

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/381378717>

Il moscerino dei piccoli frutti *Drosophila suzukii*

Article · June 2024

CITATIONS

0

READS

92

3 authors:



Lorenzo Tonina

Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario San Michele All'Adige

26 PUBLICATIONS 762 CITATIONS

SEE PROFILE



Giacomo Santoiemma

University of Padova

39 PUBLICATIONS 472 CITATIONS

SEE PROFILE



Giovanni Dal Zotto

University of Verona

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Il moscerino dei piccoli frutti

Drosophila suzukii

L'insetto e il paesaggio,
diffusione e gestione nel Nord Italia

LORENZO TONINA*, GIACOMO SANTOIEEMMA** & GIOVANNI DAL ZOTTO***

* *Unità Protezione delle piante agroforestali e apicoltura, Centro Trasferimento Tecnologico - Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1, 38098 San Michele all'Adige (TN)*

** *Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente (DAFNAE) - Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)*

*** *Dipartimento di Biotecnologie - Università degli Studi di Verona, Strada Le Grazie 15, 37134 Verona (VR)*

Fig. 1 - Esempio di mosaico di paesaggio dove i ceraseti, ben visibili grazie alla fioritura bianca, sono frammisti a bosco e altre aree seminaturali (foto: G. Santoiemma).

Drosophila suzukii Matsumura è un Dittero Drosophilidae di di origine asiatica accidentalmente introdotto nel territorio italiano (GRASSI *et al.*, 2012). Nonostante faccia parte della stessa famiglia di numerosi altri moscerini della frutta molto comuni, tra cui *D. melanogaster*, l'interesse per *D. suzukii* è dato dalla sua capacità di danneggiare frutti sani e maturi. Infatti, a differenza delle altre specie, non necessita di tessuti sovramaturi o marci per riuscire a deporre le sue uova (KANZAWA, 1939; MITSUI *et al.*, 2006; LEE *et al.*, 2011) in

quanto grazie ad un robusto e seghettato ovopositore (organo preposto all'ovideposizione) è in grado di lacerare i tessuti della buccia del frutto. L'attività trofica della larva provoca un collasso della polpa; la lesione provocata dall'ovopositore espone inoltre il frutto all'attacco secondario da parte di funghi, batteri e altri insetti. I danni provocati da *D. suzukii* rendono pertanto i frutti inadatti alla commercializzazione con perdite e aggravati di costi per le aziende agricole (CINI *et al.*, 2012, DE ROS *et al.*, 2013).



Fig. 2 - Adulto maschio di *Drosophila suzukii* su ciliegie mature (foto: G. Dal Zotto).



Fig. 3 - Ciliegie fortemente colpite (foto: L. Tonina).

Fig. 4 - Ovopositore estroflesso di *Drosophila suzukii* (foto: L. Tonina - UniPD con Hirox Digital Microscope RH-2000, Simitecno S.r.l.).



Areale di diffusione

Drosophila suzukii fu scoperta per la prima volta nel 1916 su ciliegio in Giappone e pochi anni dopo ne è stata documentata la presenza anche in Cina, India, Corea e altri Paesi asiatici (KANZAWA, 1936). Nel 1980 fu trovata nelle Isole Hawaii, considerata la prima intercettazione al di fuori dell'Asia (O'GRADY *et al.*, 2002). Il 2008 ha segnato una svolta nella sua diffusione in quanto è stata rilevata in California per gli Stati Uniti (HAUSER, 2011) e in Catalogna per l'Europa (CALABRIA *et al.*, 2010). Il territorio italiano non è sfuggito all'invasione dell'insetto: la prima segnalazione risale al settembre 2009 in Trentino, su frutti di lampone e mirtillo (GRASSI, 2009). Ad oggi è diffusa in parte dell'Asia, gran parte del Nord America, nella parte meridionale del Sud America, in tutta Europa e in una parte ristretta dell'Africa. La sua rapida diffusione è stata resa possibile dall'elevata capacità di dispersione e di adattamento ad ambienti sub-ottimali, che le consentono per esempio di supera-

