 0.02aD	0.87 ± 0.01aE	0.89 ± 0.01aF
	80°	0.40 ± 0.01bA	0.62 ± 0.01bB	0.75 ± 0.01bC	0.91 ± 0.02bD	1.06 ± 0.01bE	1.08 ± 0.01bF
	70°	0.48 ± 0.01cA	0.74 ± 0.01cB	0.89 ± 0.02cC	1.09 ± 0.02cD	1.26 ± 0.01cE	1.29 ± 0.01cF
	60°	0.56 ± 0.01dA	0.87 ± 0.02dB	1.04 ± 0.02dC	1.27 ± 0.03dD	1.48 ± 0.02dE	1.51 ± 0.01dF
	50°	0.65 ± 0.01eA	1.00 ± 0.02eB	1.19 ± 0.02eC	1.47 ± 0.03eD	1.70 ± 0.02eE	1.75 ± 0.01eF
Halyomorpha halys	90°	0.32 ± 0.01aA	0.68 ± 0.01aB	0.76 ± 0.02aC	0.90 ± 0.01aD	1.02 ± 0.04aE	1.21 ± 0.02aF
	80°	0.39 ± 0.02bA	0.83 ± 0.02bB	0.93 ± 0.02bC	1.09 ± 0.01bD	1.25 ± 0.05bE	1.48± 0.02bF
	70°	0.46 ± 0.02cA	0.99 ± 0.02cB	1.10 ± 0.02cC	1.30 ± 0.02cD	1.49 ± 0.06cE	1.77 ± 0.02cF
	60°	0.54 ± 0.02dA	1.14 ± 0.02dB	1.29 ± 0.03dC	1.52 ± 0.02dD	1.75 ± 0.07dE	2.07 ± 0.03dF
	50°	0.62 ± 0.03eA	1.32 ± 0.03eB	1.49 ± 0.03eC	1.75 ± 0.02eD	2.01 ± 0.08eE	2.39 ± 0.03eF

Means followed by a different lowercase letter within a column or uppercase letter within a row are significantly different (α = 0.05).

Mahbubur Rahman e Taek Lim, 2017



Durata giornaliera (in minuti) di punture di «sondaggio»

N° di punture (in minuti) di «sondaggio» per insetto/giorno

Durata media (in minuti) di punture di «sondaggio» per insetto/giorno

Figure 4. Length of all discrete 'probes' by *H. halys* (a), number of 'probes' per insect (b), and the total time spent 'probing' per day (c).

Wiman et al, 2014

Periodicità giornaliera di nutrizione

Max fra le 14 e le 17

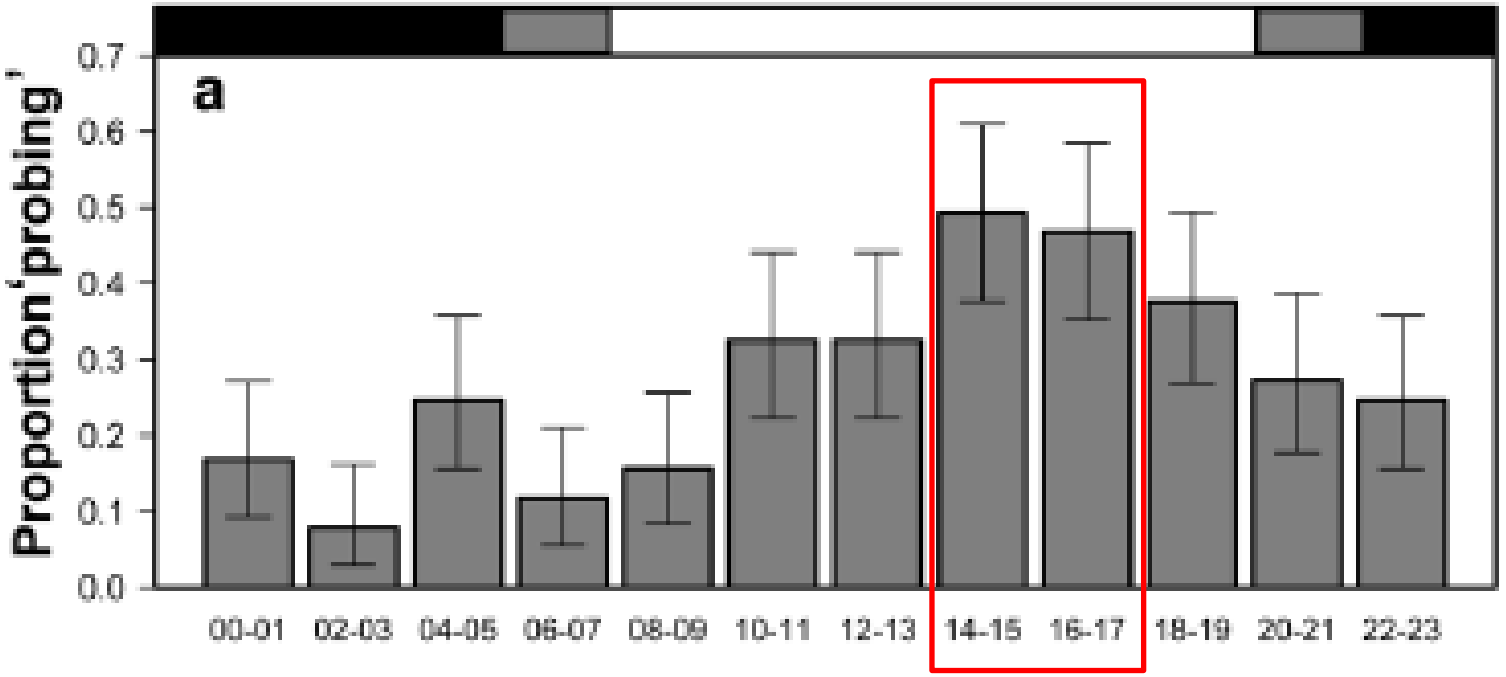


Figure 8. Diel periodicity for 'probing' behaviors (±95% CI); proportion of insects 'probing' (a–b), 'probes' per insect (c–d), and 'probe' duration of *H. halys* (e–f).

Wiman et al, 2014

OPEN ACCESS Freely available online PLOS ONE

Insights into the Saliva of the Brown Marmorated Stink Bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae)

Michelle Peiffer, Gary W. Felton*

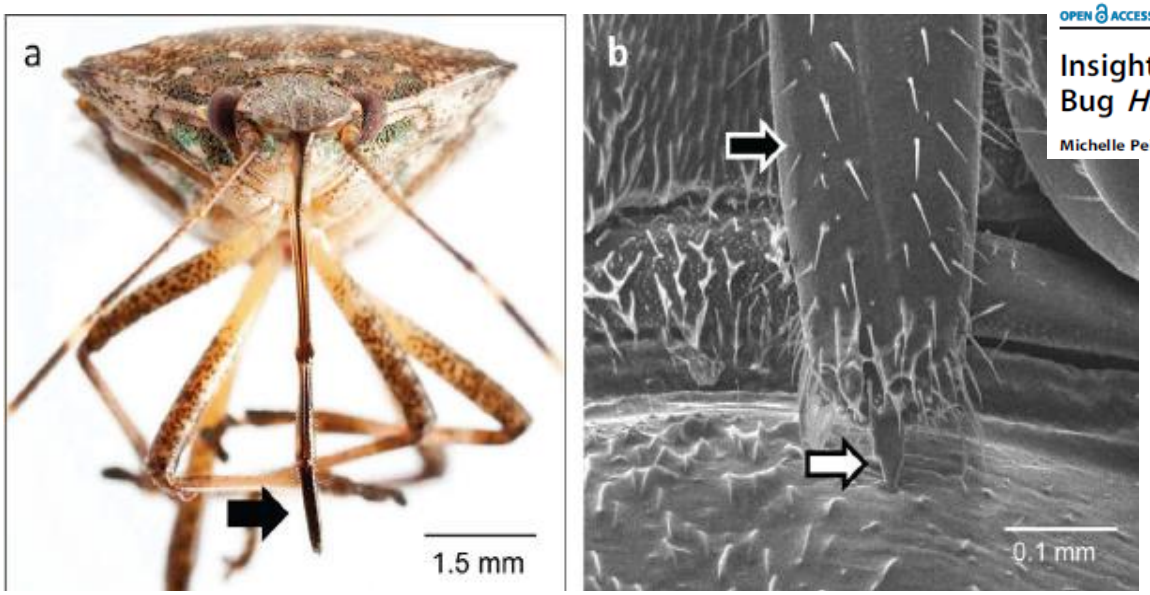


Figure 1. Mouthparts of the brown marmorated stink bug. Photograph (a) and Scanning electron micrograph (b) of BMSB mouthparts. Beak is indicated by black arrow. Stylet extending out of beak is indicated by white arrow.
doi:10.1371/journal.pone.0088483.g001

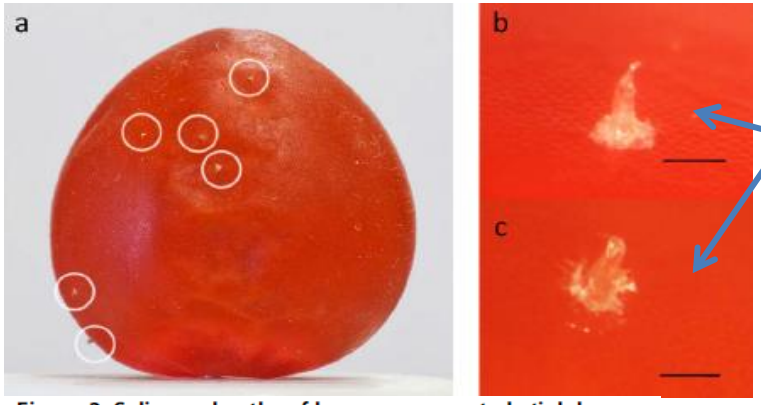
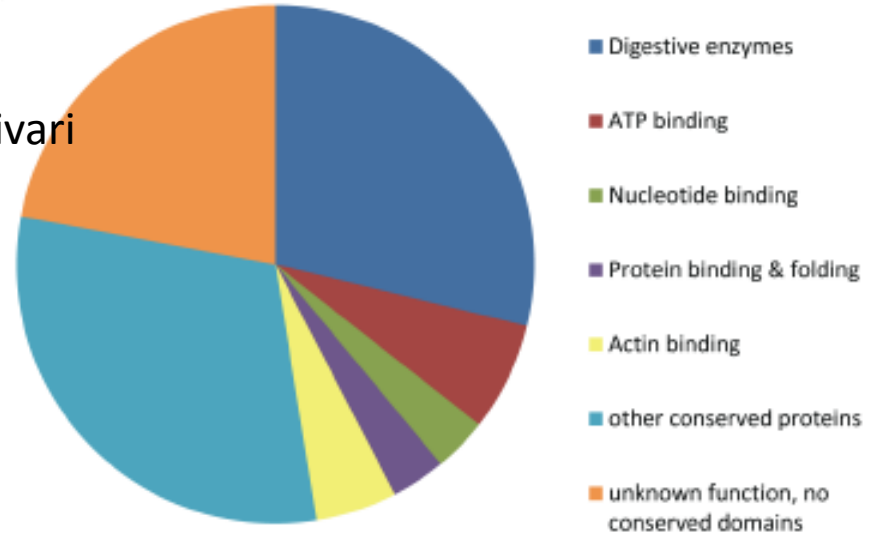


Figure 3. Salivary sheaths of brown marmorated stink bug on tomato. Salivary sheaths on grape tomatoes, bar =0.2 mm.
doi:10.1371/journal.pone.0088483.g003

Guaine salivari



MONITORAGGIO

Fondamentale!!!

NoiSiamoAgricoltura

Gcasa

D.Lgs 150/2012 (Attuazione della Direttiva 2009/128/CE) – Allegato III

- …
- Gli organismi devono essere monitorati con metodi e strumenti adeguati, ove disponibili (es. osservazioni in campo, bollettini di assistenza tecnica)
- In base ai risultati del monitoraggio l'operatore deve decidere se e quando applicare determinate misure di controllo (valori soglia qualora disponibili)
- Ai metodi chimici devono essere preferiti mezzi biologici sostenibili, mezzi fisici e altri mezzi non chimici se consentono un adeguato controllo degli organismi nocivi
- ….

Monitoraggio delle popolazioni

- Su base territoriale: con trappole, controlli visivi e frappage per andamento generale delle popolazioni
- Su base aziendale: con trappole, osservazioni visive e frappage per accertare la presenza del fitofago (trattamenti)

Monitoraggio territoriale (livello regionale)

- Effettuato mediante una rete di trappole collocate in diversi punti a livello regionale
- Monitoraggio con trappole a feromoni per

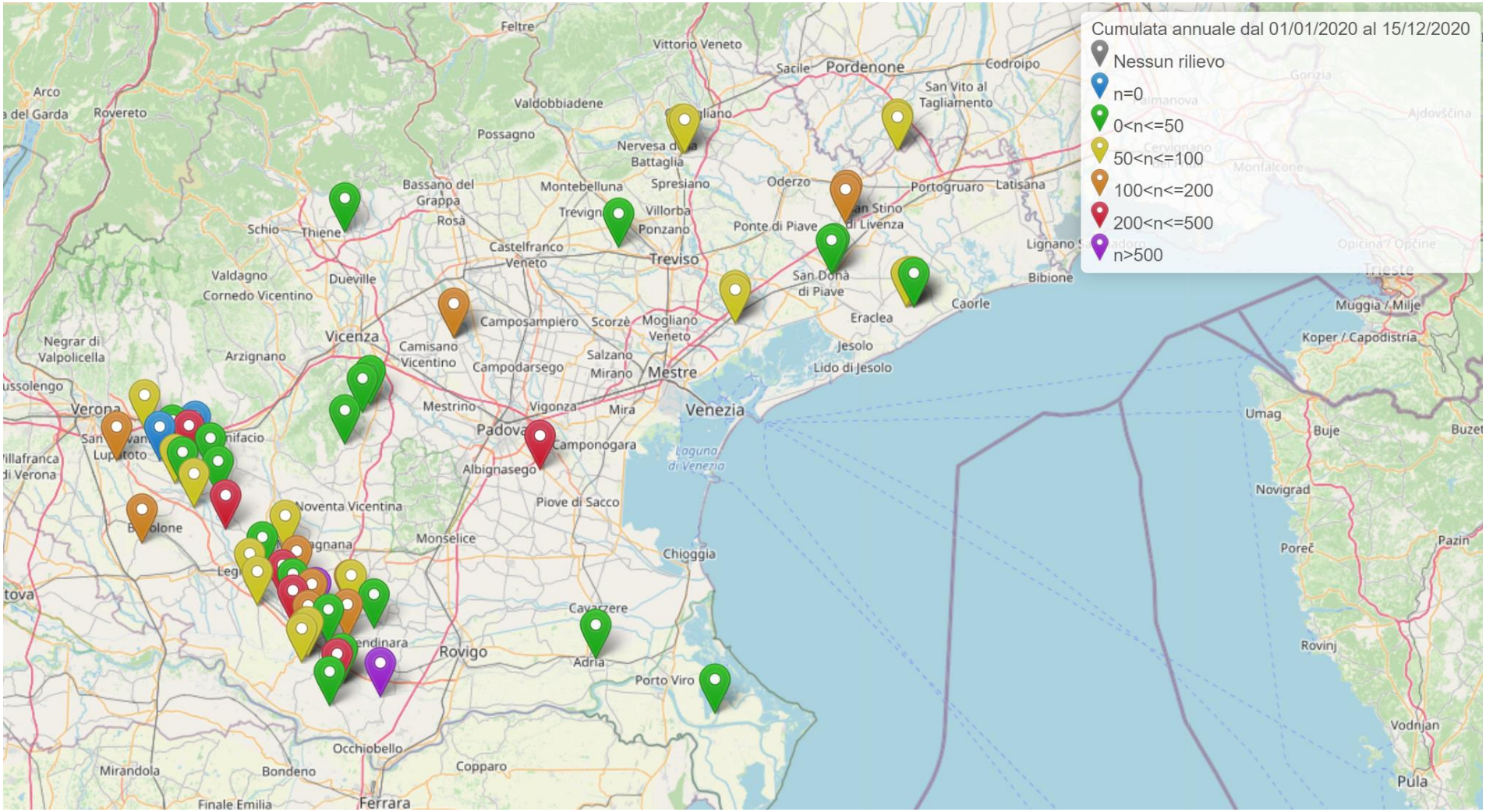
➢ Individuare l'inizio dei voli

➢ Indicazioni sull'evoluzione delle popolazioni nel territorio

➢ Indicazioni sulle dinamiche di popolazioni utile all'individuazione delle migliori strategie di controllo chimico

➢ Dati vanno ad essere caricati nella App HHBugmonitor

Integrazione con altri metodi (visivo, frappage)



Dati HHBugmonitor 2020

Monitoraggio aziendale

- Ogni azienda può effettuare un proprio monitoraggio con trappole a feromone installate prevalentemente su siepi arboree nelle immediate vicinanze dei frutteti per valutazioni di maggior dettaglio delle situazioni di alcune località
- Integrare il monitoraggio con altre tecniche (frappage, visivo, da terra e/o con carro raccolta)

Efficacia metodi di monitoraggio

- **FRAPPAGE (attivo)**
- **VISIVO (attivo)**
- **TRAPPOLE (passivo)**

Maggiore affidabilità

Minore affidabilità

Tecniche passive:
Monitoraggio con trappole a feromone

Rescue® - Serbios

Pherocon STYCKY TRAP - SIPCAM

Fonte ERSA

Monitoraggio con trappole a feromone

Foto 2 Modelli di trappole testati nel triennio 2016-2018. Trappola a piramide AgBio (*a*), Trappola a piramide Rescue (*b*), Sticky panel Trécé installata su pianta (*c*), Double funnel Trécé (*d*), Sticky panel Trécé installata su palo (*e*), prototipo trappola Isagro (*f*).

Prototipi di trappole multistimolo: (a) trappola a piramide con sistema di uccisione elettrico, (b) trappola a piramide con sistema di cattura a imbuto, (c) trappola a caduta, (d) trappola da appendere con sistema di cattura a imbuto

Foto Fondazione Mach

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Recenti modelli di trappole

- Non tutti gli insetti attirati dalle trappole a feromoni ci entrano

J Pest Sci (2017) 90:1219–1229
DOI 10.1007/s10340-017-0862-z

ORIGINAL PAPER

Use of substrate-borne vibrational signals to attract the Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys*

Valerio Mazzoni[1] · Jernej Polajnar[1,2] · Marta Baldini[3] · Marco Valerio Rossi Stacconi[1] · Gianfranco Anfora[1,4] · Roberto Guidetti[3] · Lara Maistrello[3]

Trappole multistimolo: feromoni+vibrazioni

Prototipo di trappola Vibrotrap

Grande efficacia nella cattura dei maschi
La vibrazione è un segnale attrattivo nei confronti dei maschi
La trappola uccide con schock elettrico (1 scossa/minuto)

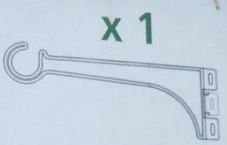
Feromoni sembrano funzionare meglio nella seconda parte stagione, vibrazioni nella prima: studi ulteriori anche su approvvigionamento energetico trappola

Shindo Trap

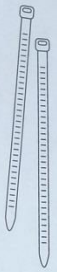
TRAPPOLA DI MONITORAGGIO PER *HALYOMORPHA HALYS*
INSECTS' MONITORING TRAPS
PIÈGES DE SURVEILLANCE DES INSECTS
FALLEN ZUR FLUGÜBERWACHUNG VON INSEKTEN
ΠΑΓΙΔΕΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΕΝΤΟΜΩΝ
TRAMPAS DE MONITOREO DE INSECTOS

1 pz.
1ASHINDOTRAP

x 1



x 1



x 2

Rev. 03-2022

8 050539 008062

BIOGARD®
biological First.

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

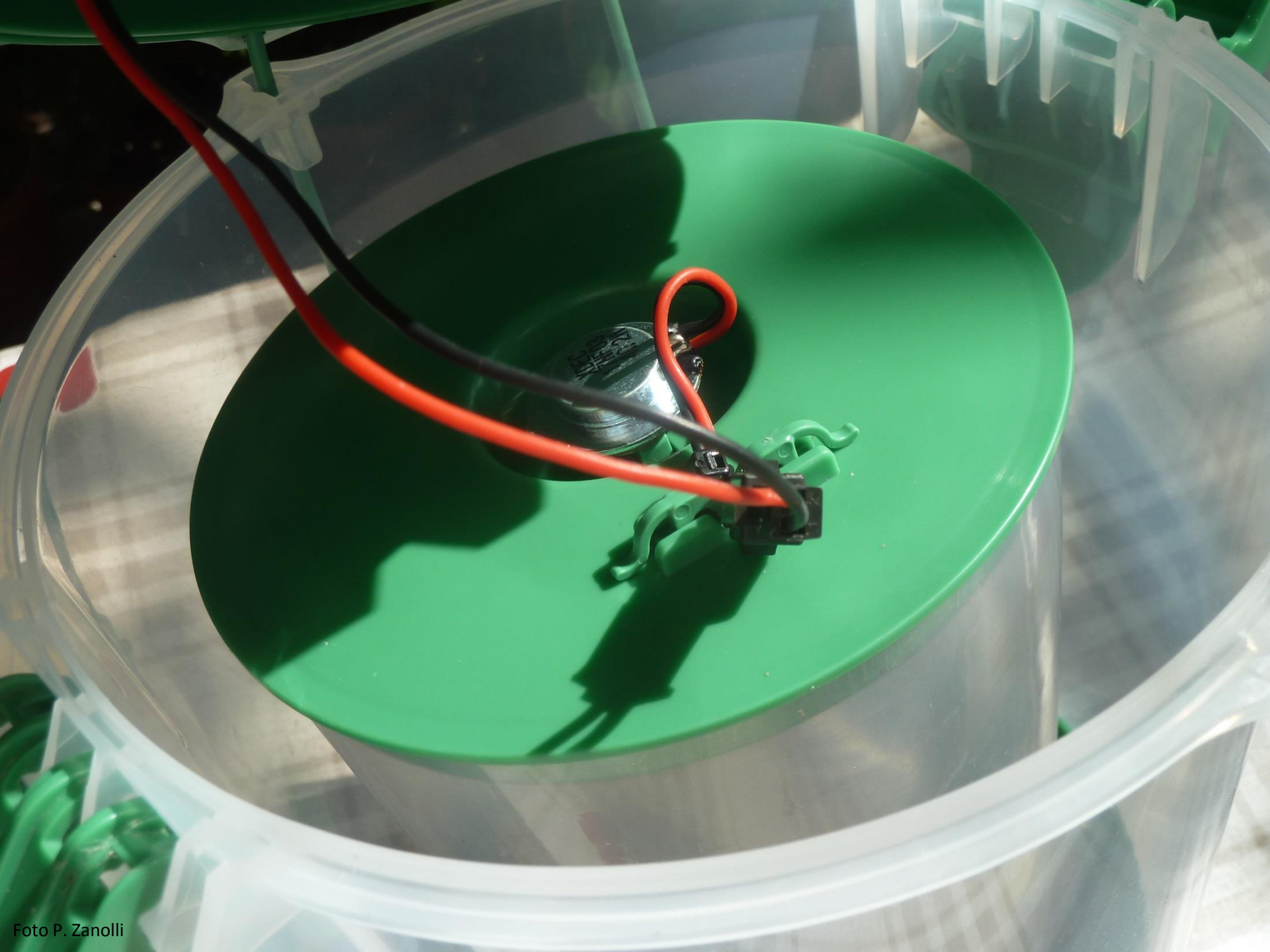


Foto P. Zanolli

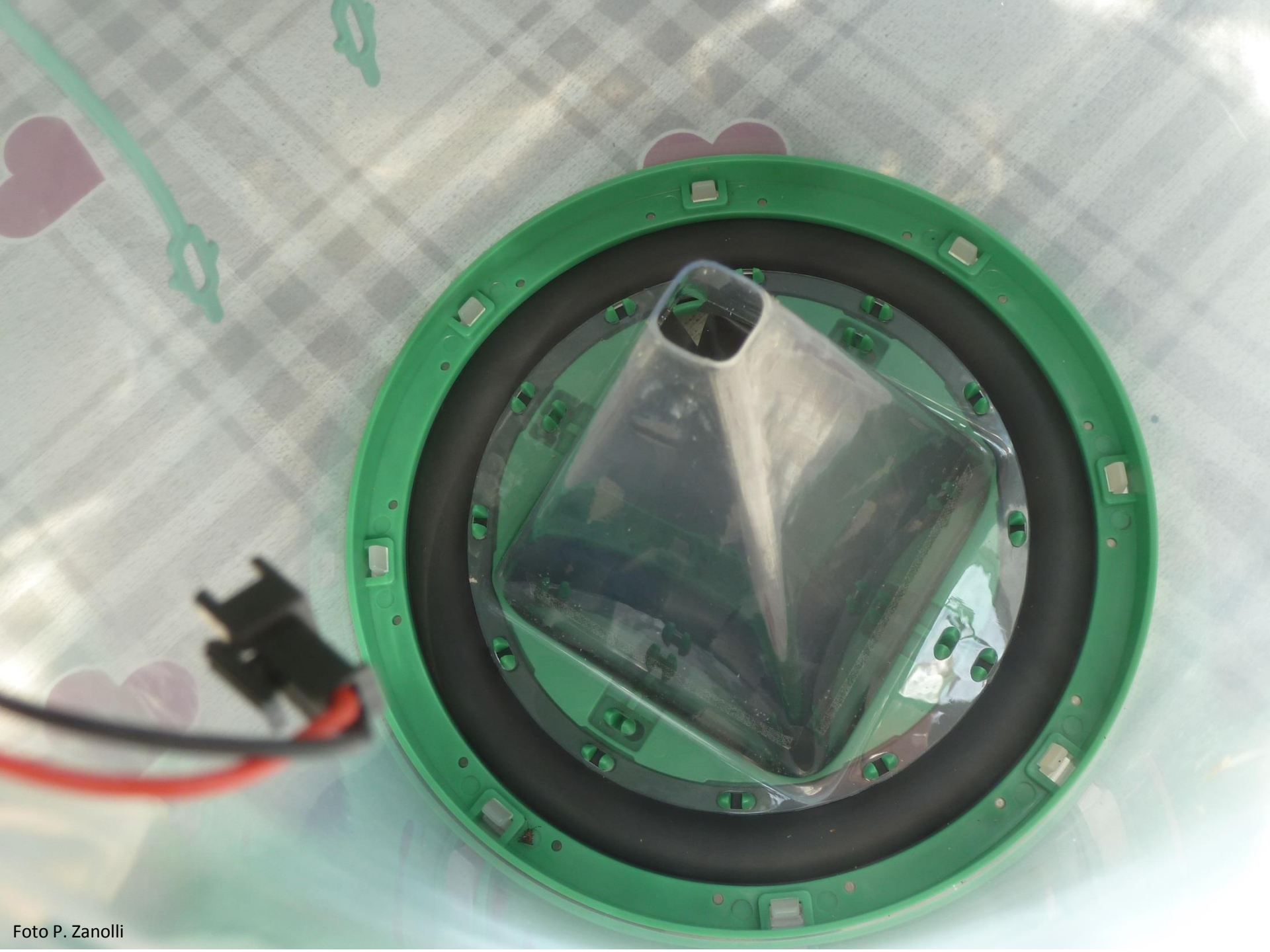


Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

insects

MDPI

2019

2020

Totem per cattura massale

Article

Live Traps for Adult Brown Marmorated Stink Bugs

David Maxwell Suckling [1,2,3,*], Mary Claire Levy [4], Gerardo Roselli [1,5,6], Valerio Mazzoni [7], Claudio Ioriatti [1], Marco Deromedi [7], Massimo Cristofaro [5,8] and Gianfranco Anfora [6,7]

Figure 1. Rotating live trap for *Halyomorpha halys* consisting of two large black flower pots joined in the middle, with bases removed and a removable mesh cone for bug entry and removal, an upwind mesh panel for airflow, and an aggregation pheromone lure, with a wind vane to generate the best plume from the trap.

Trappola per monitoraggio

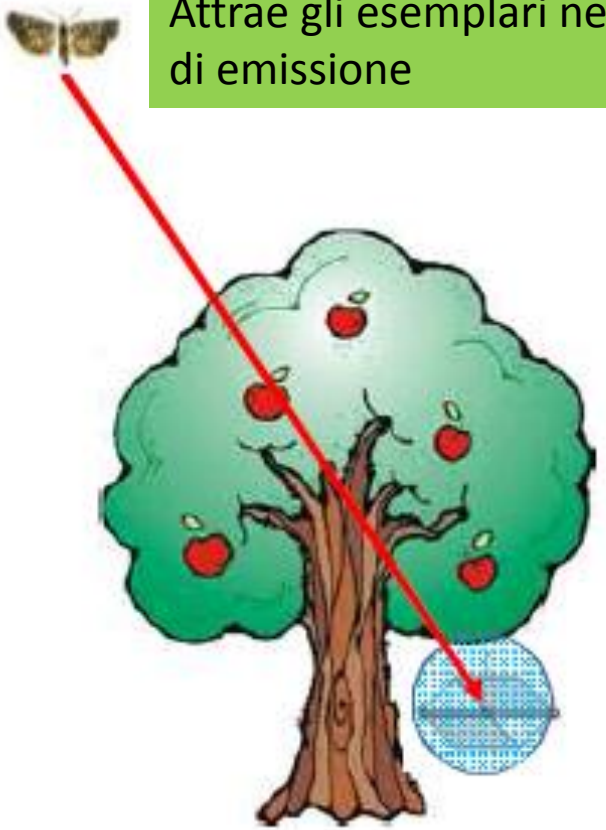
Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Feromoni sessuali e di aggregazione

Feromoni sessuali:
linguaggio fra M e F di una specie per l'accoppiamento

Attrae gli esemplari nel punto di emissione



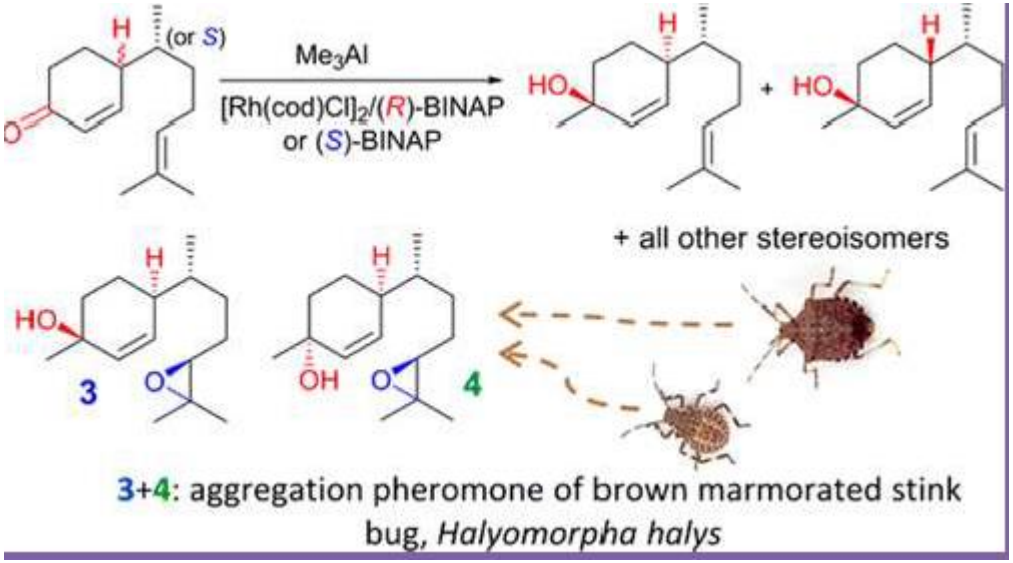
Prodotto dalle femmine

Feromoni di aggregazione:
Linguaggio utilizzato fra gli individui per mantenere un gruppo

Attrae gli esemplari in un'area vicino al punto di emissione

Prodotto dai maschi

Feromone di aggregazione di *H. halys*



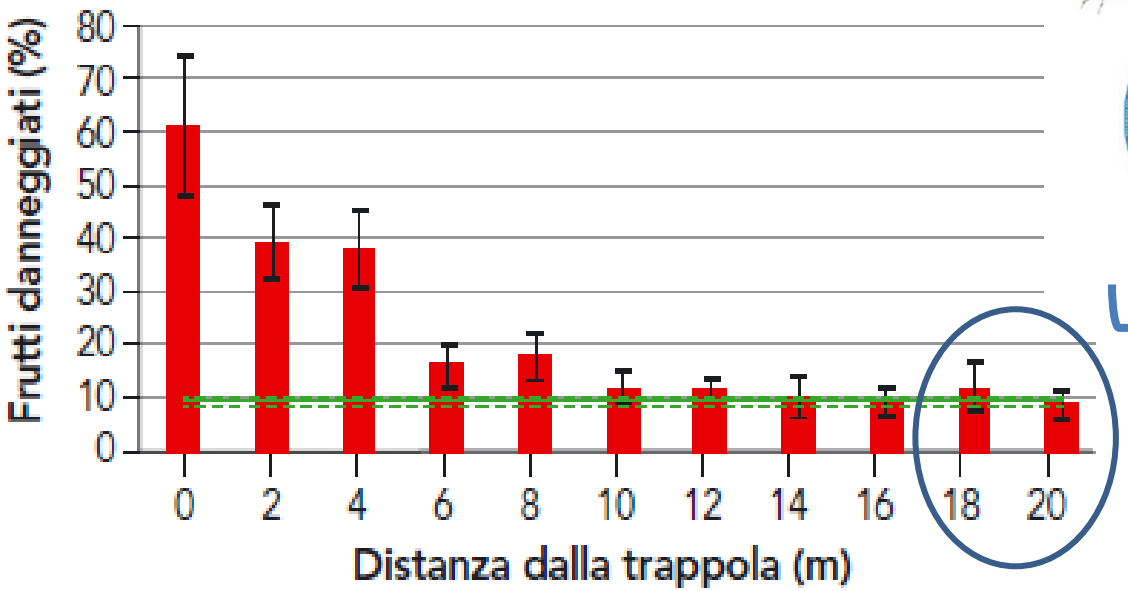
Feromone di aggregazione (maschi) =**MURGANTIOLO + sinergizzante (MDT)** (feromone della cimice *Plautia stali* che ha effetto sinergico se utilizzato assieme al murgantiolo) (Decadenoato+Decatrienoato)

Come fare il monitoraggio con Sticky Trap® Trécé

- Metodo rapido ed efficace per monitoraggio a livello territoriale
- Posizionamento della trappola all'esterno del frutteto!
- Utilizzate con **fini di monitoraggio delle popolazioni e non per cattura massale**

Impatto della trappola sulle colture

GRAFICO 2 - Danno a diverse distanze dalla trappola (2017)



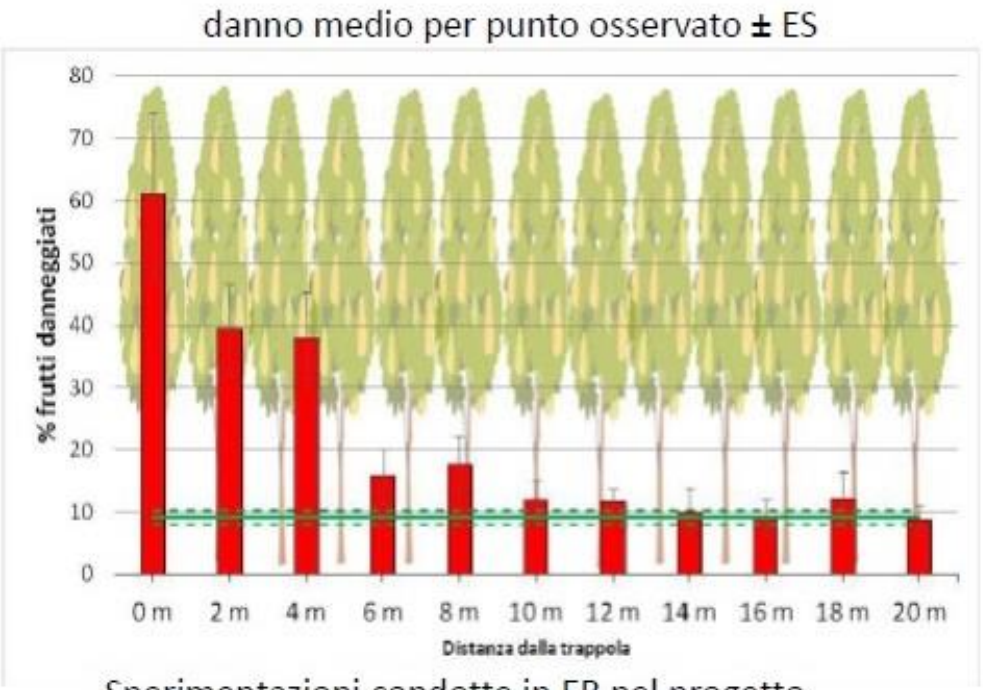
± errore standard, la linea verde rappresenta il danno medio nel frutteto in assenza di trappola e le linee tratteggiate l'errore standard.

I maggiori danni ai frutti si sono verificati in prossimità delle trappole.

18-20 m

Cimice asiatica su pero
L'Informatore Agrario 42/2017

Possibili effetti collaterali delle trappole

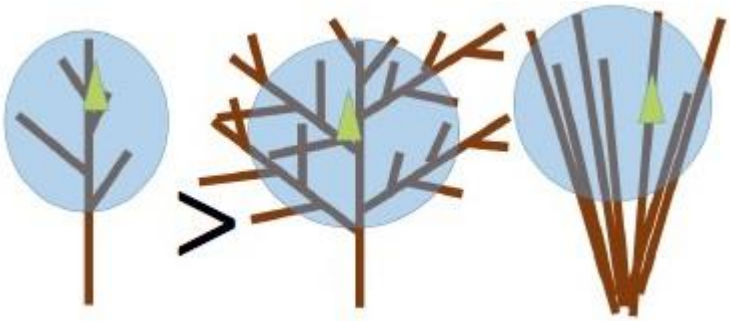


Sperimentazioni condotte in ER nel progetto PSR «HALYS»

Aumento del danno causato da cimice asiatica nell'area limitrofa al punto di installazione (4-6 m dal punto di installazione)

Fattori ambientali che influenzano efficacia trappole

Grado di complessità dell'agroecosistema



Portamento della pianta, piante meno vigorose e frondose e con struttura semplificata sono l'ideale

Specie vegetali presenti

Monitoraggio con Sticky Trap® Trécé

- Installate da terza decade di Marzo a fine Settembre – inizio Ottobre
- Installazione solitamente su una pianta a circa 1,5 m di altezza
- Posizionare le trappole in prossimità di potenziali siti di svernamento (es case, magazzini, cataste di legna…) e piante ospiti (siepi)
- Mantenere una distanza di circa 20-30 m tra le trappole, posizionarle lontano dalle colture
- Controllo settimanale (anche su vegetazione circostante la trappola)
- Prestare attenzione alla sostituzione dei feromoni e dei pannelli adesivi

Osservazioni sull'installazione trappole

- Funzionamento trappola dipende anche su che pianta viene installata (cambiare posizione se non cattura)
- Se trappole posizionata fuori da coltura attenzione ad individuazione tempestiva delle forme giovanili (indicazione per il monitoraggio aziendale)

Tecniche passive:
Cattura massale

- 4 pannelli collati disposti a croce ciascuno di 50-60 cm di larghezza e 100-120 cm di altezza
- In alto viene messo l'attrattivo (feromoni di aggregazione) da sostituire ogni 2-3 mesi
- Alla base disporre un contenitore di dimensioni adeguate (bin con telo di nylon) in cui viene mantenuta costantemente un certo quantitativo di acqua saponata
- Ripristino adesività pannello con colle entomologiche spray

Indicazioni per il corretto impiego dei totem

- Se la base della trappola non è un bin è più agevole sistemarla sopra un bancale in modo da poterla spostare facilmente a seconda delle esigenze
- Va tenuto in conto dove si trova prevalentemente la cimice in quel momento e della direzione principale dei venti (vento da trappola a cimici)
- Posizionamento vicino siti di ricovero sia a fine stagione che a inizio stagione (da metà marzo a metà maggio)
- Durante la stagione va posizionato nei punti di maggior presenza della cimice
- Mantenere comunque una distanza di circa 20 m dalle colture per non indurre infestazioni

Tecniche attive:
Monitoraggio visivo a livello aziendale

Nella selezione dei punti di campionamento prestare attenzione a:

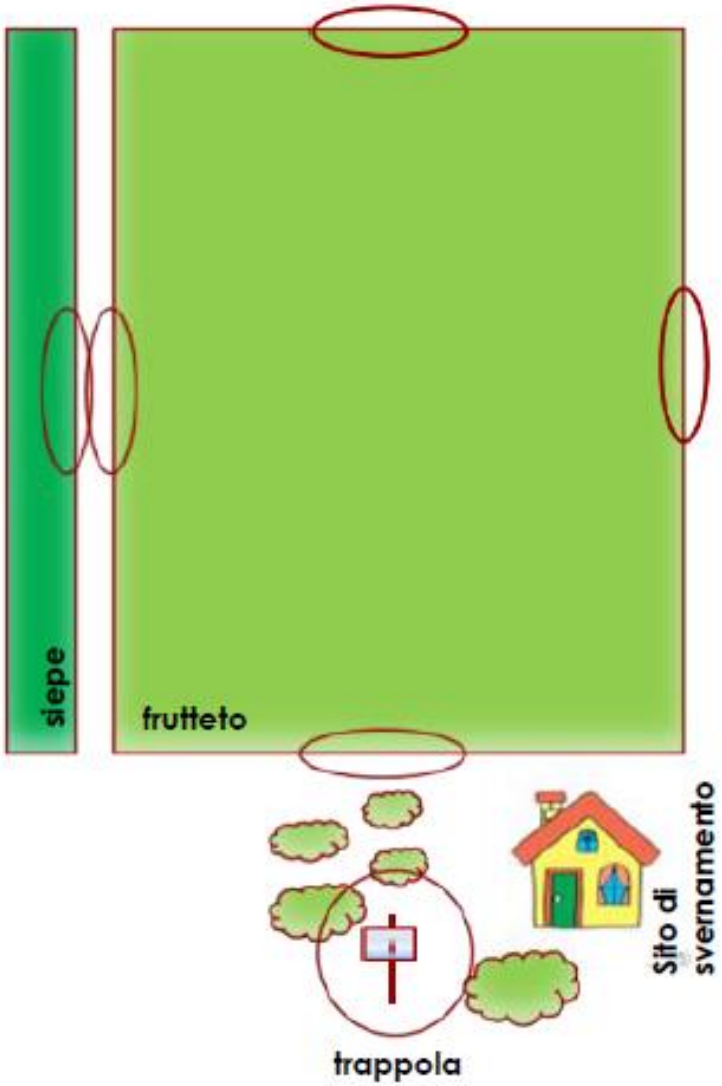
- Siepi e bordure, soprattutto in presenza di frutti
- Bordi degli appezzamenti (almeno 4 m lineari per punto)
- Parte alta della chioma (soprattutto in presenza di frutti)
- Osservare eventuali danni sui frutti

Monitoraggio visivo

- Osservazione delle piante per individuare i diversi stadi di *H. halys*
- Su siepe e parte alta (1,5-2 m) delle piante di bordo frutteto
- Osservare anche le piante in corrispondenza delle trappole
- Eseguirlo durante le ore più fresche della giornata (es. al mattino 2 minuti per punto) in quanto sia stadi giovanili che adulti sono molto mobili e se disturbati tendono a farsi cadere o volare via

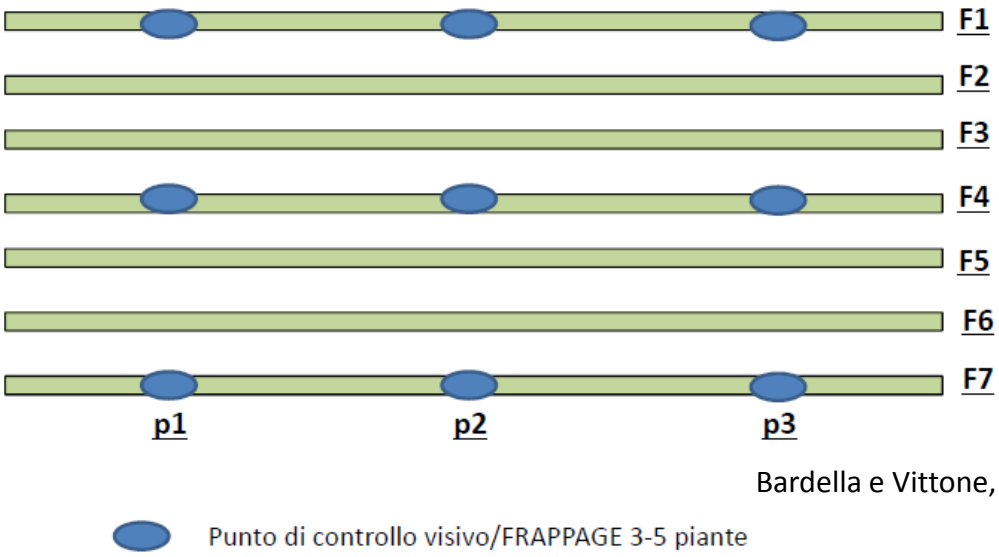
Selezione dei siti di monitoraggio

- Schema generale delle aree da campionare
- Lungo siepi con attenzione alle piante ospiti (es ailanto, pauwlonia, catalpa, sanguinello, nocciolo, acero, robinia) in fioritura o con presenza di frutti
- In frutteto controllare i bordi e seguire l'epoca di maturazione delle diverse varietà



Selezione siti monitoraggio

- Iniziare precocemente dalle file perimetrali del frutteto (bordi e capezzagne)
- Se viene rinvenuta la cimice continuare con il monitoraggio anche all'interno del frutteto

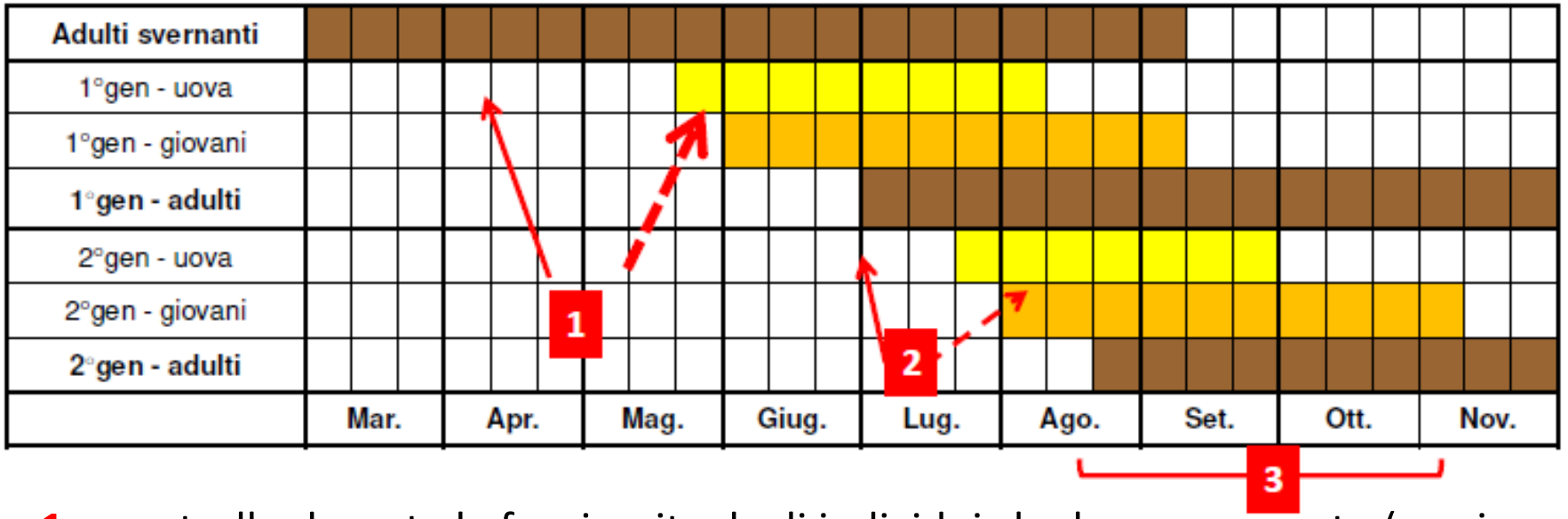


Bardella e Vittone, 2017

Tecniche attive:
Monitoraggio con frappage

- Scuotimento della vegetazione al fine di far cadere gli insetti che possono così essere conteggiati (esperienza!)
- Più scuotimenti per punto di monitoraggio
- Evitare le ore più calde per non rischiare sottostime (a 15-20°C cimice si lascia cadere,
  sopra i 20°C tende a volare via)
- Dati più attendibili di sola cattura con trappole

Momenti chiave per il monitoraggio

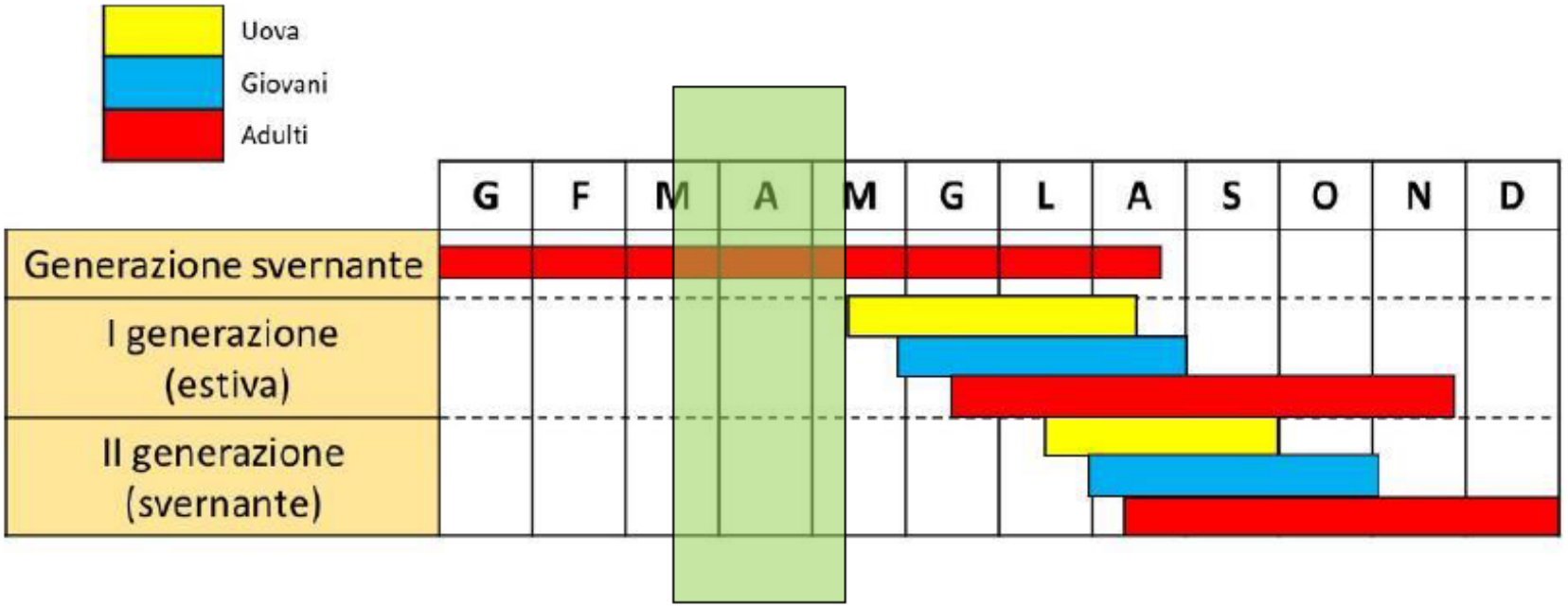


1 – controllo durante la fuoriuscita degli individui che hanno svernato (muri, siepi e alberature, sui frutteti nelle vicinanze delle siepi. Trattamenti finalizzati all'eliminazione di individui svernanti e prime forme giovanili (fine maggio-inizio giugno)

2 – da luglio comparsa di nuovi adulti e infestazioni importanti dall'esterno

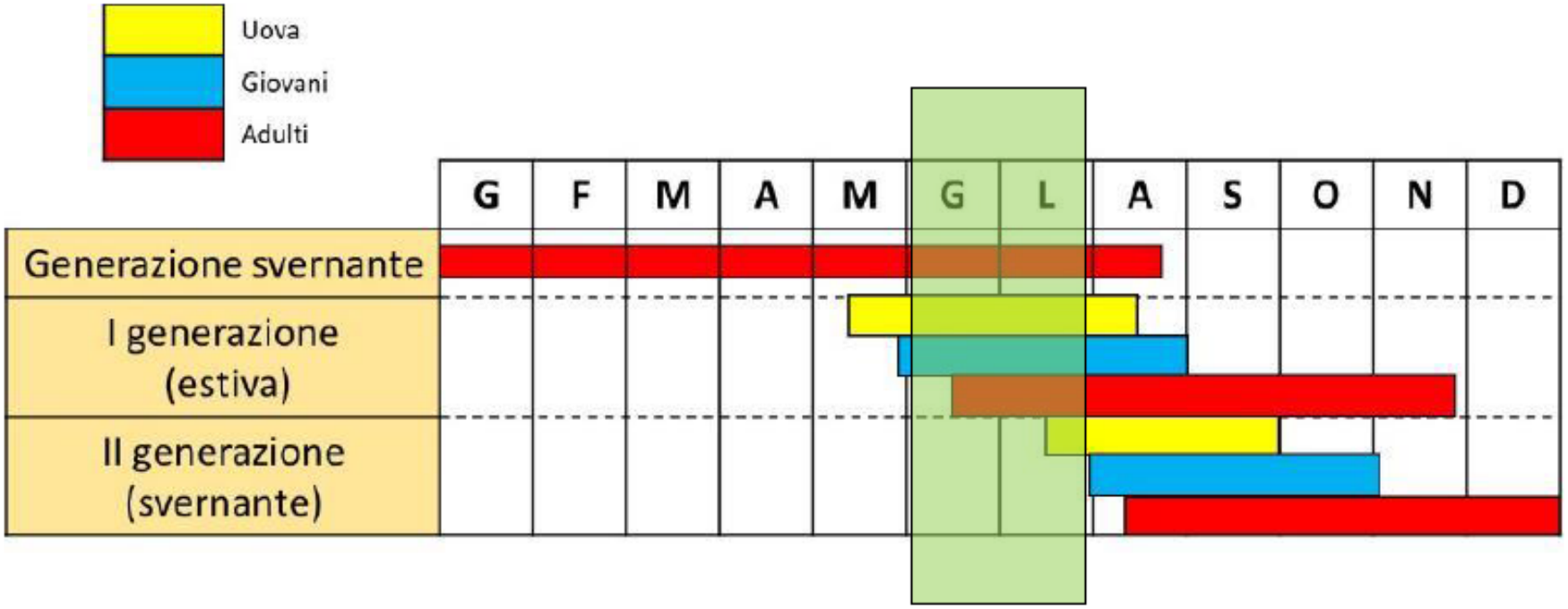
3 – da fine agosto a ottobre comparsa di individui di seconda generazione. La cimice si concentra sulle colture rimaste come es. varietà mele tardive, actinidia, soia

Momenti chiave per il monitoraggio



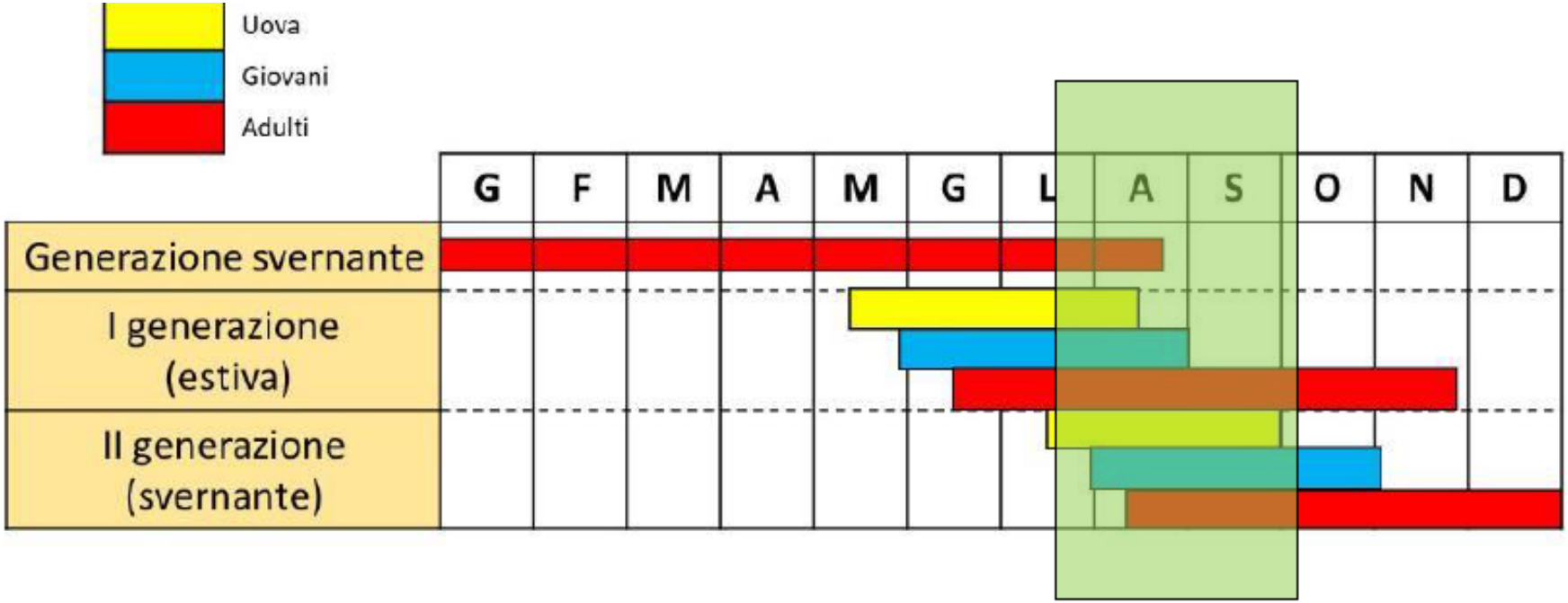
Monitoraggio aziendale per verificare:	• il momento dell'uscita dai ricoveri invernali
	• Il momento in cui la cimice entra nella coltura
	• eventuali interventi per colpire gli adulti svernanti
	• Il momento in cui chiudere le reti

Momenti chiave per il monitoraggio/interventi



INTERVENTI DI CONTROLLO CONTRO:	• **Adulti svernanti**
	• **NEANIDI GENERAZIONE ESTIVA**
	• **Primi adulti generazione estiva**

Momenti chiave per il monitoraggio/interventi



- **Periodo di MAX sovrapposizione delle due generazioni**
- **Ampia disponibilità di alimento**
- **Densità della popolazione sempre più alta**

NECESSITA' DI INTERVENTI CONTRO TUTTI GLI STADI DELLE DUE GENERAZIONI

Pregi/difetti dei metodi di monitoraggio

Tecniche attive

- Difficoltà su piante alte e vigorose
- Influenza delle condizioni ambientali (meteo, ora...)
- Impegno e tempo
- Dati relativi al momento del monitoraggio
- Reale riscontro della presenza in campo

Tecniche passive (trappole)

- Facilità di controllo
- Catture durante l'arco della giornata
- Le catture non rispecchiano sempre la reale presenza dell'insetto in campo

DIFESA

Motivi principali del successo di *H. halys*

- Range di piante ospiti assai elevato (300 piante tra cui coltivate, spontanee, ornamentali)
- Alto tasso riproduttivo (2 gen/anno, media 250 uova/femmina)
- Elevata mobilità di giovani e adulti (voli 1-5 Km/giorno fino a 50; in altezza fino 26 m; ninfe 20 m in 4h)
- Frequente spostamento fra piante ospiti (siepe-frutteto-siepe e fra diverse colture in relazione a fruttificazione e condizioni ambientali)
- Effetto bordura in campi di almeno 2-3 Ha
- Elevata resistenza ai trattamenti e robustezza enzimatica
- Singole misure di lotta inefficaci da sole
- Ancora ad oggi nessun metodo di lotta biologica efficiente
- Facilità di trasporto passivo (es. auto)

D.Lgs 150/2012 (Attuazione della Direttiva 2009/128/CE) – Allegato III

- …
- Gli organismi devono essere monitorati con metodi e strumenti adeguati, ove disponibili (es. osservazioni in campo, bollettini di assistenza tecnica)
- In base ai risultati del monitoraggio l'operatore deve decidere se e quando applicare determinate misure di controllo (valori soglia qualora disponibili)
- Ai metodi chimici devono essere preferiti mezzi biologici sostenibili, mezzi fisici e altri mezzi non chimici se consentono un adeguato controllo degli organismi nocivi
- ….

Approccio integrato alla difesa

Approccio integrato alla difesa

MONITORAGGIO

-Visivo
-Scuotimento (frappage)
-Trappole a feromoni

METODI DI LOTTA

-Lotta chimica (insetticidi)
-Lotta meccanica
-Lotta biologica

Una sola tecnica da sola non basta,
occorre combinare diverse strategie

-Gestione agroecosistema (sfalcio essenze chenopodio, amaranto , erba morella)
-Trappole
-Tecnica Attract&Kill
-Cattura massale
-IPM – Crop perimeter restructuring (gestione del perimetro)
-Reti escludi-insetto

Metodi di difesa contro *H. halys*

- Metodi di difesa chimica: strategie standard
- Metodi di difesa chimica : strategie innovative integrate
  - ✓ Interventi a file alterne
  - ✓ Interventi sui bordi (IPM-CPR)
  - ✓ Attract and Kill
  - ✓ Trap crop (coltura trappola)
- Protezioni fisiche
  - ✓ Reti antigrandine chiuse sul perimetro con rete antinsetto
  - ✓ Reti antinsetto monoblocco
  - ✓ Reti antinsetto monofila (alt carpò)
- Predatori, parassitoidi, patogeni

Metodi di difesa contro *H. halys*

- Metodi di difesa chimica: strategie standard
- Metodi di difesa chimica : strategie innovative integrate
  - ✓ Interventi a file alterne
  - ✓ Interventi sui bordi (IPM-CPR)
  - ✓ Attract and Kill
  - ✓ Trap crop (coltura trappola)
- Protezioni fisiche
  - ✓ Reti antigrandine chiuse sul perimetro con rete antinsetto
  - ✓ Reti antinsetto monoblocco
  - ✓ Reti antinsetto monofila (alt carpò)
- Predatori, parassitoidi, patogeni

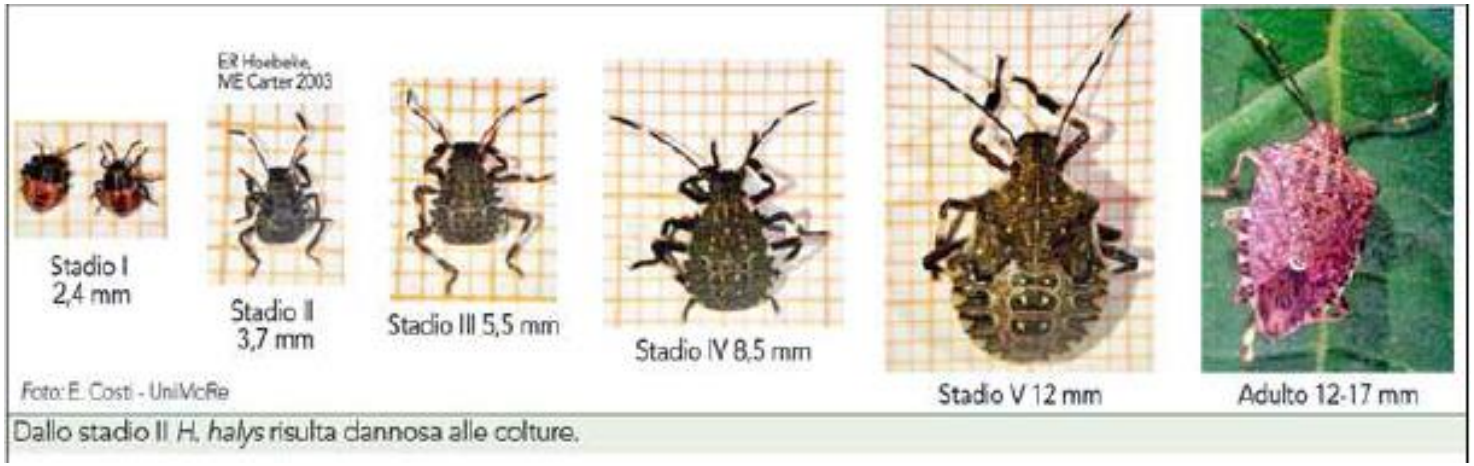
Protezioni fisiche – reti multifunzionali

antigrandine

monoblocco

monofila

Caruso, 2018



Dallo stadio II *H. halys* risulta dannosa alle colture.

Protezioni fisiche – reti multifunzionali antinsetto

Rete antigrandine pre-esistente e reti antinsetto chiuse sul perimetro

Foto ERSA

Protezioni fisiche – reti multifunzionali antinsetto

Reti multifunzionali antinsetto monoblocco

Foto ERSA

Anche adattabile da impianti antigrandine presesistenti con investimenti limitati

https://www.freshplaza.it/article/92982/Reti-anti-insetto-efficacia-e-soluzioni-per-lapertura-delle-testate/

Indicazioni pratiche

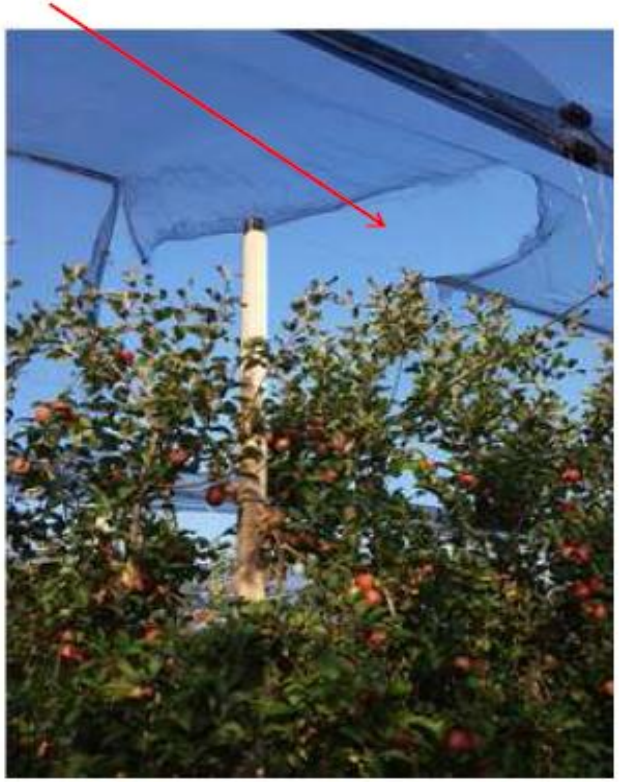


Foto ERSA

Attenzione ai buchi rete e posizionamento placchette!

Protezioni fisiche – reti multifunzionali antinsetto

- Reti multifunzionali <u>monofila</u> (alt carpò)

Foto ERSA

Soluzione più adatta per frutteti su piccole superfici allevati in parete e non in volume con vigoria contenuta per facilitare corretta distribuzione fitosanitari

Indicazioni pratiche

- Gli adulti e ninfe vengono in gran parte intercettati dalle reti antigrandine e antinsetto (meglio se a maglie fitte)
- L'efficacia non è totale (non sono ermetiche)
- Da indicazioni dei produttori e da rilievi eseguiti

Rete monofila
Rete monoblocco
Rete chiusura perimetrale

Indicazioni pratiche

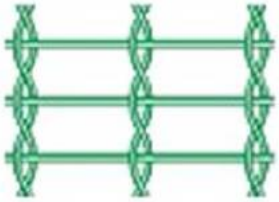
- Necessario continuo monitoraggio del frutteto e integrazione con trattamenti insetticidi qualora la pressione dell'insetto sia elevata (velocità 5Km/h se basso volume)
- Verificare integrità della rete antigrandine soprattutto in prossimità dei pali e chiudere bene le placchette lungo i filari
- **Fondamentale la chiusura nell'immediato post-fioritura e comunque prima di arrivo di *H. halys* nel frutteto**

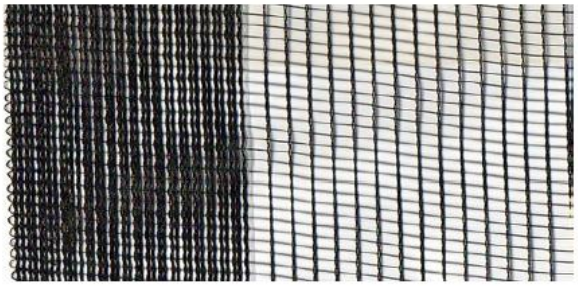
Prove sperimentali – E. Romagna

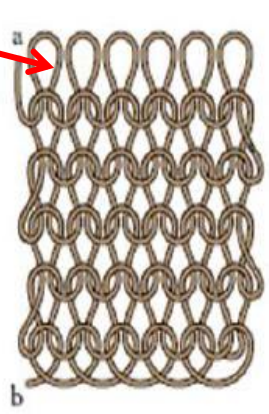
Rete	Modello	Maglia mm
Antigrandine	Giro inglese	7,0x3,0
Alt'Carpo	Giro inglese	4,0x2,5
Alt'Carpo «fitta»	Giro inglese	2,2 x2,2
Antigrandine	Raschel	5,0x1,3

Stadi *H.Halys*

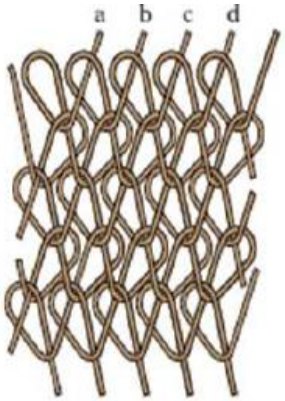
1) II stadio
2) III stadio
3) IV stadio
4) V stadio
5) Adulti







A

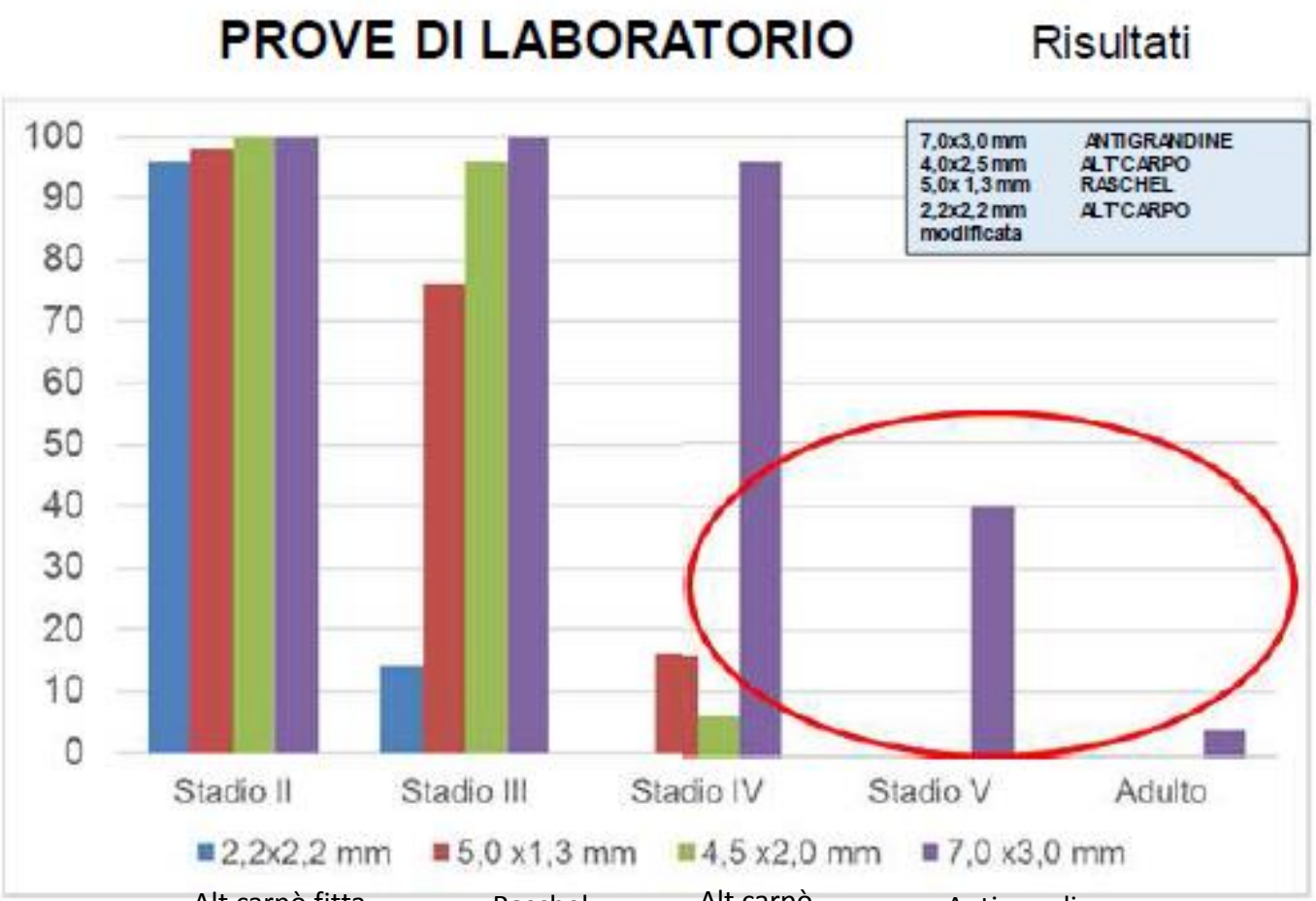


B

C

Caruso, 2018

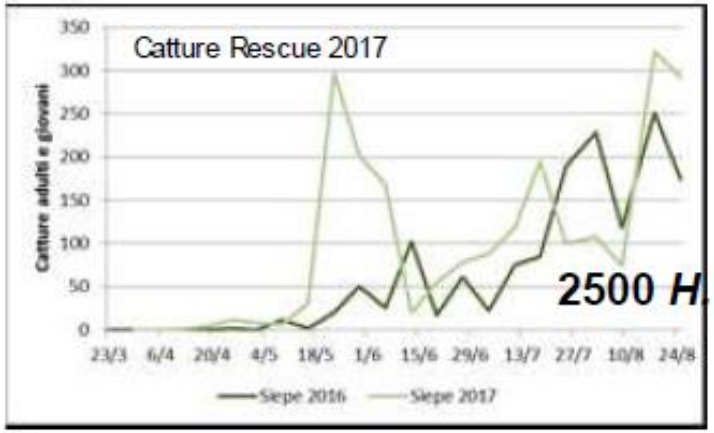
Prove di laboratorio - reti

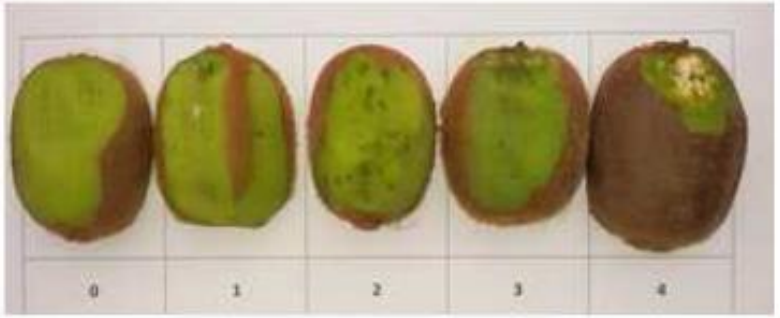


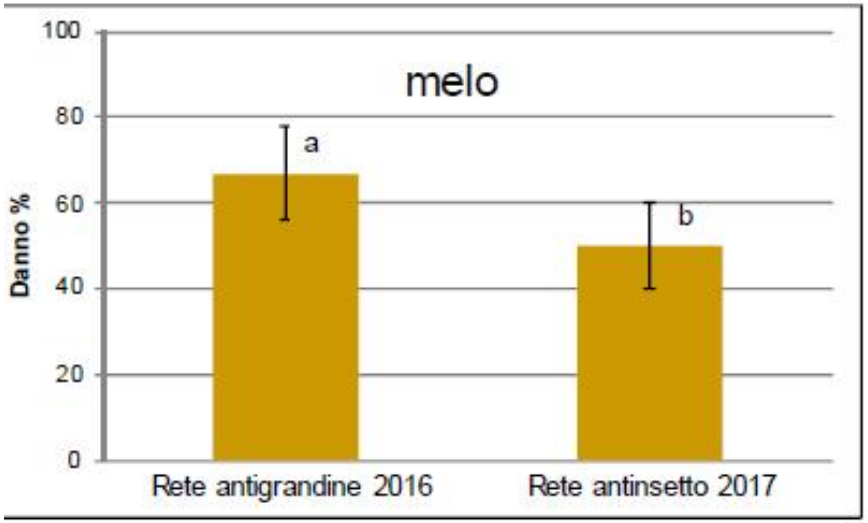
Individui (%) in grado di attraversare i diversi modelli di rete in relazione agli stadi di sviluppo *di H. halys*

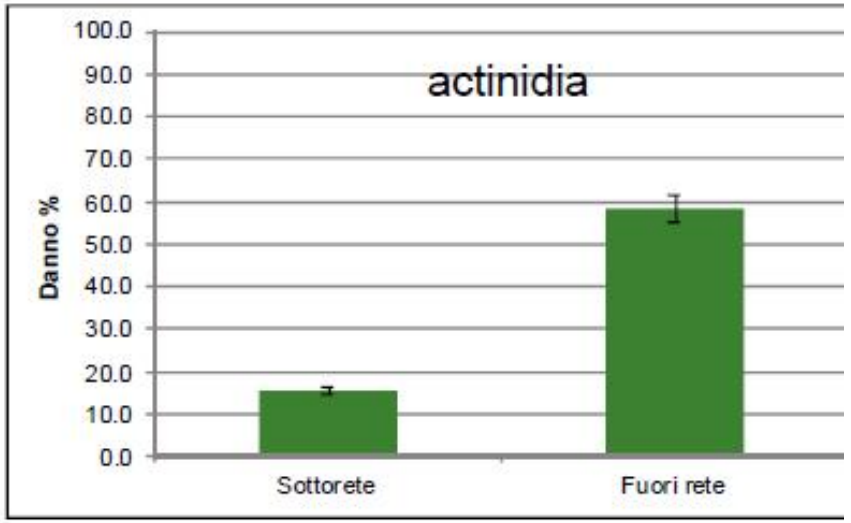
Caruso, 2018

Prove sperimentali - Friuli VG







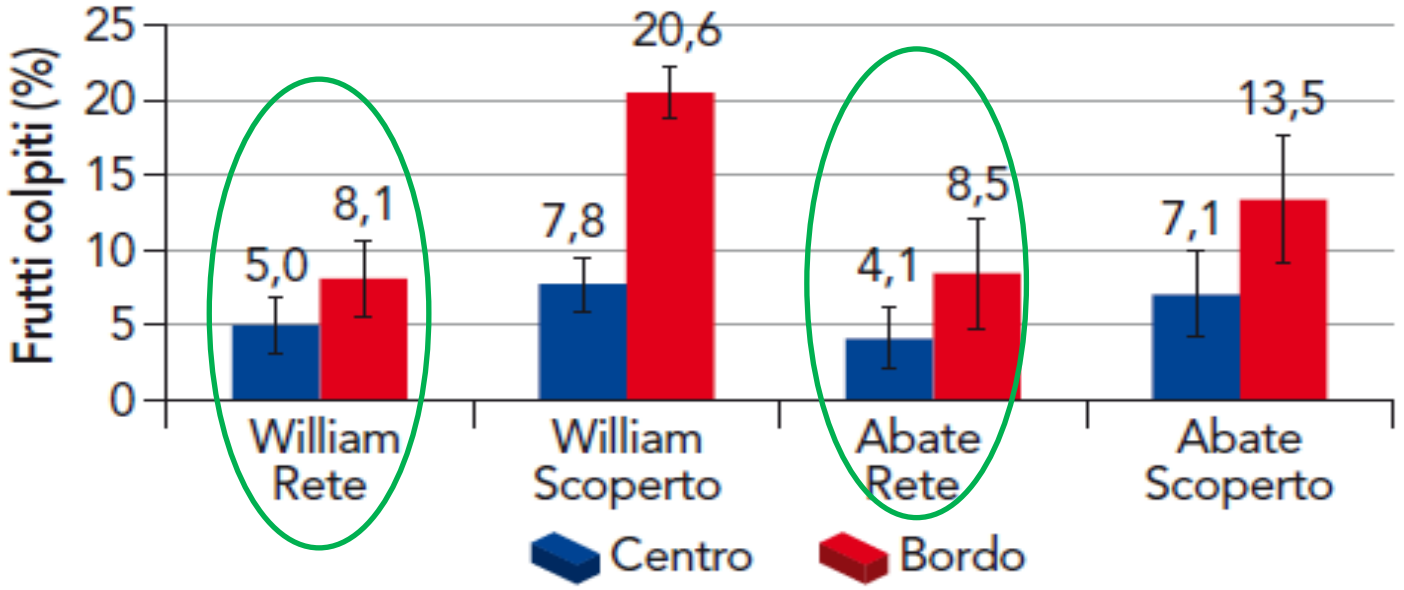


ersa
REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
Agenzia regionale per lo sviluppo rurale

Prove sperimentali – E.Romagna

PERO, antigrandine

GRAFICO 1 - Frutteti con rete antigrandine e scoperti a confronto in pereti dell'Emilia-Romagna (media 2016-2018)



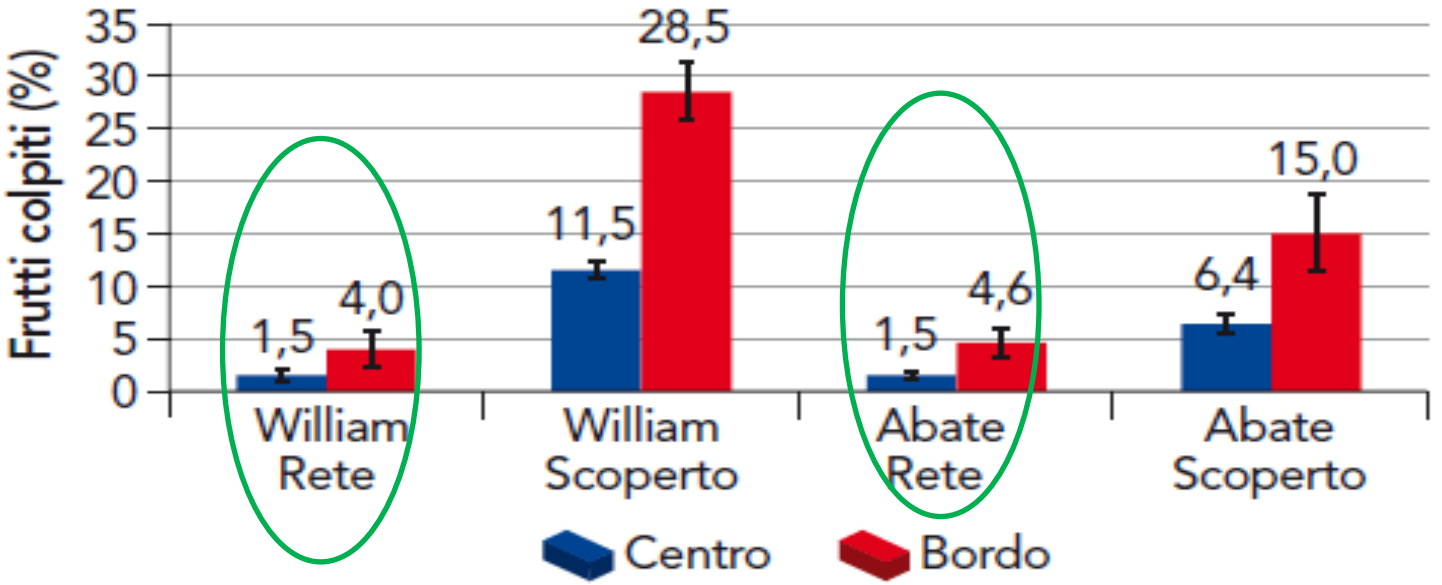
Errore standard (±) del triennio (8 tesi/anno x 3 anni = 24).
Bordo = media frutti colpiti sulle aree perimetrali dei 4 lati del frutteto.

Riduzione media danno centro frutteto: 55%
NO riduzione interventi insetticidi

Prove sperimentali – E.Romagna

PERO, monoblocco

GRAFICO 2 - Frutteti con rete monoblocco e scoperti a confronto in pereti dell'Emilia-Romagna (media 2016-2018)



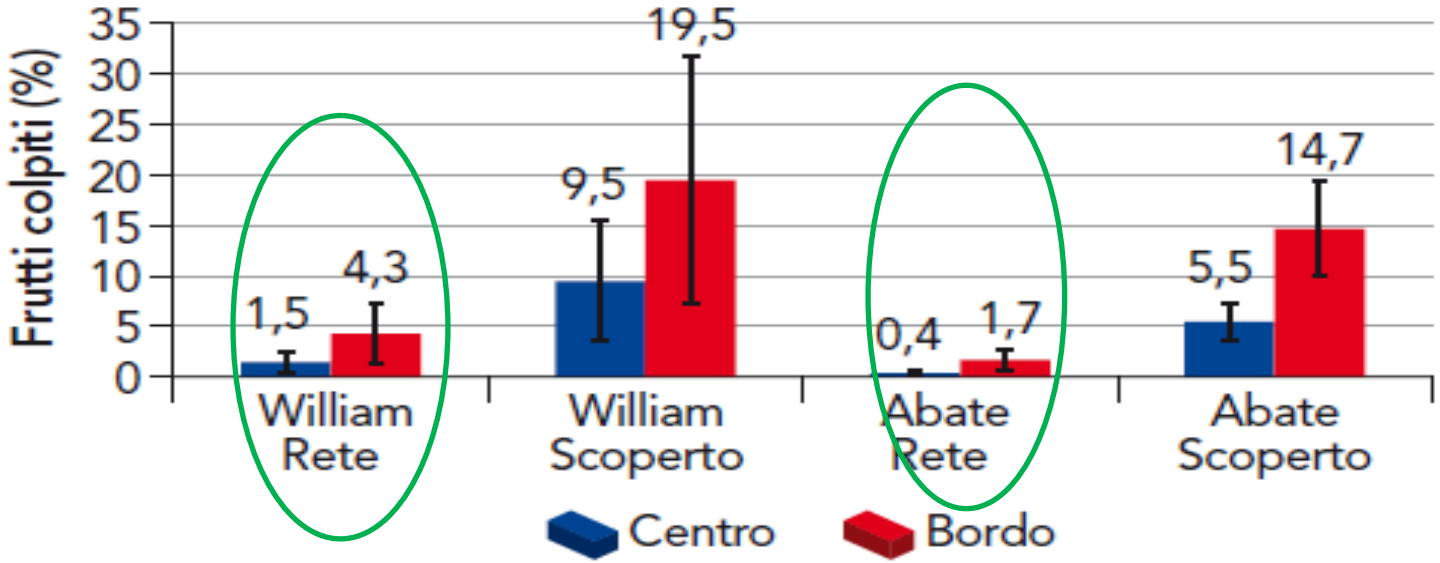
Errore standard (±) del triennio (8 tesi/anno x 3 anni = 24).
Bordo = media frutti colpiti sulle aree perimetrali dei 4 lati del frutteto.

Riduzione media danno centro frutteto: 80%
Riduzione interventi insetticidi 35% (a seconda pressione popolazione)

Prove sperimentali – E.Romagna

PERO, monofila

GRAFICO 3 - Frutteti con rete monofila e scoperti a confronto in pereti dell'Emilia-Romagna (media 2016-2018)



Errore standard (±) del triennio (8 tesi/anno x 3 anni = 24).
Bordo = media frutti colpiti sulle aree perimetrali dei 4 lati del frutteto.

Riduzione media danno centro frutteto: 85%
Aziende BIO NO interventi insetticidi (3 piretro naturale)

Metodi di difesa contro *H. halys*

- Metodi di difesa chimica: strategie standard
- Metodi di difesa chimica : strategie innovative
  - ✓ Interventi a file alterne
  - ✓ Interventi sui bordi
  - ✓ Attract and Kill
- Protezioni fisiche
  - ✓ Reti antigrandine chiuse sul perimetro con rete antinsetto
  - ✓ Reti antinsetto monoblocco
  - ✓ Reti antinsetto monofila (alt carpò)
- Predatori, parassitoidi, patogeni

Limiti impiego della **difesa chimica**

- Aumento del n° interventi insetticidi
- Rischio aumento altri problemi (es ragnetto rosso, psilla) causa utilizzo piretroidi e molecole ampio spettro + fitotossicità
- Rischio aumento resistenze
- Assenza o quasi di molecole in biologico

Problemi legati alla difesa chimica

- Poche sostanze utilizzabili hanno attività di contatto (abbattenti) e scarsa persistenza (minima efficacia di tipo residuale)→reinfestazioni già dopo 2-3 giorni (> efficacia contro forme giovanili)
- Trattamenti **preventivi** prima comparsa cimice sono INUTILI e possono causare danni agli insetti utili
- Trattamenti di fine stagione di tipo **estintivo** sono INUTILI
- Utilizzo esclusivo delle sostanze chimiche non efficace da solo a causa biologia/etologia dell'insetto
- Impostazione difesa su base aziendale (es. conduzione, contesto paesaggistico, vigoria piante, specie e varietà)

Indicazioni

- E’ necessario intervenire alla prima comparsa delle cimici nei frutteti→ monitoraggio!
- Le cimici della generazione svernante sono più sensibili ai trattamenti di quelle della generazione estiva
- Contenimento delle popolazioni nella fase di colonizzazione possono evitare la presenza di elevata popolazioni in prossimità della raccolta

Research Article SCI

Received: 23 May 2013 Revised: 6 September 2013 Accepted article published: 12 September 2013 Published online in Wiley Online Library: 1 November 2013

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.3653

Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards

Tracy C. Leskey,* Brent D. Short and Doo-Hyung Lee

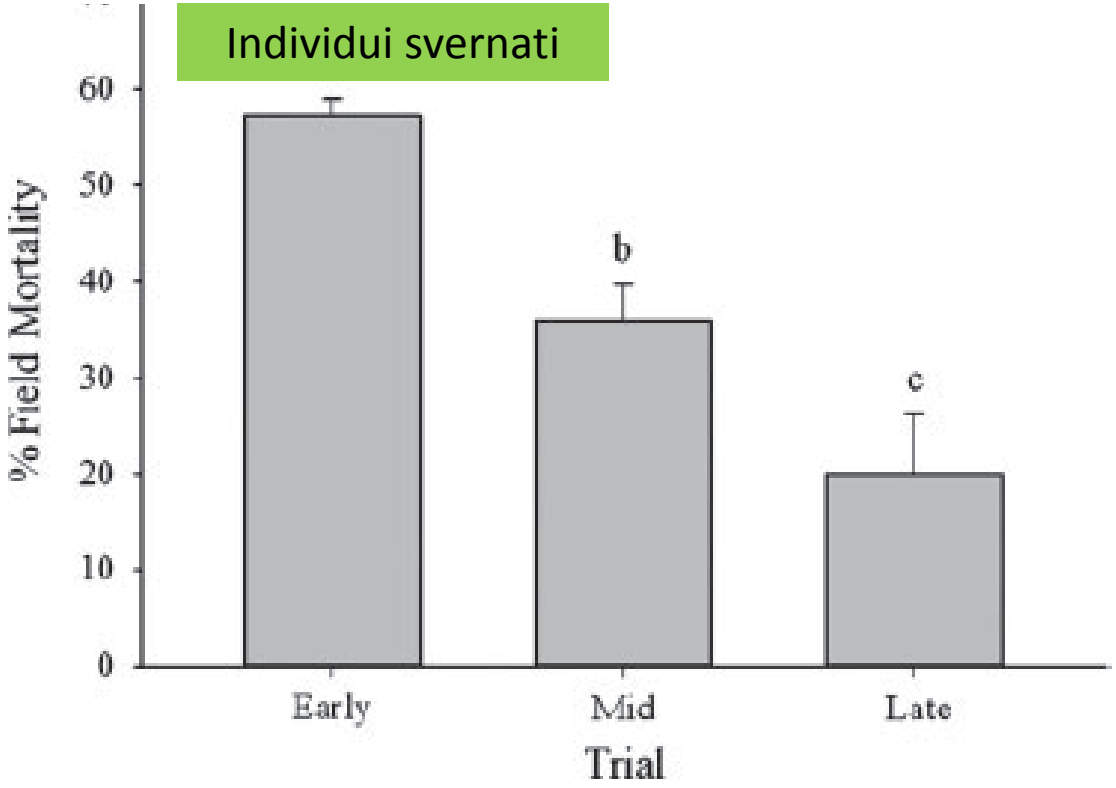


Figure 3. Mean field mortality rates (± SE) of *Halyomorpha halys* by insecticides that yielded 100% mortality rate in a laboratory bioassay[9] across field trials tested in this study. Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

Mortalità di campo per insetticidi che danno 100% mortalità in laboratorio

Efficacia trattamenti

- Nessuna molecola disponibile possiede attività ovicida
- Gli stadi giovanili sono i più sensibili ai trattamenti anche con sostanze naturali
- Gli adulti hanno minore sensibilità agli interventi insetticidi (eccetto generazione svernante) e una parziale capacità di recupero in seguito al trattamento

Valutazione del rischio

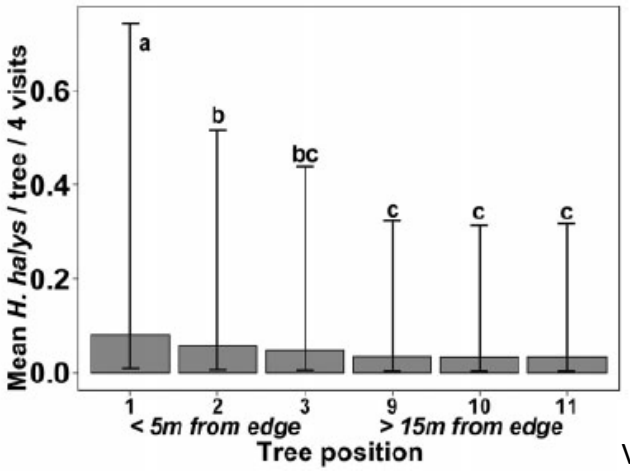
- Zone di svernamento e rifugio (edifici, siepi confinanti il frutteto)
- Punti di infestazione (vicinanza corsi acqua, colture erbacee vicine)
- Vigoria delle piante
- Presenza reti antigrandine/antinsetto

Aspetti che favoriscono infestazioni

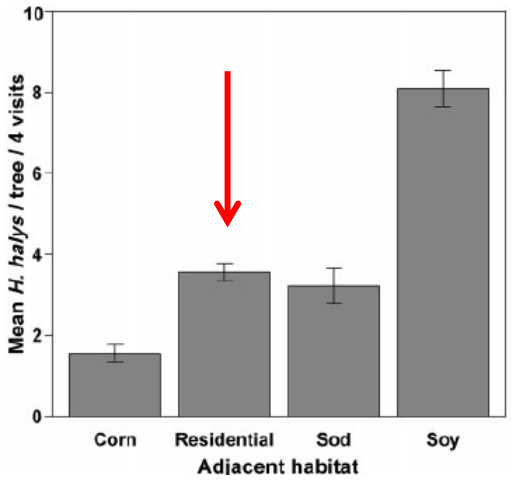
Aree rifugio

Vicinanza di siti di svernamento

Caruso, 2017



Venugopal et al 2015

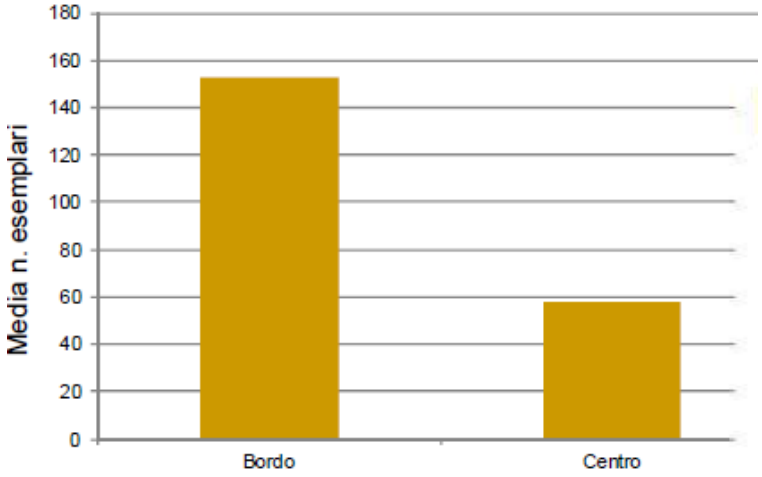


Aspetti che favoriscono infestazioni

Presenza reti

Vigoria delle piante
> ombreggiamento

Colture erbacee vicine
(es. soia)



Monitoraggio presenza *H. halys* in 3 minuti di osservazione su bordo (circa 100 m²) e centro (circa 30 m dal bordo)

Dati ERSA, Serv. Fitosanitario FVG, 2018

Attenzione agli individui che svernano in frutteto e alle fonti di infestazione dall'esterno!

Importati le applicazioni tempestive post-fiorali ed un costante monitoraggio per valutare posizionamento eventuali trattamenti integrativi !!

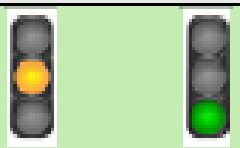
Soglie e momenti di intervento

- Al momento non esistono livelli soglia per la programmazione degli interventi
- Sono comunque in fase di studio:

  – Es. Piemonte su nocciolo→ 2 adulti/pianta
  – USA su melo→10 adulti o 5 giovani/trappola

IN GENERE SI INTERVIENE CON IL CONTROLLO ALLA COMPARSA DEI PRIMI ADULTI NELLA COLTURA

Efficacia prodotti

FAMIGLIE	ATTIVITA' SU HALYOMORPHA HALYS
PIRETROIDI	
NEONICOTINOIDI	
FOSFORGANICI	
PRODOTTI BIOLOGICI	

Efficacia sostanze attive

+++	% efficacia > 80
++	50 < % efficacia < 80
+	% efficacia < 50

Su melo

	Sostanza attiva	N. max interventi	Intervallo di sicurezza	Attività su adulti	Attività su giovani	
fosforganici	~~Clorpirifos etile~~	~~1~~	~~90~~	~~++~~	~~++~~	revocato
	~~Clorpirifos metile~~	~~1-2~~	~~21~~	~~+++~~	~~+++~~	revocato
	~~Fosmet~~	~~2~~	~~28~~	~~+~~	~~++~~	revocato
piretroidi	Etofenprox	3	7	++	++	
	Deltametrina	3	7	++	+++	
	Lambda-cialotrina	2	7	++	+++	
	~~Beta-ciflutrin~~	~~2~~	~~7~~	~~++~~	~~++~~	Revocato termine impiego 20/7/21
	Tau-fluvalinate	2	30	+	+++	
Neo-niticonoidi	~~Acetamiprid~~	~~2~~	~~14~~	~~+++~~	~~+++~~	revocato
	~~Thiacloprid~~	~~2~~	~~14~~	~~+~~	~~+++~~	revocato
	Piretrina		2	-	+++	
ossidiazine	~~Indoxacarb~~	~~4~~	~~7~~	~~+~~	~~+++~~	revocato
	Spinosad	3	7	-	+	

Efficacia s.a. utilizzabili in bio

Sostanza attiva	Agricoltura Biologica	Intervallo di sicurezza	Attività su adulti	Attività su giovani
Olio essenziale di arancio dolce		3	-	+++
Sali potassici degli acidi grassi		3	n.d.	# ++++
Azadiractina		3	n.d.	# ++++
Spinosad		7	+	++
Piretrine ##		2	+	++++

dati ottenuti solo da prove di laboratorio
saggiato in laboratorio, le N1 sgusciate dalle ovature trattate hanno una mortalità prossima al 100%

++++	efficacia elevata 60-90%
+++	efficacia medio-buona 30-60%
++	efficacia moderata 10-30%
+	efficacia scarsa <10%

Fonte: Astra, 2017

Prodotti/mezzi utilizzabili in agricoltura biologica

- **Sapone di marsiglia**: da valutare dosi, fitotossicità (trattamenti serali). Può avere efficacia diretta per annegamento delle cimici se sufficientemente bagnate
- **Polveri di roccia** con effetto repellente: **Caolino, Zeolite**, utili in strategia integrata ma con alte pressioni insetto sono insufficienti
- **Polisolfuro di calcio, Zolfo**
- Totem per cattura massale

Uso di prodotti antimicrobici

- Fertilizzanti fogliari a base microelementi, tra cui rame, che hanno azione antibatterica
- Obiettivo eliminazione batteri simbionti intestinali della cimice, che la femmina lascia all'esterno dell'ovatura
- Le cimici neonate assumono questi batteri che sono essenziali per il funzionamento del loro intestino
- Prove con DENTAMET concime a base rame, zinco e acido citrico (acido citrico NON ammesso in agricoltura bio)
- Prodotto efficace se distribuito sulle ovature, prima della loro schiusa
- Oltre che su nocciolo (Piemonte) prove effettuate su noce (Veneto)

Fattori che possono influire sull'efficacia difesa chimica

- Fase di sviluppo del parassita: cimici svernanti e forme giovanili più sensibili ai trattamenti
- Momento dell'intervento: meglio trattamento con T< 20°C perché insetto meno mobile
- Aggiunta di bagnanti: oli minerali o vegetali o di bagnanti prolunga il contatto della s.a. con l'insetto e ne incrementa l'efficacia
- Volume di irrorazione: quantitativi adeguati di acqua aumentano possibilità di colpire direttamente gli insetti con la miscela insetticida favorendo azione dei p.a. che hanno esclusivamente attività di contatto

Approfondimenti

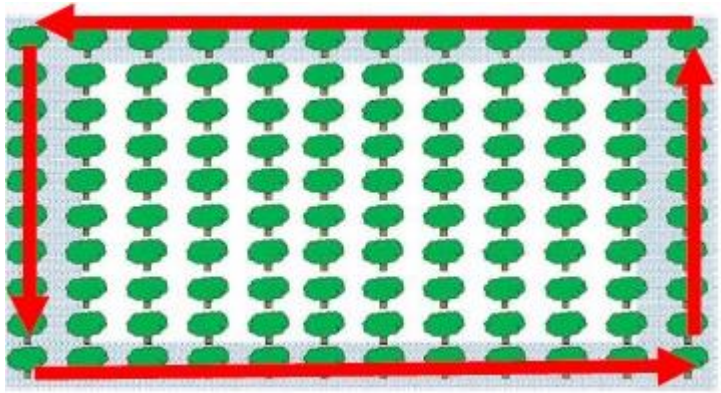
https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/u.o.-fitosanitario

Metodi di difesa contro *H. halys*

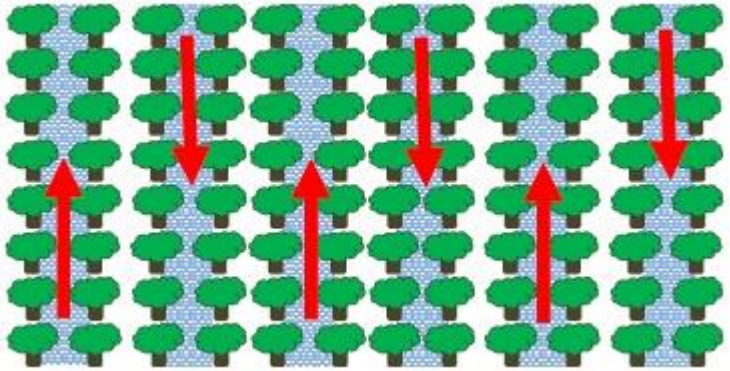
- Metodi di difesa chimica: strategie standard
- Metodi di difesa chimica : strategie innovative
  - ✓ Interventi a file alterne
  - ✓ Interventi sui bordi
  - ✓ Attract and Kill
- Protezioni fisiche
  - ✓ Reti antigrandine chiuse sul perimetro con rete antinsetto
  - ✓ Reti antinsetto monoblocco
  - ✓ Reti antinsetto monofila (alt carpò)
- Predatori, parassitoidi, patogeni

Strategie di lotta ecosostenibile

- Corretta gestione delle vie d'ingresso della cimice in frutteto: se i controlli (monitoraggio) indicano presenza della cimice solo nella parte perimetrale del frutteto intervenire subito sui bordi ed effettuare dopo qualche giorno il monitoraggio anche delle file più interne

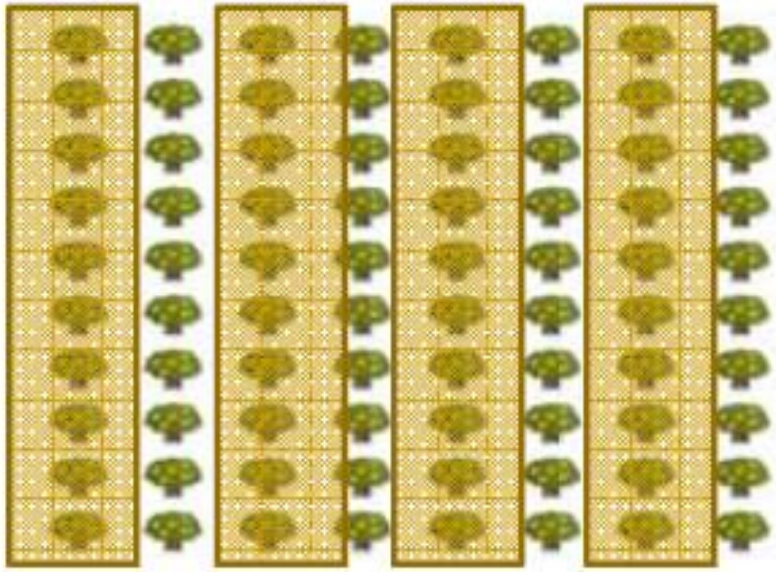


- Se invece il monitoraggio rivela già presenza di cimice anche all'interno effettuare un primo intervento su tutto l'appezzamento ma alternando le file (parte alta se inizio stagione)



1) Interventi a file alterne

- Basata su esperienze in frutteti in USA per cercare di prolungare effetto trattamento insetticida durante la stagione



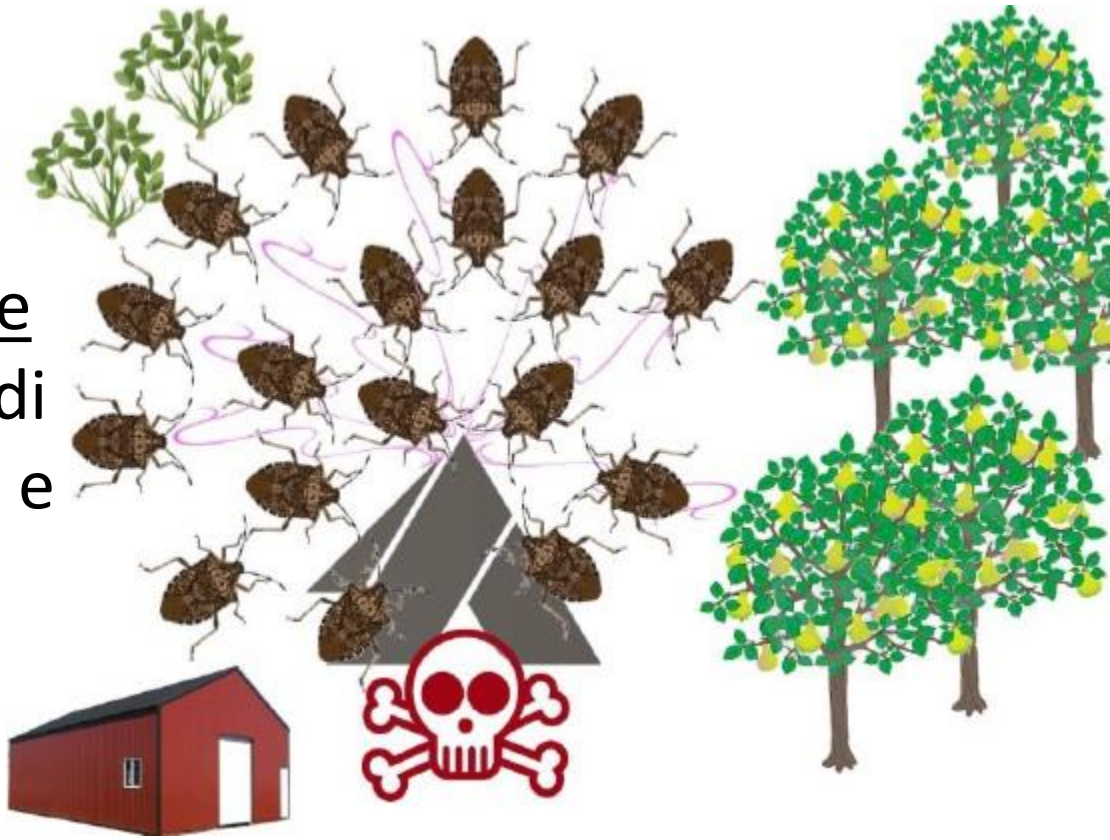
Trattamenti mirati!

- **Solo parte alta a file alterne**
- Soluzione valida a inizio stagione, da metà aprile a metà maggio, finalizzata ad eliminare le cimici nella fase di colonizzazione del frutteto
- Cimici facilmente individuabili sopra rete antigrandine e in ogni caso tendono a colonizzare parte alta
- Questa soluzione permette di intervenire anche con prodotti poco selettivi (piretroidi) e con **dose**/Ha **pari a 1/3-1/4 della dose di etichetta** (da intendersi che il prodotto viene utilizzato alla dose di etichetta ma viene utilizzata una quantità di prodotto inferiore, pari a circa 1/3-1/4 di quella che andrebbe utilizzata per trattare tutto l'appezzamento)

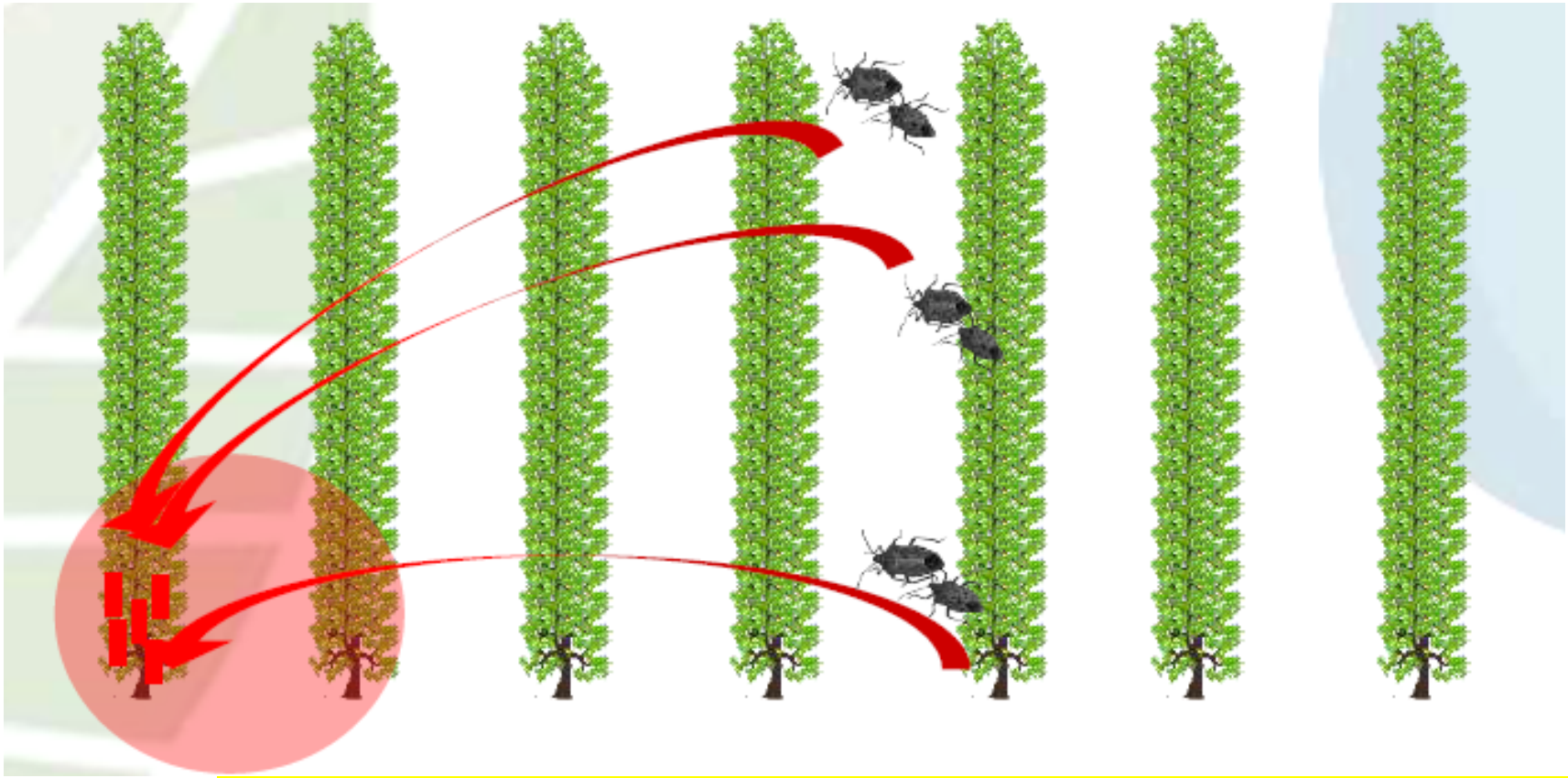
2) Attract & Kill

- Attrarre e concentrare la popolazione , eliminarla con trattamenti localizzati già dalle prime fasi (adulti svernanti)
- Interventi chimici localizzati nei punti di attrazione
- Con piante trappola
- Con totem e rete insetticida
- Con colture trappola

- Combinazione di attrattivo e sostanza/sistema insetticida
- Riduzione o eliminazione del contatto tra insetticidi e colture, organismi utili e ambiente
- Non impiegata come tecnica a sé stante, ma può integrarsi e coadiuvare altri metodi di gestione



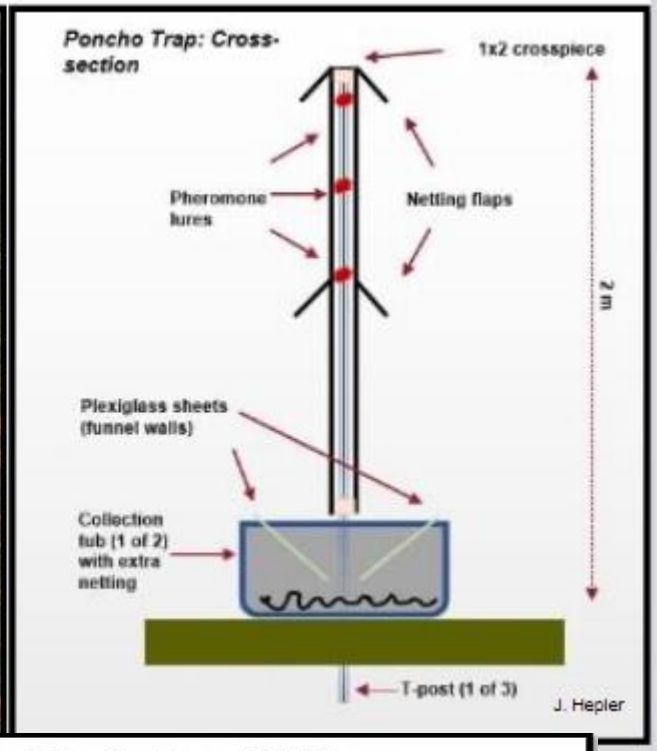
➢ Trattamenti su Trap trees – piante trappola (ancora sperimentale)

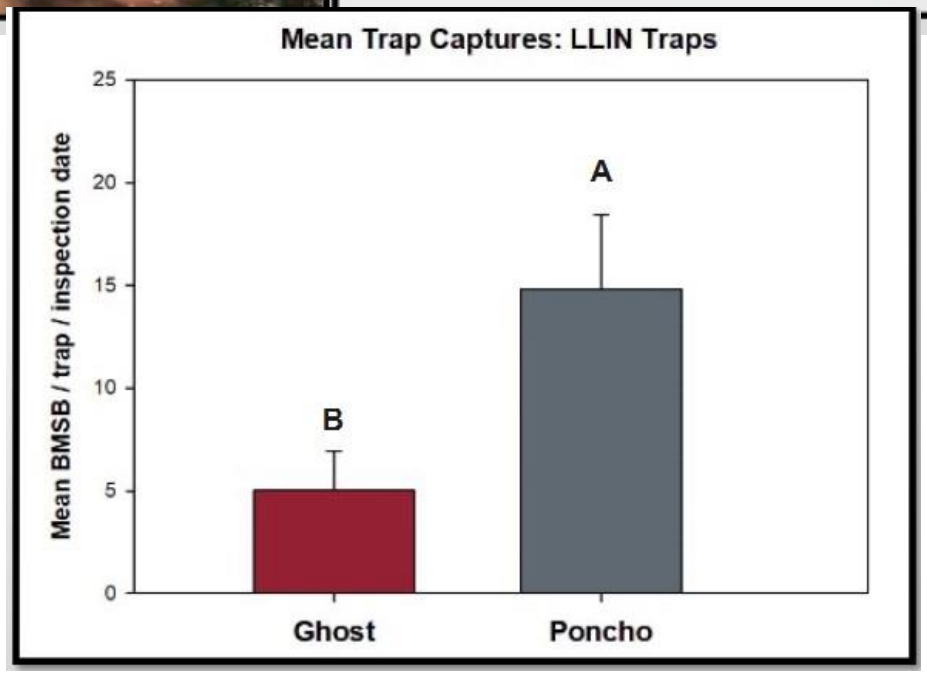


Aumento del danno su piante trappola e quelle limitrofe!

➢ Attract & Kill con totem

Barriere con totem (rete insetticida + feromoni di aggregazione)

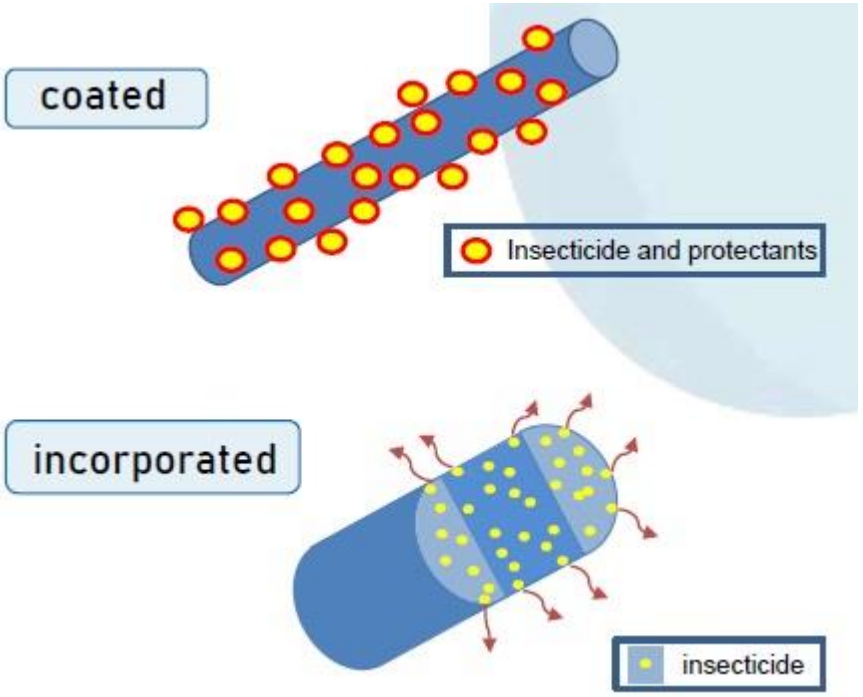




StopBMSB, Hepler and Beers, 2021

Reti LLIN (Long Lasting Insecticide Net)

Rete antinsetto + insetticida (piretroide)



Prova interregionale Totem AK

Risultati

Insetti morti sulla rete

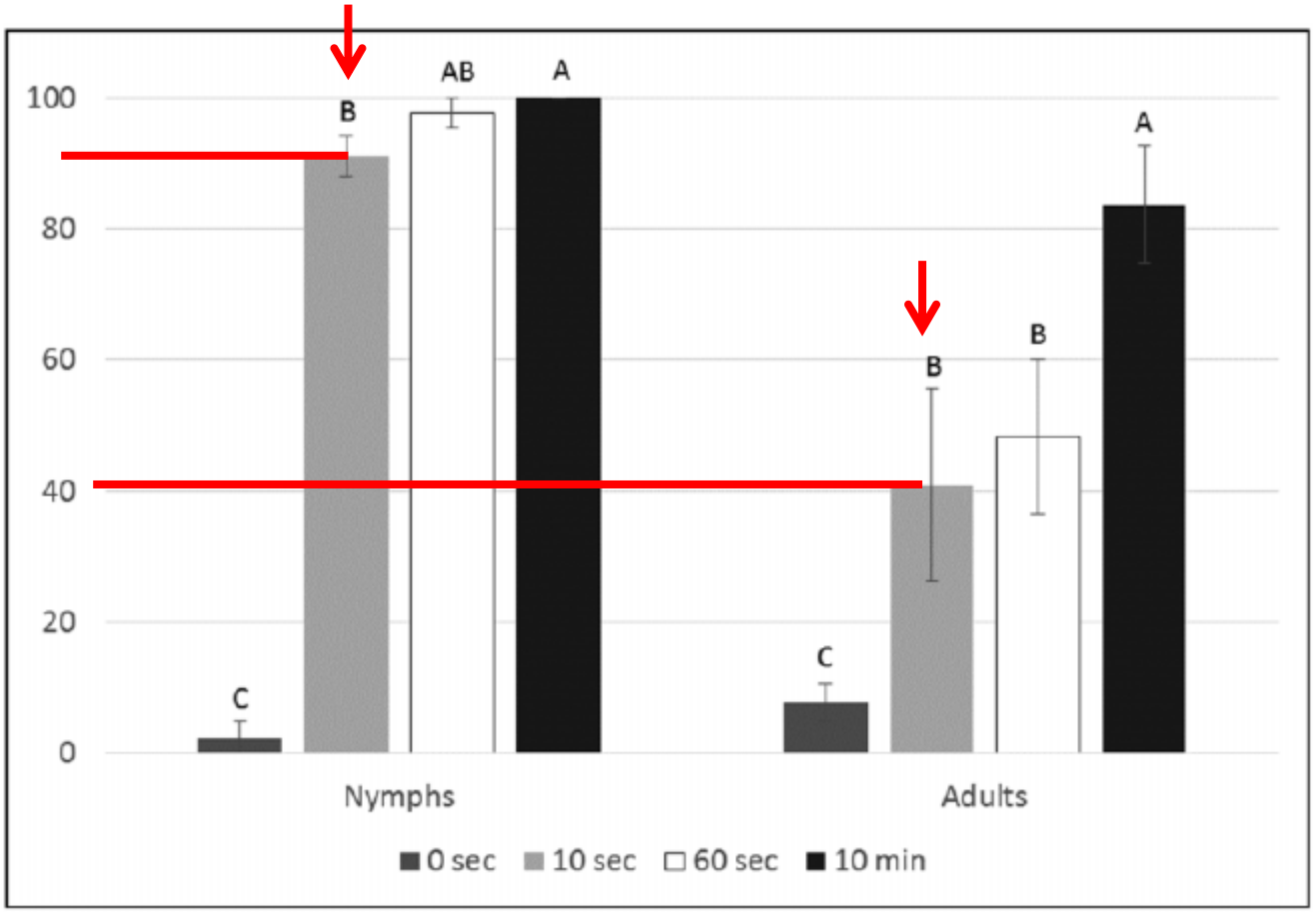
Insetti morti anche ad una certa distanza dalla trappola

Journal of Economic Entomology, 2017, 1–3
doi: 10.1093/jee/tow321
Research article

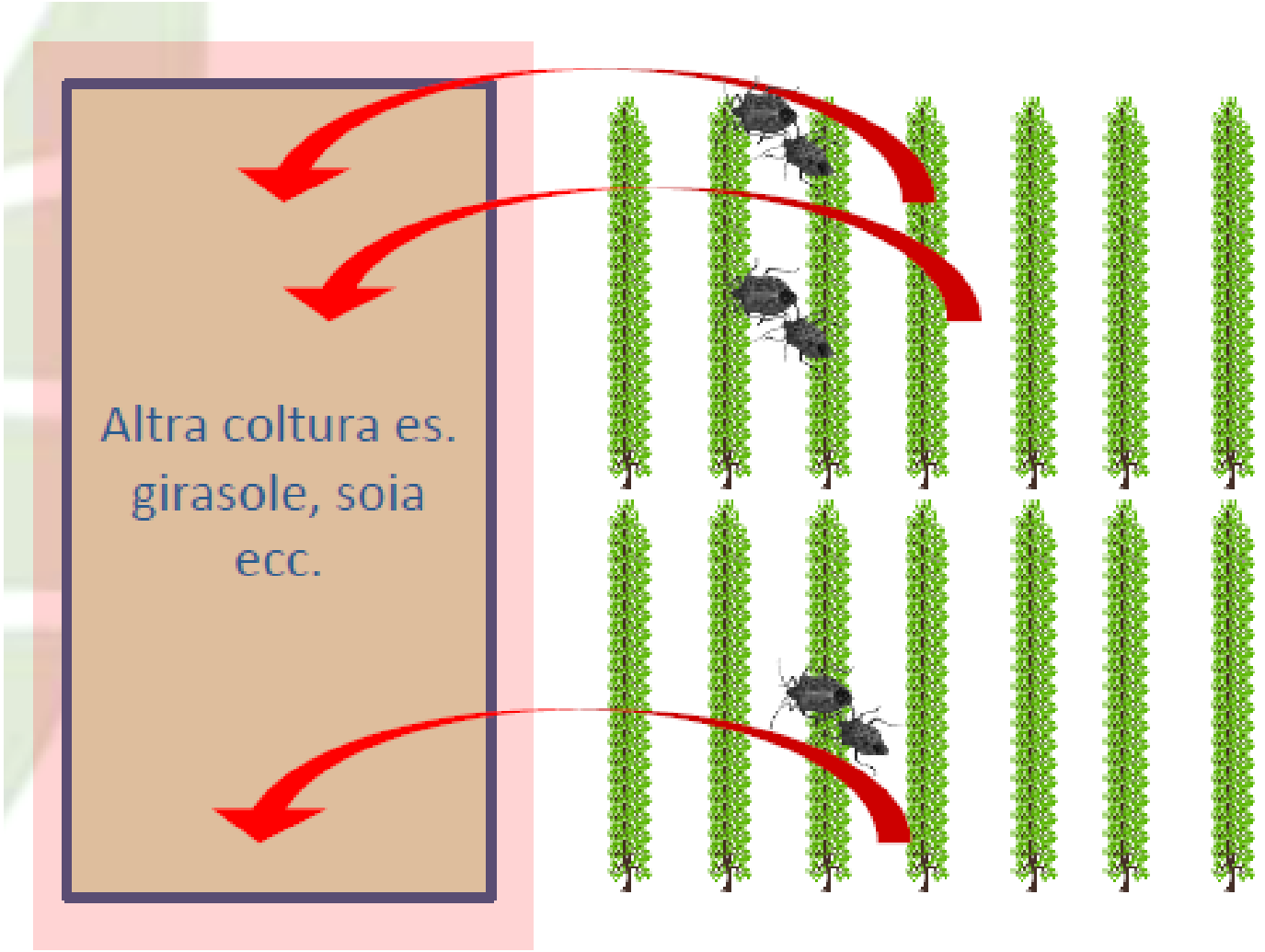
Deltamethrin-Incorporated Nets as an Integrated Pest Management Tool for the Invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae)

T. P. Kuhar,[1,2] B. D. Short,[3] G. Krawczyk,[4] and T. C. Leskey[3]

% mortalità



➢ Trap crop (colture trappola)



Trap crop (colture trappola)

Attrarre e concentrare la popolazione , eliminarla con trattamenti localizzati

Environmental Entomology, 2016, 1–7
doi: 10.1093/ee/nvw006
Research article

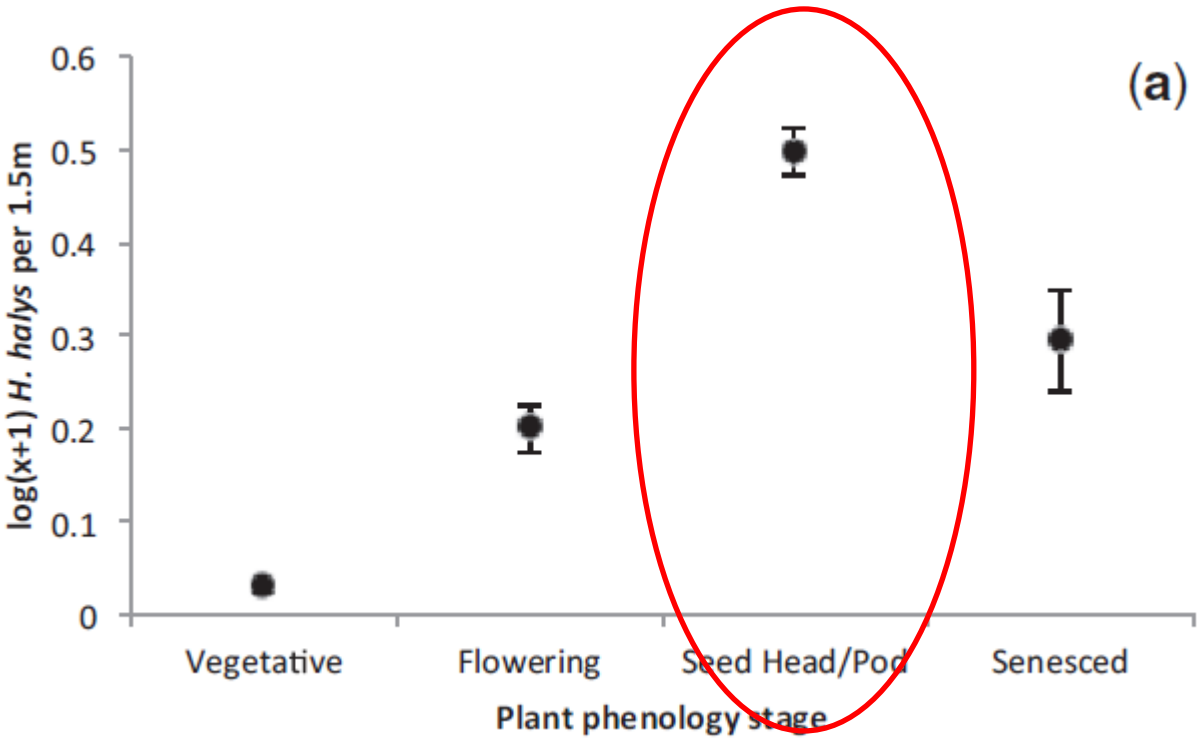
Pest Management

Identifying a Potential Trap Crop for a Novel Insect Pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in Organic Farms

Anne L. Nielsen,[1,2] Galen Dively,[3] John M. Pote,[1] Gladis Zinati,[4] and Clarissa Mathews[5]

Sorgo>girasole>okra

- Attirano da metà luglio a metà settembre
- Forniscono polline e nettare per insetti utili



Sperimentazioni in Italia su trap crop (piante trappola)

Piante trappola a <u>maturazione precoce</u>

Favino: efficace fino alla raccolta a metà luglio

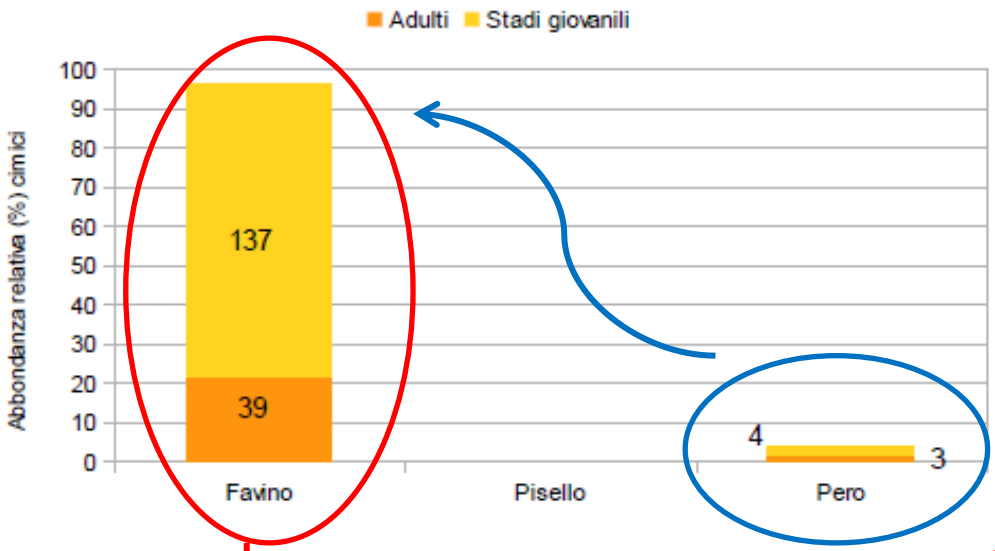
1) Cfr. favino vs. pisello
2) Cfr. fagiolino e soia
3) Cfr. due varietà favino

Piante trappola a <u>maturazione tardiva</u>

Soia: efficace da agosto a settembre

Tassini, 2019

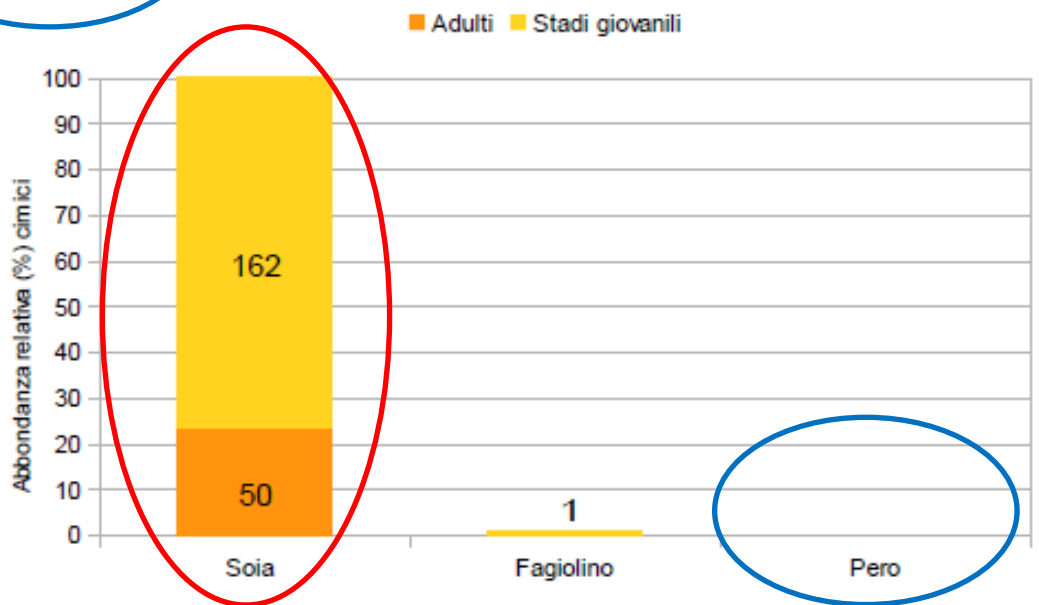
Risultati



Favino e soia le più attrattive

A mano a mano che maturano i semi nei bacelli delle leguminose le cimici si spostano verso la coltura trappola (attira e trattiene)

Rinvenimento cimici in tutti gli stadi di sviluppo

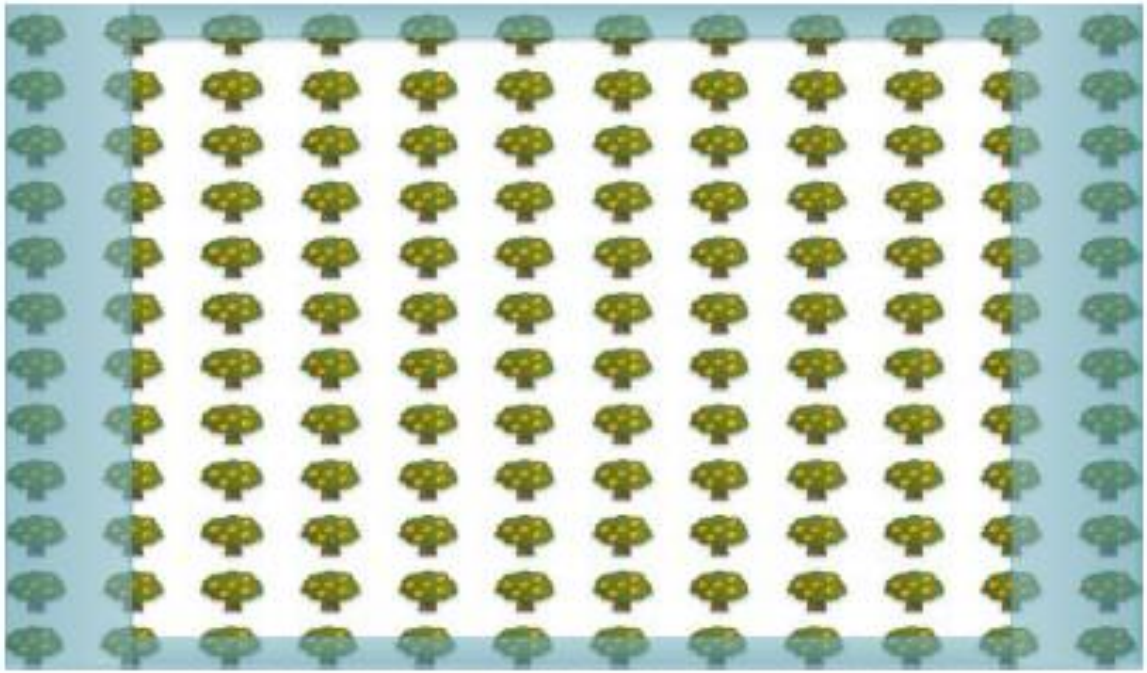


Vantaggi e svantaggi

- Ritardi nella semina e presenza elevata di infestanti possono compromettere efficacia delle colture trappola
- Appare però interessante come tecnica per limitare il danno soprattutto verso fine stagione quando non sono più consentiti trattamenti insetticidi in frutteto

3) Gestione del perimetro del frutteto (CPR – Crop Perimeter Restructuring)

- Tattica IPM-CPR: Approccio messo a punto negli USA, trattamenti ripetuti esclusivamente sui bordi (3-4 filari esterni e testate per superfici > 3 Ha)



Trattamenti mirati!

- Trattamenti limitati al perimetro del frutteto o ai bordi
- Soluzione applicabile nel corso di tutta la stagione. Si basa sul comportamento della cimice che in genere è più presente ai bordi dell'appezzamento (trattamento in seguito a verifica)
- Applicabile in frutteti di una certa dimensione (almeno 3-4 Ha in corpo unico)
- Presenza di rete antigrandine consente più spesso utilizzo di questa soluzione (in presenza di rete la differenza nella presenza della cimice fra bordi e centro è in genere maggiore)

Gestione del perimetro del frutteto

Strategia IPM-CPR

Basato sul comportamento di *H. halys* : maggiore presenza sui bordi

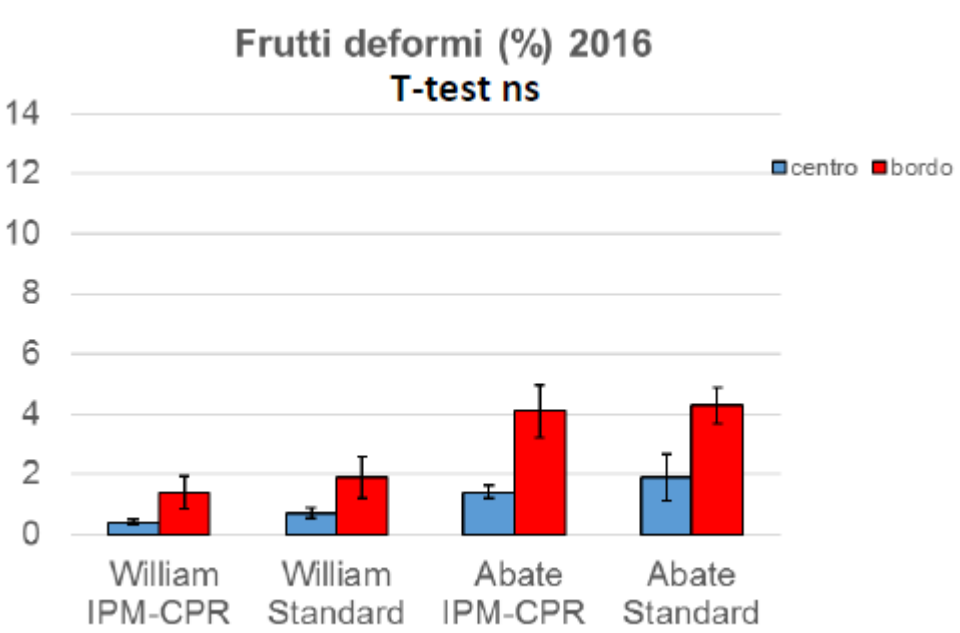
Strategia standard

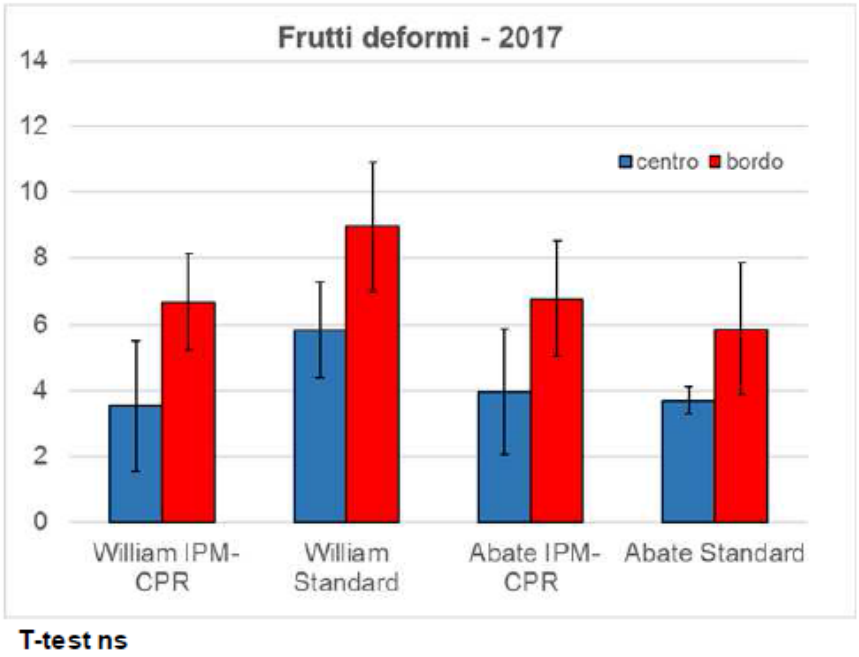
Caruso et al., 2018. Atti Giornate Fitopatologiche

Prove IPM-CPR
Emilia Romagna 2016-2018

CARATTERISTICHE AZIENDALI	IMPOSTAZIONE E RILIEVI
N. FRUTTETI: PERO 3 + 3 di controllo	**MONITORAGGIO SETTIMANALE** Trappole, frappage, visivo (terra e carro raccolta)
SUPERFICIE 3,0 ha/appezzamento	**RILIEVI: N. 1000 FRUTTI/TESI** (Bordo centro)
RETE ANTIGRANDINE	**DEFINIZIONE PERIMETRO FRUTTETO** Bordi: 5-6 piante testata 2-3 file esterne
PRESENZA ZONE RIFUGIO Abitazioni, siepi, seminativi attrattivi per *H. halys*	

ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2018, 1, 311-320





- Dopo 2 anni IPM-CPR sembra promettente per controllo di *H. halys* per frutteti > 3 Ha
- Riduzione n° interventi insetticidi del 44-50% senza nessuna differenza statistica nel danno fra frutti al bordo e al centro frutteto
- Rete antigrandine favorisce efficacia trattamenti

ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2018, 1, 311-320

- Riduzione trattamenti senza riduzione qualità frutti alla raccolta
- Un primo trattamento insetticida viene effettuato ai primi rinvenimenti della cimice sul bordo del frutteto→ eliminazione delle cimici svernanti che colonizzano il frutteto con intento anche di ridurre ovideposizioni che avvengono a partire dalla metà di maggio

- Con questa tattica di gestione frutteto aumentano gli insetti utili e gli antagonisti naturali della cimice (predazione ovature)
- In 1 anno aumentano le specie utili, al 2° anno aumenta anche la percentuale di ovature predate

Gestione perimetro (IPM-CPR)

VANTAGGI

- Riduzione insetticidi fino al 50%
- Produzione integrata possibile (confusione sess., CpGV)
- Gestione altri fitofagi
- Gestione residui alla raccolta

SVANTAGGI

- Superficie aziendale > 3Ha
- Fonti infestazione circoscritte (es. abitazioni, siepi)
- Controlli in campo
- Impianti su portainnesti vigorosi

ATTENZIONE!

Alle fasce di rispetto, siti sensibili (es. corsi acqua superficiali) e alle indicazioni di etichetta

Efficacia insetticidi

Bosellii, 2016

Meskhi, 2017

Valutazione efficacia insetticida

- Per una valutazione complessiva dell'efficacia di un insetticida devono essere organizzate prove di campo multiple secondo procedura EPPO PP1/313 (1), 2019, allo scopo di misurare gli scostamenti attesi ed eventualmente le ripercussioni in termini di danni
- Prove di semi-campo (es infestazioni artificiali) e di campo (in presenza di infestazioni naturali) devono essere realizzate in forma complementare al fine di avere un quadro completo delle potenzialità del prodotto saggiato

Efficacia degli insetticidi

- Mortalità diretta + effetti sub-letali (es. riduzione attività di nutrizione)
- Questo permette di avere l'efficacia completa della s.a. su cimice asiatica
- *H. halys* possiede grande capacità di recupero grazie a un'elevata robustezza enzimatica
- Riduzione efficacia per bagnatura non ottimale della vegetazione e insetti non colpiti direttamente (insetticidi di contatto)

Efficacia con valutazione del danno

- Alcune prove sulla valutazione di efficacia degli insetticidi basata sul danno su frutto falliscono perché:
  - Gli insetti migrano da un appezzamento all'altro (dimensioni è punto chiave)
  - Introduzione di nuovi individui dall'esterno (il territorio circostante l'appezzamento di prova è cruciale)
  - Persistenza dei prodotti testati
  - Attività del prodotto testato

Preti e Bugiani, 2017

Protocollo per prove di selettività di campo – Effetto Knock-down

Preti e Bugiani, 2017

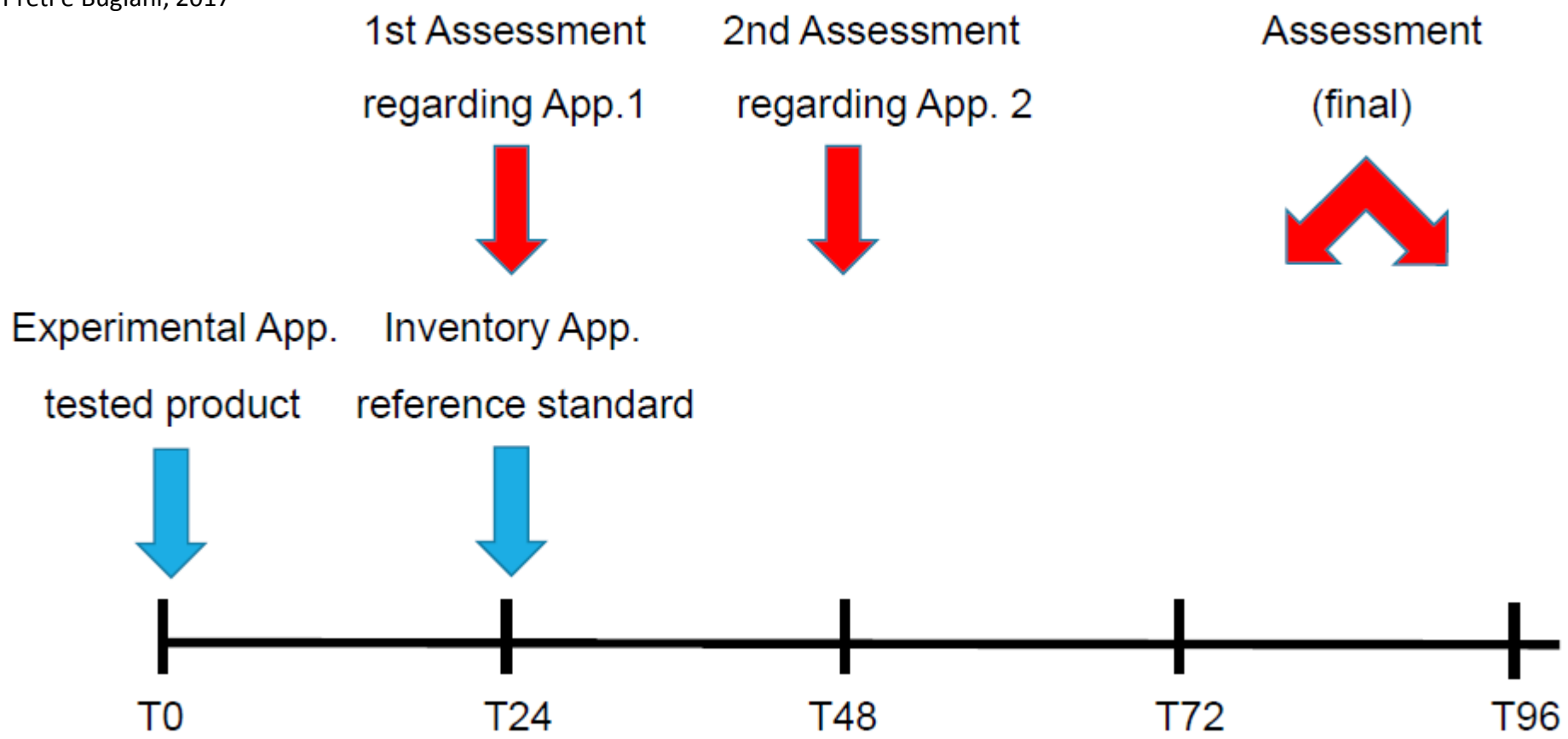
$$mortality\ (\%)\ in\ 24\ h = \frac{(n^{\circ}\ dead\ insects\ collected\ in\ Ass.\ 1)}{(n^{\circ}\ total\ insects\ collected\ in\ Ass.\ 1 + Ass.\ 2)} * 100$$

Valutazione efficacia attraverso osservazione mortalità diretta

Materiali e metodi

- Rete inserita sotto le piante a copertura del terreno
- T0: applicazione del prodotto da testare (App.1)
- T24: valutazione efficacia del trattamento App.1
- T24: applicazione del trattamento di inventario abbattente (App.2) a 5X dose max di etichetta (es. deltametrina Decis Evo 50ml/hl X 5=250ml/hl)
- T48: valutazione efficacia del trattamento App.2

Preti e Bugiani, 2017



- Trattamento di inventario ha funzione di abbattere tutta popolazione presente rimasta sulle piante dopo applicazione prodotto da testare

Valutazione effetto s.a. su popolazioni

- Mortalità in campo dopo 24 h
- Selettività sugli utili
- Monitoraggio degli individui vivi e moribondi di cimice raccolti dopo App.1 permette di valutare gli effetti nel tempo di una singola applicazione del prodotto da testare:

✓ Recupero della mobilità

✓ Effetti sul comportamento (es. effetto fagodeterrente)

✓ Effetti sulla fisiologia (sviluppo di stadi giovanili e parametri riproduttivi in adulti)

Preti e Bugiani, 2017

Indice di letalità

$$\text{Lethality Index} = \left[\frac{\Sigma \text{ Day 0-7}\ [(\text{BMSB Alive} \times 0.0) + (\text{BMSB Moribund} \times 0.5) + (\text{BMSB Dead} \times 1.0)]}{\Sigma \text{ Day 0-7}\ 240} \right] \times 100$$

Leskey TC, USDA-ARS

Indicazioni secondo DPI 2021

Table 2. Lethality index of each candidate insecticide as well as the initial efficacy rating and the change in efficacy over the 7-d trial

Rank	Insecticide	Class[a]	Lethality index	Initial efficacy[b] (E_0)	Efficacy change[c] (E_7 - E_0)
1	Dimethoate	O	93.3	High	Stable
2	Malathion	O	92.5	High	Stable
3	Bifenthrin	P	91.5	High	Stable
4	Methidathion	O	90.4	High	Stable
5	Endosulfan	—	90.4	Moderate	Increasing
6	Methomyl	C	90.1	High	Stable
7	Chlorpyrifos	O	89.0	Moderate	Increasing
8	Acephate	O	87.5	Moderate	Increasing
9	Fenpropathrin	P	78.3	High	Stable
10	Permethrin	P	77.1	High	Stable
11	Dinotefuran	N	67.3	High	Stable
12	Kaolin clay + Thiamethoxam	—	66.7	High	Stable
13	Gamma-cyhalothrin	P	64.2	High	Decreasing
14	Formetanate HCl	C	63.5	Moderate	Stable
15	Thiamethoxam	N	56.3	High	Stable
16	Clothianidin	N	55.6	High	Stable
17	Beta-cyfluthrin	P	54.8	High	Decreasing
18	Lambda-cyhalothrin	P	52.9	High	Decreasing
19	Zeta-cypermethrin	P	52.1	High	Decreasing
20	Cyfluthrin	P	49	High	Decreasing
21	Oxamyl	C	46.8	Moderate	Stable
22	Esfenvalerate	P	43.3	Moderate	Decreasing
23	Imidacloprid	N	39.2	Moderate	Increasing
24	Tolfenpyrad (SC)	—	36.5	Moderate	Increasing
25	Tolfenpyrad (EC)	—	33.3	Moderate	Decreasing
26	Pyrifluquinazon	—	28.3	Low	Increasing
27	Kaolin clay	—	23.1	Low	Increasing
28	Diazinon	O	20.4	Low	Increasing
29	Phosmet	O	20.0	Low	Increasing
30	Acetamiprid	N	18.8	High	Decreasing
31	Thiacloprid	N	18.3	Moderate	Stable
32	Abamectin	—	16.3	Low	Increasing
33	Indoxacarb	—	11.3	Low	Increasing
34	Spirotetramat	—	9.8	Low	Increasing
35	Carbaryl	C	9.0	Low	Increasing
36	Flonicamid	—	7.7	Low	Increasing
37	Cyantraniliprole	—	1.7	Low	Stable

[a] C, carbamates; N, neonicotinoids; O, organophosphates; P, pyrethroids; —, others; EC, emulsifiable concentrate; SC, suspension concentrate (see Table 1).

orticole

Floreali e orticole

Nematodi orticole

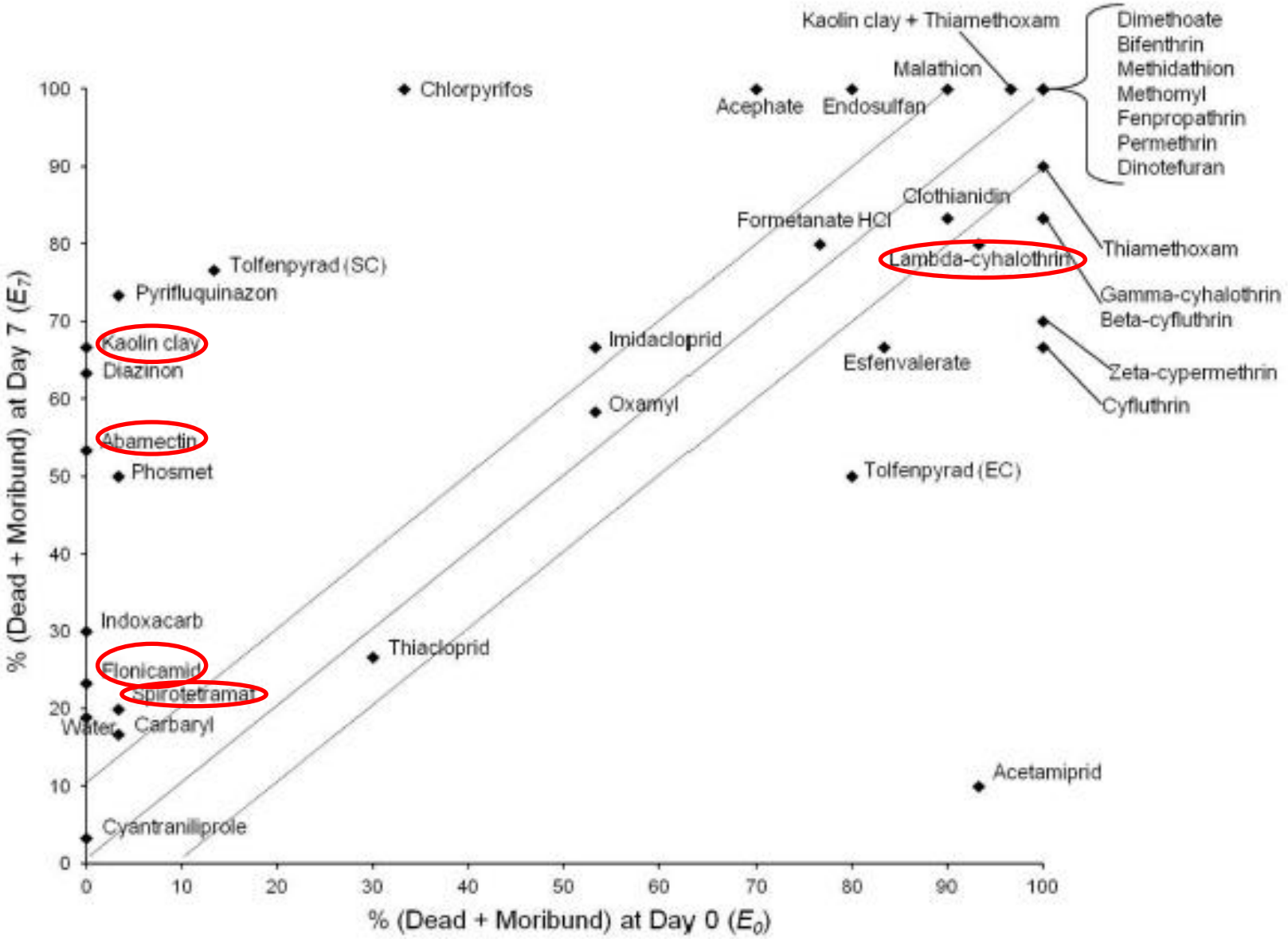
Melo, pero, pesco, susino, vite **no per cimice**

Ciliegio, melo, pero, pesco, susino su afidi

Actinidia, albicocco, ciliegio, melo, pero, susino, pesco, vite su afidi e cocciniglie

Floreali e orticole

Efficacia insetticidi



Leskey et al 2021

Insetticidi che **aumentano** efficacia nel tempo

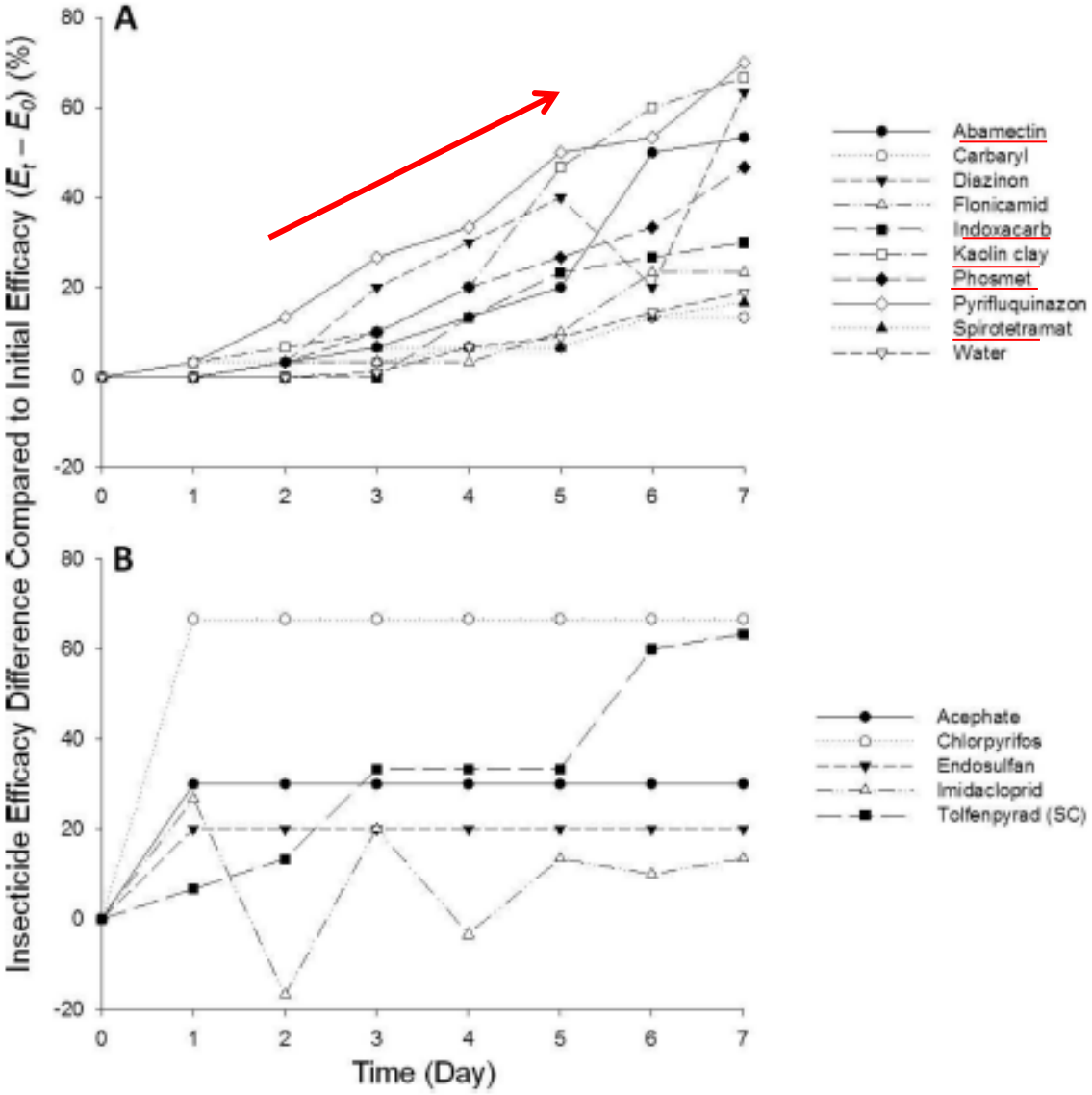


Fig. 2. Dynamics of insecticide efficacy changes over time for the insecticides that increased their efficacy value by >10% after 7 d. The dynamics were standardized across the insecticides as the departures from the initial efficacy over time (E_t - E_0). (A) Insecticides with low initial efficacy ($E_0 \leq 10\%$). (B) Insecticides with moderate initial efficacy ($10\% < E_0 < 90\%$).

Leskey et al 2021

Insetticidi che **diminuiscono** efficacia nel tempo

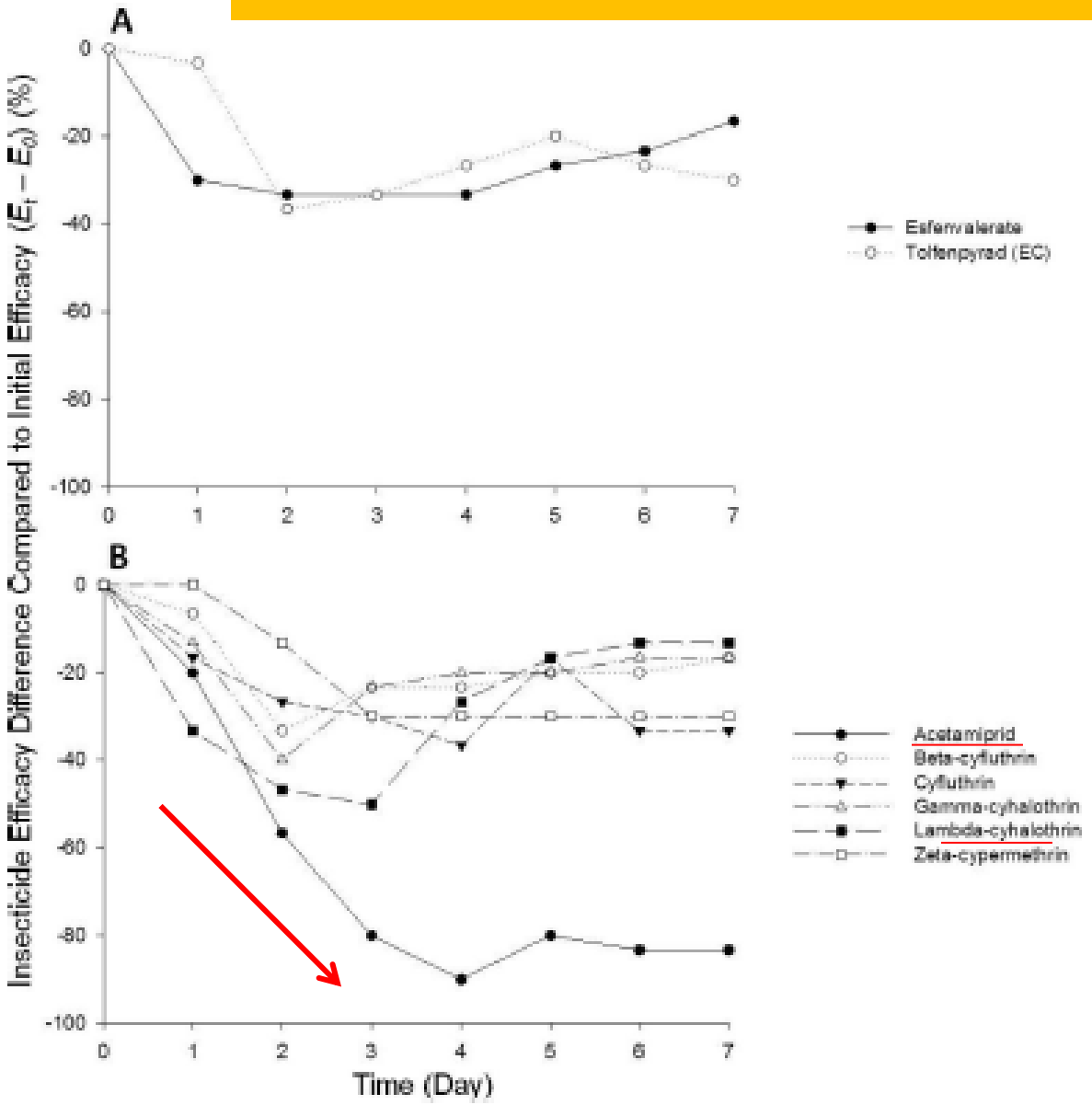


Fig. 3. Dynamics of insecticide efficacy changes over time for insecticides that decreased their efficacy value by >10% after 7 d. The dynamics were standardized across the insecticides as the departures from the initial efficacy over time (E_t - E_0). (A) Insecticides with moderate initial efficacy ($10\% < E_0 < 90\%$). (B) Insecticides with high initial efficacy ($E_0 \geq 90\%$).

Leskey et al 2021

Insetticidi con **efficacia stabile** nel tempo

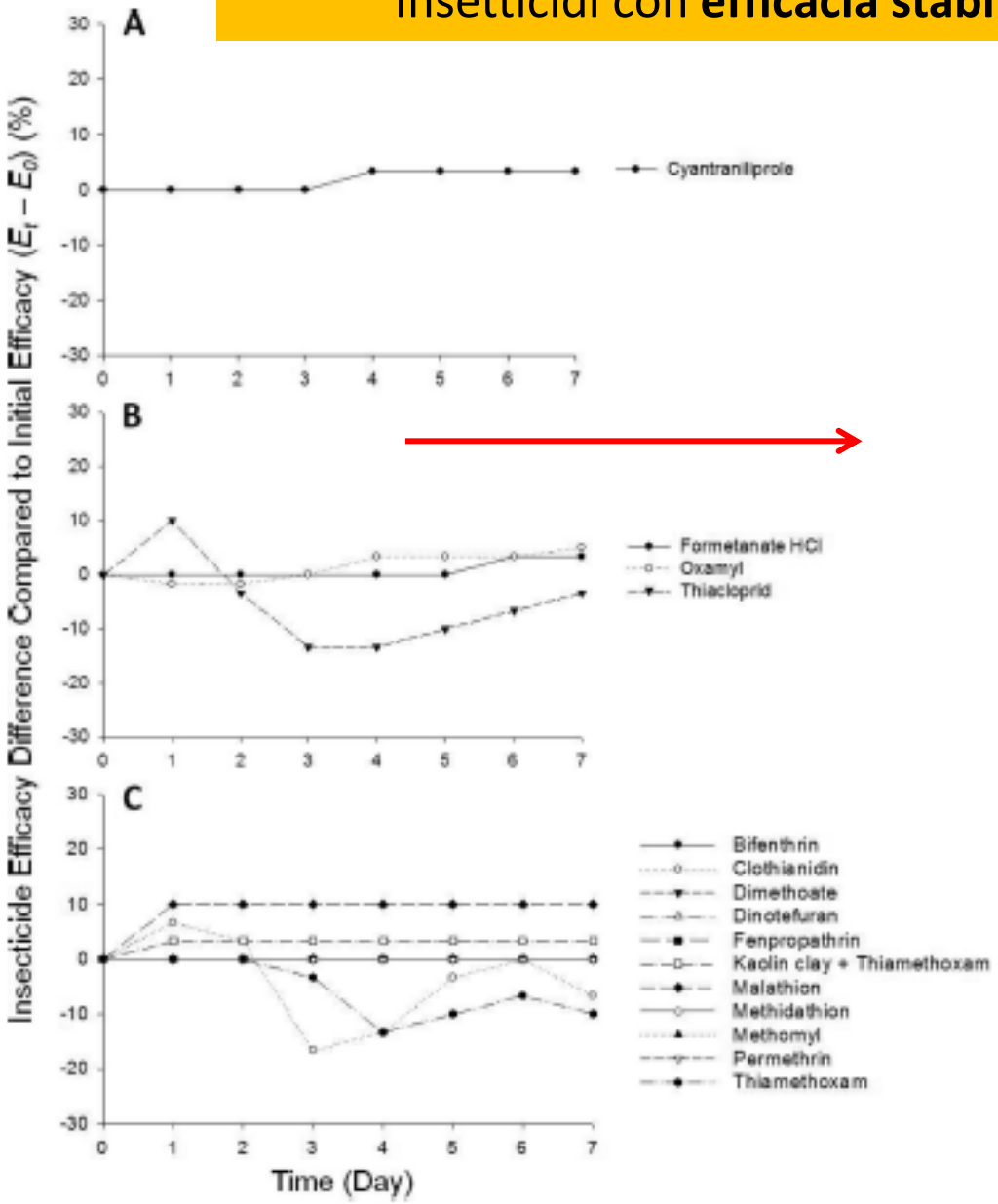
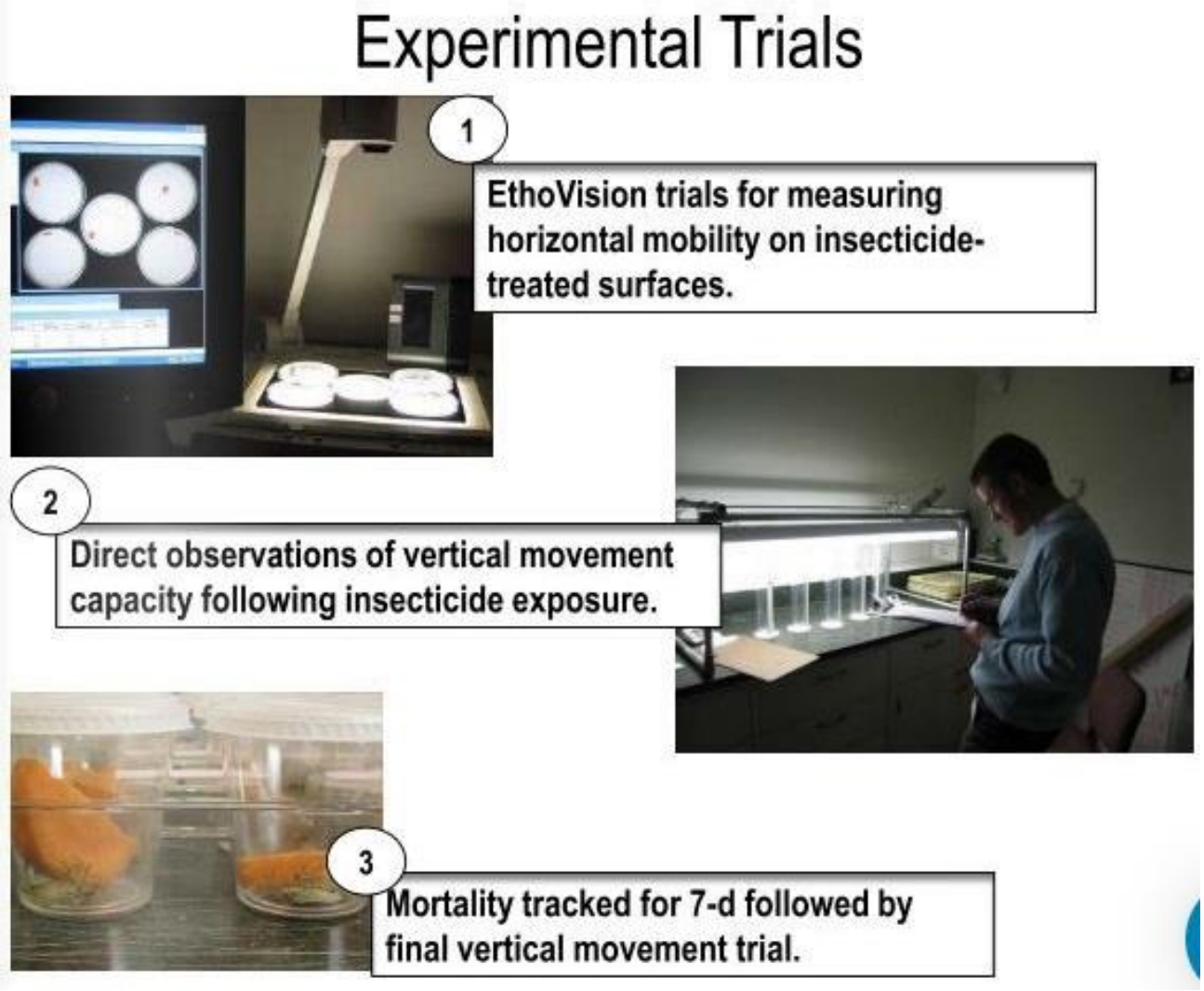


Fig. 4. Dynamics of insecticide efficacy changes over time for the stable insecticides that changed their efficacy value within ±10% after 7 d. The dynamics were standardized across the insecticides as the departures from the initial efficacy over time ($E_t - E_0$). (A) Insecticides with low initial efficacy ($E_0 \leq 10\%$). (B) Insecticides with moderate initial efficacy ($10\% < E_0 < 90\%$). (C) Insecticides with high initial efficacy ($E_0 \geq 90\%$).

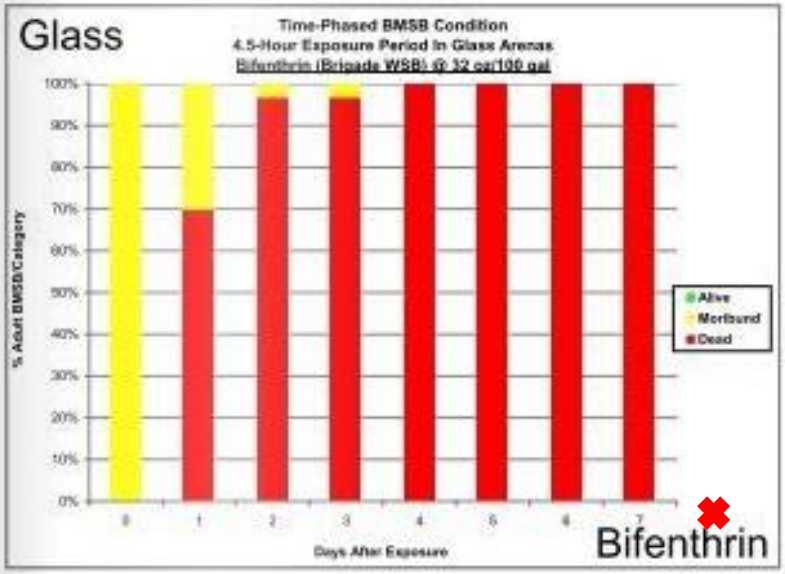
Leskey et al 2021

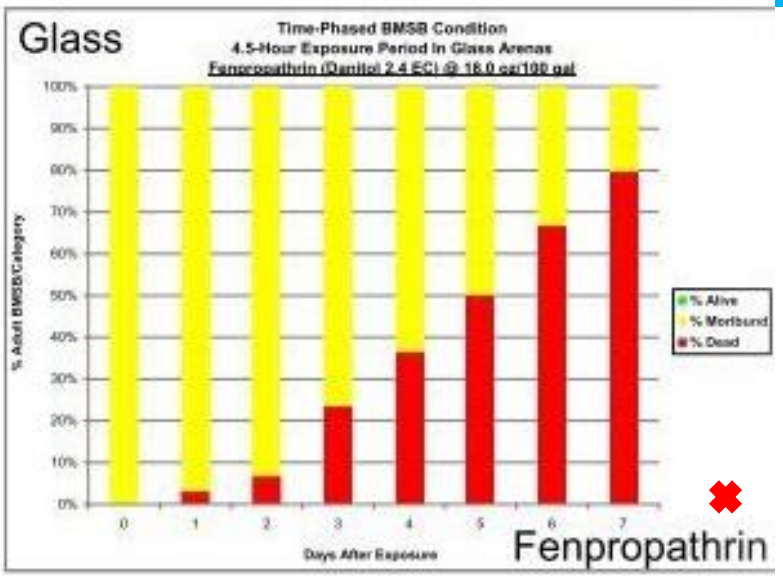
1)Valutazione insetticidi: **esperimenti di laboratorio trattamento diretto**

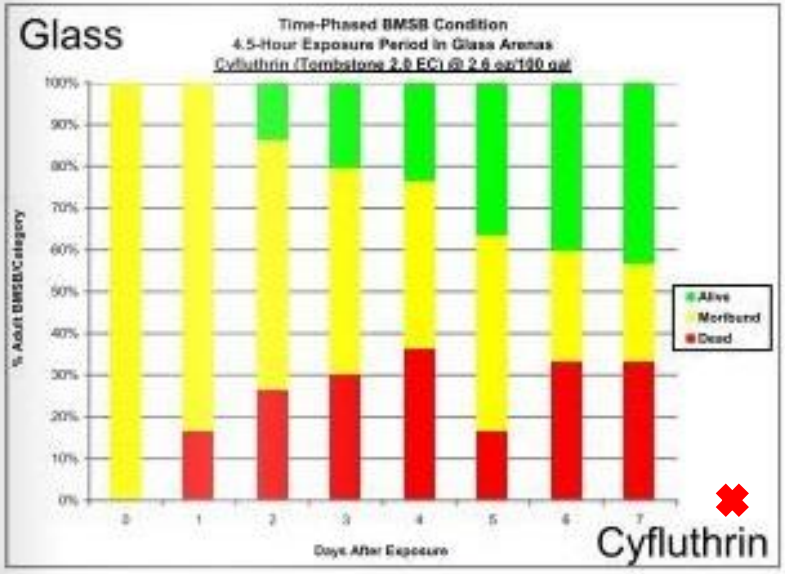


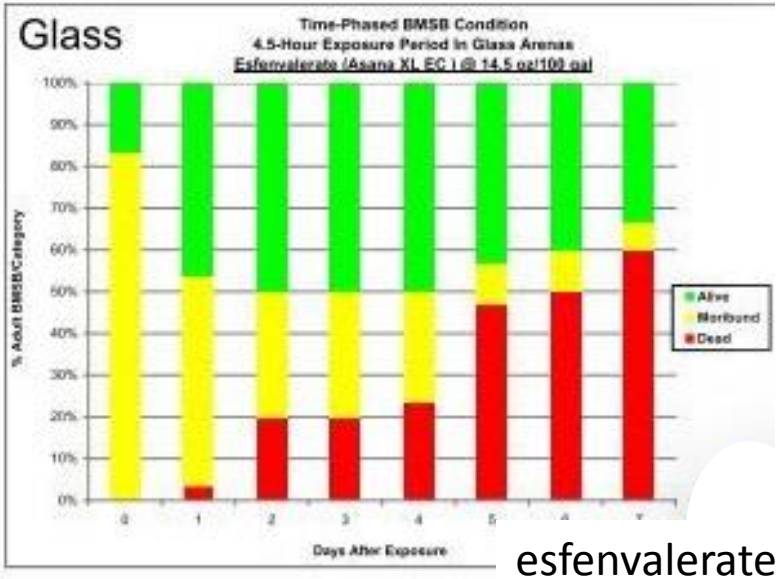
Leskey TC, USDA-ARS

Piretroidi







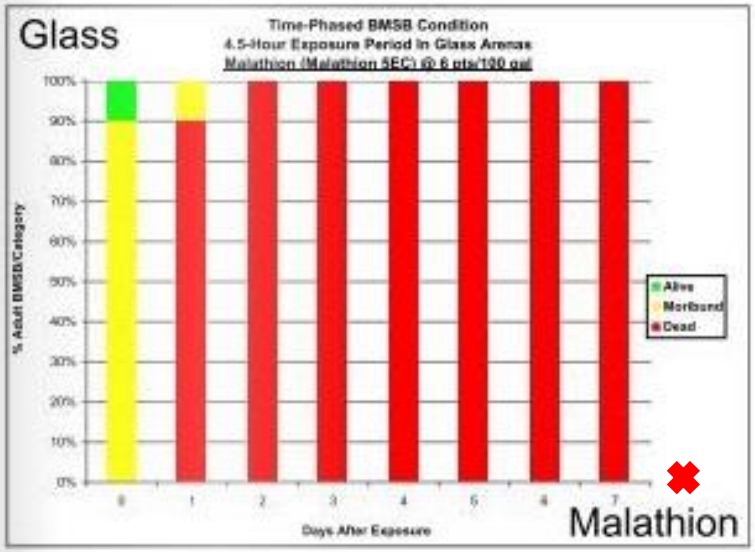


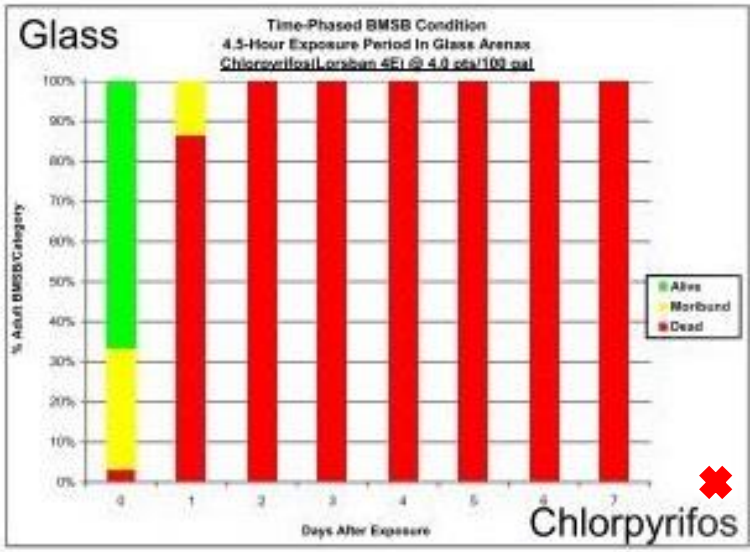
esfenvalerate

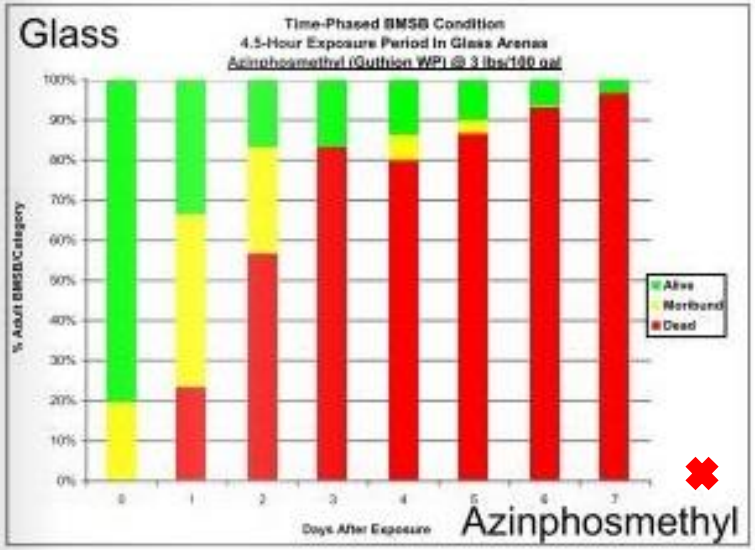
(Floreali e orticole)

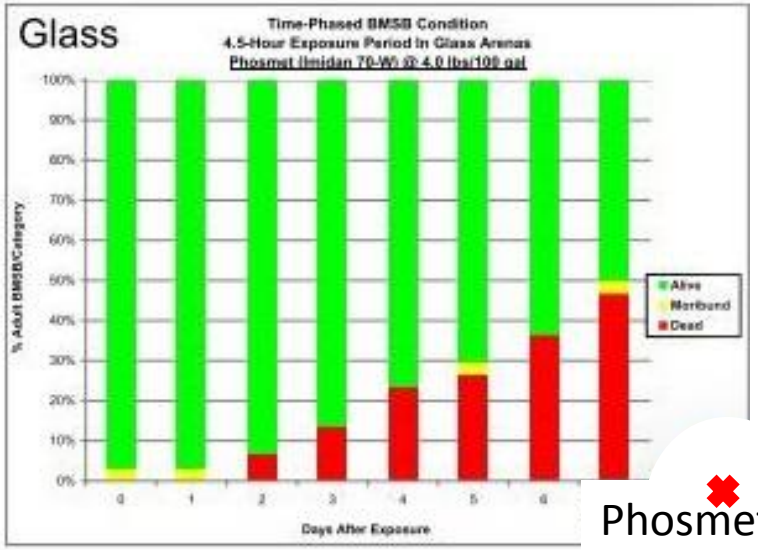
Leskey TC, USDA-ARS

Fosforganici



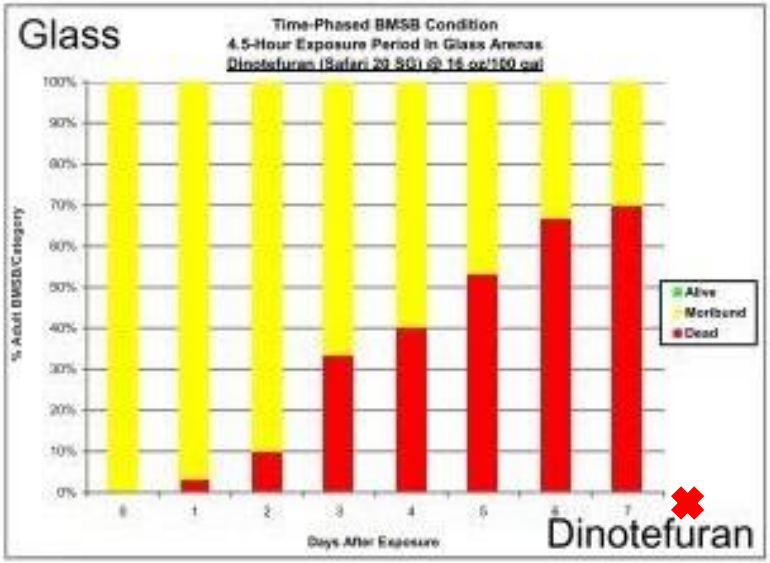


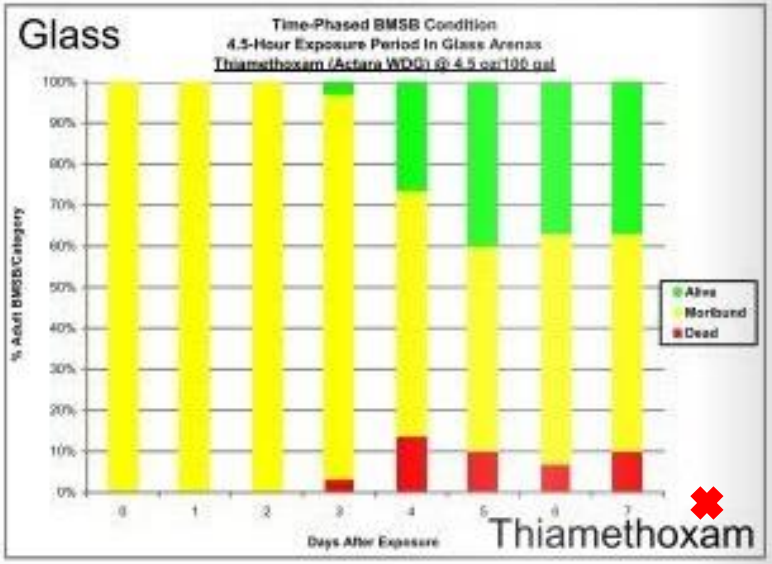


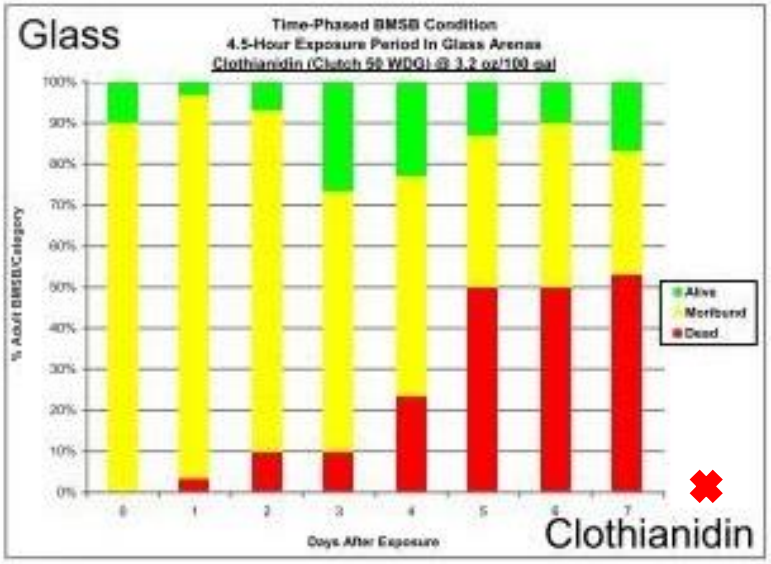


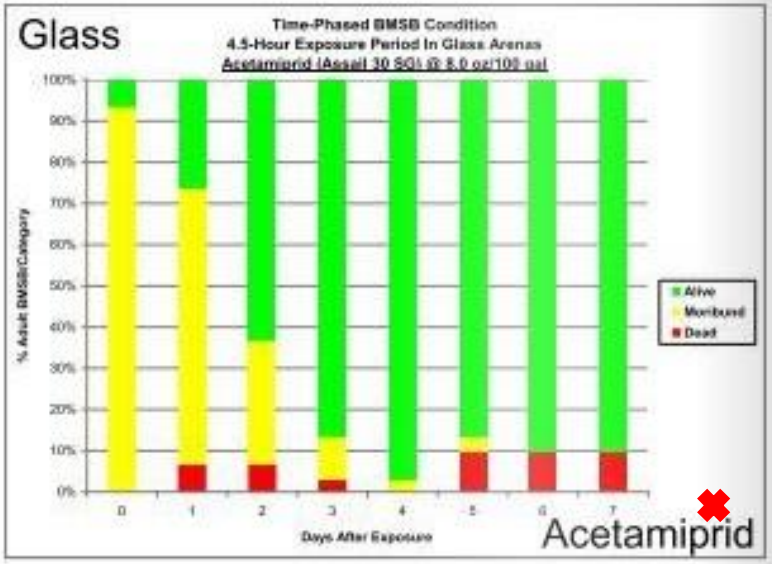
Leskey TC, USDA-ARS

Neonicotinoidi









Leskey TC, USDA-ARS

Indice di letalità diretta in laboratorio

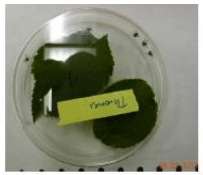
Active Ingredient	Trade Name	Lethality Index	Active Ingredient	Trade Name	Lethality Index
Chlorpyrifos/Gamma-Cyhalothrin	Cobalt	95.4	Oxamyl	Vydate	46.8
Dimethoate	Cygon	93.3	MBI-203	MBI-203	43.4
Malathion	Malathion	92.5	Esfenvalerate	Asana	43.3
Bifenthrin	Brigade	91.5	Imidacloprid	Provado	40.0
Endosulfan	Thionex	90.4	Tolfenpyrad SC	Tolfenpyrad SC	36.5
Methidathion	Supracide	90.4	MBI-205	MBI-205	35.7
Methomyl	Lannate	90.1	Tolfenpyrad EC	Tolfenpyrad EC	33.3
Chlorpyrifos	Lorsban	89.0	Pyrifluquinazon	Pyrifluquinazon	28.3
Acephate	Orthene	87.5	Kaolin Clay	Surround	23.1
Fenpropathrin	Danitol	78.3	Diazinon	Diazinon	20.4
Permethrin	Permethrin	77.1	Phosmet	Imidan	20.0
Azinphosmethyl	Guthion	71.3	Acetamiprid	Assail	18.8
Dinotefuran	Safari	67.3	Thiacloprid	Calypso	18.3
Kaolin Clay/Thiamethoxam	Particle Delivery	66.7	Abamectin	Agri-Mek	16.3
Formetanate HCl	Carzol	63.5	Indoxacarb	Avaunt	11.3
Gamma-Cyhalothrin	Proaxis	59.0	Spirotetramat	Movento	9.8
Zinc Dimethyldithiocarbamate	Ziram	57.5	Carbaryl	Sevin	9.2
Thiamethoxam	Actara	56.3	Water	Control 6	9.2
Clothianidin	Clutch	55.6	Flonicamid	Beleaf	7.7
Beta-Cyfluthrin	Baythroid	54.8	Water	Control 2	6.9
Lambda-Cyhalothrin	Warrior	52.9	Water	Control 3	6.3
Zeta-Cypermethrin	Mustang Max	52.1	Water	Control 5	6.0
Cyfluthrin	Tombstone	49.0	Water	Control 4	4.2
MBI-206	MBI-206	48.4	Cyantraniliprole	Cyazypyr	1.7

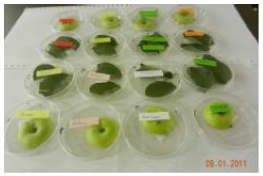
Leskey TC, USDA-ARS

2) Valutazione insetticidi: **esperimenti di laboratorio azione residuale**

Green bean dip bioassays

- Insecticidal solution based on 100 gal / acre water output.
- Filter paper + one green bean were:
  - dipped in solution for 5 seconds.
  - Dried ½ hr under a fume hood.
  - Placed in a 9-cm Petri dish.
- 5 adults or 2nd to 3rd instars per dish.
- 4 Petri dishes per treatment for a total of 20 insects per bout.
- Mortality at 24, 48, and 72 hrs





Tom Kuhar & Adam Morehead
Dept. of Entomology, Virginia Tech

Short &Leskey , USDA-ARS

3) Valutazione insetticidi: **esperimenti di semi-campo azione residuale**

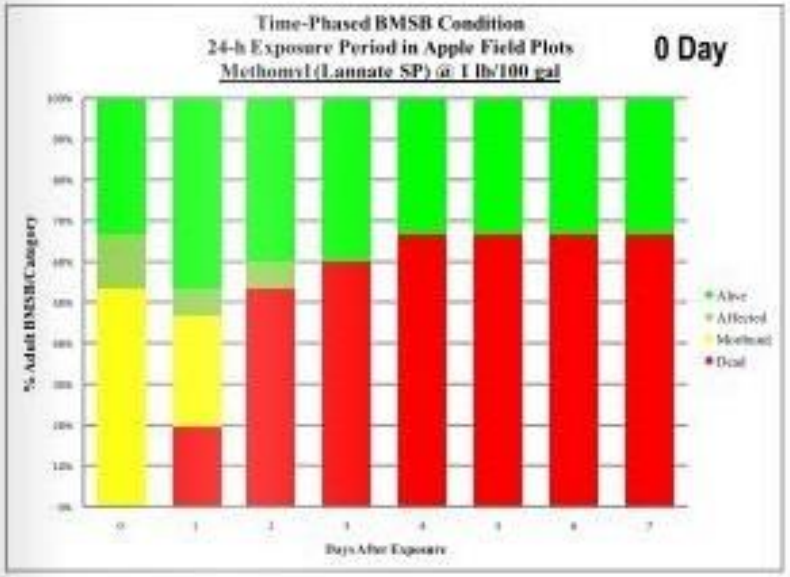
Field-Based Residual Trials

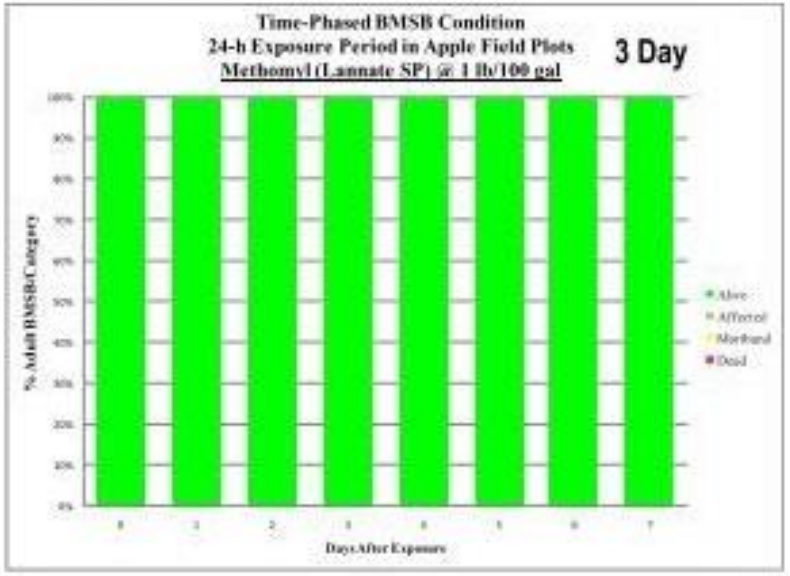
- Exposure Intervals *(uptake via feeding and residue)*
  - 0 DAY (after application) for 24h
  - 3 DAY for 24h
  - 7 DAY for 24h
- Daily Assessments of Bug Condition.
- Factors
  - Residue Age
  - Bug Age/Condition
  - Rainfall
  - Adjuvant

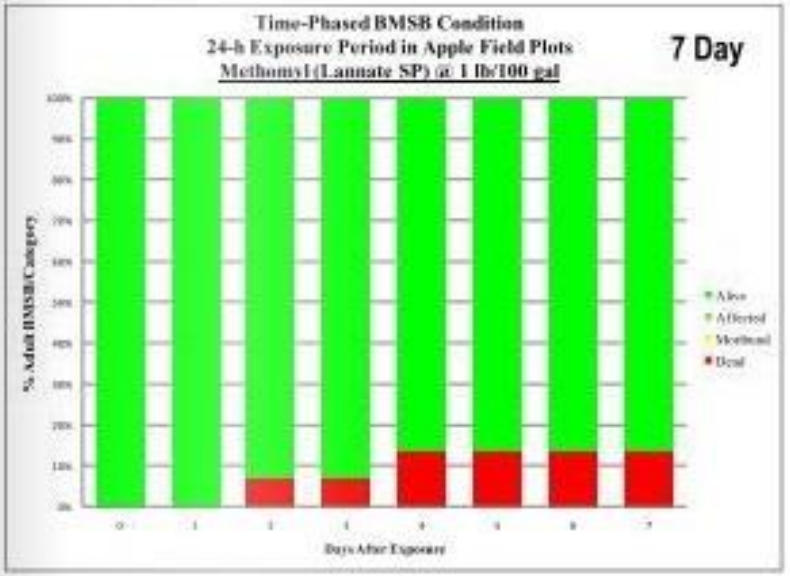
Questo tipo di prove mirano a valutare efficacia di insetticida su introduzione di cimici dall'esterno del frutteto dopo il trattamento

Leskey TC, USDA-ARS

Lannate (Methomyl) Residue Age



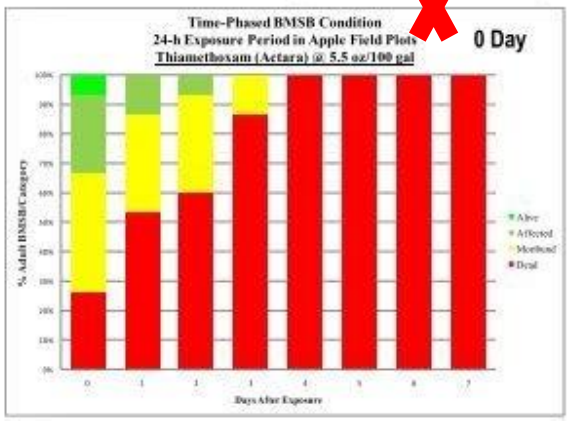


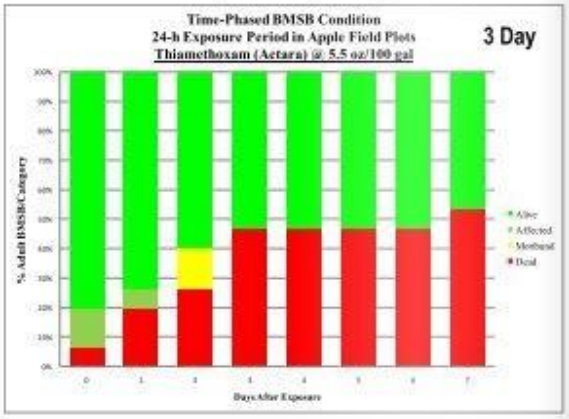


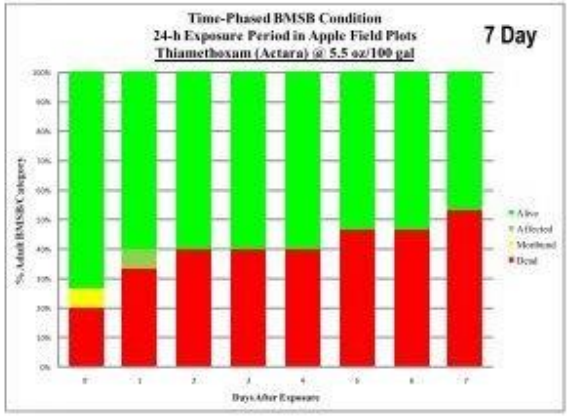
Effetto età residui (tempo dal trattamento) su mortalità cimice (effetto residuale)