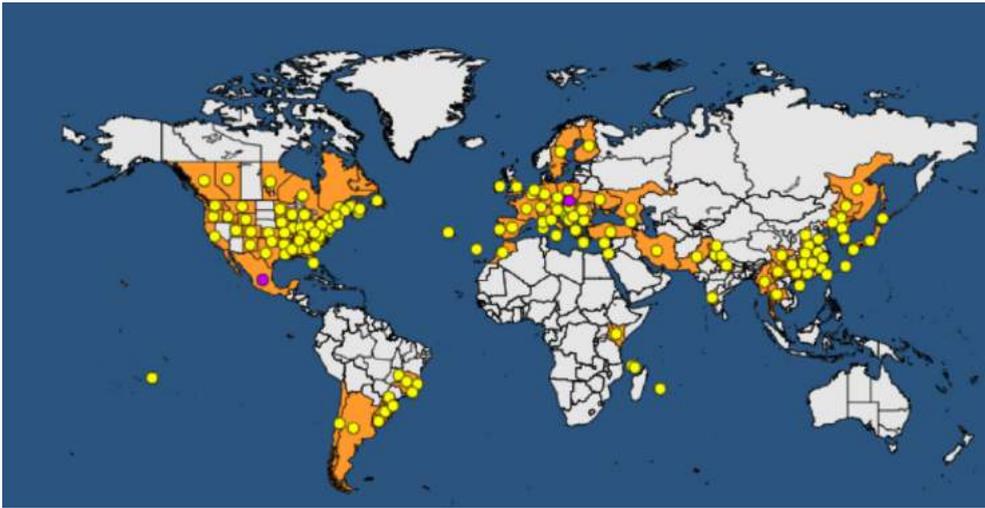


Fig. 5 - Distribuzione attuale di *Drosophila suzukii* sull'intero globo (fonte: <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/distribution> - accesso 24 febbraio 2024).

re l'inverno nelle Alpi nonostante le temperature scendano regolarmente sotto lo zero (CINI *et al.*, 2012; ROTA-STABELLI *et al.*, 2012). Considerando l'elevata adattabilità, fecondità e polifagia pare altamente probabile un'imminente diffusione di *D. suzukii* in tutte le regioni della Terra con condizioni climatiche che vanno dal subtropicale al continentale (CINI *et al.*, 2012, WALSH *et al.*, 2011).

Ciclo biologico e sviluppo

Drosophila suzukii può essere considerata una specie molto resistente a diverse temperature. Gli adulti sono particolarmente tolleranti al freddo rispetto ad altre specie di *Drosophila* (KIMURA, 1988). L'intervallo di temperature che ne consente la riproduzione è piuttosto ampio ed è compreso tra 10°C e 30°C, con una maggiore fertilità intorno ai 20-25°C (WALSH *et al.*, 2011).

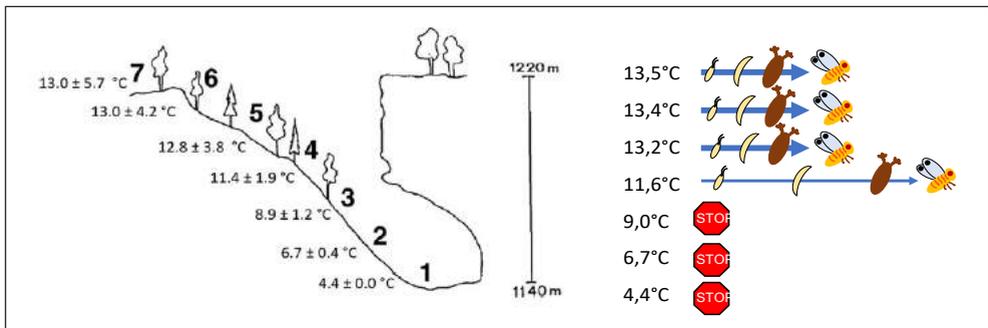


Fig. 6 - Sezione del Covolo di Camposilvano, grotta in Lessinia (VR) utilizzata per studiare le temperature minime di sviluppo di *Drosophila suzukii*, con evidenziate le temperature del periodo di studio (4 agosto - 20 settembre 2014; a sinistra) e (a destra) il successo di sviluppo delle eventuali uova ovideposte alle differenti temperature (media del periodo di permanenza). La lunghezza delle frecce simboleggia la durata del periodo preimaginale mentre lo spessore il tasso di riproduzione (tratto e riadattato da: TONINA *et al.*, 2016).



Fig. 7 - Covolo di Camposilvano (VR): vista dal fondo della grotta a cielo aperto (foto: L. Tonina).

L'intervallo di temperature più basso noto per *D. suzukii* è stato approfondito in condizioni naturali di temperature fluttuanti nel Covolo di Camposilvano, grotta a cielo aperto in Lessinia (VR). Grazie al forte gradiente di temperatura naturale presente (dai 4,4°C ai 13,0°C), TONINA *et al.* (2016) hanno riscontrato che l'ovideposizione e lo sviluppo dall'uovo all'adulto si sono verificati a temperature superiori a 11,6°C, con una maggiore crescita delle popolazioni a 13°C. Differentemente la specie è sensibile alle alte temperature estive: gli adulti soffrono a temperature medie superiori a 28°C oppure a temperature superiori a 33°C per almeno 8 ore; le larve non si sviluppano a temperature superiori a 31°C (KINJO *et al.*, 2014). *Drosophila suzukii* è anche sensibile alla siccità: l'elevata umidità relativa e il clima afoso permettono all'insetto di vivere senza disidratarsi eccessivamente. Spesso la presenza di piccoli fiumi favorisce la presenza dell'insetto (WALSH *et al.*, 2011).

La durata del ciclo, dalla deposizione delle uova allo sfarfallamento del nuovo adulto, è veloce ed è influenzata dalla temperatura: a una temperatura costante di 15°C il ciclo si completa in circa 21-25 giorni, a 25°C in soli 9-11 giorni (KANZAWA, 1939; WALSH *et al.*, 2011). Alle condizioni limiti della grotta naturale di Camposilvano il ciclo di sviluppo è variato dai 17 giorni, con temperatura di 13-13,5°C, ai 30 giorni, con temperatura di 11,6°C; il riferimento di laboratorio a 23°C ha impiegato soli 12 giorni (TONINA *et al.*, 2016). Il breve ciclo biologico consente all'insetto di completare fino a 13 generazioni in un anno, a seconda delle zone, consentendo una crescita esponenziale della popolazione (DREVES *et al.*, 2009; GRASSI *et al.*, 2009; KANZAWA, 1939). Le femmine adulte fecondate superano il periodo invernale (KANZAWA, 1939; MITSUI *et al.*, 2010; WALSH *et al.*, 2011) in diversi luoghi rifugio sia naturali (come la lettiera forestale) oppure in ambienti antropici (ZERULLA *et al.*, 2015; TONINA *et al.*, 2018).

Piante ospiti

Una caratteristica importante di questa specie è l'elevata polifagia. L'insetto è in grado di colpire diversi tipi di frutti coltivati, selvatici o ornamentali, caratterizzati principalmente da buccia sottile (WALSH *et al.*, 2011). Ben 159 specie appartenenti a 30 diverse famiglie possono fungere da ospiti per questo carpofoago. Le principali colture commerciali interessate sono mora, lampone, mirtillo, ciliegio, fragola e vite da vino (BELLAMY *et al.*, 2013; IORIATTI *et al.*, 2015; LEE *et al.*, 2011, 2015). La preferenza per una determinata specie è fortemente influenzata dall'abbondanza della stessa e di altre specie ospiti presenti nel territorio (CINI *et al.*, 2012). KENIS *et al.* (2016) hanno condotto indagini in Italia, Paesi Bassi e Svizzera raccogliendo frutti da 165 potenziali specie di piante ospiti, tra cui soprattutto piante selvatiche e ornamentali. Gli adulti di *D. suzukii* sono sfarfallati da 84 specie vegetali (38 delle quali non autoctone), appartenenti a 19 famiglie botaniche differenti. In Italia sono state campionate 116 specie, 39 delle quali sono risultate ospiti. Le specie maggiormente infestate nell'Italia nord-orientale erano *Sambucus ebulus*, *Rubus fruticosus* aggr., *S. nigra*, *S. racemosa*, *R. idaeus* e *Frangula alnus* (KENIS *et al.*, 2016). Di conseguenza, la marcescenza anticipata di questi frutti causa una riduzione della disponibilità come fonte nutritiva per molti animali frugivori, tra cui diverse specie di mammiferi e di uccelli.

Alcune piante ospiti supportano lo sviluppo dell'insetto quando si trova in montagna. TONINA *et al.* (2016) hanno campionato potenziali frutti ospiti selvatici di *D. suzukii* lungo due gradienti altitudinali in aree montane del Trentino (1.640-1.940 m s.l.m.) e della Lessinia Veronese (1.100-1.820 m s.l.m.) osservando come questa specie sia ben adattata alle condizioni fredde e caratterizzate da ampie escursioni termiche tipiche delle



Fig. 8 - Sambuco comune (*Sambucus nigra* L.), una delle specie ospiti principale nei nostri ambienti (Foto: L. Tonina).



Fig. 9 - Ebbio (*Sambucus ebulus* L.) (foto: L. Tonina).

montagne. Da nove specie vegetali selvatiche sono sfarfallati adulti di *D. suzukii* quando la temperatura media giornaliera nelle tre settimane precedenti era di almeno 11,1°C.



Fig. 10 - Caprifoglio alpino (*Lonicera alpigena* L.)
(foto: L. Tonina).



Fig. 11 - Caprifoglio peloso (*Lonicera xylosteum* L.)
(foto: L. Tonina).