Leskey TC, USDA-ARS

Actara (Thiamethoxam) Overwintered (Weak) Bugs

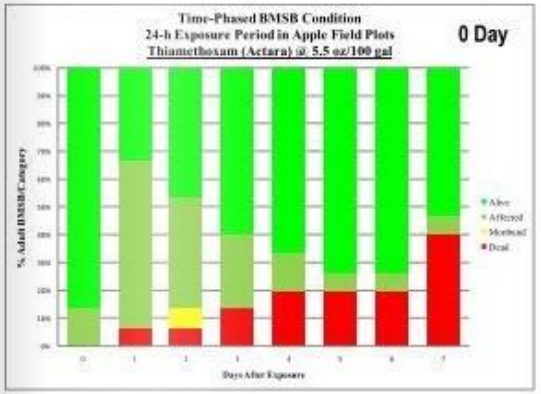


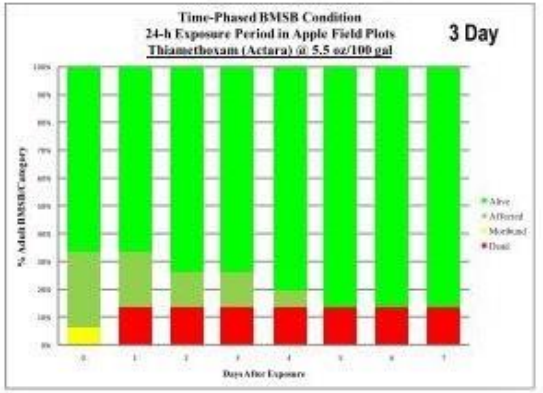


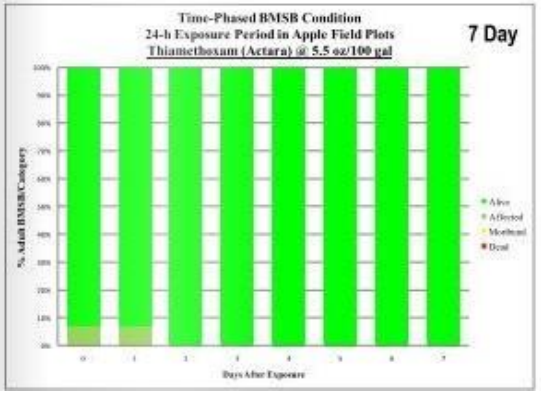


Cimici svernanti

Actara (Thiamethoxam) New Generation (Strong) Bugs





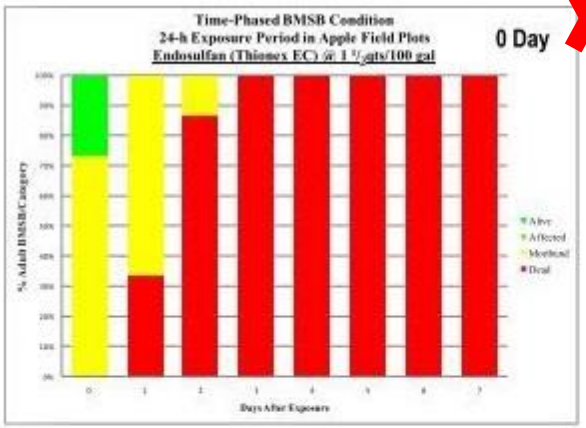


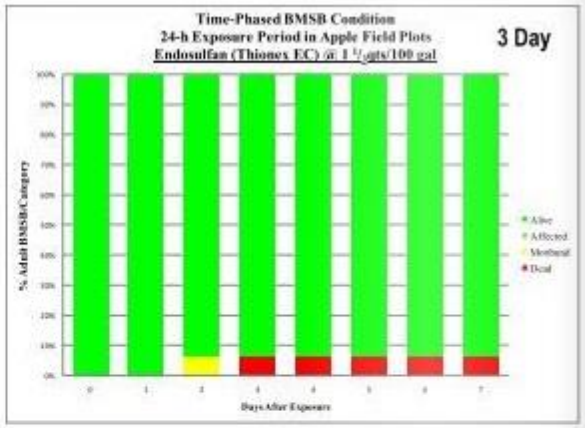
Cimici gen. estiva

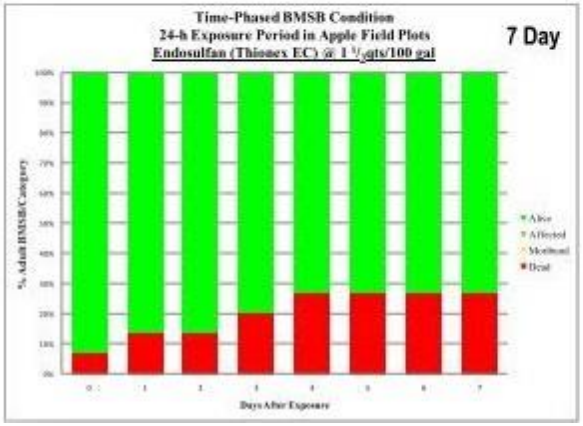
Effetto sulle diverse generazioni

Leskey TC, USDA-ARS

Thionex EC (Endosulfan) No Adjuvant

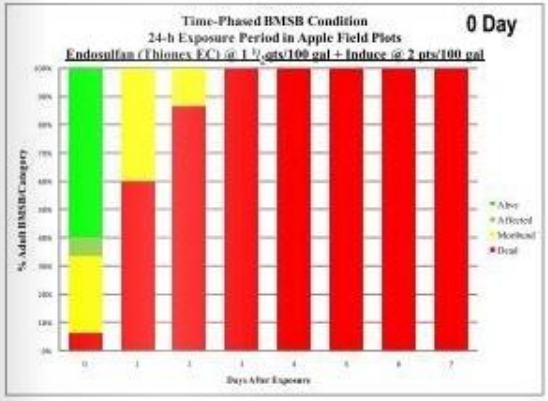


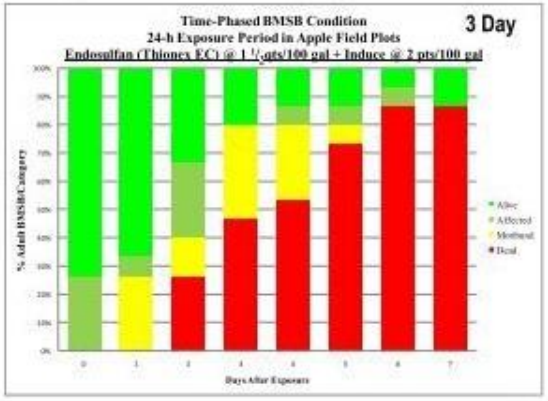


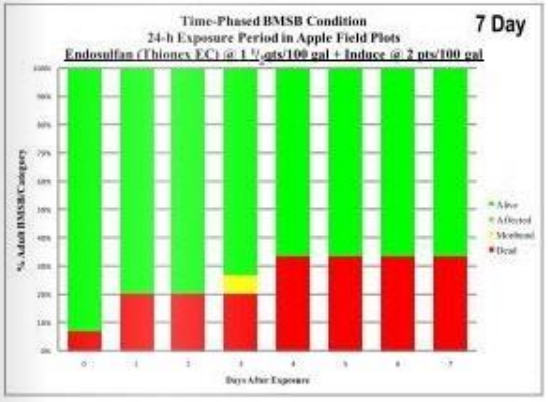


Senza aggiunta di bagnante

Thionex EC + Induce (Endosulfan) Addition of Adjuvant





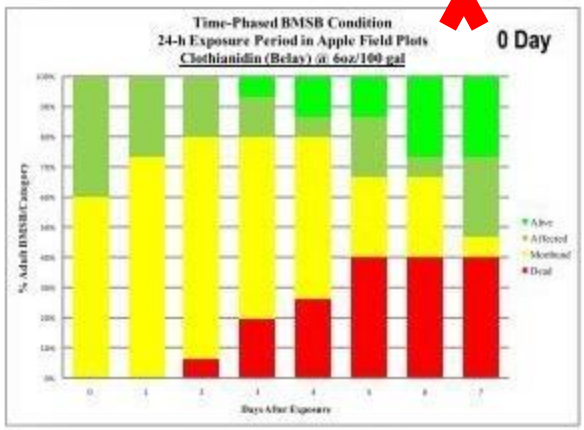


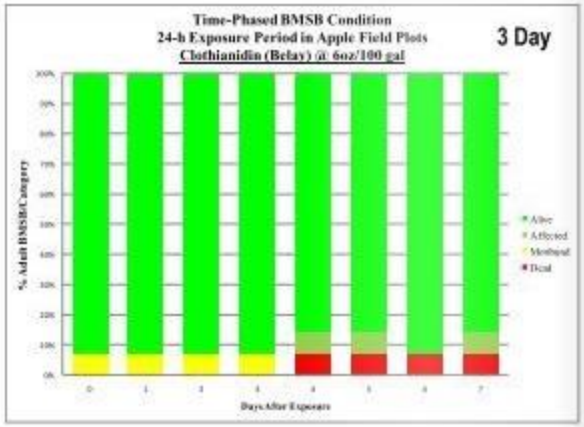
Effetto dell'aggiunta o meno di bagnanti

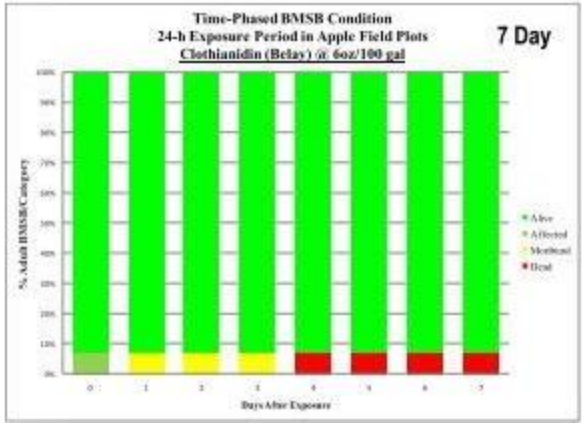
Con aggiunta di bagnante

Leskey TC, USDA-ARS

Belay (Chlothianidin) Impact of Rainfall

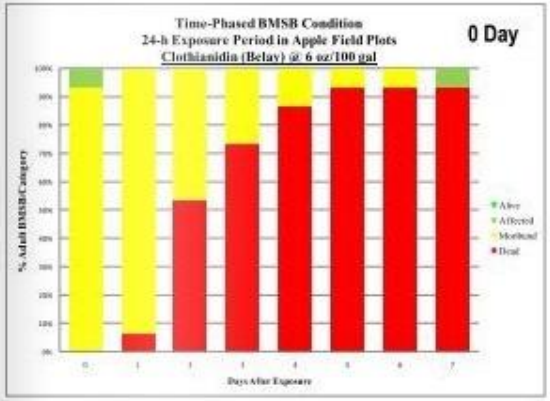


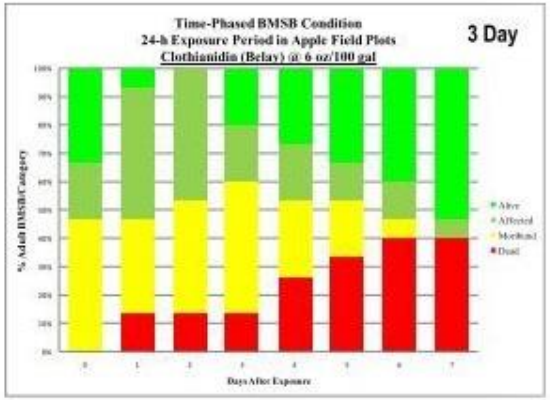


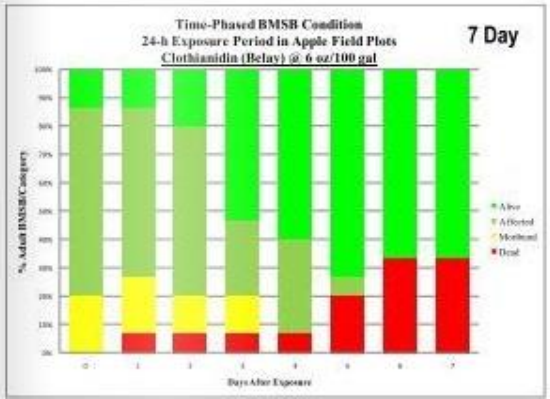


Con pioggia

Belay (Chlothianidin) No Rainfall





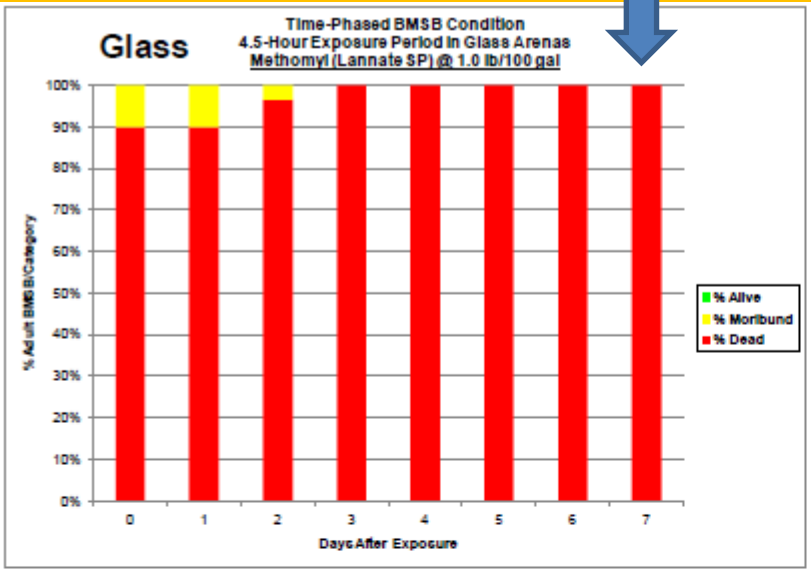


Effetto delle precipitazioni

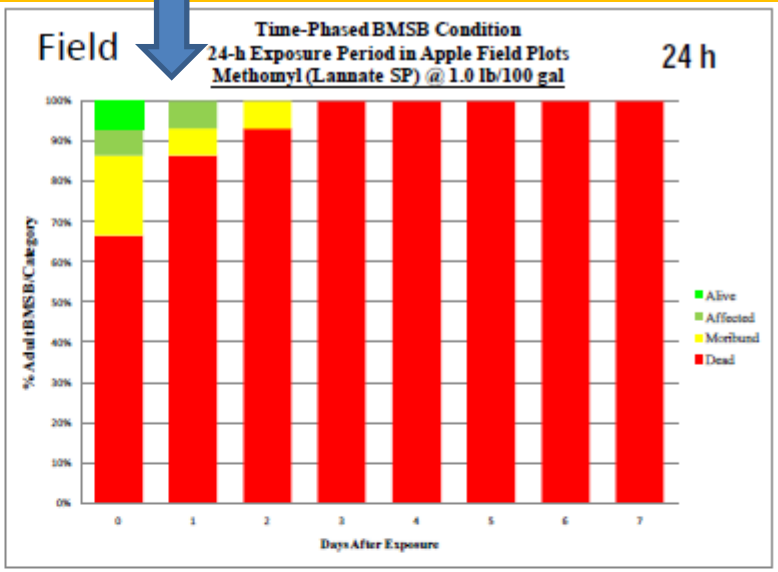
Senza pioggia

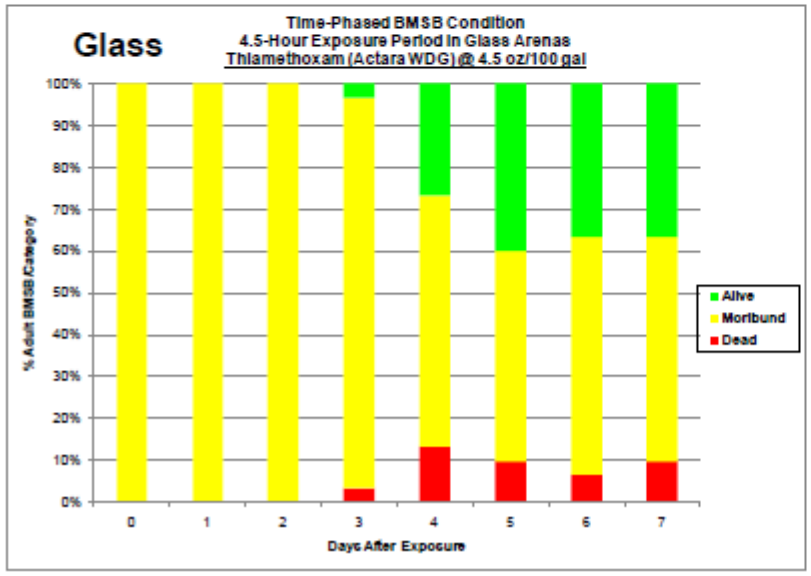
Leskey TC, USDA-ARS

Saggi di lab. vs. saggi di campo

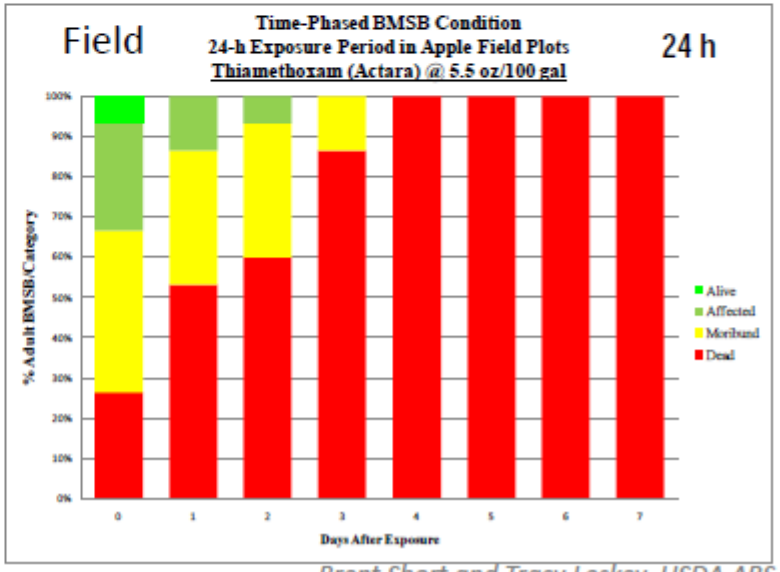


Lannate





Actara



Brent Short and Tracy Leskey, USDA ARS

Short &Leskey , USDA-ARS

Conclusioni

- Ogni famiglia chimica presenta insetticidi con efficacia differente
- *H. halys* è insetto difficile da uccidere anche con dosi elevate attraverso contatto tarsale e accidentale
- Recupero dallo stato di «moribondo» avviene facilmente nel giro di qualche giorno per alcune s.a. appartenenti ai piretroidi e neonicotinoidi
- Successo in laboratorio non significa successo in campo!!

Insetticidi di origine naturale

Veratran D (MGK)	Sabadilla seed alkaloids (.20%)
Pyganic (MGK)	Pyrethrins (5%)
Entrust SC (Dow Agrosciences)	Spinosad (22.5%)
Azera (MGK)	Azadiractins (1.2%) + Pyrethrins (1.4%)
Aza-Direct (Gowan)	Azadiractins (1.2%)
M Pede (Gowan)	Potassium salts of fatty acids (49%)
Venerate XC (Marrone Bioinnovations)	Burkholderia (94.4%)(Chromobacteria)

- *Tom Kuhar & Adam Morehead*
- *Dept. of Entomology, Virginia Tech*

Short &Leskey , USDA-ARS

Esperimenti di laboratorio: azione diretta e residuale

TRT	Active ingredient	Rate / Acre	% mortality at 48 hrs from ≥3 assays			
			Contact		Bean dip	
			Mean ± SEM % mort.		Mean ± SEM % mort.	
			Nymphs	Adults	Nymphs	Adults
UTC		0	6.6 ± 0.09	5.0 ± 0.39	9.8 ± 0.19	1.0 ± 0.04
Veratran D	Sabadilla Alkaloids (.20%)	240 oz	75.0 ± 0.34	42.5 ± 1.98	41.0 ± 1.05	40.0 ± 1.35
Pyganic	Pyrethrins (5%)	17 fl oz	100.0 ± 0.00	100.0 ± 1.58	30.0 ± 0.57	80.0 ± 0.47
Blackhawk	Spinosad (33%)	2.2 oz	48.3 ± 0.64	40.0 ± 0.93	24.0 ± 0.24	45.0 ± 0.77
Azera	Azadiractin (1.20%), Pyrethrin (1.40%)	56 fl oz	95.2 ± 0.25	95.0 ± 0.22	29.4 ± 0.33	56.7 ± 0.95
Aza-Direct	Azadiractin (1.20%)	56 fl oz	75.0 ± 0.59	55.0 ± 1.27	5.0 ± 0.22	3.3 ± 0.15
M Pede	Potassium salts of fatty acids (49%)	86 fl oz	40.0 ± 0.98	73.3 ± 0.32	3.3 ± 0.14	13.3 ± 0.32
Neudorff 1138	K Salts + Spinosad	86 fl oz	96.7 ± 0.11	45.0 ± 0.34	20.0 ± 0.80	20.0 ±0.13
Venerate XC	Burkholderia (94.4%)	215 fl oz	3.3 ± 0.07	8.3 ± 0.37	0.0 ± 0.00	15.0 ± 0.56

Short &Leskey , USDA-ARS

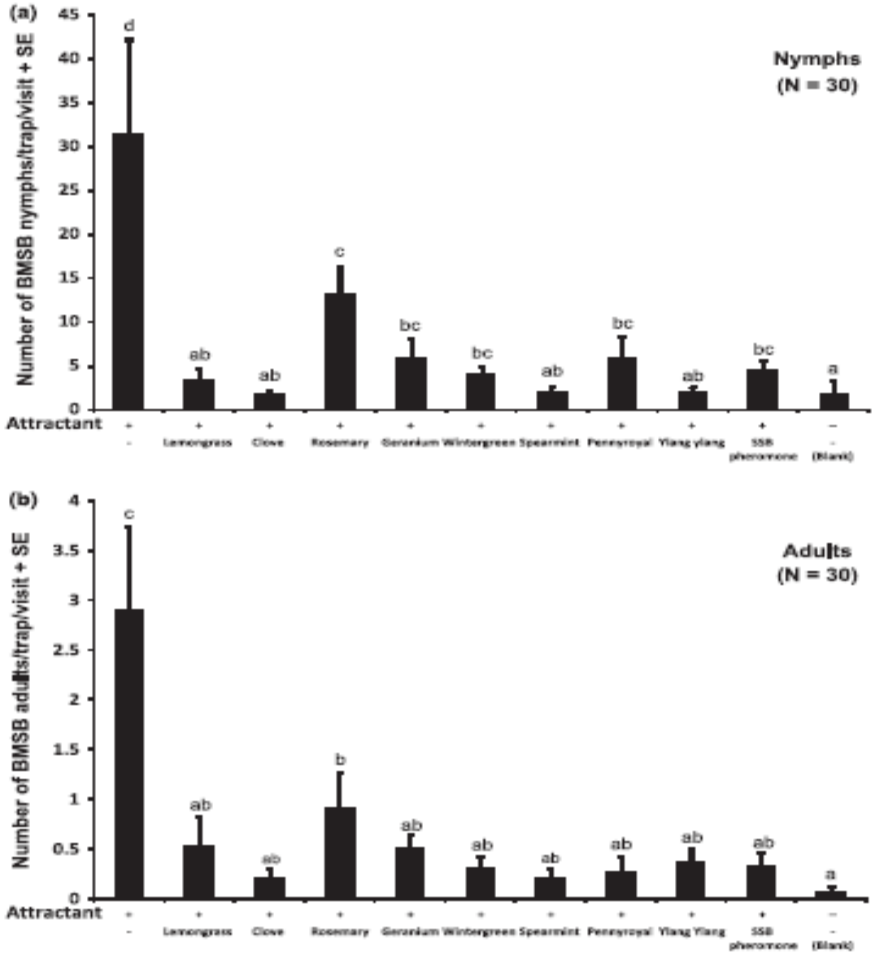
JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY

J. Appl. Entomol.

ORIGINAL CONTRIBUTION

Essential oils as spatial repellents for the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae)

Q.-H. Zhang, R. G. Schneidmiller, D. R. Hoover, G. Zhou, A. Margaryan & P. Bryant

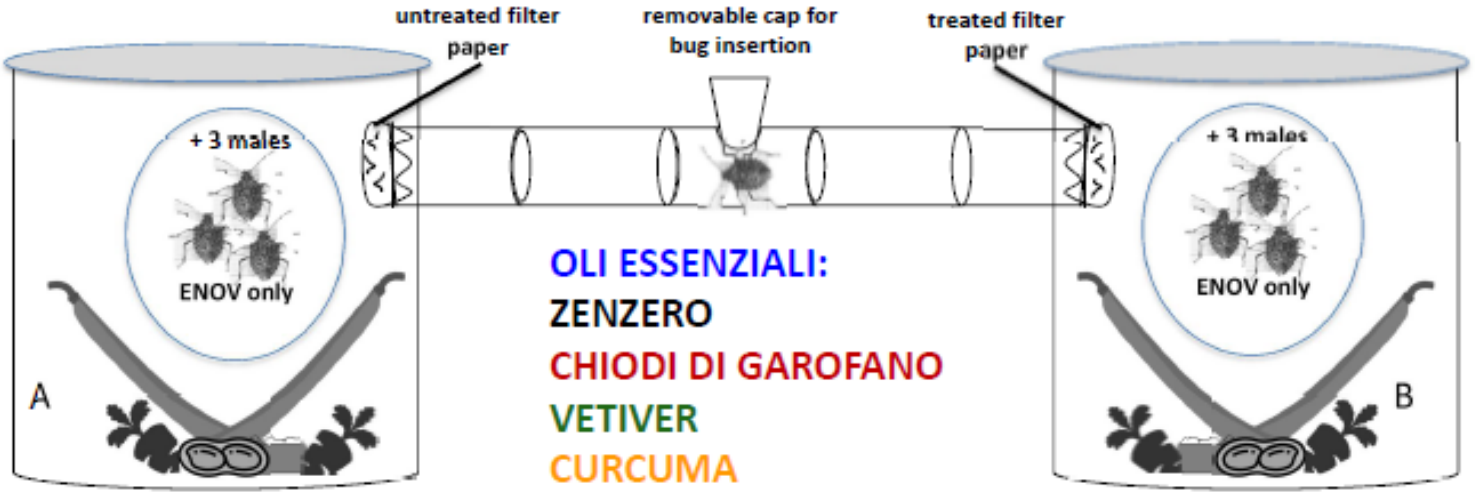


Olio essenziale **chiodi di garofano, menta e ylang-ylang** con rilascio di 14-80 mg/giorno **bloccano al 100%** attrazione ninfe e adulti

Geranio e rosmarino riducono fino all'85%

- **Con GC-EAD/GC-MS identificati singoli componenti che suscitano repellenza (eugenol, l-carvone, p/l-menthone, pulegone, methyl salicylate, trans/cis-citral, methyl benzoate, b-caryophyllene)**

Repellenza di oli essenziali in adulti di diverse fasi fisiologiche-comportamentali



OLI ESSENZIALI:
ZENZERO
CHIODI DI GAROFANO
VETIVER
CURCUMA

Concentrazioni:
50%, 25%, 12%, 6%, 3%, 1%

Tempi:
1h, 6h 24h

EXOV: Uscita svernamento (marzo-maggio)
SUMM: Attivi in estate (giugno-agosto)
ENOV: Entrata in svernamento (metà settembre-metà ottobre)

exov

summ

enov

Repellenza di oli essenziali

EXOV

50%	Ginger	33	Low
	Clove	53	Medium
	Vetiver	53	Medium
	Turmeric	20	Low
25%	Ginger	-3	Neutral
	Clove	20	Low
	Vetiver	-76	High attraction
	Turmeric	26	Low
12%	Ginger	46	Medium
	Clove	10	Neutral
	Vetiver	-17	Neutral
	Turmeric	33	Low
6%	Ginger	14	Neutral
	Clove	40	Medium
	Vetiver	4	Neutral
	Turmeric	0	Neutral
3%	Ginger	60	High
	Clove	0	Neutral
	Vetiver	18	Neutral
	Turmeric	24	Low
1%	Ginger	-21	Low attraction
	Clove	30	Low
	Vetiver	-6	Neutral
	Turmeric	16	Neutral

SUMM

50%	Ginger	53	Medium
	Clove	73	High
	Vetiver	60	High
	Turmeric	86	Very high
25%	Ginger	61	High
	Clove	41	Medium
	Vetiver	90	Very high
	Turmeric	83	Very high
12%	Ginger	60	High
	Clove	80	Very high
	Vetiver	40	Medium
	Turmeric	93	Very high
6%	Ginger	6	Neutral
	Clove	33	Low
	Vetiver	73	High
	Turmeric	86	Very high
3%	Ginger	26	Low
	Clove	100	Very high
	Vetiver	71	High
	Turmeric	80	Very high
1%	Ginger	-3	Neutral
	Clove	20	Low
	Vetiver	24	Low
	Turmeric	6	Neutral

ENOV

50%	Ginger	88	Very high
	Clove	73	High
	Vetiver	40	Medium
	Turmeric	66	High
25%	Ginger	72	High
	Clove	53	Medium
	Vetiver	38	Low
	Turmeric	18	Neutral
12%	Ginger	46	Medium
	Clove	66	High
	Vetiver	40	Medium
	Turmeric	86	Very high
6%	Ginger	-20	Neutral
	Clove	68	High
	Vetiver	18	Neutral
	Turmeric	33	Low
3%	Ginger	-3	Neutral
	Clove	26	Low
	Vetiver	17	Neutral
	Turmeric	23	Low
1%	Ginger	39	Low
	Clove	21	Low
	Vetiver	12	Neutral
	Turmeric	-10	Neutral

Received 28 December 2020 | Revised 2 February 2021 | Accepted 8 February 2021
DOI: 10.1111/jen.12872

ORIGINAL CONTRIBUTION

JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY WILEY

Repellent activity of essential oils on adults of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in different physiological-behavioural phases

Giacomo Bulgarini[1] | Sara Bortolini[2] | Lara Maistrello[1]

- Risposta ambigua al vetiver
- OE di curcuma e chiodi di garofano: candidati promettenti in strategie IPM per ridurre gli attacchi a colture sensibili in estate, e per prevenire l'ingresso di svernanti negli edifici in autunno

Metodi di difesa contro *H. halys*

- Metodi di difesa chimica: strategie standard
- Metodi di difesa chimica : strategie innovative
  - ✓ Interventi a file alterne
  - ✓ Interventi sui bordi
  - ✓ Attract and Kill
- Protezioni fisiche
  - ✓ Reti antigrandine chiuse sul perimetro con rete antinsetto
  - ✓ Reti antinsetto monoblocco
  - ✓ Reti antinsetto monofila (alt carpò)
- Predatori, parassitoidi, patogeni

Antagonisti naturali

- Predatori
- Parassitoidi
- Patogeni

Antagonisti naturali della cimice asiatica

Predatori

Parassitoidi

Tavella L. et Al., 2017

Patogeni

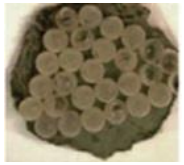
Antagonisti naturali

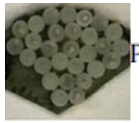
- Predatori
- Parassitoidi
- Patogeni

Foto: University of Maryland Extension

Predators observed feeding on *Halyomorpha halys* eggs in laboratory study performed in 2014–2015, with individual taxa grouped by characteristic feeding syndrome (replication in parenthesis).

Feeding Syndrome	Taxon (No. Tested)
Complete Chewing *Partial or full removal of individual eggs and accompanying substrate*	Gryllidae *Oecanthus* spp. (6) Tettigoniidae *Atlanticus testaceous* (3) *Conocephalus strictus* (13) *Orchelimum* spp. (2)
Incomplete Chewing *Remnants composed of irregular pieces of egg chorion often with outline of original mass remaining*	Coccinellidae *Coleomegilla maculata* (28) *Harmonia axyridis* (29)
Stylet Sucking *Eggs hollowed out with feeding sheath remaining*	Carabidae *Harpalus* spp. (8) Dermpatera *Forficulidae* spp. (22) Anthocoridae *Orius insidiosus* (38) Pentatomidae *Podisus maculiventris* (44)
Punctured Sucking *Eggs hollowed out with puncture wounds in top or side of egg*	Salticidae (28)





Biological Control 97 (2016) 120–130

Contents lists available at ScienceDirect

Biological Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ybcon

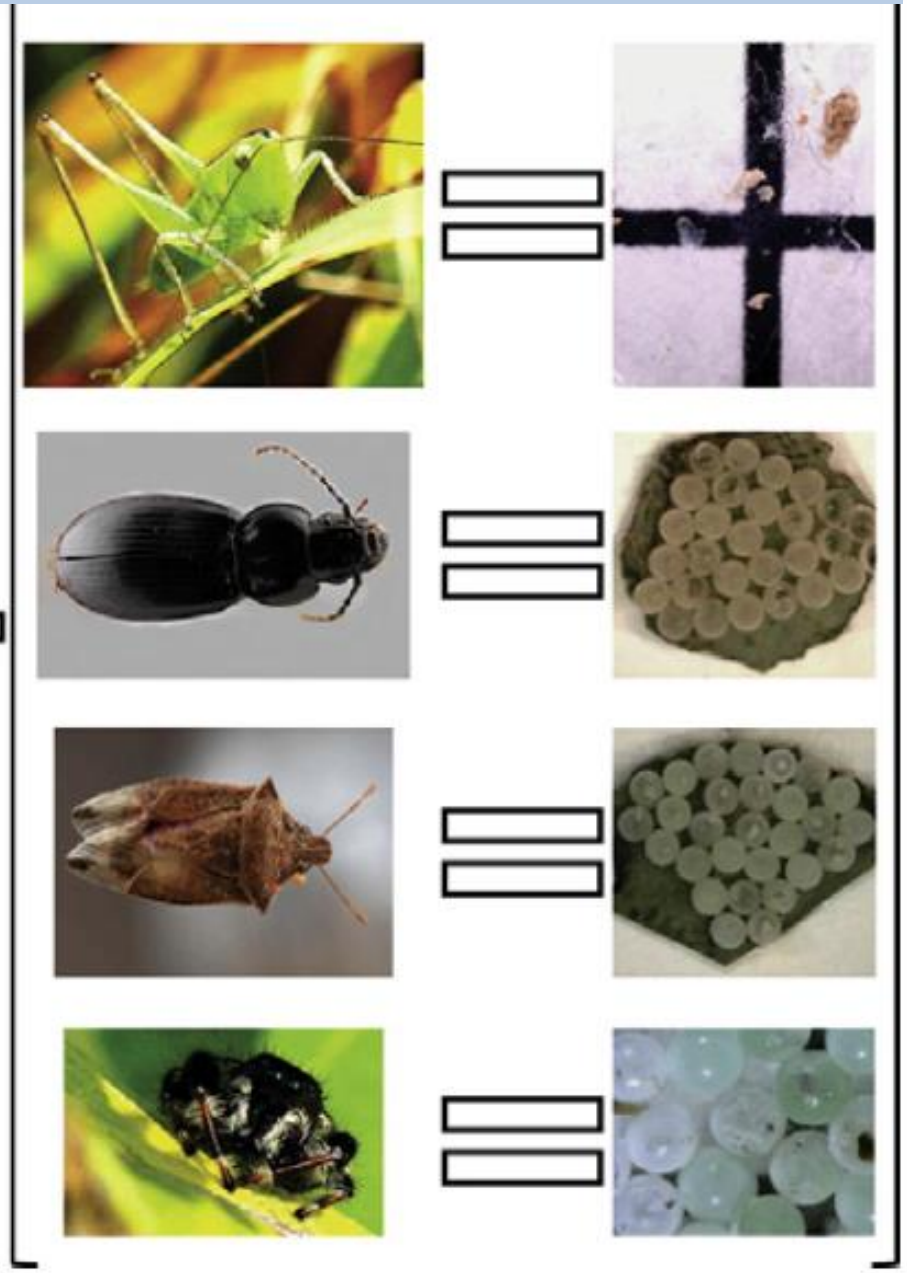
Frequency, efficiency, and physical characteristics of predation by generalist predators of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) eggs

William R. Morrison III [a,*,1], Clarissa R. Mathews [b,1], Tracy C. Leskey [a]

[a] USDA-ARS Appalachian Fruit Research Station, 2217 Wiltshire Road, Kearneysville, WV 25430, USA
[b] Institute of Environmental and Physical Sciences, Shepherd University, Shepherdstown, WV 25443, USA

Danni da predazione

Insetti diversi (per apparato boccale) provocano sulle uova danni diversi



App. boccale masticatore

App. boccale pungente-succhiante

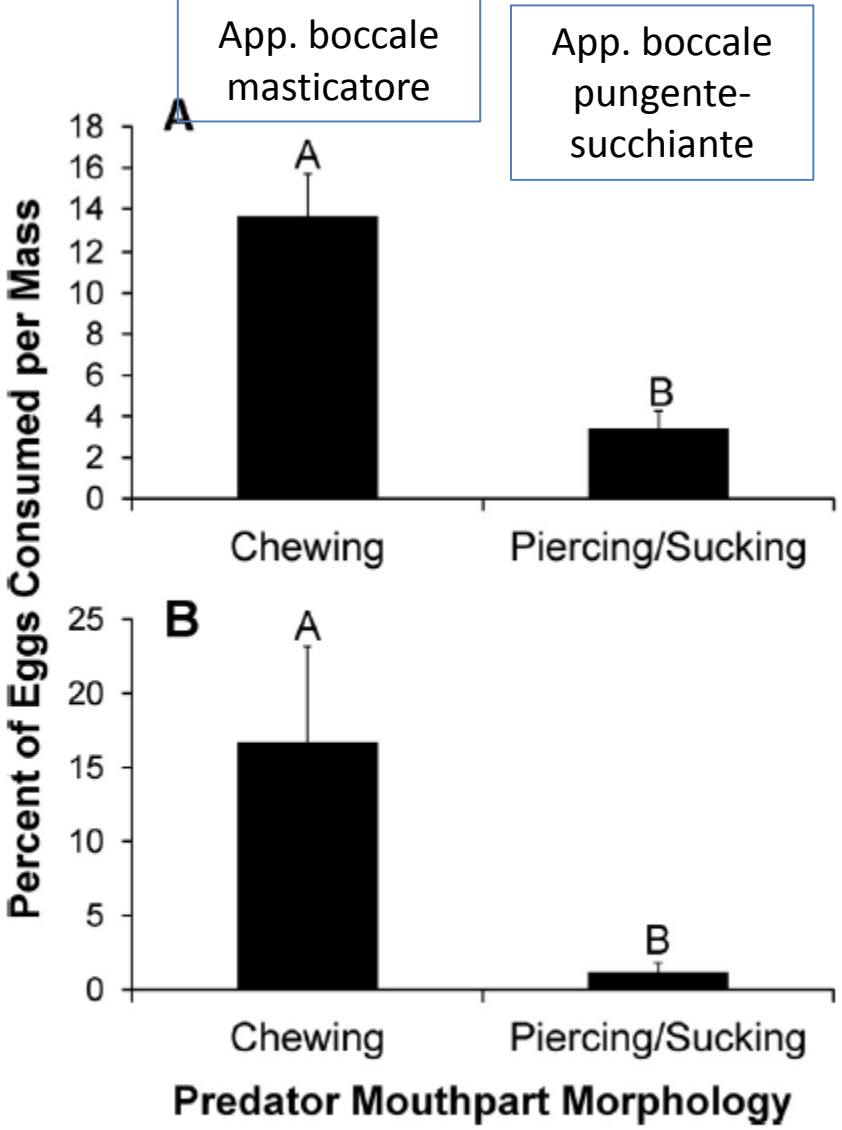


Fig. 2. The efficiency of predators based on their mouthpart morphology for (A) field-collected predators brought to the laboratory and tested with fresh or frozen *H. halys* egg masses, or (B) sentinel egg masses deployed in the field in apple, corn, peppers, sunflower, and sorghum during 2015 near Inwood and Kearneysville, WV. Error bars represent standard errors. Bars with shared letters are not significantly different from each other (Tukey's HSD, $\alpha = 0.05$).

Carabidae e Tettigonidae

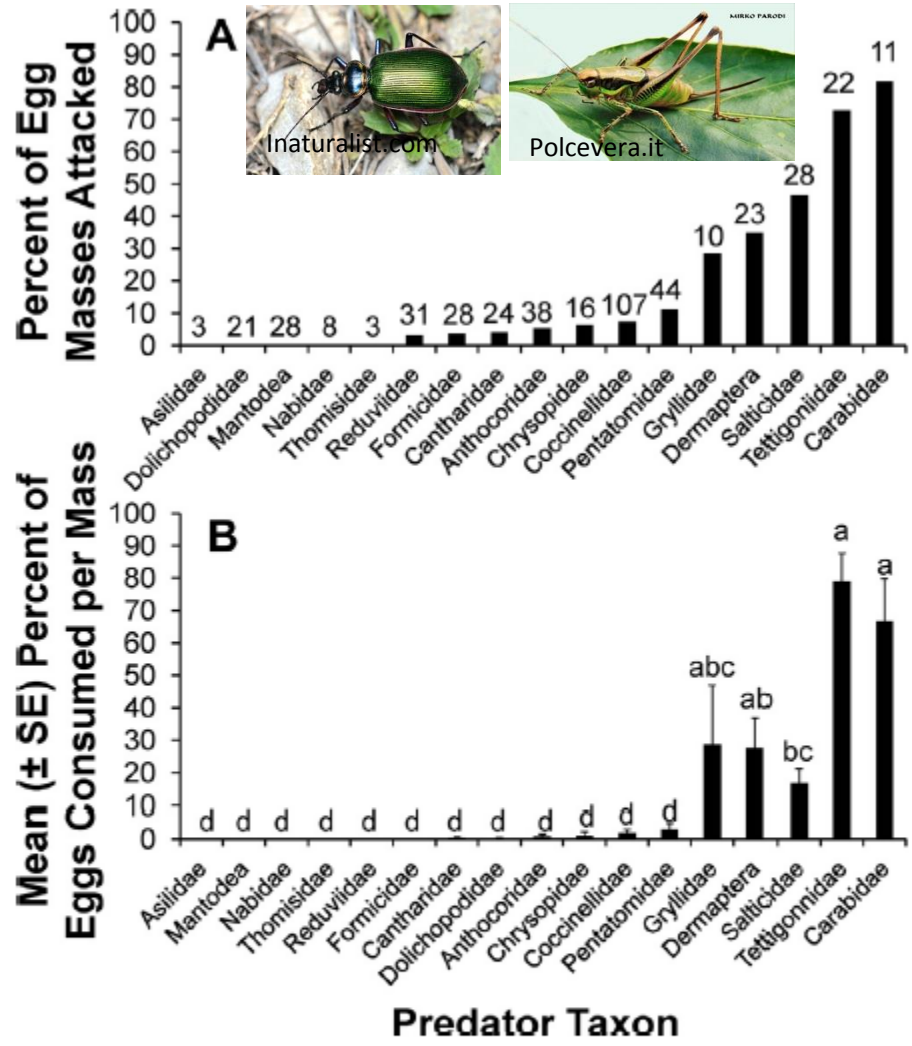


Fig. 1. The (A) frequency with which *H. halys* egg masses are attacked, and the (B) efficiency in consuming eggs (including any predator individual consuming one or more eggs per mass) from field-collected predator taxa in laboratory trials after a 24 h starvation period. Predators were collected from Jefferson and Berkeley Co., WV. Numbers above each bar in (A) represent the total number of predators tested belonging to each taxon. Bars in (B) with shared letters are not significantly different from each other (Tukey's HSD, $\alpha = 0.05$). Error bars represent standard errors.

Wlliams et al, 2016

Predatori efficienti soprattutto come adulto

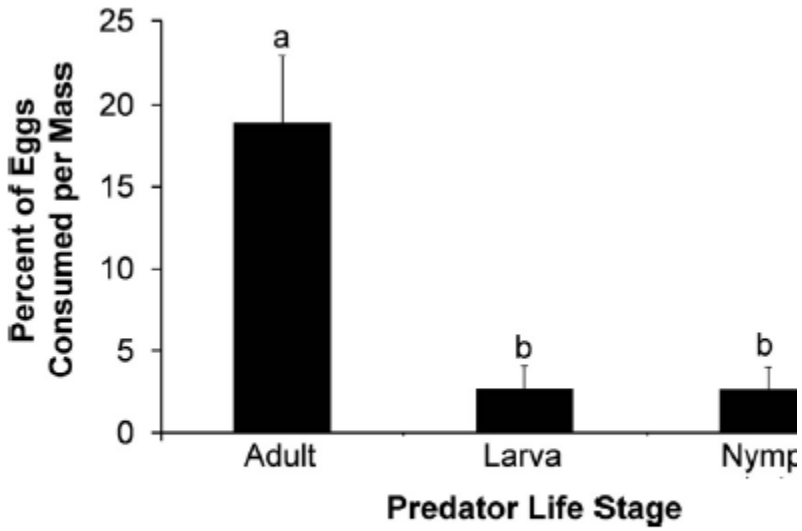


Fig. 3. The effect of developmental stage on predator efficiency in attacki *H. halys* in laboratory trials with field-collected predators in 2014 an Jefferson and Berkeley County, WV. Only predator taxa where experiment both immature stages and adults were included for this comparison.

Biological Control 97 (2016) 120–130

Contents lists available at ScienceDirect

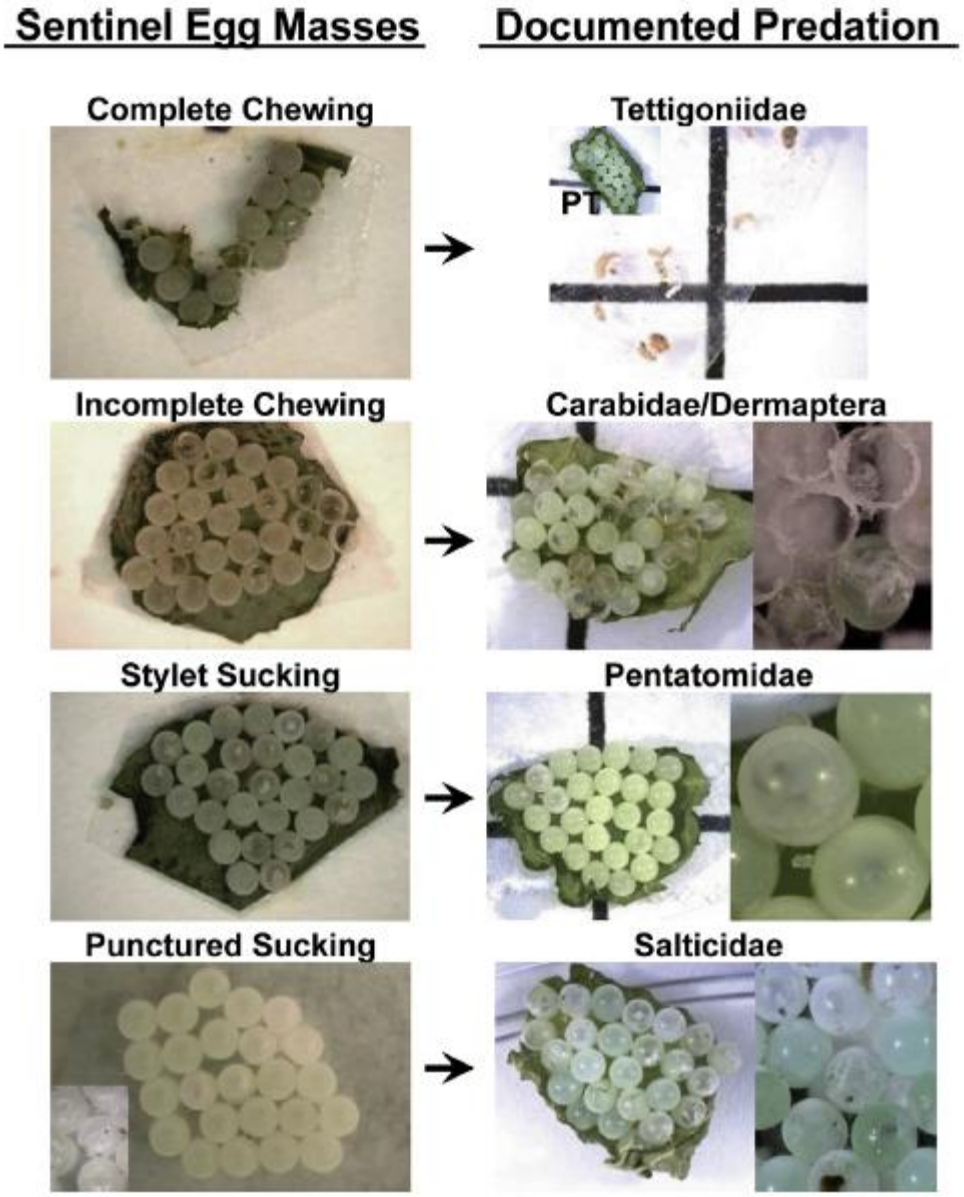
Biological Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ybcon

Frequency, efficiency, and physical characteristics of predation by generalist predators of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) eggs

William R. Morrison III [a,*,1], Clarissa R. Mathews [b,1], Tracy C. Leskey [a]

[a] USDA-ARS Appalachian Fruit Research Station, 2217 Wiltshire Road, Kearneysville, WV 25430, USA
[b] Institute of Environmental and Physical Sciences, Shepherd University, Shepherdstown, WV 25443, USA



Contents lists available at ScienceDirect

Biological Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ybcon

Parasitism and predation of sentinel eggs of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), in the southeastern US

Glynn Tillman[a,*], Michael Toews[b], Brett Blaauw[c], Ashfaq Sial[c], Ted Cottrell[d], Elijah Talamas[e], David Buntin[f], Shimat Joseph[f], Rammohan Balusu[g], Henry Fadamiro[g], Sriyanka Lahiri[h], Dilani Patel[c]

Completa eliminazione uova

Parziale eliminazione uova

Danni da apparato boccale pungente/succhiante (stiletto)

Danni da apparato boccale succhiante con danneggiamento corion dell'uovo

Danni da apparato boccale succhiante da *Nabis* sp.

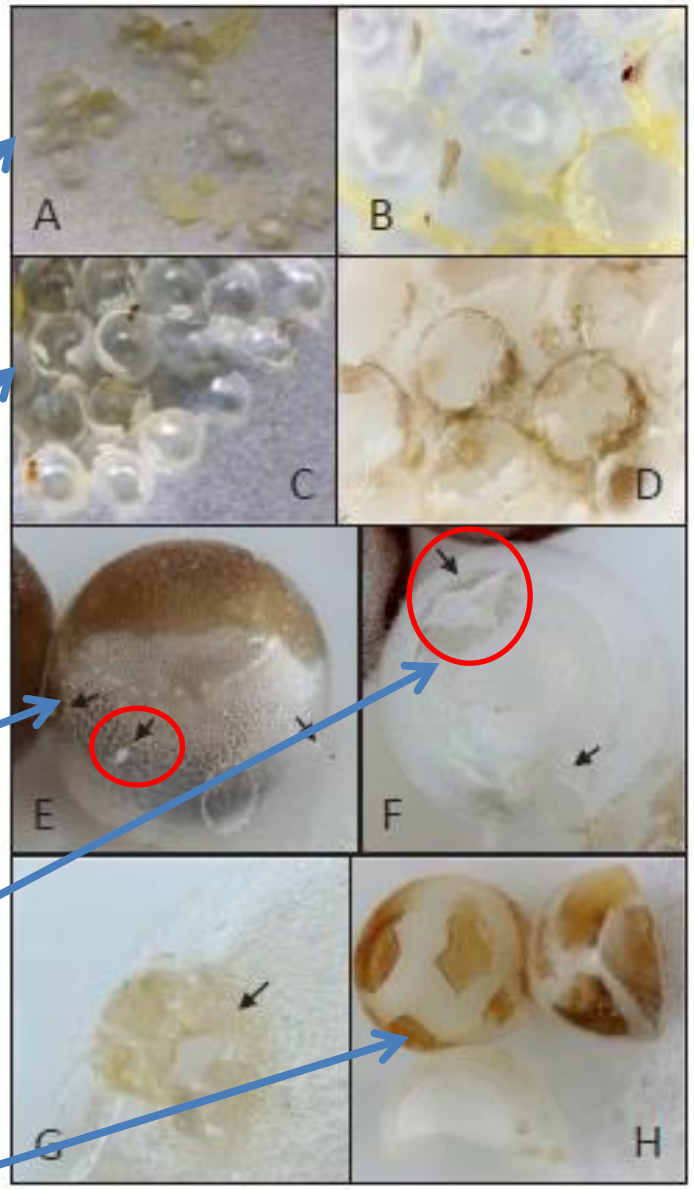
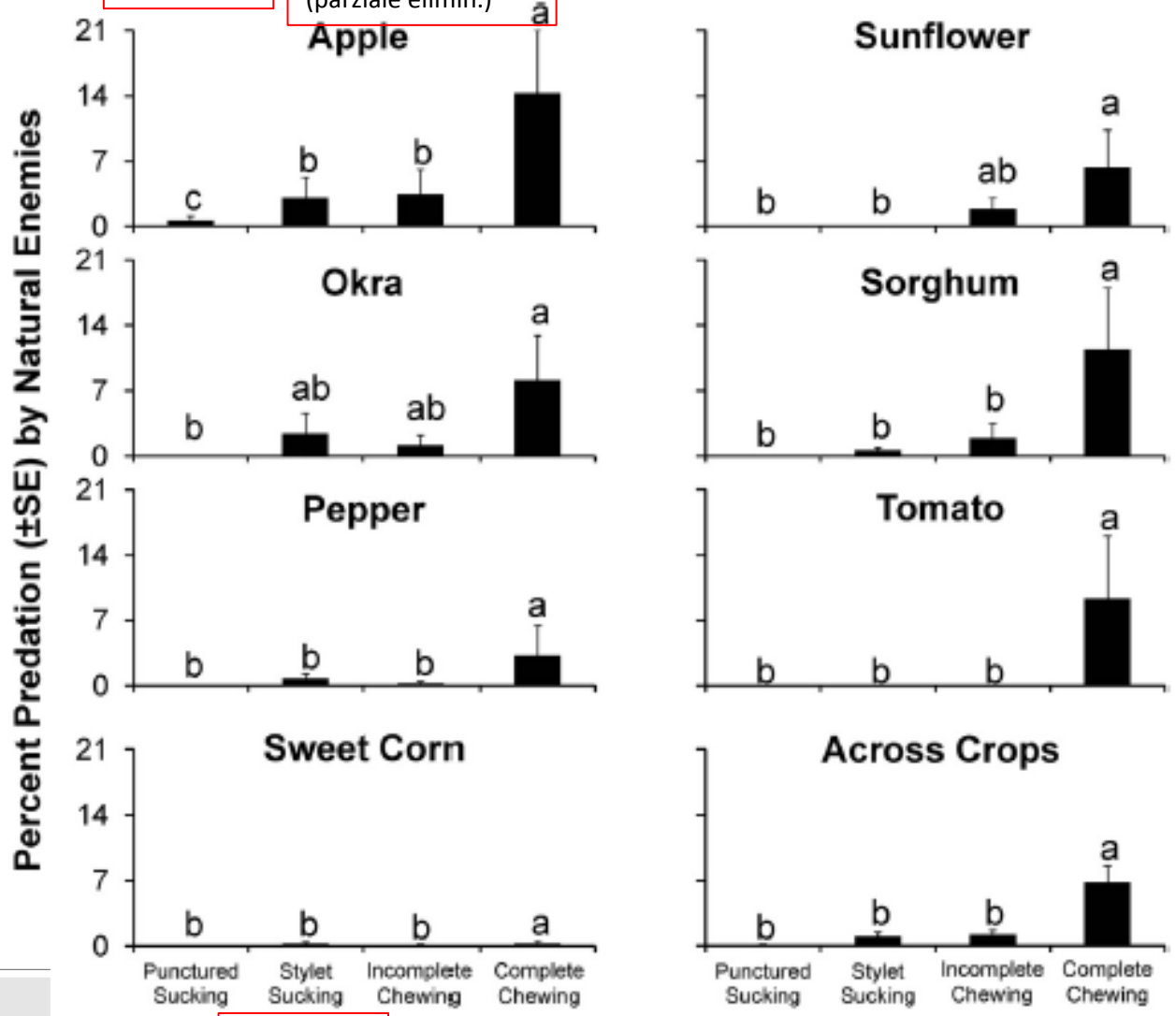


Fig. 2. Complete chewing by *S. americana* (A), *M. femurrubrum* (B), and *C. fasciatus* (C) and incomplete chewing by an unknown species (D), stylet sucking by *G. punctipes* (E), two small cuts in chorion caused by puncture sucking predation of *P. audax* (F), circular hole in chorion resulting from piercing-sucking predation of green lacewing larva (G), and non-stylet sucking damage by *Nabis* sp. (H).

Efficienza nella predazione in colture diverse

App. bocc succhiante

App. bocc masticatore (parziale elimin.)



App. bocc succhiante (stiletto)

App. bocc masticatore (totale elimin.)

Biological Control 97 (2016) 120–130

Contents lists available at ScienceDirect

Biological Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ybcon

Frequency, efficiency, and physical characteristics of predation by generalist predators of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) eggs

William R. Morrison III [a,*,1], Clarissa R. Mathews [b,1], Tracy C. Leskey [a]

[a] USDA-ARS Appalachian Fruit Research Station, 2217 Wiltshire Road, Kearneysville, WV 25430, USA
[b] Institute of Environmental and Physical Sciences, Shepherd University, Shepherdstown, WV 25443, USA

Andamento stagionale popolazioni preda-predatore

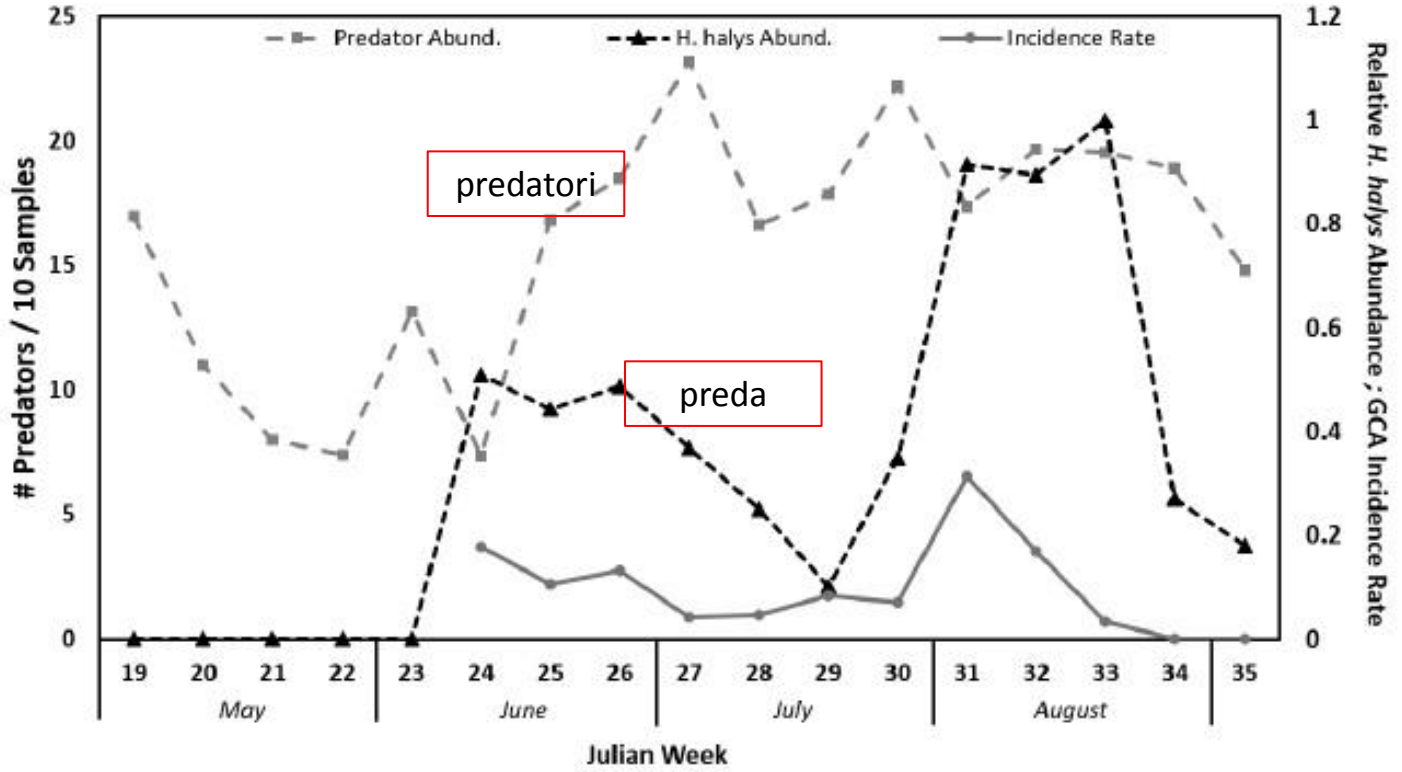


Figure 2. Comparing the Abundance of H. halys and Generalist Predators to the Incidence Rate of H. halys DNA in Field Collected Predators, 2015-2016. Data presented here are weekly averages calculated across all crops and years. Incidence rate is the proportion of field collected predators which assayed positive for *H. halys* DNA with the BMITS1 TaqMan qPCR primer system. *Note:* To ensure similarity in scale, the abundance of *H. halys* is expressed as the relative proportion of the highest average weekly abundance (1.23 *H. halys* per ten samples, recorded during week 33).

Pote, 2018

Stagionalità nella predazione

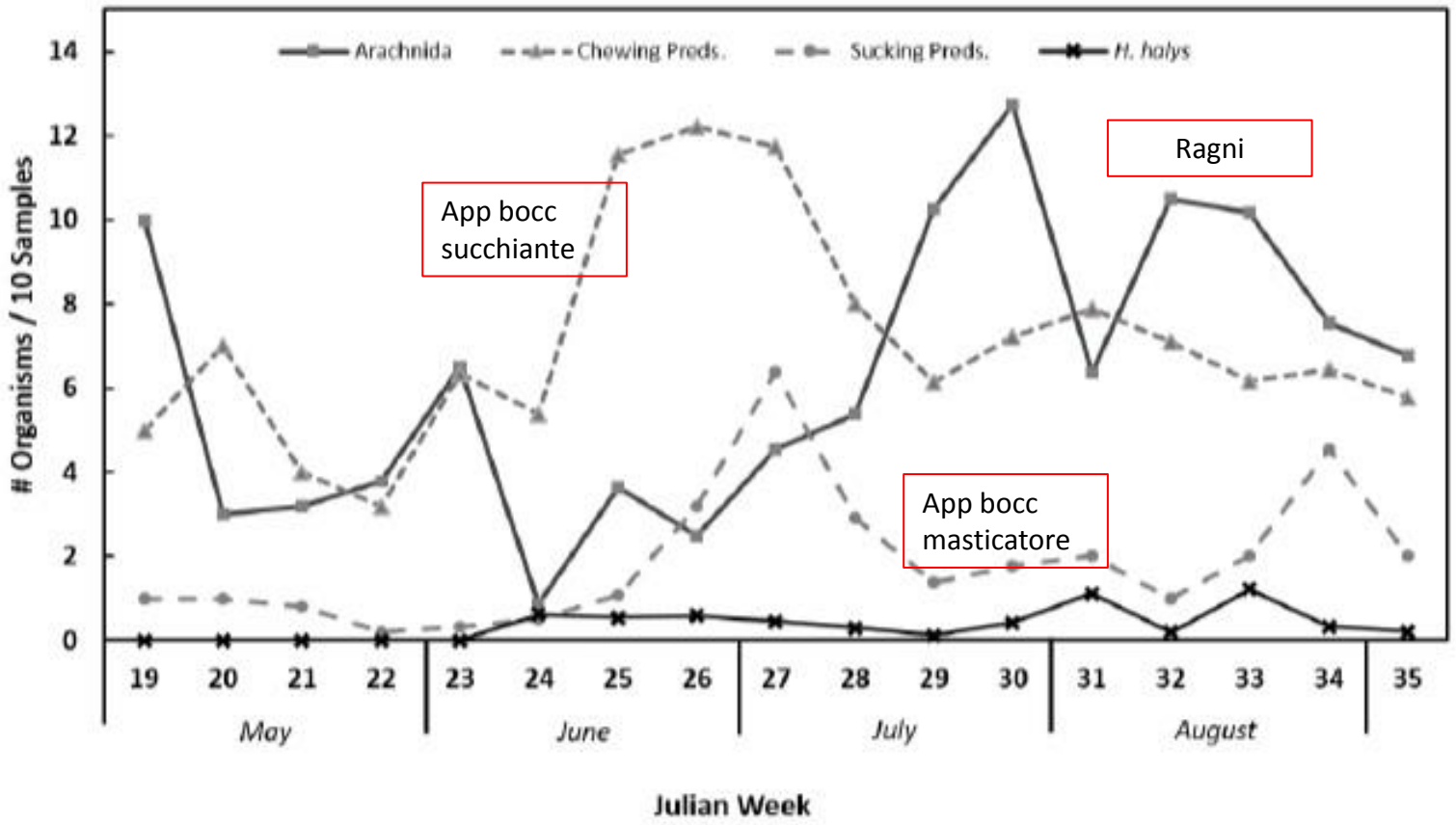


Figure 3. The Seasonality of *H. halys* and Generalist Predators in New Jersey Agro-Ecosystems, 2015-2016. Data presented here are weekly averages calculated across all crops and years. *Note:* Abundance of *H. halys* is expressed as mean insects per ten sweeps, not as a proportion of the maximum.

Pote, 2018

Predation and parasitism by native and exotic natural enemies of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) eggs augmented with semiochemicals and differing host stimuli

William R. Morrison III [a,*], Brett R. Blaauw[b], Anne L. Nielsen[c], Elijah Talamas[d], Tracy C. Leskey[e]

Maggior attività di predazione verso fine stagione

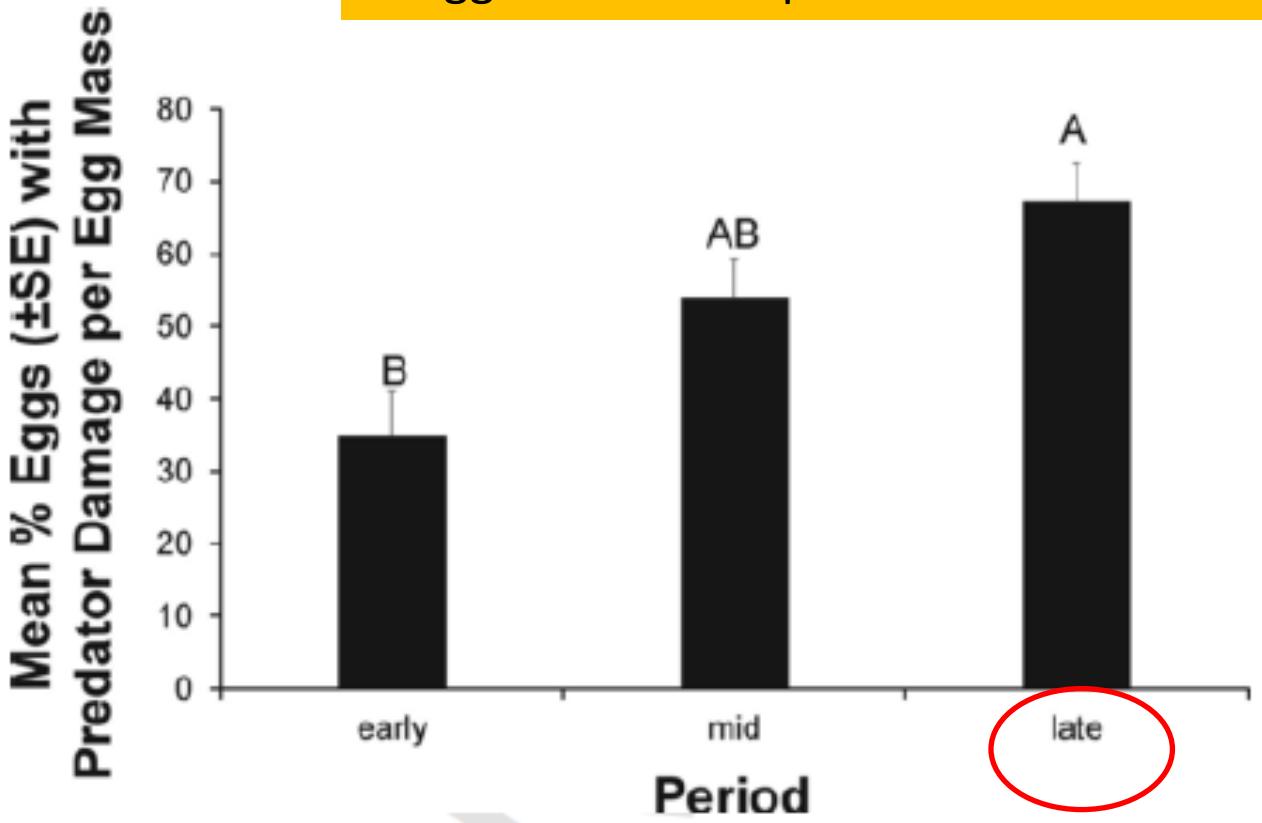


Fig. 7. The percentage of eggs in an egg mass (out of ~28 eggs) with predator damage during the early (10 Jul to 30 Jul), mid (1 Aug to 17 Aug), and late (1 Sep to 4 Sep 2015) deployment periods for the sentinel egg masses augmented with prey-, predator-, and plant-based semiochemicals in New Jersey and West Virginia, USA in floral patches.

Predazione di stadi diversi della preda

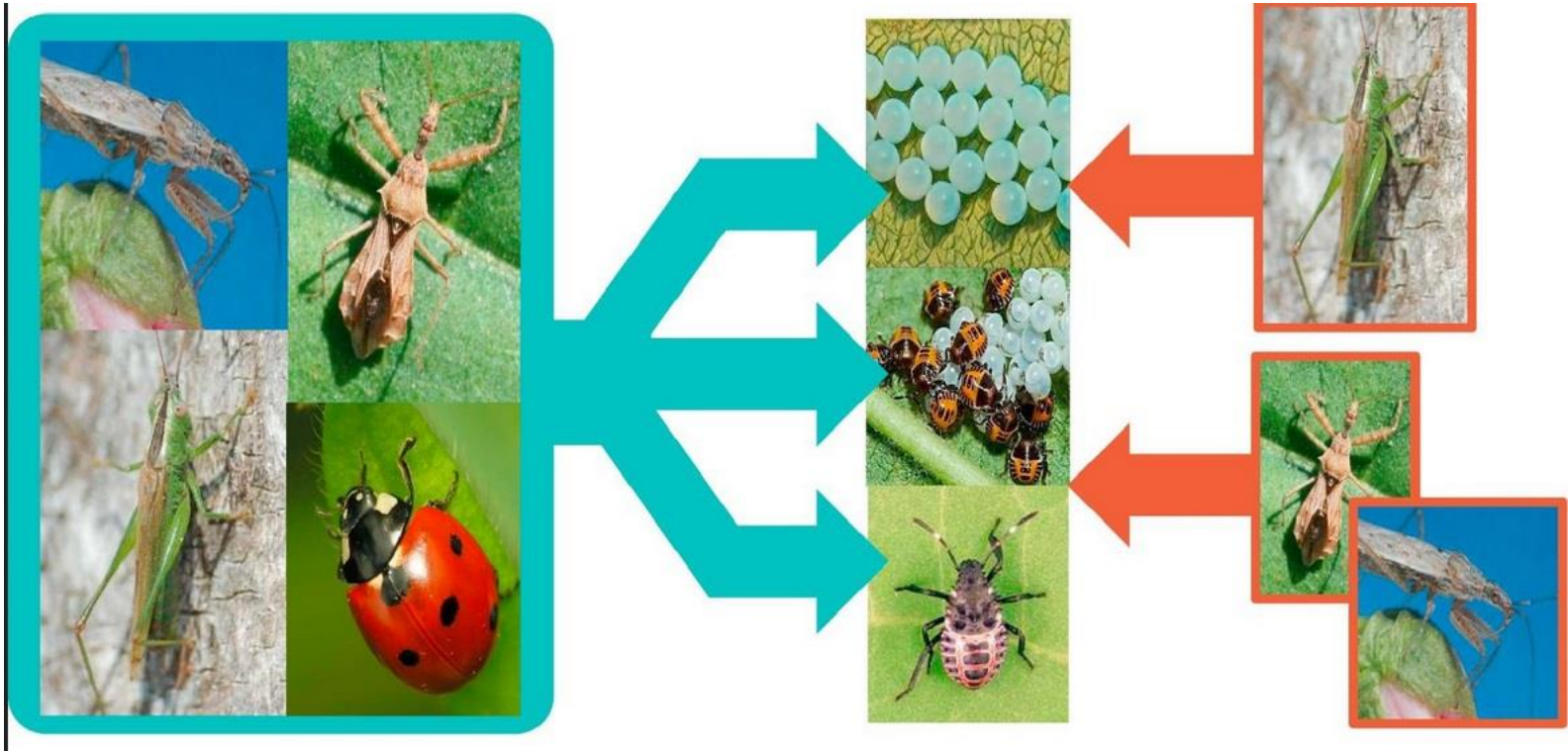
Biological Control
Volume 114, November 2017, Pages 1-7

Life stage specific predation of *Halyomorpha halys* (Stål) by generalist predators

John M. Pote, Anne L. Nielsen

Show more

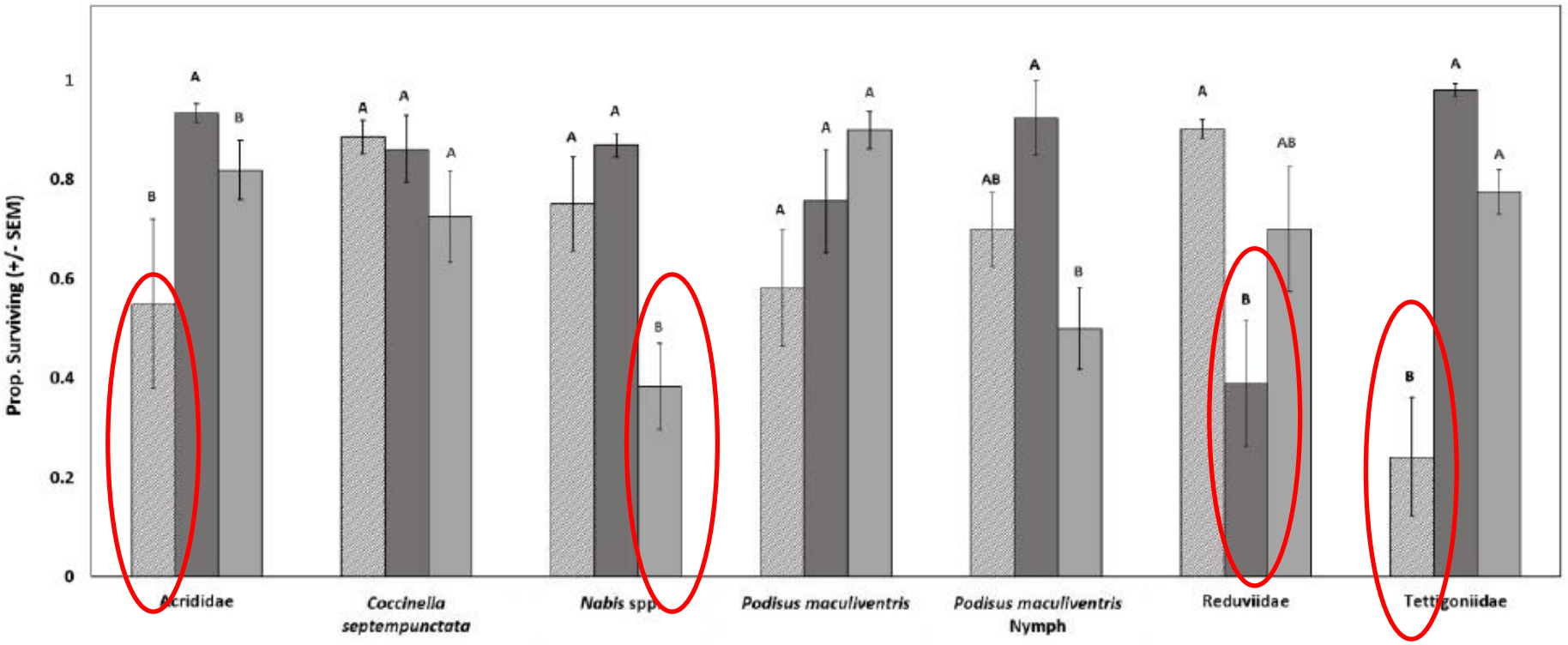
+ Add to Mendeley Share Cite



Predator feeding measured on immature stages of *Halyomorpha halys*

Orthopterans primarily consumed eggs; Hemipterans primarily consumed nymphs

Predazione stadi cimice asiatica



Pote, 2018

M=masticatore
PS=pungente-succhiante

Predazione delle uova

Table 2. Mean (± SEM) effects of predators on *H. halys* egg hatch. *P* values were obtained from Welch two-sample t-tests; *P*-values in bold face were significant ($P < 0.05$).

Predator (*n*)	Treatment Hatch	Control Hatch	*P*	
Acrididae (8)	0.549 (±0.17)	0.957 (±0.02)	**0.048**	M
Coccinella septempunctata (8)	0.886 (±0.03)	0.978 (±0.01)	**0.029**	M
Coleomegilla maculata (8)	0.867 (±0.07)	0.772 (±0.11)	0.480	
Geocoris spp. (8)	0.572 (±0.14)	0.472 (±0.15)	0.633	
Harmonia axyridis (8)	0.858 (±0.12)	0.764 (±0.10)	0.566	
Hippodamia convergens (8)	0.655 (±0.04)	0.797 (±0.08)	0.152	
Nabis spp. (8)	0.750 (±0.10)	0.749 (±0.09)	0.994	
Podisus maculiventris adult (8)	0.581 (±0.12)	0.879 (±0.05)	**0.044**	PS
Podisus maculiventris nymph (8)	0.699 (±0.07)	0.917 (±0.03)	**0.021**	
Reduviidae (8)	0.901 (±0.02)	0.875 (±0.06)	0.677	
Tettigoniidae (8)	0.241 (±0.12)	0.709 (±0.12)	**0.015**	M

Naturamediterraneo.com

Aknews.it

Entnemdept.ufl.edu

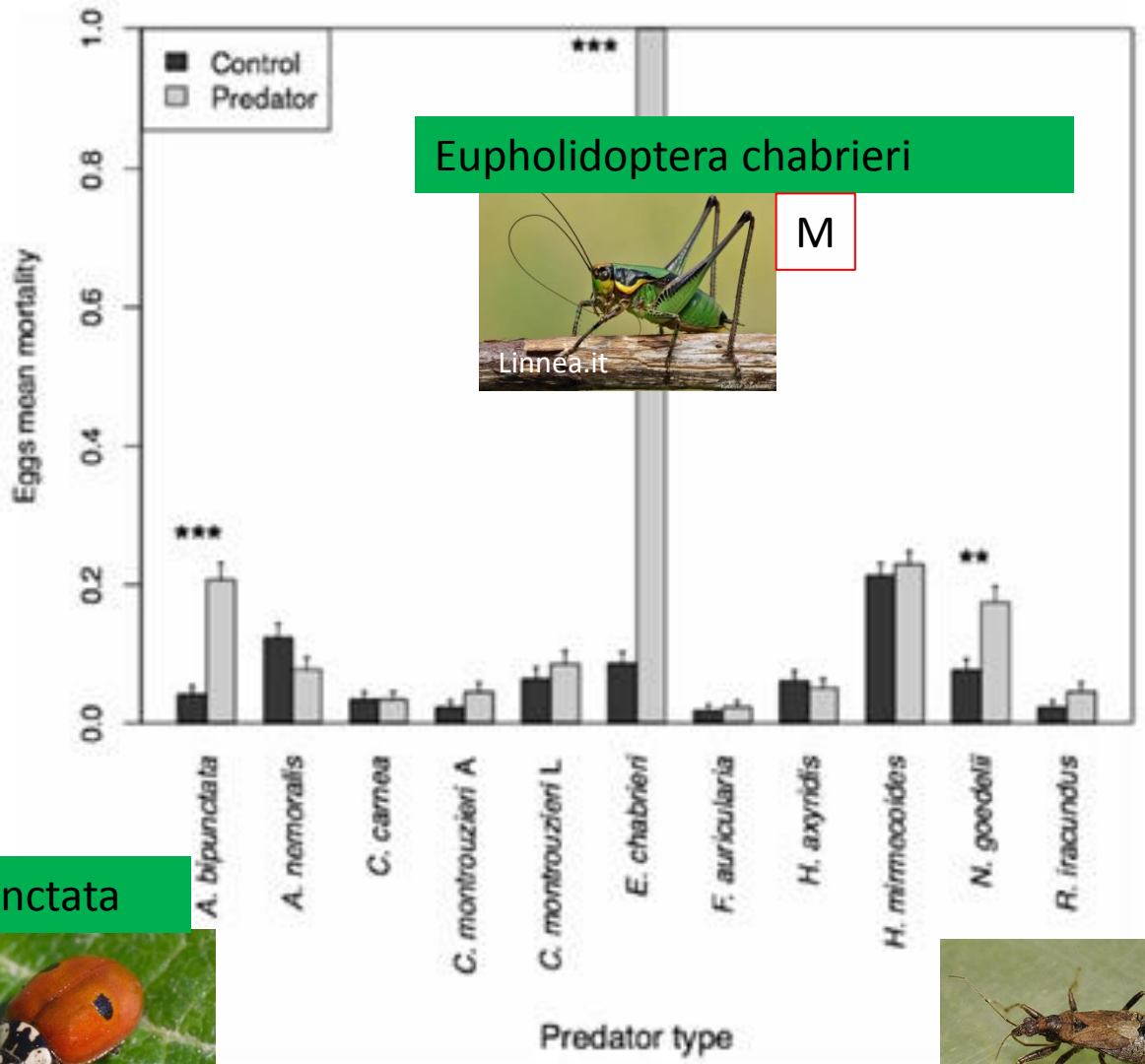
BugGuide.net

Polcevera.it

Pote, 2018

M=masticatore
PS=pungente-succhiante

Predazione delle uova



Eupholidoptera chabrieri

M

Predazione dopo 48 h

M

Adalia bipunctata

Nagusta goedelli

PS

Bulgarini et al, 2020

M=masticatore
PS=pungente-succhiante

Predazione prima età

Table 3. Mean (± SEM) survivorship of treatment and control *H. halys* first instar nymphs in various predator treatments. *P* values were obtained from Welch Two-Sample t-Tests; *P*-values in bold face were significant ($P < 0.05$).

Predator (n)	Treatment Survivorship	Control Survivorship	*P*	
Acrididae (8)	0.934 (±0.02)	0.970 (±0.02)	0.167	
Coccinella septempunctata (8)	0.861 (±0.07)	0.875 (±0.02)	0.850	
Coleomegilla maculata (8)	0.559 (±0.14)	0.812 (±0.05)	0.116	
Geocoris spp (8)	0.894 (±0.03)	0.956 (±0.03)	0.138	
Harmonia axyridis (8)	0.932 (±0.03)	0.949 (±0.03)	0.701	
Hippodamia convergens (8)	0.823 (±0.02)	0.855 (±0.03)	0.423	
Nabis spp (16)	0.869 (±0.02)	0.967 (±0.01)	**0.002**	PS
Podisus maculiventris adult (8)	0.759 (±0.10)	0.828 (±0.07)	0.579	
Podisus maculiventris nymph (8)	0.816 (±0.09)	0.886 (±0.03)	0.490	
Reduviidae (8)	0.389 (±0.13)	0.733 (±0.04)	**0.031**	PS
Tettigoniidae (7)	0.980 (±0.01)	0.983 (±0.01)	0.885	

Pote, 2018

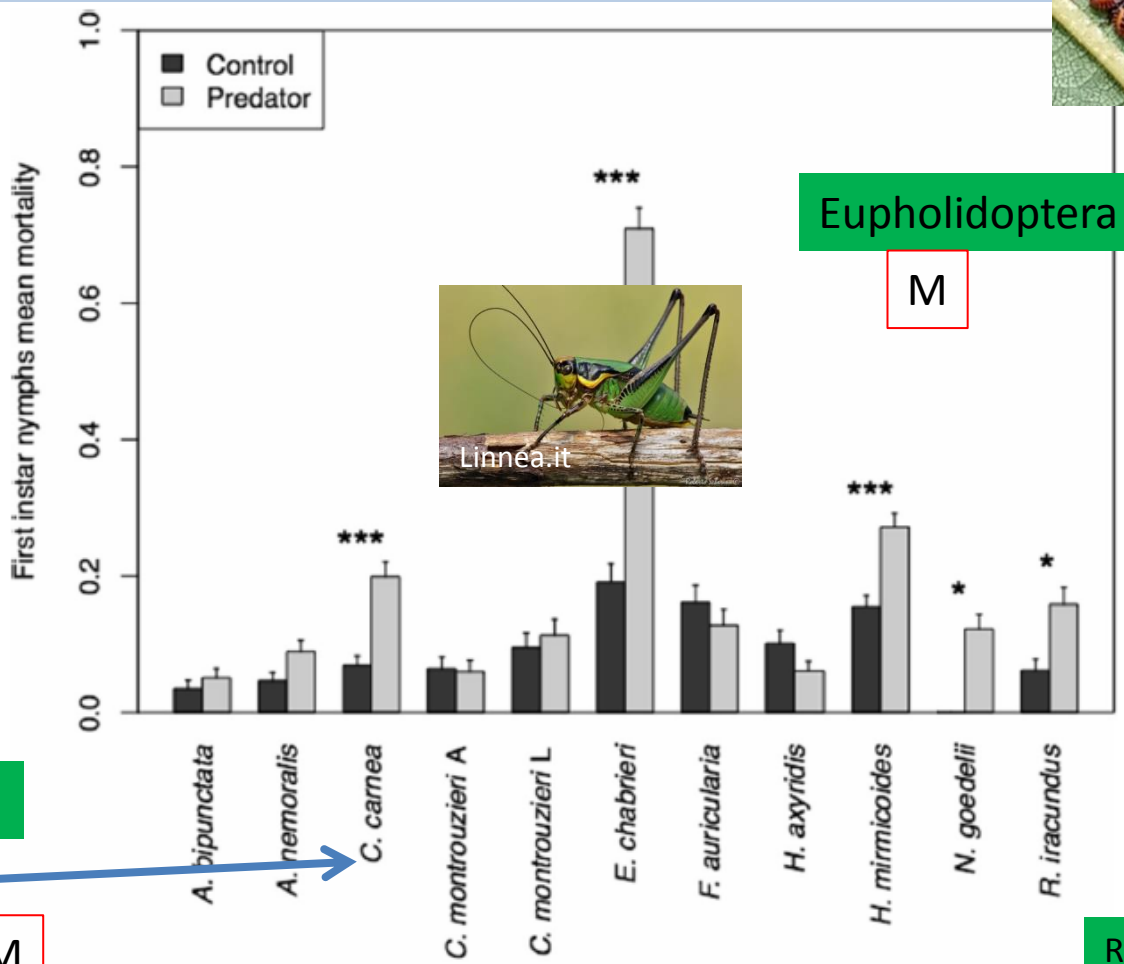
M=masticatore
PS=pungente-succhiante

Predazione prima età

Eupholidoptera chabrieri

M

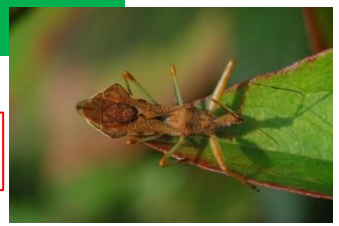
Predazione dopo 48 h



Crysoperla carnea

M

Hymacereus mirmicoides



PS

PS

Rynocorus iracundus

Bulgarini et al, 2020

M=masticatore
PS=pungente-succhiante

Predazione seconda età

Table 4. Mean (± SEM) survivorship of treatment and control *H. halys* second instar nymphs in various predator treatments. *P* values were obtained from Welch two-sample t-tests; *P*-values in bold face were significant ($P < 0.05$).

Predator	Treatment Survivorship	Control Survivorship	*P*	
Acrididae (8)	0.819 (±0.06)	0.825 (±0.07)	0.947	
Coccinella septempunctata (8)	0.725 (±0.09)	0.850 (±0.06)	0.283	
Coleomegilla maculata (7)	0.800 (±0.08)	0.914 (±0.06)	0.259	
Geocoris spp (8)	0.588 (±0.14)	0.875 (±0.05)	0.094	
Harmonia axyridis (8)	0.875 (±0.08)	0.825 (±0.07)	0.634	
Hippodamia convergens (8)	0.708 (±0.06)	0.775 (±0.08)	0.526	
Nabis spp (8)	0.383 (±0.09)	0.866 (±0.05)	**<0.001**	PS
Podisus maculiventris adult (8)	0.900 (±0.04)	0.900 (±0.04)	1	
Podisus maculiventris nymph (8)	0.500 (±0.08)	0.900 (±0.04)	**0.001**	PS
Reduviidae (8)	0.700 (±0.13)	0.875 (±0.05)	0.229	
Tettigoniidae (8)	0.775 (±0.05)	0.825 (±0.06)	0.513	

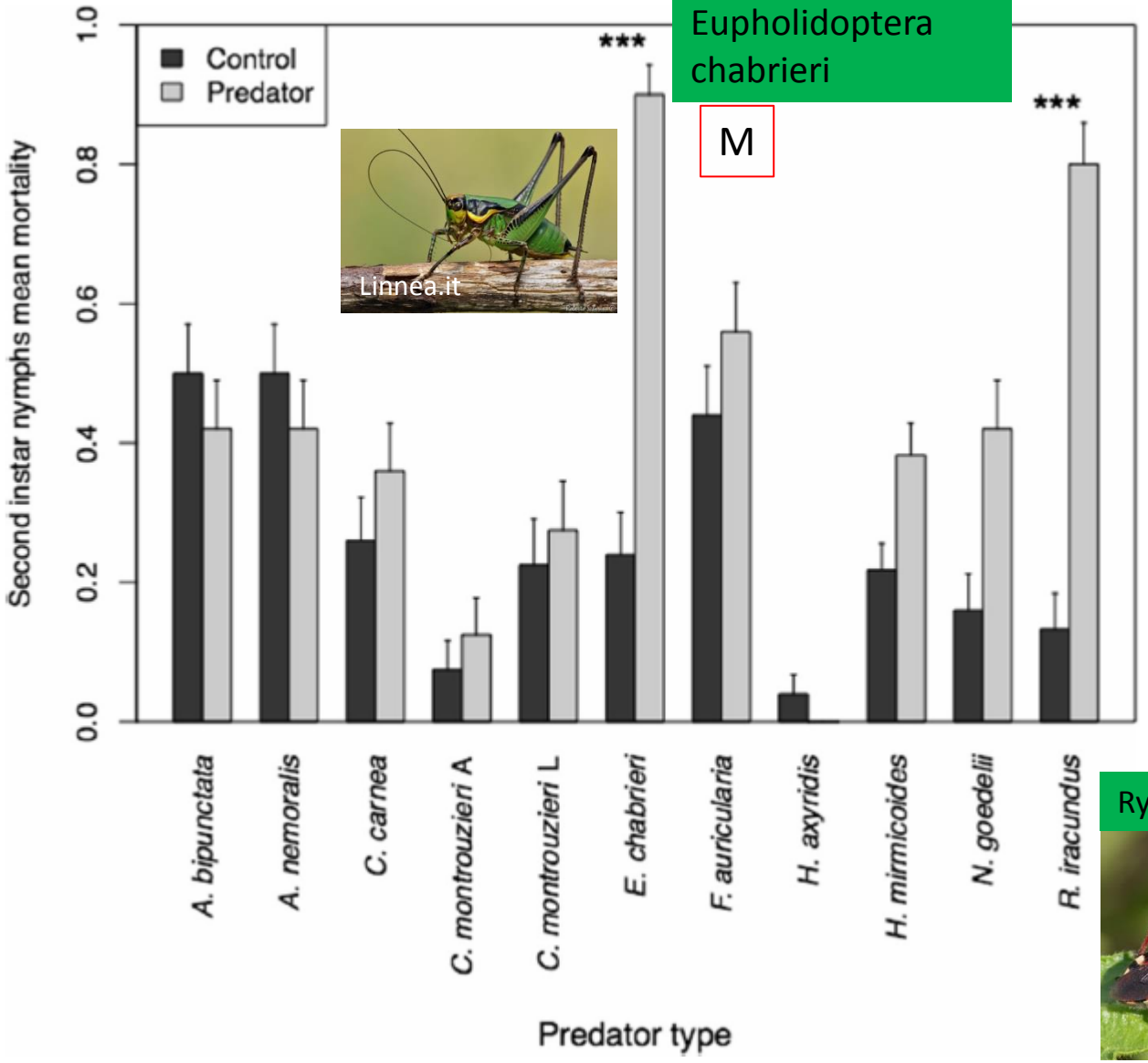
Pote, 2018

M=masticatore
PS=pungente-succhiante

Predazione seconda età

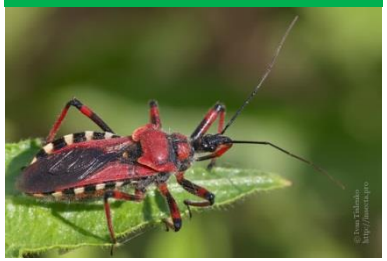
Eupholidoptera chabrieri

M



Predazione dopo 48 h

Rynocorus iracundus



PS

Bulgarini et al, 2020

Predatori generalisti: le formiche

reclutamento

polifagia polimorfismo

comportamento territoriale

insetti eusociali
(allevamento prole fino all'adulto)

colonie stabili nello spazio e nel tempo

Crematogaster scutellaris (Formicidae)

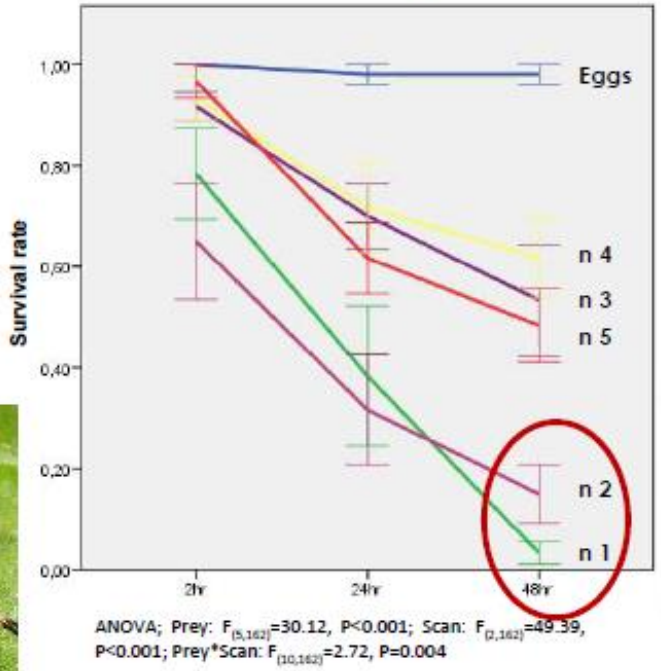
- specie autoctona e diffusa negli agroecosistemi
- nidifica in microhabitat differenti
- le colonie possono vivere per molte decadi
- usa tracce chimiche per reclutare un numero molto elevato di compagne sui siti di foraggiamento

Maistrello, 2021

Indagini su predatori generalisti

Prove in laboratorio con FORMICHE

Crematogaster scutellaris



ANOVA; Prey: $F_{(5,162)}=30.12$, $P<0.001$; Scan: $F_{(2,162)}=49.39$, $P<0.001$; Prey*Scan: $F_{(10,162)}=2.72$, $P=0.004$

- *C. scutellaris* non preda le uova, ma preda efficacemente tutti gli stadi giovanili
- La predazione di *C. scutellaris* sulle neanidi avviene più rapidamente rispetto alle ninfe

J Pest Sci
DOI 10.1007/s10340-017-0889-1
ORIGINAL PAPER

Castracani et al. J. Pest Sci, 90(4): 1181-1190

Predatory ability of the ant *Crematogaster scutellaris* on the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys*

Cristina Castracani[1] · Giacomo Bulgarini[1] · Daniele Giannetti[2] · Fiorenza A. Spotti[1] · Lara Maistrello[2] · Alessandra Mori[1] · Donato A. Grasso[1]

1° e 2° età stadi più predati

Maistrello, 2021

J Pest Sci
DOI 10.1007/s10340-017-0889-1

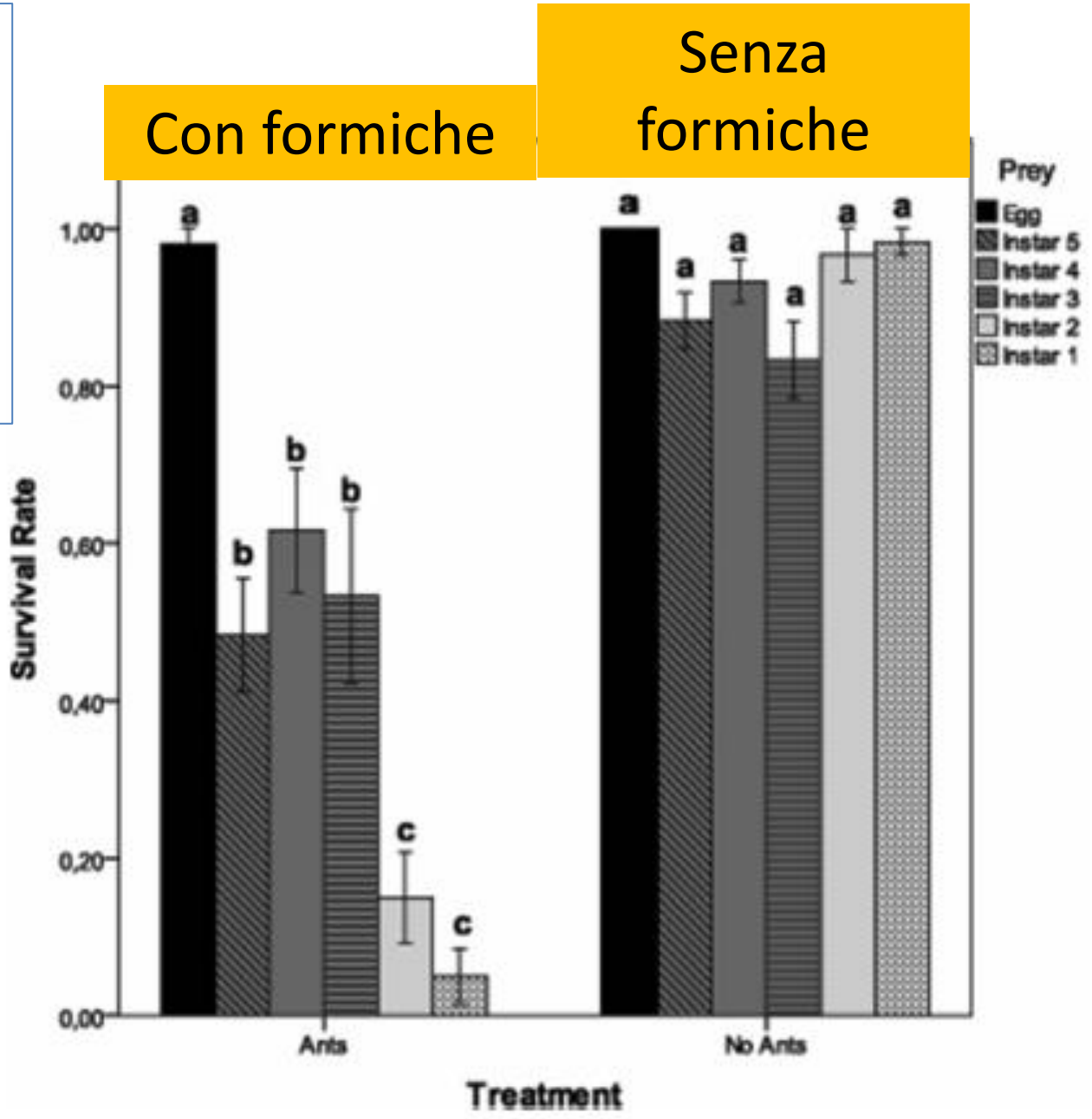
ORIGINAL PAPER

Predatory ability of the ant *Crematogaster scutellaris* on the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys*

Cristina Castracani[1] · Giacomo Bulgarini[1] · Daniele Giannetti[1] · Fiorenza A. Spotti[1] · Lara Maistrello[2] · Alessandra Mori[1] · Donato A. Grasso[1]

Fig. 3 Attacks by *Crematogaster scutellaris* workers on different instars of *Halyomorpha halys*. (a) A worker chewing a first instar bug; (b) a worker biting and transporting a second instar bug; (c) cooperative attack on an instar 5

Presenza di formiche riduce notevolmente la sopravvivenza delle cimici in età giovanile



Searching for new predators of the invasive *Halyomorpha halys*: the role of the black garden ant *Lasius niger*

Giacomo Bulgarini[1], Cristina Castracani[2], Alessandra Mori[2], Donato A. Grasso[2] & Lara Maistrello[1]*

2° e 3° età stadi più predati

Predazione dopo 48 h

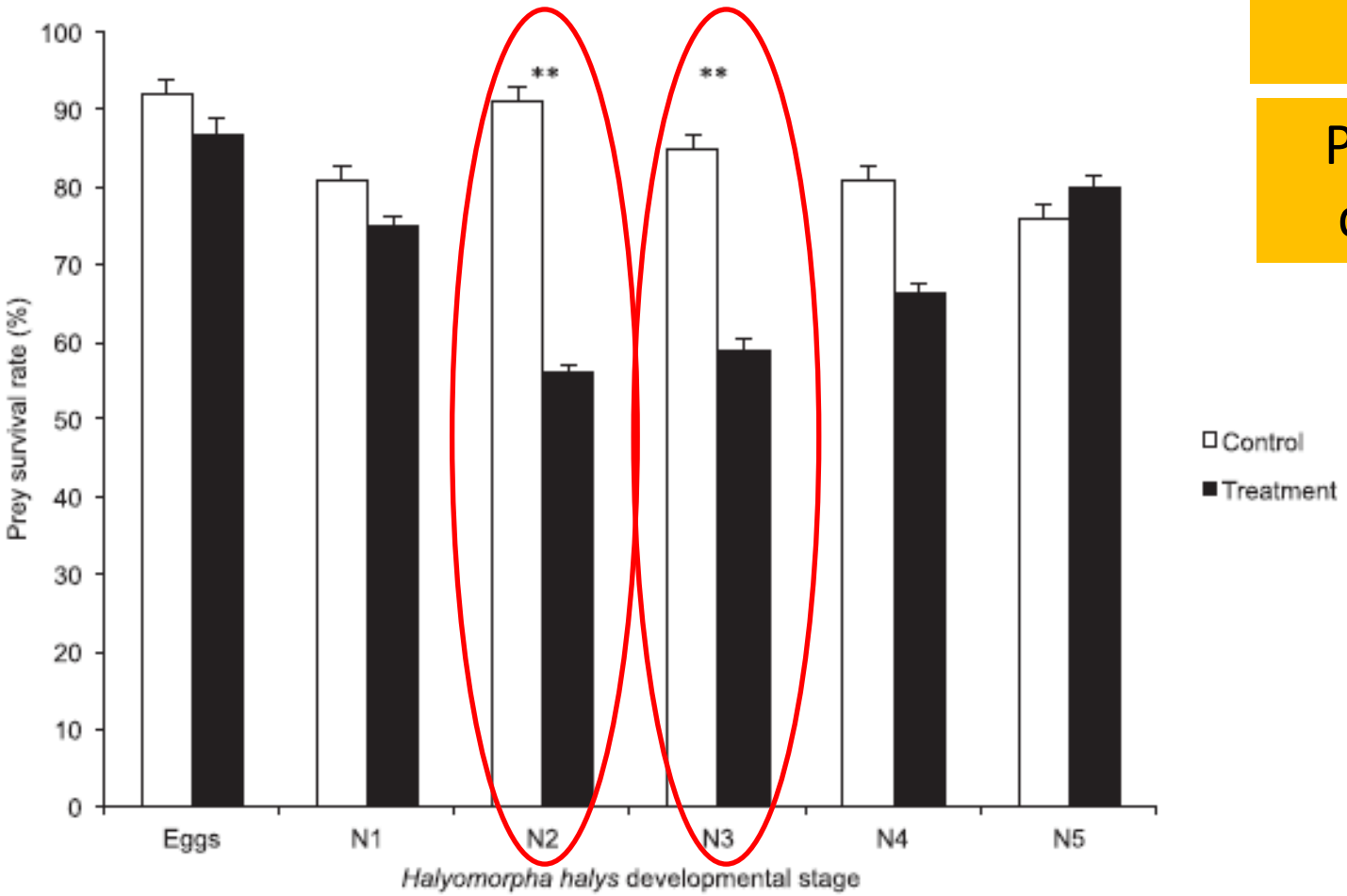


Figure 1 Mean (+ SE) survival rate (%) of eggs and juvenile stages (N1-5) of *Halyomorpha halys* after 48 h with ants present (treatment) or absent (control). Asterisks indicate a significant difference between control and treatment (glm: **0.01<P<0.001).