Le specie ospiti sono state: *Daphne mezereum*, *Lonicera alpigena*, *L. caerulea*, *L. nigra*, *L. xylosteum*, *Rubus caesius*, *R. saxatilis*, *Sambucus nigra* e *S. racemosa*. I frutti infestati rinvenuti ad alta quota hanno permesso di stabilire che l'insetto è in grado di colonizzare e svilupparsi in ambiente montano fino a 1.900 m s.l.m., questo probabilmente a causa della migrazione degli adulti durante le calde settimane estive e fortemente avvantaggiate dall'innalzamento delle temperature dovute al riscaldamento globale (TONINA *et al.*, 2016). Oltre alle infestazioni su piante selvatiche in montagna, la soglia termica minima di sviluppo di *D. suzukii* e gli elevati tassi di sviluppo a basse temperature influenzano le infestazioni nei frutteti situati a quote più elevate o di colture che maturano in stagioni precoci o tardive (TONINA *et al.*, 2016).

Fig. 12 - Paesaggio tipico della Lessinia veronese ricco di siepi campestri e boschi (foto: L. Tonina).



Tabella 1 - elenco delle piante ospiti individuate in Italia da Kenis et al., 2016 e nel contesto alpino da Tonina et al., 2016

Famiglia	Specie	Importanza per ambiente montano*
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i>	
Adoxaceae	<i>Sambucus ebulus</i>	
	<i>Sambucus nigra</i>	x
	<i>Sambucus racemosa</i>	x
Caprifoliaceae	<i>Lonicera alpigena</i>	x
	<i>Lonicera caerulea</i>	x
	<i>Lonicera nigra</i>	x
	<i>Lonicera xylosteum</i>	x
Cornaceae	<i>Cornus mas</i>	
	<i>Cornus sanguinea</i>	
Dioscoreaceae	<i>Tamus communis</i>	
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i>	
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i>	
Rosaceae	<i>Amelanchier ovalis</i>	
	<i>Cotoneaster lacteus</i>	
	<i>Duchesnea indica</i>	
	<i>Eriobotrya japonica</i>	
	<i>Prunus armeniaca</i>	
	<i>Prunus cerasifera</i>	
	<i>Prunus cerasus</i>	
	<i>Prunus laurocerasus</i>	
	<i>Prunus lusitanica</i>	
	<i>Prunus mahaleb</i>	
	<i>Prunus spinosa</i>	
	<i>Rubus caesius</i>	x
	<i>Rubus fruticosus</i> aggr.	
	<i>Rubus idaeus</i>	
	<i>Rubus saxatilis</i>	x
<i>Sorbus aria</i>		
Rhamnaceae	<i>Frangula alnus</i>	
Solanaceae	<i>Lycium barbarum</i>	
Taxaceae	<i>Taxus baccata</i>	
Thymelaeaceae	<i>Daphne mezereum</i>	x
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i>	

* piante ospiti rinvenute infestate in contesto montano (altitudine > 1.100 m s.l.m.) citate in TONINA *et al.*, 2016



Fig. 13 - Trappola per il monitoraggio di *Drosophila suzukii* in ambiente montano (foto: G. Santoiemma).

Ecologia

Drosophila suzukii è stata rinvenuta in diversi habitat, dal livello del mare fino a quote superiori ai 2.200 m s.l.m. (CALABRIA *et al.*, 2010; SANTOIEEMMA *et al.*, 2019a). La tolleranza agli ambienti difficili può dipendere da cause fisiologiche o può essere mediata da adattamenti come la migrazione altitudinale (MITSUI *et al.*, 2010), l'acclimatazione (WALSH *et al.*, 2011) e/o lo svernamento in habitat antropici o altri siti riparati (Kimura, 2004).

Uno studio, condotto su vasta scala nella regione Veneto e parte del Trentino-Alto Adige in più di 120 siti di campionamento situati a diverse altitudini, ha mostrato come l'insetto sia ampiamente diffuso non solo negli agroecosistemi di pianura e collina, anche ad alte quote, grazie alla presenza di *habitat* boschivi che forniscono riparo e piante ospiti (SANTOIEEMMA *et al.*, 2019a; TONINA *et al.*, 2017).

Fig. 14 - Esempio di ambiente seminaturale in Valpolicella (VR), ricco di piante ospiti e luoghi di rifugio per *Drosophila suzukii* (foto: G. Santoiemma).



L'entità delle catture e dei danni su colture produttive possono differire molto tra le aree a seconda dell'ubicazione dei frutteti e dell'ambiente circostante. Fattori ambientali come la temperatura, la composizione del paesaggio e l'abbondanza di piante ospiti svolgono un ruolo importante sull'abbondanza dei parassiti e sulla dinamica delle popolazioni. Numerosi studi effettuati nel Nord Italia hanno mostrato come il bosco sia l'*habitat* favorito da *D. suzukii* rispetto ad altri habitat quali prati, vigneti e aree urbane. I risultati di due indagini condotte nella provincia di Verona, che hanno coinvolto rispettivamente 17 e 32 località in prossimità di zone boschive, indicano come la vicinanza e la superficie a bosco presenti attorno ai siti di campionamento incidano in maniera significativa sulla presenza

e sull'abbondanza del fitofago nelle coltivazioni (SANTOEMMA *et al.*, 2018, 2019b). Si è osservato difatti un aumento delle catture e dei danni in siti localizzati vicino a vaste aree occupate dall'*habitat* boschivo. Questo aumento dell'abbondanza di *D. suzukii* è attribuibile alla presenza di numerose piante ospiti dell'insetto (ad esempio sambuco e frangola), a una maggiore umidità relativa e a oscillazioni termiche meno accentuate presenti nel bosco, nel quale l'insetto si rifugia anche durante l'inverno per sfuggire alle gelate. Il bosco è anche l'*habitat* ideale per lo sviluppo degli antagonisti naturali di *D. suzukii*. Tuttavia, la recente introduzione del moscerino nei nostri ambienti non ha ancora permesso l'instaurarsi di un solido controllo biologico da parte delle specie indigene (TONINA *et al.*, 2017).

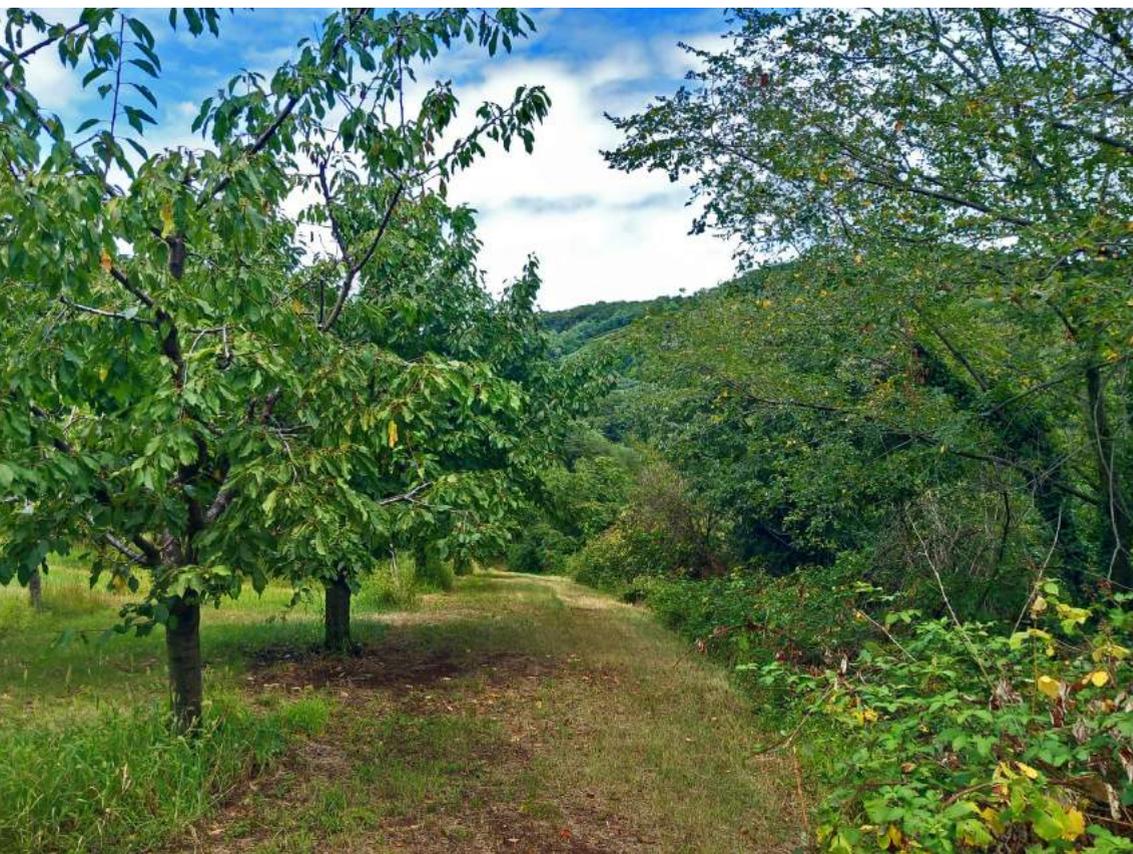
Fig. 15 - Esempio di siepe campestre ricca di piante ospiti e luoghi di rifugio per *Drosophila suzukii* (foto: L. Tonina).