Predatori generalisti: Chirotteri (pipistrelli)

DIFESA | DELLE COLTURE

IN ITALIA SONO PRESENTI 35 SPECIE DI CHIROTTERI

Contributo dei pipistrelli al controllo della cimice asiatica

Serotino comune (*Eptesicus serotinus*) (**foto 4**) (*foto Gianna Dondini*) e in bat box (**foto 5**) (*foto Alessandra Tomassini*)

Agenti di controllo delle specie invasive, per *Halyomorpha halys* la riconoscono come preda abituale durante tutta la stagione e sono capaci di rilevarne la presenza 3-4 settimane prima rispetto alle trappole luminose

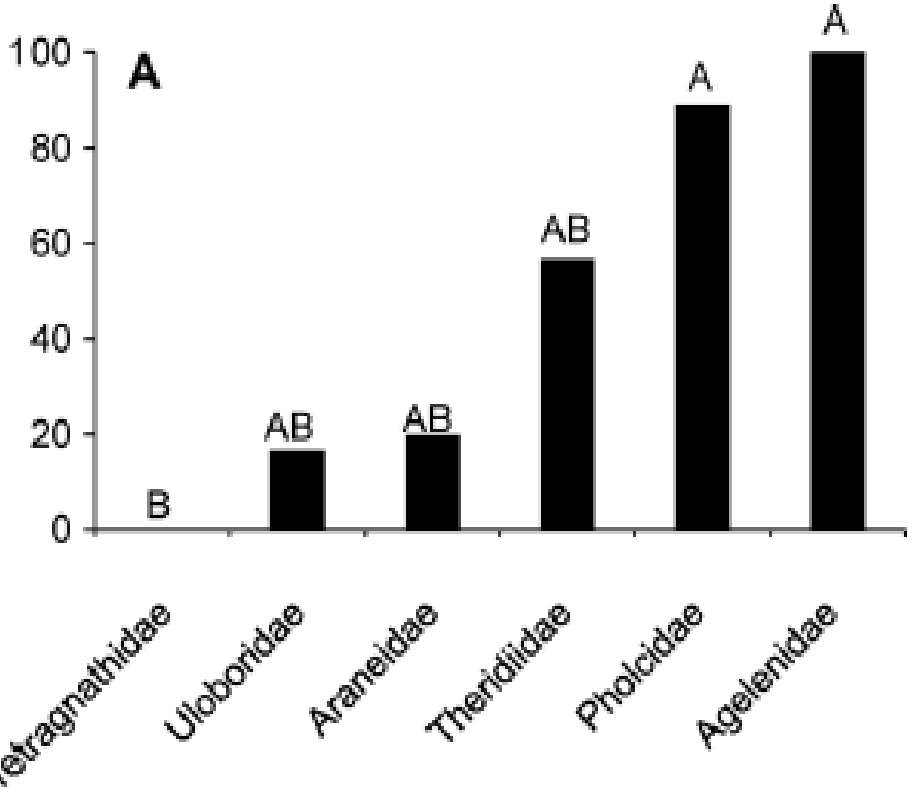
Ricucci e Maistrello, 2016

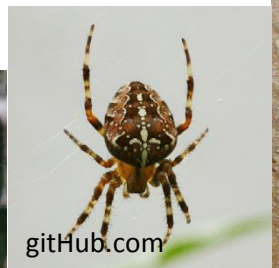
Predatori generalisti: i ragni

J Insect Behav (2017) 30:70–85
DOI 10.1007/s10905-017-9599-z

Predation of *Halyomorpha halys* (Hemipter Pentatomidae) from Web-Building Spiders with Anthropogenic Dwellings

William R. Morrison III[1] · Alexandria N. Bryant[2] · Brittany Poling[3] · Nicole F. Quinn[4] · Tracy C. Leskey[1]





Antagonisti naturali

- Predatori
- Parassitoidi
- Patogeni

Parassitoidi

parassitoide oofago

parassitoide larvale

parassitoide degli adulti (Tachinidae)

Fonte: Tim Haye, CABI Svizzera

Parassitoidi

- Parassitoidi di adulti

- Parassitoidi di uova

Anastatus bifasciatus

generalista: principalmente eterotteri e lepidotteri

Trissolcus sp.

più specializzato: prevalentemente cimici

Insetti che depongono le uova all'interno delle uova delle cimici e si sviluppano a spese dell'embrione della cimice

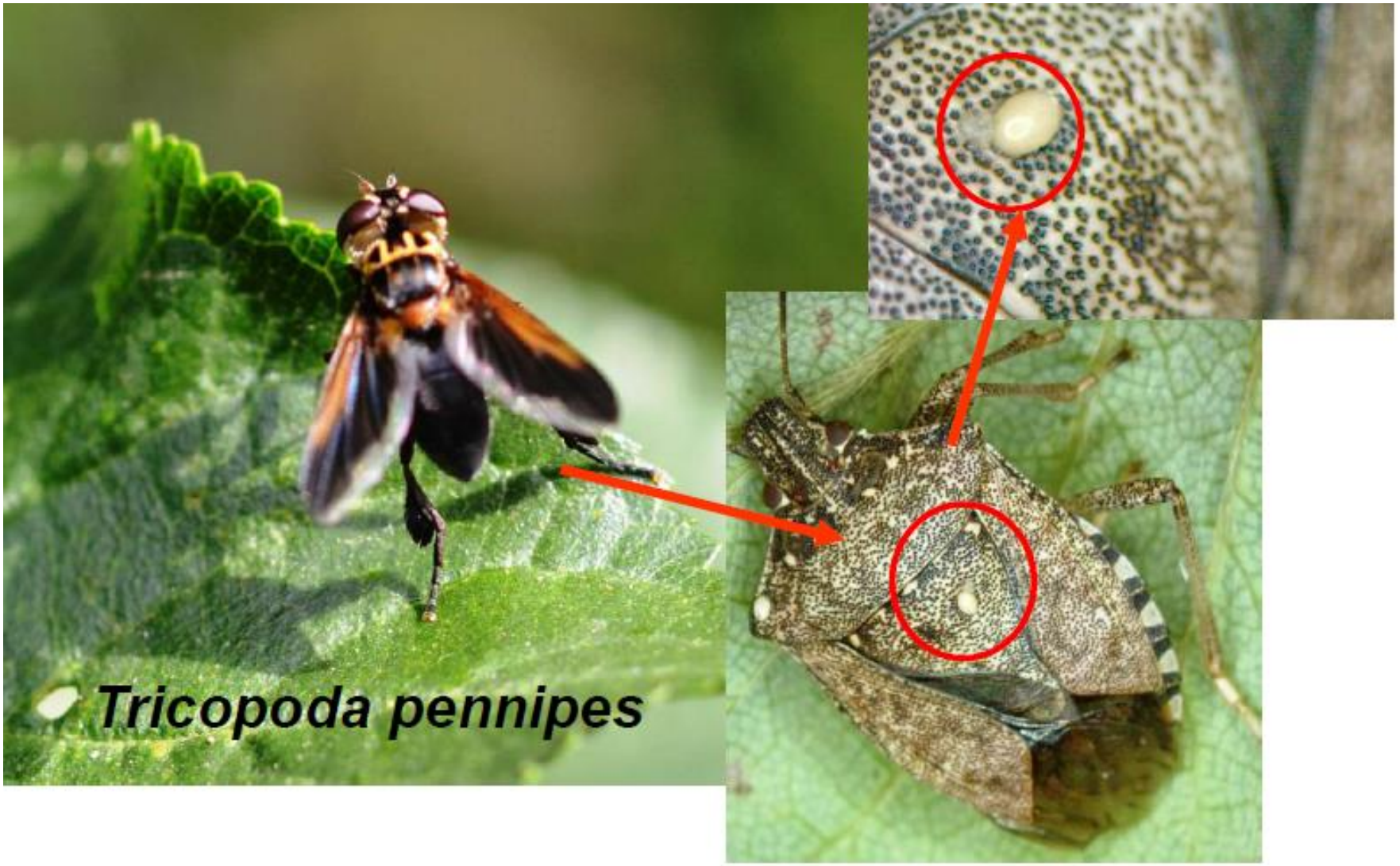
Parassitoidi di adulti

Antagonisti naturali

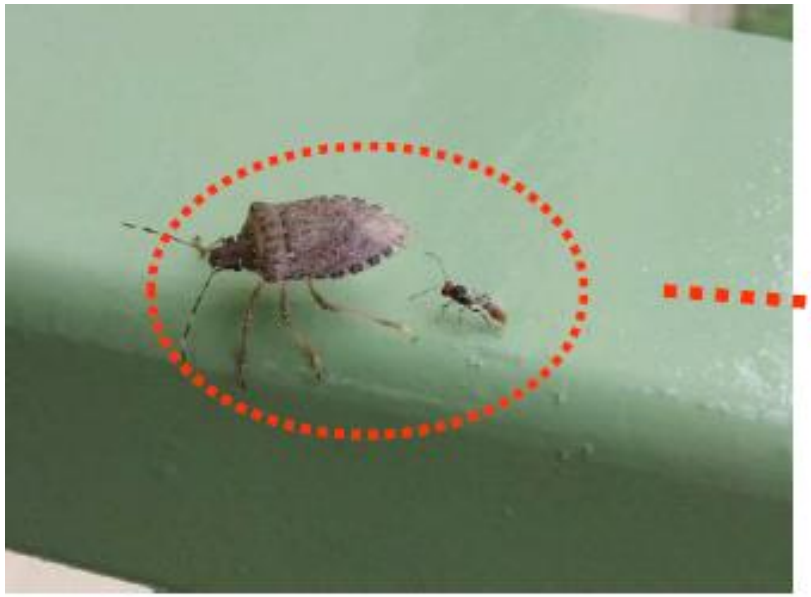
- Predatori
- Parassitoidi
  - di adulti
  - di uova
- Patogeni

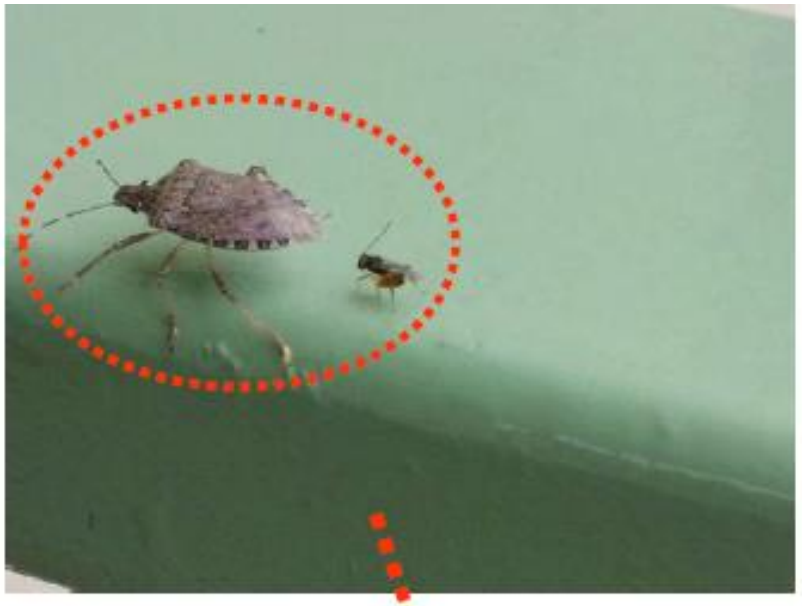
Ditteri Tachinidae
- *Trichopoda pennipes* -

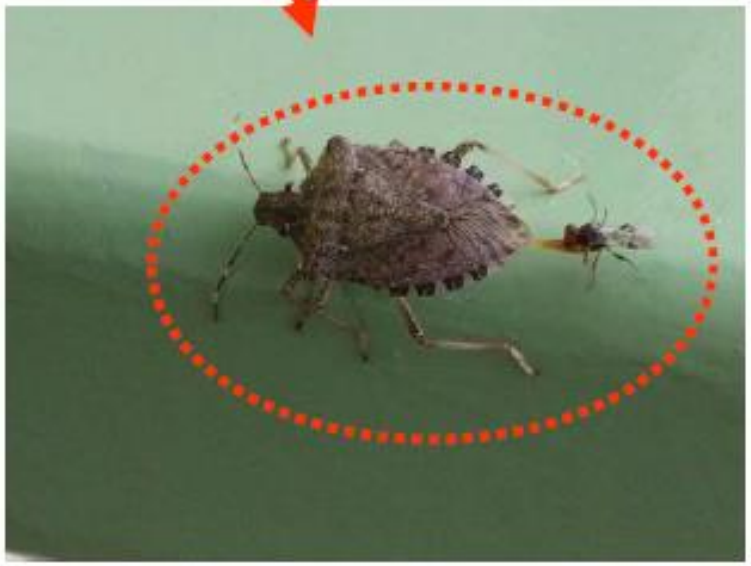
Ad oggi la sua efficacia
è considerata scarsa



Boselli, 2016







Aridelus rufotestaceus ?

(Braconide Euforino)

Boselli, 2016

Parassitoidi di uova

Antagonisti naturali

- Predatori
- Parassitoidi
  - di adulti
  - di uova
- Patogeni

generalista: principalmente eterotteri e lepidotteri

Anastatus bifasciatus

più specializzato: prevalentemente cimici

Trissolcus sp.

Ovatura non parassitizzata

Actinidia

Ovatura parassitizzata

Soia

Uova parassitizzate

Uova non parassitizzate

Foto A. Fiorin , A. Signori e D. Quinto su noce

Anastatus bifasciatus
Maschio

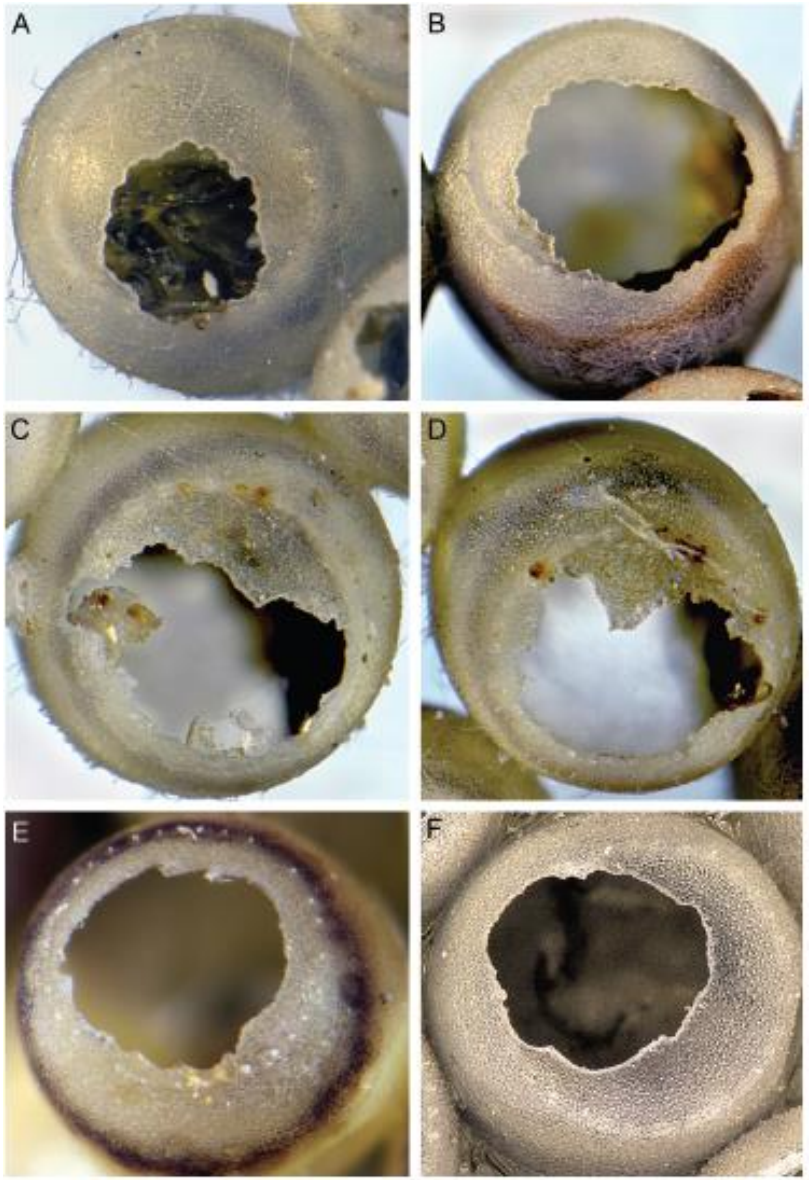


Figure 1. Typical shapes of exit holes produced by egg parasitoids of *Halyomorpha halys* in Europe: *Anastatus bifasciatus* male (**A**) and female (**B**) (NE-Italy); *Acroclisoides sinicus* (**C, D**) (NE-Italy); *Trissolcus mitsukurii* (**E**) (NE-Italy) and *Trissolcus japonicus* (**F**) (Switzerland).

Anastatus bifasciatus
Femmina

Acroclisoides sinicus

Trissolcus mitsukurii

Trissolcus japonicus

Sabbatini Peverieri, 2019

Sabbatini et al, 2018

Lotta biologica con entomofagi

- Relazione specie-specifiche strette. Parassitoidi molto più efficienti di predatori (in genere)
- Adattabilità (sopravvivenza a nuovi habitat)
- Sincronizzazione con l'ospite
- Alto potenziale riproduttivo
- Capacità di ricerca dell'ospite anche quando è scarso
- Tempi di contenimento brevi
- Sopravvivenza a bassa densità ospite

La lotta biologica contro *H. halys* potrebbe essere l'unica soluzione nel **lungo periodo**

Fonte: Pasqualini, 2020

Lotta biologica con entomofagi

- Danni elevati da cimice e aumentato interesse per limitatori naturali
- Per la difesa necessari ripetuti trattamenti insetticidi con effetti negativi su ambiente e salute umana
- Nell'areale di origine efficace contenimento ad opera di parassitoidi oofagi del genere *Trissolcus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae)

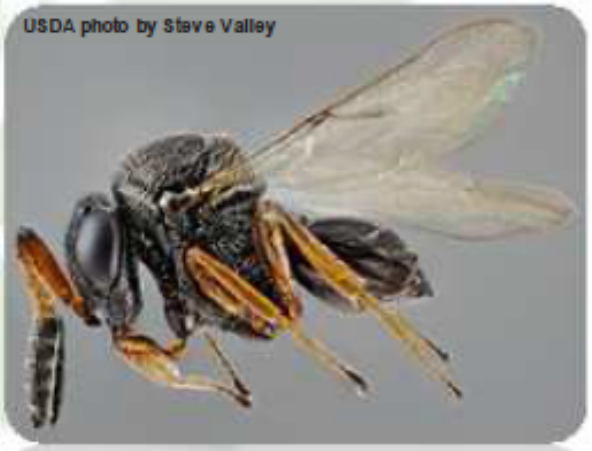
Fonte: Tavella, 2020

Parassitoidi esotici di *H. halys* nelle aree di origine

Complesso parassitario di *H. halys* in Cina:

Anastatus, Gryon, Ooencyrtus, Telenomus, ***Trissolcus****, ….*

Trissolcus japonicus



In Cina:

- **Parassitizzazione fino al 70%-80% circa**
- **Media stagionale 50%**
- **Non specifico della cimice asiatica**

Necessari studi su rischi non-target e su effettivo potenziale di controllo in ambienti differenti da quelli originali

Non specifico per *H. halys*, può parassitizzare uova di altri Pentatomidi inclusi predatori es. *Podisus* e *Alma* spp.

Sabbatini et al, 2018

Trissolcus mitsukurii

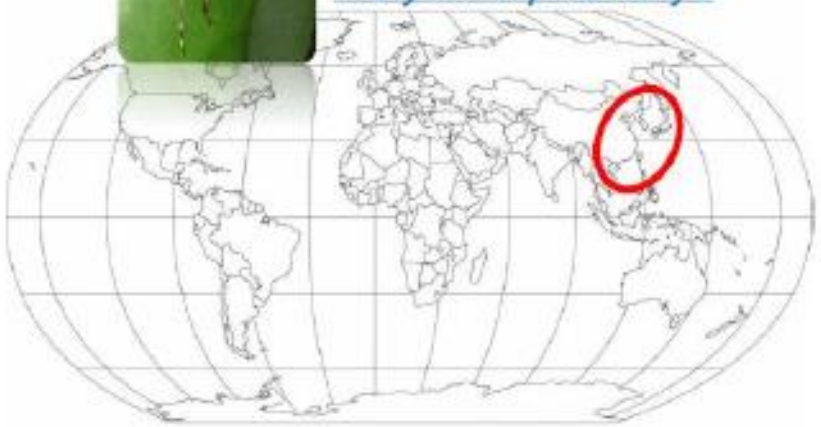
Livello di parassitizzazione molto interessante:

31 ovature rilevate in campo di cui:

- 25 (80 %) parassitizzate da *T. mitsukurii* (90 % livello fuoriuscita parassitoidi; 92 % dei parassitoidi sfarfallati sono state femmine)
- 2 (6 %) parassitizzate da *Anastatus bifasciatus* e da *Acroclisoides sinicus* (iperparassitoide asiatico)
- 4 (14%) non parassitizzate

Sabbatini Peverieri et al., 2019

Halyomorpha halys



Ooparassitoidi

Giappone

Arakawa & Namura, 2002
Hoelmer, USDA-ARS

Trissolcus japonicus
Trissolcus mitsukurii
Trissolcus itoi
Trissolcus plautiae
Ooencyrtus nezarae
Anastatus gastrophacae
.....

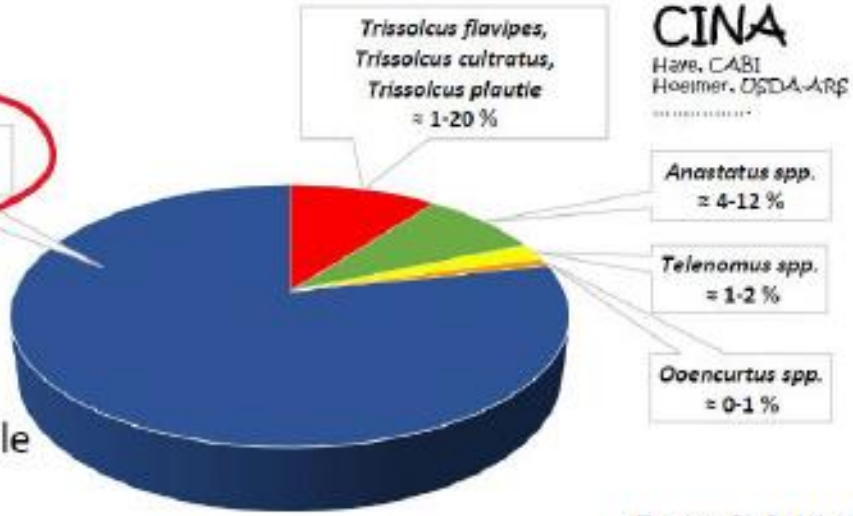
Corea

Kim et al. 2017
Lim et al. 2007

Trissolcus japonicus
Telenomus nigripedius
.....

CINA

Haye, CABI
Hoelmer, USDA-ARS
.....



- Raggiunge ≈ 70-90% di parassitizzazione
- ≈ 50% come media stagionale

Yang et al. 2009; Zhang et al. 2017

Fonte: G. Sabbatini Peverieri et al., 2018

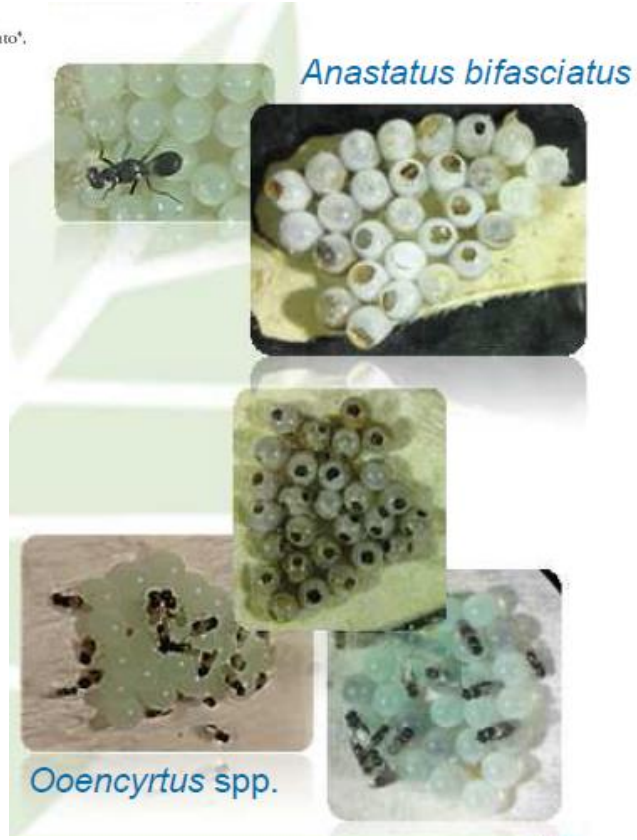
Parassitoidi segnalati in Italia

DATA PAPER

Hymenoptera RESEARCH

Two Asian egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera, Pentatomidae) emerge in northern Italy: *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) and *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae)

Giuseppino Sabbatini Peverieri[1], Elijah Talamas[2], Marie Claude Bon[3], Leonardo Marianelli[1], Iris Bernardinelli[4], Giorgio Malossini[4], Luca Benvenuto[4], Pio Federico Roversi[1], Kim Hoelmer[5]



Sabbatini et al, 2018

Parassitoidi oofagi di Pentatomidi: Scelionidae

Trissolcus basalis

Trissolcus belenus

Telenomus sp.

Trissolcus semistriatus

Trissolcus japonicus

Trissolcus mitsukurii

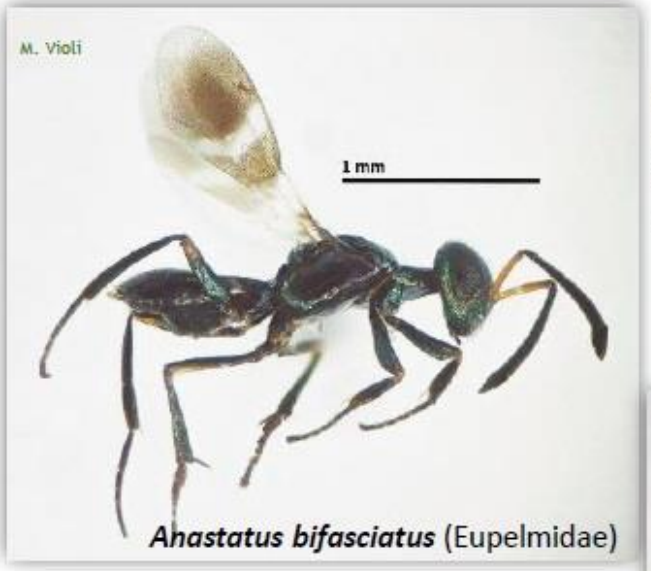
Esotiche

esotici

Maistrello, 2022

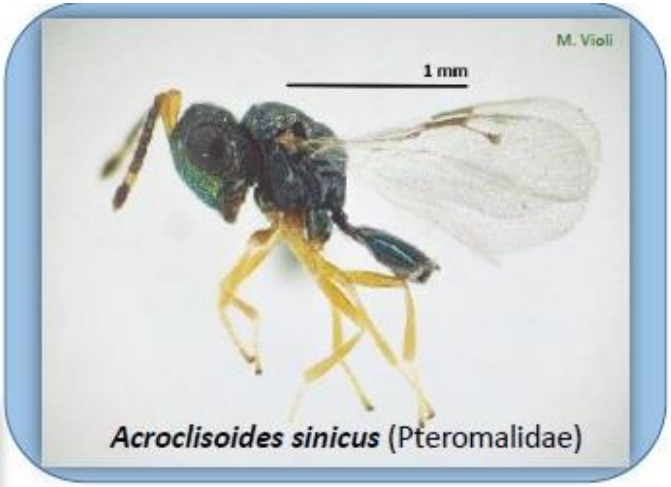
Parassitoidi oofagi di Pentatomidi: altri parassitoidi

autoctoni



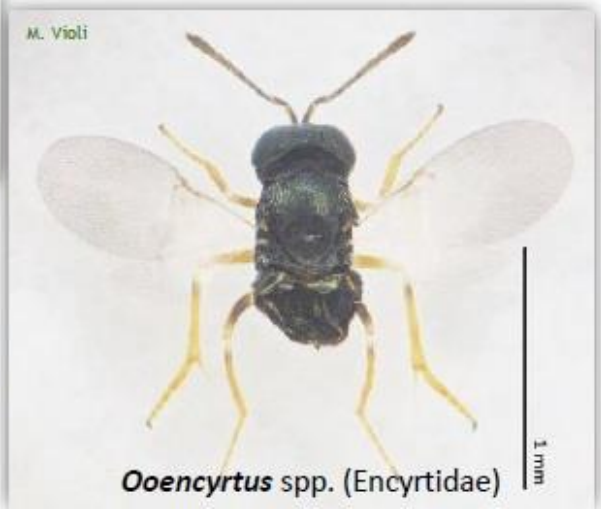
Anastatus bifasciatus (Eupelmidae)

Generalista: 32 ospiti in 3 ordini, soprattutto Heteroptera e Lepidoptera, iperparassitoide occasionale di *T. japonicus*



Acroclisoides sinicus (Pteromalidae)

Iperparassitoide obbligato di uova di pentatomidi già parassitizzate da alcune specie di Scelionidae, in particolare *Trissolcus mitsukurii*



Ooencyrtus spp. (Encyrtidae)

Generalista: 43 ospiti in 3 ordini, soprattutto Heteroptera e Lepidoptera, iperparassitoide di alcune specie di Scelionidae

Maistrello, 2022

Trissolcus japonicus

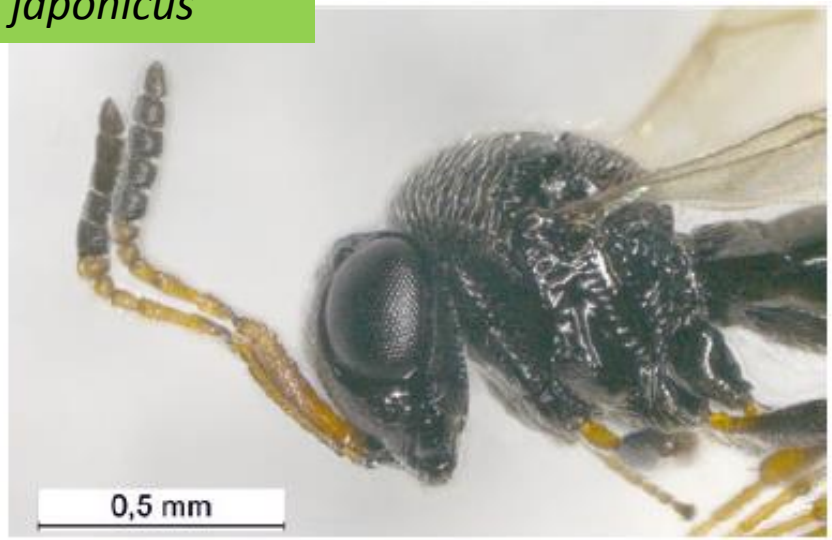


Foto 9 a
Trissolcus japonicus femmina

o 9 b
taglio del capo e conformazione dell'antenna di
solcus japonicus

Trissolcus mitsukurii

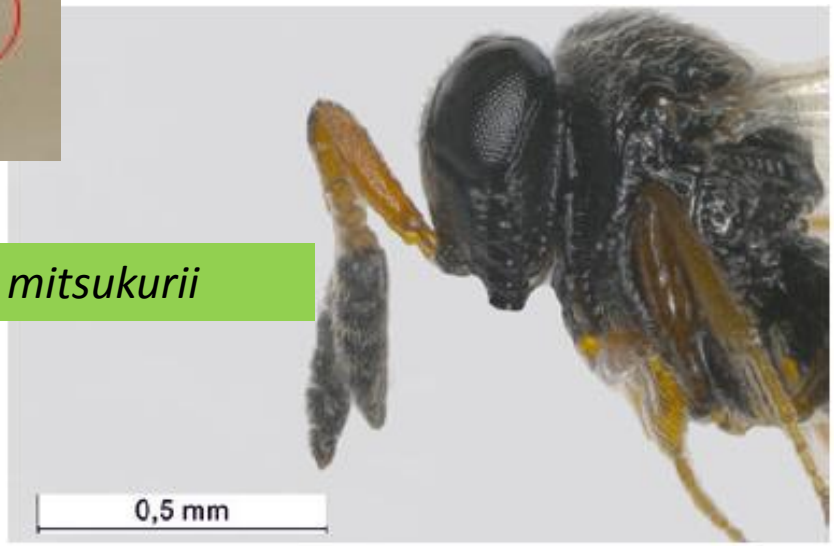


Foto 10 a
Trissolcus mitsukurii: femmina

Foto 10 b
Trissolcus mitsukurii: dettaglio del capo e conformazione dell'antenna

Lotta biologica classica

Trissolcus mitsukurii

- 1966: introdotto alle Hawaii come agente di biocontrollo di *N. viridula*
- 2018: Friuli Venezia Giulia primo rinvenimento al di fuori del proprio areale di origine (metà agosto); Alto Adige (settembre)
- In FVG campionate 31 ovature di cui 25 parassitizzate da T. *mitsukurii* e 2 da *A. bifasciatus*

Figures 4–6. *Trissolcus mitsukurii*, female (FSCA 00033025) **4** head, anterior view **5** habitus, lateral view **6** head, mesosoma, metasoma, dorsolateral view. Scale bars in millimeters.

Fonte: ERSA

Trissolcus mitsukurii

Lotta biologica classica

Trissolcus japonicus

- East USA dal 2015
- Primo rinvenimento in Europa: Svizzera (fine estate 2017 e 2018),
- Primo rinvenimento in Italia: Lombardia (a cavallo tra luglio e agosto); poi in Piemonte (fine estate 2018)

Figures 7–10. *Trissolcus japonicus* **7** female (FSCA 00033063), head, mesosoma, metasoma, ventrolateral view **8** female (FSCA 00033063), head, mesosoma, metasoma, dorsolateral view **9** female (FSCA 00033063) head, anterior view **10** male (FSCA 00033095), habitus, lateral view. Scale bars in millimeters.

Fonte: ERSA

Presenza e introduzione in Italia

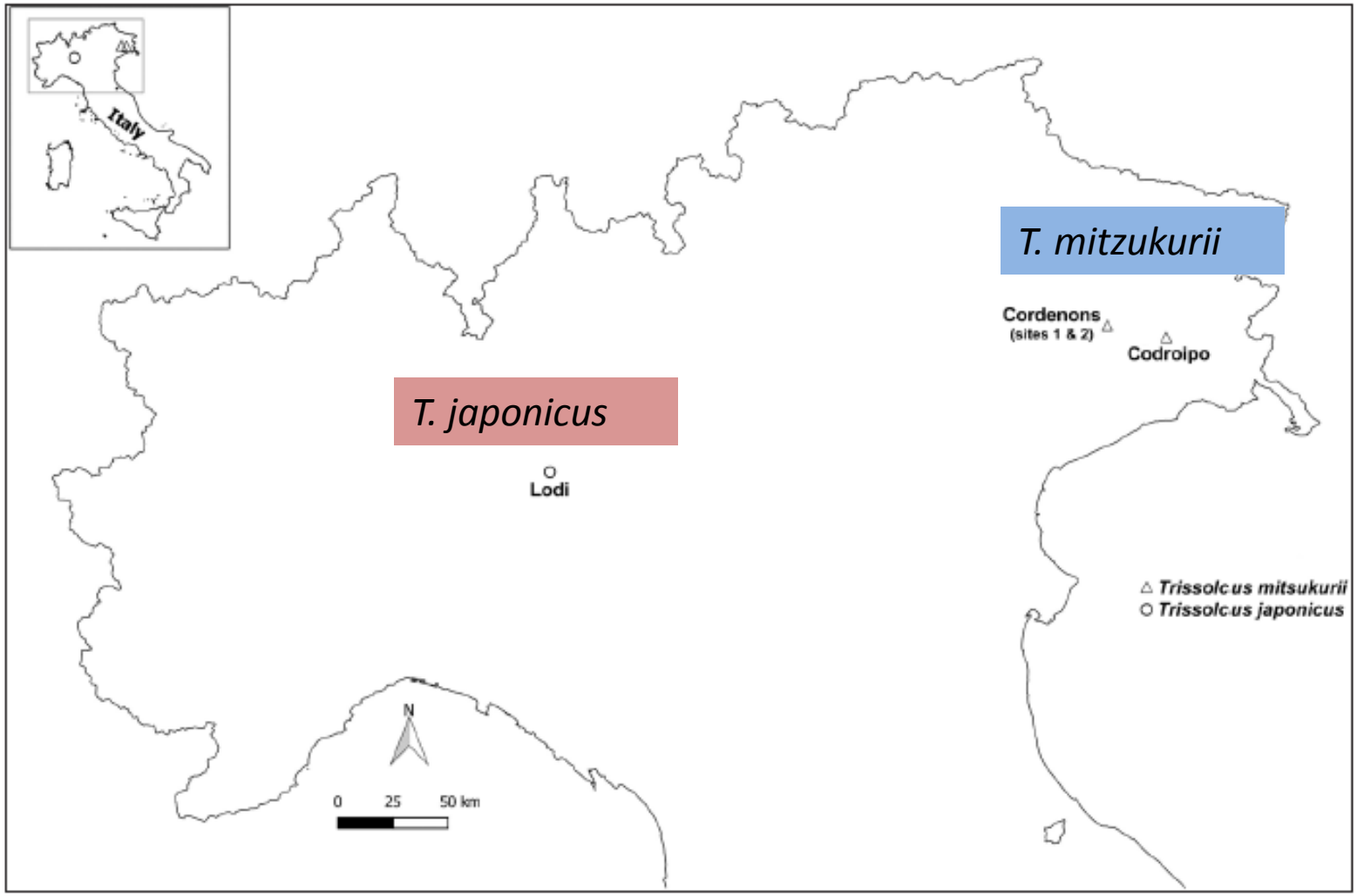
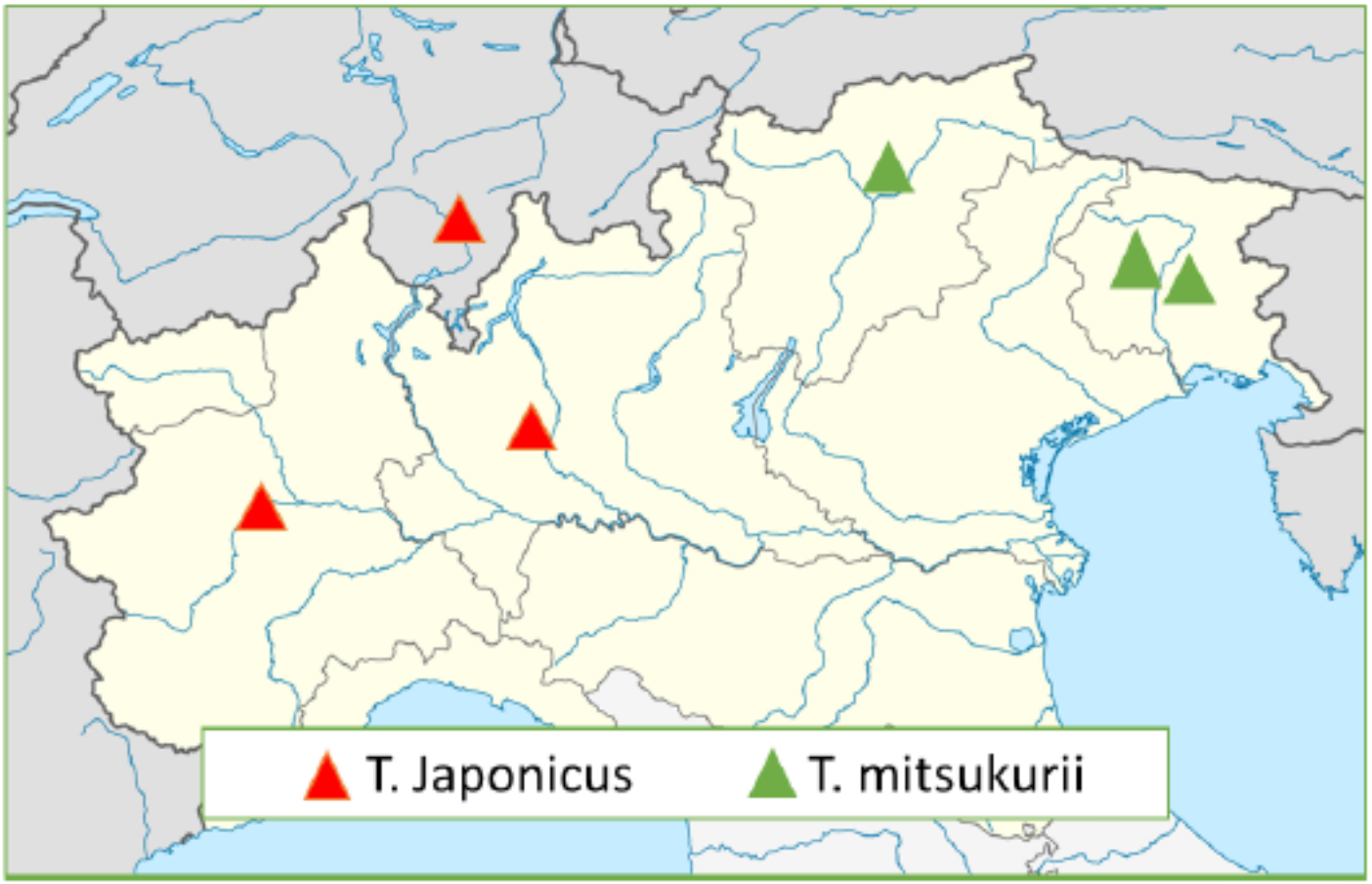


Figure 1. Recovery sites of *Trissolcus mitsukurii* and *Trissolcus japonicus* in northern Italy.

Sabbatini Peverieri, 2018

2018

Trissolcus mitsukurii: prima segnalazione in Europa
Trissolcus japonicus: prima segnalazione in Italia



Servizio Fitosanitario Lombardia, 2019

Trissolcus mitsukurii in Italia segnalato nel 2018

(comunicazione CREA –N. 46858 del 26/10/2018
comunicazione MiPAAFT DG DISR - DISR 05 - N.0030407 del 02/11/2018)

2018

I. Bernardinelli

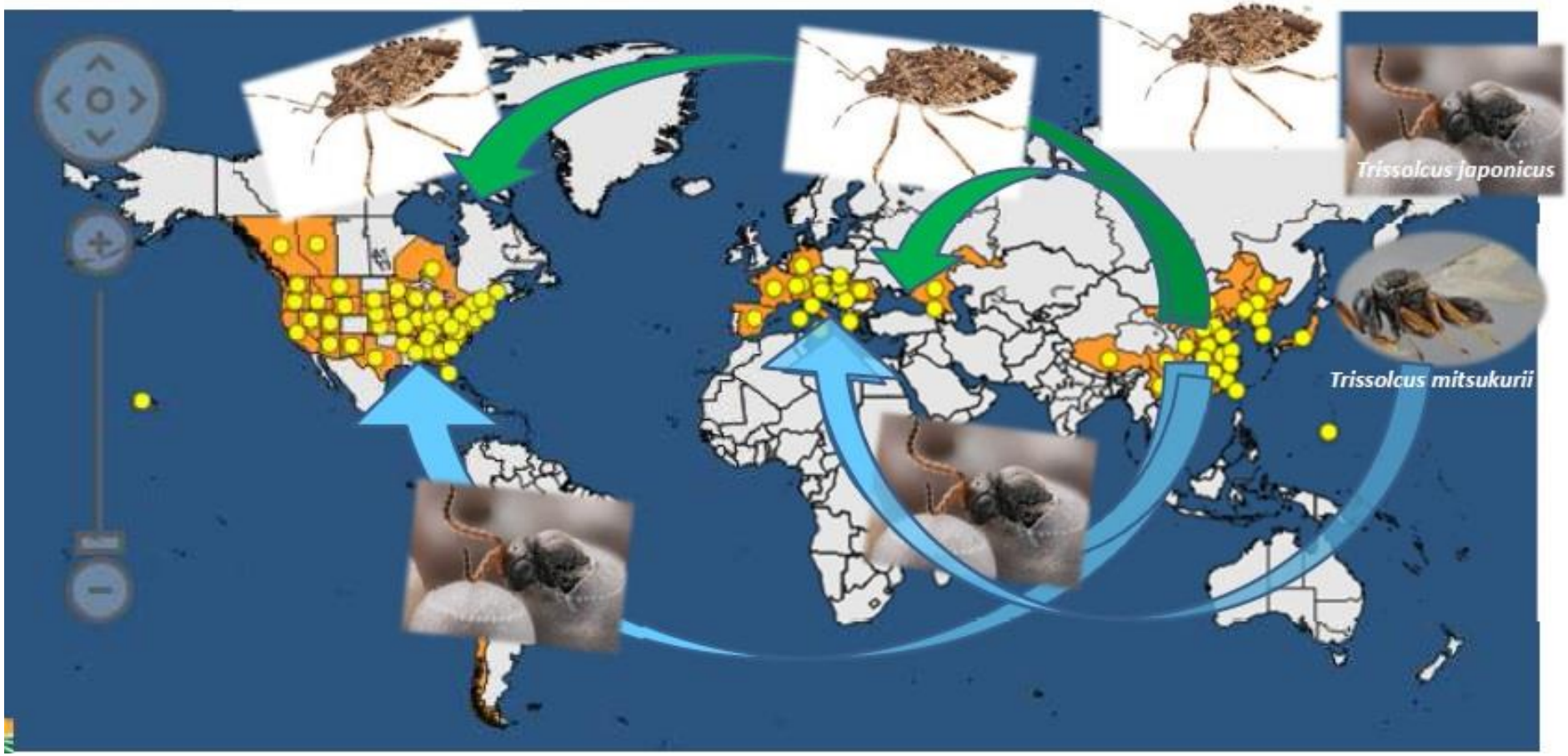
Fonte: G. Sabbatini Peverieri et al., 2018

In Italia settentrionale individuate nel 2018 popolazioni di *Trissolcus japonicus* e *Trissolcus mitsukurii*

Introduzione accidentale probabilmente con:

- ovature parassitizzate su piante importate?
- adulti svernati in rifugi poi trasportati lungo rotte commerciali?
- autostop

Fonte: Sabbatini, 2020



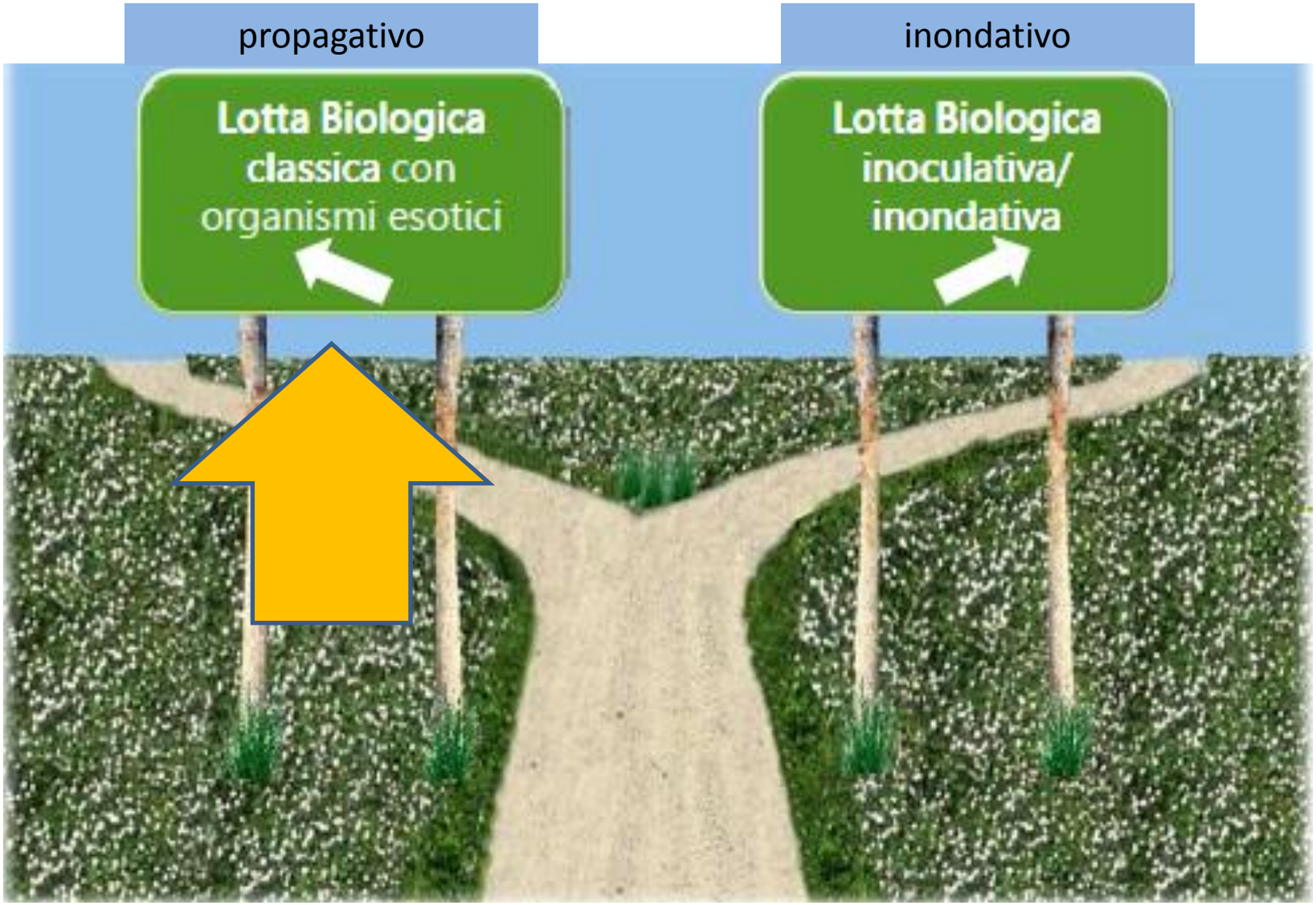
Fonte: Tavella 2021

Prospettive

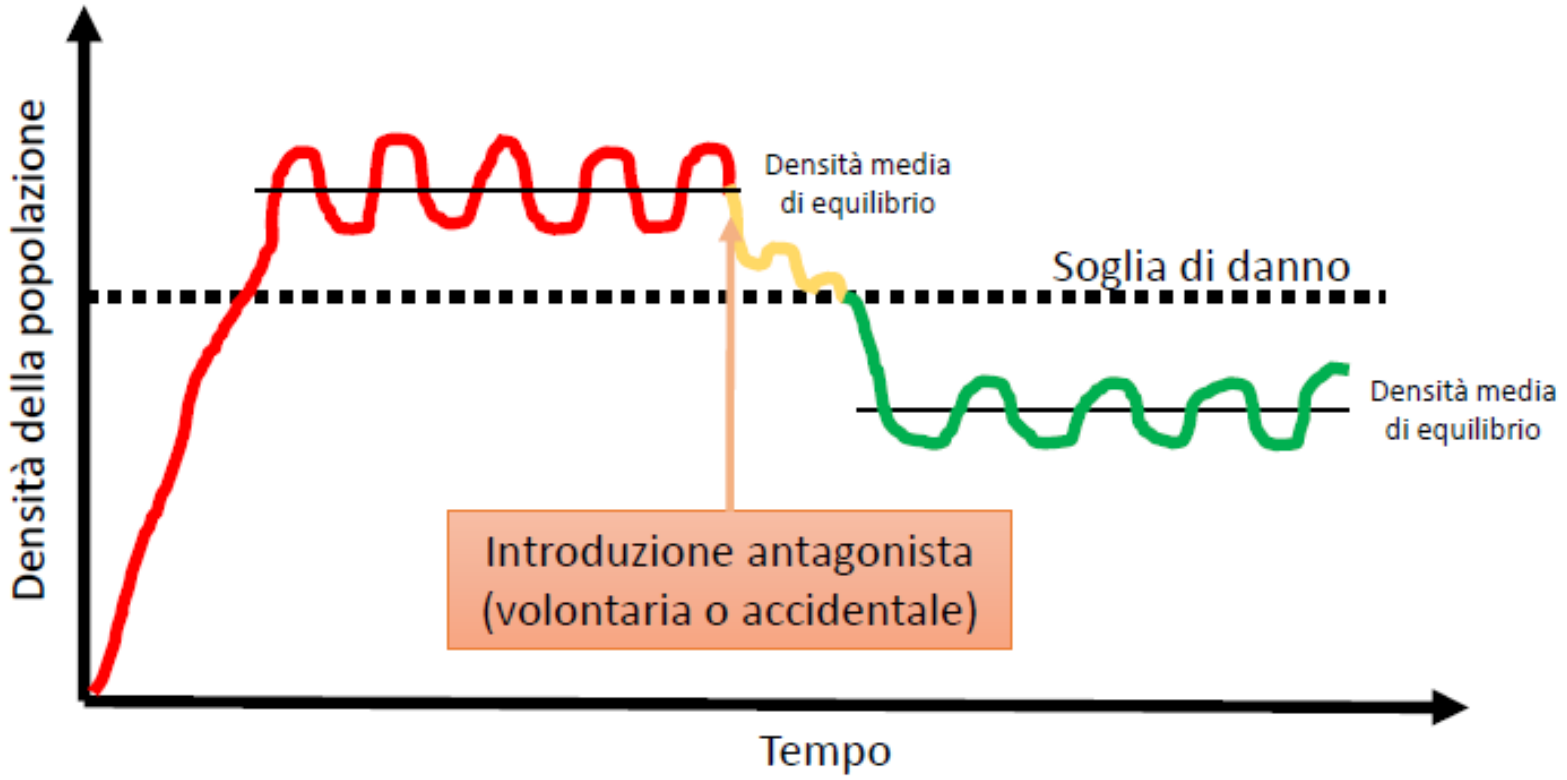
Entrambe specie sembrano avere ottime potenzialità di controllo, sono insediate in nord Italia e sembra stiano espandendo loro area di presenza

Fonte: Sabbatini, 2020

Quale lotta biologica?



Lotta biologica con organismi esotici (es. propagativo)



Pearson and Callaway, 2003

TRENDS in Ecology & Evolution

Lotta biologica classica

Lotta Biologica classica con organismi esotici

- *Trissolcus japonicus*
  (origine: Cina)

Samurai wasp – vespa samurai

Dal 2018 allevato nei laboratori di quarantena del

crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

per

- **valutazioni del rischio**
- **valutazione potenzialità di adattamento**

Lotta biologica classica

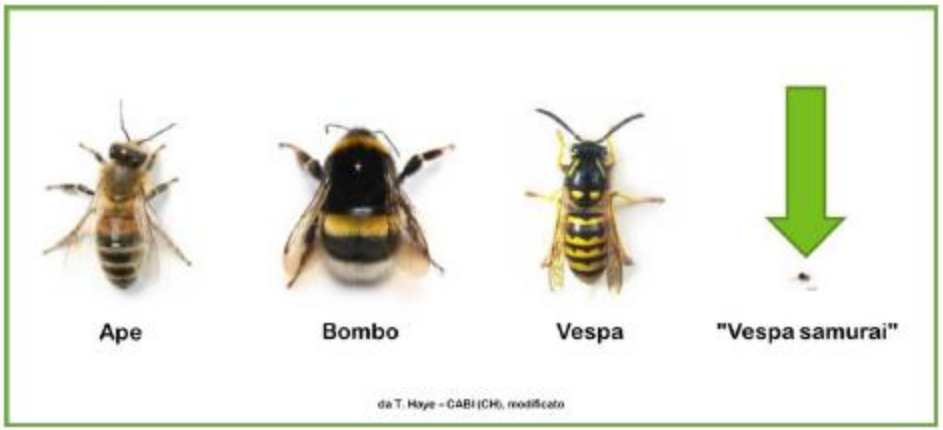
Lotta Biologica classica con organismi esotici

Trissolcus japonicus

- Principale fattore di limitazione di *H. halys* nel Paese di origine
- Raggiunge circa 70-90% di parassitizzazione delle uova di *H. halys*
- Rapidità del ciclo con conseguente incremento numerico delle popolazioni (tante generazioni in un anno)
- Elevato sfruttamento delle uova dell'ovatura
- Non è specifico della cimice asiatica (ma quando può scegliere la preferisce)

La lotta biologica con la vespa samurai, *Trissolcus japonicus*

Trissolus japonicus è un microimenottero, assolutamente innocuo per l'uomo, che depone le proprie uova in quelle della cimice asiatica



ERSA, 2020

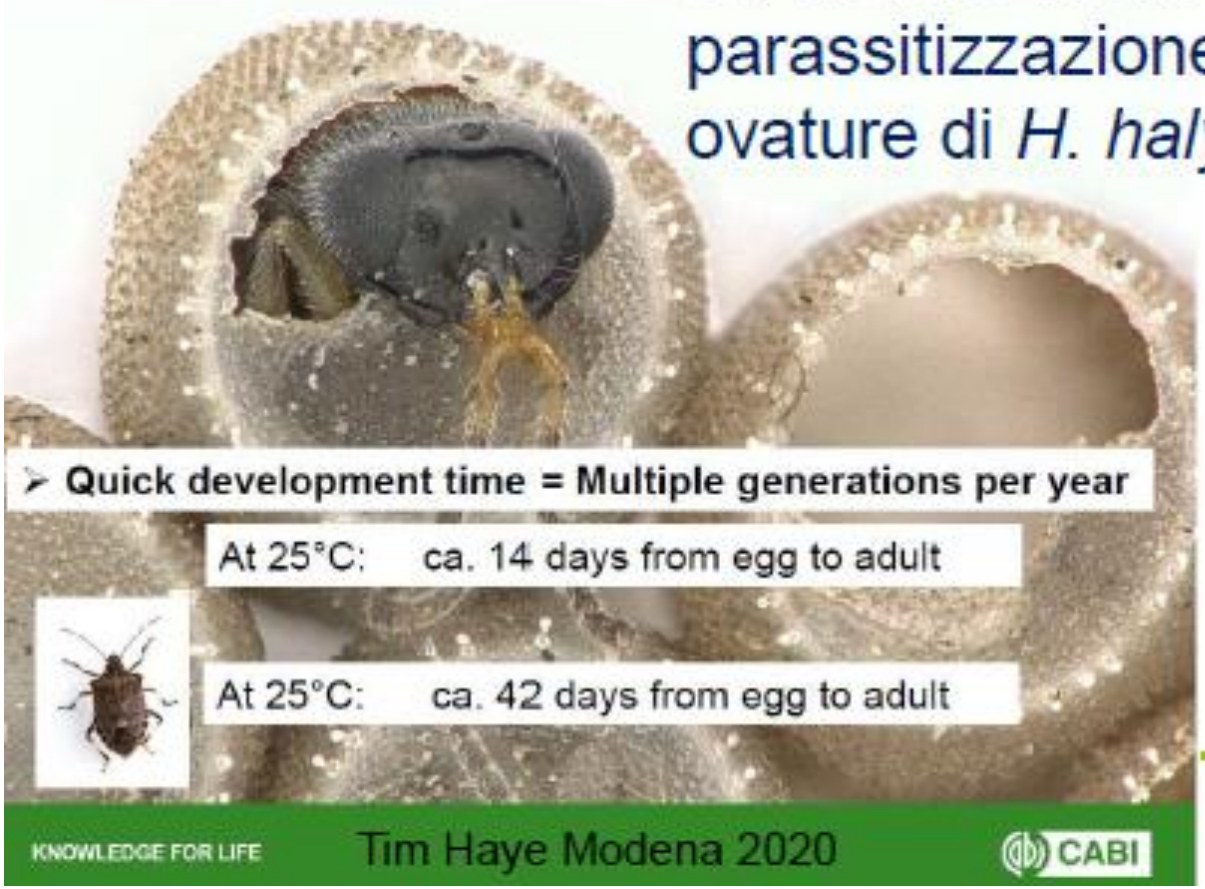
Controllo biologico

Attraverso l'immissione di *Trissolcus japonicus*, parassitoide delle uova

Parassitoide del genere Trissolcus su ovatura di Hh e in fase di fuoriuscita da un uovo

Biologia di *Trissolcus japonicus*

Tempi di sviluppo molto rapidi con numerose generazioni in un anno ed elevato livello di parassitizzazione delle uova nelle ovature di *H. halys*



Biologia di *Trissolcus japonicus*

Sono insetti molto piccoli e particolarmente sensibili a trattamenti insetticidi, per questo motivo i rilasci saranno fatti in corridoi ecologici che sono anche i siti dove la cimice predilige ovideporre

Insecticide		average *T. japonicus mortality* after 24h	
class	Active product	In the lab	In the field
Neonicotinoid	Thiamethoxam	100	87
Neonicotinoid	Imidacloprid	84	86
Pyrethroid	Esfenvalerat	100	59
Pyrethroid	Bifenthrin	100	93
	Spinosad	93	97
	Pyrethrum	100	54
ryanodine receptor modulator	Chlorantraniliprole	39	19
ryanodine receptor modulator	Chlorantraniliprole	82	20

Loewenstein et al. 2019

Coragen
Steward
Karate Zeon
Delegate

Coragen most likely the best option

Anche prodotti biologici possono essere letali per un gran numero di esemplari (es. Spinosad)

Trissolcus japonicus, nonostante sia già stato reperito sul territorio nazionale e in diverse località, costituisce tuttavia un organismo esotico

Di conseguenza risulta comunque necessario l'iter autorizzativo per il suo impiego e il nulla osta dalle autorità competenti in materia

Fonte: Sabbatini, 2021

Nel corso del 2020 è stato avviato in tutto il Nord Italia un programma di rilascio della «vespa samurai», coordinato dal MIPAAF e dal CREA-DC di Firenze, al quale ha partecipato anche il Servizio Fitosanitario del Veneto in collaborazione con l'Università di Padova

Prospettive

L’intervento di lotta biologica operata da MIPAAF e CREA, dai Servizi Fitosanitari Regionali, da Enti di Ricerca e Università mediante rilasci programmati di esemplari di *Trissolcus japonicus* moltiplicati in laboratorio ha puntato ad accelerare ed intensificare un processo già in atto

Fonte: Sabbatini, 2020

Monitoraggio interregionale *Trissolcus* sp.

2019

Progetto monitoraggio Trissolcus esotici

COORDINAMENTO

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Centro di ricerca Difesa e Certificazione (CREA – DC)
Firenze

PARTECIPANTI

SFR Lombardia
SFR Emilia Romagna
SFR Piemonte
SFR Veneto
SFR Friuli Venezia Giulia
SFR Toscana

Università TO
Università TN
Università MO-RE
Università PD
Università BZ
Università UD

Laimburg
Fond. Mach S.Michele a/A
Agrion CN
ConDifesa BS
Fond. Fojanini SO
CRPV Faenza
Consorzio Fitosanitario MO
Astra - Innovazione e Sviluppo

Culatti, 2019

Indagine agro-ecosistemica sul territorio regionale

Obiettivi

- Verificare la presenza e distribuzione sul territorio regionale delle specie di parassitoidi oofagi in grado di parassitizzare *Halyomorpha halys*
- Valutare l'impatto che le diverse specie di parassitoidi oofagi hanno nei confronti delle uova di *H. halys* e come questo impatto evolva nel tempo
- Definire i fattori ecologici che favoriscono la presenza, l'abbondanza e la diffusione delle diverse specie di parassitoidi oofagi di *H. halys*

Indagine agroecosistemica: scelta dei siti di indagine

57 siti sono stati monitorati rispettando il protocollo (1h di ricerca) e **altri 14 siti** sono stati monitorati con monitoraggi «estemporanei».
Controlli eseguiti soprattutto in **agosto**.
In media sono state trovate **18,1** ovature per sito in 1h.
Totale: 71 siti monitorati

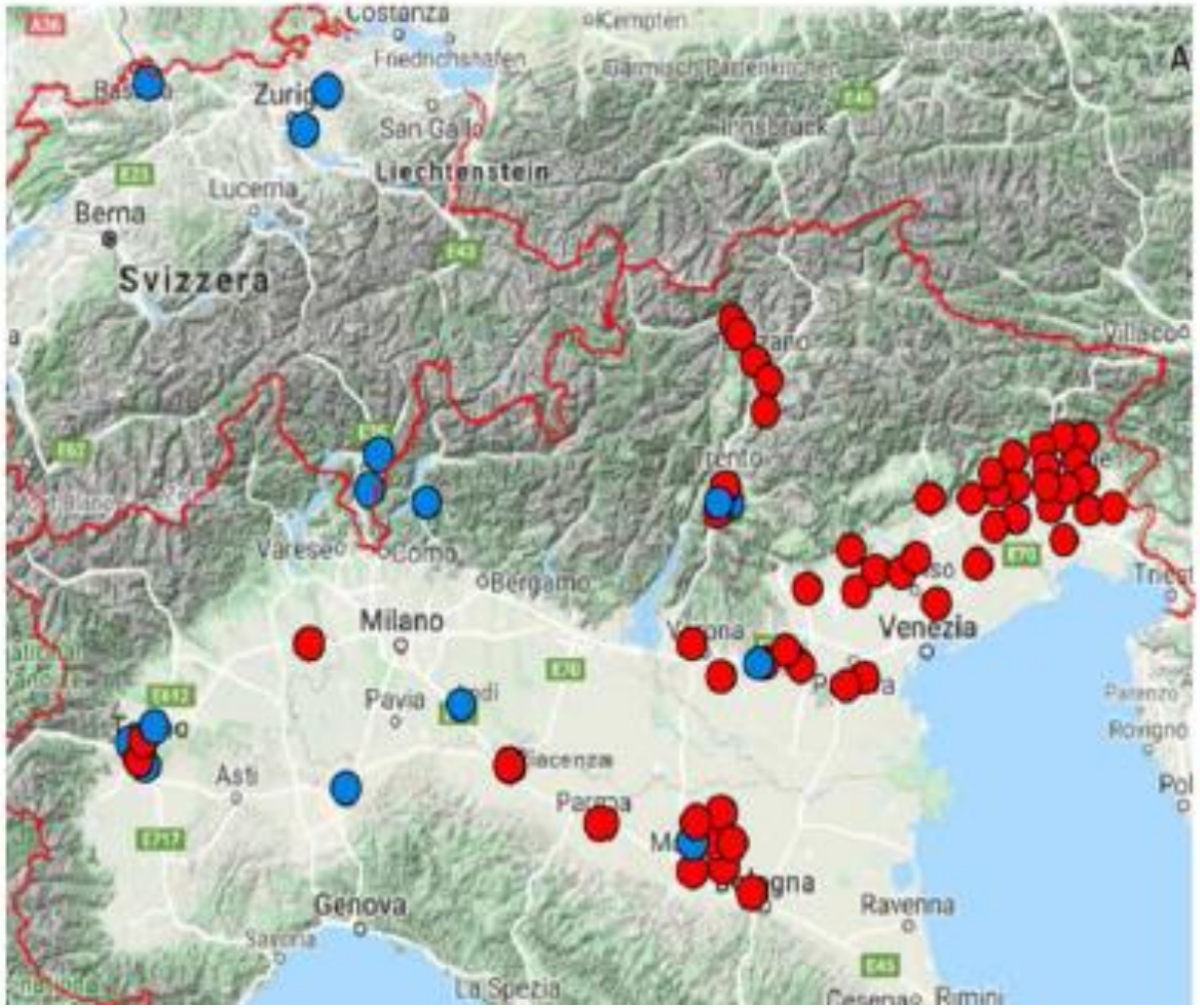
Ambienti diversi fra loro distribuiti sul territorio regionale

Maistrello, 2022

Indagine agroecosistemica: ricerca delle ovature

-georeferenziazione del sito di ricerca
-ispezione vegetazione nel raggio 50 m dal punto
-1 h di ispezione/sito
-Utilizzo di vegetazione e scaletta per vegetazione alta
-raccolta di tutte le ovature di Pentatomidi trovate
-identificazione specie pianta su cui è stata trovata ovatura
-etichettatura e conservazione ovature raccolte

Risultati monitoraggio interregionale



0.2 - 41.1%

Trissolcus japonicus

0.3 - 24.8%

Trissolcus mitsukurii

4.357 ovature raccolte

Fonte: Tavella 2021

Collaborazione tra vari Enti per monitorare la presenza dei *Trissolcus* esotici e reperire informazioni per definire le potenzialità di controllo

SFR e strutture operative

- Emilia-Romagna
- Friuli Venezia Giulia - ERSA
- Lombardia - ERSAF
- Piemonte
- Veneto
- Canton Ticino

Altri Enti di Ricerca e Sperimentazione

- AGRION
- ASTRA
- CABI
- Condifesa Lombardia N-E
- Consorzi Fito. Modena-Piacenza-Parma
- CREA
- CRPV
- FEM
- Fondazione Fojanini
- Laimburg

Università

- Modena – Reggio Emilia
- Padova
- Torino
- Trento
- Udine

Il dossier su *Trissolcus japonicus* ha portato alla possibilità di avviare un programma di rilascio in campo con i primi lanci nel 2020 in oltre 640 siti nelle regioni più colpite da *Halyomorpha halys*.

MiPAAF
CREA
Regione Emilia-Romagna
Regione Friuli Venezia Giulia
Regione Lombardia
Regione Piemonte
Regione Veneto
Provincia autonoma Bolzano
Provincia autonoma Trento

e con il supporto e la collaborazione di
Agri2000
Centro di Sperimentazione Laimburg
Consorzio Fitosanitario Modena
Fondazione Edmund Mach
Università di Bologna
Università di Modena e Reggio Emilia
Università di Padova
Università di Torino

Distribuzione dei siti nei quali si prevede di liberare l'ACB.

Sabbatini, 2021

Allevamento massale

Sabbatini et al, 2018; Tavella, 2021

Fino al 20 settembre 2019 l'immissione di specie non autoctone era **VIETATA** e ora?

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 5 luglio 2019, n. 102

Regolamento recante ulteriori modifiche dell'articolo 12 del decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonche' della flora e della fauna selvatiche. (19G00108) (GU Serie Generale n.208 del 05-09-2019)

(GU Serie Generale n.208 del 05-09-2019)

Entrata in vigore del provvedimento: 20/09/2019

Art. 2 comma 1

- Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentiti il Ministero delle politiche agricole, alimentari, forestali e del turismo, il Ministero della salute e la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, previo parere del Consiglio del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente **adotta con proprio decreto i criteri** [...] **per l'immissione di specie e di popolazioni non autoctone** [...]

Art. 2 comma 4

- L'**immissione** in natura di specie e popolazioni non autoctone **può essere autorizzata** per motivate ragioni di interesse pubblico in modo da non pregiudicare gli *habitat* naturali

- Autorizzazione rilasciata dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare sentito Ministero delle politiche agricole, alimentari, forestali e del turismo, il Ministero della Sanità e il Consiglio del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, entro 60 giorni dal ricevimento di un'istanza da parte delle regioni e delle province autonome di TN e BZ e degli enti di gestione delle aree protette nazionali

Art. 2 comma 5

- L'autorizzazione di cui al comma 4 - subordinata alla valutazione di uno specifico **studio del rischio** che l'immissione comporta per la conservazione delle specie e degli *habitat* naturali - è predisposta dagli enti richiedenti sulla base dei criteri di cui al comma 1.
- Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ove lo ritenga necessario all'esito della valutazione, può non autorizzare l'immissione.

- Gli studi del rischio devono essere condotti prima del rilascio nell'ambiente dell'organismo utile
- Gli studi devono essere condotti preventivamente in ambiente confinato (di laboratorio)
- Questo implica una serie di limitazioni di cui bisogna tenere conto (es. sussistenza di filtri ecologici), rimanendo tuttavia un passaggio imprescindibile, almeno nelle fasi iniziali dello studio
- L'effetto non-target è uno degli aspetti più importanti da indagare nello studio del rischio

Sabbatini, 2021

Decreto CRITERI

Fonte: ERSA

Decreto CRITERI prevede:

Gli enti richiedenti l'autorizzazione di immissione di una specie o popolazioni non autoctone presentano richiesta al Ministero dell'Ambiente corredata da uno studio del rischio che tenga comunque conto dei seguenti elementi:

a) **caratteristiche della specie** o popolazione oggetto di immissione;

b) **area interessata** dall'immissione;

c) **periodo** per il quale si richiede l'autorizzazione;

d) **motivazione dell'immissione** con esplicito riferimento alle ragioni di rilevante **interesse pubblico**, connesse ad esigenze di tipo ambientale, economico, sociale e culturale che richiedono l'immissione della specie alloctona;

e) **valutazione della probabilità di insediamento** della specie alloctona nell'area di immissione e di diffusione nelle aree circostanti;

f) **analisi dei possibili rischi** diretti e indiretti legati all'immissione della specie alloctona su specie selvatiche autoctone, specie allevate e habitat naturali presenti nell'area di immissione e nelle aree circostanti di possibile diffusione;

g) **analisi dei possibili benefici ambientali ed ecologici** apportati dall'immissione della specie alloctona;

h) **piano di monitoraggio post-rilascio** di durata adeguata per valutare gli effetti dell'immissione della specie alloctona;

i) **piano di interventi gestionali nel caso di impatti negativi imprevisti** da parte della specie alloctona oggetto di immissione.

Fonte: ERSA

Tavolo tecnico-scientifico nazionale di coordinamento cimice asiatica

- Ministero delle politiche agricole, alimentari, forestali (Servizio Fitosanitario Centrale)
- crea
  Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
- Regioni interessate dalla problematica Cimice asiatica

Obiettivi

- Richiesta congiunta delle Regioni (interesse pubblico)
- Analisi del rischio unica redatta dal CREA

Approfondimenti:
https://www.protezionedellepiante.it/news-home-1/

Fonte: ERSA

Lo studio di rischio

- E’ un’attività complessa da volgersi a più livelli, attività multidisciplinare e necessita di azioni integrative
- Scopo è di massimizzare i rischi potenziali derivanti dall’intervento, cioè il rilascio nell’ambiente dell’organismo nocivo utile, a fronte dei benefici attesi

Fonte: Sabbatini, 2021

- *T. japonicus* è specie ampiamente studiata in laboratorio (Cina, Italia, Svizzera, USA, Canada, nuova Zelanda)
- Ad oggi sono disponibili numerose informazioni sia di campo che di laboratorio, con condizioni ambientali diverse, dai sistemi più semplici (es. no.choice test) a quelli più complessi (chioce test, semicampo, olfattometro, osservazioni del comportamento, etc.)

Le informazioni utili vanno raccolte

Utilizzate per descrivere un potenziale scenario di campo

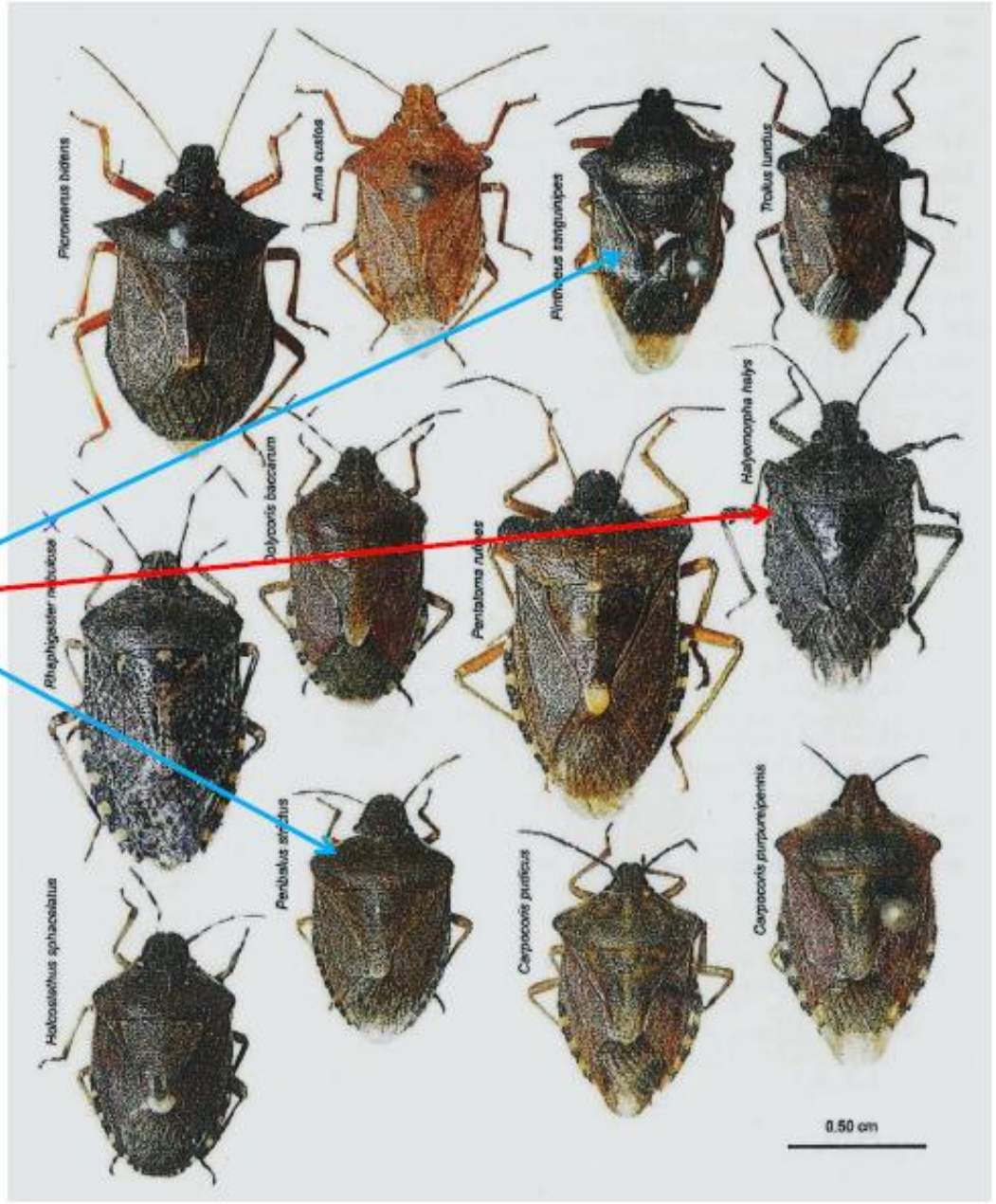
DECISIONE

Fonte: Sabbatini, 2021

Valutazione del rischio

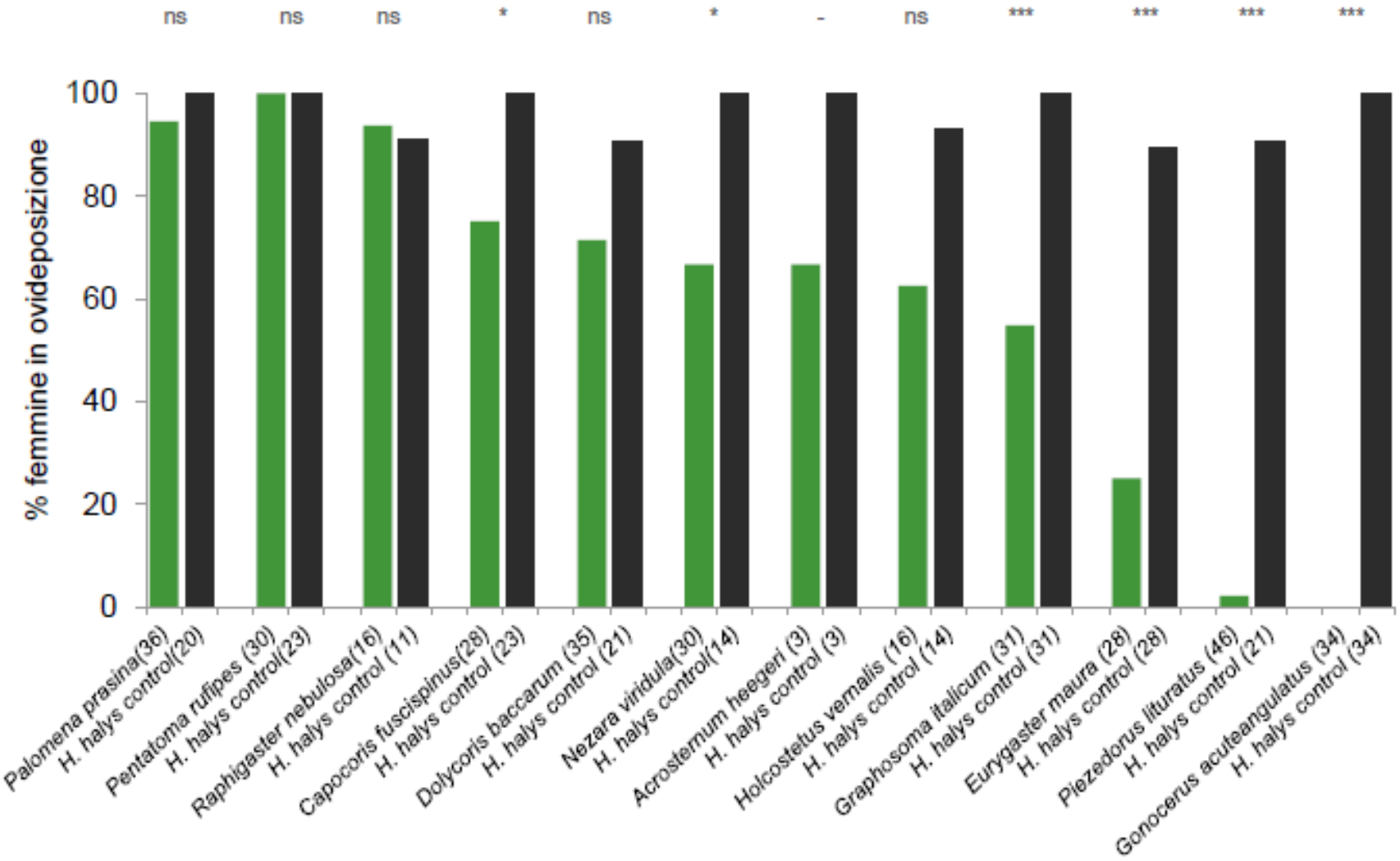
Le cimici indigene potrebbero essere minacciate da un'eventuale introduzione del parassitoide asiatico?

?



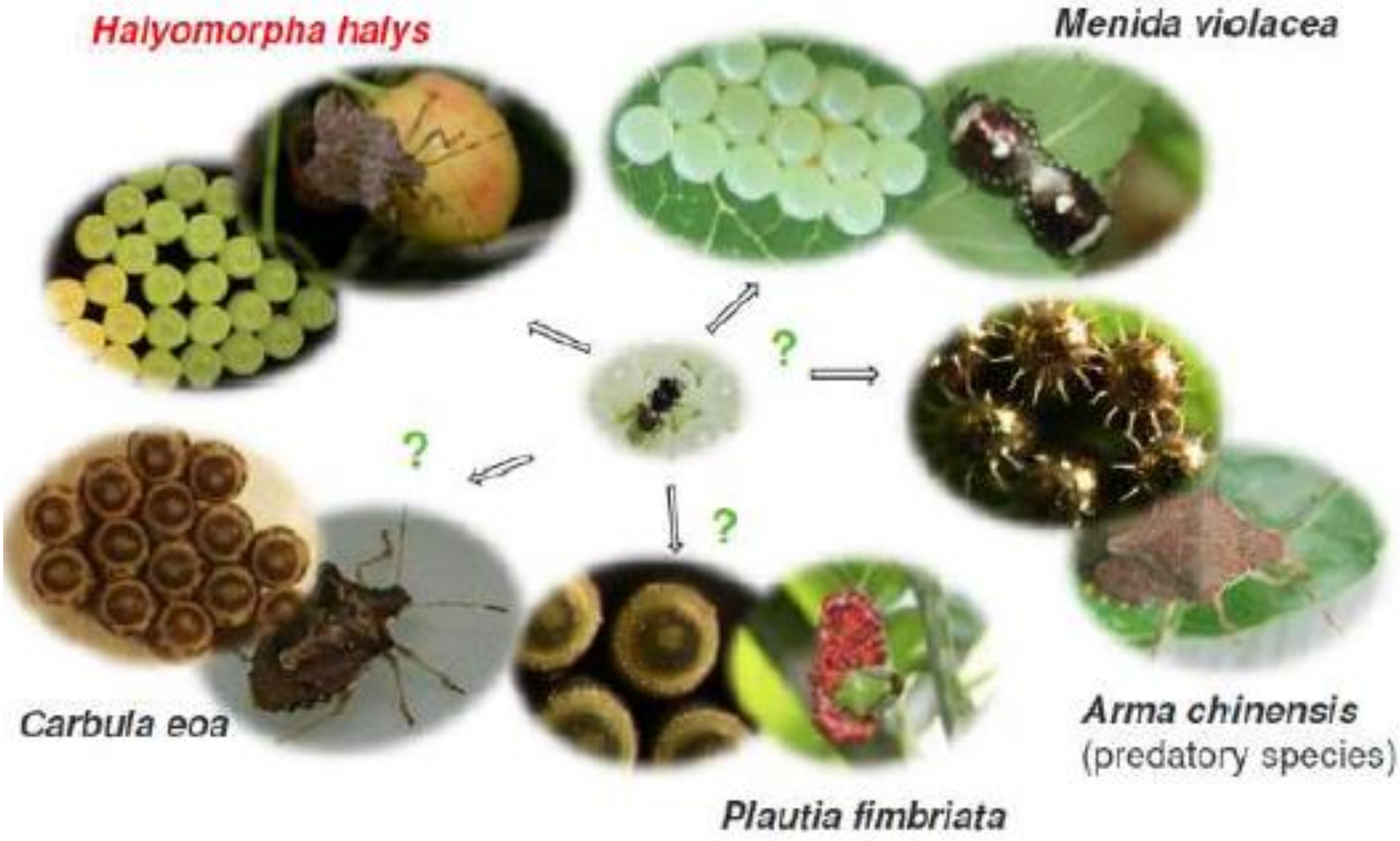
Fonte: Tim Haye, CABI Svizzera

Specie alternative per l'ovideposizione per *T. japonicus* quando ovature offerte insieme



Fonte: Tim Haye, CABI Svizzera

Physiological Host Range of *T. japonicus*



Zhang et al., 2017. J. Pest Sci, 90(4): 1127-1141

J Pest Sci (2017) 90:1127–1141
DOI 10.1007/s10340-017-0863-y

ORIGINAL PAPER

Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China

Jinping Zhang[1] · Feng Zhang[1] · Tara Gariepy[2] · Peter Mason[3] · Dave Gillespie[4] · Elijah Talamas[5,7] · Tim Haye[1,6]

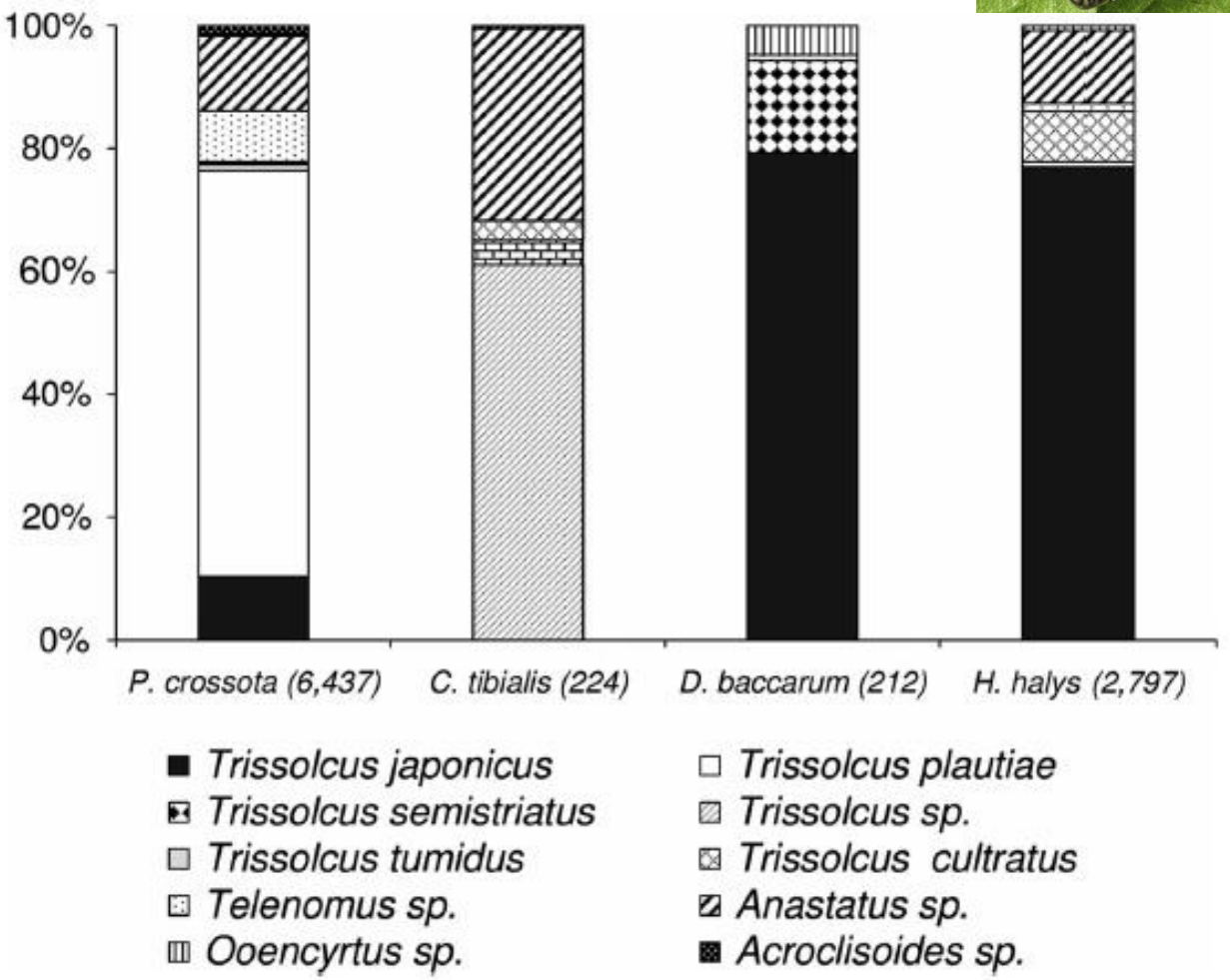


Fig. 4 Species composition of parasitoids reared from field-collected egg masses of *Halymorpha halys* and three non-target species (in *brackets*: no. of emerged parasitoids). For details, see supplementary Table 1

Efficienza gamma di ospiti di *T. japonicus*

- *Corbuta eoa*, *Menida violacea*→ efficienza parassitizzazione > 90%
- *Arma chinensis*, *Dolycoris baccharum*, *Homalagonia abtusa*, *Plautia crossata*…→ parassitizzazione > 70%
- Efficienza di *T. japonicus* su *Dolycoris baccharum* su uova in campo 79%, su uova sentinella 63%

Zhang et al., 2017

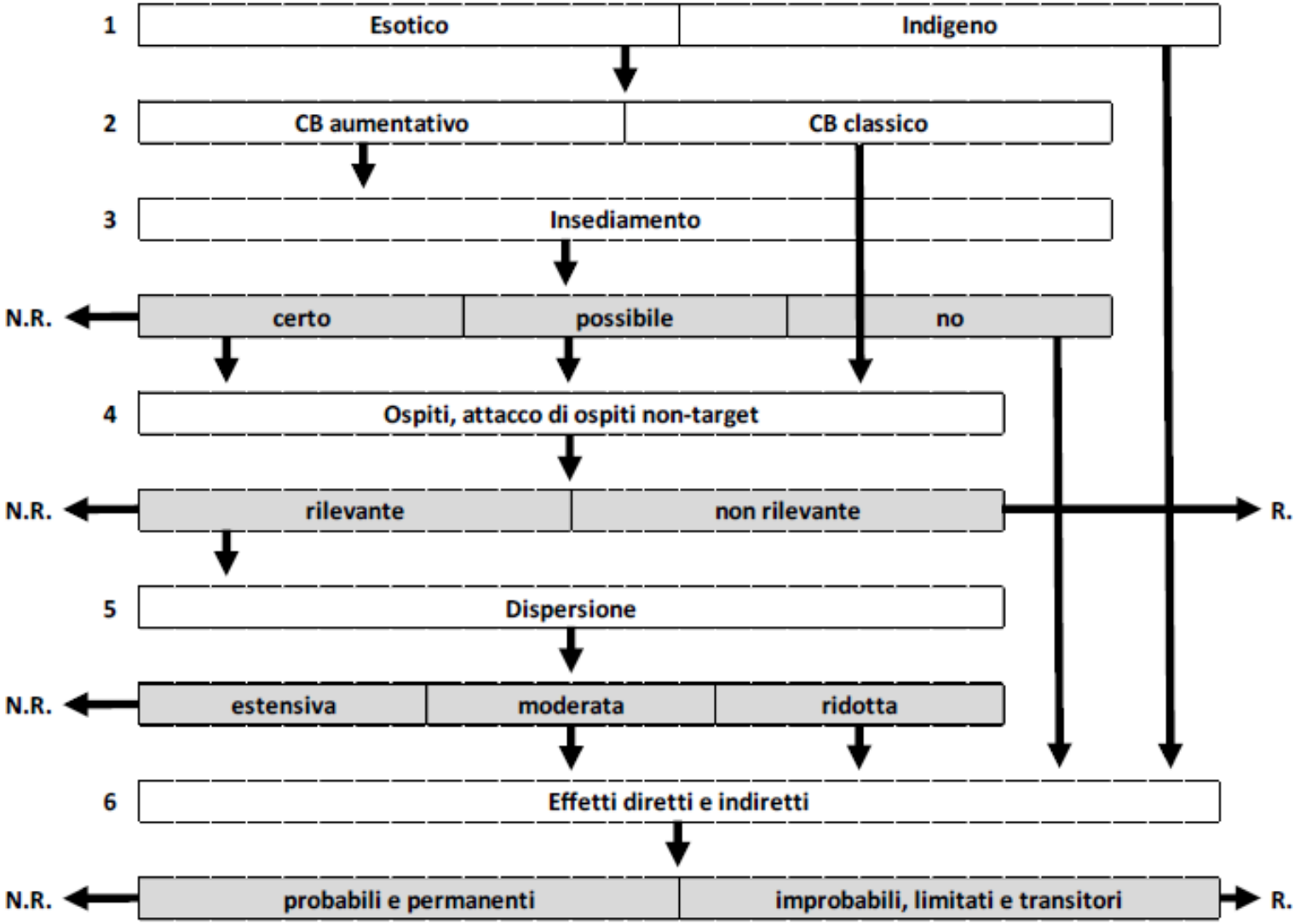


Figura 2: Schema semplificato di risk assessment di un agente di controllo biologico. R., N.R.: rilascio, non rilascio sono rispettivamente consigliati (adattato da van Lenteren e Loomans, 2006)

Piano di contrasto alla diffusione della cimice asiatica

Controllo biologico

L'autorizzazione all'immissione sul territorio delle Regioni del Nord Italia di *Trissolcus japonicus*, è stata approvata in data **9 giugno 2020** dal Ministero dell'Ambiente, sulla base delle valutazioni scientifiche del SNPA e comunicato alle regioni in data **10 giugno 2020**

m_amte.MATTM_.REGISTRO UFFICIALE.INTERNA.0042967.09-06-2020

MODULARIO
Ambiente - 6

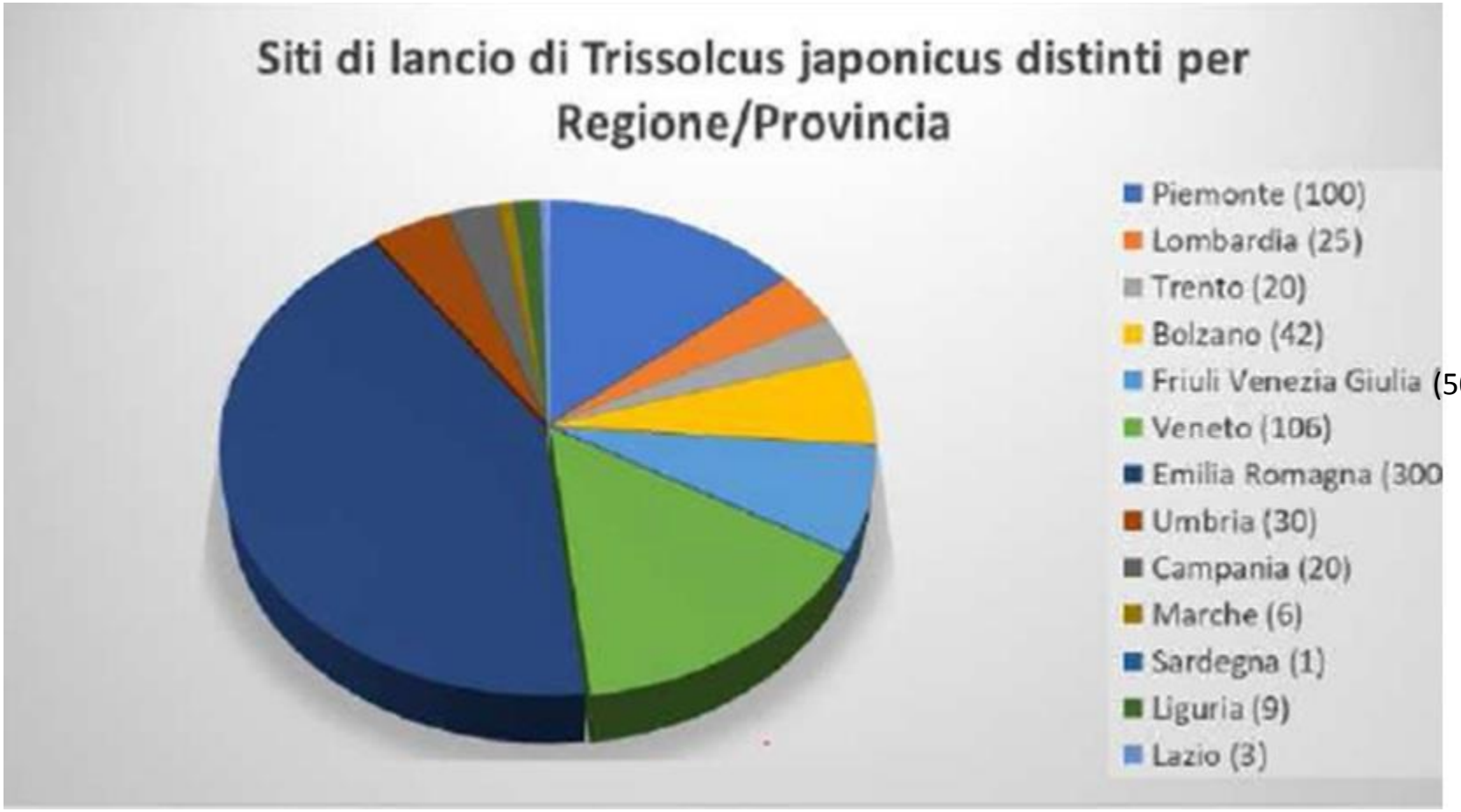
Mod. 6

Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio e del Mare

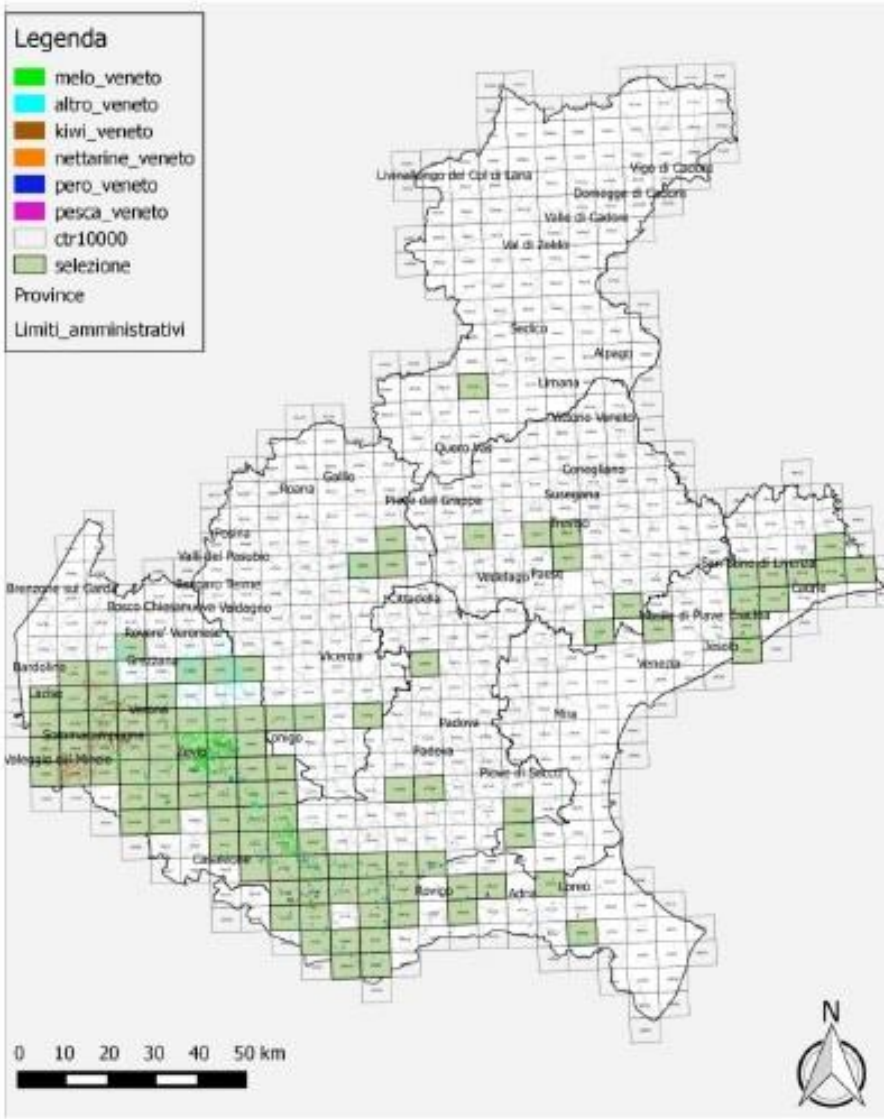
DIREZIONE GENERALE PER IL PATRIMONIO NATURALISTICO

"Immissione in natura della specie non autoctona *Trissolcus japonicus* quale Agente di Controllo Biologico del fitofago *Halyomorpha halys* ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, art. 12, comma 4"

Programma Nazionale di Lotta Biologica 2020-22 per il controllo in Italia di *Halyomorpha halys* mediante l'impiego del suo antagonista naturale, l'Imenottero Scelionide *Trissolcus japonicus*



Selezione dei siti di lancio



Selezionati 106 quadranti 5,5 X 6,5 Km a livello regionale con presenza consistente di frutteti e di cimice asiatica

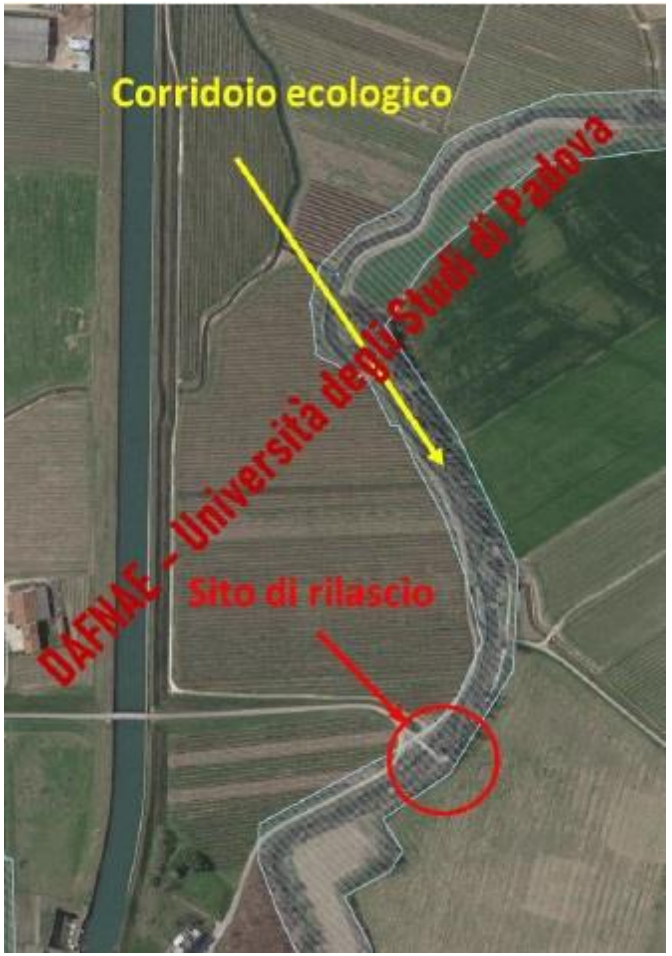
Identificazione siti di rilascio

- Individuazione siti di rilascio in corridoi ecologici (evidenziato in giallo)
- Punti di lancio individuati all'interno di quadranti di 5,5 X 6,5 Km di lato (area di circa 36 Km quadrati) con presenza di frutteti (in verde)
- Sono state escluse le aree protette (in viola)

confini province
quadranti
siti natura 2000
frutteti
corridoi ecologici
siti di lancio
0
750
1500 m

Selezione dei siti di lancio

All’interno di ogni quadrante è stato individuato un sito idoneo di rilascio: corridoi ecologici, siepi, aree boscate aree agricole non trattate, aree di verde urbano e comunque zone con totale assenza di trattamenti.
Inoltre il punto deve essere caratterizzato da una elevata biodiversità di specie arboree, al fine di favorire presenza continua di ovature di cimice asiatica



Scelta dei siti di lancio

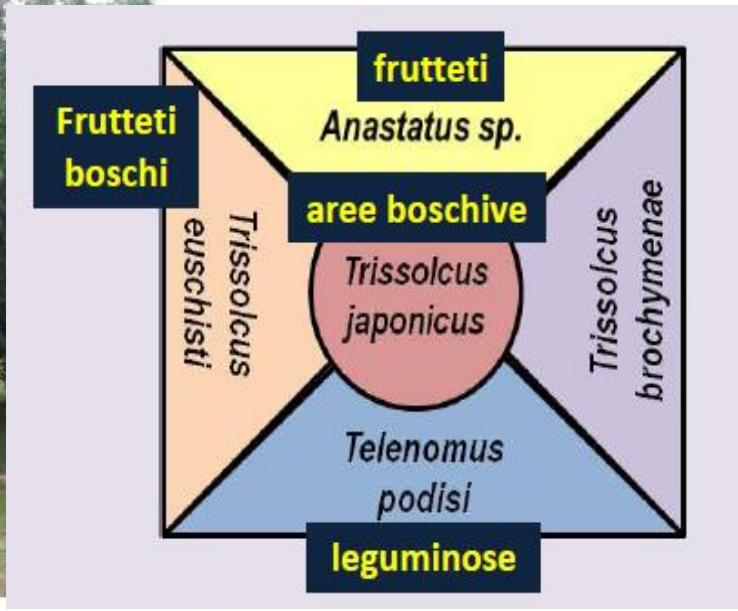
I punti scelti sono caratterizzati da **elevata biodiversità di specie arboree**, per consentire di avere una presenza continua di ovature di *Halyomorpha,* su cui *T. japonicus* depone le sue uova.