È bene preservare questi ambienti tenendo conto del potenziale sostentamento che essi possono fornire alle comunità di nemici naturali dell'insetto, tra cui gli insetti parassitoidi. Le popolazioni di *D. suzukii* possono sopravvivere in molteplici contesti ambientali, sia coltivati che selvatici, alternandosi su frutti differenti con periodi di maturazione diversi nel corso dell'anno. Le piante coltivate sono solitamente gestite in frutteti ad alta densità che consentono una rapida crescita delle popolazioni dell'insetto, mentre le piante selvatiche e ornamentali presenti nelle aree seminaturali fungono da rifugio quando le colture vengono irrorate con insetticidi (con successiva reinfestazione dei campi), fonte alternativa di siti di riproduzione e *habitat* per lo svernamento (KLICK *et al.*, 2014; KENIS *et al.*, 2016, PELTON *et al.*, 2016; ZERULLA *et al.*, 2015), con conseguenti implicazioni sulla distribuzione e sulla dinamica della

popolazione all'interno dei frutteti. Utilizzando trappole disposte a diverse distanze dal margine del bosco e a diverse altezze dal suolo, è emerso che l'abbondanza di *D. suzukii* nei frutteti diminuiva fortemente con l'aumentare della distanza dal margine e dell'altezza dal suolo (TONINA *et al.*, 2018). Inoltre, i pattern variavano durante le fasi di sviluppo fenologico delle colture, indicando che l'insetto utilizzava più *habitat* nel corso delle stagioni. Quando le ciliegie non erano in maturazione *D. suzukii* preferiva volare più vicino al bosco e all'erba. Diversamente, quando le ciliegie erano suscettibili l'insetto colonizzava ulteriormente i frutteti sia in senso orizzontale che verticale esplorando più in profondità il volume della chioma. Le brezze stagionali probabilmente facilitano il movimento di *D. suzukii* sulla lunga distanza. In Val dei Mocheni (TN), TAIT *et al.* (2018) hanno osservato che l'insetto è stato

Fig. 16 - Ceraseto ben gestito: erba mantenuta sfalciata e chiome rade che favoriscono l'arieggiamento riducendo l'umidità e la presenza di *Drosophila suzukii* (foto: G. Dal Zotto).



in grado di volare fino a circa 9 km di distanza e 500 m di dislivello. Le migrazioni hanno molteplici funzioni per *D. suzukii*, come lo sfruttamento dei graduali cambiamenti di temperatura, la ricerca di piante ospiti suscettibili e di idonei siti di ovideposizione in primavera e in autunno, nonché la ricerca di siti di svernamento adatti in tardo autunno (TAIT *et al.*, 2018).

Danno economico e gestione integrata

L'arrivo in Italia di *D. suzukii* ha causato ingenti danni alle produzioni di ciliegie e di piccoli frutti, talora riducendo addirittura la superficie coltivata negli anni e/o la modalità di coltivazione. In Trentino sono state ipotizzate perdite annuali nella produzione di piccoli frutti pari a 3,3 milioni di euro (DE ROS *et al.*, 2013).

La ricerca di strumenti di contenimento delle popolazioni e di controllo dei parassiti è estremamente complicata a causa delle elevate prestazioni biologiche di questa specie (GRIFFO *et al.*, 2012). Data l'impossibilità di eradicare completamente il parassita dalle aree in cui è già presente, la protezione delle colture si basa sulla continua repressione delle popolazioni dell'insetto al fine di ridurre le infestazioni. Negli anni si è registrato un notevole aumento del numero di applicazioni di insetticidi dall'invasione fino a pochi giorni dalla raccolta dei frutti (rispettando i tempi di carenza), con il conseguente aumento dei costi di produzione e rischi di insorgenza di resistenze, che si sommano ai rischi legati alla salute dei consumatori e all'inquinamento ambientale (BOSELLI *et al.*, 2012; GRASSI *et al.*, 2012, MORI *et al.*, 2015).

Fig. 17 - Ceraseto nelle peggiori condizioni per la coltivazione: vicino al bosco, con erba alta, chioma fitta che garantiscono elevata umidità, tutte condizioni favorevoli allo sviluppo di *Drosophila suzukii* (foto: L. Tonina).