L'obiettivo era quello di mettere *T. japonicus* nelle migliori condizioni per potersi insediare, considerato che per ogni lancio venivano rilasciati circa 110 individui (**lancio inoculativo**)

Servizio Fitosanitario Veneto, 2020

Scelta dei siti di lancio

- ✓ Zone naturali adiacenti agli argini di fiumi o altri corsi d'acqua;
- ✓ Aree boscate;
- ✓ Siepi e filari di piante
- ✓ Aree di verde urbano
- ✓ Aree agricole non trattate;



Fonte, Maistrello Unimore

Servizio Fitosanitario Veneto, 2020

Programma regionale lancio *T. japonicus*

- Monitoraggio territoriale settimanale, per conoscere l'andamento del ciclo biologico dell'insetto sul territorio regionale (trappole+verifica ovature)
- Identificazione siti di rilascio in corridoi ecologici
- Controlli pre-rilascio per valutare l'eventuale parassitizzazione da parte di altri ooparassitoidi
- Rilasci (a cura dell'Università di Padova)
- Controlli post-rilascio per verificare l'efficacia del rilascio
- Verifica di parassitizzazione ovature di specie diverse da *H. halys*

- Essendo T. *japonicus* un parassitoide oofago, la sua immissione nell'ambiente deve essere sincronizzata con la comparsa delle prime ovature di cimice asiatica
- Lanci a partir da giugno, in contemporanea presenza di ovature della cimice asiatica
- Realizzazione di lanci esclusivamente sulle siepi, nei parchi, nelle aree verdi limitrofe ai frutteti, dove non si eseguono trattamenti
- Da questi, il parassitoide dovrà moltiplicarsi a spese di ovature di *H. halys* e diffondersi naturalmente sfruttando i corridoi ecologici

Monitoraggio settimanale

- Controllo settimanale di trappole per verificare la presenza di adulti e giovani, e presenza di ovature sulla vegetazione

Coltivazionebiologica.it

Foto A. Fiorin

Indagini pre e post rilascio di *T. japonicus* 2020-21-22

PRE-rilascio:

- Ispezione di 1h/persona della vegetazione alla ricerca di ovature di *H. halys* e di altri Pentatomidi

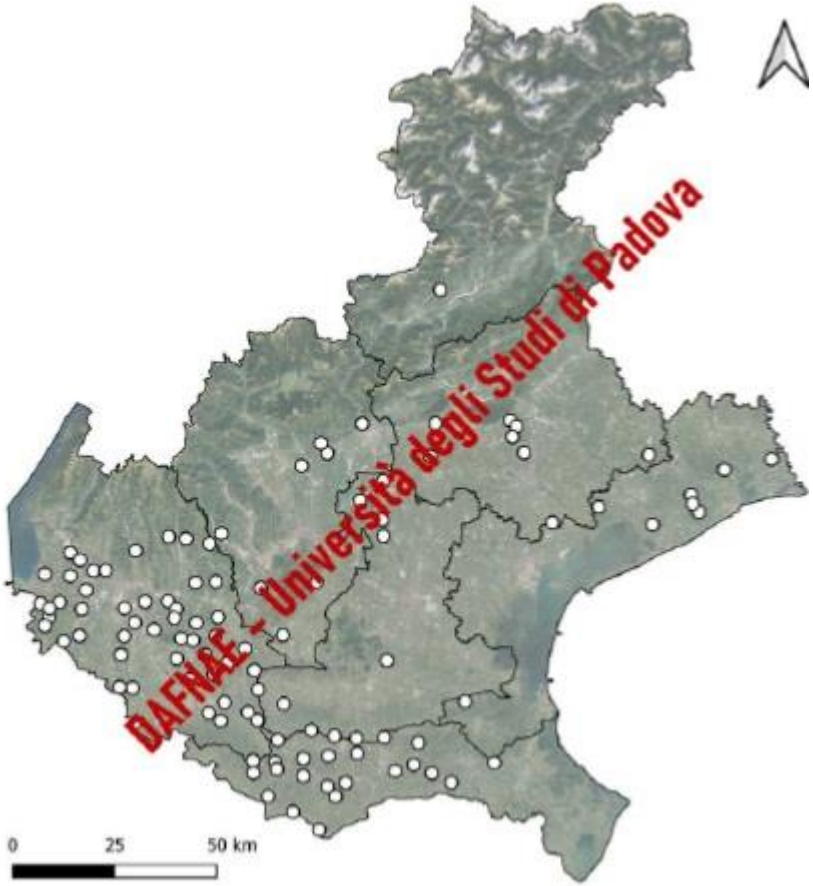
POST-rilascio:

- Ispezione di 1h/persona della vegetazione alla ricerca di ovature di *H. halys* e di altri Pentatomidi
- Rilievi eseguiti dopo il primo e secondo lancio di *T. japonicus*

Rilasci

- Liberazione in ciascun sito di 100 femmine di *T. japonicus* (con presenza di almeno un ulteriore 10% di maschi)
- Per ogni sito di rilascio esecuzione di 3 lanci distanziati da almeno 20-25 giorni (da metà giugno a fine agosto)
- Il primo lancio sarà effettuato indicativamente a metà giugno e comunque non prima che ci sia un'elevata presenza di ovature in campo

Rilascio di *Trissolcus japonicus*



106 siti a livello regionale

Stagione 2020
-1° rilascio: 16 giugno – 7 luglio
-2° rilascio: 14-30 luglio
-3° rilascio: 4-20 agosto

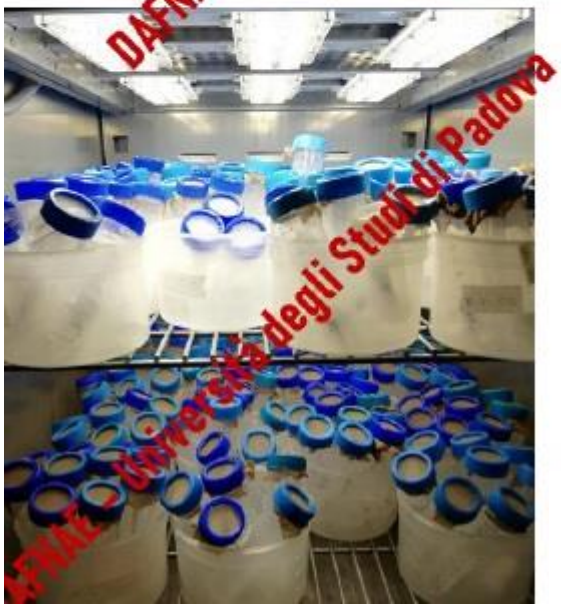
Stagione 2021
-1° rilascio: 5-15 luglio
-2° rilascio: 2-6 agosto
-3° rilascio: 23-31 agosto

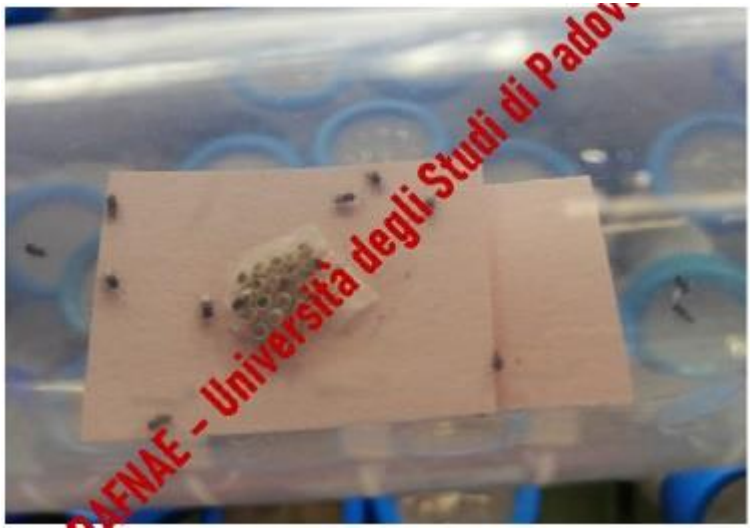
Stagione 2022
-1° rilascio: 17-30 giugno
-2° rilascio: 11-22 luglio
- 3°: 1-2 settembre

Rilascio di *Trissolcus japonicus*

Allevamento massale di cimici e parassitoidi presso le strutture dell'Università di Padova – DAFNAE

Più di 35.000 vespe samurai allevate e rilasciate nei 106 siti





Haye, 2019

Controlli post-rilascio

- In alcuni siti vengono effettuati controlli più approfonditi per verificare anche la parassitizzazione da parte di *Trissolcus japonicus* di ovature di altre cimici e/o altri insetti
- Queste valutazioni sono necessarie ai fini di poter effettuare rilasci per tutto il periodo previsto.

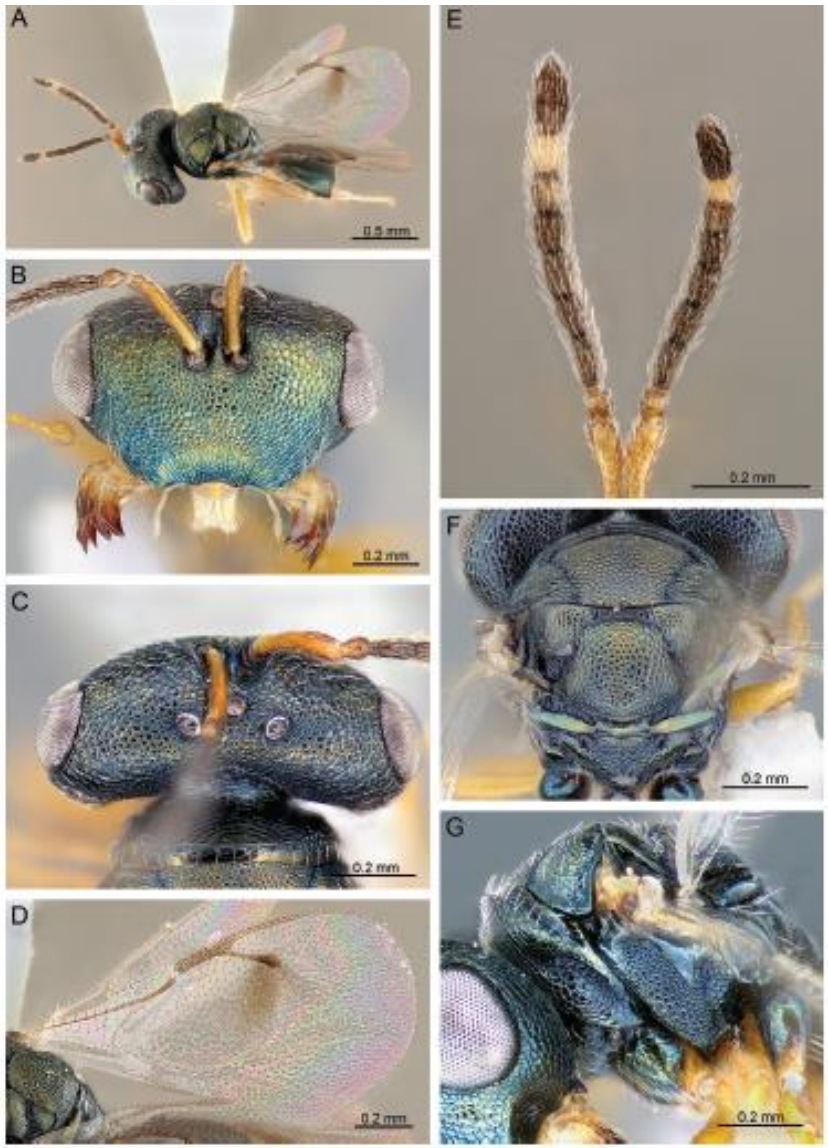
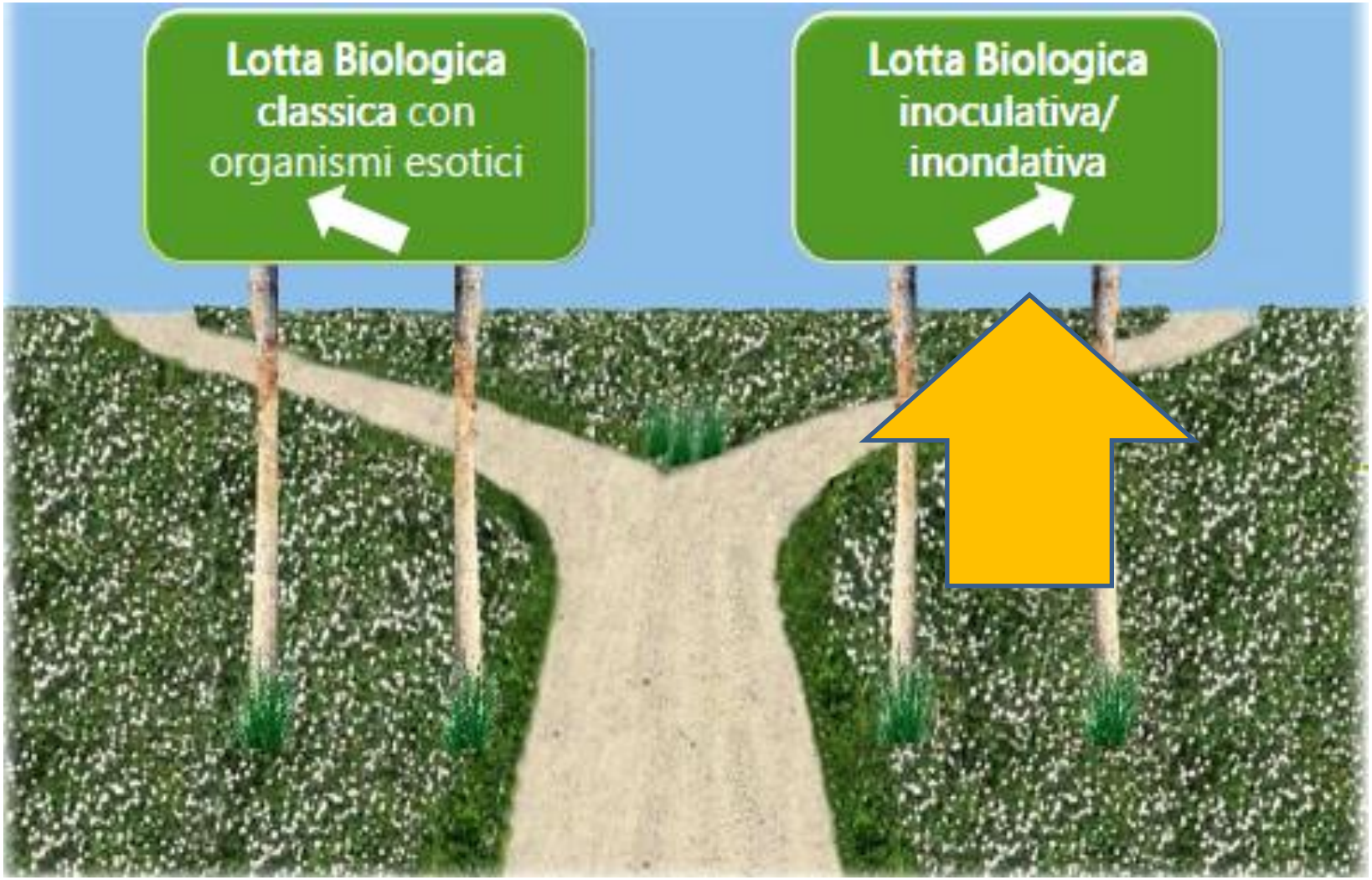


Figure 2. *Acroclisoides sinicus*, ♀ (Italy, Cordenons): habitus in dorso-lateral view (**A**); head in frontal view (**B**); head in dorsal view (**C**); fore wing (**D**); antennae (**E**); mesosoma in dorsal view (**F**); mesosoma in lateral view (**G**).

Iperparassitoide *Acroclisoides sinicus*, parassitoide di *Trissolcus* sp.

Sabbatini Peverieri, 2019

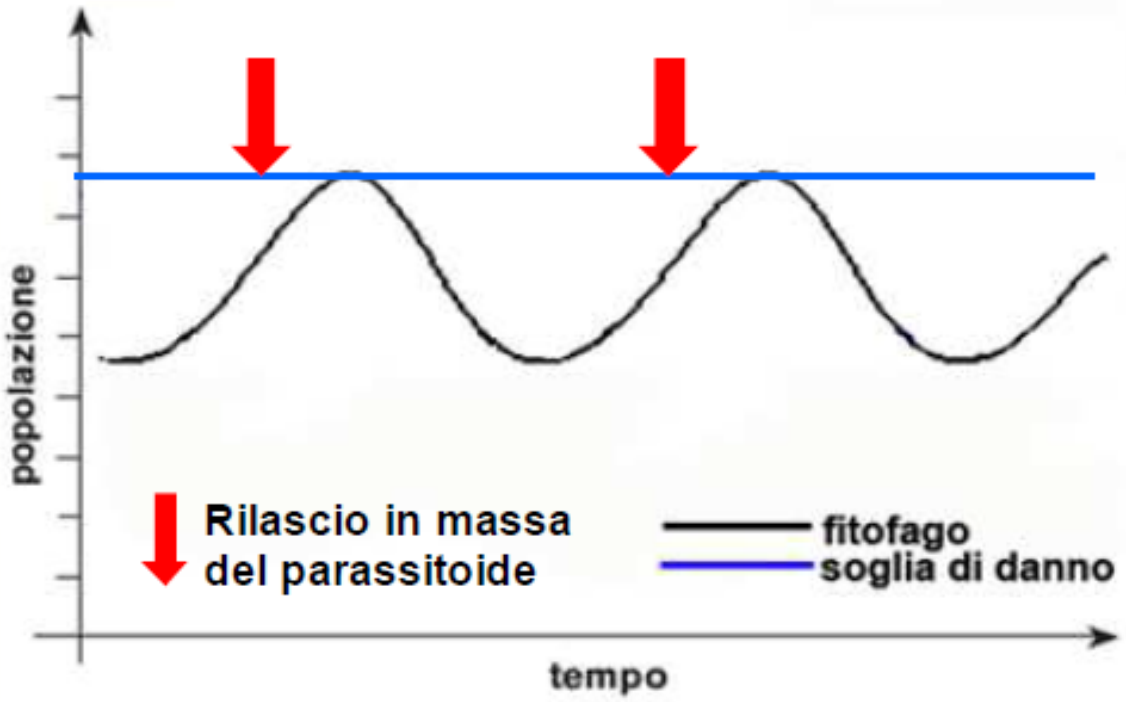
Quale lotta biologica?



Lotta biologica con organismi autoctoni (es. inondativo)

Lotta Biologica inoculativa/ inondativa

Introduzioni massali ripetute nel tempo



Fonte: ERSA

Antagonisti naturali: la situazione

Lotta biologica classica

Trissolcus japonicus

Trissolcus mitsukurii

- Cina: parassitizzazione fino al 70-80% (*T. japonicus*)
- Parassitizza prevalentemente cimici ma non è specifico per *H. halys*
- Rilasci effettuati in campo, inizio stagione 2020

Lotta biologica inoculativa/inondativa

Oencirtus telenomicida

Anastatus bifasciatus

- In natura livelli di parassitizzazione bassi (0-1% uova fresche)
- Potenziale applicazione in campo
- Necessari studi su capacità di parassitizzazione in campo con elevate densità di rilascio del parassitoide.

Fonte: ERSA

Antagonisti autoctoni di *H. halys* in USA/Europa

Complesso parassitario di *H. halys* in USA/Europa:

Anastatus, *Gryon*, ***Ooencyrtus***, *Telenomus*, ***Trissolcus***, ...

Ooencyrtus telenomicida
(+ *Ooencyrtus* sp. 2)

Anastatus bifasciatus

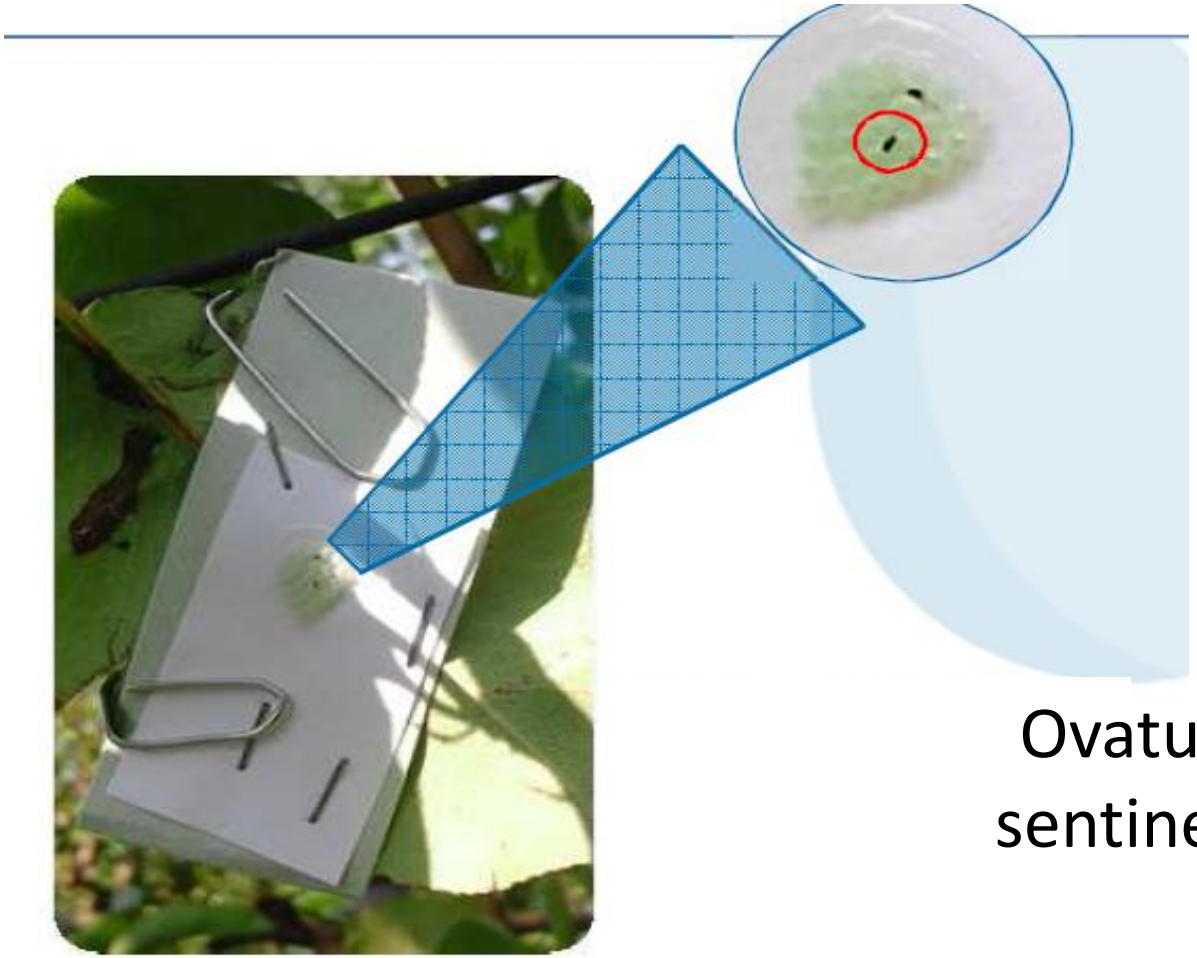
Trissolcus spp.

- **In natura, livelli di parassitizzazione mediamente bassi**
- **Potenziale applicazione in campo**

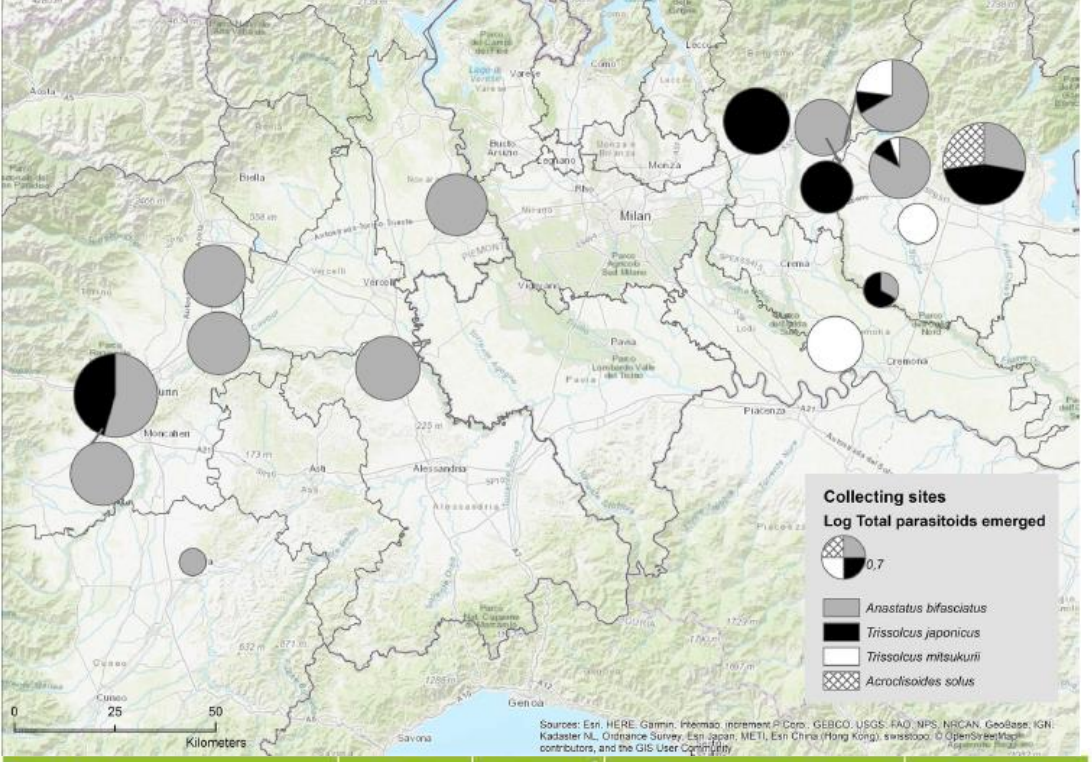
Necessari studi su capacità di controllo in campo con elevate densità di rilascio del parassitoide

Sabbatini et al, 2018

Monitoraggio organismi indigeni in Italia



Ovature sentinella



Specie	n. ovature	n. uova/ ovatura	% emergenze		% uova non schiuse
			parass.	neanidi	
Trissolcus basalis	20	22,3	0,5 b	55,4 c	44,0 a
Trissolcus belenus	32	25,8	0,8 b	71,1 b	28,2 b
Trissolcus cultratus	21	26,1	1,6 b	71,1 b	27,3 b
Trissolcus kozlovi	26	24,6	22,0 a	49,4 c	28,6 b
Trissolcus semistriatus	30	25,5	0,0 b	67,4 b	32,7 b
Trissolcus viktorovi	20	25,0	0,0 b	75,9 b	24,1 b
Telenomus turesis	30	27,1	0,1 b	92,1 a	7,8 c
testimone	30	26,8		90,3 a	9,7 c
	GLM	P	<0,001	<0,001	<0,001

Scelionidi ottenuti da Pentatomidi indigeni saggiati in laboratorio per valutare capacità di parassitizzazione di uova fresche di *H. halys*

Trissolcus kozlovi unica specie in grado di emergere da uova di *H. halys* ma piuttosto rara

Moraglio et al 2020; Tavella, 2021

Anastatus bifasciatus

DOVE	QUANDO	QUANTO	CHI
Emilia-Romagna	2014-2016	1,3% su 11.841 uova sentinella (1-3%)	Costi et al. (2019) J Appl Ent 143, 299-307
Toscana	2016	2,6% su ~ 270 uova sentinella	Roversi et al. (2017) Redia 99, 63-70
Piemonte	2016-2018	13,3% su 44.560 uova raccolte in campo (12-15%)	Moraglio et al. (2020) J Pest Sci 93, 183-194
Veneto, Friuli, Trentino-Alto Adige	2016-2018	1,7% su 6.527 uova raccolte in campo	Scaccini et al. (2020) Insects 11(5), 306
Trentino-Alto Adige	2019	6,3% su 15.244 uova raccolte in campo	Zapponi et al. (2020) Insects 11(9), 588

ampiamente diffuso, rinvenuto in tutte le località, si riproduce a spese di numerose specie ospiti (più di 30) tra emitteri e lepidotteri

Stahl et al. (2018) J Pest Sci 91, 1005-1017

Tavella, 2020

Anastatus bifasciatus

- generalista
- 32 ospiti noti in 3 ordini di insetti
- principalmente Heteroptera e Lepidoptera

La capacità di parassitizzazione è bassa (max circa il 10-15%)

Trissolcus sp.

- più specializzati
- attualmente incapaci o scarsamente capaci di svilupparsi su uova fresche di *H. halys*

Tavella L. et Al., 2017

Foto 11 a
Individuo maschio di *Anastatus bifasciatus*

Foto 11 b
Individuo femmina di *Anastatus bifasciatus*

REDIA, XCIX, 2016: 63-70 http://dx.doi.org/10.19263/REDIA-99.16.01

ROVERSI PIO FEDERICO (*) - BINAZZI FRANCESCO (*) - MARIANELLI LEONARDO (*)
COSTI ELENA (**) - MAISTRELLO LARA (**) - SABBATINI PEVERIERI GIUSEPPINO (*)

SEARCHING FOR NATIVE EGG-PARASITOIDS OF THE INVASIVE ALIEN SPECIES *HALYOMORPHA HALYS* STÅL (HETEROPTERA PENTATOMIDAE) IN SOUTHERN EUROPE

- Prove di laboratorio «no-choice» mostrano un tasso di parassitizzazione del 35.56%da parte di *Oencyrtus telenomicida* (Oencyrtidae), parassitoide generalista
- Però è anche iperparassitoide es. di parassitoide di *Nezara viridula*, *Trissolcus basalis*

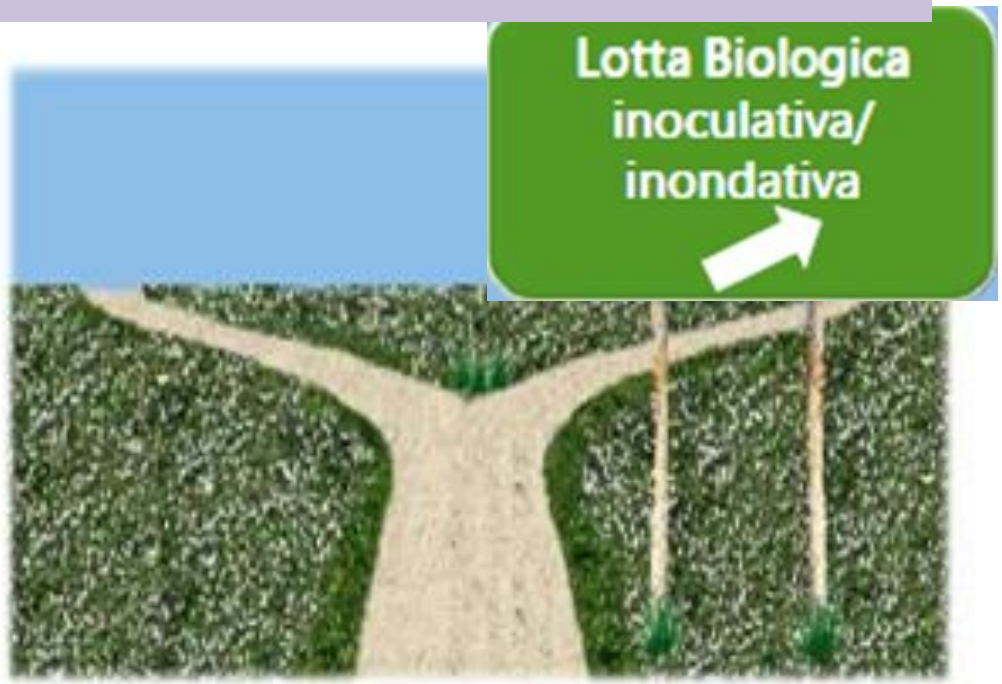
Parassitizza uova del parassitoide della cimice

Fonte: Maistrello, Unimore

Lanci massali di organismi autoctoni

Ooencyrtus telenomicida

Anastatus bifasciatus



Risultati ad oggi scoraggianti

2018: lanci massali in Piemonte, Emilia, Friuli
→ NO parassitizzazione

ERSA, 2019

lotta biologica inoculativa/inondativa

Lancio del parassitoide autoctono *Oencyrtus telenomicida (CREA-DC & ERSA)*

- Cordenons (PN) - agosto 2018
- Actinidieto biologico
- No interventi insetticidi nelle ultime stagioni
- Attività svolta in collaborazione con CREA – DC di Firenze
- Obiettivo: valutazione dell'efficacia di parassitizzazione in frutteto di ovature di *H. halys*

ersa
Agenzia regionale per lo sviluppo rurale

- *Anastatus bifasciatus* è l'unica specie endemica che può svilupparsi nelle uova fresche
- Potrebbe essere idoneo alla lotta biologica, se rilasciato in grande quantità?
- Prove di campo nel 2016 e nel 2017 a Zurigo e a Bellinzona

Fonte: Tim Haye, CABI Svizzera

LOTTA BIOLOGICA: 2018-2019 - Prove sperimentali di rilasci inondativi con *Anastatus bifasciatus* unico parassitoide oofago rinvenuto in Emilia

DIFESA DELLE COLTURE L'Informatore Agrario. 2019. 2: 52-55

INDAGINE PRELIMINARE CONDOTTA NEL 2018 IN UN PERETO BIOLOGICO DEL MODENESE

Cimice asiatica, prime verifiche di lotta con *Anastatus bifasciatus*

di E. Costi, L. Maistrello, T. Haye, S. Caruso, G. Vaccari, L. Casoli

LARA MAISTRELLO - DSV / BIOGEST-SITEIA - UNIMORE

Maistrello, 2019

	Tipologia ovature esposte	Efficacia di parassitizzazione su *H. halys* (%)	Efficacia di parassitizzazione su non target (%)	Femmine di *A. bifasciatus* sfarfallate (%)
FASE PRELIMINARE	*H.halys* surgelate	19,0	-	76,8
RILASCIO	*H.halys* surgelate	15,7 (6,5-39,2)*	-	66,2
RILASCIO	*H. halys* naturalmente deposte	48,5	-	77,1
RILASCIO	Lasiocampidae surgelate	-	33,3	78,1
PERSISTENZA PARASSITIZZAZIONE	*H. halys* surgelate	7,2	-	18,8

* valore calcolato sul totale delle uova indipendentemente dalle densità e tipo di ovature esposte sulle piante e, tra parentesi, i valori minimo e massimo rilevati tenendo conto delle diverse densità di ovature di *H. halys*/per pianta

Fonte: Maistrello, Unimore

- Nel 2018 lanci di *Trissolcus kozlovi* per valutare l'impatto mediante rilasci in campo
- Risultati non incoraggianti
- Analogamente a quanto osservato in prove simili con *Oencyrtus telenomicida* (2018) e *Anastatus bifasciatus* (2019)

Tavella, 2020

Conservazione dei parassitoidi nell'ambiente agrario

insects

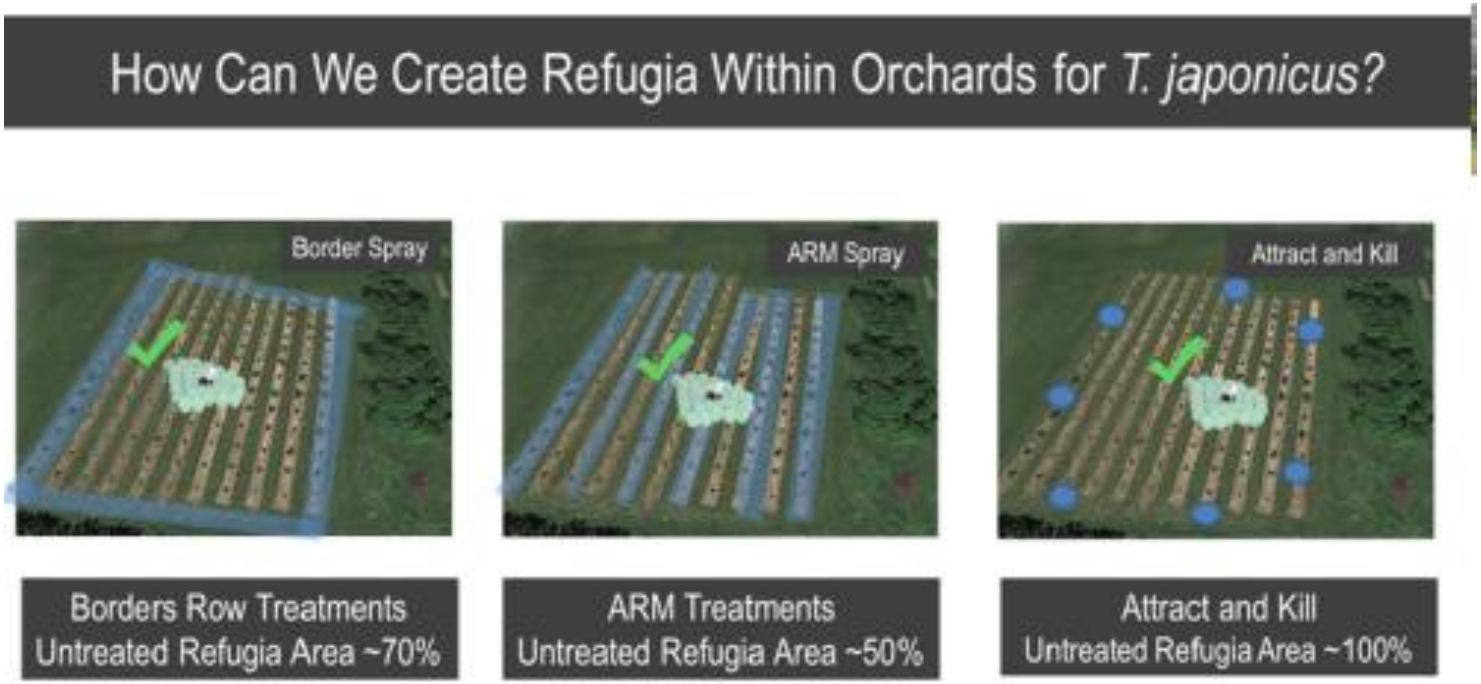
MDPI

Article

Integrating *Trissolcus japonicus* (Ashmead, 1904) (Hymenoptera: Scelionidae) into Management Programs for *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) in Apple Orchards: Impact of Insecticide Applications and Spray Patterns

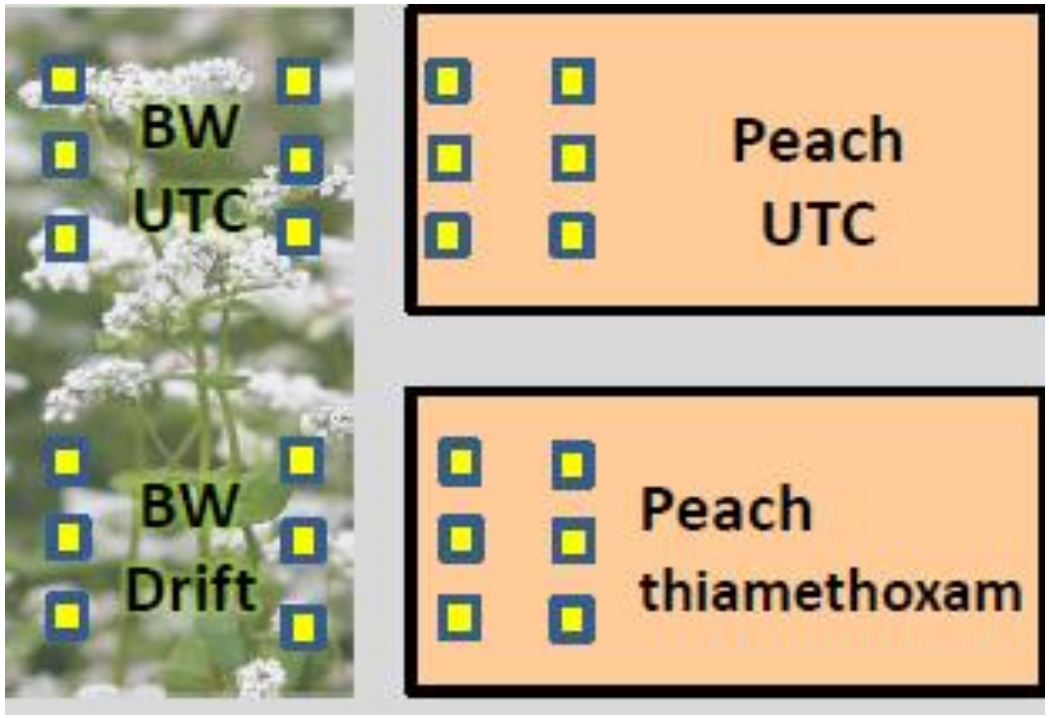
Dalton C. Ludwick [1,2,*], Jessica Patterson [3], Layne B. Leake [4], Lee Carper [1] and Tracy C. Leskey [1]

Le tecniche di gestione fitosanitaria del frutteto hanno un impatto sulla sopravvivenza dei parassitoidi

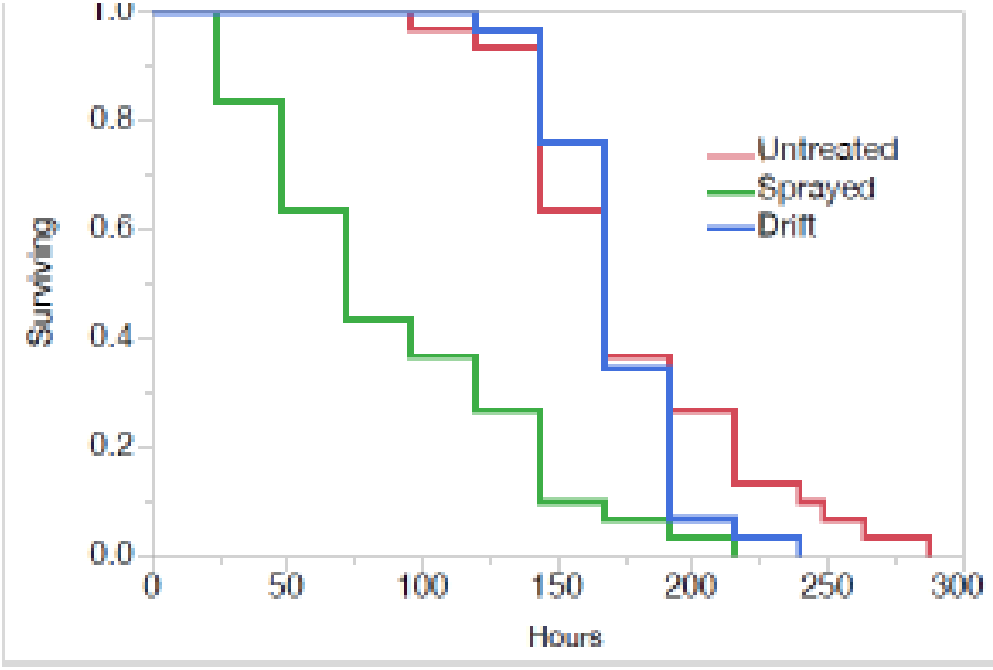


Hoelmer, BMSB, USA; Leskey, USDA ARS

Impatto della deriva su *T. japonicus*



Da risultati preliminari sembra che la deriva non influenzi la sopravvivenza dei parassitoidi



Hoelmer, BMSB, USA; Leskey, USDA ARS

Importanza delle fioriture per la conservazione dei parassitoidi

insects

MDPI

Article

Floral Resources for *Trissolcus japonicus*, a Parasitoid of *Halyomorpha halys*

Hanna R. McIntosh [1,2,*], Victoria P. Skillman [3], Gracie Galindo [2] and Jana C. Lee [2]

insects

MDPI

Review

Ecosystem-Based Incorporation of Nectar-Producing Plants for Stink Bug Parasitoids

Glynn Tillman

Grano saraceno, coriandolo e aneto

	Enhance longevity compared to water	Enhance energetic reserves compared to water
Alyssum, sweet	no	no
Buckwheat	yes	Higher sugar reserves
Cilantro	yes	Higher sugar reserves
Clover, red	no	no
Dill	yes	Higher sugar & glycogen
Marigold, Nema-gone	no	no
Mustard, yellow	no	no
Phacelia, lacy	no	no

USDA ARS / J Lee lab

Hoelmer, BMSB, USA; Leskey, USDA ARS

Antagonisti naturali

- Predatori
- Parassitoidi
- Patogeni

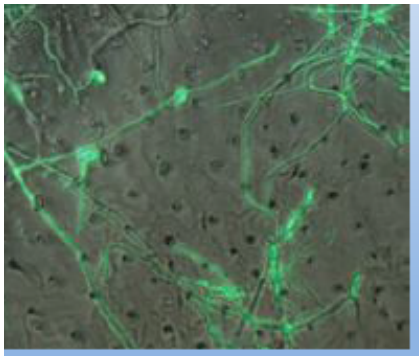
Patogeni

- Predatori
- Parassitoidi
- Patogeni

- Funghi
- Batteri
- Protozoi
- Nematodi

Biologia dei principali agenti patogeni degli insetti

	Virus	Batteri	Funghi	Protozoi	Nematodi
Ospiti bersaglio	Lepidotteri ed Imenotteri. Elevata specificità	Lepidotteri, Coleotteri e Ditteri. Spec. della sottosp.	Molti Ceppi specifici	Molti Specifici a livello di famiglia	Molti
Modalità d' azione	Ingestione	Ingestione	Per contatto attraverso la cuticola	Ingestione	Attraverso aperture naturali o cuticola
Rapidità dell' effetto	3-10 giorni; tempi più lunghi per *Oryctes* virus	30 min - 1 giorno	4-7 giorni	Malattia cronica più che letale	1-5 giorni



Potenzialità mezzi biologici: FUNGHI ENTOMOPATOGENI

- *Ophiocordiceps nutans* specifico per Emitteri in Giappone (Sasaki et al 2012)
- Lab exp in USA: *Beauveria bassiana* (ceppo GHA di Botanigard®, ERL 1170 e ERL 1540) causa 80-100% mortalità dopo 6-9gg, soprattutto su ninfe; minore efficacia di *M. anisopliae* ERL 1540 e ERL 1771 (Gouli et al 2011, Parker 2015)
- Lab exp in Giappone: *Metarhizium anisopliae* FRM 515 inefficace per HH (infettivo per altre specie) (Ihara et al 2008)

CRITICITÀ

Gland secretions and the microbial community add antibiotic properties to the cuticle

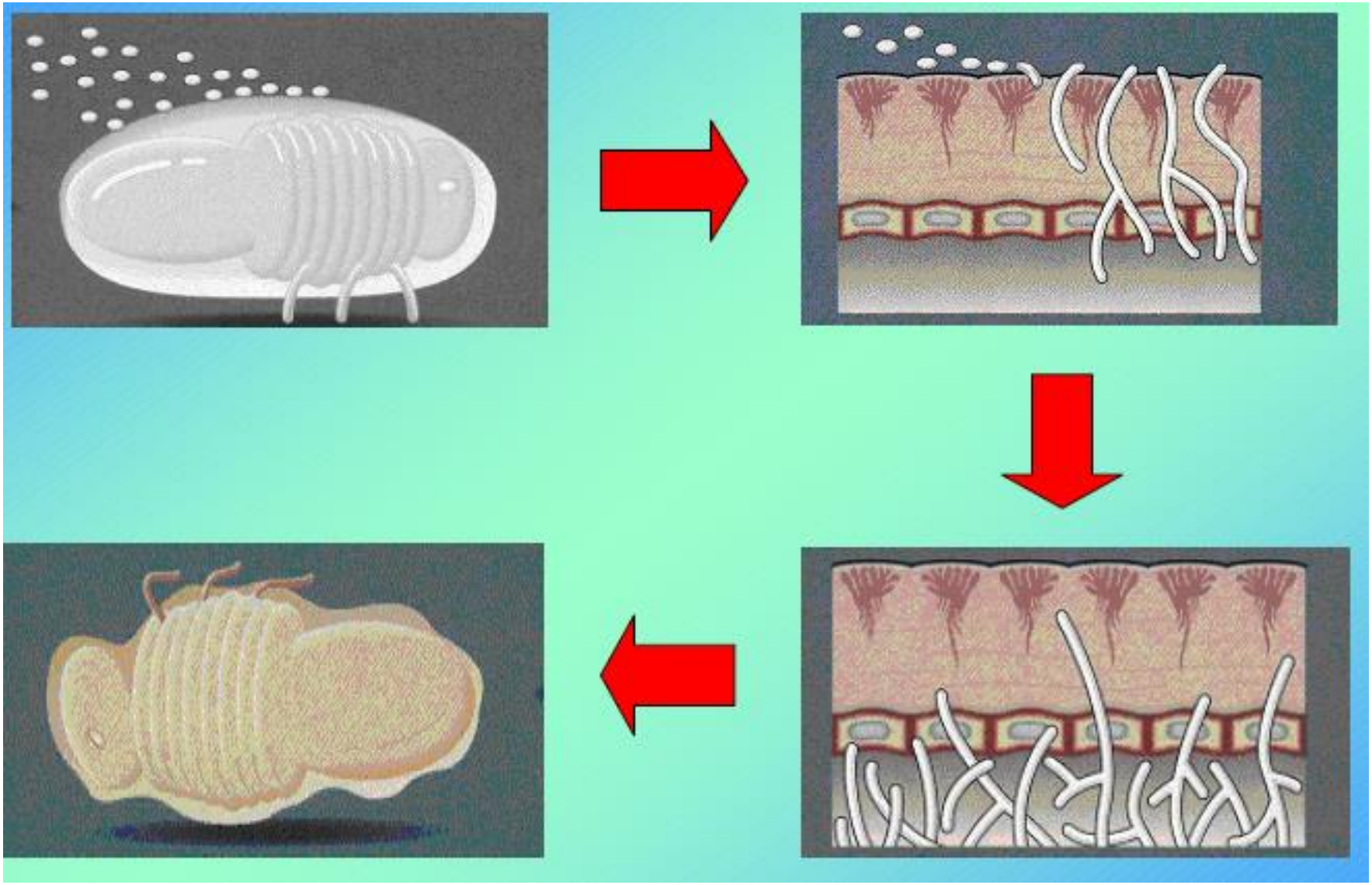
- The bacterial community on the cuticles of *Dalbulus maidis* and *Delphacodes kuscheli* inhibit *B. bassiana* (Toleda et al., 2011 J. Insect Sci 11, 29)
- *M. anisopliae* is inhibited by the bed bug defensive secretions (E)-2-hexenal and (E)-2-octenal (Ulrich et al 2015 Biocontrol 10.1007/s10526-015-9667-2)

- *Metarhizium* infects and kills BMSB at high humidities.
- Poor performance of fungi at low humidities
  - Low humidities reduce germination
  - Increase susceptibility to volatiles

Maistrello, 2016

Bauveria bassiana

- Fungo antagonista, entomopatogeno che agisce come parassita di diverse famiglie di insetti
- Il fungo emette delle spore che, una volta a contatto con la cuticola dell'insetto e con adeguate condizione termoigrometriche, germinano e penetrano nel corpo dell'insetto attraverso sottili ife che si espandono e si moltiplicano all'interno del corpo dell'insetto
- L'infezione di arresta se avviene poco prima della muta, altrimenti il fungo continua a svilupparsi entrando nel sistema circolatorio dell'insetto
- A questo livello di infezione, inizia la produzione di tossine, beauvericina e bassianolide, che nel giro di 3-5 giorni portano a morte la vittima
- Dopo la morte dell'insetto, in condizioni di elevata HR (>90%) possono comparire all'esterno del corpo delle efflorescenze conidiche che concorre ad una ulteriore diffusione del fungo



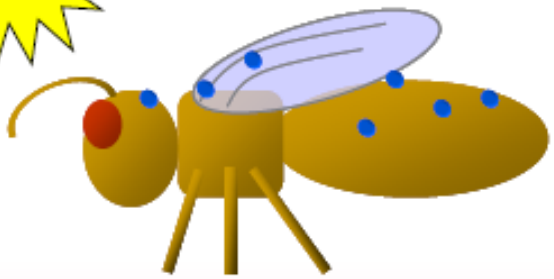
Agrobiotec, 2005

XEDA ITALIA srl

Meccanismo d'azione

1

contatto con l'insetto e idratazione della spora grazie alla temperatura, identificazione chimica della cuticola dell'insetto

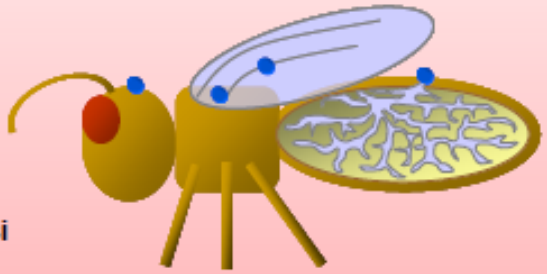


2

germinazione e penetrazione attraverso la cuticola, produzione di enzimi

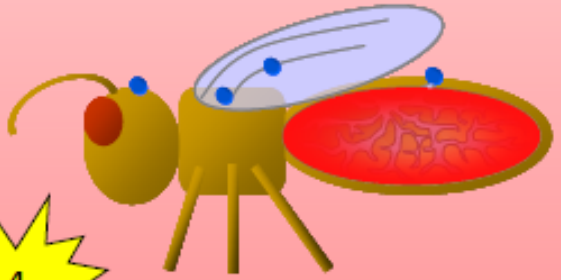
3

invasione della cavità corporale (emocele), accrescimento e proliferazione delle ife



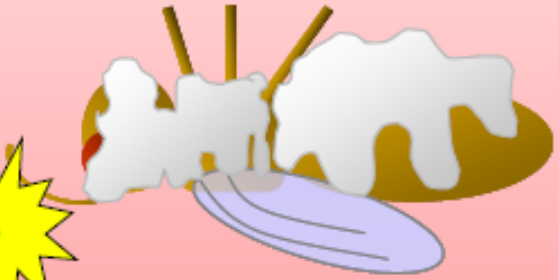
4

liberazione di enzimi che provocano interruzione dell'alimentazione e paralisi muscolare



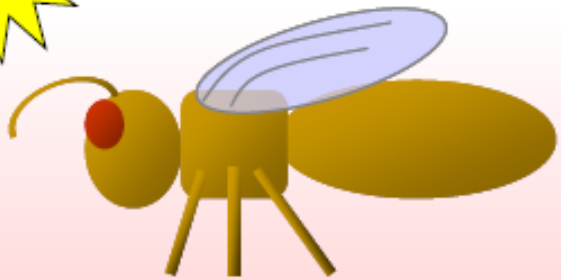
5

Morte dell'insetto entro le 72 ore dalla penetrazione del micelio



6

Sporificazione del fungo con elevata disponibilità di spore per nuove infezioni



- Il fungo non infetta né l'uomo né gli animali
- Alcuni insetti hanno sviluppato delle difese contro questo fungo che infetta determinati gruppi di insetti tra cui:

✓ Coleotteri (dorifora della patata e balanino del castagno e delle nocciole)

✓ Lepidotteri (carpocapsa, processionaria del pino, piralide del mais)

✓ Le cavallette

✓ Rincoti omotteri (afidi, aleurodidi, cocciniglie)

✓ Rincoti eterotteri (tingidi e pentatomidi)

↓

Cimice asiatica

agronotizie.imagelinenetwork.com

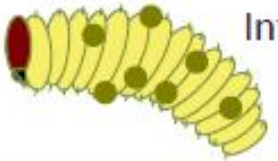
Compatibilità

- Miscibile con tutti gli insetticidi e fertilizzanti
- Compatibile con prodotti a base di zolfo e rame
- Nel caso di trattamenti con altri fungicidi, è sufficiente rispettare un intervallo minimo di 2-3 giorni prima o dopo il trattamento

Metarhizium anisopliae

- È un fungo presente naturalmente nel suolo che vive a spese di insetti
- Le sue spore entrano in contatto accidentale con la cuticola degli insetti penetrandola, una volta germinate, grazie ad apposite ife
- Quando sono al loro interno le ife si propagano uccidendo l'insetto in pochi giorni

Ciclo vitale semplificato



Infezione attraverso la cuticola

Il fungo uccide la larva dell'insetto e sporula sul corpo della larva morta (trasmissione orizzontale)

Spore nel substrato colturale

Black vine weevil larvae

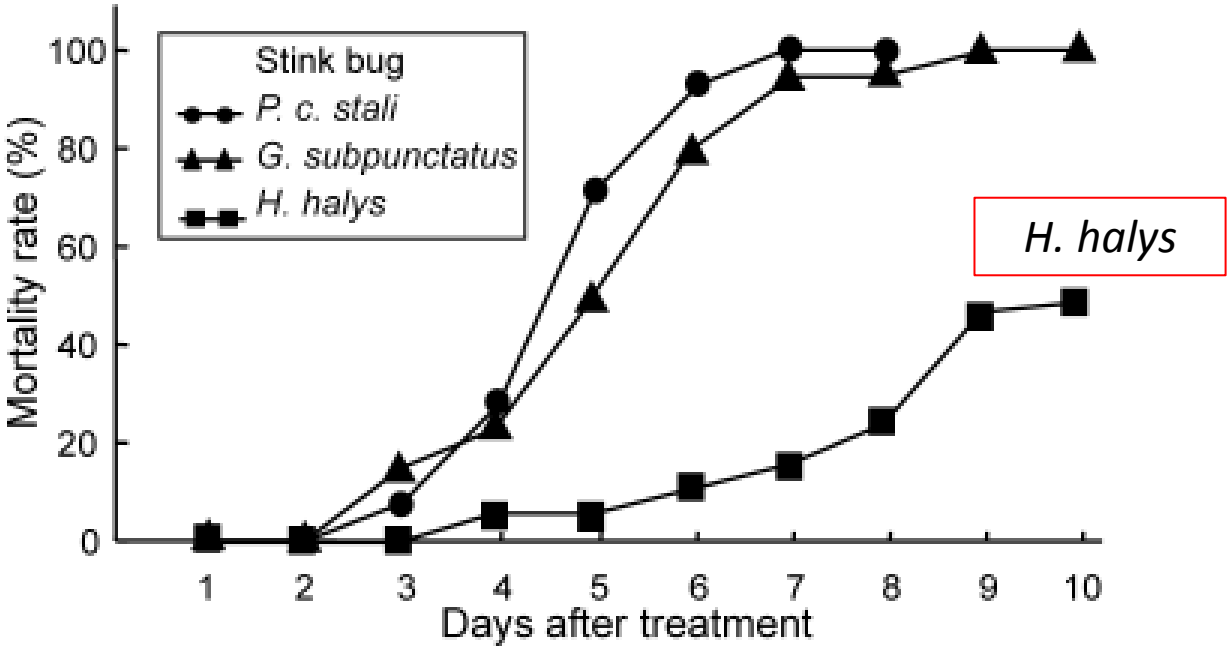
Black vine weevil larvae infected by *Metarhizium anisopliae*

Appl. Entomol. Zool. 43 (4): 503–509 (2008)
http://odokon.org/

Laboratory studies on the infection of stink bugs with *Metarhizium anisopliae* strain FRM515

Fumio IHARA,* Masatoshi TOYAMA, Koji MISHIRO and Katsuhiko YAGINUMA

M. anisopliae
ceppo FRM 515



H. halys

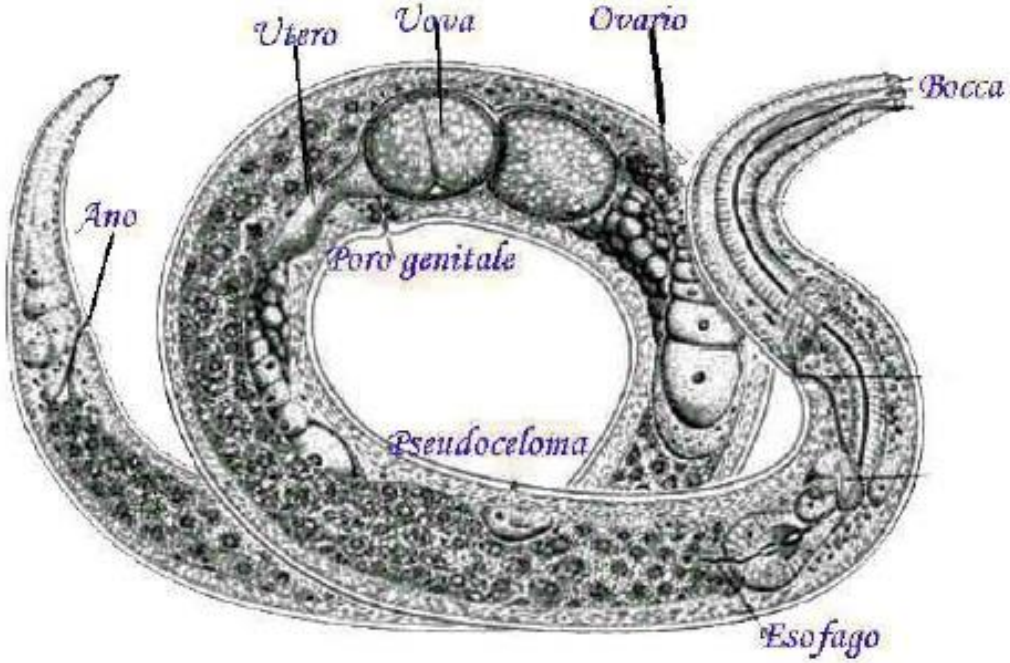
Meno efficiente di
B. bassiana

Fig. 4. Mortality profiles of three species of stink bugs. Stink bugs were treated with conidial suspension (1×10^8 conidia/ml) of *M. anisopliae* strain FRM515. The number of *P. c. stali*, *G. subpunctatus* and *H. halys* tested were 30, 40 and 40, respectively. Stink bugs were kept for 10 d at 25°C and 85 to 90%.

Nematodi

- Sono vermi presenti nel terreno, generalmente invisibili ad occhio nudo
- Parassiti sia di piante che di animali
- I nematodi ospitano dei batteri che una volta entrati all'interno del corpo dell'insetto vengono rilasciati al suo interno e provocano la morte dell'insetto
- Nematode invece sopravvive e si riproduce

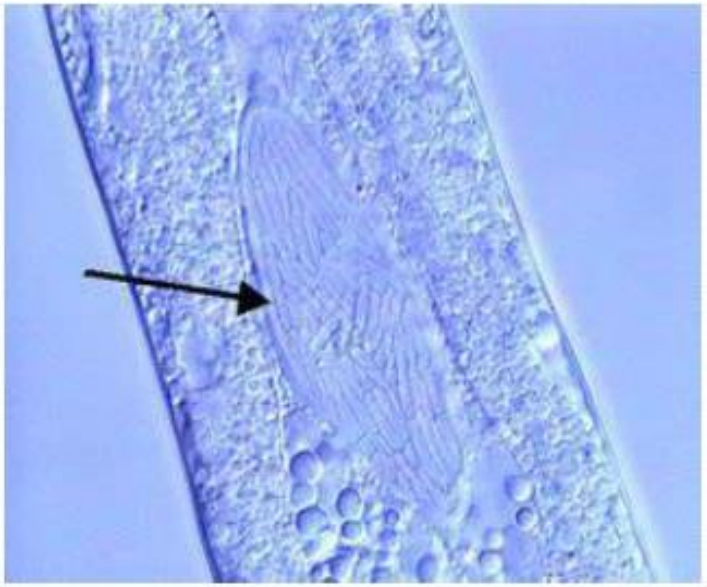
- Organismi eucarioti vermiformi, lunghi e a simmetria bilaterale, rivestiti da una cuticola che cambiano durante le mute.



- Nel Phylum Nematoda vi sono molti antagonisti degli insetti
  - 8 ordini annoverano specie parassite di insetti
  - tutti gli insetti possono essere attaccati, in tutti gli stadi tranne quello di uovo; non si conoscono infatti nematodi oofagi.

Steinernematidae e Heterorhabditidae

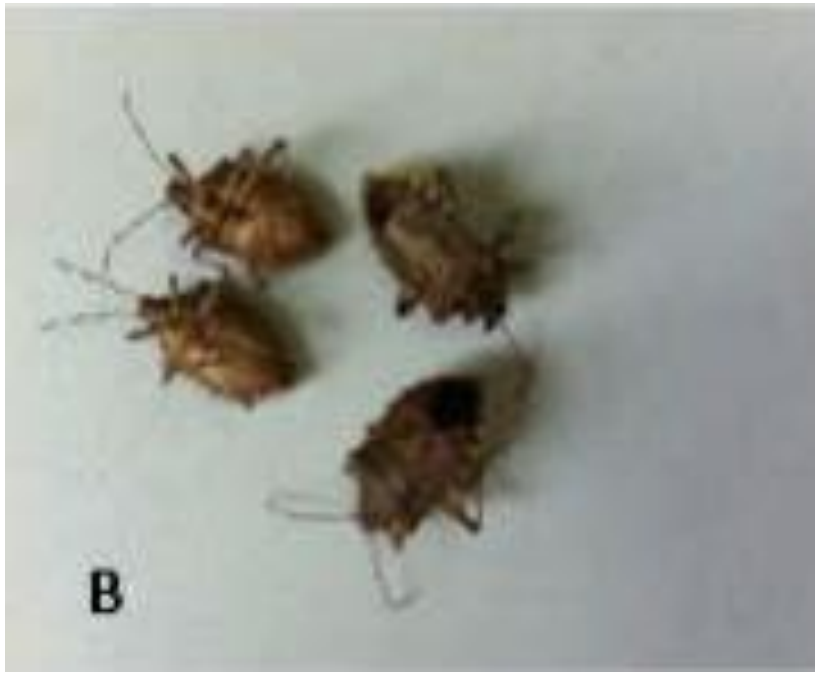
- Piccoli nematodi terricoli. (meno di 1-3 mm)
- Al momento se ne conoscono più di 80 specie, 60 appartenenti al genere ***Steinernema***, 1 al genere ***Neosteinernema*** e una ventina al genere ***Heterorhabditis***
  - Tra le specie recentemente descritte: ***S. apuliae, S. ichnusae, S. vulcanicum*** **(Italia),** *S. scarabaei* (USA) ed *H. baujardi* (Vietnam)….
- Sono diffusi in natura e parassitizzano un gran numero di insetti, soprattutto nel suolo.
- **La ragione della loro infettività** è la simbiosi mutualistica con batteri (*Photorhabdus* spp. per gli Eterorabditidi e *Xenorhabdus* spp. per gli Steinernematidi)
- Bio-insetticidi non tossici per i vertebrati. Innocui per l'uomo e l'ambiente
- Agenti di controllo biologico prodotti nelle biofabbriche (sono i più diffusi dopo il *Bt*)



- *Photorhabdus – Heterorhabditis*
  - Simbiosi molto specifica, 1 specie di batterio è associata ad 1 sola specie di nematode
- *Xenorhabdus – Steinernema*
  - Simbiosi meno specifica, 1 specie di batterio può essere associata a più specie di nematodi

- I metaboliti dei batteri (xenorhabdine, xenocumacine, etc.)
  - Attività antimicrobica, insetticida, nematocida, antiulcera, antitumorale e antivirale
  - Utilizzo dei batteri per la produzione di antibiotici

Mortalità da *Heterorhabditis bacteriophora*



Mortalità da *Steinernema tbilisiensis*

Secondo DPI ammesso su **fragola** contro ozziorinco, ozziorinco e sciaridi per **floreali/ornamentali**

Gorgadze et al., 2017 Nematodi che hanno invaso il corpo a microscopio ottico

Available online at http://www.journalcra.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT RESEARCH

International Journal of Current Research
Vol. 9, Issue, 12, pp.62177-62180, December, 2017

ISSN: 0975-833X

RESEARCH ARTICLE

THE EFFICACY OF ENTOMOPATHOGENIC AGENTS AGAINST HALYOMORPHA HALYS (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

*[1]Oleg Gorgadze, [1]Giorgi Bakhtadze, [2]Manana Kereselidze and [1]Manana Lortkhipanidze

Nematodi e funghi entomopatogeni
da soli o in combinazione fra loro

Table 1. Result of the use entomopathogenic nematodes and fungus against *Halyomorphahalys* in laboratory conduction

Name and dose of drugs	Death of yalyomorphahalys nymph and imago by days (%)					
	3		5		7	
	Hymph	Imago	Nymph	Imago	Nymph	Imago
Sr. No *I stage*						
1. *S. tbilisiensis* 100 IJs	28.5*	15.3	52.4	33.3	60.3	35.3
2.*S.tbilisiensis*200 Ijs	37.2	22.0	65.7	42.0	68.6	44.8
3. *S. thesami*100 IJs	31.0	20.6	50.5	40.8	53.2	42.0
4.*S. thesami* 200 IJs	40.6	17.4	52.0	39.2	58.5	39.2
5.*S. gurgistana* 100 IJs	38.0	29.5	59.6	48.0	68.3	50.0
6.*S. gurgistana*200 IJS	36.5	28.3	63.4	52.6	72.6	59.5
7.*S. carpogapcae*100 IJS	44.5	29.0	68.2	57.5	77.2	62.2
8.*S.carpocapsae* 200 IJs	52.4	53.5	73.3	59.0	82.4	65.3
9.*H. bacteriophora* 100 IJs	48.5	53.8	71.7	69.3	79.6	69.0
10.*H. bacreriopyora* 200 Ijs	46.3	66.5	76.2	72.5	83.3	73.7
11.*I. fumosorosea*(1.10^8conidia/ml)	16.5	10.0	28.3	20.0	39.3	30.0
12.*I. fumosorosea* (3.10^8conidia/ml)	29.3	22.0	40.0	37.4	43.3	38.4
II stage						
13. *S. tbilisiensis*200 Ijs+ *I. fumosorosea*(3.10^8conidia/ml)	42.6	34.5	77.0	62.0	78.1	63.2
14.*S. thesami* 200 Ijs+ *I. fumosorosea* (3.10^8conidia/ml)	50.0	37.2	72.3	69.7	80.5	72.4
15.*S. carpocapsae* 200 Ijs+ *I. fumosorosea*(3.10^8conidia/ml)	56.5	65.0	90.4	85.8	94.2	88.5
16. *H. bacteriophora* 200 Ijs+ *I. fumosorosea*(3.10^8conidia/m)	71.2	73.3	92.3	87.0	95.6	90.5
17. Untreated control (distilled water)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Risultati su utilizzo di nematodi

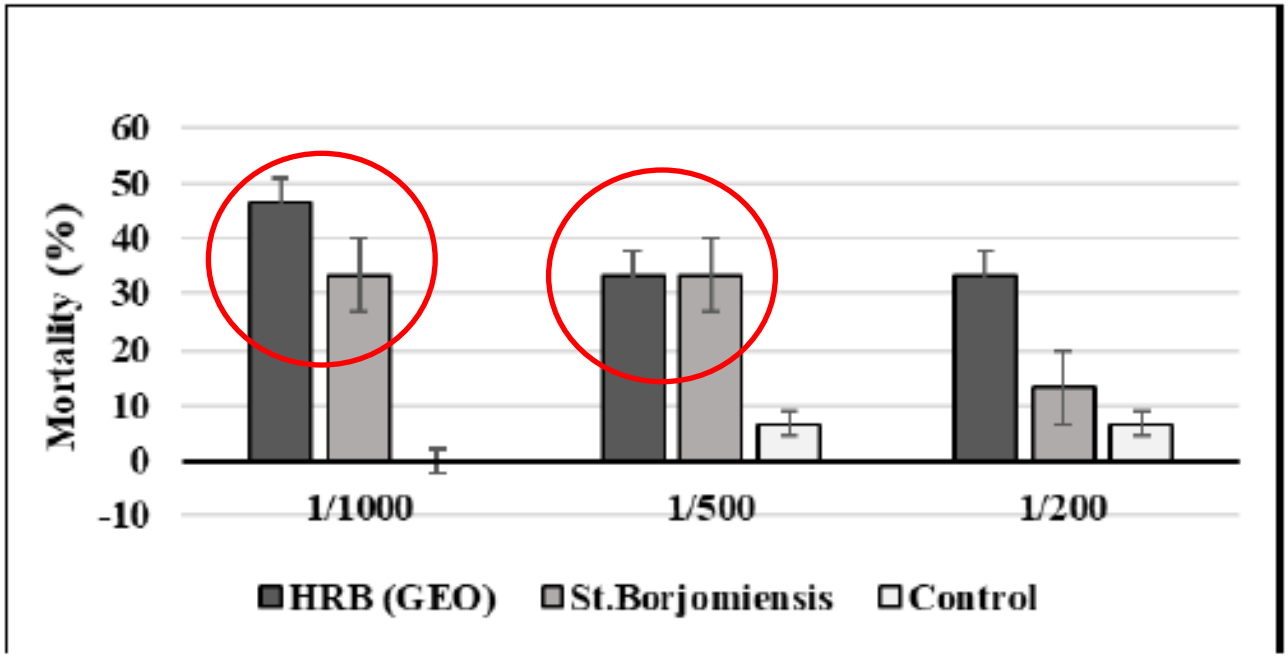


Figure 3. Mortality (%) of adults of *H.halys* due to infection with entomopathogenisc nematodes

Burjanadze et al., 2020

BIO Web of Conferences **18**, 00006 (2020) https://doi.org/10.1051/bioconf/20201800006
IV All-Russian Plant Protection Congress

Testing local isolates of entomopathogenic microorganisms against Brown Marmorated Stink Bug *Halyomorpha halys* in Georgia

Medea Burjanadze,* *Natalia* Kharabadze, and *Nona* Chkhidze

Efficacia *B. bassiana* 72-90%

Isolamento di fungo *Isaria fumosorosea* da *H. halys*

Utilizzo di nematodi entomopatogeni, *Heterorhabditis bacteriophora* (33-47% mortalità) e *Steinernema borjomiense* (13-33% mortalità)

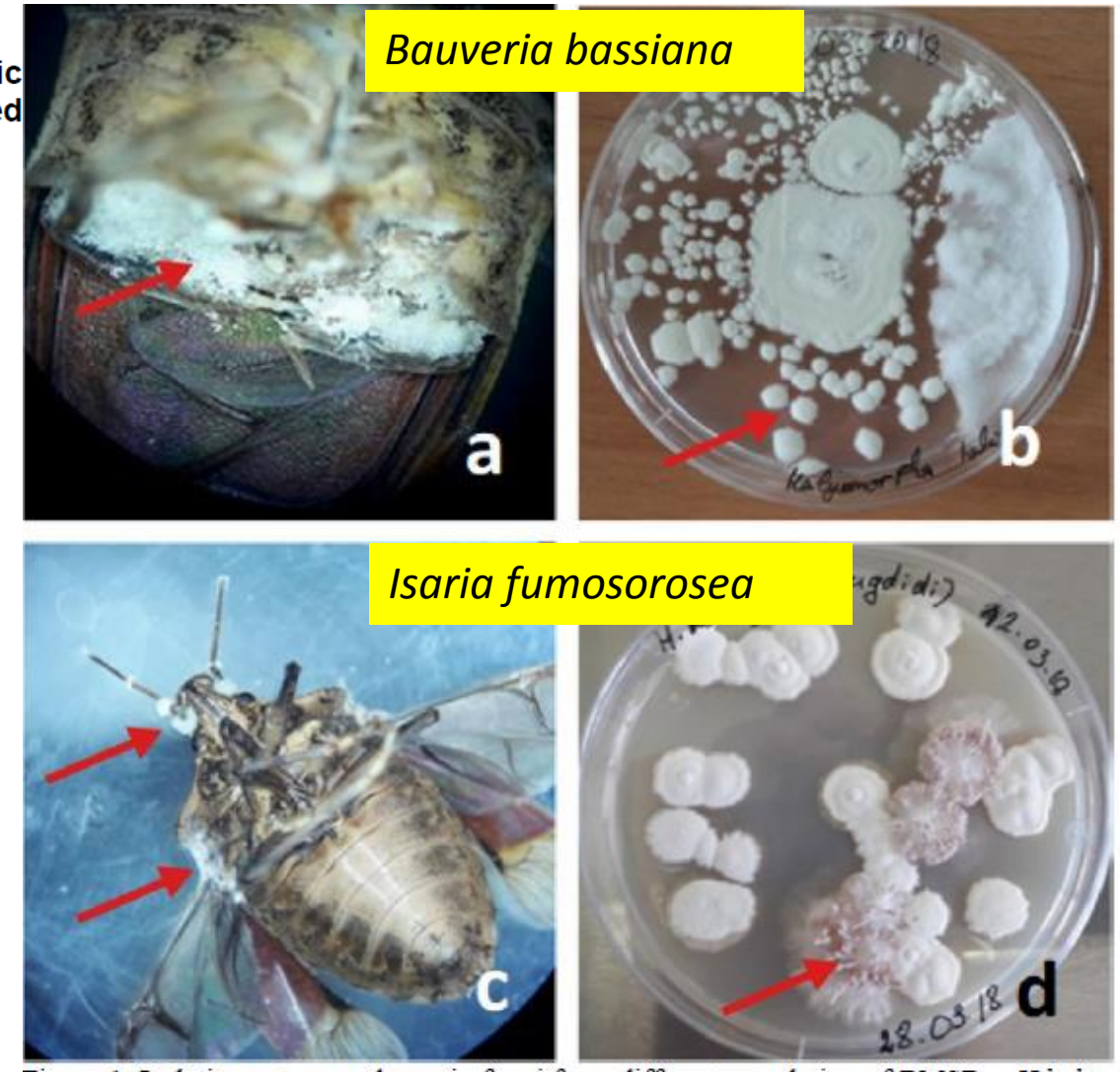


Figure 1. Isolation entomopathogenig fungi from different population of BMSB – *H.halys*: **a**- infected adults by *Beauveria Bassiana*; **b** – colony develop on the PDA media; **c** - infected adults by *Isaria fumosorosea*; **d** - colony develop on the PDA media.

Come mai funghi generalmente possiedono bassa virulenza?

- La cimice asiatica produce delle sostanze di difesa che inibiscono la crescita dei funghi entomopatogeni (qualche specie) e riducono l'efficienza
- Probabilmente (*E*)-2-decenal e (*E*)-2octenal sono le sostanze responsabili di questo fenomeno (componenti delle secrezioni difensive della cimice asiatica)

HHS Public Access
Author manuscript
J Pharmacogn Nat Prod. Author manuscript; available in PMC 2016 September 19.

Published in final edited form as:
J Pharmacogn Nat Prod. 2016 August ; 2(3): . doi:10.4172/2472-0992.1000119.

Alarm Odor Compounds of the Brown Marmorated Stink Bug Exhibit Antibacterial Activity

Steven Sagun, **Elliot Collins**, **Caleb Martin**, **E Joseph Nolan**, and **Joseph Horzempa***
Department of Natural Sciences and Mathematics, West Liberty University, USA

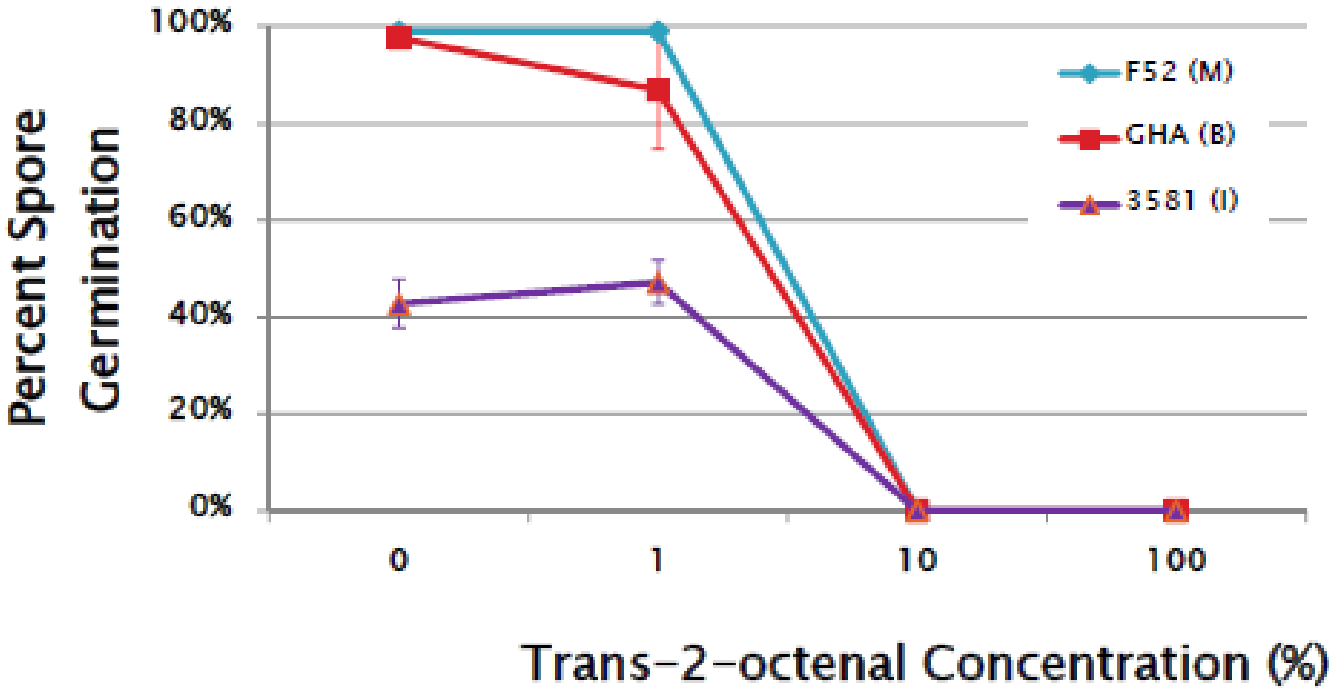
- Componenti di secrezioni difensive di *H. halys* sono aldeidi : trans-2-octenal e trans-2-decenal
- Inibiscono crescita batterica di *Pseudomonas euroginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*

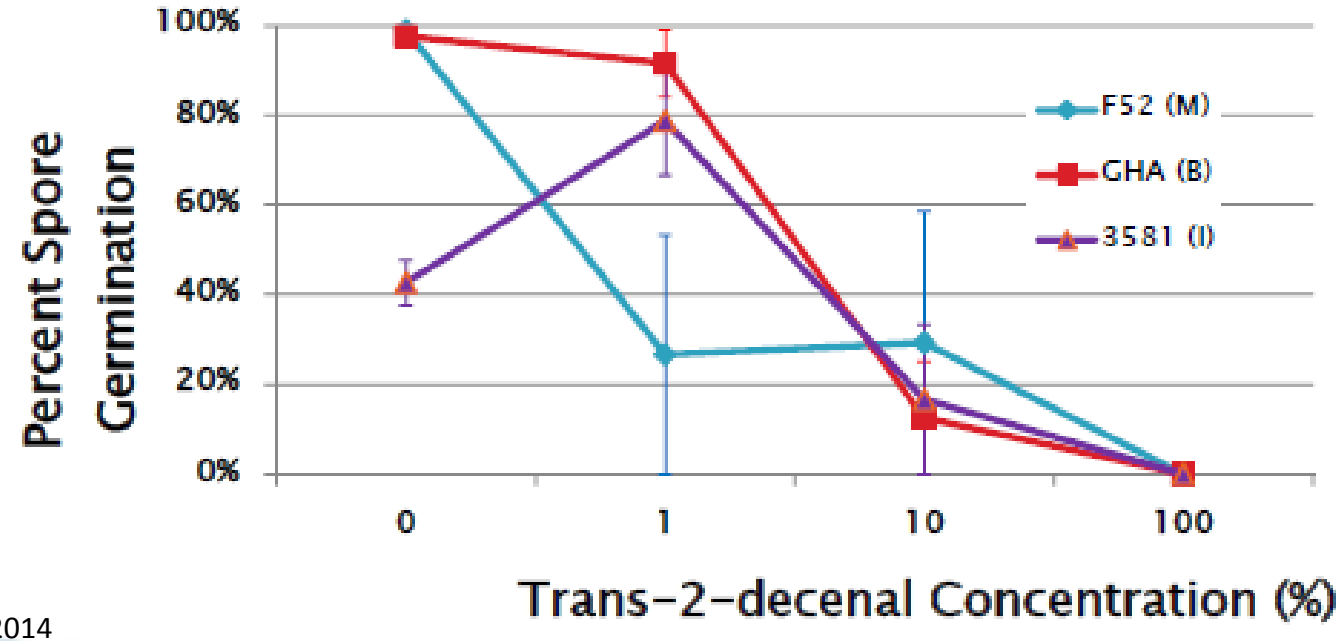
Risultati

	Fungus	Mean % Petri dishes without Fungal Growth (Inhibition)						
		Trans-2-octenal Concentration			Trans-2-decenal Concentration			
		100%	10%	1%	100%	10%	1%	Control
Metarhizium	F52 (M)	100% (±0)	66% (±33.33)	0 (±0)	100% (±0)	33% (±33.33)	0 (±0)	0 (±0)
Bauveria	GHA (B)	100% (±0)	100% (±0)	0 (±0)	100% (±0)	66% (±33.33)	0 (±0)	0 (±0)
Isaria	3581 (I)	100% (±0)	0 (±0)	0 (±0)	100% (±0)	33% (±33.33)	0 (±0)	0 (±0)

- Complete inhibition of fungal growth at 100% concentration
- No inhibition at 1% or 0% concentrations
- Partial inhibition at 10% concentration for both chemicals, and all fungal strains

Pike, 2014





Entrambe le sostanze inibiscono germinazione e crescita dei funghi

Pike, 2014

BioControl
DOI 10.1007/s10526-015-9667-2

(*E*)-2-hexenal e (*E*)-2octenal (*Cimex lectularius*) inibiscono fungo *M. anisopliae* in vitro e in vivo

Inhibition of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* sensu lato in vitro by the bed bug defensive secretions (*E*)-2-hexenal and (*E*)-2-octenal

Kevin R. Ulrich · Mark F. Feldlaufer · Matthew Kramer · Raymond J. St. Leger

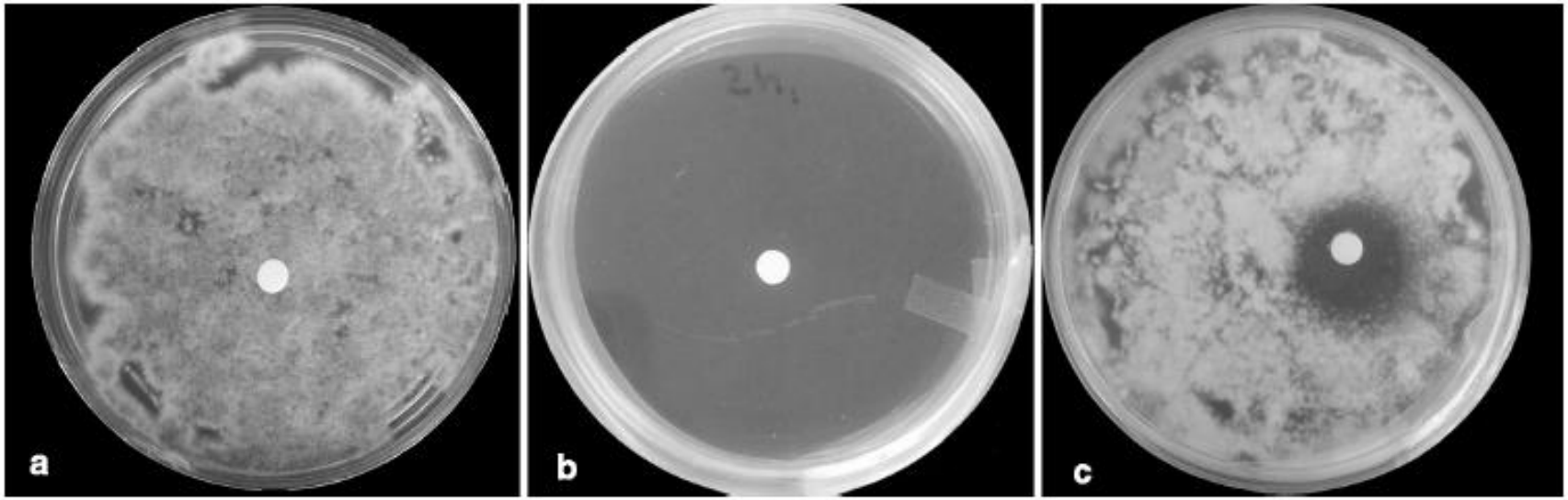


Fig. 1 Representative fungal growth on agar plates exposed to either (*E*)-2-hexenal or (*E*)-2-octenal. **a** Unrestricted growth; **b** total inhibition of growth. Partial inhibition of growth **c** only occurred when an octenal-treated (0.5 mg) disk was added to a plate inoculated with *M. anisopliae s.l.* (ARSEF 1548) conidia 12 h previously

Tozlu *et al. Egyptian Journal of Biological Pest Control* (2019) 29:76
https://doi.org/10.1186/s41938-019-0176-y

Egyptian Journal of
Biological Pest Control

UTILIZZO DI CEPPI BATTERICI

RESEARCH Open Access

Potentials of some entomopathogens against the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)

Elif Tozlu[1], Islam Saruhan[2], Göksel Tozlu[1*], Recep Kotan[1], Fatih Dadaşoğlu[1] and Nasibe Tekiner[1]

Efficacia di alcuni **ceppi batterici** su mortalità *H. halys*

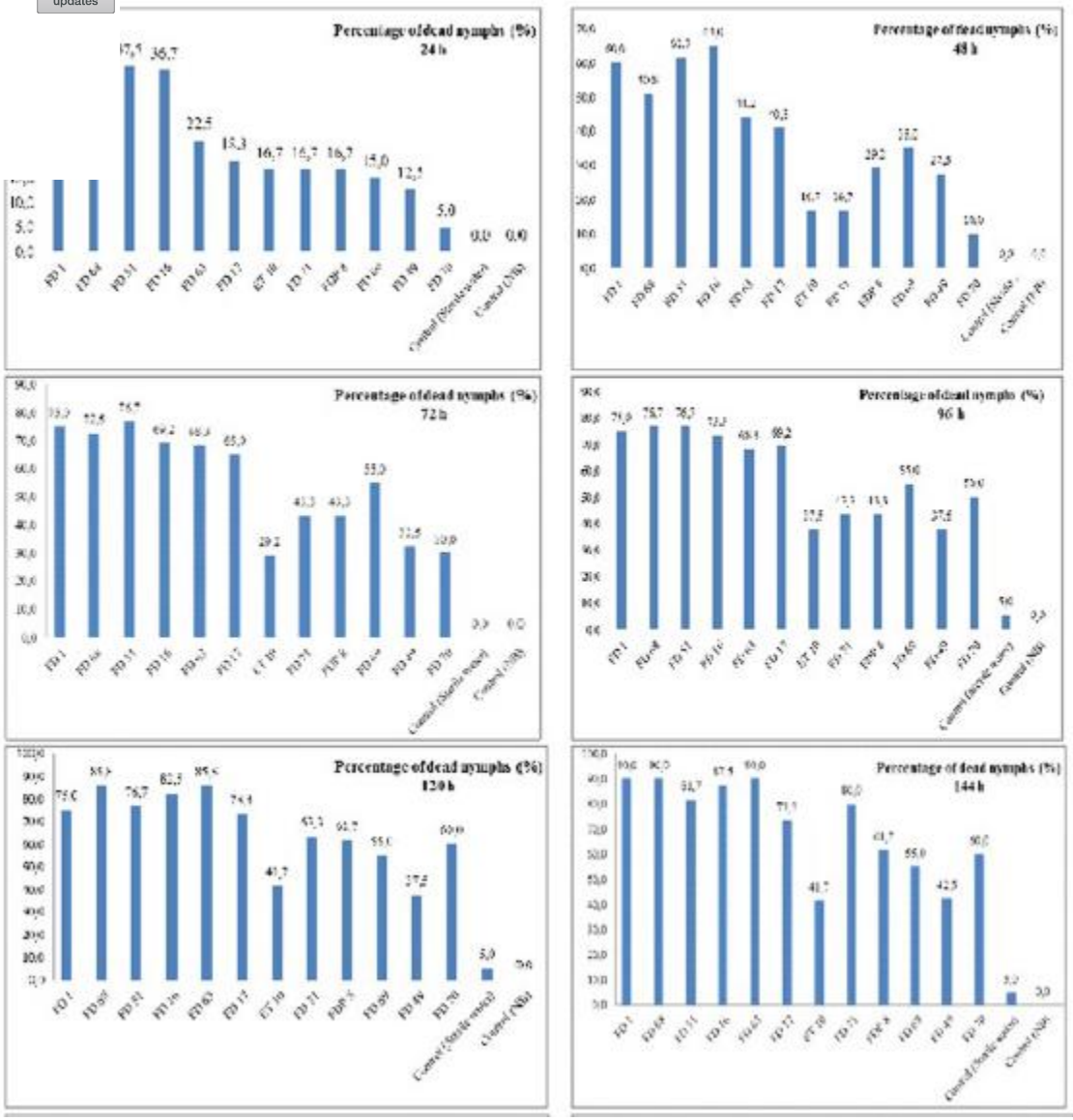


Table 2 Efficacy of some entomopathogen bacterial strains and fungal isolate on nymphs of *Halyomorpha halys* under controlled conditions after 264 h

Treatment	Death nymph ratio (%)		Number of eggs in packs (number)	Number of hatched eggs
FD 63 (*Bacillus cereus*)	100.00	A	19	0
FD 68 (*Pantoea agglomerans*)	100.00	A	37	0
FD 1 (*Brevibacillus brevis*)	95.00	AB	14	0
FD 71 (*Pseudomonas flourescens*)	95.00	AB	12	0
FD 16 (*Bacillus thuringiensis kurstaki*)	91.67	AB	28	28
FD 51 (*Bacillus thuringiensis kurstaki*)	90.83	AB	5	5
FD 17 (*Bacillus atrophaeus*)	86.67	AB	11	0
FDP 8 (*Bacillus cereus*)	85.00	AB	13	0
FD 70 (*Vibrio hollisae*)	80.00	AB	14	0
FD 49 (*Bacillus sphaericus*)	77.50	B	26	0
ET 10 (*Beauveria bassiana*)	76.19	B	8	8
FD 69 (*Pantoea agglomerans*)	75.00	B	17	0
Control (Sterile water)	5.00	C	10	10
Control (NB)	0.00	C	12	12
CV	23.01			
LSD	24.87			

Tozlu et al., 2017

Tozlu et al., 2017

FD 17

FDP 8

FD 70

FD 49

FD 69

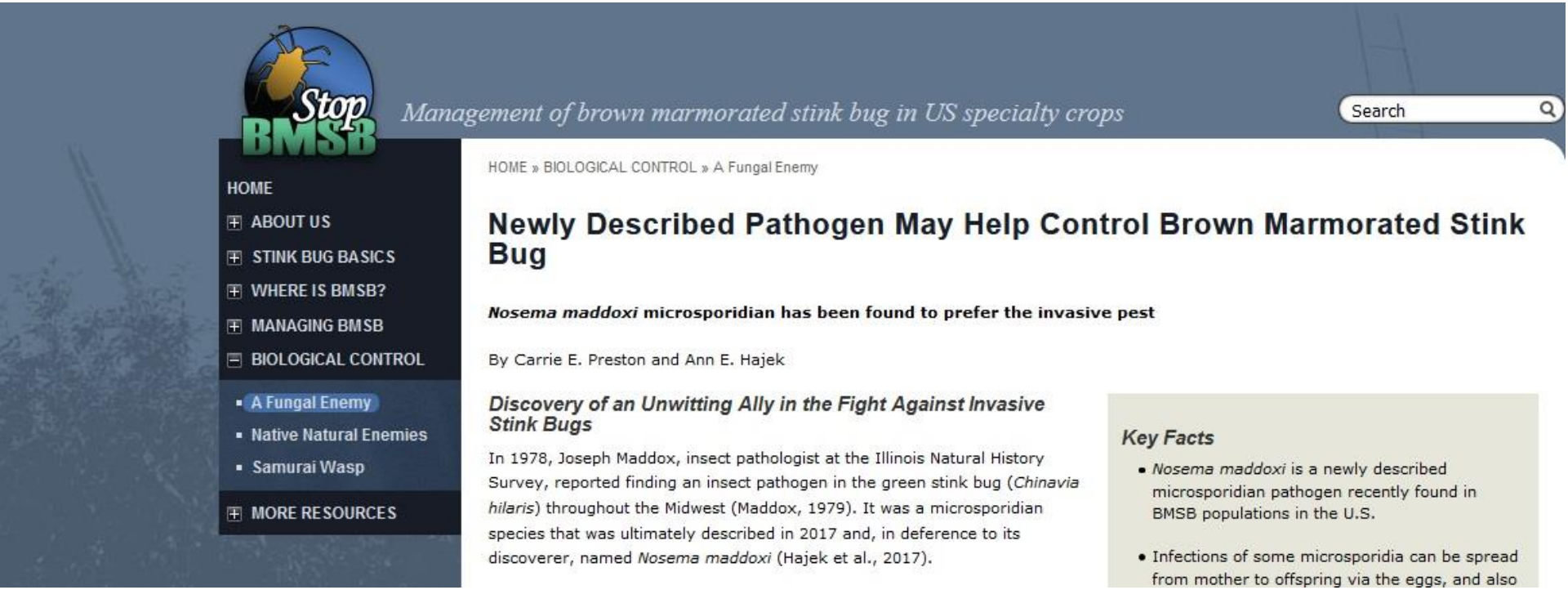
ET 10

Bauveria bassiana

Control

Tozlu et al., 2017

Protozoi: *Nosema maddoxii*



- Nativo del Nord America, rinvenuto anche in Cina e Nord Corea
- Presente anche in Georgia

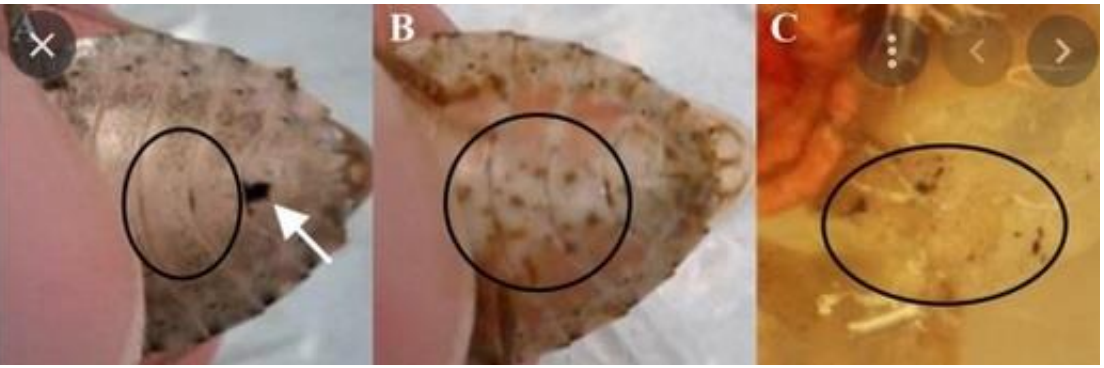
Nosema maddoxi infecting the brown marmorated Stink bug, Halyomorpha halys (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), in the Republic of Georgia

June 2020 · Biocontrol Science and Technology 30(10):1-7

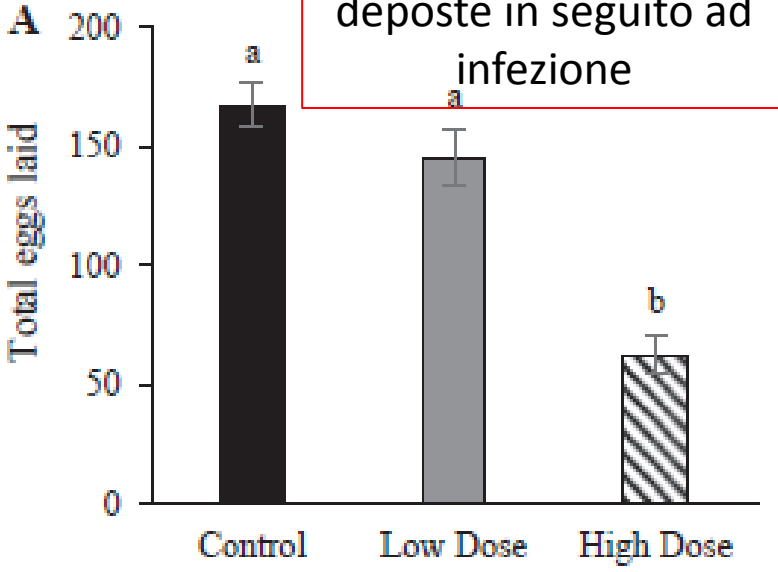
DOI: 10.1080/09583157.2020.1787346

Manana Kereselidze · Daniela Pilarska · Andreas Linde · Show all 5 authors · Ann E Hajek

- Protozoi (Microsporidia: Nosematidae) sono intracellulari obbligati che causano infezioni croniche negli insetti (nosemiasi, es. *Nosema apis*) inducendo riduzione della sopravvivenza, della fecondità e crescita stentata
- *N. maddoxii* è stato isolato da individui di *H. halys* raccolte in 31 siti all'interno di 11 stati USA
- Maggiore % individui infetti in individui svernati
- Il patogeno è ampiamente diffuso nelle popolazioni in USA, con % individui infetti variabile a seconda degli stati e che seguono una stagionalità con maggiore % infezione quando gli individui sono aggregati



Riduzione n° uova deposte in seguito ad infezione



Journal of Invertebrate Pathology 169 (2020) 107303

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Invertebrate Pathology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jip

Impact of *Nosema maddoxi* on the survival, development, and female fecundity of *Halyomorpha halys*

Carrie E. Preston[a], Arthur M. Agnello[b], Françoise Vermeylen[c], Ann E. Hajek[a,*]

Biological Control

Volume 144, May 2020, 104213

Nosema maddoxi (Microsporidia: Nosematidae) in brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), populations in the United States

Carrie E. Preston [a], Arthur M. Agnello [b], Ann E. Hajek [a]

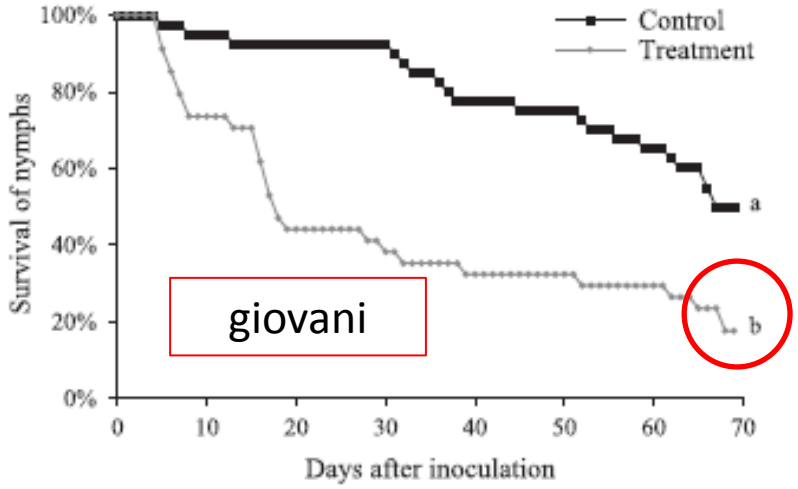
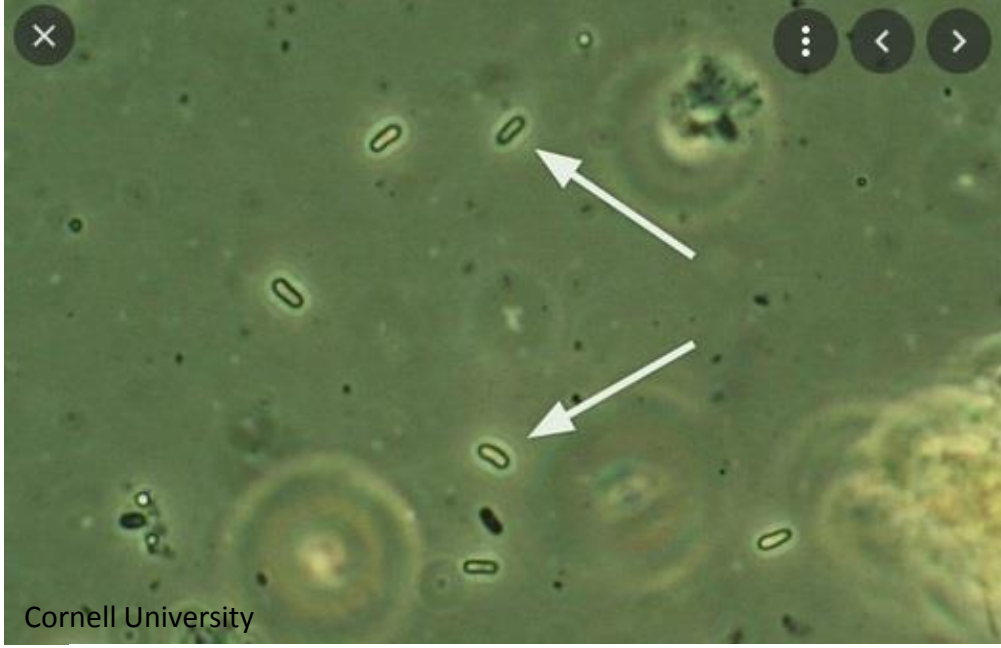


Fig. 8. Survival percentages for *H. halys* nymphs inoculated with *N. maddoxi* versus the controls. Different letters next to survival curves indicate significant differences (Cox-Proportional Hazard).