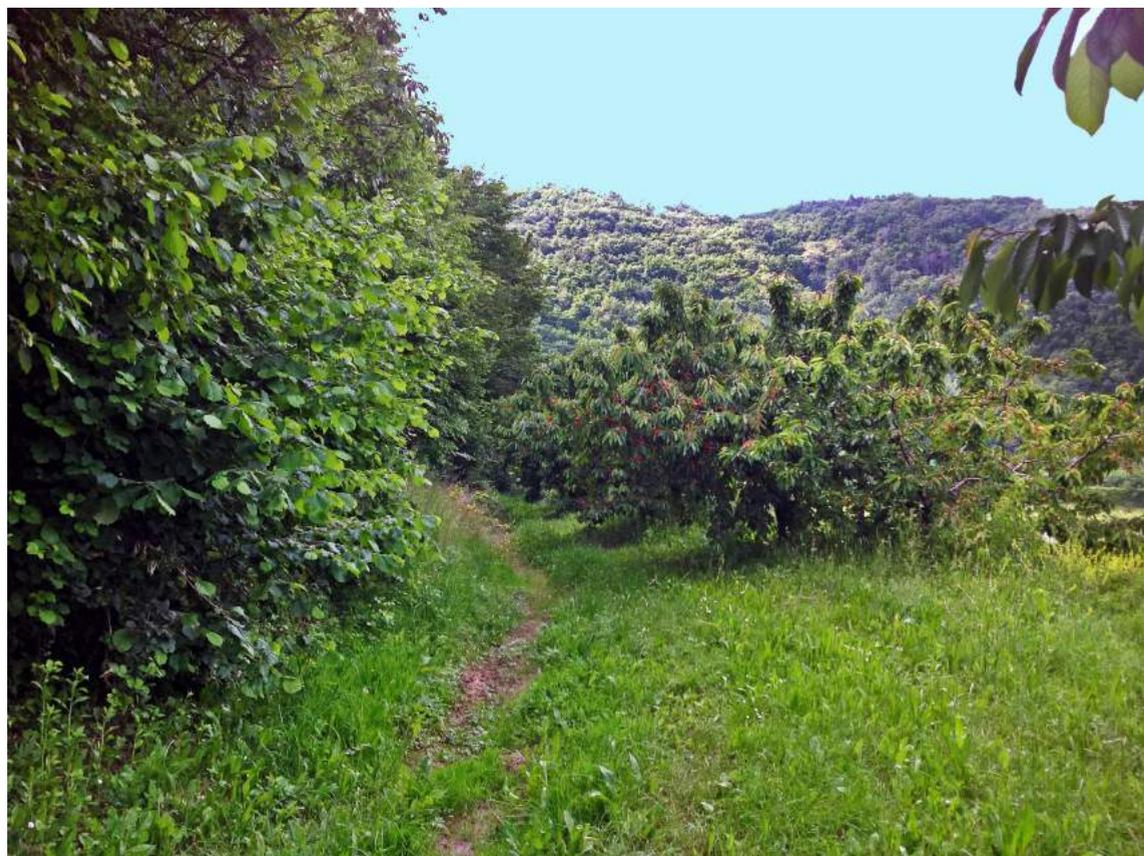




Fig. 18 - Gestione integrata di *Drosophila suzukii*: anche in assenza di trattamenti insetticidi, in presenza di buone pratiche agricole (a sinistra) si possono mantenere livelli inferiori di popolazione rispetto a condizioni di abbandono di frutta non raccolta in pianta e a terra ed erba alta (a destra) (immagine: G. Santoiemma).

La difesa contro *D. suzukii*, a maggior ragione considerando la sua bio-ecologia, deve basarsi sull'integrazione di tutte le tecniche di difesa disponibili, supportate da un adeguato monitoraggio della presenza dell'insetto. Per definire una razionale strategia di controllo è infatti essenziale il monitoraggio della popolazione, della fertilità femminile e dell'ovideposizione a partire dalla fase di ingrossamento dei frutti (SANCASSANI *et al.*, 2016). In un'ottica di gestione di comprensorio, le attività di monitoraggio andrebbero estese anche alle aree seminaturali limitrofe ai frutteti per ottenere informazioni sull'entità della popolazione negli agroecosistemi.

Considerando i fattori che influenzano lo sviluppo della specie, si osservano differenze per quanto riguarda le catture e i danni nel corso degli anni e nei diversi ambienti. La presenza dell'insetto e la sua abbondanza non sono uniformi: inverni miti e umidi ed estati umide e meno calde favoriscono

l'insetto, diversamente inverni freddi e secchi ed estati calde e asciutte ne ostacolano lo sviluppo (SANCASSANI *et al.*, 2016). Le coltivazioni situate in collina in prossimità del bosco sono più a rischio ed è pertanto necessario prestare maggiore attenzione nel controllo dell'insetto in questi contesti.

Uno studio effettuato su 86 cerasetti della provincia di Verona ha evidenziato l'importanza dell'utilizzo di buone pratiche agricole per poter contenere il danno arrecato dall'insetto al momento della maturazione e della raccolta delle ciliegie (SANTOIEMMA *et al.*, 2020).