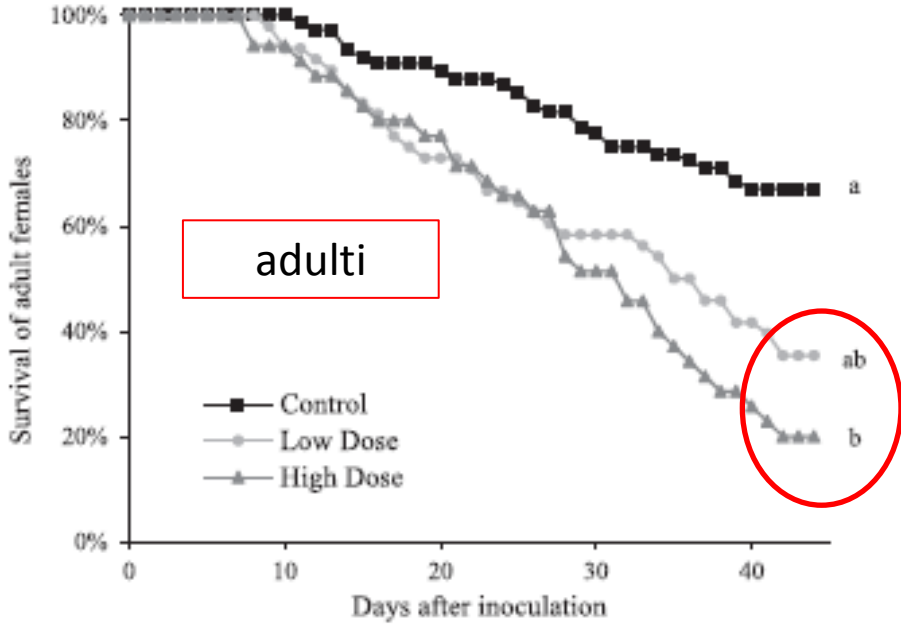


Fig. 1. Survival percentages of *H. halys* adult females receiving low and high doses of *N. maddoxi*. Different letters next to survival curves indicate significant differences (Cox-Proportional Hazard).

Utilizzo di **insetticidi biologici** contro *H. halys*

CNiE 2021 TORINO

SESSIONE XIII

LOTTA BIOLOGICA E INTEGRATA

Insetticidi biologici: un possibile utilizzo contro *Halyomorpha halys*

Claudia Benvenuti, Gian Paolo Barzanti, Lucrezia Giovannini, Riccardo Frosinini, Luca Madonni, Paolo Toccafondi, Tiziano Fabbricatore, Andrea Rocchini, Pio Federico Roversi

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Difesa e Certificazione (CREA-DC), Italia

Metodi

- Nebulizzazione diretta sulle uova e valutazione % schiusa delle ovature e mortalità ninfe a 15 giorni dal trattamento
- Naturalis® (*Bauveria bassiana*, ceppo ATCC 74040)
- NoFly TM Wp (*Paecilomyces funosoroseus*, ceppo FE9901)
- Due ceppi di *B. bassiana* e due ceppi di *Metarhizium brunneum* selezionati presso CREA
- NeemAzal® T/S (Azadiractina A)
- Rapax® (*Bacillus thuringiensis* kurstaki ceppo EG 2348)
- Ceppo *B. thuringiensis* EG 2348

Risultati

- % schiusa nel controllo: 95% con acqua e 71% con Tween® 80
- 10% schiusura nella tesi NoFly TM Wp
- Resto tesi schiusura < 40%

- Neanidi con infezione da entompatogeni:

✓ 71% per Naturalis®

✓ 94% per NoFly TM Wp

✓ 89% per ceppo *B. bassiana* CREA

✓ 64 e 100% per due ceppi *Metarhizium brunneum* CREA

Il controllo simbiotico

Moraglio e al 2018

Bacterial symbionts of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*

by Bridget DeLay, Chris Taylor, Bill Lamp and Galen Dively

- Two taxa of bacterial symbionts detected from BMSB culture by 16S rDNA:
  - *Wolbachia*
  - *Pantoea agglomerans*
- Detected in:
  - 4th crypt-bearing region of midgut (verified by FISH)
  - Salivary glands
  - Surface of egg mass (PCR)
- *Pantoea* is deposited on surface of eggs; *Wolbachia* through transovarial transmission

P. carbekii=

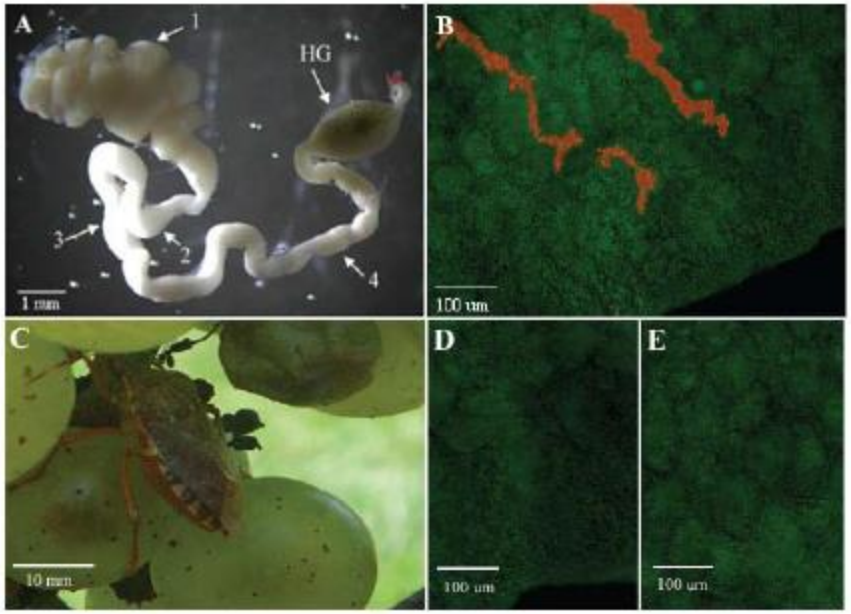
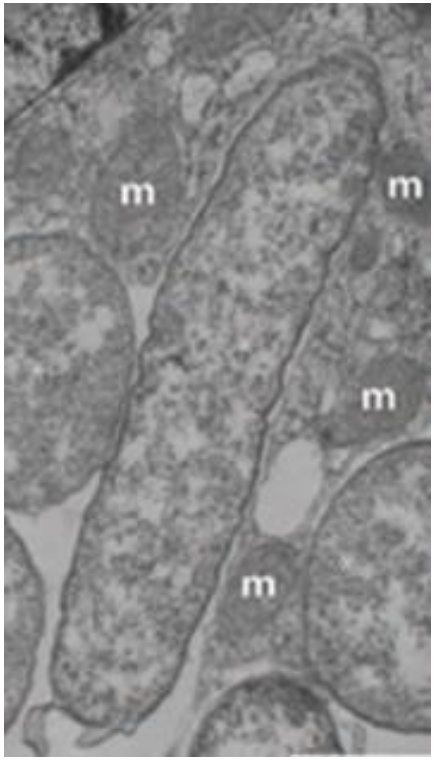


Figure 5. Midgut microscopy of *Halyomorpha halys*. (A) Midgut dissected from an adult female *H. halys*. 1, first midgut section; 2, second midgut section; 3, third midgut section; 4, fourth midgut section; HG, hindgut. (B) FISH of fourth midgut section with red signals indicating *Pantoea agglomerans*. (C) Adult brown marmorated stink bug feeding on grapes. (D) No probe negative control FISH of fourth midgut section. (E) Competitive inhibition negative control FISH of fourth midgut section.

Dively et al, university of Maryland

Batteri simbionti di *H. halys*

- Gamma-proteobatterio della famiglia Enterobacteriaceae
- '*candidatus*' Pantoea carbekii (*P. carbekii*)



Caratteristiche della simbiosi

- *Pantoea carbekii* è batterio Gram positivo, che colonizza le cripte intestinali della sezione V4 dell'intestino della cimice asiatica
- Le cripte dell'intestino vengono colonizzate dal batterio
- L'intestino della cimice asiatica ha una colorazione che va dal rosa al rosso (es. *Nezara*: giallo)
- Il simbionte che colonizza *H. halys* è diverso da altri simbionti che colonizzano altre specie di cimici
- Il batterio viene trasmesso verticalmente dalla femmina alla progenie

Caratteristiche della simbiosi

- La simbiosi con *P. carbekii* permette alla cimice di sopperire la mancanza di alcune vitamine e aminoacidi che possono non venire assunti con l'alimentazione
- Consente alla cimice di avere a disposizione azoto in quanto il batterio lo sintetizza a partire da altre sostanze

Nei pentatomidi i batteri simbionti occupano nell'intestino medio la regione V4

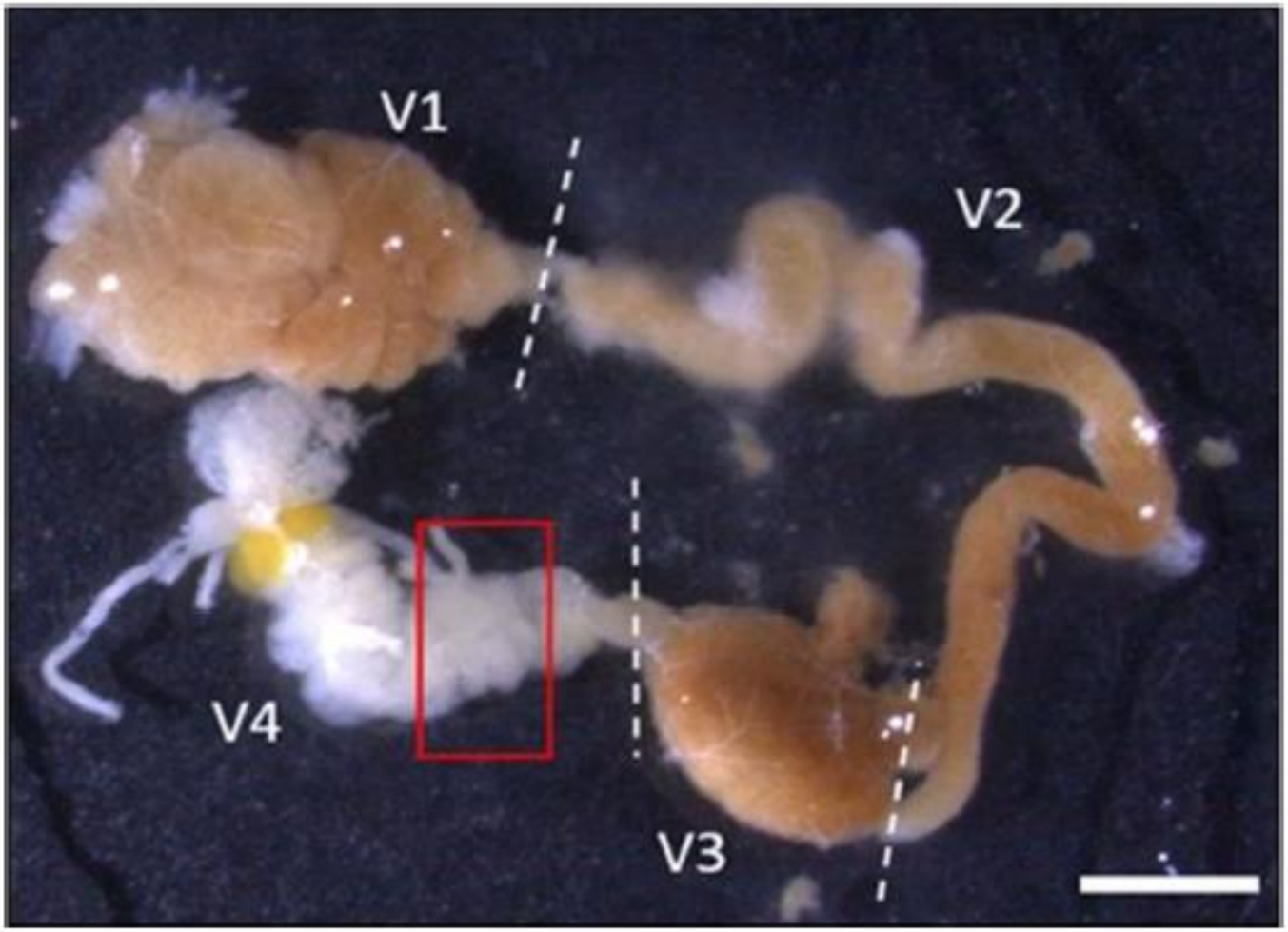


Fig. 1 – Intestino medio di pentatomide. Le diverse regioni intestinali sono indicate come V1-V4. I simbionti primari sono localizzati in cripte visibili all'interno della regione V4, mostrate nel riquadro. Barra = 2 mm.

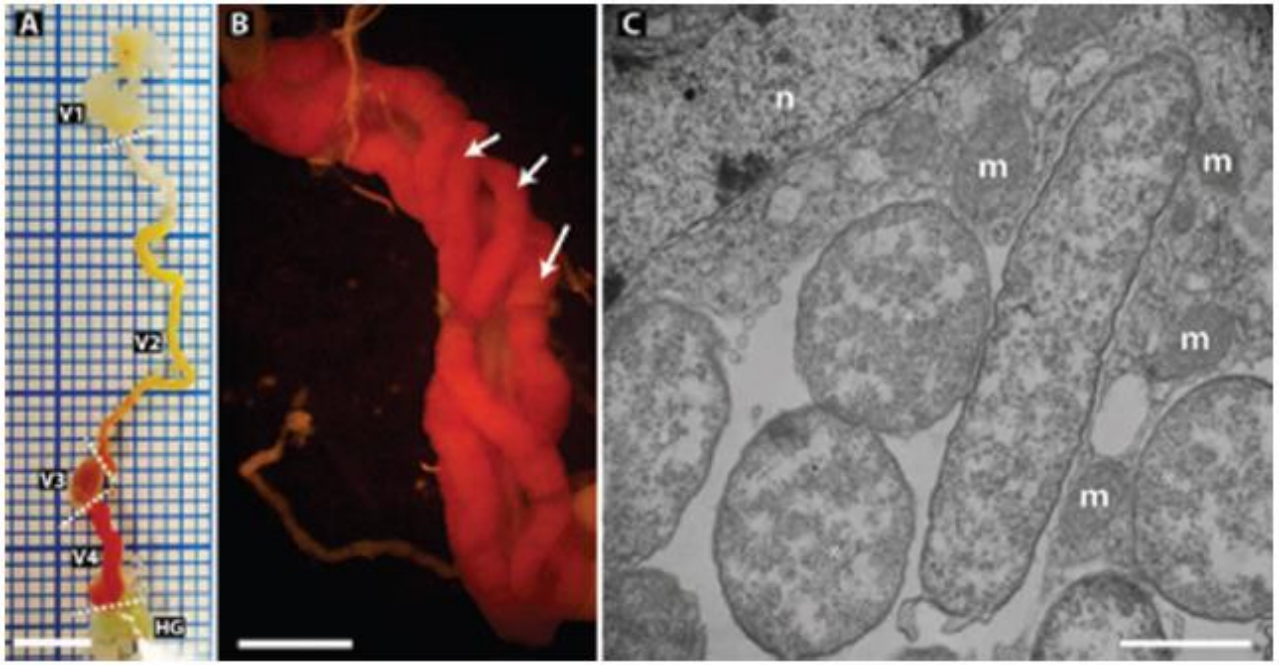


Fig. 1. *H. halys* primary symbiont habitat and morphology. (A) Dissected adult *H. halys* digestive tract; V1 to V4: four midgut ventriculi (V) and HG hindgut. Scale bar: 5 mm. (B) Detail of MG-V4. Arrows indicate caeca with symbiont-inhabiting crypts. Scale bar: 1 mm. (C) Transmission electron micrograph of *H. halys* primary symbiont cells inside crypt lumen. Asterisks indicate primary symbiont cells. Mitochondria (m) and nucleus (n) are also noted. Scale bar: 1 μm. (Online figure in color.)

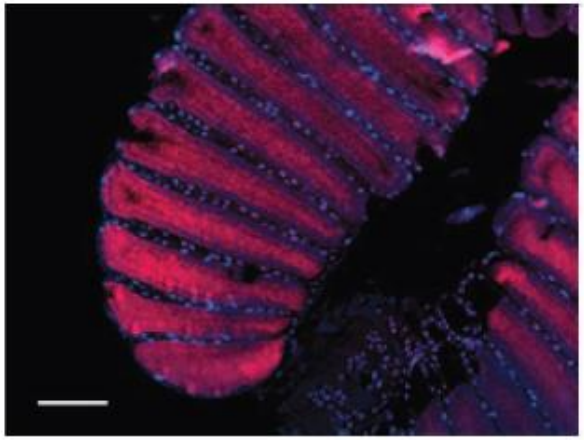
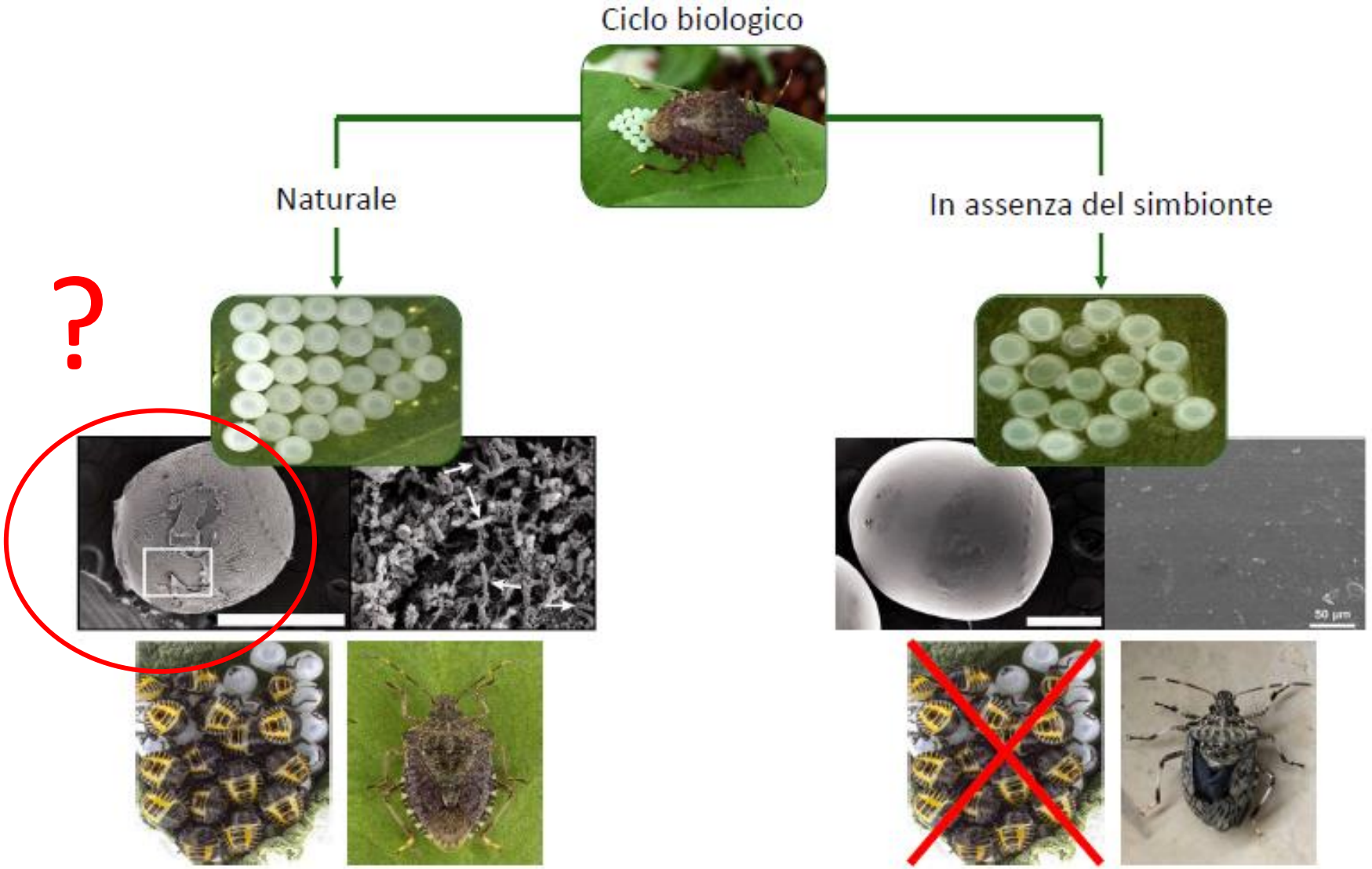


Fig. 2. *Entobacteriaceae* resident of *H. halys* cecae crypts. Fluorescence in situ micrograph of bacterial crypt inhabitant hybridized with a Cy3-labeled *Entobacteriaceae*-specific oligonucleotide probe (red). Tissues and cells were counterstained with DAPI (blue). Scale bar: 100 μm. (Online figure in color.)

Bensal et al 2014



A. Alma, 2021

Caratteristiche della simbiosi

- *Pantoea carbekii* colonizza l'intestino della cimice asiatica, in particolare la sezione V4
- E' presente sul corion dell'uovo come gruppi (clusters) associati alla matrice materna che viene ditribuita sulle ovature dalla femmina all'atto dell'ovideposizione
- Ovature trattate con soluzione di candeggina (ipoclorito di sodio) appaiono lisce al microscopio elettronico (no cellule batteriche e no matrice)
- Ovature trattate con SDS (detergente) non presentano cellule batteriche ma è presente qualche cellula della matrice

Habitat Visualization and Genomic Analysis of "*Candidatus Pantoea carbekii*," the Primary Symbiont of the Brown Marmorated Stink Bug

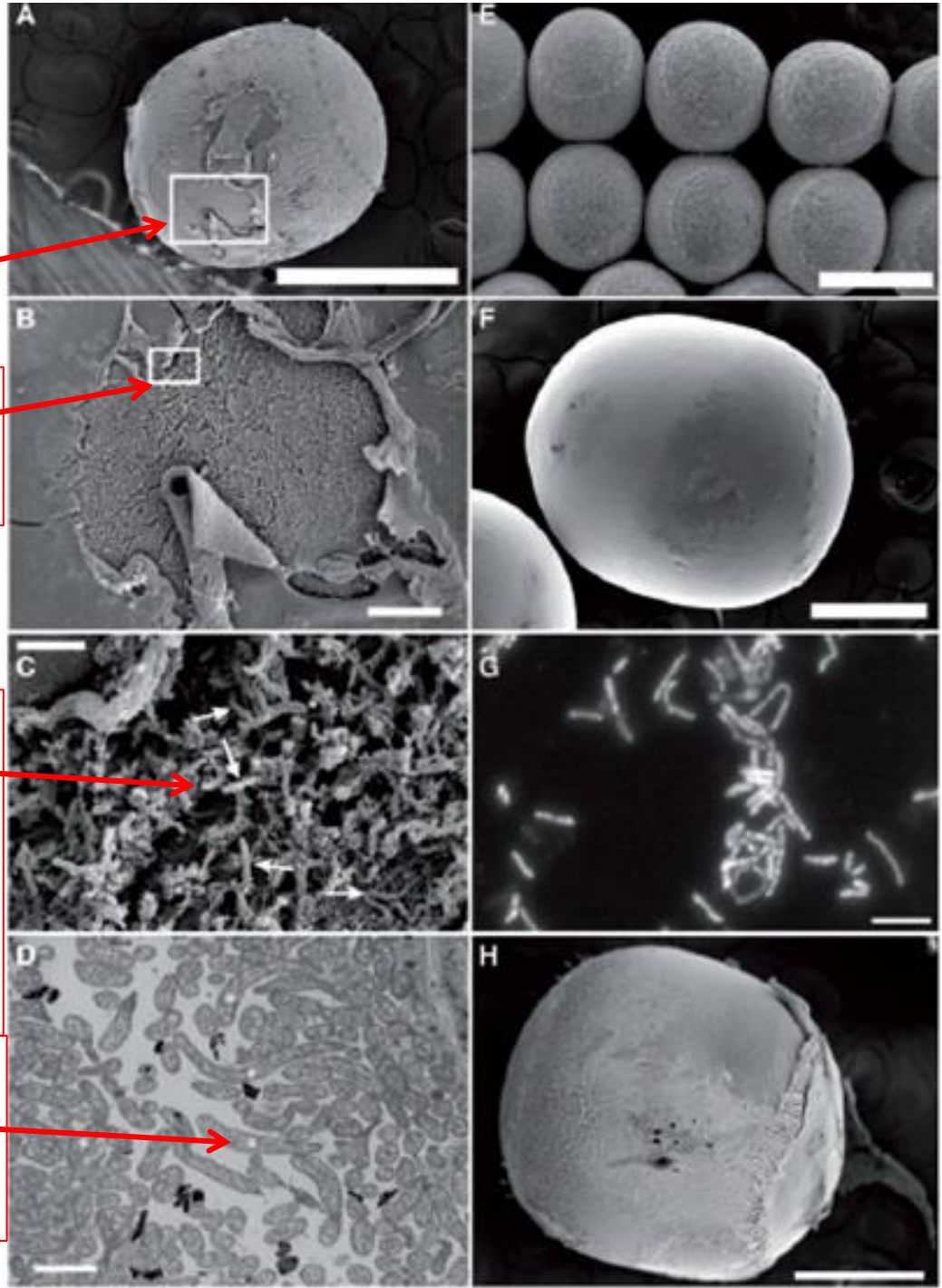
Laura J. Kenyon[1], Tea Meulia[2], and Zakee L. Sabree[1,*]

Secrezione materna deposta sull'uovo che è stata danneggiata per vedere la presenza del batterio simbionte

Dettaglio della figura A, cellule batteriche intercalate alla matrice materna

Dettaglio della figura B, le frecce bianche indicano le cellule batteriche di *Pantoea carbekii*; fig. G sono visibili le cellule batteriche al microscopio a trasmissione (TEM)

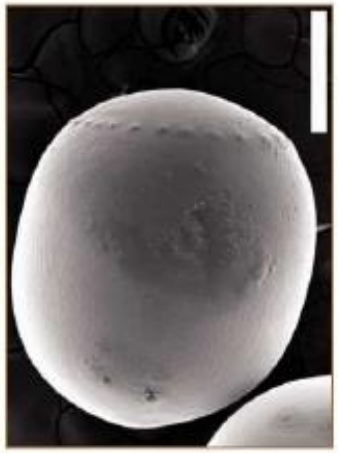
Cellule batteriche di *Pantoea carbekii* al microscopio a trasmissione all'interno della matrice materna

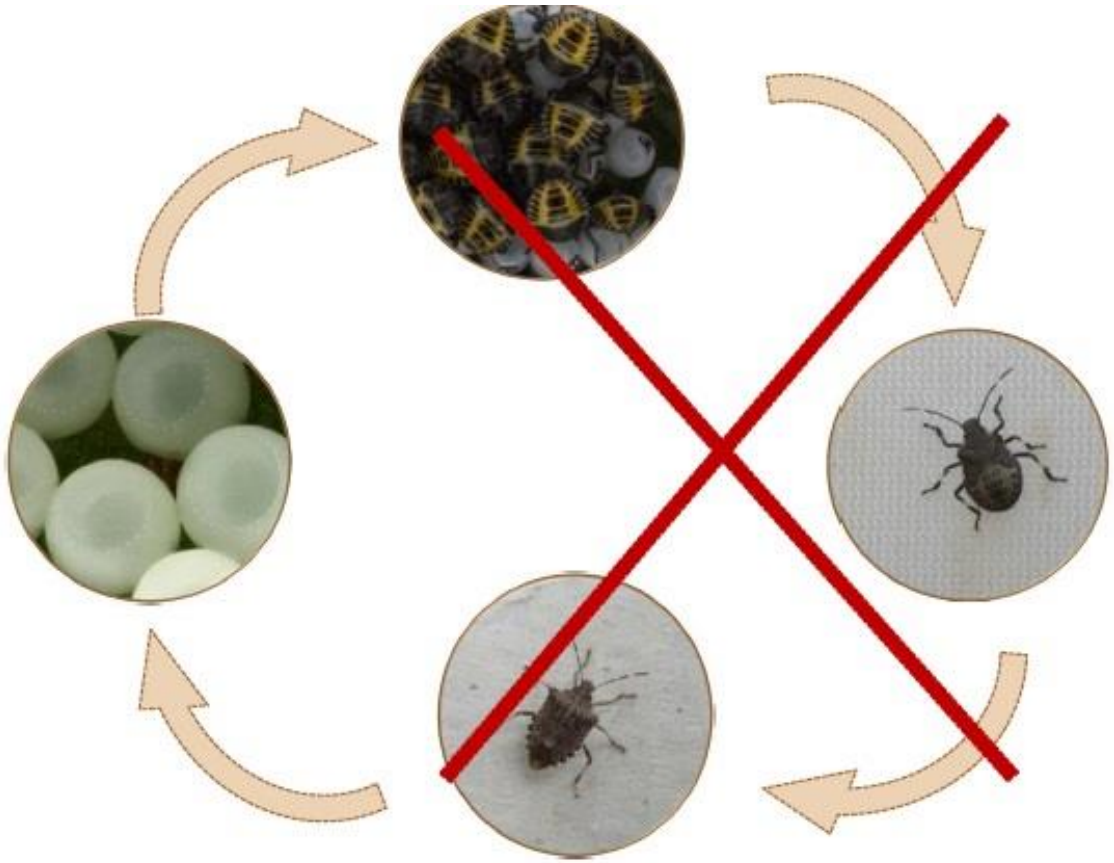


Il controllo simbiotico

- La sterilizzazione delle ovature porta alla mortalità delle cimici evidenziando la stretta relazione esistente tra simbionte e cimice
- Inoltre, le cimici che sono riuscite a sopravvivere producono una progenie che difficilmente raggiungono l'età adulta, mostrano tempi di pre-ovideposizione lunghi, fecondità minore, riduzione della schiusura delle uova e della sopravvivenza dei giovani

?





Sterilizzare le ovature riduce fortemente la sopravvivenza delle cimici neonate

Moraglio et al 2018

Lista di simbionti primari dei Pentatomidi

TABLE 1 | List of described gut primary symbionts of pentatomid hosts.

Host insect	Primary symbiont	Symbiont suppression modality	Symptoms of symbiont suppression	Symbiont-targeted management	References
A. arabicum	Unnamed	Heat treatment; surface sterilization (ethanol + bleach)	>Nymphal mortality; <Adult fecundity	Laboratory trials	Kashkouli et al., 2019b
A. heegeri	*Pantoea* sp.	Heat treatment; surface sterilization (ethanol + bleach)	>Pre-adult development; < Adult longevity; <Adult fecundity	Laboratory trials	Kashkouli et al., 2019a,b
Acrosternum hilare	Unnamed	Surface sterilization (ethanol + bleach)	> Developmental time; > Nymphal mortality; < Adult fecundity	N. a.	Prado and Almeida, 2009a,b
Antiteuchus costaricensis	Unnamed	N. d.	N. d.	N.a.	Bistolas et al., 2014
Arvelius porrectispinus	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
B. germari	*Pantoea* sp.	Heat treatment; surface sterilization (ethanol + bleach)	>Pre-adult development; <Adult longevity; < Adult fecundity	Laboratory trials	Kashkouli et al., 2019a,b
Chlorochroa ligata	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Prado and Almeida, 2009a
Chlorochroa sayi	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Prado and Almeida, 2009a
Chlorochroa uhleri	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Prado and Almeida, 2009a
Edessa bella	"Ca. Pantoea edessiphila"	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014; Otero-Bravo et al., 2018
Edessa bugabensis	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
Edessa eburatula	"Ca. Pantoea edessiphila"	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014; Otero-Bravo et al., 2018
Edessa aff. irrorata	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
Edessa jugata	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014

Edessa eburatula	"Ca. Pantoea edessiphila"	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014; Otero-Bravo et al., 2018
Edessa aff. irrorata	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
Edessa jugata	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
Edessa junix	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
Edessa loxdalii	"Ca. Pantoea edessiphila"	N. d.	N. d.	N. a.	Otero-Bravo et al., 2018
Edessa n. sp.	"Ca. Pantoea edessiphila"	N. d.	N. d.	N. a.	Otero-Bravo et al., 2018
Eurydema dominulus	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Kikuchi et al., 2012
Eurydema rugosa	Unnamed	Surface sterilization (ethanol + formaldehyde)	Retarded growth; < Body weight; Abnormal body color	N. a.	Kikuchi et al., 2012
Euschistus heros	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Prado and Almeida, 2009a
Euschistus sp.	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
Graphosoma lineatum	Unnamed	Surface sterilization (ethanol + bleach)	>Developmental time; <Lifespan; <Adult fecundity	N. a.	Karamipour et al., 2016
H. halys	"Ca. Pantoea carbekiii"	Surface sterilization (bleach); treatments with several antimicrobials and surfactants	>Nymphal mortality; >Developmental time; <Adult fecundity; <Progeny survivorship	Laboratory and field trials	Mathews and Barry, 2014; Taylor et al., 2014, 2017; Gonella et al., 2019
Loxa sp.	Unnamed	N. d.	N. d.	N. a.	Bistolas et al., 2014
Mormidea collaris	Unnamed	N. d.	N. d.		al., 2014

(Continued)

- > mortalità giovanile
- > tempi di sviluppo
- < fecondità dell'adulto
- < sopravvivenza della progenie

Vertical Transmission of a Pentatomid Caeca-Associated Symbiont

SIMONE S. PRADO,[1] DANIEL RUBINOFF,[1] AND RODRIGO P. P. ALMEIDA[2, 3]

Studio su *Nezara viridula*

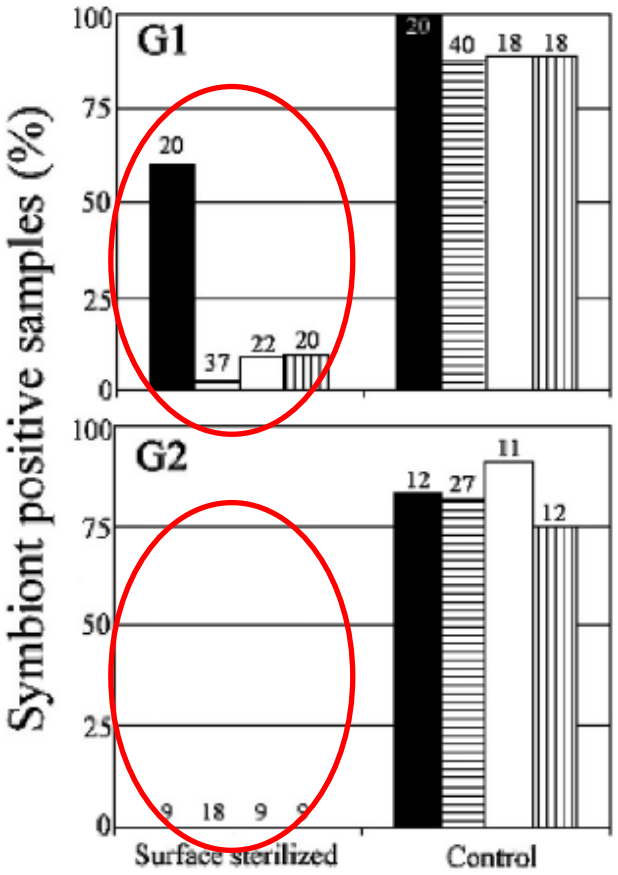


Fig. 5. Effect of egg surface sterilization on the presence of caeca-associated symbiont of *N. viridula* over two generations. Eggs were treated only in the first generation (G1). Adults from symbiont-free cohorts of G1 were combined and started a second generation (G2). Numbers on top of bars indicate total number of individuals tested by PCR for symbiont's presence. Black bar, egg mass; bar with horizontal lines, fifth instar V4; white bar, adult male V4; and bar with vertical lines, adult female V4.

Generazione trattata

2° Generazione

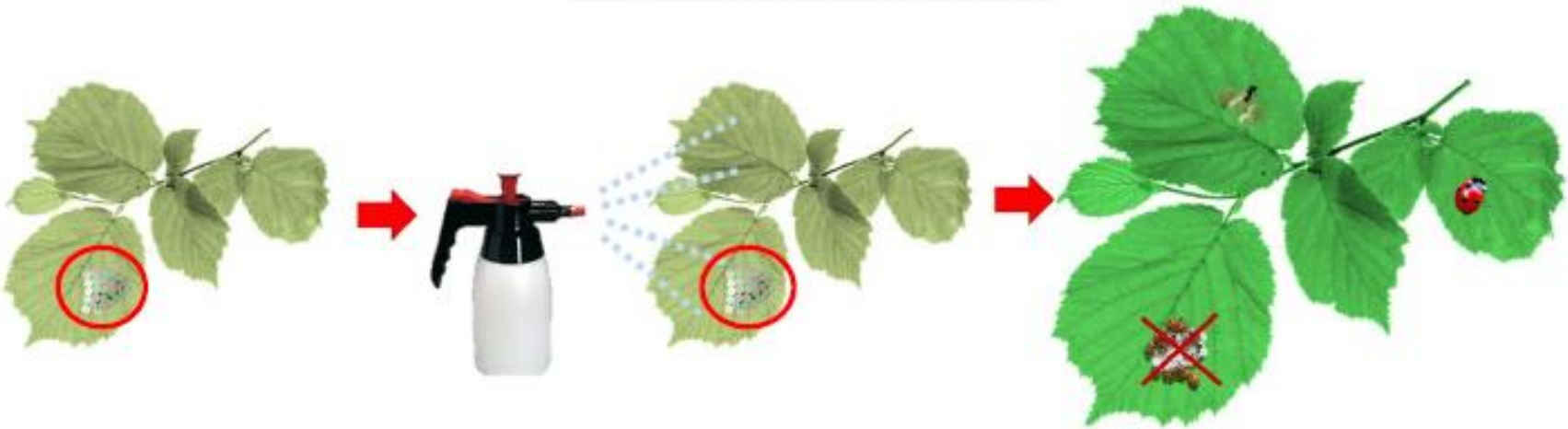
Trasmissione verticale (da femmina alla progenie) di batteri simbionti intestinali

Trattamenti in prova con antimicrobici

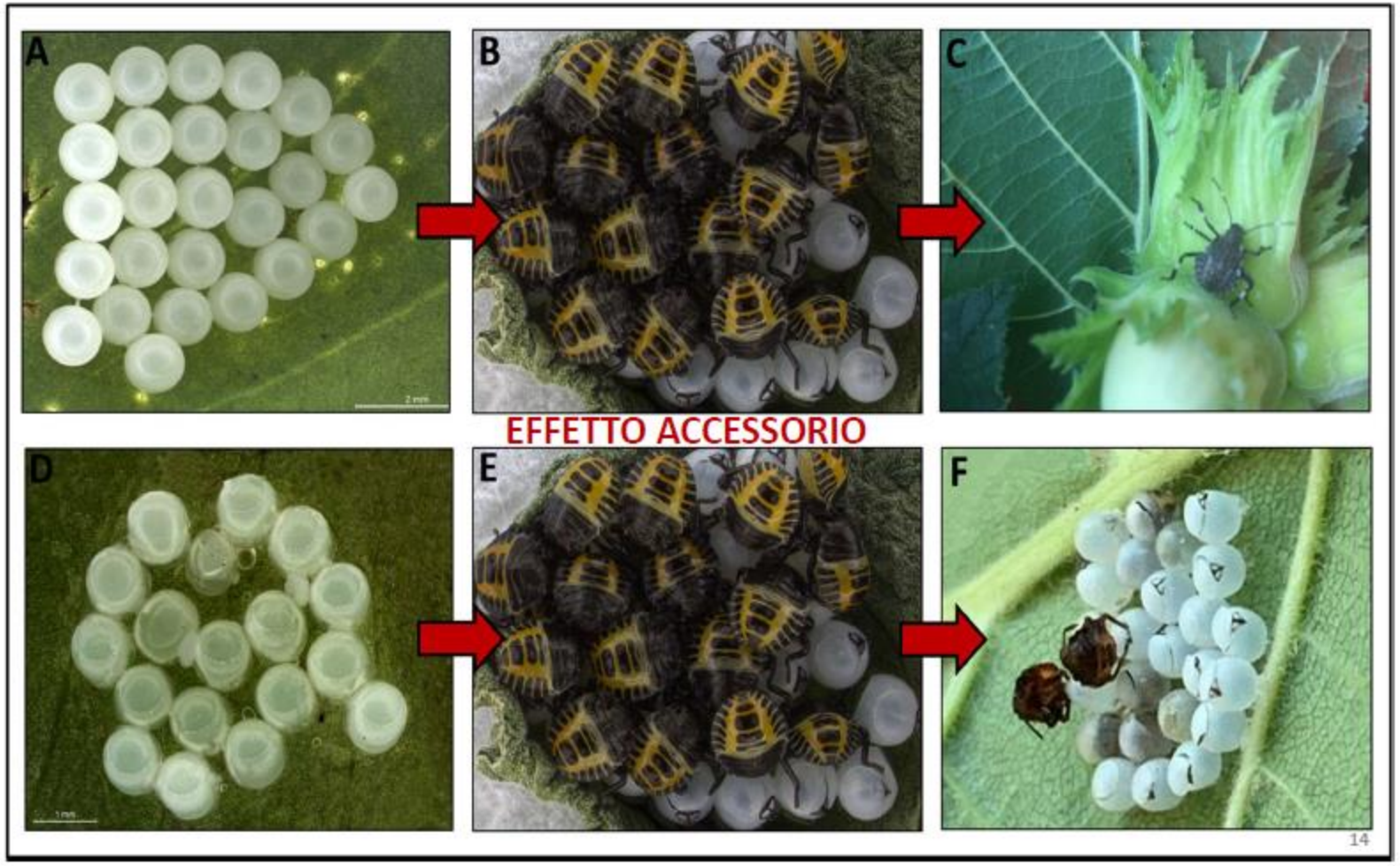
- Utilizzo di tè di compost (USA, 2014)
- Utilizzo di fertilizzanti commerciali (Italia, 2019):
  - Dentamet: zinco (4%), rame (2%), acido citrico
  - Bio-D: zinco (4.8%), manganese (2.7%), acido citrico
  - Keos: idrossido di rame (50%)
  - Dentamet A3: zinco (4.1%), rame (1.9%), acido citrico

Effetto principale

Effetto accessorio



A. Alma, 2020



A. Alma, 2021

UTILIZZO TE' DI COMPOST

COMPOST TEA REDUCES EGG HATCH AND EARLY-STAGE NYMPHAL DEVELOPMENT OF *HALYOMORPHA HALYS* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

CLARISSA R. MATHEWS[1,2]* AND SARAH BARRY[1]

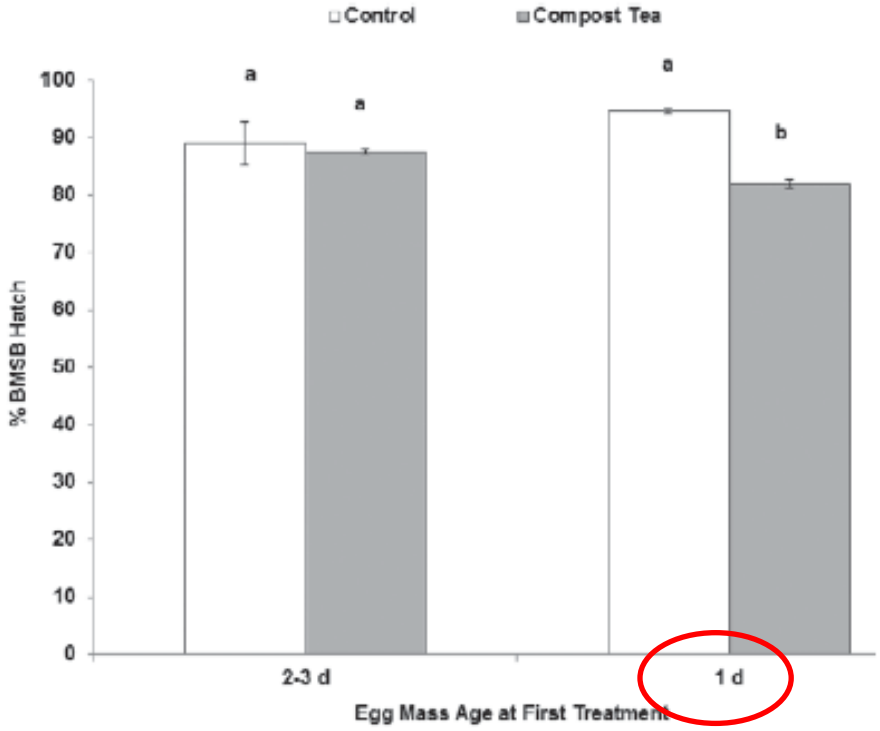


Fig. 1. Percentage hatch of eggs of *Halyomorpha halys* (avg. 27 eggs/mass) following misting with compost tea or reversed osmosis water (control). Two groups of colony-reared egg masses, 2-3 days old and 1 day old, were tested in laboratory experiments. Back-transformed means (±SEM) are plotted. Different letters above bars indicate statistically significant treatment differences within each egg mass age group (*t*-test, $\alpha = 0.05$).

% di schiusura delle uova in seguito ad applicazione di tè di compost ad ovature deposte da 24 h e 2-3 giorni

Mortalità giovanile in seguito a trattamento delle ovature con tè di compost entro 24-30 h dall'ovideposizione

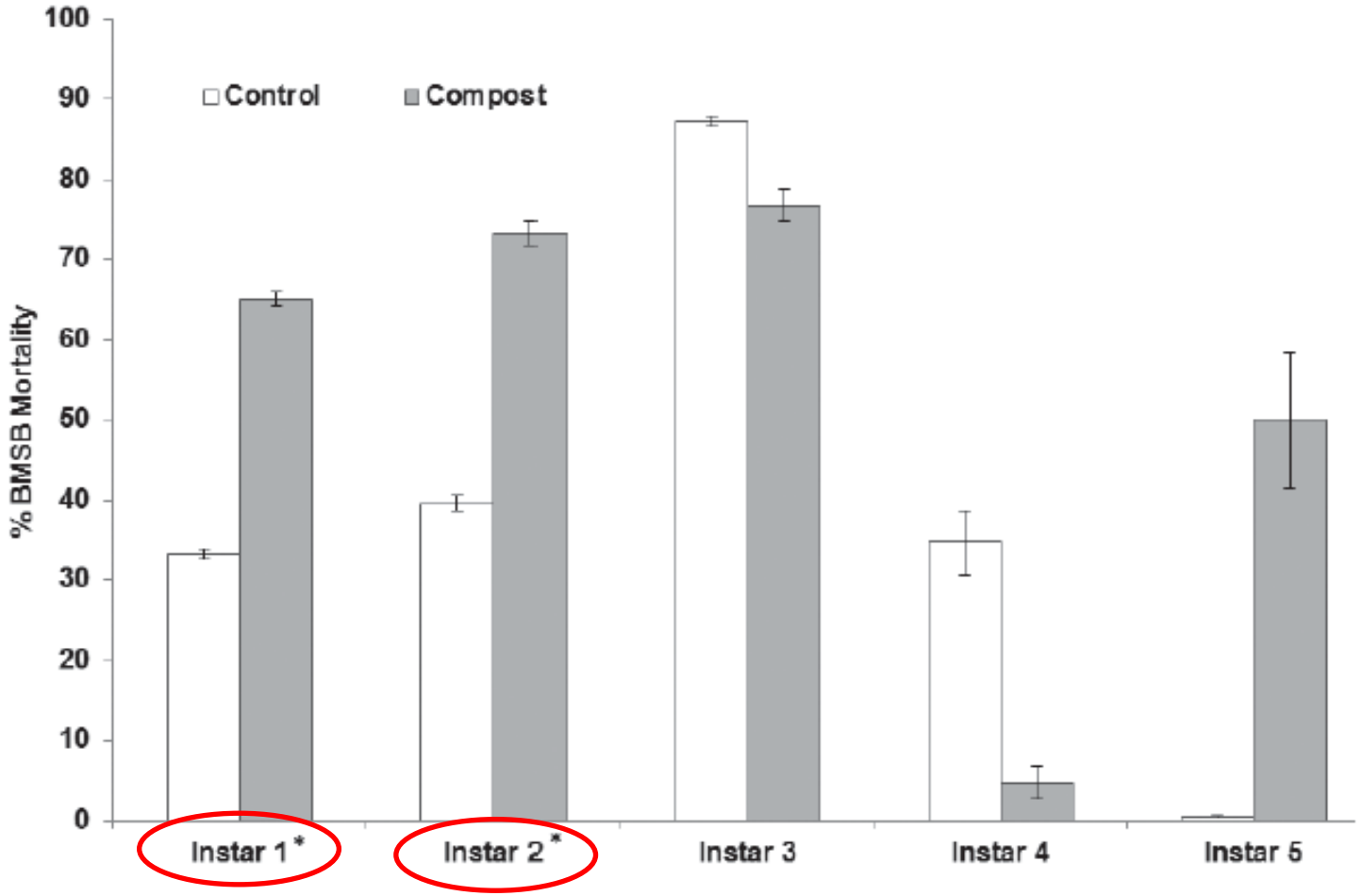
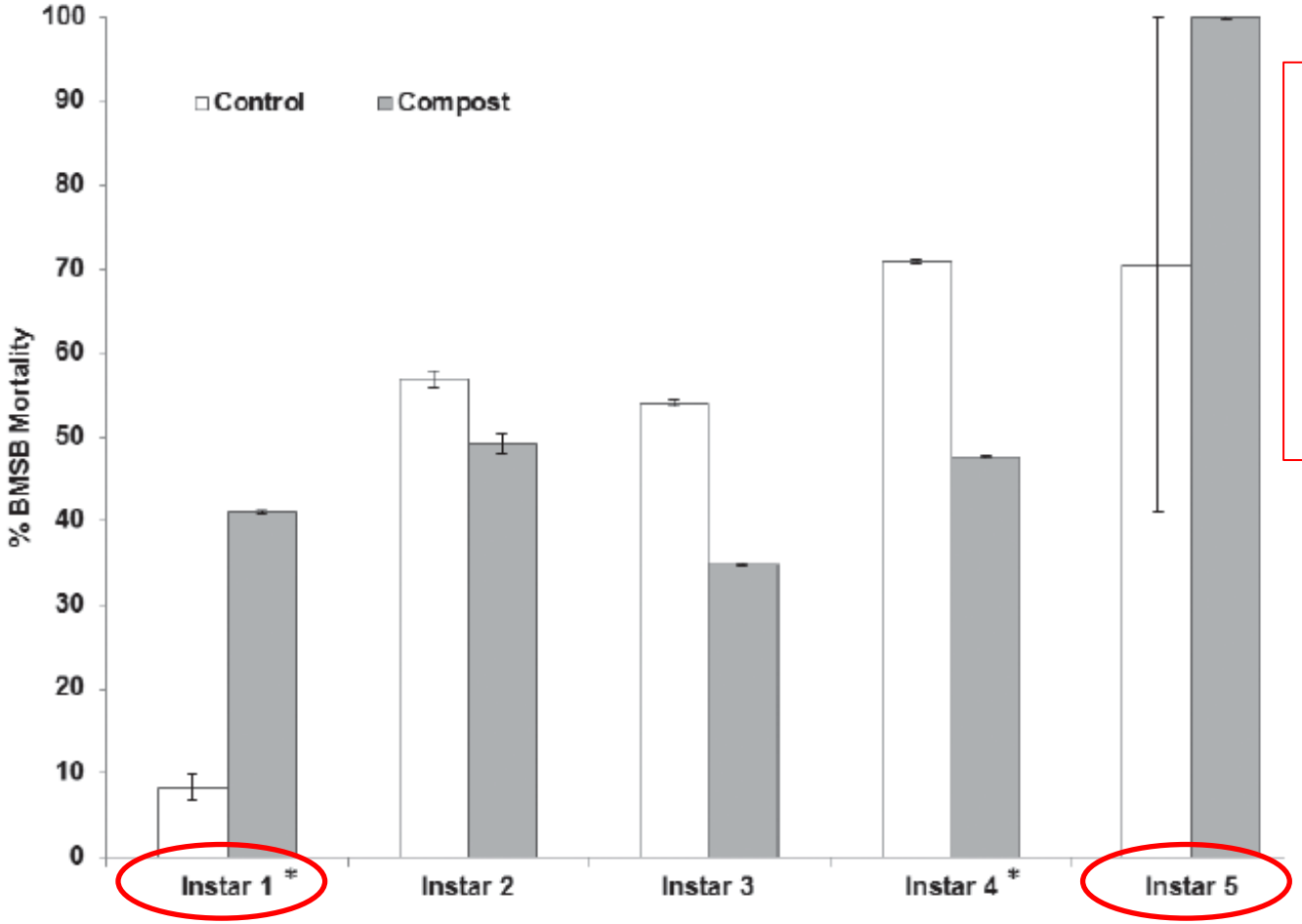


Fig. 3. Effect of misting treatment (reversed osmosis water control or compost tea) on the percentage mortality of *Halyomorpha halys* by developmental stage. Treatment was applied to egg masses within 24-30 h of deposition in laboratory colony and repeated after 1st instars emerged. Back-transformed means (±SEM) are plotted. Asterisks indicate statistically significant treatment differences within stage (*t*-test, $\alpha = 0.05$).

Mortalità giovanile in seguito a trattamento delle ovature con tè di compost entro 2-3 giorni dall'ovideposizione



cimici non arrivano all'età adulta

Fig. 4. Effect of misting treatment (reversed osmosis water control or compost tea) on the percentage mortality of *Halyomorpha halys* by developmental stage. Treatment was applied to egg masses within 2-3 d of deposition in laboratory colony and repeated after 1st instars emerged. Back-transformed means (±SEM) are plotted. Asterisks indicate statistically significant treatment differences within stage (*t*-test, $\alpha = 0.05$).

Considerazioni

- Trattamenti alle ovature con tè di compost provoca mortalità delle cimici in 1° e 2° età e, se applicato entro 24-30 h dall'ovideposizione anche una riduzione nella schiusura delle uova
- In particolare, la maggior parte degli individui non riesce a mutare alla 2° età anche dopo 4-6 giorni dalla schiusura: sviluppo ritardato
- Non è noto il meccanismo d'azione

Egg masses treatment with micronutrient fertilizers has a suppressive effect on newly-emerged nymphs of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys*

UTILIZZO FERTILIZZANTI CON MICROLEMENTI

Elena Gonella, Bianca Orrù, Alberto Alma*

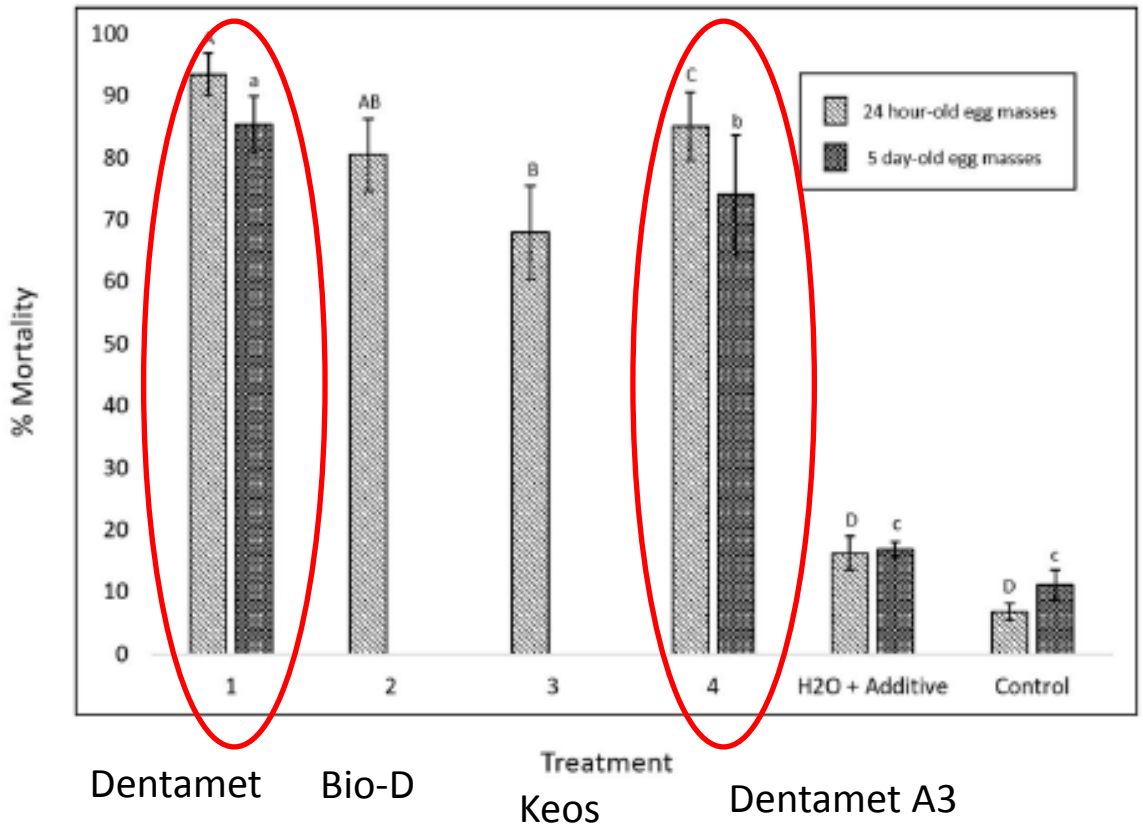
Entomologia generalis, 2019

Applicazione di fertilizzanti ad ovature deposte da 24 h e 5 giorni

Table 1. Data recorded during laboratory experimental application of micronutrient EC fertilizers to 24 hour-old and 5 day-old *H. halys* egg masses. Results are expressed as average values ± SE. For egg hatching rates, different letters indicate significantly different values according to binomial GLM analysis + Bonferroni's test. Separate statistical tests were conducted for 24 hour-old egg masses ($df = 5$; $\chi^2 = 41.376$; $P < 0.05$) and 5 day-old egg masses ($df = 3$; $\chi^2 = 29.332$; $P < 0.05$). Normalized mortality rates were obtained with respect to untreated control according to the Abbott's Formula.

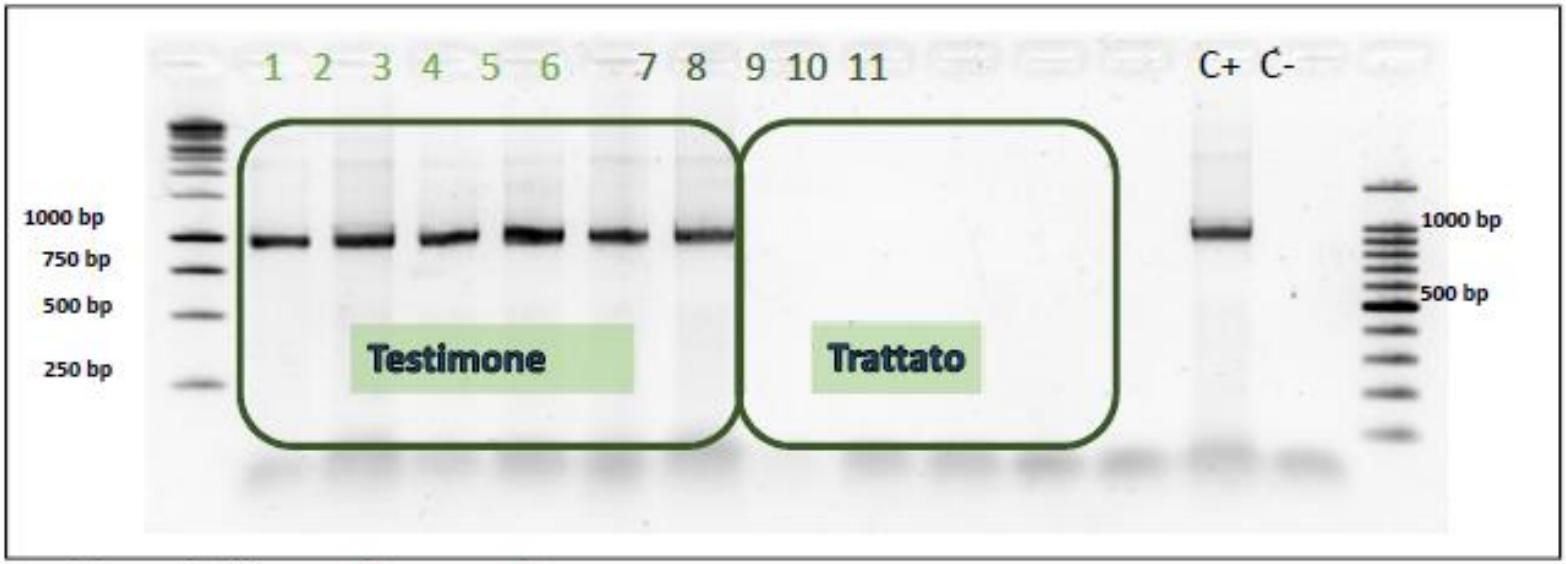
Egg masses age	Treatment	Average number of eggs per mass	Average egg hatching rate	Normalized mortality rate to II nymphal instar (%)
24 hours	Dentamet	25.8 ± 1.12	68.60 ± 1.78 a	92.60 ± 0.29
	Bio-D	25.6 ± 0.95	81.64 ± 1.24 b	90.96 ± 0.86
	Keos	26 ± 1.03	82.30 ± 1.22 b	87.67 ± 1.44
	Dentamet A3	24.2 ± 1.71	66.94 ± 2.20 a	91.58 ± 0.68
	Water + additive	19.70 ± 2.04	71.06 ± 1.91 ab	64.36 ± 15.17
	Untreated control	24.75 ± 1.46	82.22 ± 1.68 b	0.00
5 days	Dentamet	26.40 ± 1.10	82.57 ± 2.26 c	87.84 ± 0.76
	Dentamet A3	21.00 ± 1.57	60.95 ± 1.96 a	82.57 ± 3.38
	Water + additive	21.06 ± 2.10	68.05 ± 1.77 ab	37.25 ± 4.71
	Untreated control	22.90 ± 1.93	75.10 ± 1.76 bc	0.00

Fig. 1. Mortality rates recorded for *H. halys* neonate nymphs after treatment with different micronutrient fertilizers. The percentage of dead nymphs before reaching II instar was calculated for 24 hour-old (light columns) and 5 day-old (dark columns) egg masses. Bars indicate standard errors. Different letters indicate significantly different values according to binomial GLM + Bonferroni's test ($P < 0.05$).



Mortalità giovanile registrata in seguito a trattamento con fertilizzanti di ovature deposte 24 h o da 5 giorni

Prove preliminari di somministrazione di sostanze battericide a ovature di *Halyomorpha halys*



Conferma dell'azione **battericida**

Utilizzo del Dentamet®

Fertilizzante integrato a base di microelementi (Dentamet®) Test in vitro

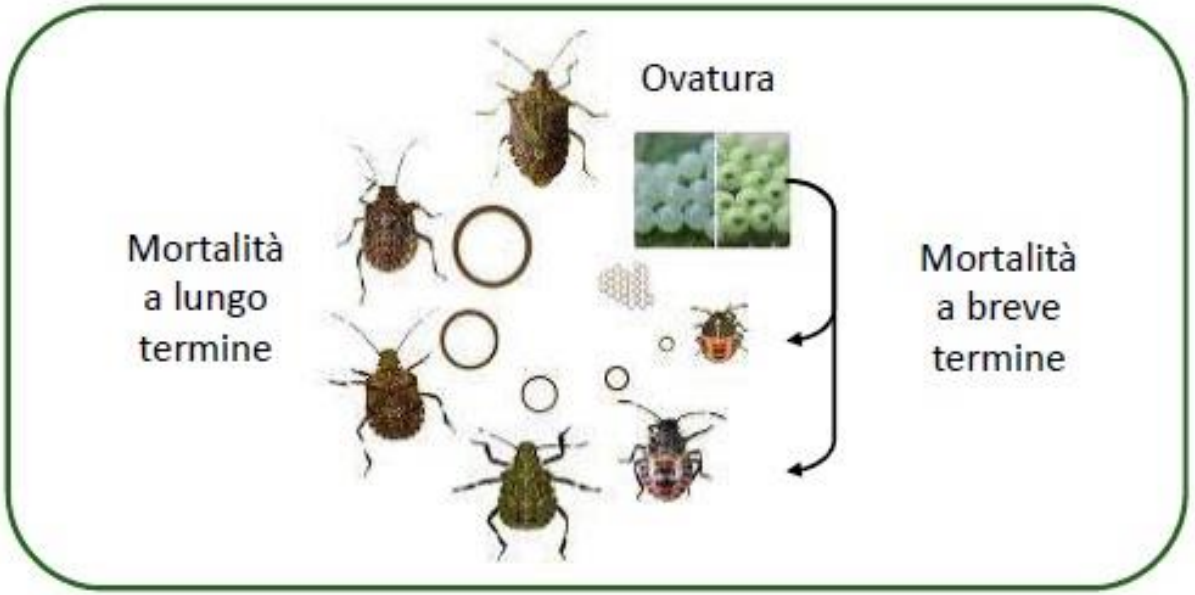
(+) AZIONE NULLA (+/-) AZIONE BATTERIOSTATICA (-) BATTERICIDA TOTALE

		Dopo 48 h						Dopo 72 h					
Ceppo	Patogeno	0	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	0	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%
LMG 7333	*Cl. michiganensis* subspag. *michiganensis*	+	-	-	-	-	-	+	+/-	+/-	+/-	-	-
NCPPB 411	*Xanthomonas arbricola* pv. *juglandis*	+	+	+/-	+/-	-	-	+	+	+/-	+/-	-	-
NCPPB 2473	*Xanthomonas fragariae*	+	+/-	+/-	-	-	-	+	+	+	+/-	-	-
NCPPB 3739	*Ps. syringae* pv. *actinidiae*	+	+	+/-	+/-	-	-	+	+	+	+	-	-
ISPaVe 1122	*Erwinia amylovora*	+	+/-	+/-	-	-	-	+	+	+/-	-	-	-
ISPaVe 1066	*Ps. syringae* pv. *syringae*	+	+	+	+/-	-	-	+	+	+	+/-	-	-
ISPaVe 094	*Erwinia amylovora*	+	+	+	+/-	-	-	+	+	+	+/-	-	-
B 301 IAC	*Ps. syringae* pv. *syringae*	+	+	+	-	-	-	+	+	+/-	-	-	-
ISPaVe 1218	*Erwinia amylovora*	+	+	+	+/-	-	-	+	+	+/-	+/-	-	-
NCPPB 595	*Erwinia amylovora*	+	+	+	+/-	-	-	+	+	+/-	+/-	-	-
NCPPB 683	*Erwinia amylovora*	+	+	+	+/-	-	-	+	+	+	+/-	-	-
ISPaVe 1453	*Erwinia amylovora*	+	+	+/-	-	-	-	+	+	+/-	-	-	-
NCPPB 4357	*Erwinia tasmaniensis*	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
ISPaVe 1010	*Ps. syringae* pv. *syringae*	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+/-	-	-
NCPPB 661	*Erwinia billingiae*	+	+/-	+	+/-	-	-	+	+/-	+	+/-	-	-
ISPaVe 1092	*Erwinia amylovora*	+	+	+/-	-	-	-	+	+	+/-	-	-	-

A. Alma, 2020

Prove con fertilizzante a base microelementi (Dentamet®)

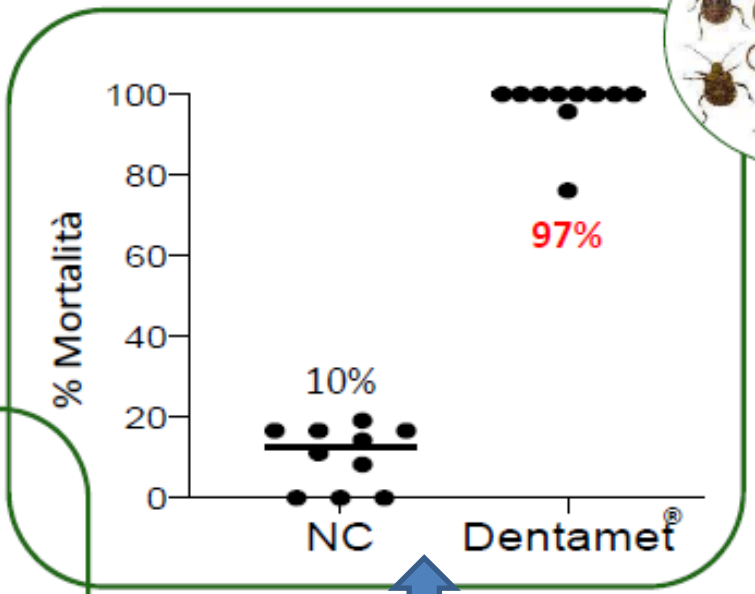
- Trattamento delle ovature per calcolare:
  - mortalità breve termine
  - mortalità lungo termine
  - effetto diretto sull'attività e sopravvivenza di parassitoidi oofagi e predatori



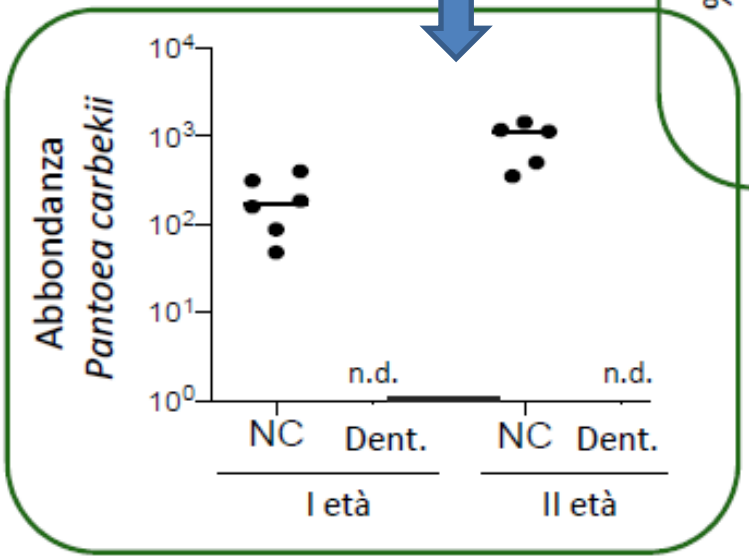
Risultati: mortalità a breve termine

Trattamento ovature con Dentamet® al fine di calcolare:

✓ Mortalità a breve termine



Assenza di simbionte nelle popolazioni trattate



Mortalità quasi totale delle popolazioni in seguito a trattamento delle ovature

A. Alma, 2020

Risultati: mortalità a lungo termine

Trattamento ovature con Dentamet® al fine di calcolare:

✓ Mortalità a lungo termine

Prodotto utilizzato	% mortalità I età	% mortalità II età	% mortalità III età	% mortalità IV età	% mortalità V età	% adulti sviluppati
Dentamet® 3mL/L	85,4	89,05	91,97	92,7	94,52	5,48
Dentamet® 10mL/L	91,23	96,4	98	99,6	99,6	0,4

Riduzione della % di individui che raggiungono età adulta e presenza di malformazioni

A. Alma, 2020

Risultati: effetto su parassitoidi e predatori

Trattamento ovature con Dentamet® al fine di calcolare:

- ✓ Effetto diretto sull'attività e sulla sopravvivenza di parassitoidi oofagi e predatori

Nessuna conseguenza sull'attività e sulla sopravvivenza dei parassitoidi oofagi indigeni ***Anastatus bifasciatus***, ***Ooencyrtus telenomicida***, ***Trissolcus kozlovi*** e del predatore ***Adalia bipunctata***

A. Alma, 2020

Il controllo simbiotico, uno strumento per la lotta sostenibile ad *Halyomorpha halys*

Bianca Orrù, Elena Gonella, Alberto Alma

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Italia

- Sfruttamento dell'attività accessoria di fertilizzanti integrati a base di microlementi biocomposti
- Strategia compatibile con tutte misure attualmente impiegate, sia in bio che in convenzionale
- Non interferisce con altri organismi presenti nell'ecosistema
- Si considera dunque un'alternativa sostenibile per il controllo integrato della cimice asiatica

Piano cimice

«Piano per il contrasto alla diffusione di insetti alloctoni dannosi alla frutticoltura»

DGR n. 611 del 19 maggio 2020

Azione 1:
Ricerca e sperimentazione

Azione 2:
Programma di lotta biologica in contrasto alla cimice asiatica

Azione 3:
Network e prevenzione fitosanitaria

Azione 4:
Formazione e aggiornamento tecnici a supporto delle aziende agricole

Azione 5:
Studio per la costituzione del Fondo mutualistico per la frutticoltura

Accenno nelle slide 3° incontro

Azione 1: ricerca e sperimentazione

- Messa a punto di strategie di lotta integrata per il contrasto alla cimice asiatica finalizzate alla riduzione dell'impiego di insetticidi di sintesi
- Indagini sulla biologia e ecologia di antagonisti naturali della cimice asiatica finalizzati al potenziamento del controllo biologico
- Effetti di prodotti fitosanitari sulla cimice asiatica e sui suoi antagonisti naturali mediante prove di campo e laboratorio

Soggetti: U.O. Fitosanitario, Università di Padova DAFNAE

Azione 2: Programma di lotta biologica per il contrasto alla cimice asiatica

- Definizione del Piano di lotta biologica mediante l'individuazione dei siti di rilascio, definizione della densità e tempistiche di rilascio
- Individuazione dei soggetti in grado di produrre parassitoidi
- Esecuzione dei rilasci
- Verifica dell'efficacia dell'intervento mediante valutazione pre- e post- rilascio

Soggetti: U.O. Fitosanitario, Università di Padova DAFNAE

Azione 3: Network prevenzione fitosanitaria

- Creazione di una rete sul territorio formata da tecnici delle OP e consulenti coadiuvata da tecnici assunti ad hoc per il progetto (prorogato fino al 2023)
- Monitoraggio andamenti popolazioni e localizzazione mediante APP dedicata a raccolta di dati geo-referenziati e loro condivisione
- Programmazione di riunioni periodiche («recapiti») a livello locale, per la raccolta dei dati discussione e definizione delle modalità operative
- Valutazione delle azioni di sperimentazione di gestione delle reti antinsetto
- Emissione e diffusione dei bollettini fitopatologici per le colture frutticole, suddivisi per aree geografiche e specie per le migliori pratiche di lotta
- Programmazione di riunioni periodiche di aggiornamento dirette ai produttori frutticoli suddivise per aree geografiche
- Organizzazione di corsi di formazione/seminari diretti ai frutticoltori

Soggetti: U.O Fitosanitario, O.P., Organismi di formazione professionale, Università di Padova DAFNAE, Agenzia regionale per l'innovazione del settore primario (Veneto Agricoltura)

Azione 4: formazione e aggiornamento tecnici

- Favorire il supporto alle aziende agricole
- Trasmissione delle informazioni rilevanti e delle misure da adottare
- Formazione nell'ambito della difesa fitosanitaria sulle buone pratiche agronomiche

Soggetti: Agenzia regionale per l'innovazione del settore primario (Veneto Agricoltura), U.O. Fitosanitario, Direzione Agroalimentare

Azione 5: studio per la costituzione del Fondo mutualistico per la frutticoltura

- E’ in corso d’opera uno studio di fattibilità per la costituzione del Fondo mutualistico per la frutticoltura in collaborazione con l’Università di Padova – Centro Interuniversitario per la Contabilità e la Gestione Agraria, forestale e Ambientale
- La Regione, sulla base di questo studio di fattibilità, incentiverà la costituzione di un fondo mutualistico attraverso una parziale contribuzione finanziaria

Soggetti: Direzione Agroalimentare, Università di Padova – Centro Interuniversitario per la Contabilità e la Gestione Agraria, forestale e Ambientale, Agrifondo mutualistico del Veneto e Friuli Venezia Giulia

Link piano cimice

- https://www.venetoagricoltura.org/2021/04/progetti/progetto-regionale-cimice-asiatica-dgr-611-del-19-05-2020/

Attività di ricerca e sperimentazione a supporto della lotta contro cimice asiatica

- **<u>Azione 1 del Piano</u>**

Ricerca e sperimentazione

Messa a punto di strategie di lotta integrata; indagini sulla biologia e ecologia di antagonisti naturali; effetti di prodotti fitosanitari sulla cimice asiatica

- **<u>Azione 3 del Piano</u>**

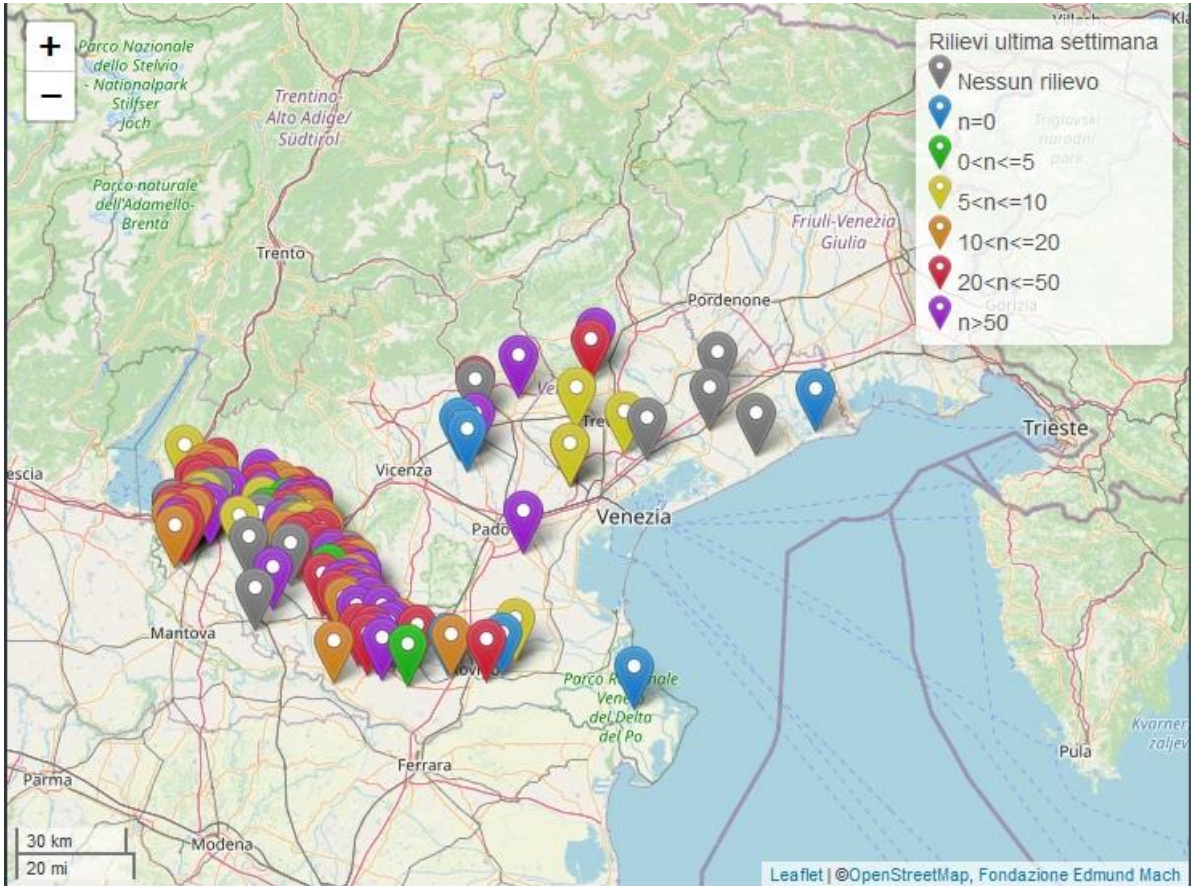
Network prevenzione fitosanitaria

Monitoraggio e diffusione delle informazioni

Monitoraggio territoriale

- In collaborazione fra UniPd, organizzazioni e associazioni di produttori e tecnici operanti sul territorio veneto

- Oltre ai dati delle trappole veniva effettuato rilievo su fenologia insetto, presenza e danni alle colture
- Dati delle trappole raccolti settimanalmente mediante APP per aggiornare la mappa



Recapiti e bollettini

- Nel 2020-21 si sono svolti recapiti frutticoli che hanno dato luogo circa una trentina di bollettini frutticoli da febbraio a novembre
- Bollettini cimice: 19 (2021), 23 (2022)

Bollettini frutticoli 2021

Data: 24.11.2021; 27.10.2021; 22.09.2021; 15.09.2021; 08.09.2021; 25.08.2021; 20.08.2021; 13.08.2021; 06.08.2021; 30.07.2021; 23.07.2021; 16.07.2021; 09.07.2021; 02.07.2021; 25.06.2021; 18.06.2021; 11.06.2021; 04.06.2021; 01.06.2021; 28.05.2021; 21.05.2021; 14.05.2021; 07.05.2021; 05.05.2021; 28.04.2021; 21.04.2021; 14.04.2021; 07.04.2021; 31.03.2021; 24.03.2021; 17.03.2021; 10.03.2021; 24.02.2021; 10.02.2021;

Bollettino del 24 novembre 2021

Actinidia

Il periodo autunnale è un momento critico sotto l'aspetto fitosanitario per la coltura dell'actinidia. Le numerose

Link a cui fare riferimento

- Bollettini frutticoli pubblicati:

https://www.regione.veneto.it/web/fitosanitario/bollettini-fitosanitari (U.O Fitosanitario, Regione Veneto): parte dedicata alla lotta integrata per ogni specie frutticola e una parte dedicata alla cimice

- Bollettini cimice asiatica:

https://www.venetoagricoltura.org/argomento/bollettino-cimice-asiatica/ : specifici per la cimice asiatica

Ulteriori informazioni

https://www.venetoagricoltura.org/2021/04/progetti/progetto-regionale-cimice-asiatica-dgr-611-del-19-05-2020/

Seminario "**Focus cimice asiatica: risultati di ricerche nazionali e internazionali**" 3 marzo 2021 (scaricabili le presentazioni)

Seminario "**Piano per il contrasto alla diffusione della cimice della Regione del Veneto**" 8 marzo 2021 (scaricabili le presentazioni)

Sistema di cattura massale della cimice asiatica: video tutorial realizzato in collaborazione con Università di Padova – Dipartimento DAFNAE

Vespa samurai, 8 luglio il D-Day: Le telecamere di VenetoAgricolturaChannel sono entrate nei laboratori dell'Università di Padova-Dipartimento Dafnae di Legnaro in occasione del rilascio in ben 106 siti di tutta la regione, di migliaia di individui di *Trissolcus japonicus*, il parassitoide noto come vespa samurai, antagonista naturale della cimice asiatica.

Link al **Bollettino Cimice asiatica**

Link al sito **Regione del Veneto – U.O. Fitosanitario** con presentazioni, schede e documenti sulla cimice asiatica

Link U.O. Fitosanitario Regione Veneto

- https://www.regione.veneto.it/web/fitosanitario/home

Cimice asiatica *Halyomorpha Halys*

Link al monitoraggio della cimice asiatica in Veneto 2021 - Università degli studi di Padova - DAFNAE

- Schema costruzione del totem 2021
- video costruzione del totem
- Programma di lotta biologica per il contrasto alla cimice asiatica primi risultati anno 2020
- Attività di ricerca e sperimentazione a supporto della lotta contro la cimice asiatica primi risultati anno 2020
- Sintesi delle conoscenze sulla biologia e ecologia di cimice asiatica – UniPD novembre 2020
- Cimice (Prevenzione e difesa - novembre 2020)
- Reti multifunzionali e metodi alternativi
- Scheda tecnica
- Cimice asiatica nelle abitazioni

Materiale informativo pubblicato

- Sintesi delle conoscenze su biologia ed ecologia di cimice asiatica – UniPd nov.2020
- Cimice (prevenzione e difesa-nov 2020)
- Reti multifunzionali e metodi alternativi
- Scheda tecnica
- Cimice asiatica nelle abitazioni

Schema costruzione totem

DAFNAE
Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente

800 1222-2022 ANNI
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

REGIONE DEL VENETO

Schema di realizzazione di sistemi per la cattura massale della cimice asiatica

Materiale principale:

- Rete metallica per la costituzione delle parti collate, da disporre a "X"
- Bins o altro contenitore chiuso per acqua
- Foglio in materiale plastico di colore nero, con colla
- Colla aggiuntiva per ripristino delle parti collate.
- Kit feromone di aggregazione per cimice asiatica

Posizionamento:

Si consiglia di posizionare le strutture nei pressi di potenziali siti di svernamento quali capannoni, case etc. Ogni struttura andrà mantenuta attiva indicativamente da metà settembre e fino almeno all'arrivo del periodo freddo, finita la fase di migrazione delle cimici dai campi ai siti di svernamento.

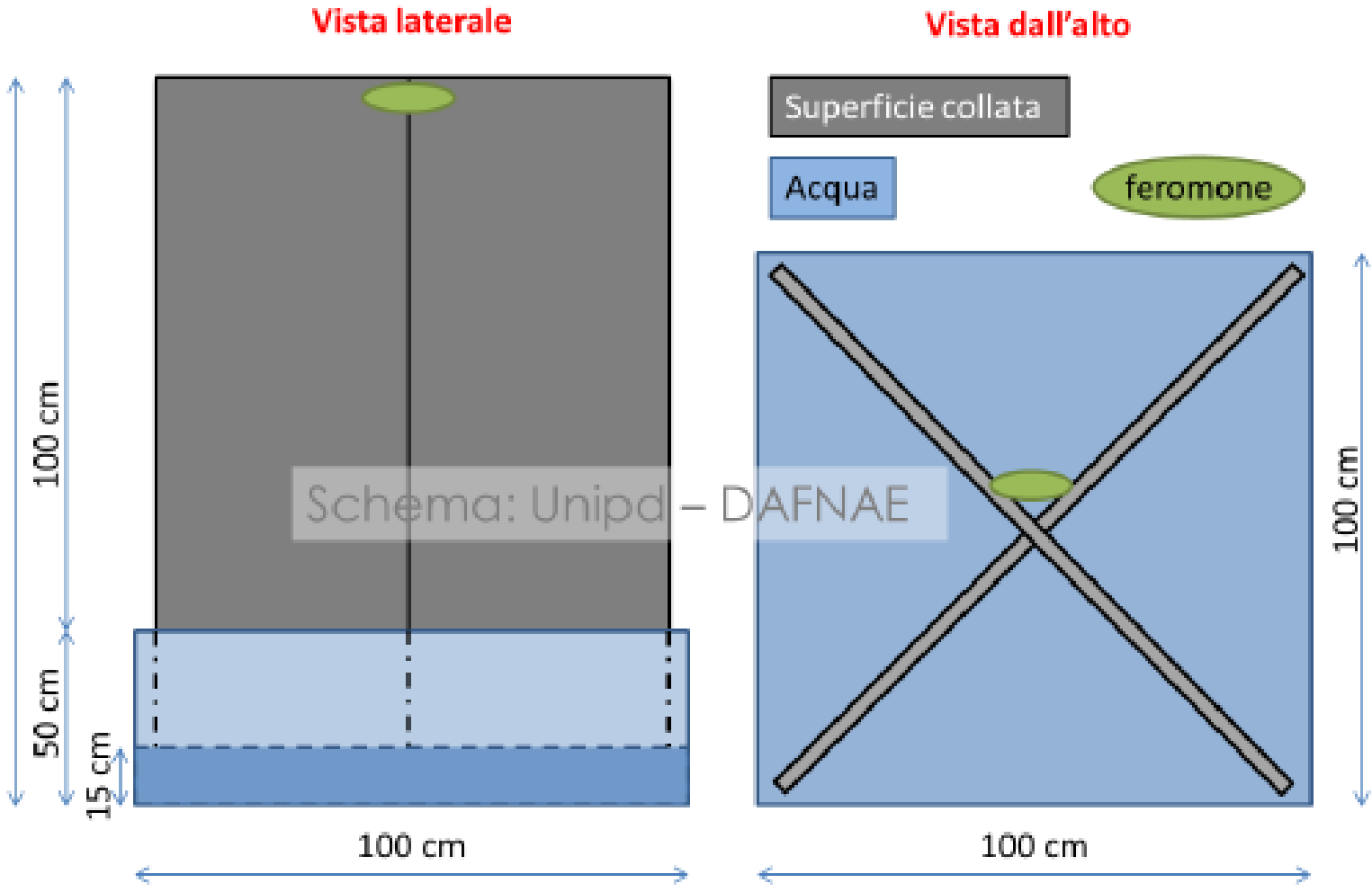


Figura 1: Schema per la costruzione del sistema di cattura massale

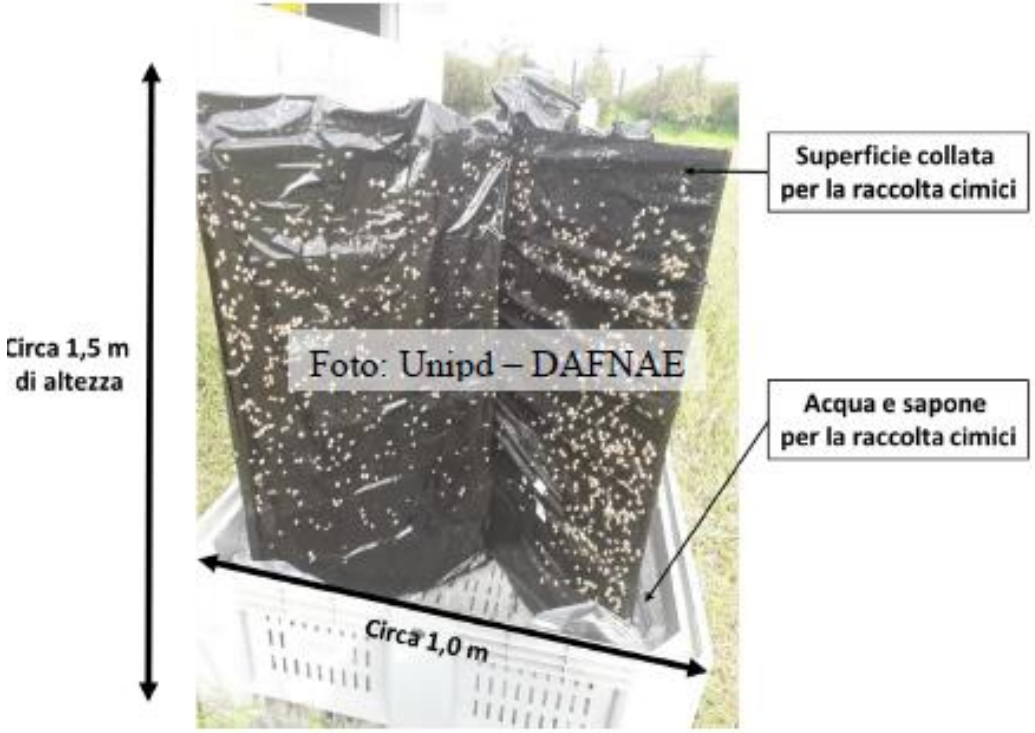
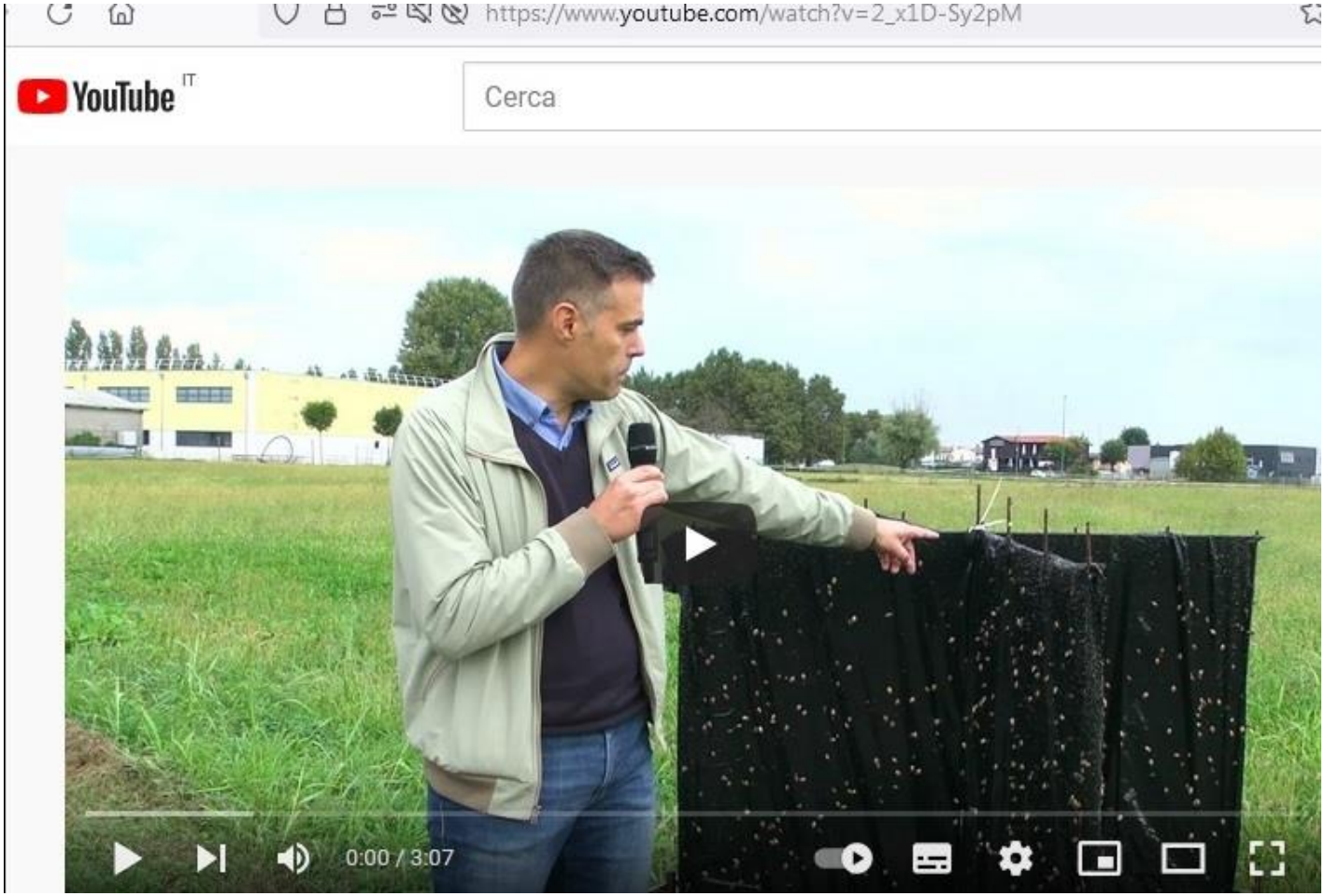


Figura 2: Sistema completamente motato

Figura 3: Esempio di posizionamento in campo, nei pressi di un potenziale sito di svernamento

Video costruzione totem



https://www.youtube.com/watch?v=2_x1D-Sy2pM

Pausa (k)
1:22 / 3:07

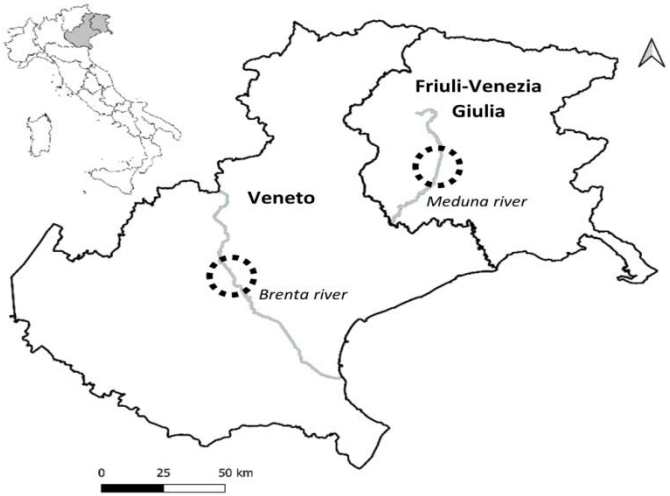
Pausa (k)
2:05 / 3:07

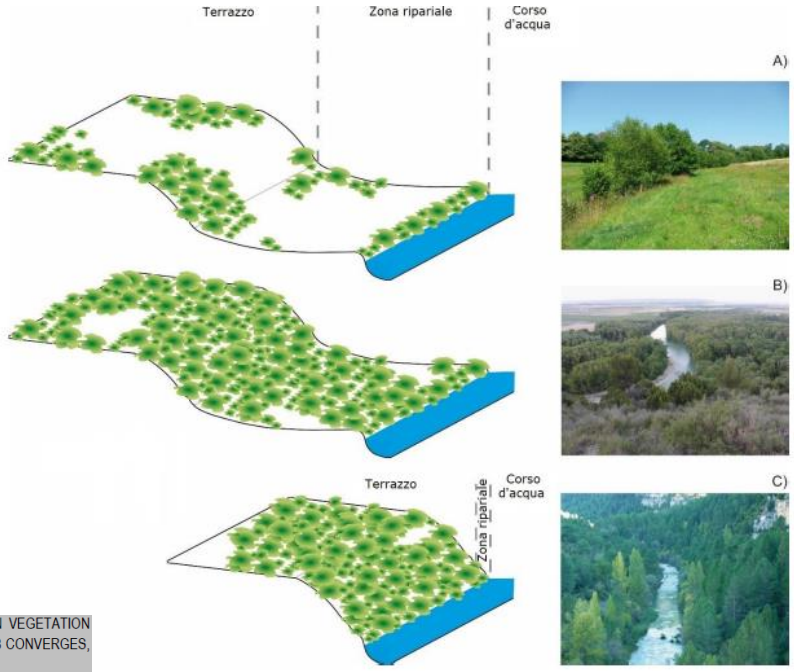
Risultati preliminari prove in campo

Influence of riparian vegetation on the abundance and parasitism rates of egg parasitoids of *Halyomorpha halys* in kiwifruit orchards

Alberto Mele, Davide Scaccini, Penelope Zanolli, Alberto Pozzebon
Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment – University of Padova, Italy
alberto.mele@phd.unipd.it; alberto.pozzebon@unipd.it

- Sono state selezionate 2 aree geografiche con presenza di impianti di kiwi
- Aree geografiche situate nei pressi di corsi d'acqua con presenza di una fascia di vegetazione ripariale





Citazione: Dufour S., Rodríguez-González P.M. (2019). RIPARIAN ZONE / RIPARIAN VEGETATION DEFINITION: PRINCIPLES AND RECOMMENDATIONS. Report, COST Action CA16208 CONVERGES, 20 pp. Traduzione Pier Mario Chiarabaglio e Andrea Andreoli

- Specie di piante presenti nella fascia ripariale (circa 200 m di ampiezza): *Robinia pseudoacacia* L. , *Sambucus nigra* L., *Ailanthus altissima* Mill., *Acer* spp., *Alnus* spp., *Cornus* spp., *Platanus* spp., *Populus* spp., *Salix* spp., *Quercus* spp., *Rubus* spp.

https://www.srs.fs.usda.gov

http://www.parcofluvialesarca.tn.it

Risultati

- 86% dei parassitoidi emersi → *Trissolcus mitsukurii*
- Altre specie presenti: *Anastatus bifasciatus* e *Trissolcus basalis*
- Presente anche l'iperparassitoide *Acroclisoides sinicus*

Trissolcus mitsukurii

Laimburg.it

Bioplanet.eu

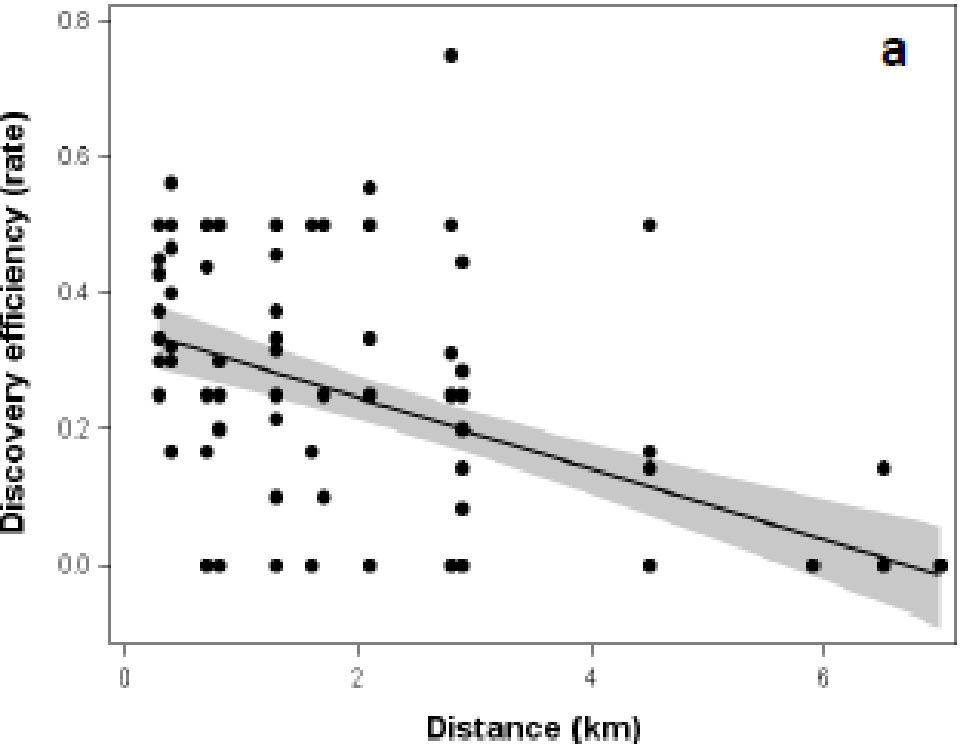
Anastatus bifasciatus

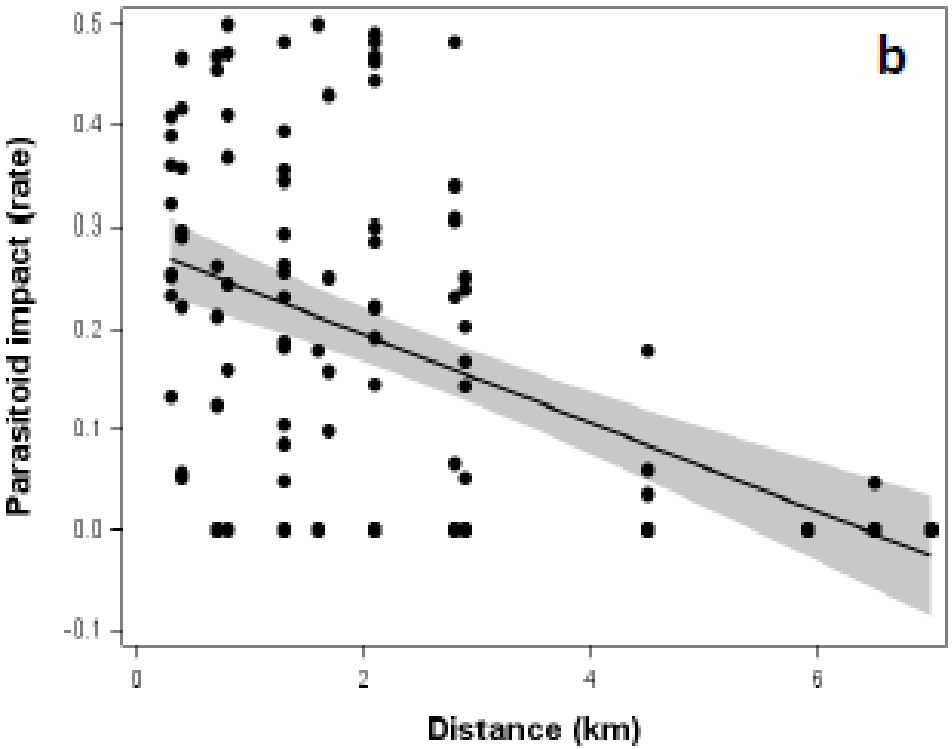
Ko et al., 2017

Acroclisoides sinicus

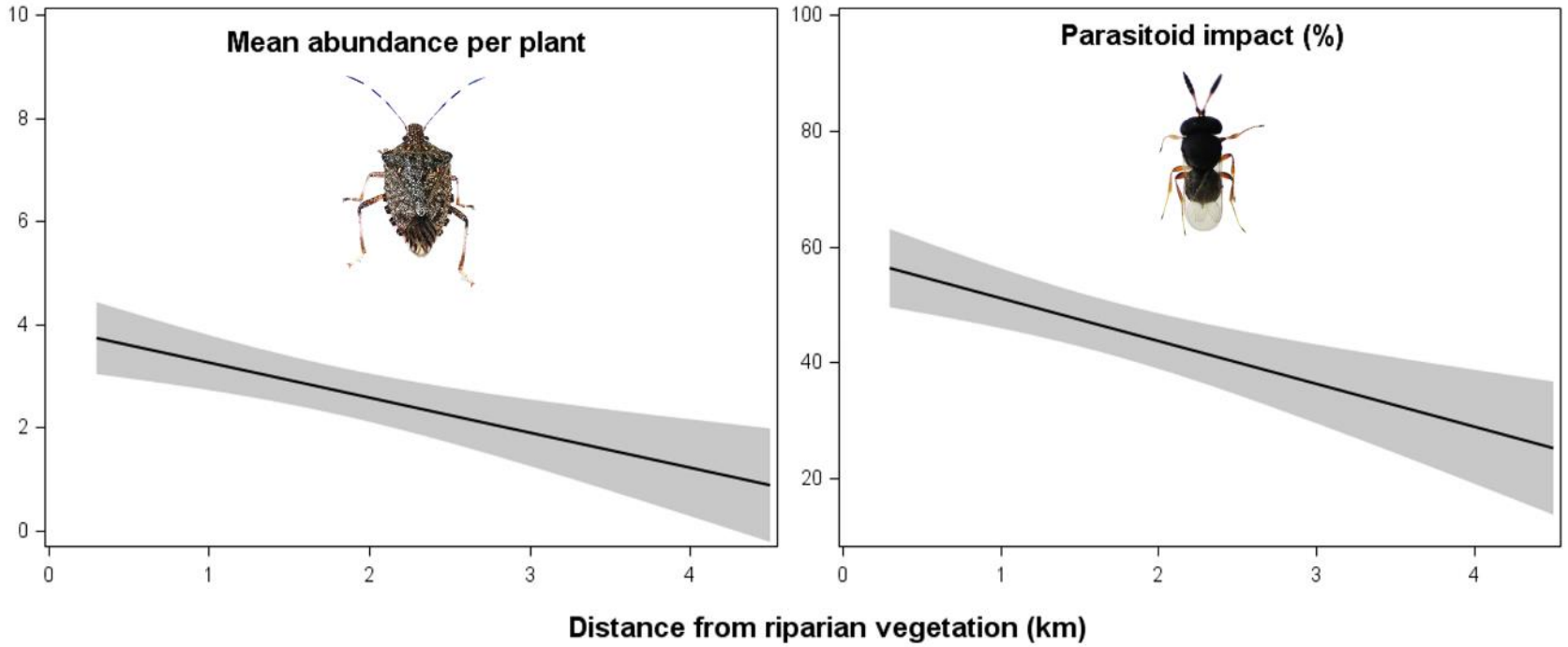
Efficienza di parassitizzazione

Tasso di parassitizzazione





Più elevata l'efficienza di parassitizzazione e il tasso di parassitizzazione negli impianti di kiwi più vicini in linea d'aria alla vegetazione ripariale del corso d'acqua



Alberto Mele, Davide Scaccini, Penelope Zanolli, Alberto Pozzebon. **Semi-natural habitats promote biological control of *Halyomorpha halys* (Stål) by the egg parasitoid *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead)** 2021. Biological control, 165(45): 104833

- Gli habitat ripariali offrono un ambiente idoneo alla sopravvivenza e riproduzione dei parassitoidi
- L'elevata diversità di specie vegetali offrono ripari e fonti alimentari ai parassitoidi oltre che presenza di diversi ospiti alternativi
- Questo permette di avere una maggior presenza di parassitoidi nelle colture prossime a questi ambienti e di conseguenza un maggior controllo biologico
- Però supportano la presenza di *H. halys* (polifago) fornendo loro risorse alimentari supplementari e rifugi
- La presenza della siepe non influenza la presenza della cimice né quella del parassitoide

Impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on Persian walnut in northern Italy

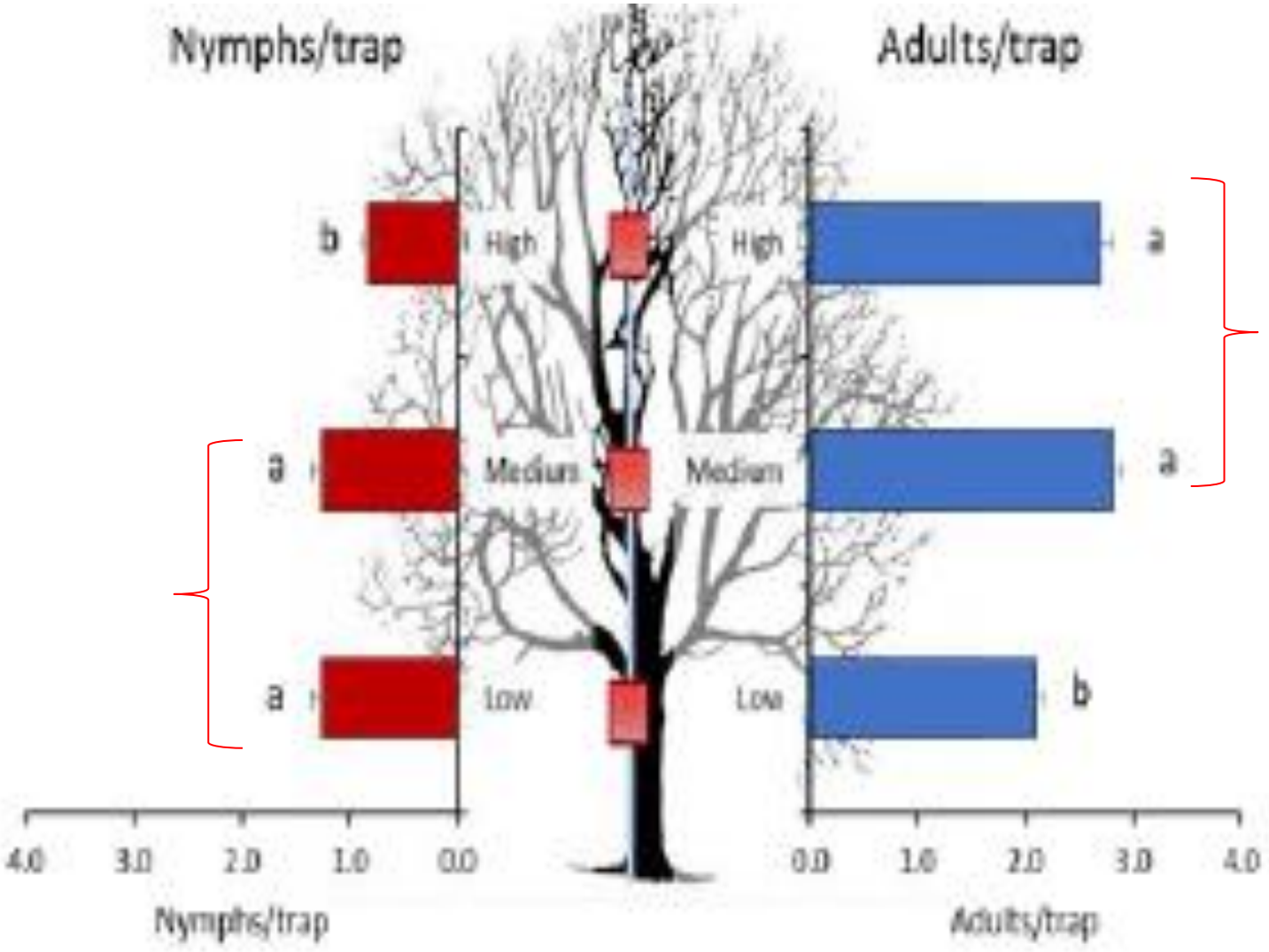
Davide Scaccini, Diego Fornasiero, Penelope Zanolli, Filippo Simoni, Alberto Pozzebon
Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment – University of Padova, Italy
davide.scaccini@phd.unipd.it

- Studi condotti in tre noceti del nord Italia (uno a TV e due a RO) ai fini di studiare:

1. Dinamiche di popolazione e presenza di cimice asiatica all'interno degli impianti di noce
2. Valutazione dell'impatto della presenza della cimice sulla produzione

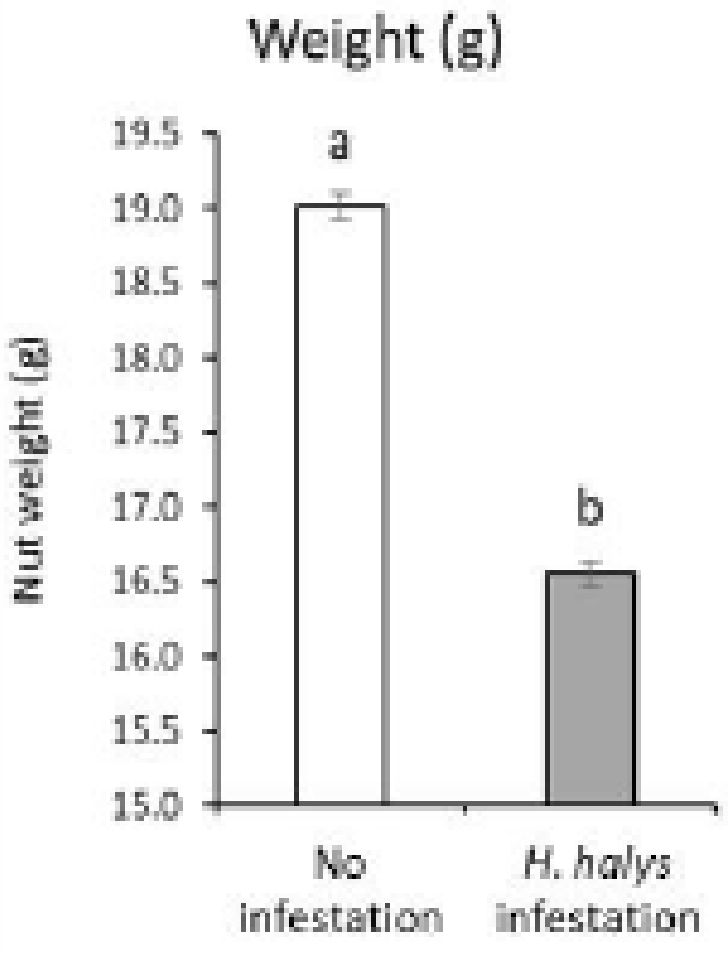
GIOVANI

ADULTI



Lettere diverse indicano differenze significative al test statistico Tukey-Kramer

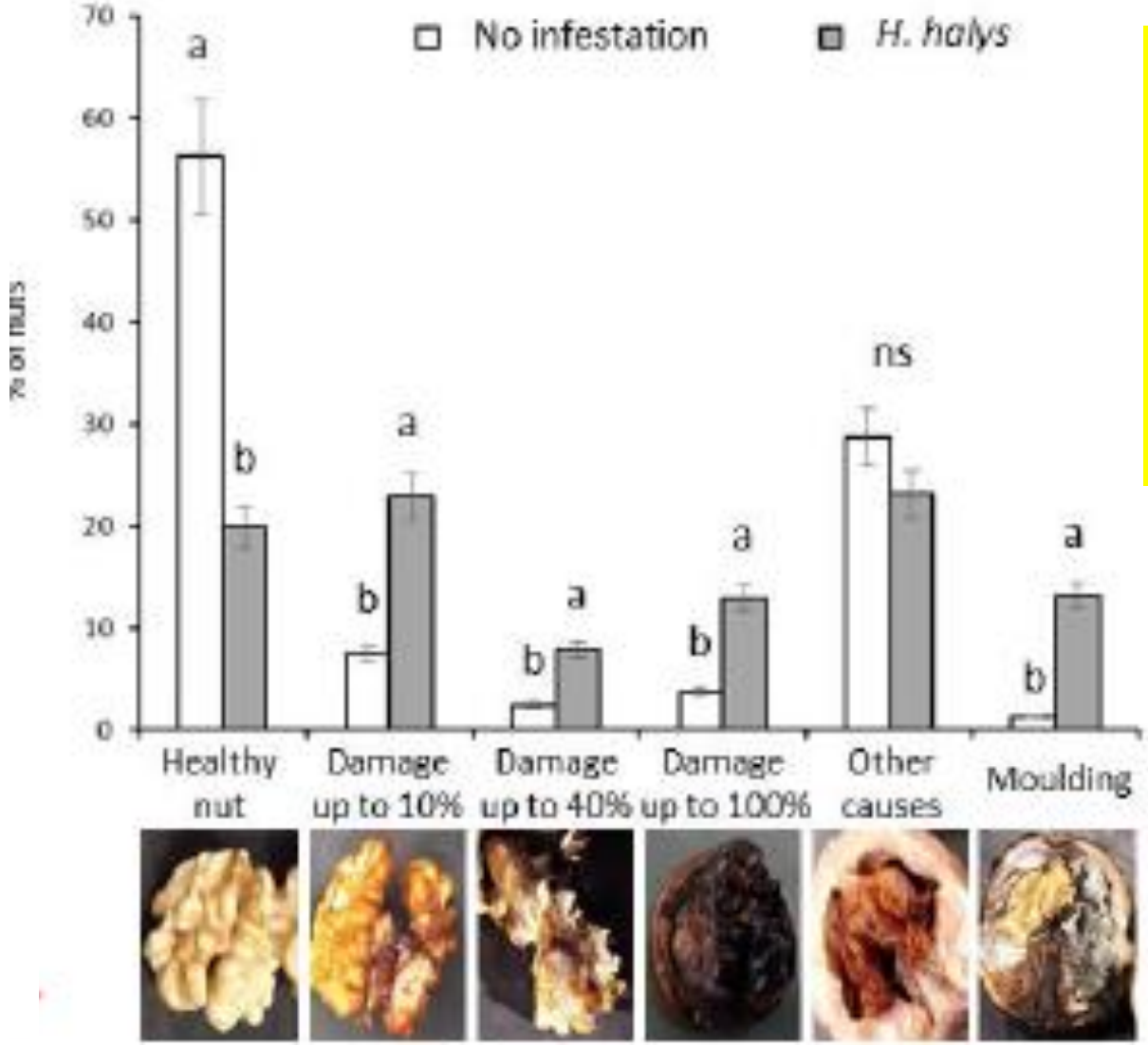
La presenza di cimice in campo influenza anche il peso della noce alla raccolta



Noci attaccate da cimice pesano significativamente meno

Lettere diverse indicano differenze significative al test statistico Tukey-Kramer

Danno interno alla raccolta



SANA | FINO 10% | FINO 40% | FINO 100% | ALTRE CAUSE | MUFFA

Presenza di cimice aumenta il danno interno alla raccolta

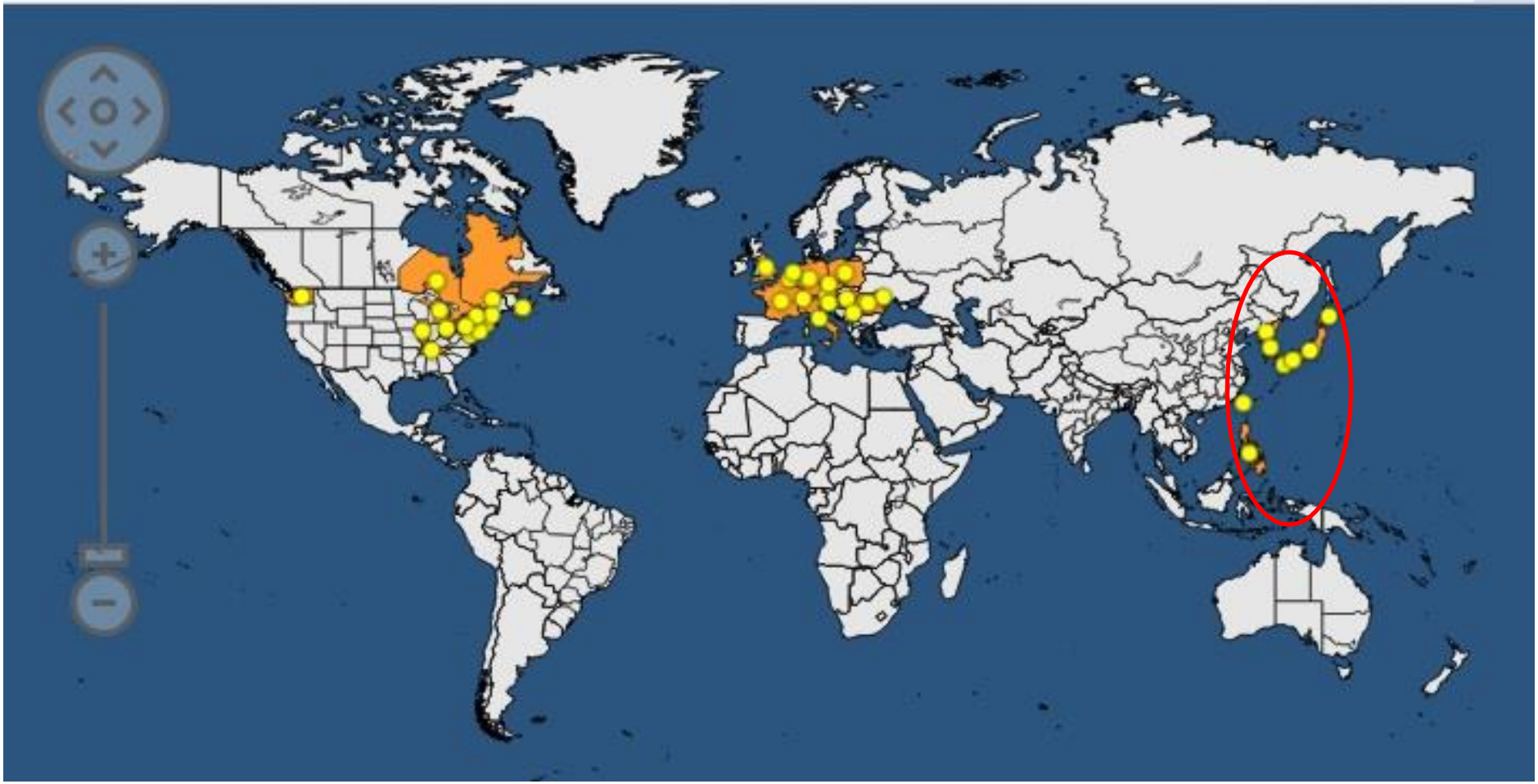
Orientus ishidae

Cicalina mosaico

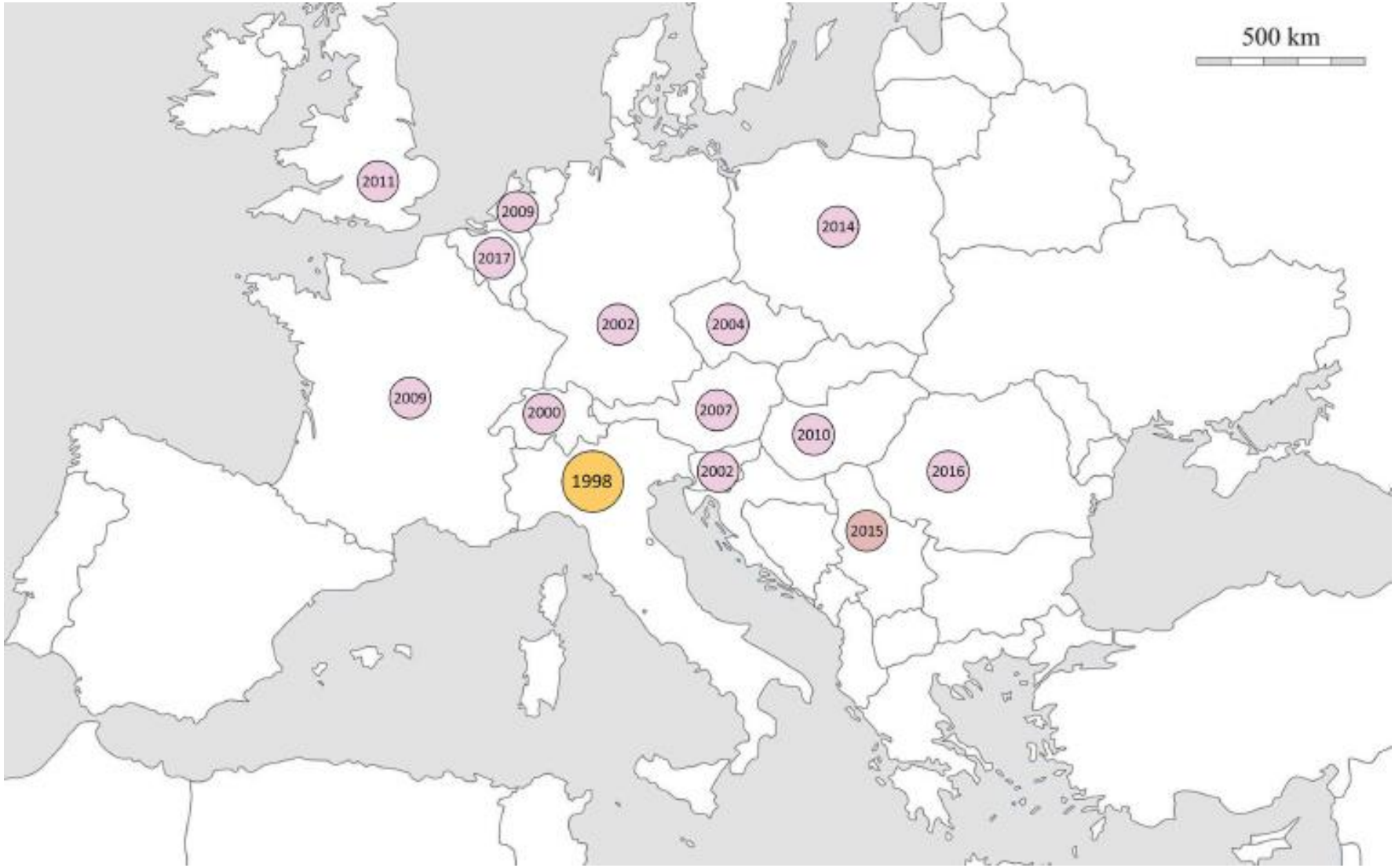
Orienthus ishidae (Matsumura) Cicadellidae Deltocephalinae

- Cicalina mosaico
- Emittero alloctono giunto dall'Asia (Giappone) alla fine anni '90
- Diffuso negli USA e in tutta Europa
- Capace di ospitare e veicolare fitoplasma FD (*Candidatus* Phytoplasma vitis- 16SrV phytoplasma group)
- In America vettore di fitoplasmi 16SrIII (peach X-disease)

Distribuzione



Da https://gd.eppo.int/

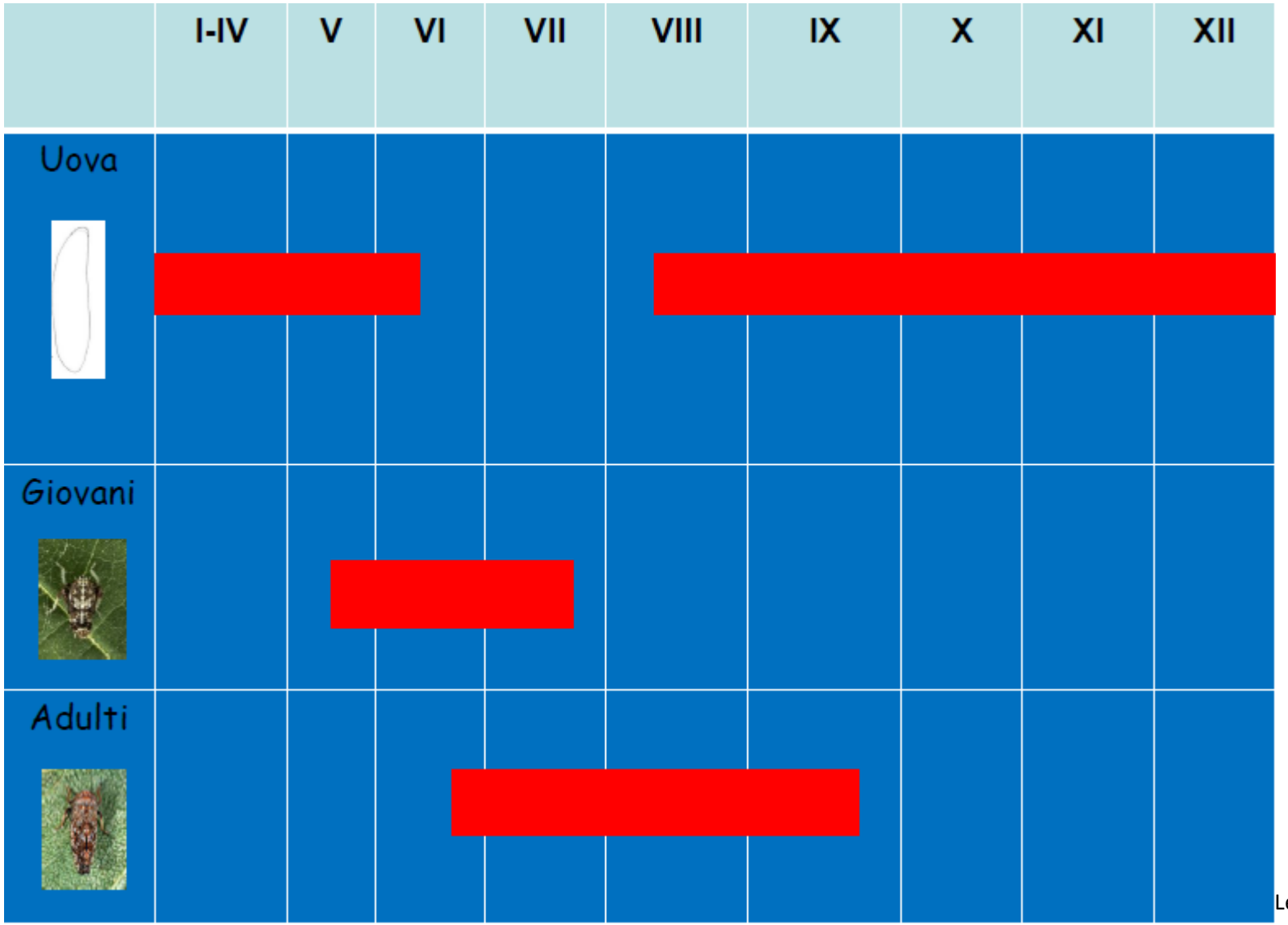


Cvrkovic et al., 2021

Biologia

- Polifago (latifoglie arboree ed arbustive): carpino, nocciolo, salice, quercia…
- Monovoltina con forme giovanili che compaiono da maggio e adulti che compaiono ad inizio luglio
- Picco volo: tra metà luglio e inizio agosto, poi popolazione lentamente decresce con individui fino ad inizio novembre

Ciclo di sviluppo



Lessio, 2017

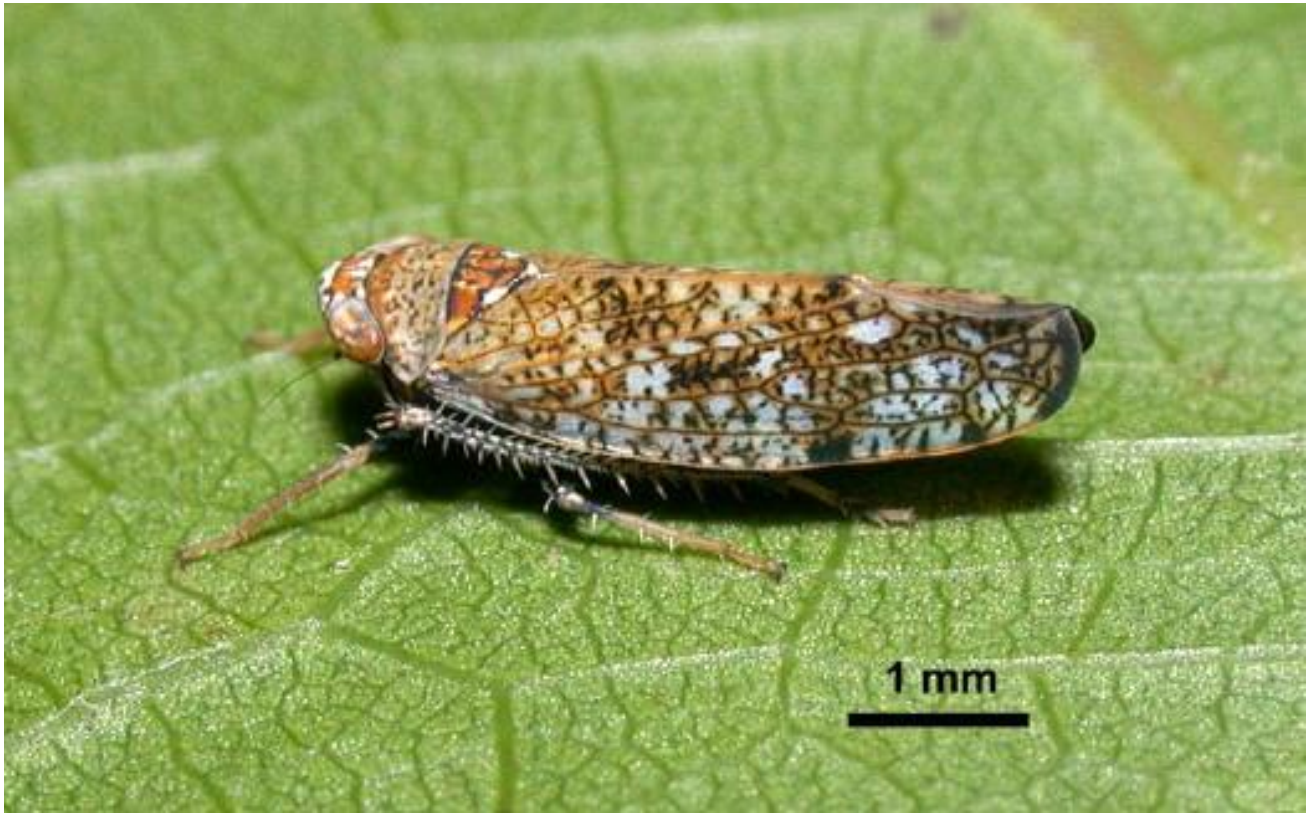
Forme giovanili

Foto Thombs D.

https://insectinside.me/tag/orientus-ishidae/

Forma adulta

-Leggero dimorfismo sessuale con maschi più piccoli e femmine più grandi
-Si ritrovano per lo più sulla pagina superiore e sono molto mobili



Cvrkovic et al., 2021

Foto P. Zanolli

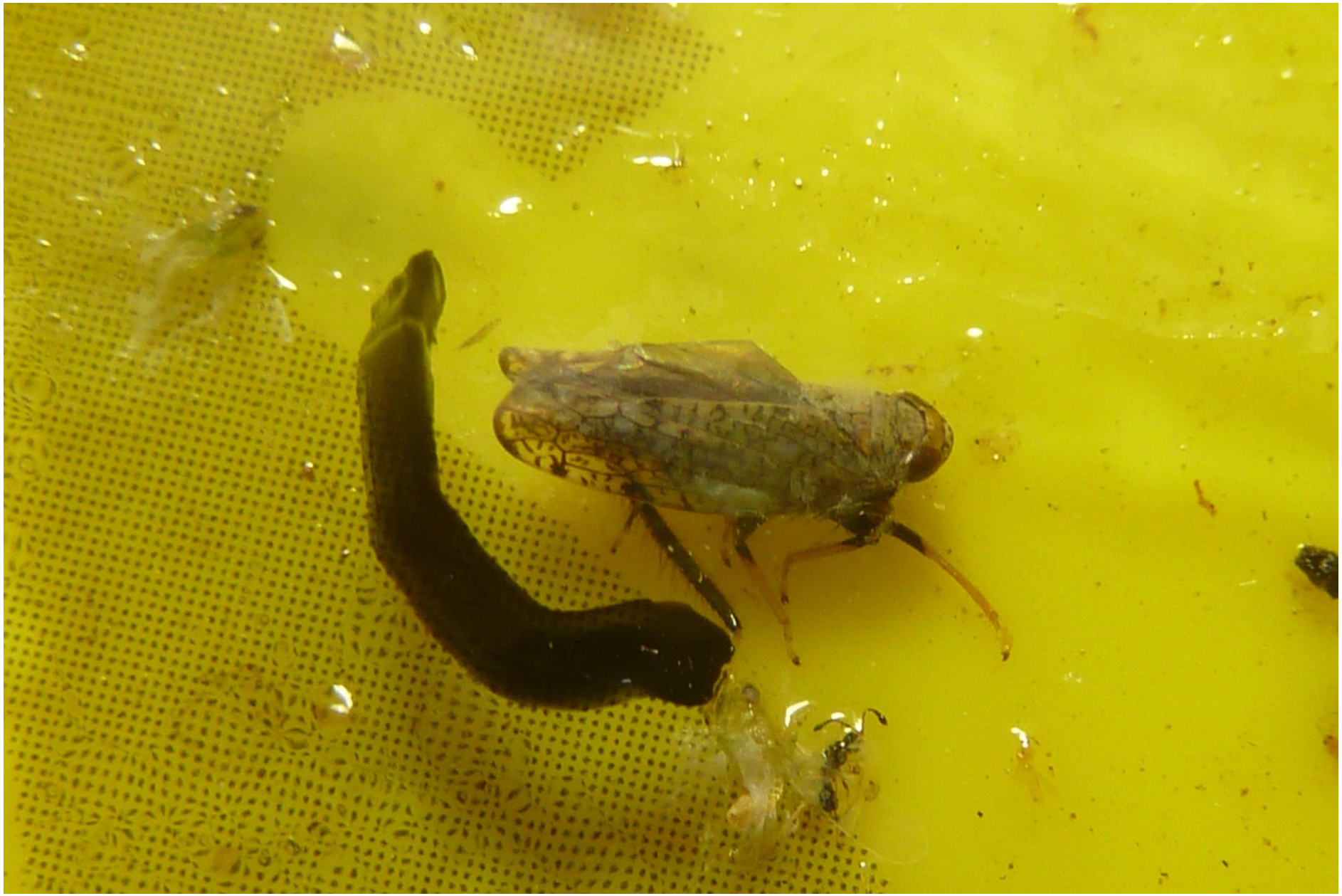


Foto P. Zanolli

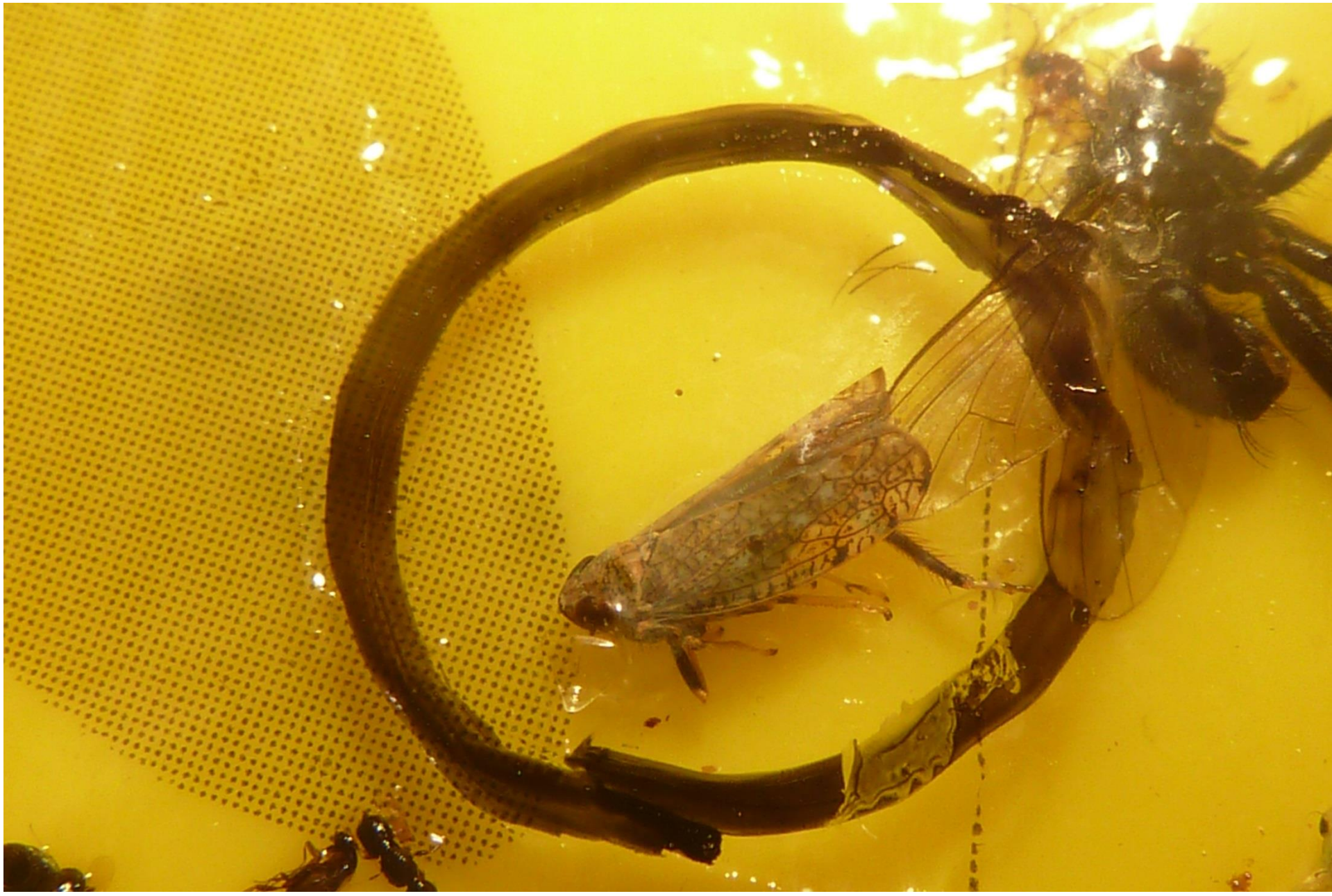


Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

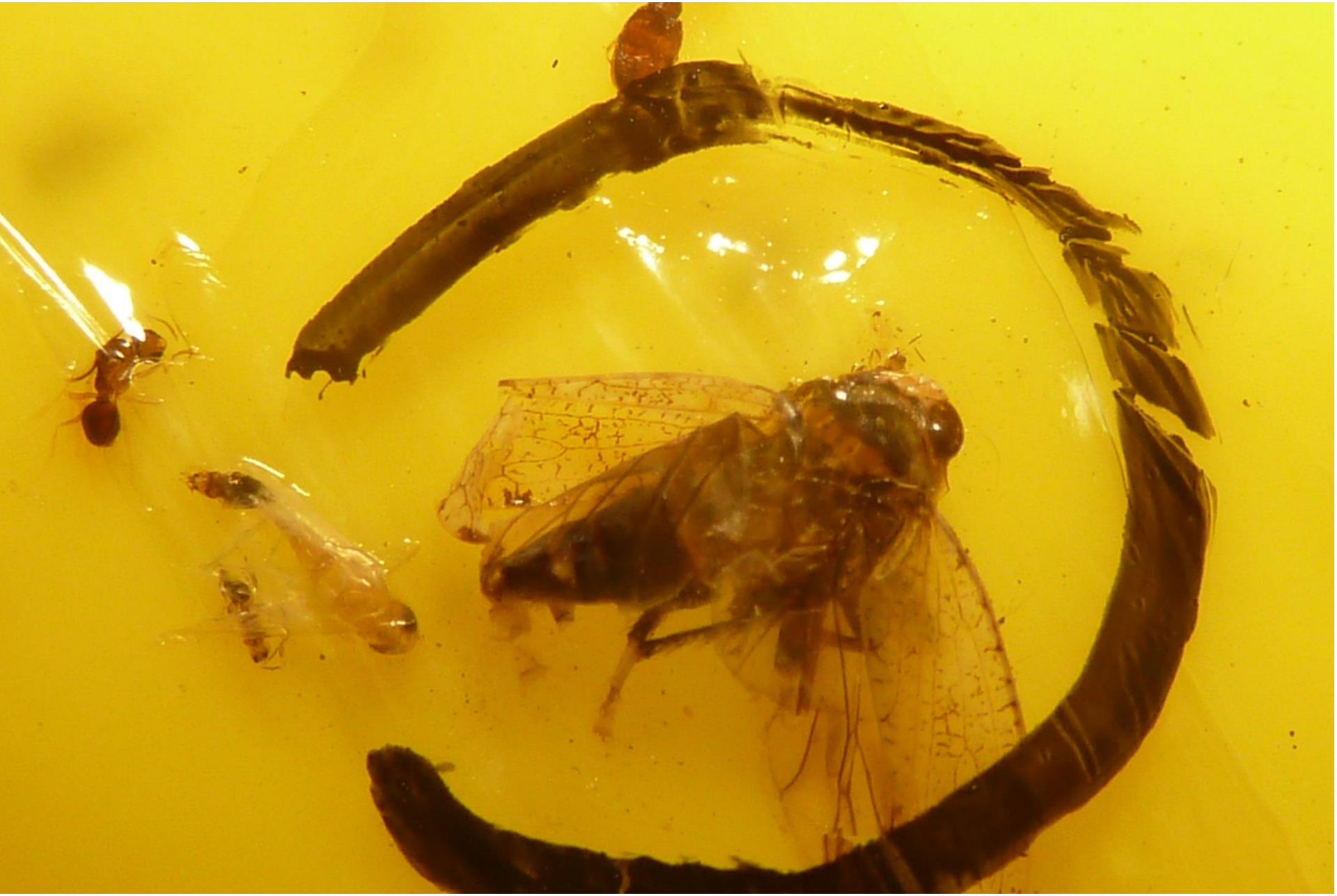


Foto P. Zanolli

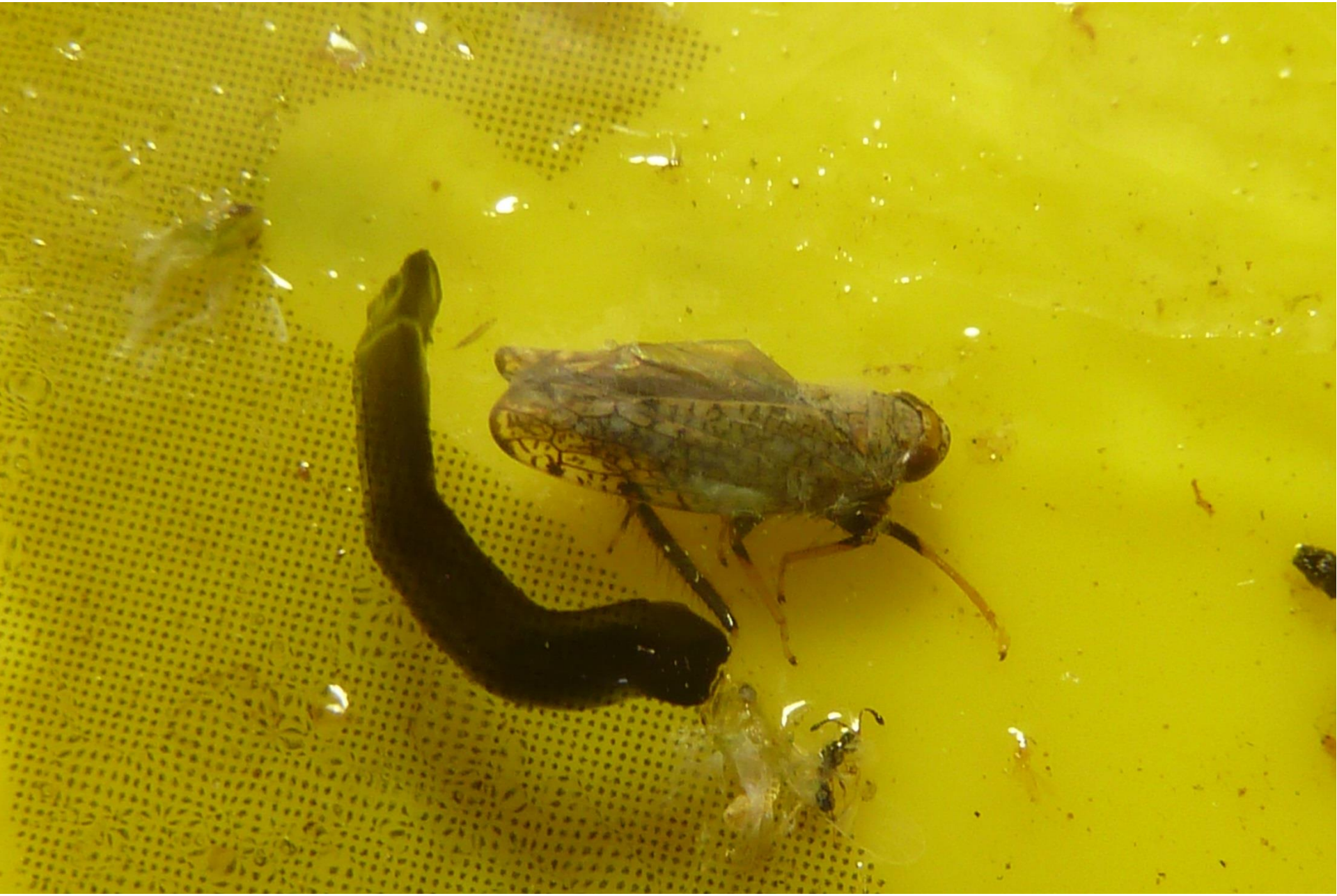


Foto P. Zanolli

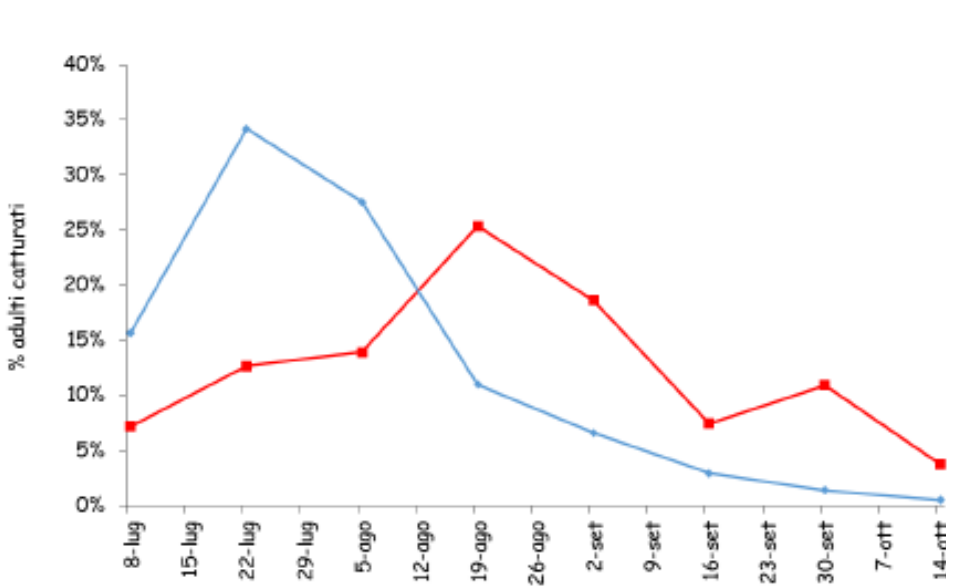
Foto P. Zanolli

Parametri biologici

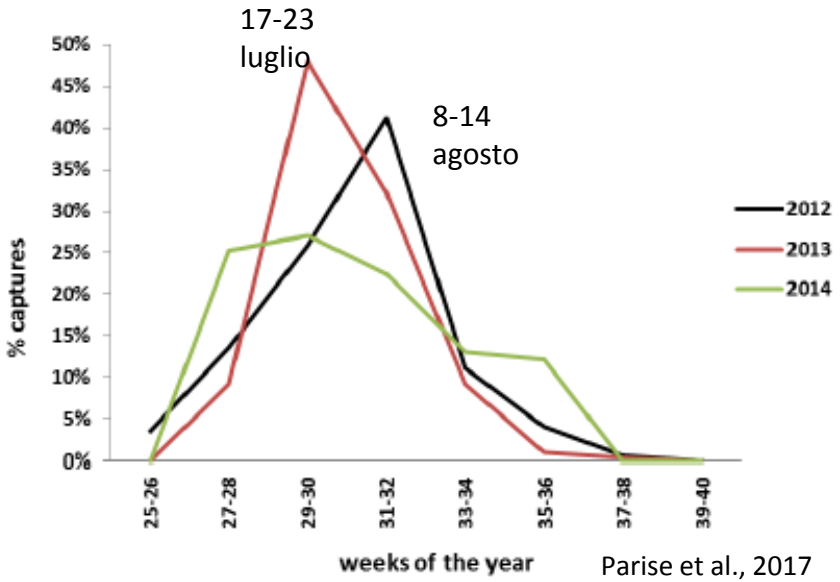
- Specie monovoltina (1 generazione/anno)
- Su vite:

- ovideposizione: sia su vite europea 15 giovani/Kg legno) che americana (8 giovani/Kg legno)
- Sviluppo embrionale: inizio schiusa 20-40 giorni, durata schiusa: 30 giorni
- Sviluppo post-embrionale: 27-32 giorni
- Durata singole età ninfali: 4-7 giorni

Picco di volo

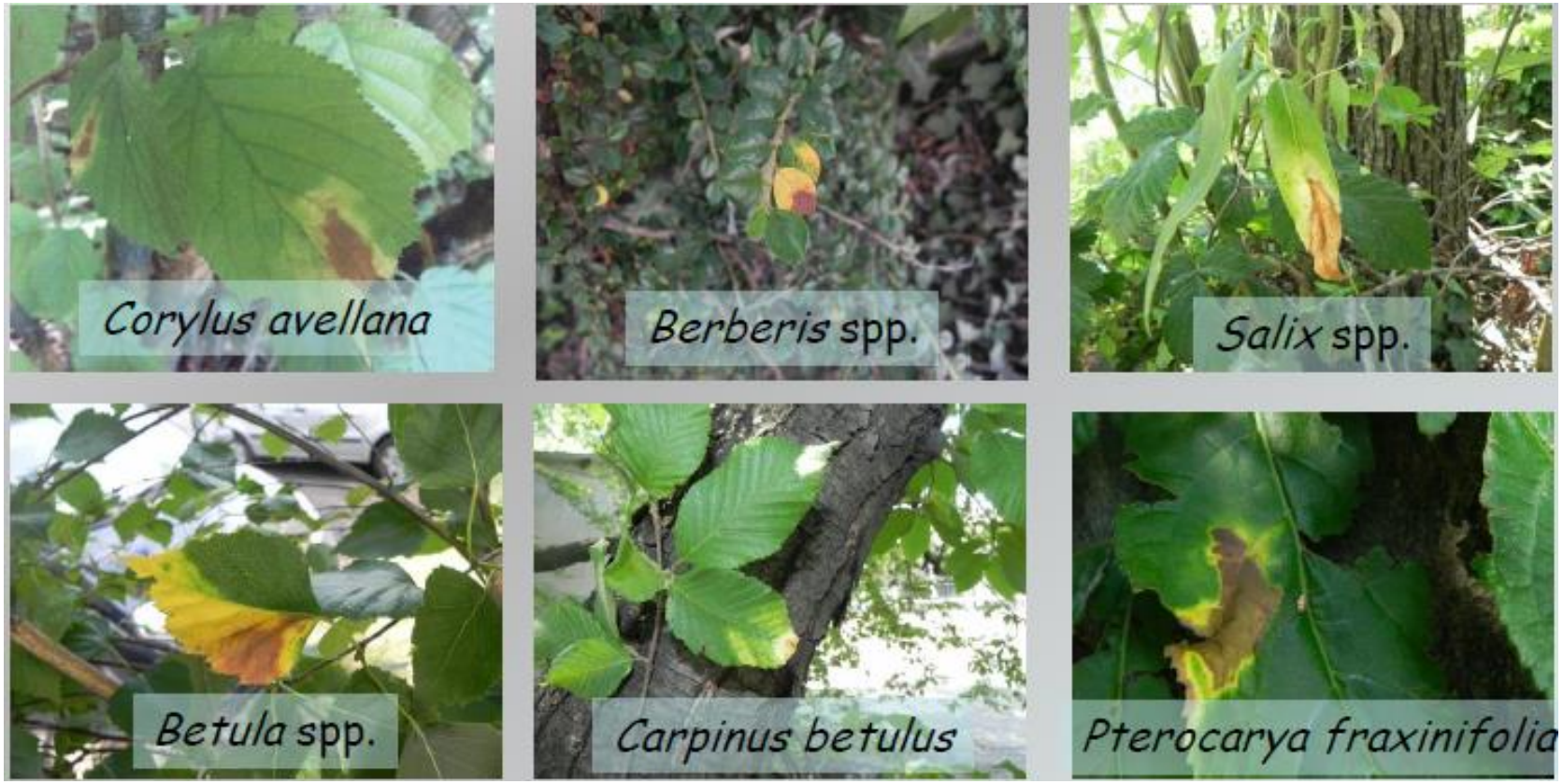


Lessio et al., 2017



Parise et al., 2017

Piante ospiti



In Europe it was found on *Salix* spp., *Salix X rubens*, *Salix babylonica* L., *Betula pendula* Roth, *Malus domestica* Borkhausen, *Prunus laurocerasus* L., *P. domestica* L., *Urtica dioica* L., *Salix alba* L., *Corylus avellana* L., *Fagus sylvatica* L., *Carpinus betulus* L., *Acer campestre* L., *Hedera helix* L., *Quercus* spp., *Viburnum tinus* L., *Vitis vinifera* L., *Ulmus minor* L., *Chelidonium majus* L., *Berberis* spp., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Rubus fruticosus* L., *Rosa canina* L., *Buxus sempervirens* L., *Juglans nigra* L., *Cornus sanguinea* L., *Populus nigra* L. and *Crataegus oxyacantha* L. (Guglielmino, 2005;

Lessio et al., 2017

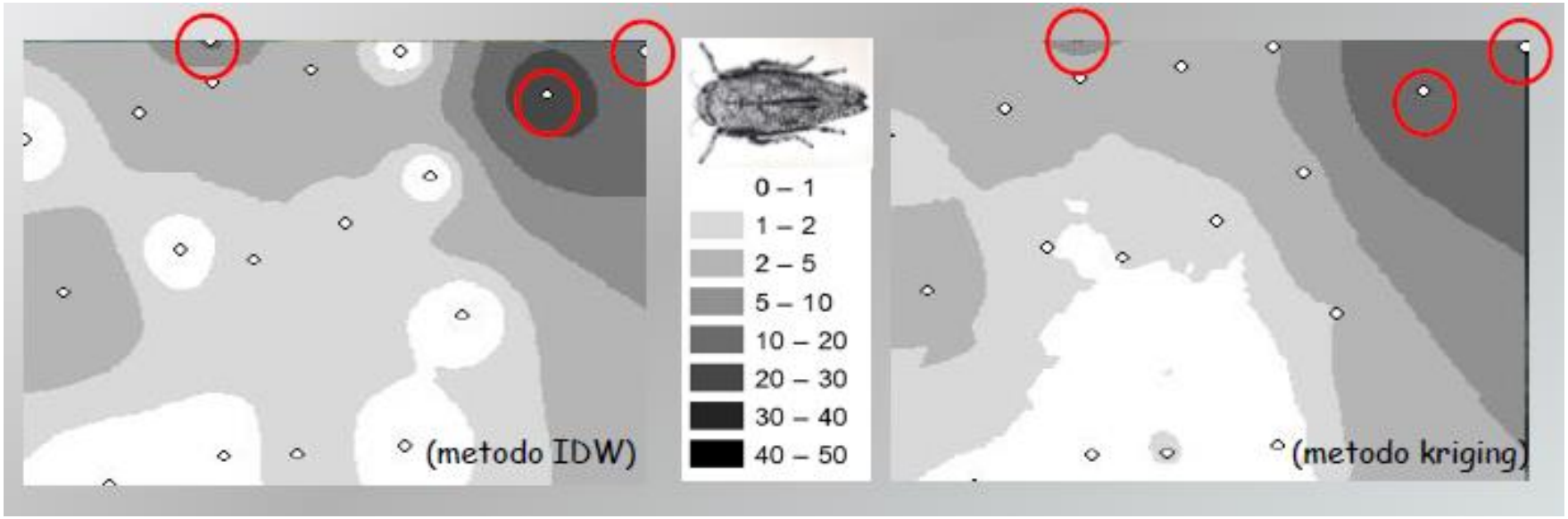
Species	Family	Life form	Nymphs	Adults
Hedera helix L.	Araliaceae	P lian	X	
Carpinus betulus L.	Betulaceae	P caesp	X	X
Ostrya carpinifolia Scop.	Betulaceae	P caesp	X	X
Viburnum tinus L.	Adoxaceae	P caesp	X	
Corylus avellana L.	Betulaceae	P caesp	X	X
Robinia pseudoacacia L.	Fabaceae	P caesp	X	
Juglans regia L.	Juglandaceae	P scap	X	X
Juglans nigra L.	Juglandaceae	P scap	X	X
Forsythia viridissima Lindl.	Oleaceae	P caesp	X	
Fraxinus excelsior L.	Oleaceae	P scap	X	
Chelidonium majus L.	Papaveraceae	H scap	X	X
Chaenomeles speciosa (Sweet) Nakai	Rosaceae	P caesp	X	
Cydonia oblonga Mill.	Rosaceae	P scap	X	X
Prunus avium L.	Rosaceae	P scap	X	X
Rubus fruticosus L.	Rosaceae	NP	X	
Populus alba L.	Salicaceae	P scap	X	
Ribes uva-crispa L.	Grossulariaceae	NP	X	
Ulmus minor Mill.	Ulmaceae	P caesp	X	X

Parise, 2017

Abbondanza sulla vegetazione

- Vite europea: 1 esemplare/3000 foglie
- Vite americana: 1 esemplare/2000 foglie
- Latifoglie arboree: 800 esemplari/2500 foglie (3 giovani/10 foglie)

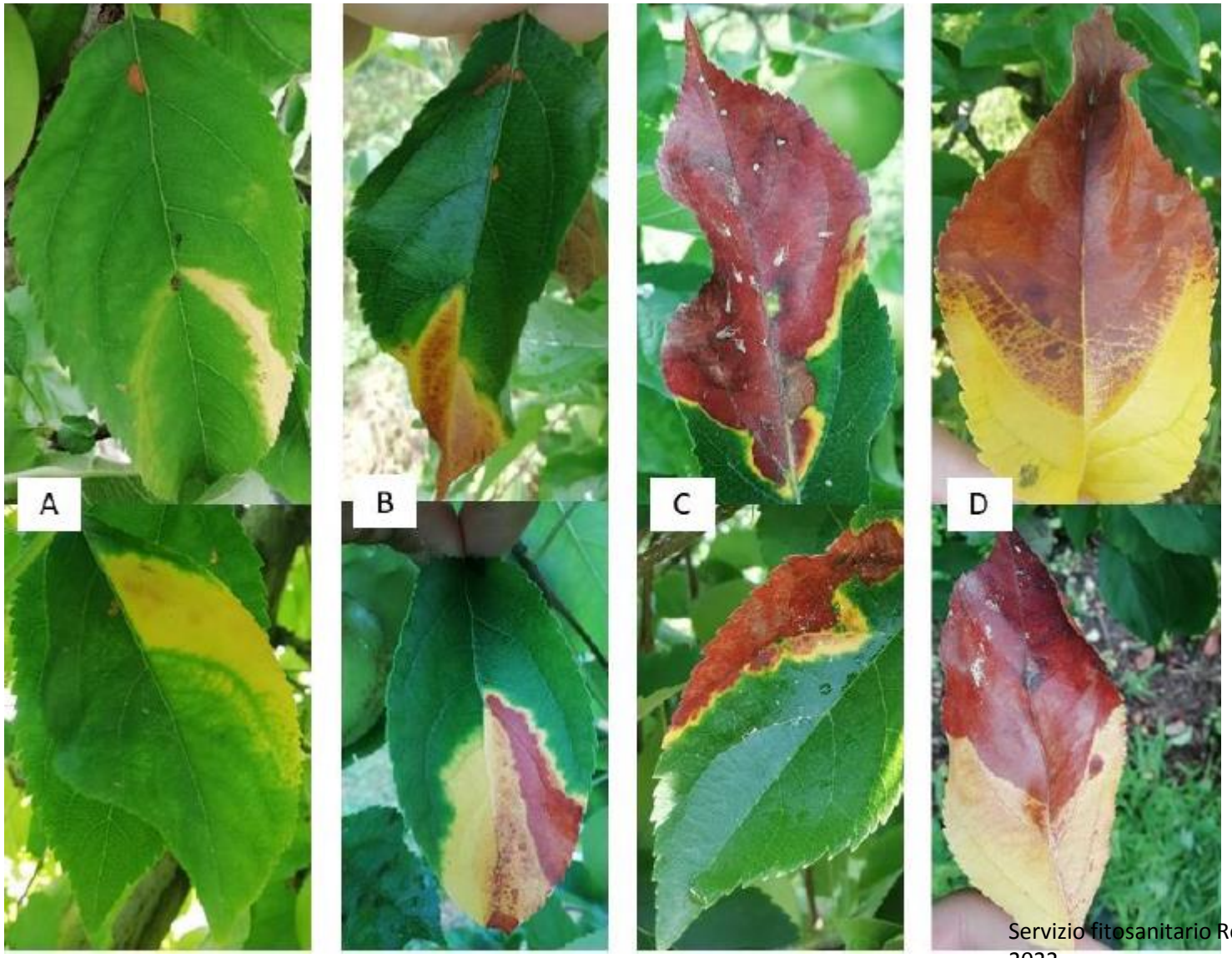
Distribuzione



- Adulti quasi sempre presenti sulle trappole
- Catture prevalenti ai margini degli appezzamenti con presenza di latifoglie arboree

Lessio et al., 2017

Sintomi su melo



Servizio fitosanitario Regione Veneto, 2022

Sintomi su nocciolo

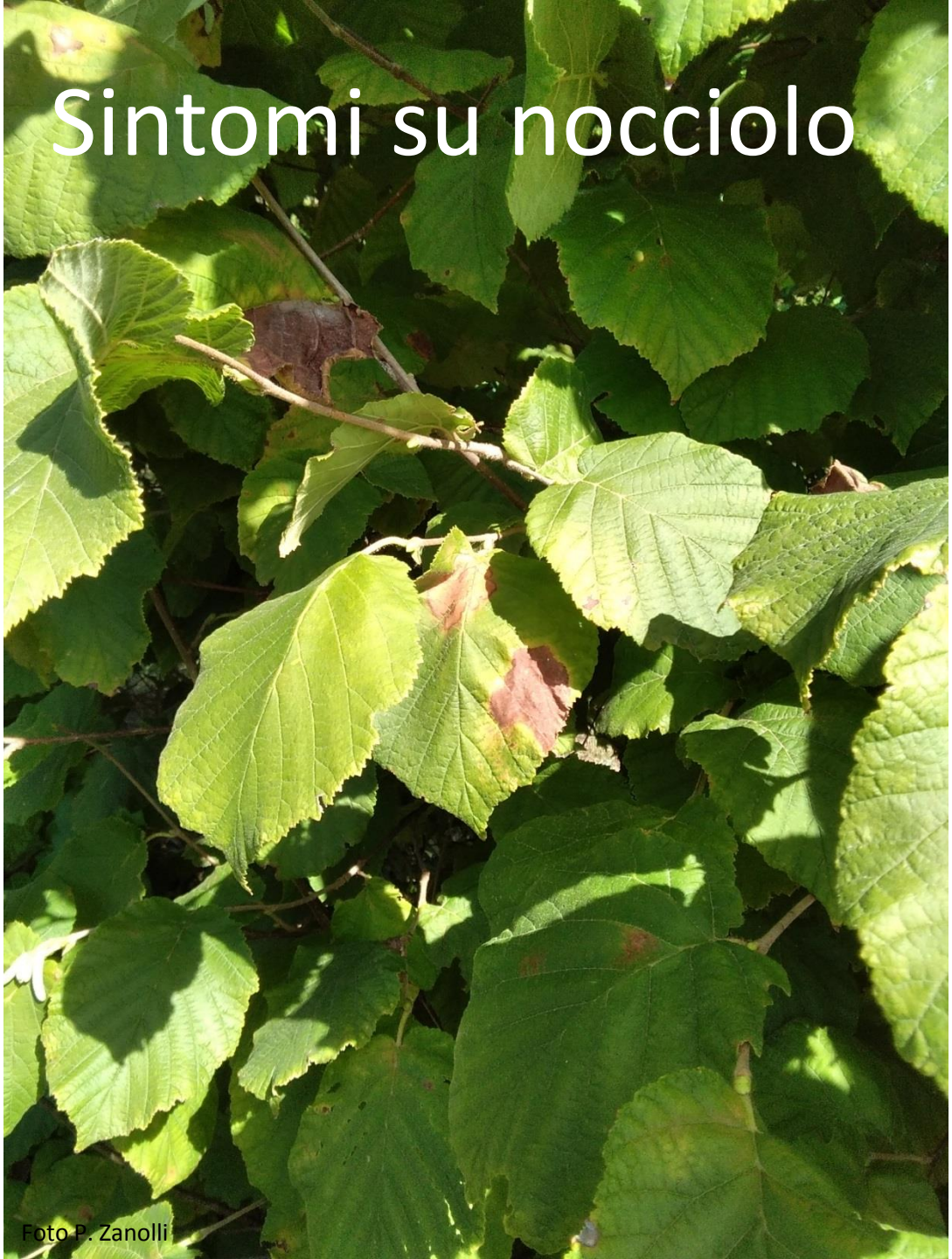


Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Presenza su melo

- Nonostante il melo rientri fra la gamma degli ospiti di *O. ishidae*, fino al 2019 non si erano mai segnalati danni e popolazioni importanti della cicalina
- In Trentino è stato associata la presenza di elevate popolazioni della cicalina con elevati danni a carico apparato fogliare
- Avviato un monitoraggio regionale e in circa il 20% degli individui trovato fitoplasma responsabile degli scopazzi del melo (*Candidatus* phytoplasma mali -16SrX-A phytoplasma group) (2021)

- A) germoglio sano B), C), D) germogli con sintomi di scopazzi del melo

Monitoraggio interregionale

- Per questo avviato monitoraggio interregionale (Veneto, FVG, Piemonte, Trentino, Alto Adige)
- Metodologie:

    1. monitoraggio adulti attraverso trappole cromotropiche

    2. monitoraggio danno con osservazione diretta della vegetazione

1) Monitoraggio con trappole gialle

Servizio fitosanitario Regione Veneto, 2022

- Meleti più possibile rappresentativi della zona, 6 siti per regione
- Trappole gialle sostituite periodicamente ogni 15 giorni da metà giugno a fine settembre

2) Monitoraggio osservazione vegetazione

- Tra ultima settimana luglio e prima agosto saranno campionate 8 piante lungo il filare di ognuna delle trappole
- Per ogni pianta controllate 20 foglie a random per presenza ed eventuale stima della superficie danneggiata

Ectomyelois ceratoniae

Tignola delle carrube

Ectomyelois ceratoniae

- Famiglia: Pyralidae
- Origine del bacino del Mediterraneo
- Insetto che si è diffuso in tutto il mondo con danni provocati alle piante ospiti anche molto gravi
- Già ritrovata negli anni ‘60 in Australia su mandorlo
- Danni maggiori dopo estati umide

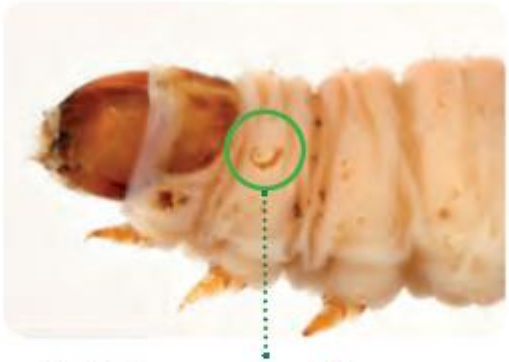
Ectomyelois ceratoniae

Piralidae, Fiticini

Tignola delle carrube
Ectomyelois ceratoniae

Adulti di color grigio con due fasce trasversali scure a zigzag.

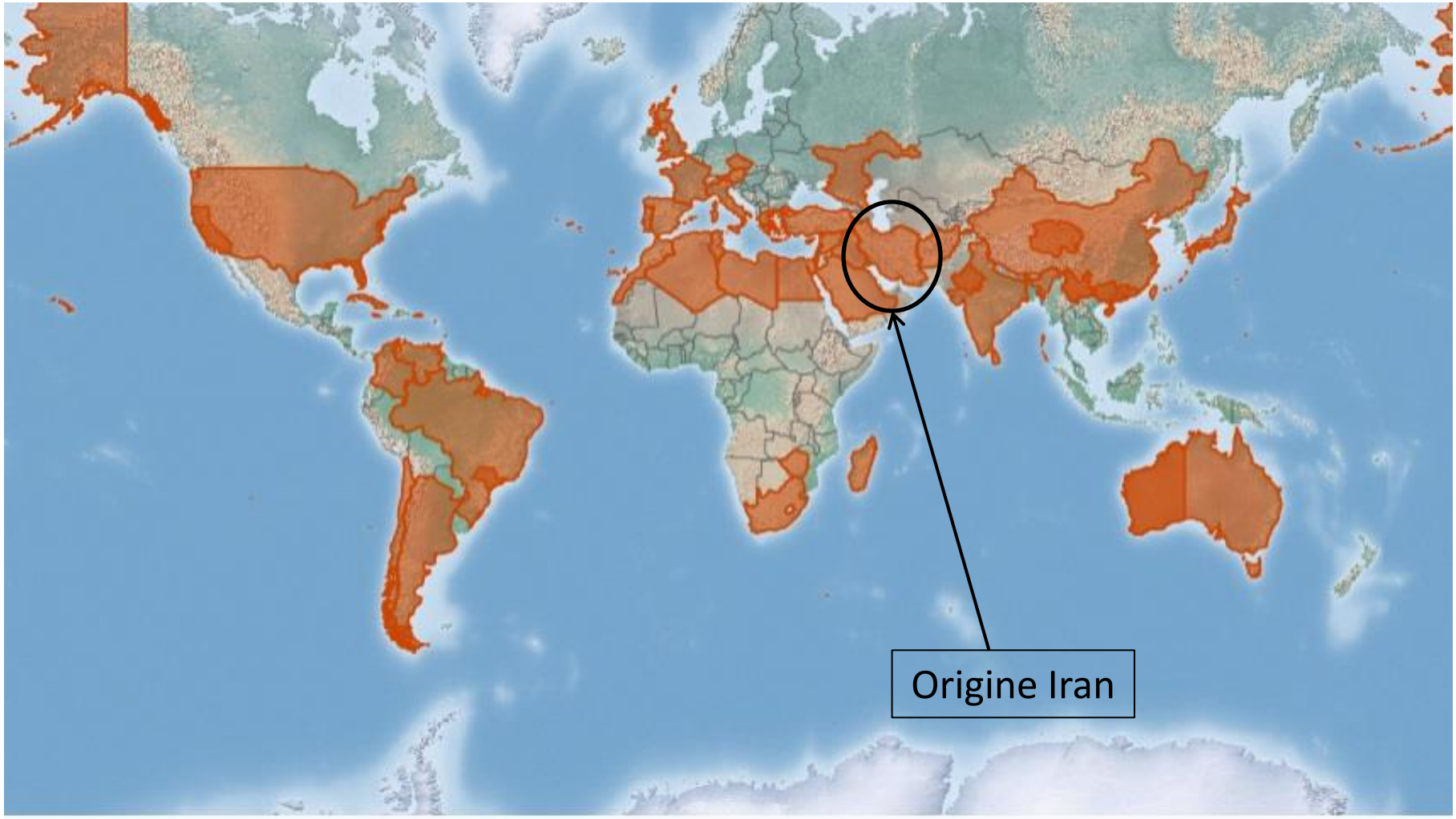
Uova di *E.ceratoniae*



Areole sclerificate ai lati del mesotorace e dell'ottavo segmento addominale

Larva di colore biancastro talora tendente al roseo o rossastro con capo e placca protoracica brunastri.

Distribuzione della tignola del carrubo



Morland, 2015

Diffusione del carrubo

Gugliuzzo et al., 2019

Piante ospiti

HOST PLANTS

Common name	Scientific name	Family
*Citrus	*Citrus* sp.	Rutaceae
Carob tree	*Ceratonia siliqua*	Fabaceae
Almond	*Prunus dulcis*	Rosaceae
Pistachio	*Pistacio vera*	Anacardiaceae
Dates	*Phoenix dactylifera*	Arecaceae
*Pomegranate	*Punica malus*	Punicaceae
Walnuts	*Juglans* sp.	Juglandaceae
*Pecans	*Carya illinoinensis*	Juglandaceae
*Macadamia	*Macadamia integrifolia*	Proteaceae
Pigeon pea	*Cajanus cajan*	Fabaceae
Tamarind	*Tamarindus indica*	Fabaceae

Carrube, datteri, bacelli di acacia e robinia, fichi, uva, melograni, nespolo del Giappone, castagne, mandorle, **noci** in campo, nei magazzini e nelle abitazioni

*Ospiti noti in sud Africa

Danni

- In pre e post-raccolta (magazzini)
- Danno da parte della larva che si nutre all'interno del frutto con produzione escrementi simili a quelli di Carpocapsa
- Contaminazione funghi e danni alla produzione
- Melograno in Iran: 20-30%; dattero in Tunisia 20-80%

insectscience.co.za

Su *Citrus* sp.

Su dattero
Nourani et al., 2017

Su melograno
C. Bazelet

Su mandorlo
www.agric.wa.gov.au

Diverse colorazioni del gheriglio attaccato con presenza di seta e rosure da larva

Foto P. Zanolli

Fori di ingresso della larva in posizione centrale
Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Fori di entrata della larva in posizioni diverse dal picciolo

Foto P. Zanolli

Fori di ingresso della larva non in prossimità della sutura

Foto P. Zanolli

Esempi di rosure

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Danni al gheriglio soprattutto in posizione centrale

Foto P. Zanolli

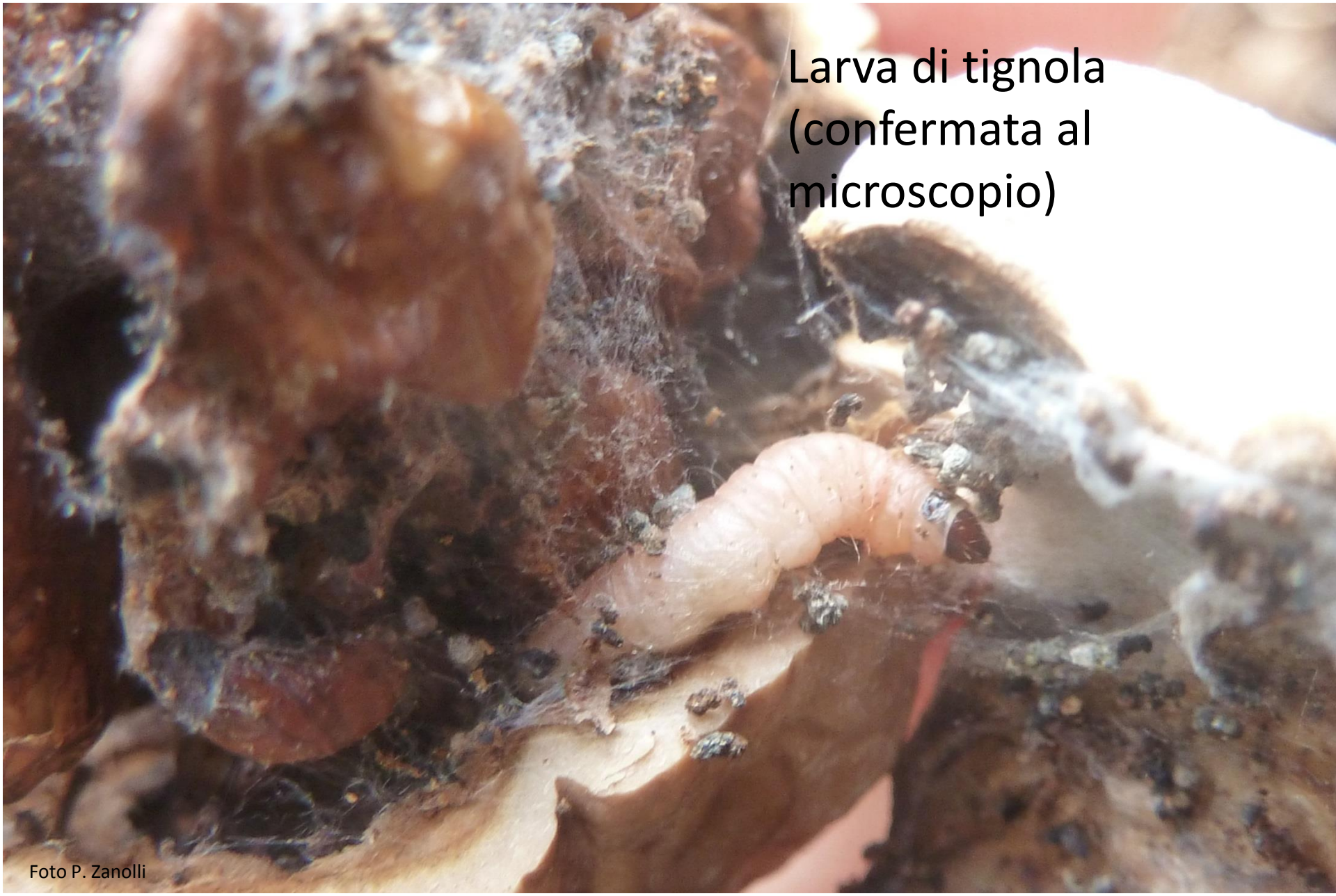
Danno da rosura fresca

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

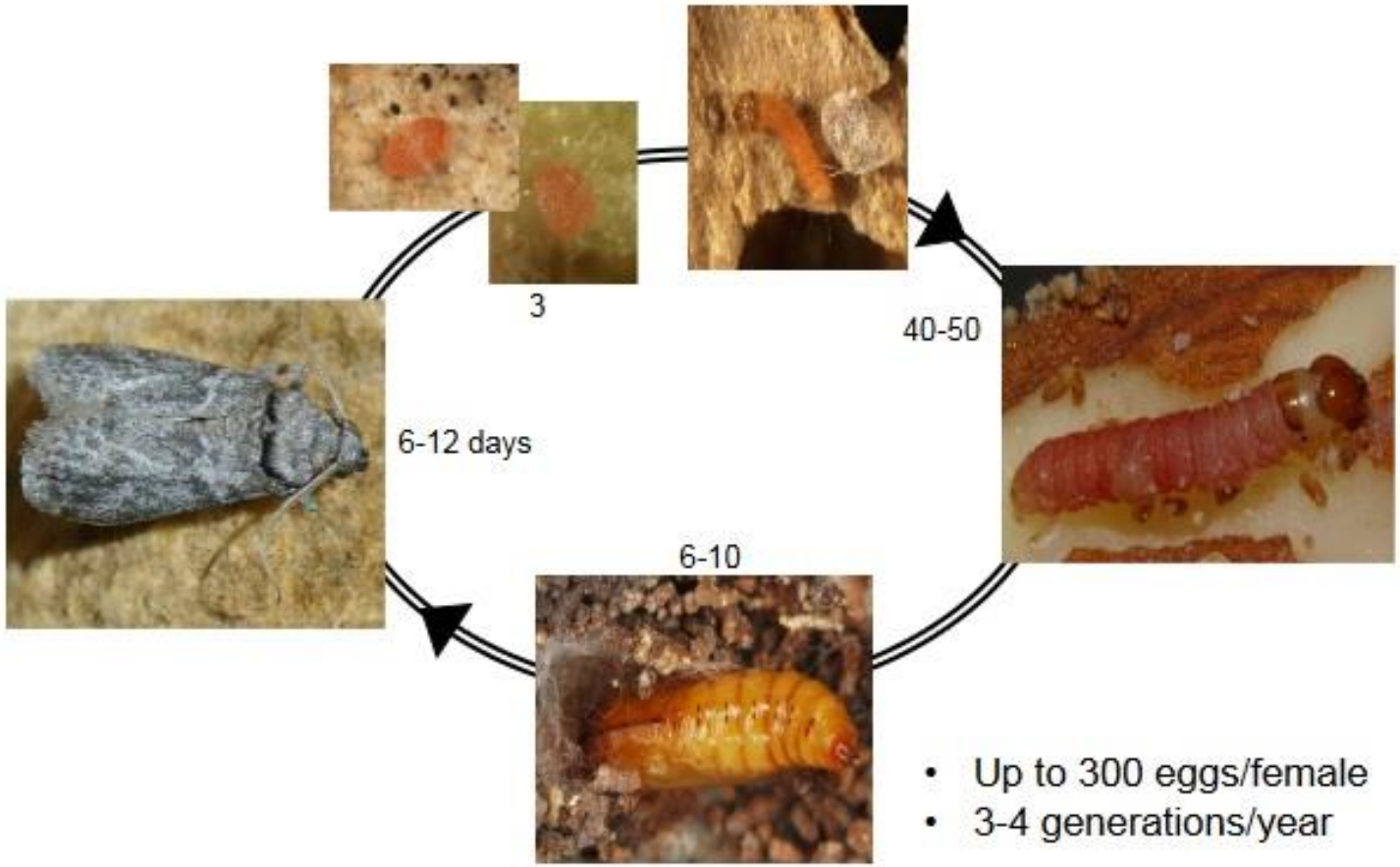
Danno da rosura di larve sfarfallate in campo

Presenza di seta che avvolge
tutto il gheriglio
Foto P. Zanolli


Larva di tignola
(confermata al
microscopio)
Foto P. Zanolli

Pupa di Carpocapsa
(vista al microscopio)
Foto P. Zanolli

Ciclo di sviluppo



- Up to 300 eggs/female
- 3-4 generations/year

AGRICULTURE VICTORIA

Ciclo biologico

- 1-5 generazioni/anno (condizioni climatiche e pianta ospite)
- 3-5 giorni dopo emergenza degli adulti: picco di ovideposizione
- Preferiscono ovideporre su piante già danneggiate da funghi o che presentano già buchi e danneggiamenti vari
- Estremi T° di sviluppo: 12.5°- 38°C
- Fotoperiodo < 13 h e T≤20 °C larva entra in diapausa (all'interno dei frutti)

Ciclo biologico

- Durata stadi di larva dipendente da luce, T°, qualità nutrizionale e contenuto di acqua di pianta ospite
- Non è possibile trovare un modello a DD (gradi giorno) perché i tempi di sviluppo cambiano enormemente a seconda del sesso, pianta ospite e contenuto di umidità (fino a raddoppiare i tempi di sviluppo)

Stadi

Egg

0.7mm long.

White when laid, pink when mature.

New larva

1mm long.

Typically pink. Actively feeding.

Mature larva

Up to 15mm long.

Typically pink. Actively feeding.

Pre pupa

Up to 15mm long.

Typically pink. Stops feeding & spins a silk cocoon for pupation.

Pupa

About 12mm long.

Dark ridge and double row of 'teeth' on back.

Adult

8-12mm long.

Grey with 13-20mm wingspan and wavy pattern.

ADULTO

- Ampiezza alare 19-26 mm
- Vive 5-15 giorni
- Numero di uova deposte da ogni femmina: 200; inizio ovideposizione 2 giorni dopo emergenza

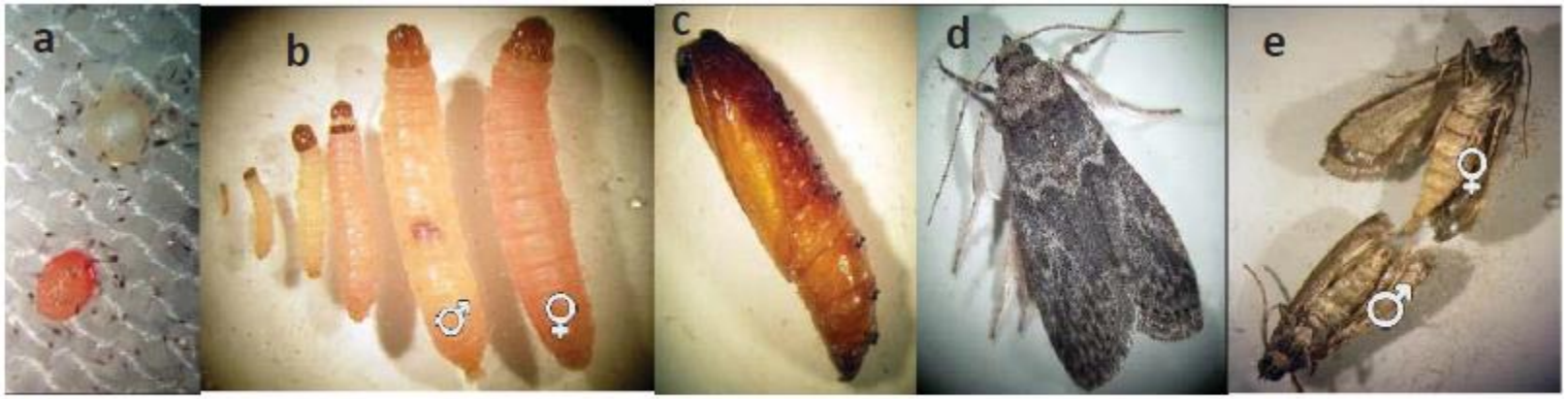


Figure 2. Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae,* (a) eggs (a freshly laid, white egg and a pinkish red egg, ready to hatch), (b) the 5 larval instars, (c) pupa, (d,e) adults. Hosseini, 2017

ipernity.com

P. Addison

www.ozanimals.com

www.semanticscholar.org

UOVO

- 0.7 X 0.5 mm spessore; da 1 a 8 giorni; 1-3 giorni a 30°C
- Deposti singolarmente o in gruppi di 3
- Gialli appena deposti, diventano rosa dopo 12-24 h dall'ovideposizione. Non schiudono sotto i 20°C
- Tempo incubazione: 4-6 giorni

LARVA

- 4-5 stadi su melograno
- Ampiezza capsula cefalica a maturità > 0.15mm
- 23.7 giorni a 30°C
- Larve di forma allungata, da bianco crema a rosa chiaro. Capsule cefaliche da gialle a marroni con aspetto molto simile a quelle di *T. leucotetra*
- Stadio prepupa: 1 giorno

Due larve di *Ectomyleois ceratoniae* (confermate al microscopio)
Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Rinvenimento di larve anche non mature che sfarfalleranno in primavera

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

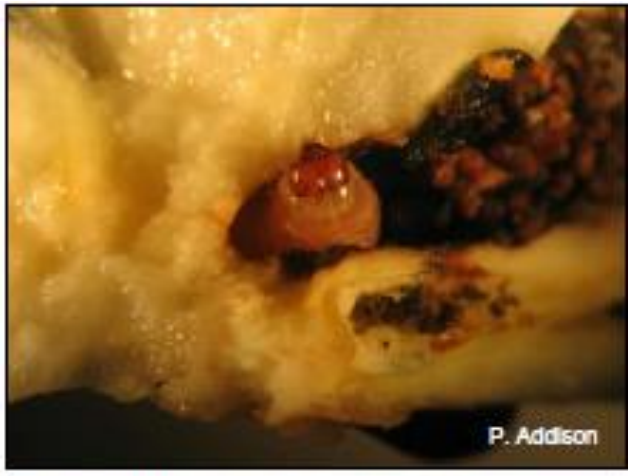
Larve di tignola di diverse età

Foto P. Zanolli

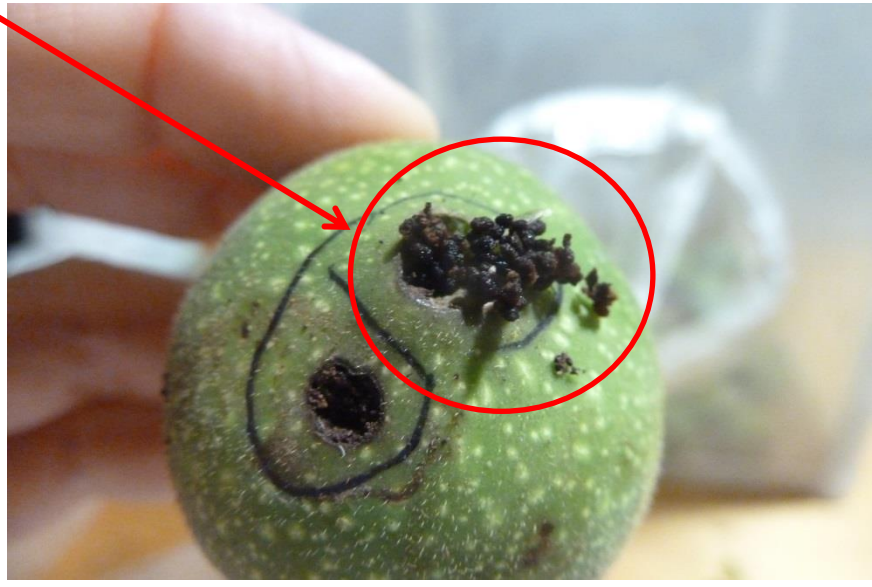
Foto P. Zanolli

Larva di tignola morta all’interno di una noce

- Spesso confusa con False codling moth (FCM) (*Thaumatotibia leucotetra*, Tortricidae): necessarie chiavi dicotomiche e microscopio per corretta identificazione
- Entrambe entrano nel frutto e producono escrementi che fuoriescono dal buco di ingresso (come anche carpocapsa)
- Pupe si impupano nel frutto, quelle di FCM nel terreno



Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, feeding damage.



- No anal comb on segment A10

Monique Rentel 2013

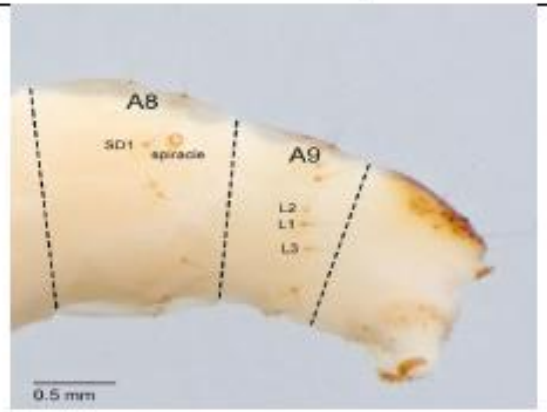
- An anal comb is present segment A10

Monique Rentel 2013

- There is a sclerotized ring around the SD1 seta on the A8 segment pinaculum
- The SD1 seta in situated dorsal to spiracle segment A8

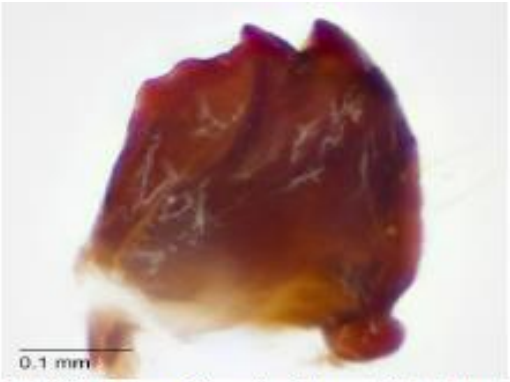
http://idtools.org/id/leps/lepintercept/index.html

- There is no sclerotized ring around the SD1 seta on the A8 segment
- The SD1 seta is situated in line with and anterior to spiracle segment A8



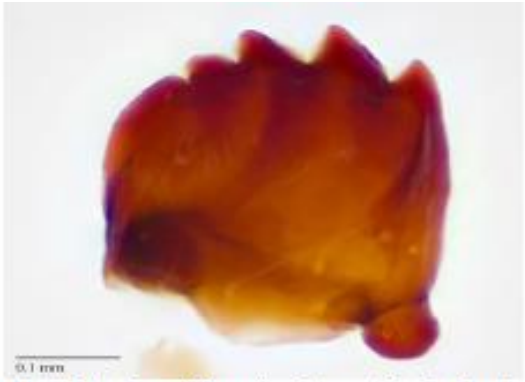
http://idtools.org/id/leps/lepintercept/index.html

- Four mandibular teeth



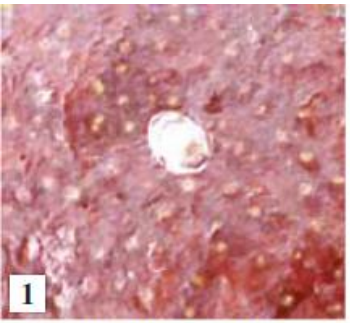
http://idtools.org/id/leps/lepintercept/index.html

- Five mandibular teeth



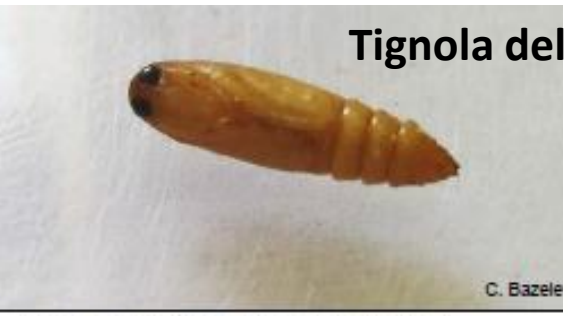
http://idtools.org/id/leps/lepintercept/index.html

Morland, 2015



Le uova (mm 1,2 x 0,9) vengono deposte generalmente isolate e attraversano un periodo di incubazione che si completa in circa 90 gradi-giorno (vedi testo a pagina 29 e 30), durante il quale l'uovo è inizialmente bianco opalescente (1)*, per mostrare poi un anello rosso* (2) *ed infine la testa nera della larva* (3)

4-*La larva (mm 18-20) penetra nel frutto dove scava una galleria che raggiunge le logge seminali, distruggendole.* **5**-*La crisalide (mm 10) si forma all'interno di un bozzolo tessuto nelle anfrattuosità della corteccia o al colletto delle piante.* **6**-*Adulto di carpocapsa (mm 15-22 di apertura alare)*



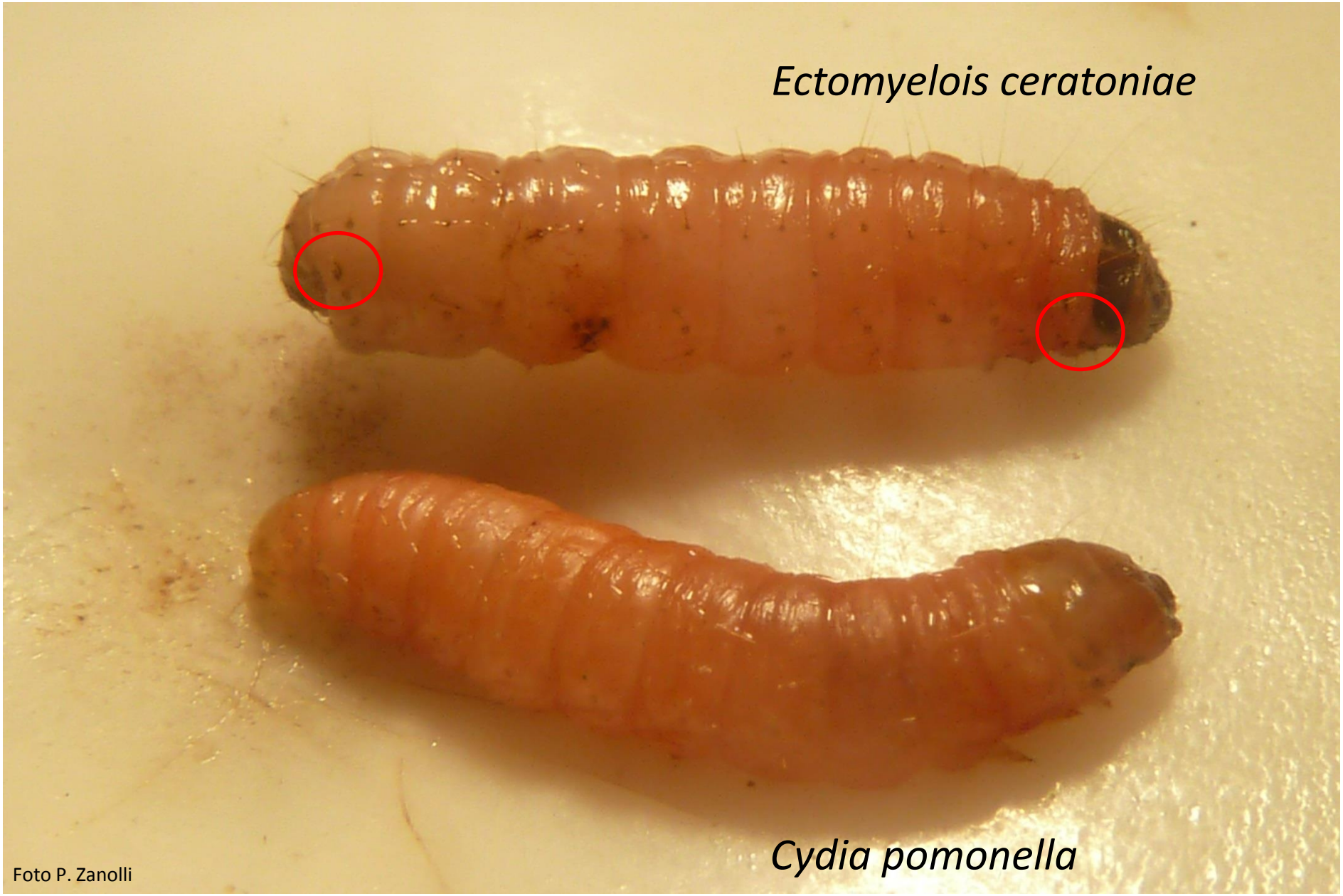
Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, pupa.

Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, male adult.

Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, adult.

Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, egg.

Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*


Ectomyelois ceratoniae
Cydia pomonella
Foto P. Zanolli

carpocapsa

Fig. 2: *Cydia splendana*, lateral view

Fig. 3: *Cydia pomonella*, dorsal view

Fig. 4: L group on T1

Fig. 5: A9 and A10

Fig. 6: D1, SD1 on A9

Fig. 7: D1, SD1 on A9

Fig. 8: Head

Fig. 9: Mandible

tignola

Fig. 2: Early instar, dorsolateral view

Fig. 3: Head and thorax, lateral view

Fig. 4: SD2 on A8

Fig. 5: Anal shield

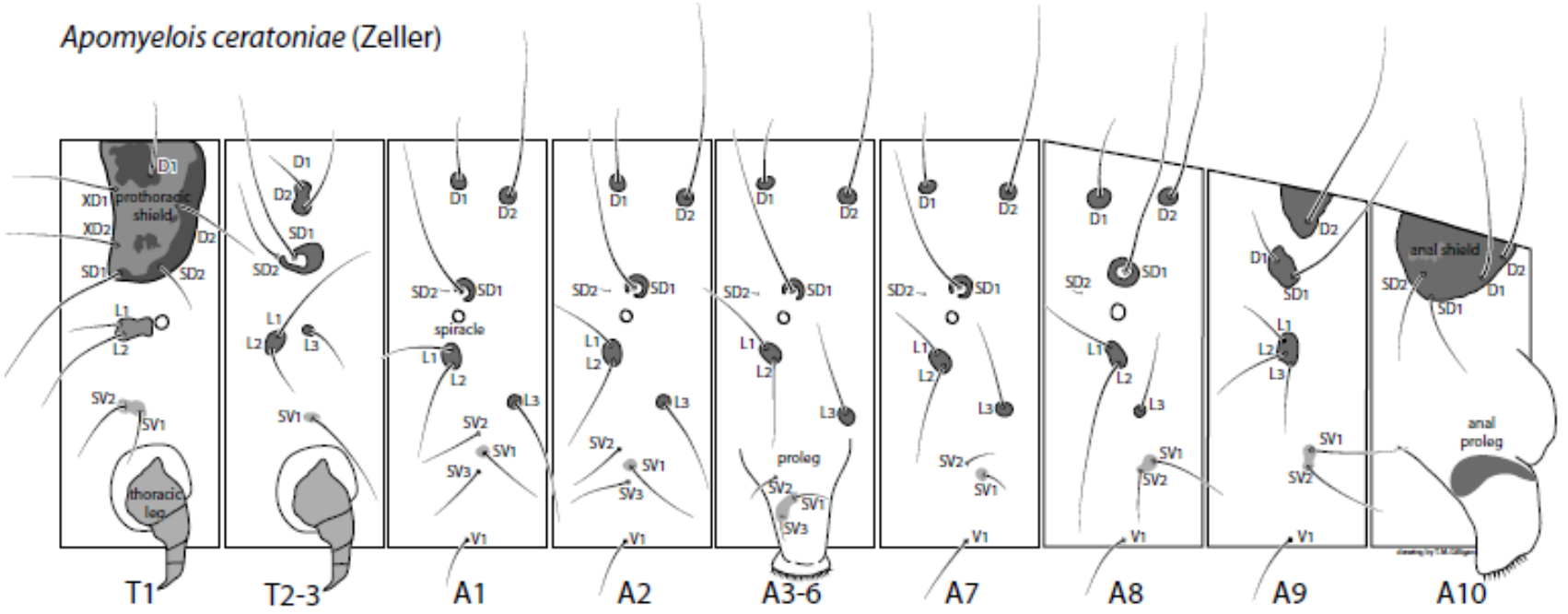
Fig. 6: Crochets

Fig. 7: Head

Fig. 8: Hypo. complex

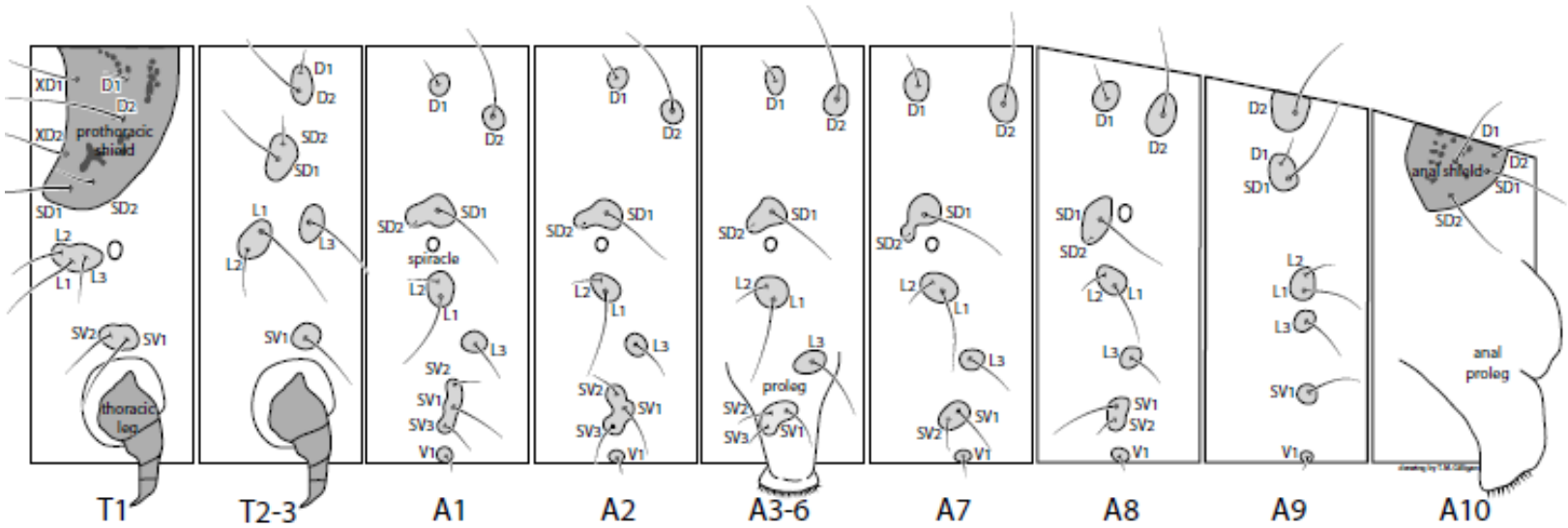
Fig. 9: Mandible

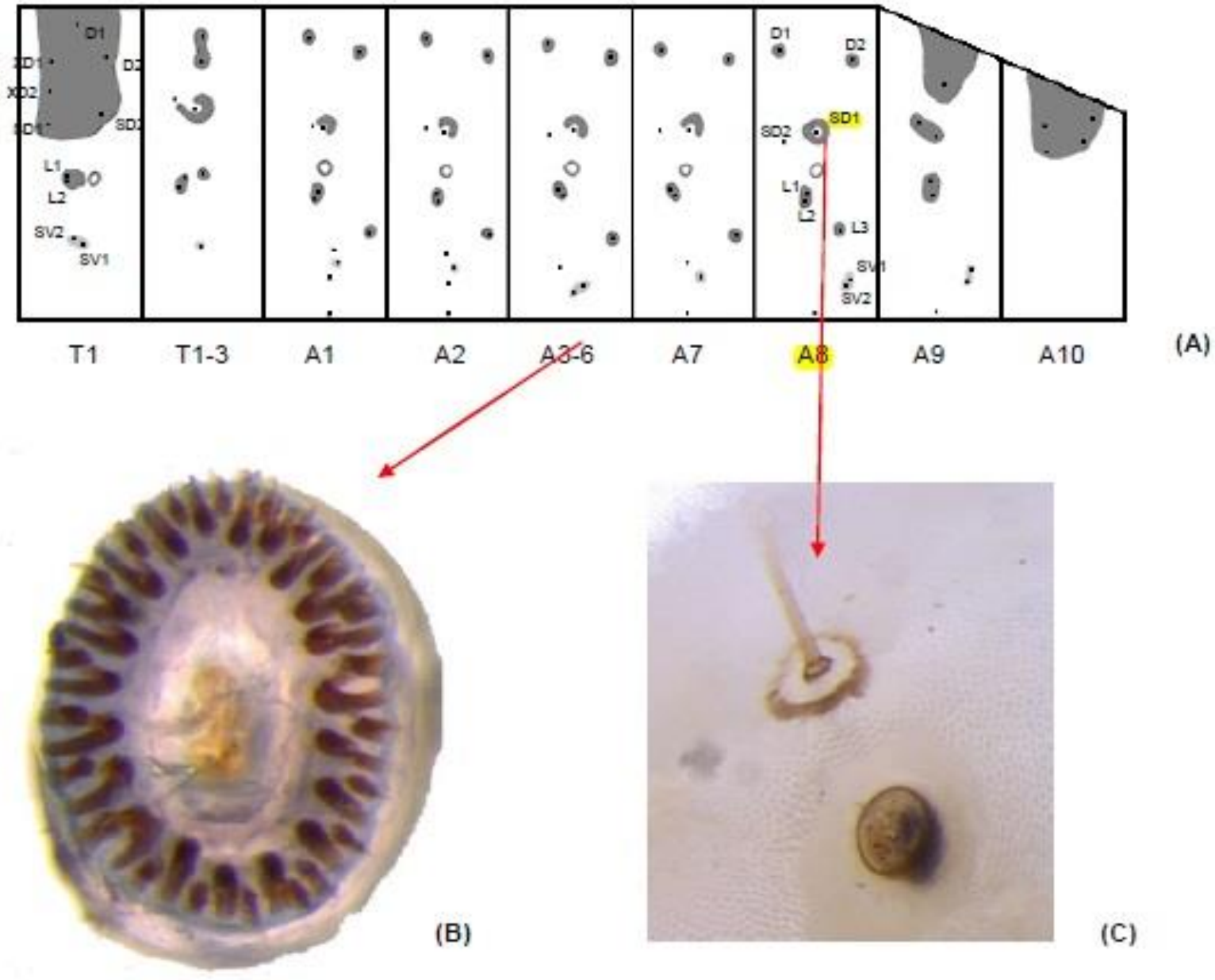
Apomyelois ceratoniae (Zeller)



Gillingan T.M. & S.C. Passoa. 2014. *LepIntercept. An identification resource for intercepted Lepidoptera larvae*

Id *Cydia pomonella* (Linnaeus)





Morland, 2015

www.lepintercept.org

www.lepintercept.org

www.lepintercept.org

PUPA

- Lunga 11 mm
- Durata stadio: 7 giorni a 30°C
- Colore da giallo a marrone con presenza di segni addominali scuri
- Presenza di differenze morfologiche tra pupe che danno origine a maschi o femmine

Seta che rivestiva il pupario

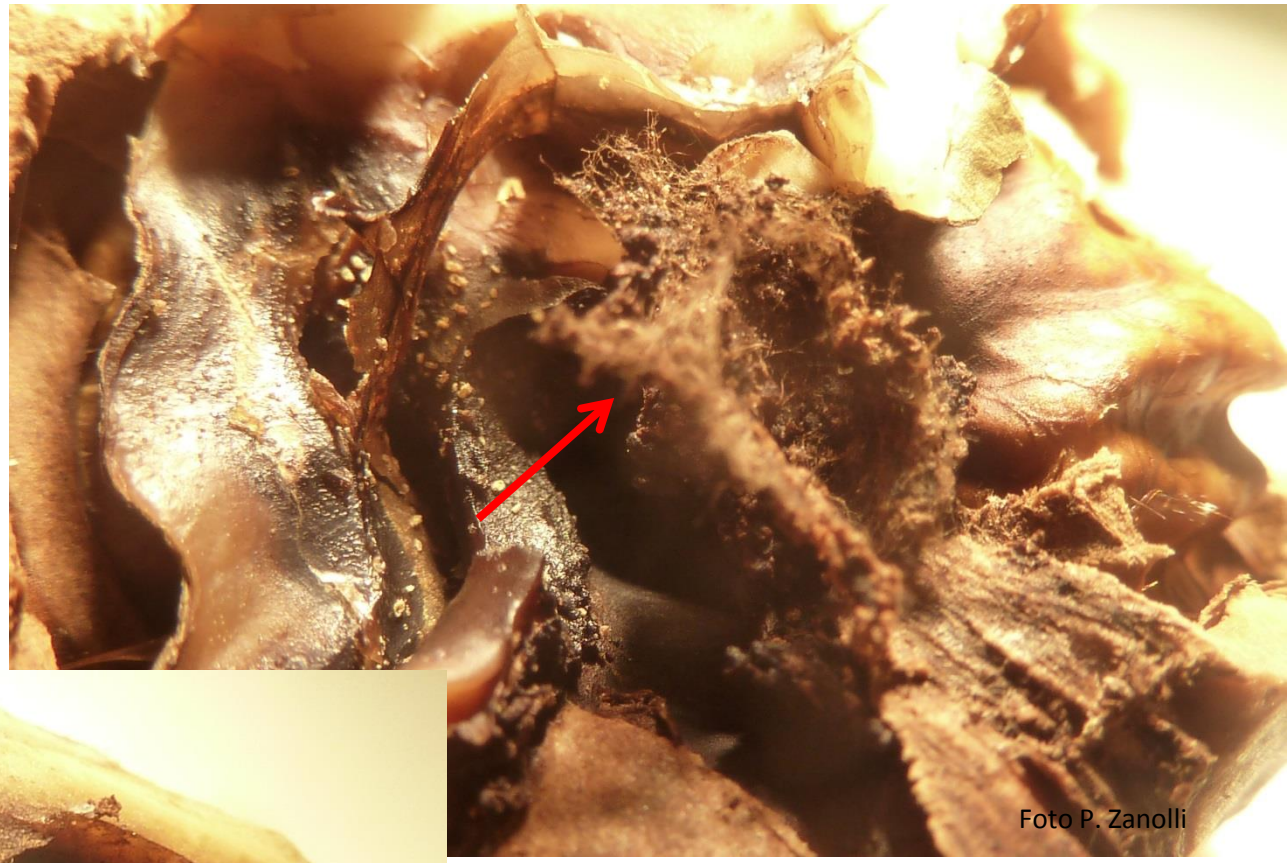


Foto P. Zanolli

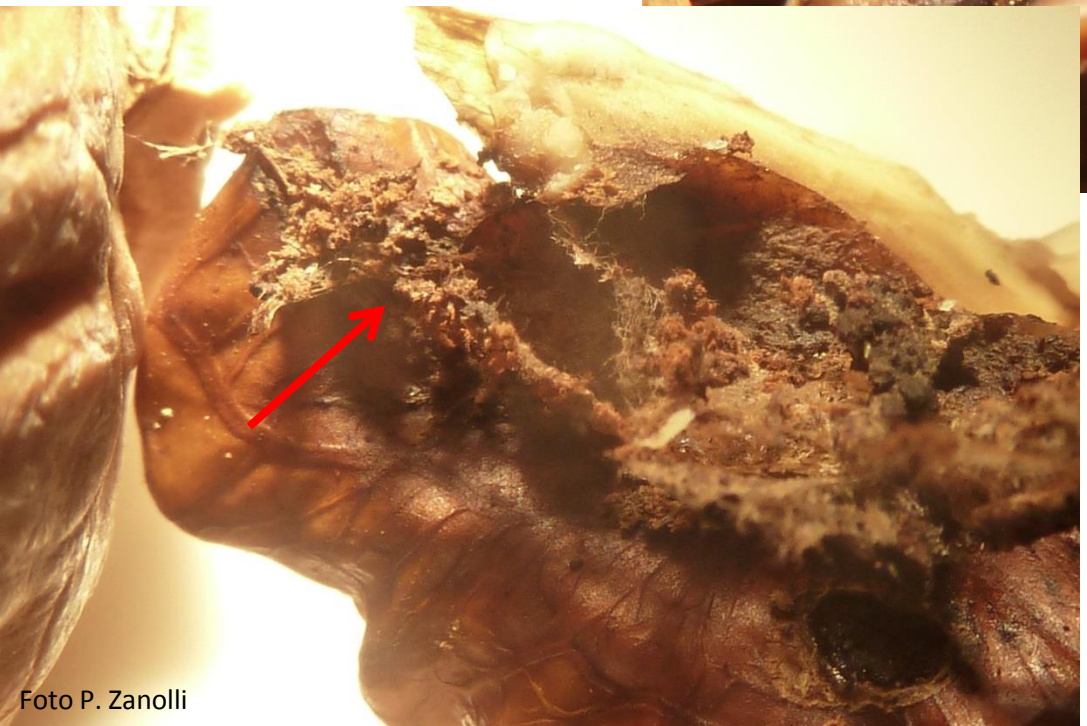
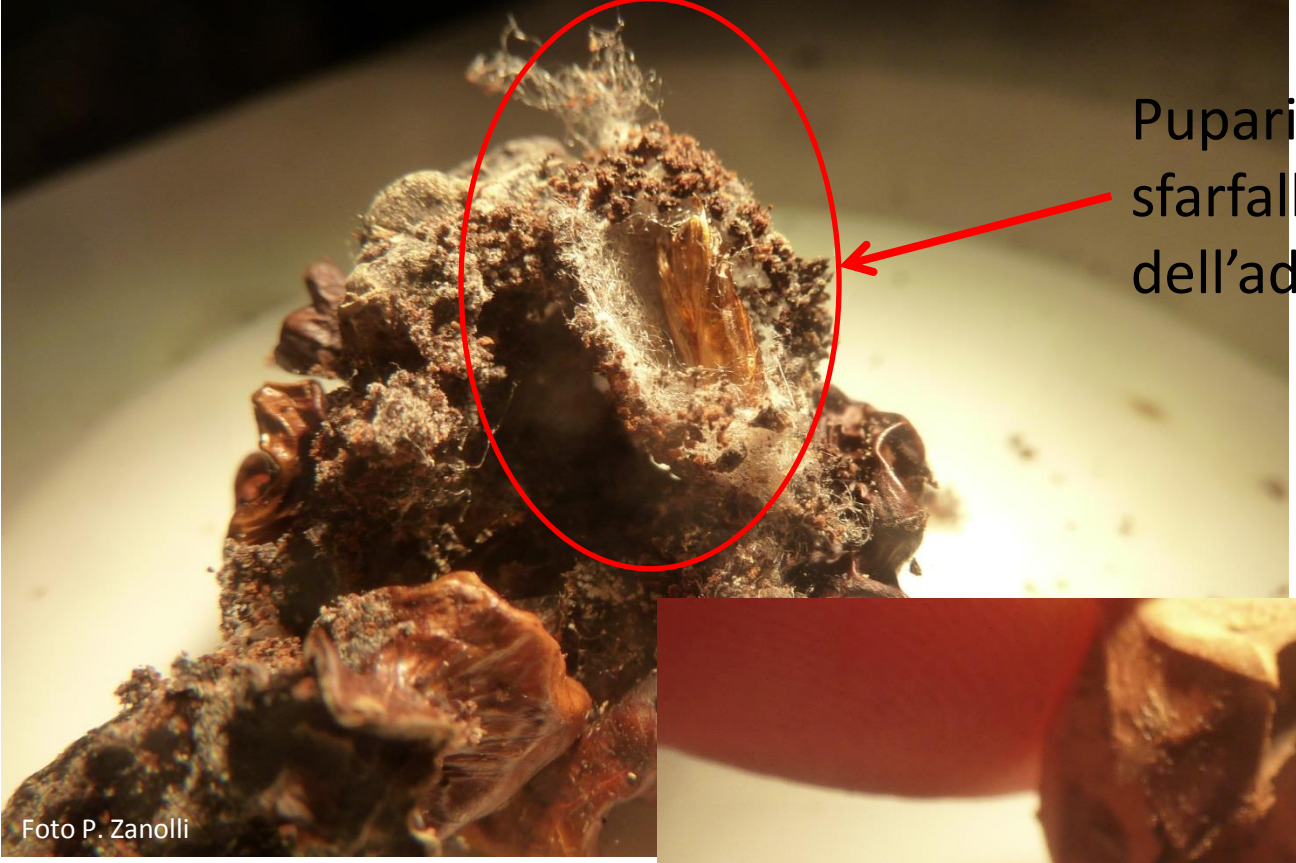


Foto P. Zanolli



Pupario ed esuvia di sfarfallamento dell'adulto

Foto P. Zanolli

Sito dove si trovava il pupario

Foto P. Zanolli

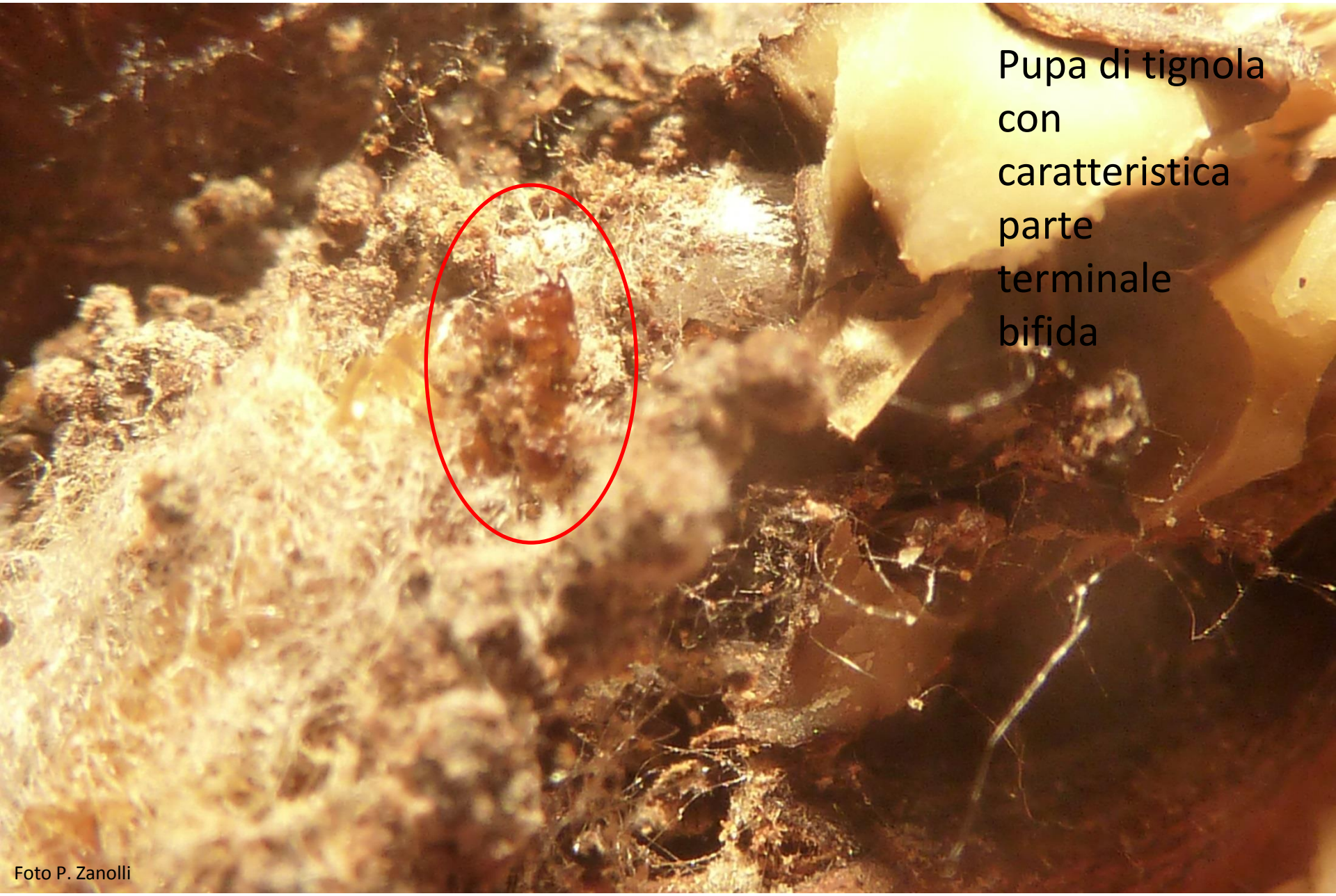

Pupa di tignola
con
caratteristica
parte
terminale
bifida
Foto P. Zanolli

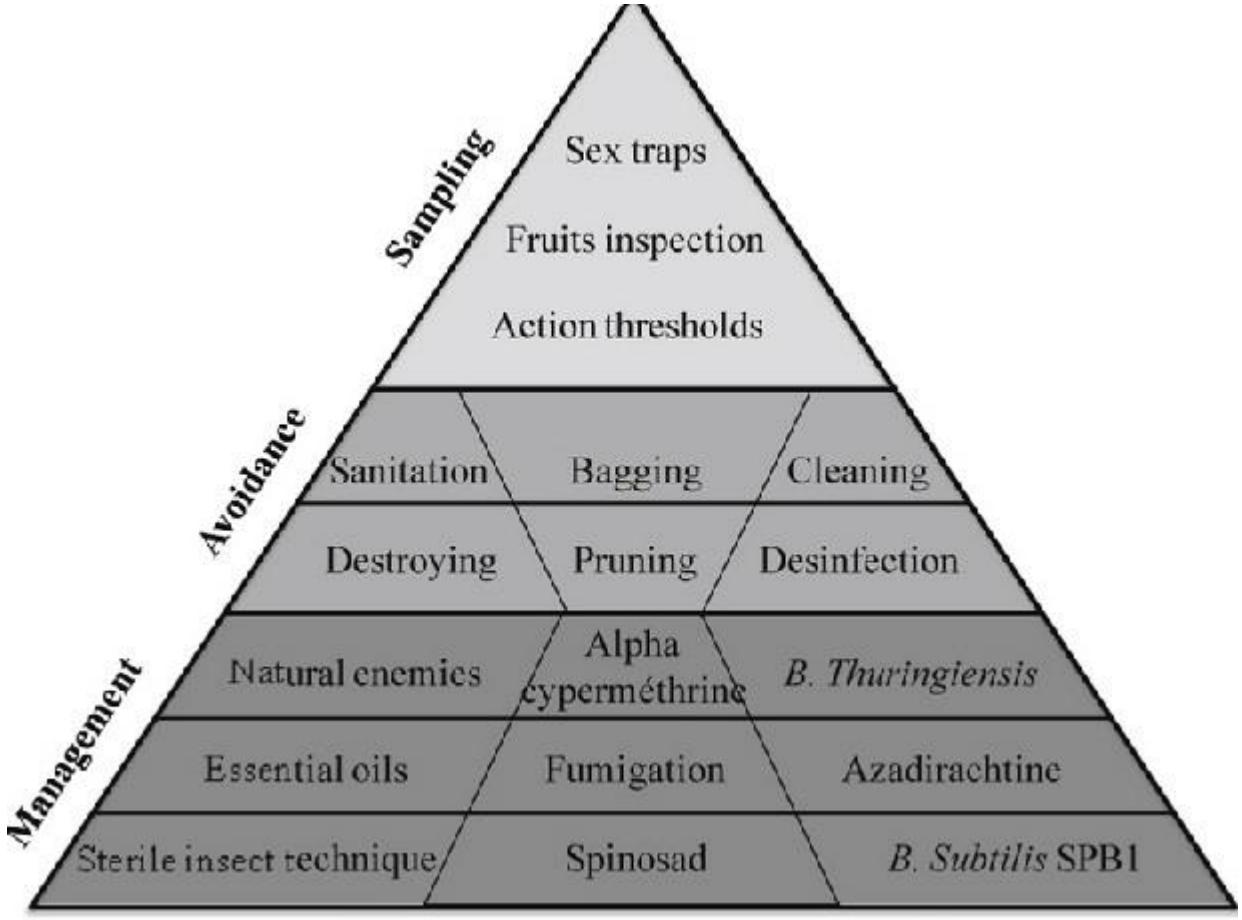
Figure 6: (A) Frontal view, (B) Lateral view, (C) Cremaster (enlarged)

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

DIFESA


Sampling
Sex traps
Fruits inspection
Action thresholds
Avoidance
Sanitation
Bagging
Cleaning
Destroying
Pruning
Desinfection
Management
Natural enemies
Alpha cyperméthrine
B. Thuringiensis
Essential oils
Fumigation
Azadirachtine
Sterile insect technique
Spinosad
B. Subtilis SPB1

Monitoraggio, prevenzione e misure di controllo

MONITORAGGIO

- Ispezione visiva dei frutti in campo (in stagione e in inverno)
- Soglie di danno in stagione: 7-15%
- Monitoraggio avviene tramite trappole a feromone; in paesi di origine frutteti vengono ispezionati alla ricerca di presenza di uova e larve

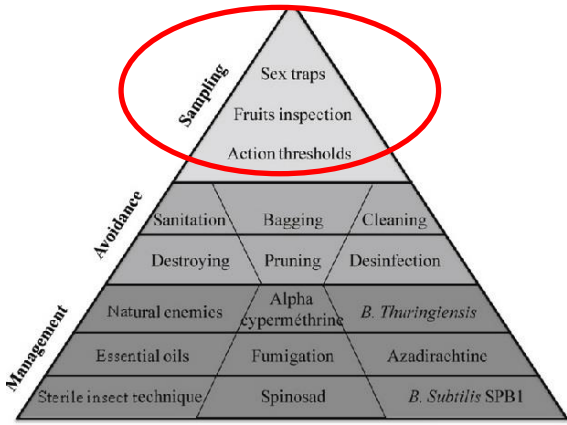
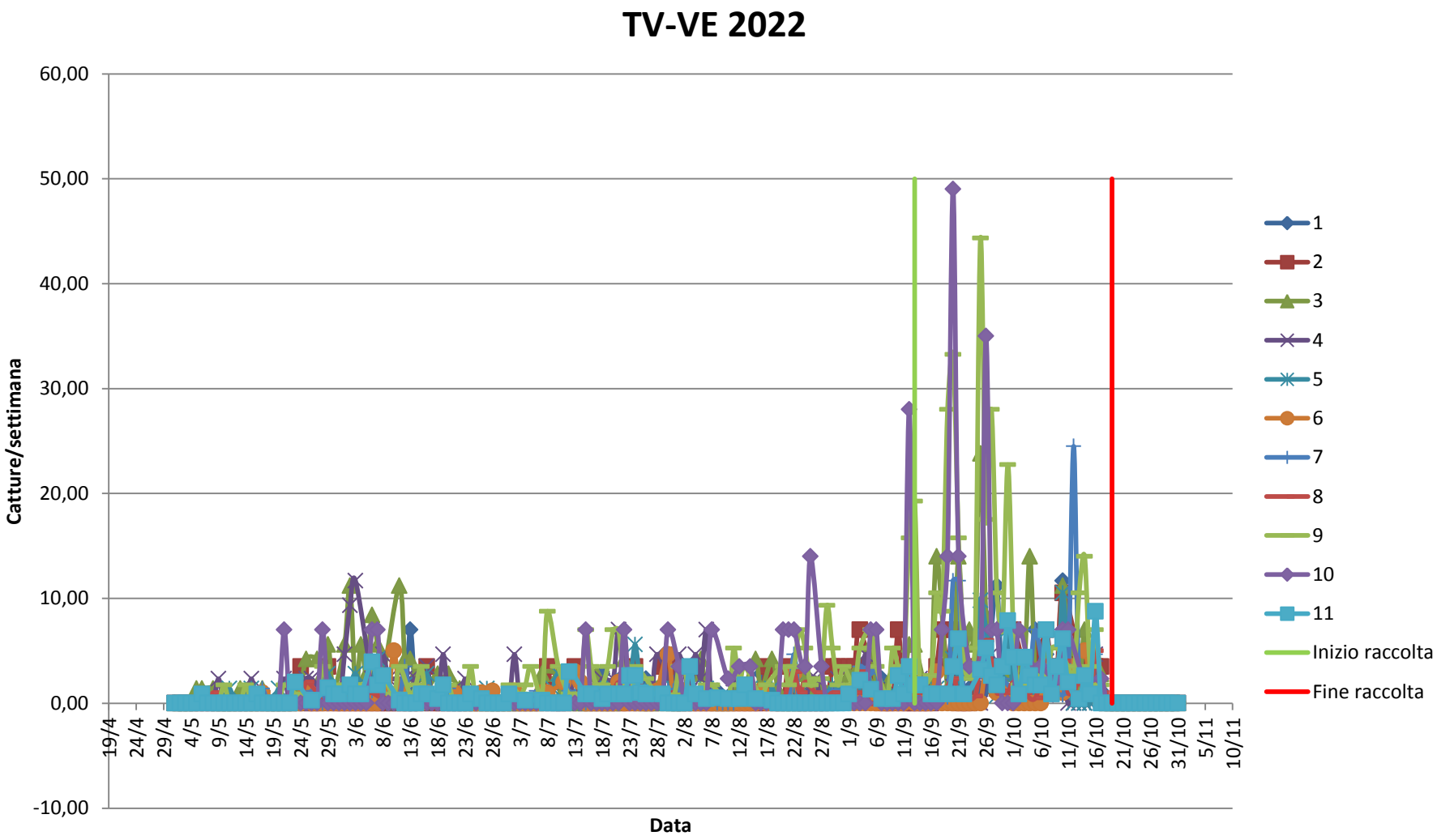
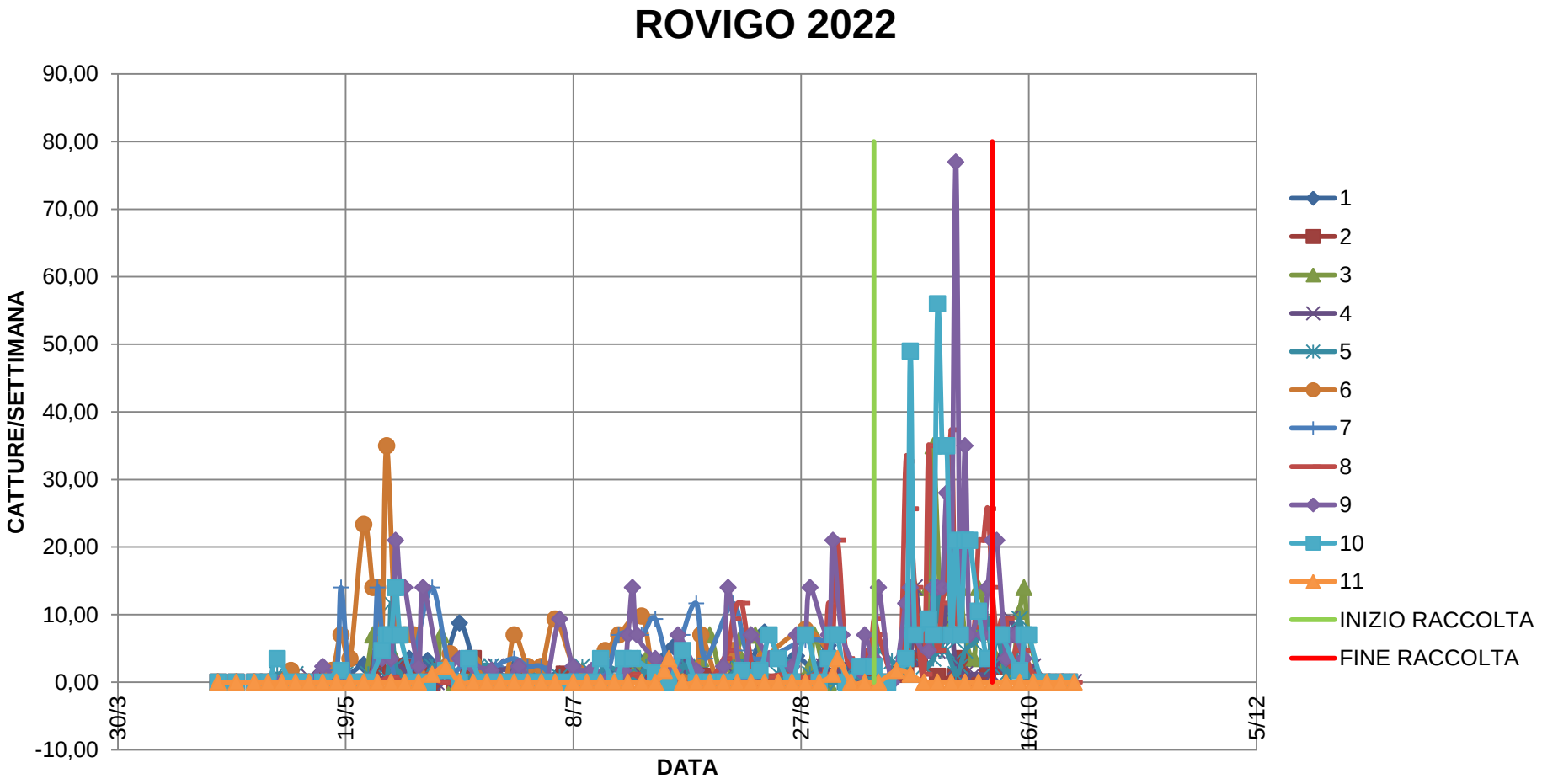


Foto A. Fiorin

www.agric.wa.gov.au

Catture con trappola a feromoni




ROVIGO 2022
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
-10,00
CATTURE/SETTIMANA
30/3
19/5
8/7
27/8
16/10
5/12
DATA
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
INIZIO RACCOLTA
FINE RACCOLTA

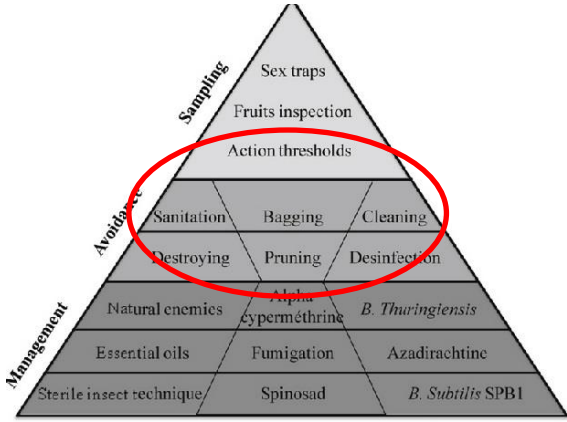
Controllo

- Nei paesi di origine i frutti danneggiati vengono eliminati (riduzione del danno fino all'80%)
- Confusione sessuale e utilizzo di *Bacillus thuringiensis*

Controllo

ELIMINAZIONE

- Distruzione dei frutti caduti e rimasti sugli alberi prima della stagione successiva
- Disinfezione dei magazzini e stanze di lavorazione
- Potatura

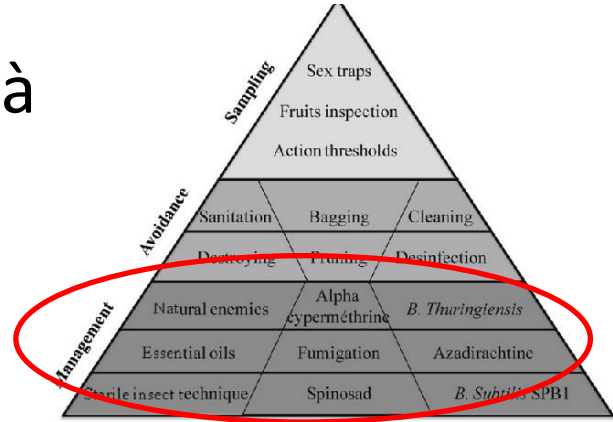


Gestione

CONTROLLO CHIMICO

- Momento ottimale (primavera o fasi successive)
- Modalità di distribuzione
- Effetti non target

Emamectina benzoato→ 100% mortalità (Hached et al., 2018)



Gestione

CONTROLLO BIOLOGICO

- *Bacillus thuringiensis*, *Bauveria bassiana*, *Bacillus subtilis*
- Azione fumigante di oli essenziali (Ben Jamaa, 2015 Ben Chaban et al., 2018; Ben Jemaa et al., 2012; Khemira et al., 2012; Haouel e Ben Jamaa, 2010): mortalità fino al 100% larve, adulti e 0% schiusura uova
- Utilizzo di estratti di piante di neem, oleandro e eucalipto (Mustafa e Neima, 2016): mortalità fino al 57% larve L5
- Estratto di *Melia azedarach* (Nia e Ben Salah, 2018): mortalità larve 86%, adulti 93%
- Utilizzo di *Metarhizium anisopliae* (Mustafa e Neima, 2016): mortalità circa 93% larve L3-L5
- Utilizzo di Spinosad e terra di diatomee (Ben Jamaa, 2015): fino 85 % riduzione schiusura uova

Gestione

- Tecnica insetto sterile: sterilizzazione insetti prima del rilascio in campo
- Nemici naturali (predatori/parassitoidi): prove di rilascio in campo
- Trattamenti UV-C, ozono, tecniche del freddo

Parassitoidi

- 38 specie di parassitoidi larvali
- Paesi di origine due parassitoidi: *Phanterotoma* spp.
- Ma anche parassitoidi di uova come *Apalanthes* spp., *Trichogramma* spp., *Bracon* spp.e *Brachymeria* spp.

Fig 1: Adult Parasitoid of *Apanteles myeloenta*

Fig 2: Adult Parasitoid of *Bracon hebetor*

Fig 3: Adult Parasitoid of *Brachymeria minuta*

Predatori

- Predatori: *Orius* sp., *Dicranolaius* sp., *Forficula auricularia,* formiche

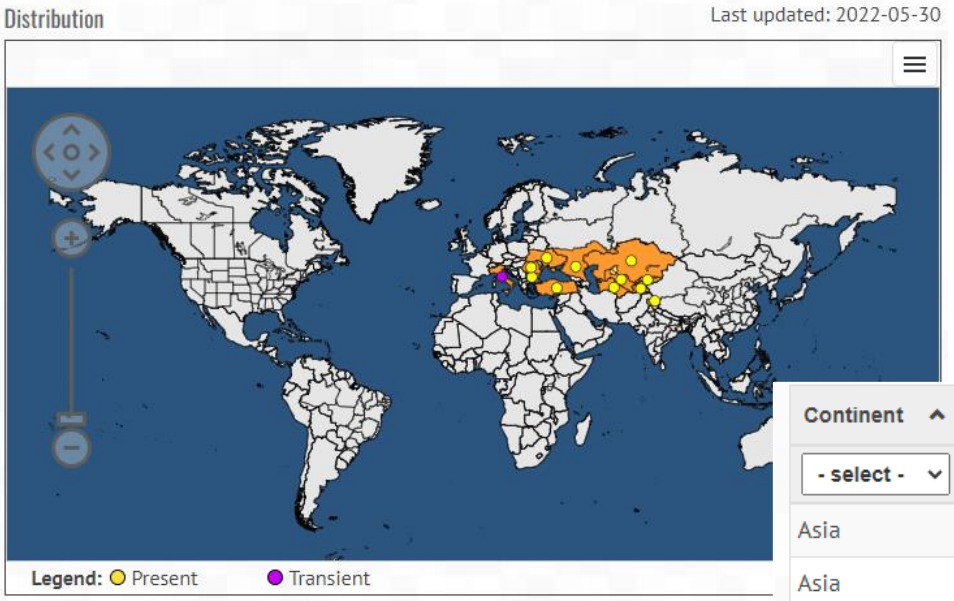
Garella musculana

Falena asiatica del noce

Garella musculana: sistematica

- Phylum: Antropodi
- Subphylum: Hexapoda
- Classe: Insecta
- Ordine: Lepidoptera
- Superfamiglia: Noctuidae
- Famiglia: Nolidae
- Sottofamiglia: Chloephorinae
- Genere: *Garella* Walker 1864
- Specie: *Garella musculana* Erschov, 1874

Distribuzione di *Garella musculana* (Lepidoptera: Nolidae)



https://gd.eppo.int/taxon/ERSHMU/distribution

Continent	Country	State	Status	
- select -	- select -	- select -	- select -	
Asia	India		Present, restricted distribution	view...
Asia	India	Jammu & Kashmir	Present, no details	view...
Asia	Kazakhstan		Present, restricted distribution	view...
Asia	Kyrgyzstan		Present, no details	view...
Asia	Tajikistan		Present, no details	view...
Asia	Turkmenistan		Present, no details	view...
Asia	Uzbekistan		Present, no details	view...
Europe	Bulgaria		Present, restricted distribution	view...
Europe	Italy		Transient	view...
Europe	Romania		Present, no details	view...
Europe	Russia		Present, restricted distribution	view...
Europe	Russia	Southern Russia	Present, no details	view...
Europe	Turkey		Present, restricted distribution	view...
Europe	Ukraine		Present, no details	view...

2021, Veneto

Cenni su biologia e danni

- **Sverna come crisalide** tipicamente nelle fessure alla base del tronco
- In letteratura sono riportate **da una a quattro generazioni annuali**
- Il periodo di sviluppo larvale varia a seconda delle generazioni ed è di 25-40 giorni attraverso cinque età
- La larva neonata entra nella pianta praticando un piccolo **foro all'ascella delle foglie dei germogli freschi** e nutrendosi del tessuto centrale, scava una **galleria** che può causare il **disseccamento del germoglio colpito**. In genere è presente una sola larva per galleria
- Una larva **può attaccare più frutti**. In fase precoce può danneggiare il gheriglio causando talvolta la caduta dei frutti attaccati. In fasi fenologiche più avanzate, l'attività alimentare della larva si limita al mallo con rifiuti nutrizionali di colore nero-marrone facilmente visibili all'imboccatura del foro di ingresso simili a carpocapsa (per i frutti) e rodilegno giallo (per l'attacco ai germogli)

Danno da alimentazione

- È stato determinato che il numero di alberi infestati (Turchia) varia tra l'8 e il 90%.
- Numero di germogli infetti negli alberi varia tra il 4 e il 60%
- Danno del fino al 70-80% nei frutti di noce

Le larve della prima progenie che emergono dall'uovo si nutrono dalla parte fresca del germoglio o le larve della seconda progenie entrano attraverso il punto di fruttificazione

Yldiz, 2021

Danno da alimentazione su frutto

- Diverso per ogni generazione
- Solo nelle varietà di noci del risveglio tardivo come chandler e fernor, è stata osservata la perdita di frutta a causa delle attività delle larve di 2a generazione

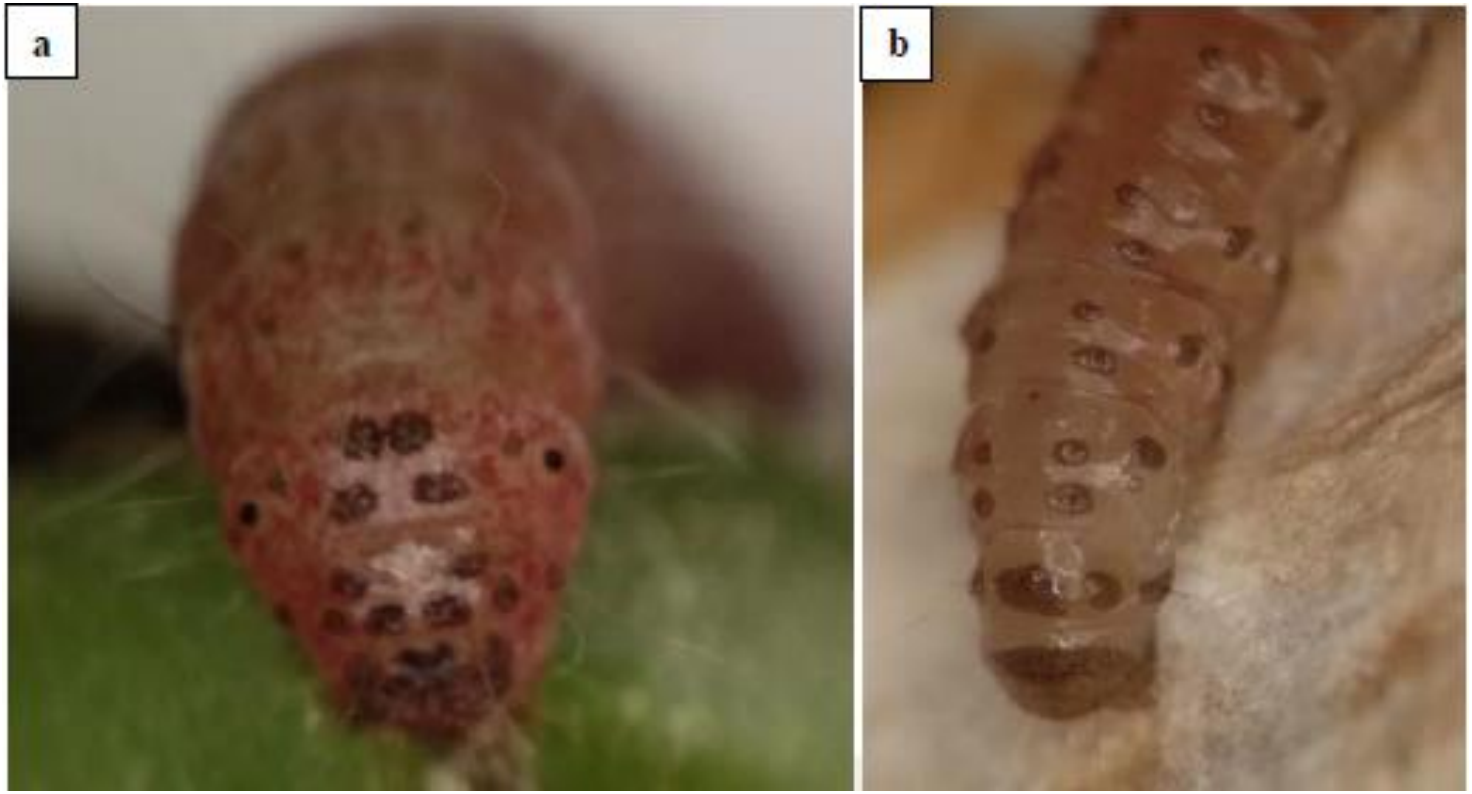
a. Punto di ingresso in noce, b. Galleria su frutto, c. Danno pericaptale d. Danni nell'endocarpo e. Noci danneggiate che rimangono attaccate f. Frutti caduti a causa di danni precoci, G. Frutti che non hanno perso il loro valore di mercato h. Frutto che ha perso il suo valore di mercato

Yldiz, 2021

Yldiz et al., 2018

- Generalmente viene osservata 1 larva/frutto, talvolta 2, raramente da più di 2 fino anche a 8 larve
- *G. musculana* e *C.pomonella* possono nutrirsi nello stesso frutto (foto b)
- I danni da queste due specie non sono distinguibili

Yldiz, 2021



Le due specie presentano delle caratteristiche morfologiche per cui è possibile distinguerle

Yldiz, 2021

Danno da alimentazione su germoglio

- Questo danno nel germoglio influisce sul ritardo della crescita soprattutto negli alberi giovani e sulla resa dei frutti dell'anno successivo negli alberi nell'età del raccolto. Le larve di *G.musculana* si nutrono del germoglio, provocandone l'indebolimento, riducendo così la resa dei frutti

a. Residui di alimentazione dal foro di ingresso, b. La galleria c. Gallerie abbandonata d. Germogli secchi danneggiati nell'anno precedente

Yldiz, 2021

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

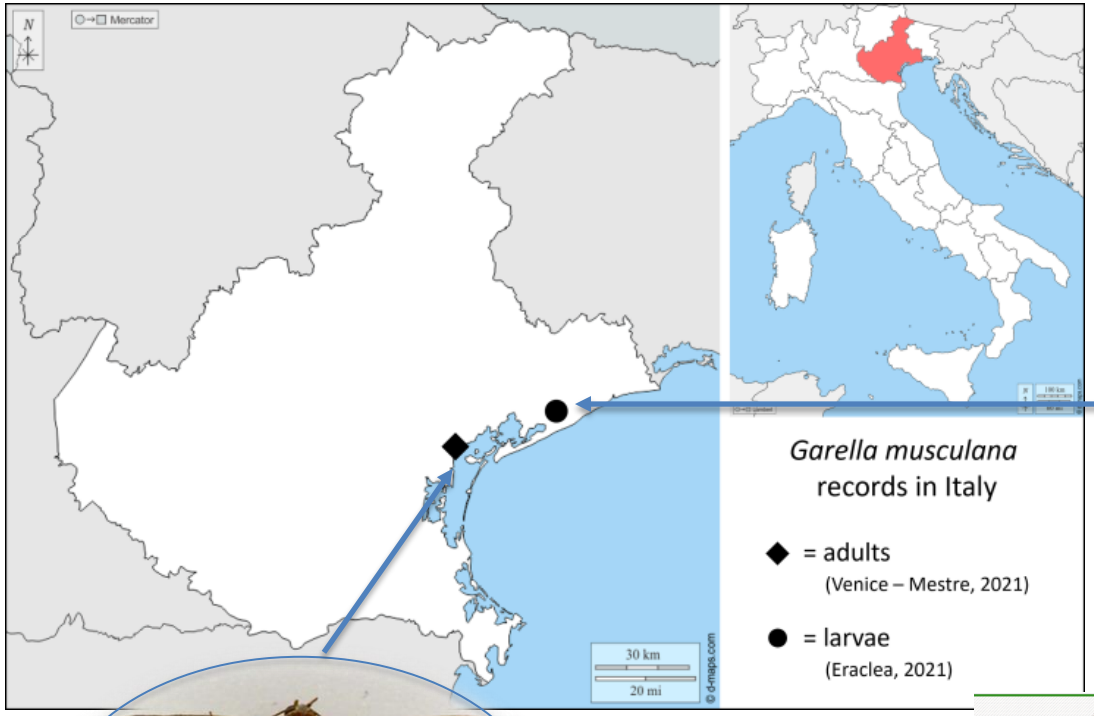
Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Primi ritrovamenti in Italia di *Garella musculana*: 2021 in Veneto



Primo ritrovamento di Garella musculana in Italia

First report of Garella musculana in Italy

- The NPPO of Italy recently informed the EPPO Secretariat of the first report of *Garella musculana* (Lepidoptera: Noctuidae - **EPPO A2 List**, *Erschoviella musculana*) on its territory. *G. musculana* is an important walnut pest originating in Central Asia. It was found in 2008 in Ukraine, and more recently in Turkey (EPPO RS 2019/008), Bulgaria (EPPO RS 2019/009), Romania (RS 2021/171), and Southern Russia (RS 2021/207).
- A specimen was found in an entomological trap placed in a private garden in an urban area in the municipality of Venezia - Mestre (Province of Venezia, region of Veneto) in October 2021. The identity of the insect was confirmed by the University of Padua.
- The NPPO will carry out a specific survey during the spring-summer period 2022 to verify the distribution of the pest.
- The pest status of *Garella musculana* in Italy is officially declared as: **Transient, actionable, under surveillance.**

Sources

NPPO of Italy (2022-01).

Garella musculana (ERSHMU)

MENU

- Overview
- Distribution
- Host plants
- Host commodities
- Categorization
- Reporting
- Photos
- Documents

Distribution details in Italy

Situation

Current pest situation evaluated by EPPO on the basis of information dated 2022: Present, few occurrences

First recorded in: 2022

Pest status declared by NPPO: Transient, actionable, under surveillance (2022-01)

Comments

EPPO Reporting Service (2022/034) : one specimen found in a trap in October 2021. Under surveillance.

References

* NPPO of Italy (2022-01).

Biologia di *G. musculana*

- Insetto monofago su noce (*Juglans* sp.) dal mare fino a 1900-2100 m s.l.m.
- Svernamento come pupa
- Soglia di sviluppo: 10.2° C
- Necessari per compimento di una generazione: 447.2 DD (gradi giorno)

Biologia di *G. musculana*

- Turchia: 4 generazioni/anno
- EPPO (2005): 2-3 generazioni/anno, 2 gen/anno a 1700-1900 m s.l.m., 1 gen/anno > 1900 m s.l.m.
- Italia??

EPPO (2005). Data sheets on quarantine pests *Erschoviella musculana* (2005). Bull. OEPP 35, 425-428.

Svernamento

- Svernamento in maggioranza allo stadio di pupa
- Soprattutto nella parte inferiore del fusto fino a 70 cm (10-100 cm) di altezza dal suolo
- Nella parte basale del tronco sotto le erbe infestanti, dentro le crepe della corteccia, in alberi avvolti da edera
- Anche dentro profonde crepe della corteccia su rami grossi
- Le pupe preferiscono svernare nel lato sud (3-4 volte più abbondanti che nel lato nord del fusto)

Svernamento

Yldiz, 2021

Nei luoghi di svernamento le pupe si trovano generalmente insieme sotto forma di gruppi di bozzoli, anche se possibile trovarle singolarmente. Gli ammassi di pupe contano fino a 45- 60 ma anche 170 pupe

Yldiz, 2021

Svernamento

All’interno dei bozzoli si trovano le pupe in svernamento

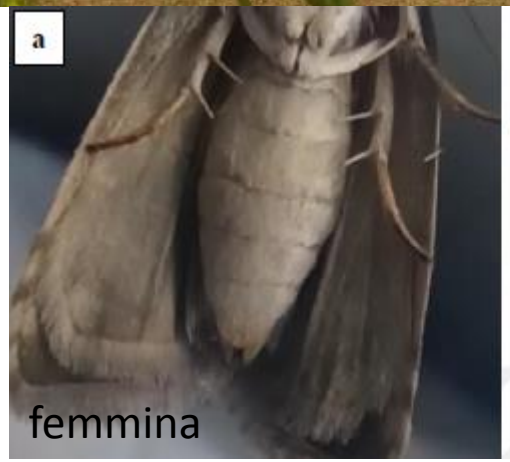
Luoghi di impupamento delle larve «estive»

Yldiz, 2021

Primo volo degli adulti

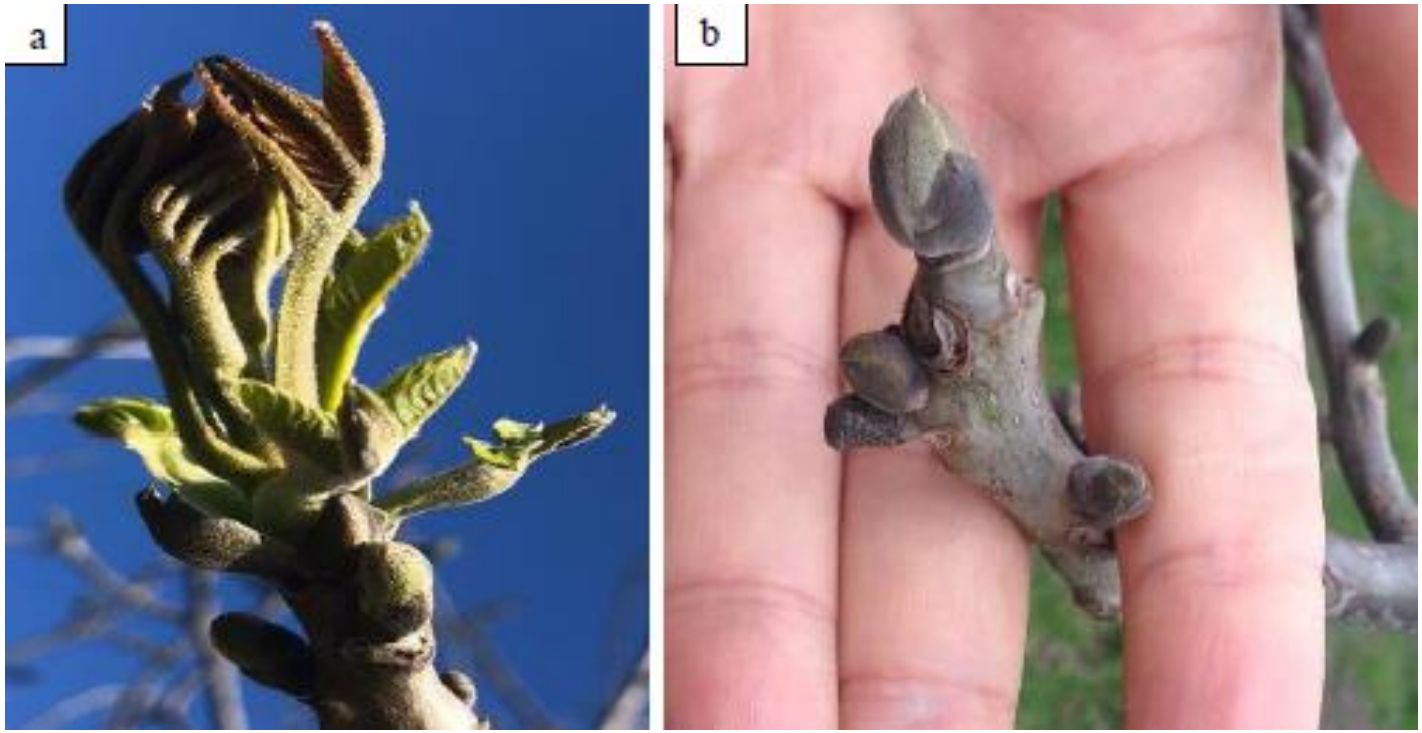
Controllo fra 1 marzo e 15 maggio

Da inizio settembre a fine novembre



Yldiz, 2021

1° volo e fase fenologica noce



Varietà precoci
Yalova 1-2 e noci non innestate

Varietà tardive
Chandler e Fernor

Yldiz, 2021

Primo volo degli adulti

A 25 m s.l.m.

- 1° emergenza avvenuta il 18 marzo (9.5°C e 75.6%HR)
- Picco fra 6 e 9 aprile (picco 9 aprile con 13°C e 76.8%HR)
- Ultima 1 maggio

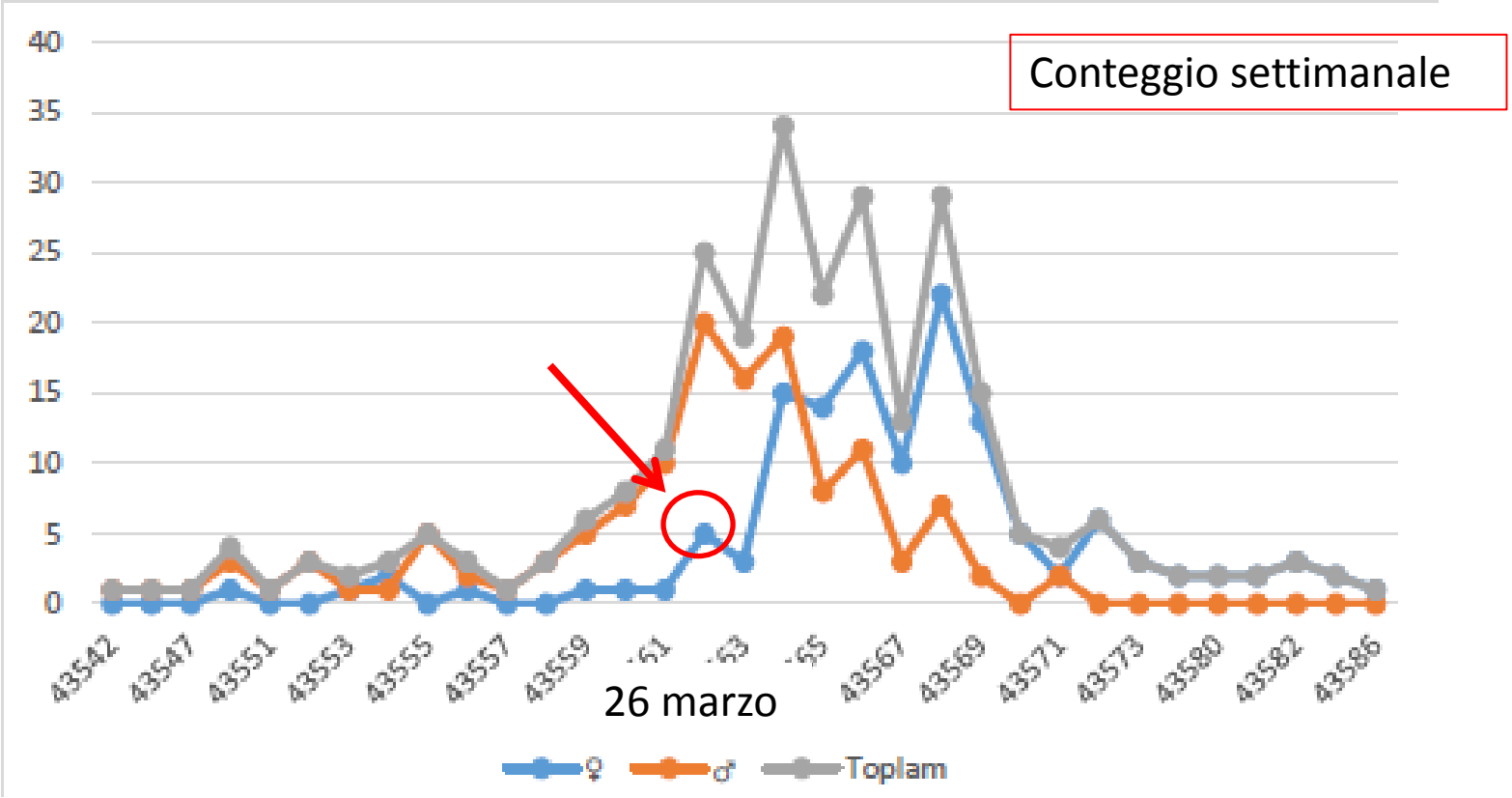
Tasso emergenza invernale 78%

A 1010 m s.l.m.

1° generazione avvenuta tra 18-20 aprile

A 1600 m s.l.m.

1° generazione avvenuta inizio maggio



Rapporto fra i sessi all'emergenza→ 1:1

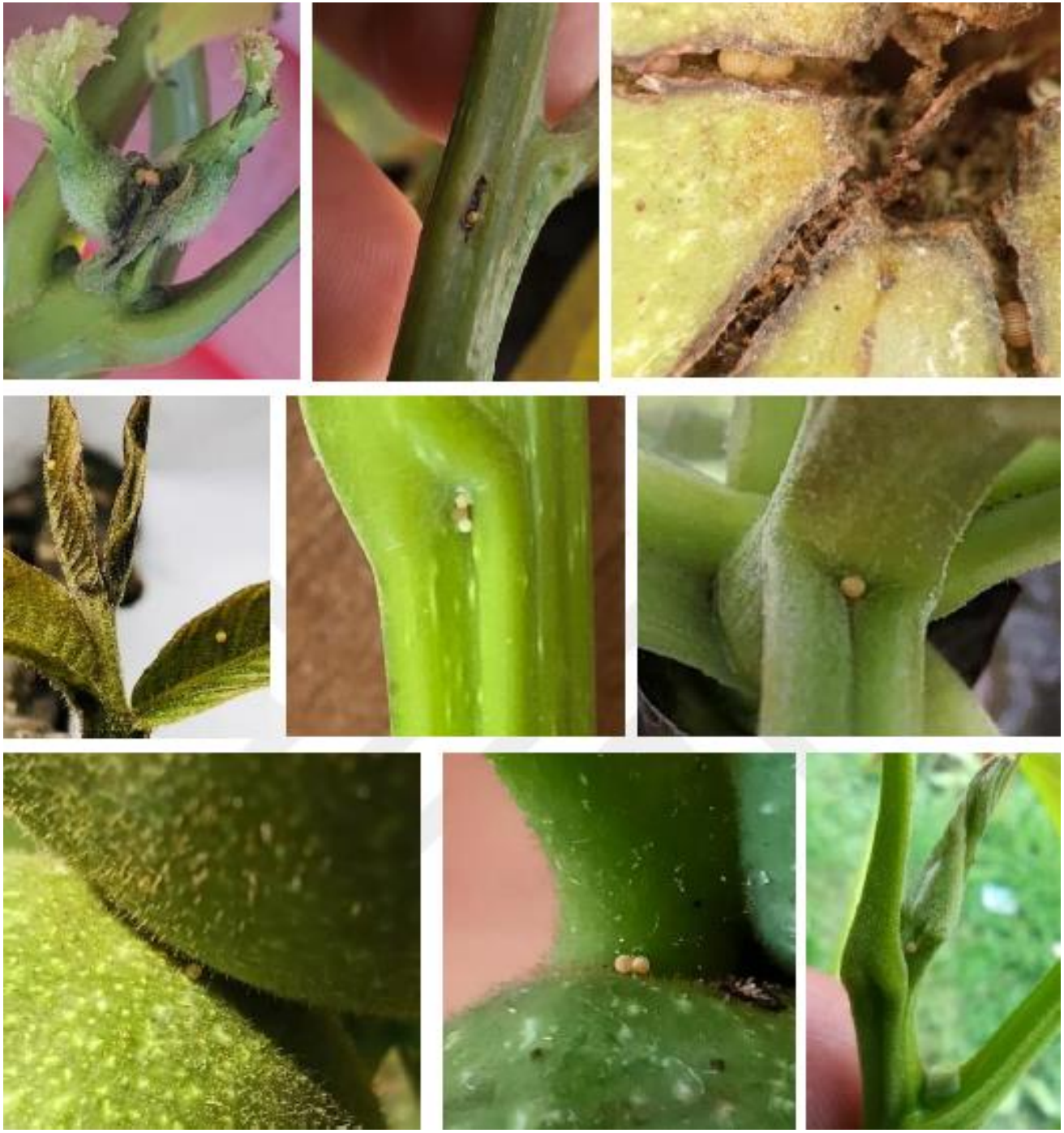
Emergono prima i maschi, a distanza di 8 giorni le femmine

Voli

- Dati della Turchia
- 1° volo : inizio aprile-fine maggio
- 2° volo : giugno-luglio
- 3° volo: agosto

Comportamento di ovideposizione

- Maggior numero di uova deposto dove frutti doppi/tripli vengono in contatto (anche a gruppi fino a 8 uova)
- Se sono presenti 2-3 mm o maggior spazio no ovideposizione
- Vengono preferiti frutti danneggiati (danni meccanici o da generazione precedente o da carpocapsa)
- Depone anche su germogli dell'anno che portano pochi frutti



Yldiz, 2021

Yldiz, 2021

Uovo

Uova di *G. Musculana*
a. Sezione, b. Uova appena deposte, c. uovo da cui è sgusciata la larva
d. Uova di 2-3 giorni

Media di circa 55 uova/femmina (30-120) deposte nell'arco della vita dell'adulto (20 giorni)

Yldiz, 2021

Stadi di sviluppo delle uova in *G. musculana*

Yldiz, 2021

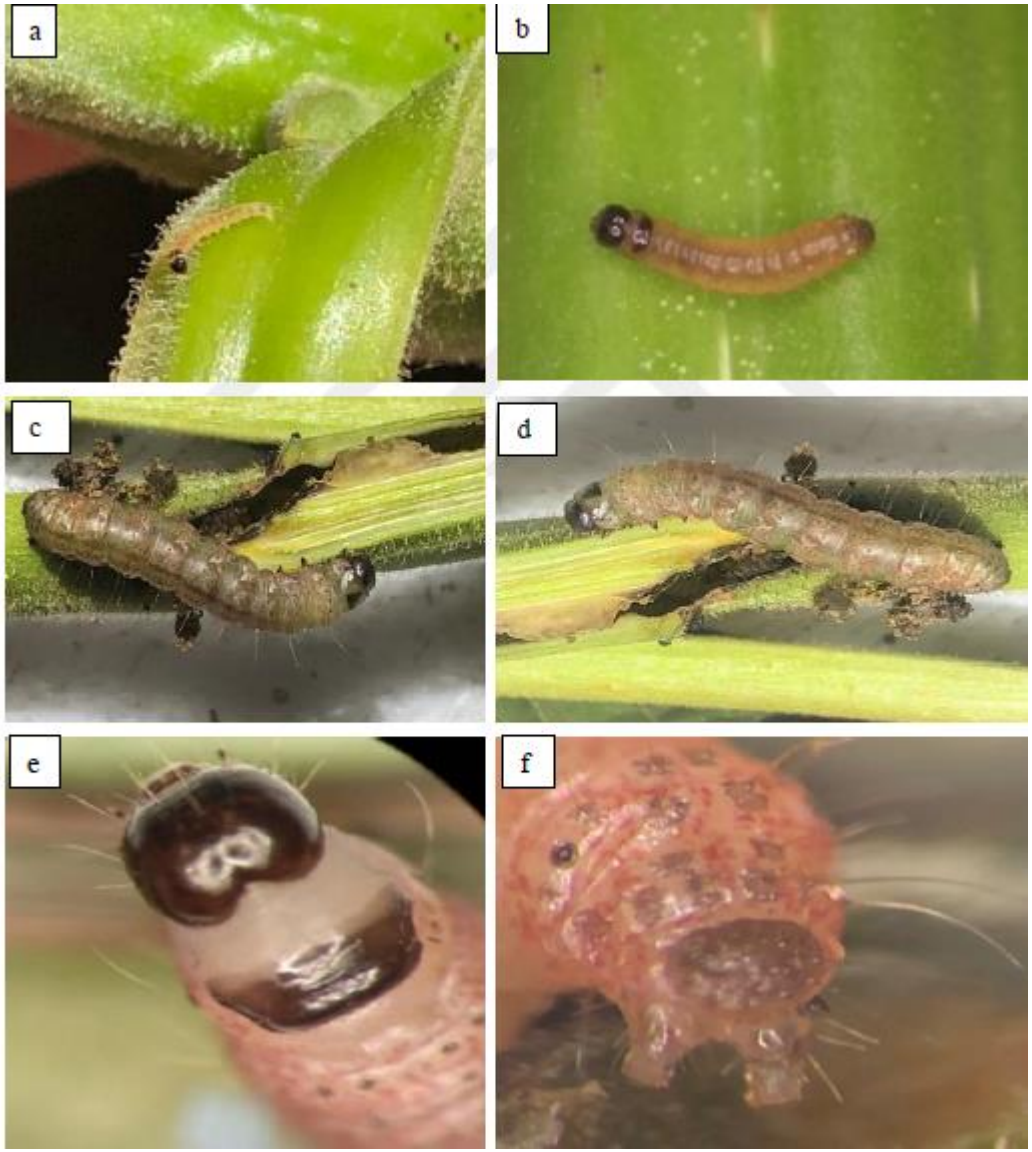
Uovo

Il periodo di sviluppo delle uova varia a seconda delle generazioni e richiede 5-14 giorni.

Larva

- Le larve che si schiudono dalle uova sono lunghe 1,5-2 mm, di colore giallastro.
- Le larve mature sono lunghe 14-18 mm, di colore verde scuro sporco o bruno rossastro.
- Testa nera o marrone scuro
- Scudo occipitale e scudo anale marrone scuro
- Una vena marrone è visibile al centro della parte dorsale del corpo
- Il corpo è ricoperto di peli radi, i peli sulla testa sono corti ei peli sulle altre parti sono lunghi
- La larva attraversa quattro stadi.

Larva



a. Larva del primo stadio, b. c. e d. Larve di epoche diverse, e. scudo occipitale f. scudo anale

Yldiz, 2021

ukrbin.com

ukrbin.com

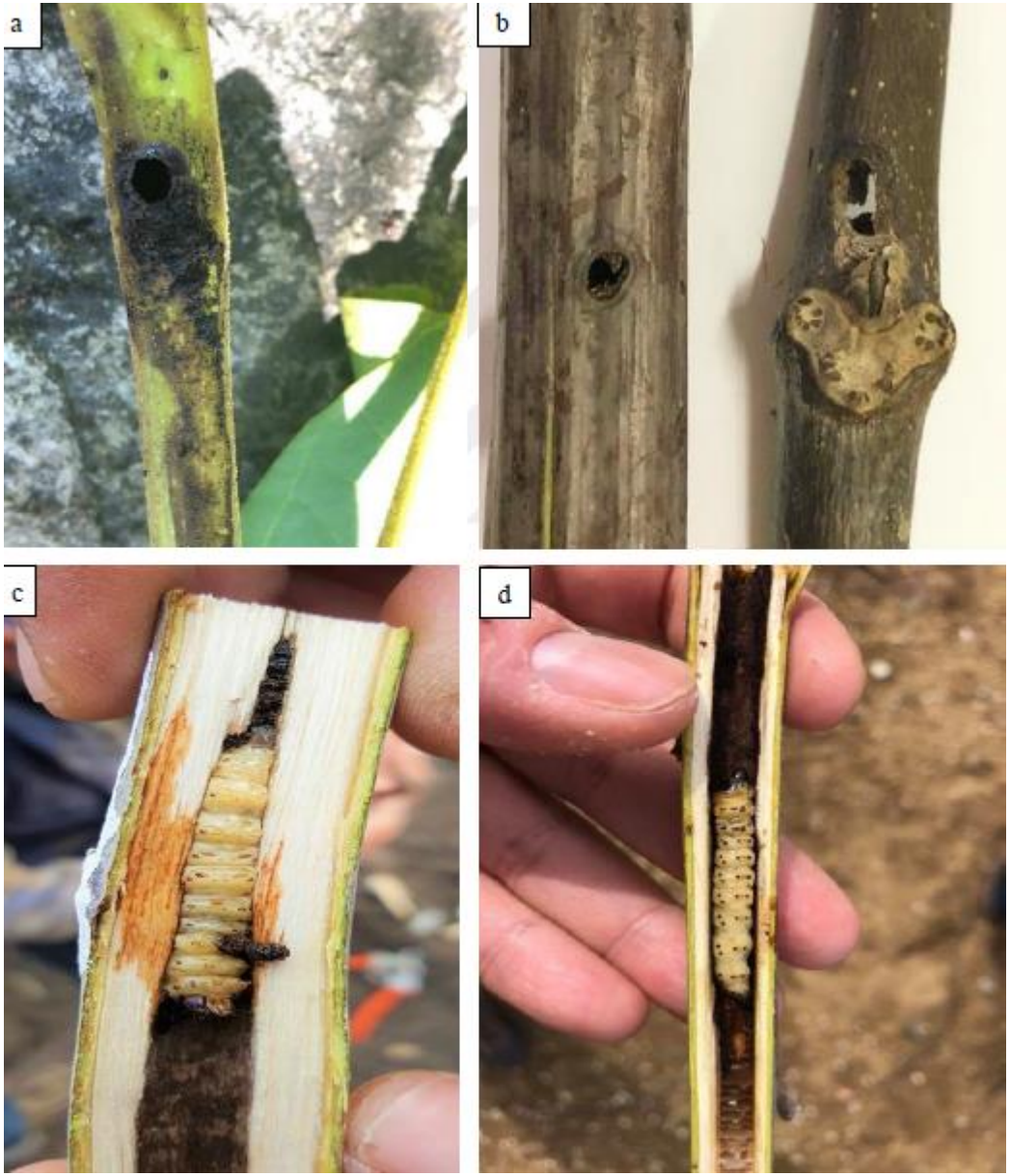
Lepiforum.de

www.lepidoptera.crimea.ua

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

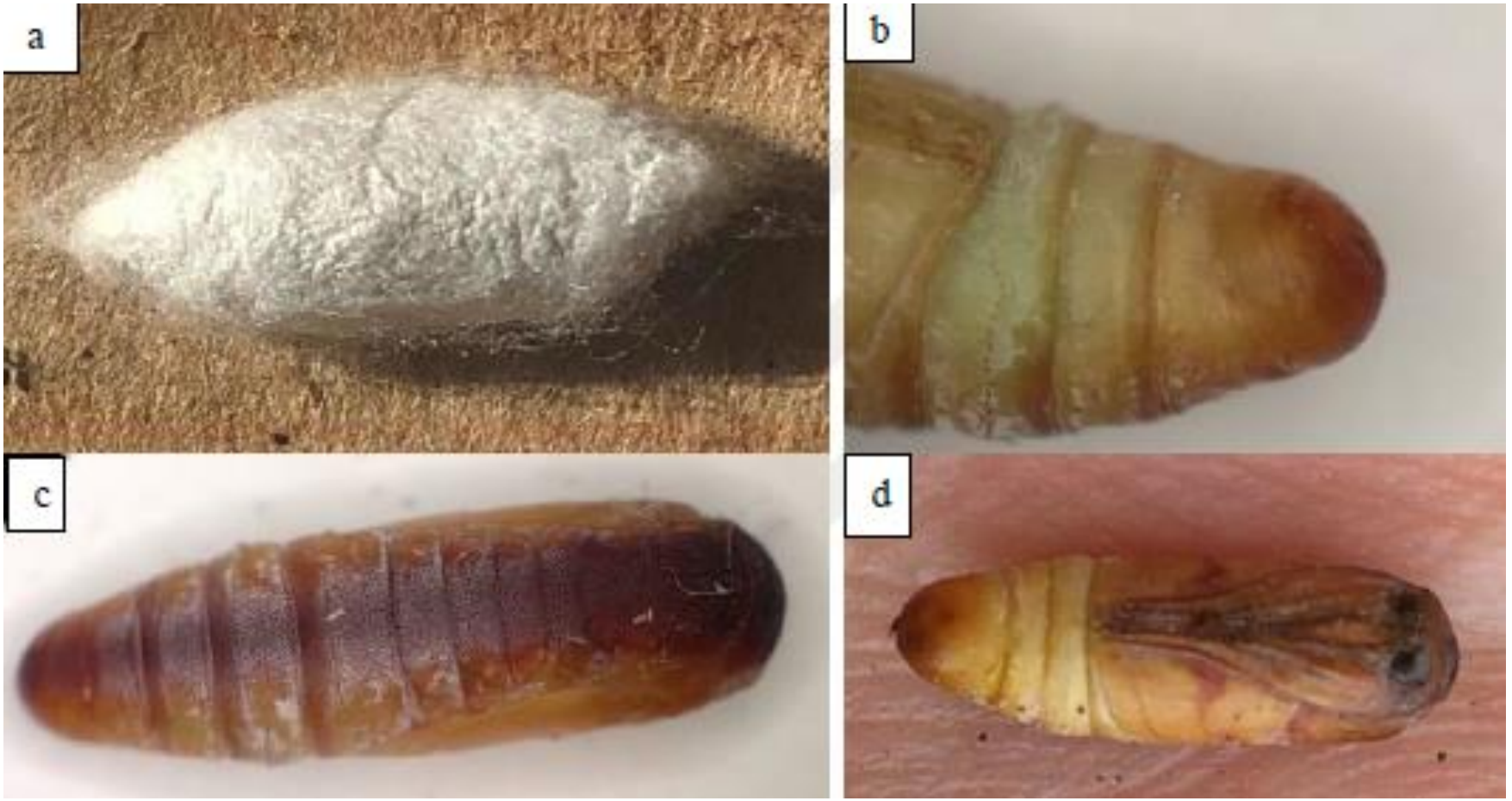


Danni da non confondere con quelli di *Zeuzera pyrina* (rodilegno giallo)

Yldiz, 2021

Pupa

Il parassita si impupa in un bozzolo bianco come la neve, ristretto alle due estremità, di forma ellittica, ma con una testa più arrotondata, composta da fibre fitte, forti e resistenti alla rottura. La lunghezza del bozzolo è di 13-15 mm e la larghezza è di 3-4 mm. La pupa è lunga 11-13 mm, con un'ampia fascia verticale nera sulla parte dorsale. La pupa è marrone nel dorso, la testa, le antenne, le ali e le gambe sono marrone chiaro e l'addome è marrone chiaro giallastro. L'ultimo segmento dell'addome è ben arrotondato e gli ultimi due segmenti sono curvi trasversalmente



a. Bozzolo, b. Vista dell'ultimo segmento dell'addome, c. Pupa vista dorsale, d. Vista ventrale della pupa

Yldiz, 2021

www.lepidoptera.crimea.ua

La prima generazione del parassita completa il suo sviluppo in 55-60 giorni, mentre la quarta generazione completa il suo sviluppo in 30-35 giorni. La seconda e la terza generazione impiegano 35-45 giorni

Adulto

Yldiz, 2021

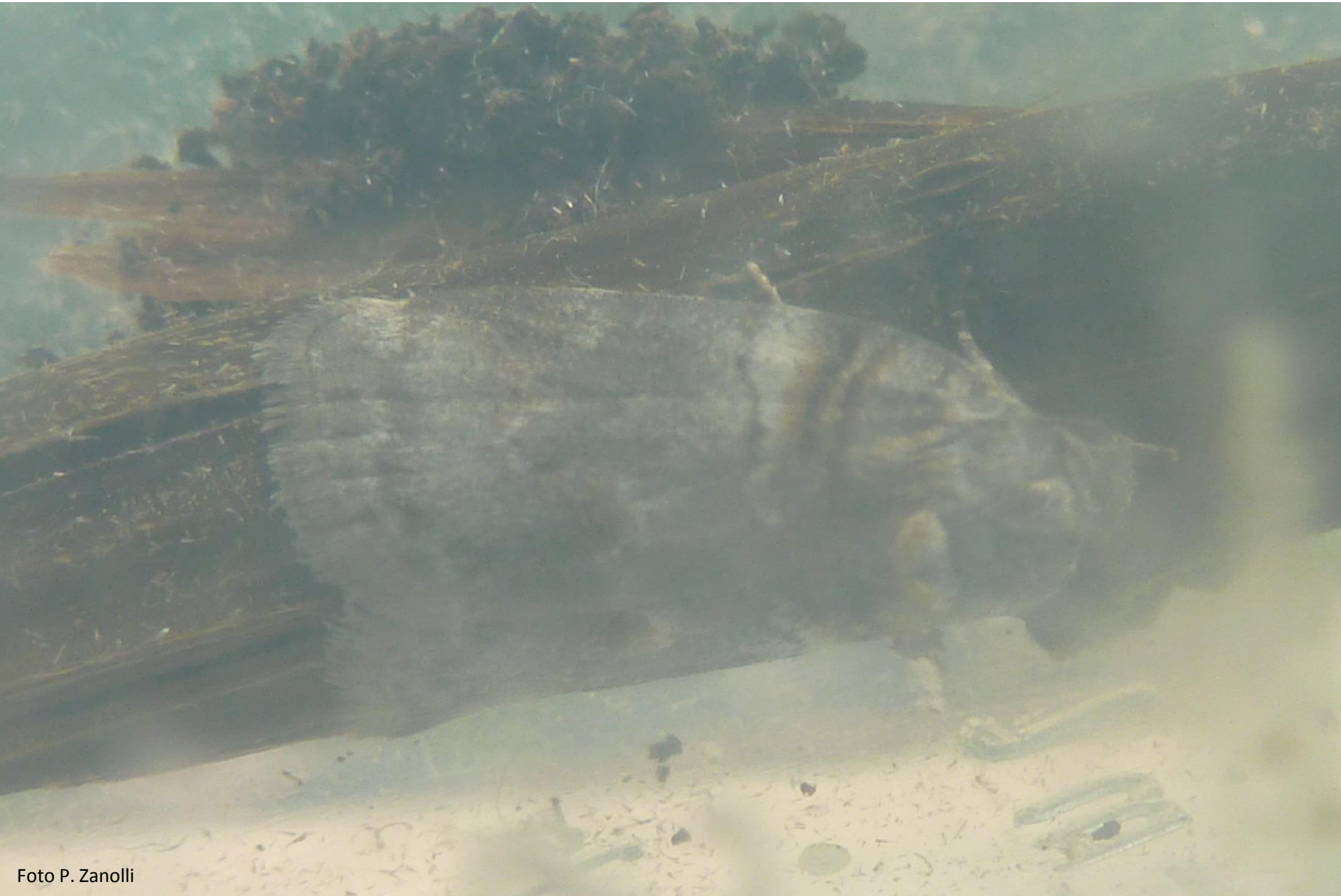


Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Adulto

L'apertura alare degli adulti è di 19-22 mm. La lunghezza del corpo è di 8-9 mm. Il colore dominante delle ali anteriori è grigio grigio, dal marrone scuro al giallo brunastro chiaro in alcuni punti. Sulla parte prossimale (radice) delle ali anteriori ci sono due linee spesse parallele nere trasversali di colore marrone scuro. Appena sotto queste due linee parallele c'è un'area bianca e il bordo di quest'area è separato dalle altre parti dell'ala da una sottile fascia striata a zigzag marrone scuro. Al centro (al centro) della parte distale delle ali anteriori sono presenti macchie di colore marrone con bordi ben definiti. Le ali posteriori sono monocromatiche grigio chiaro. Le ali anteriori e posteriori terminano con una lunga frangia. La lunghezza delle antenne filiformi è la metà del corpo

Aggiornamenti in Veneto su *Garella musculana* – scheda tecnica

REGIONE DEL VENETO
U.O. Fitosanitario

DAFNAE
Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente
Università degli Studi di Padova

Falena asiatica del noce

Garella musculana (Ershov) (Lepidoptera: Nolidae) è un fitofago che infesta piante del genere *J*
originario dell'Asia centrale ed è stato recentemente osservata in Veneto (2021).

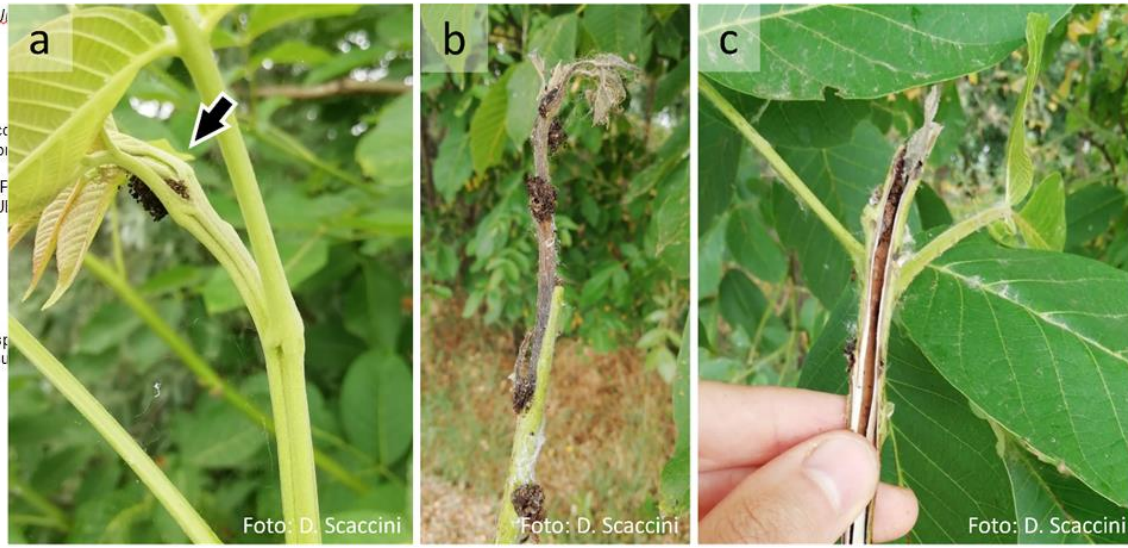
Inquadramento normativo

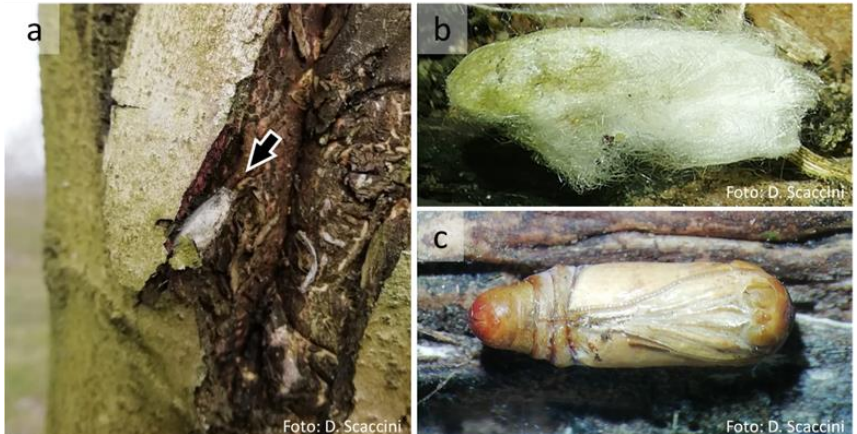
Nel 2003 *G. musculana* è stata inserita dall'EPPO nella lista A2, senza però essere succ
regolamentata, pertanto non è ritenuta un organismo nocivo da quarantena rilevante per l'Unio
non esistono specifiche condizioni per questo insetto.
Recentemente, in seguito alla valutazione del rischio di introduzione di alcuni parassiti da F
stato emanato il regolamento di esecuzione (UE) 2022/490 che modifica il regolamento (U
riguardante le misure fitosanitarie per l'introduzione nel territorio dell'Unione di piante
specificando i requisiti per l'introduzione di piante di *Juglans* provenienti dalla Turchia.

Piante ospiti

Questo lepidottero attacca quasi esclusivamente piante del genere *Juglans*, in particolare le sp
regia (noce europeo) e *Juglans nigra* (noce nero). In altri Paesi è stata segnalata anche su
pioppo.

Biologia e morfologia





Controllo

Nella lotta contro questo insetto dovrebbe essere data priorità all'adozione delle misure necessarie per prevenire e limitare la diffusione del parassita in nuove aree.

È molto importante iniziare la lotta con il primo avvistamento del parassita in campo, per distruggere i germogli infetti e i frutti caduti a terra

- Dare la dovuta importanza agli studi di indagine che trovano applicazione su base nazionale, è importante per sviluppare quanto prima le misure fitosanitarie da applicare contro il parassita.
- *G.musculana* può diffondersi per via naturale attraverso volo degli adulti (limitato), nonché da parti di piante come tronchi con corteccia, talee, innesti ma soprattutto alberelli, in questi casi in qualsiasi fase del suo ciclo vitale (uova/larve e pupe).

Nemici naturali - parassitoidi

- *Pimpla spuria* parassitoide pupale (Ichneumonidae Pimplinae)
- Anomaloninae
- Cryptinae

Nemici naturali - parassitoidi

- *Bracon hebetor* (larva)
- *Trichogramma sp.* (uovo)

Nemici naturali - predatori

Coleotteri

- *Calosoma sp.* (Carabidae)
- *Coccinella septempunctata* (Coccinellidae)

Imenotteri

- *Lasius elienus* (Formicidae)

www.entomoalex-gr.com

www.museoroseantiche.it

PRA (Pest Risk Assessment) di *G. musculana*

2.1.3 Which pathway(s) is the pest likely to be introduced on:

E. musculana is associated with walnut fruits and plants. Eggs, larvae and pupae (cocoons) may be associated with wood containing bark. All stages of the life cycle can be transported with walnut fruits (inside nuts) and on walnut plants moving in trade (inside shoots), particularly plants for planting and cut branches. Natural spread is possible with flights of adult moths. In decreasing order of risk, pathways for *E. musculana* are:

1. Plants for planting
2. Cut branches
3. Nuts
4. Wood with bark

4.3 Estimate the probability of establishment:

high with plants for planting, low for other pathways

Pest Risk Management di *G. musculana*

	Piante destinate all'impianto	Rami e branche	Legname con corteccia

CATEGORIES OF MEASURES	**Pathway n° 1**	**Pathway n° 2**	**Pathway n° 3**
Detection of the pest in consignments by inspection or testing			
general visual inspection	**yes**	no	no
targeted visual inspection	**yes**	no	no
specified testing	no	no	no
import under special licence/permit and post-entry quarantine	no	no	no

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Foto P. Zanolli

Grazie per l’attenzione!