La riduzione degli intervalli di raccolta consente di ridurre il rischio che sia già stata infestata. A ciò si deve abbinare la completa raccolta, rimozione e corretta eliminazione dei frutti non commercializzabili (poiché già infestati). Per il loro smaltimento si possono utilizzare tecniche quali la solarizzazione (ponendo i frutti chiusi in sacchi per alcuni giorni al sole), l'interramento, il congelamento o inserendoli nel *Drosorium*,

un'apposita struttura dotata di una rete le cui maglie impediscono a *D. suzukii* di uscire ma consentono il libero movimento (in entrata e uscita) dei suoi parassitoidi (PUPPATO e GRASSI, 2021). Infine, è fondamentale sfavorire la presenza di *microhabitat* freschi e umidi, adatti allo sviluppo di *D. suzukii*, attraverso il frequente sfalcio della vegetazione erbacea presente nei ciliegeti nel periodo di maturazione della frutta e idonee potature che favoriscano l'arieggiamento della chioma. Queste pratiche agronomiche sono così importanti che se non applicate, nemmeno i trattamenti insetticidi, seppur effettuati con frequenza, possono proteggere i ceraseti dall'attacco da parte dell'insetto (TONINA *et al.*, 2017).

Controllo biologico

L'impressionante potenziale biotico e il comportamento in relazione all'ambiente di *D. suzukii* hanno permesso a questa specie

di insediarsi efficacemente e rapidamente nel nostro territorio, tanto da farle assumere in pochi anni lo status di fitofago non più eradicabile. Di conseguenza, come descritto sopra le strategie di controllo integrato non mirano a eliminarlo completamente ma bensì a mantenerlo al di sotto della soglia di danno economico. Questo, sarà tanto più ottenibile quanto più *D. suzukii* verrà portata verso una condizione di equilibrio biologico grazie all'importante servizio ecosistemico di controllo delle popolazioni fornito dai suoi antagonisti naturali, in particolare dai parassitoidi.

I parassitoidi associati a *D. suzukii* appartengono all'ordine degli Imenotteri (sono piccole vespe). La femmina grazie al suo ovopositore inserisce un uovo all'interno del corpo di *D. suzukii*, il quale sviluppandosi verso lo stadio adulto porterà a morte l'ospite.

I parassitoidi possono attaccare lo stadio di larva o di pupa di *D. suzukii* e si distinguono rispettivamente in larvali o pupali.

Fig. 19 - Adulto femmina di *Ganaspis brasiliensis* intenta a deporre in una larva di *Drosophila suzukii* che si sta sviluppando in un frutto di mirtillo (foto: G. Dal Zotto).





Fig. 20 - Provetta contenente gli adulti del parassitoide *Ganaspis brasiliensis* pronti per il rilascio in campo (Foto: G. Dal Zotto).

Tra i parassitoidi indigeni rilevati nel Nord Italia, quelli maggiormente in grado di svilupparsi su *D. suzukii* sono i parassitoidi pupali, i quali riescono a mettere in atto dei meccanismi metabolici che consentono loro di superare le difese immunitarie dell'ospite (CHABERT *et al.*, 2012; ROSSI STACCONI *et al.*, 2015). Tra questi nemici naturali sono note le specie *Trichopria drosophilae*, *Pachycrepoides vindemiae* e *Asobara tabida*. Al contrario, lo sviluppo dei parassitoidi larvali autoctoni, tra cui *Leptopilina heterotoma*, *L. boulandi* e *Spalangia erythromera*, è fortemente limitato dalle difese dell'ospite

che riconoscono l'uovo del parassitoide e ne bloccano la schiusa. Questi parassitoidi autoctoni rappresentano antagonisti naturali associati a Ditteri, in particolare a specie autoctone di *Drosophila*, e di conseguenza il loro contributo per il raggiungimento dell'equilibrio biologico nei confronti del fitofago esotico è modesto (MAZZETTO *et al.*, 2016).

A partire dal luglio 2019, la lotta biologica in Italia ha visto un cambiamento sostanziale. A seguito al DPR n. 102/2019 la legislazione italiana ha ri-aperto alla possibilità di introdurre nel territorio nazionale, previa autorizzazione dei Ministeri competenti e una attenta analisi del rischio, specie non autoctone utilizzabili come agenti di controllo biologico. Infatti, fino ad allora in Italia l'unica via percorribile per attuare il controllo biologico di *D. suzukii* era rappresentata dalla lotta biologica aumentativa, cioè il potenziamento delle popolazioni di nemici naturali indigeni ad essa associati. Per questo motivo tra il 2017 e 2019 è stato avviato un progetto di lotta biologica aumentativa con il parassitoide pupale *T. drosophilae* (ROSSI STACCONI *et al.*, 2019) che però non ha portato i risultati sperati. Nel 2021 invece si è concretizzata la possibilità di avviare un programma di lotta biologica classica in diverse regioni italiane. È stata difatti autorizzata l'introduzione del parassitoide esotico *Ganaspis brasiliensis* (FELLIN *et al.*, 2023; LISI *et al.*, 2022). Tale antagonista naturale è un parassitoide larvale originario del Giappone, risultato il miglior candidato per l'attuazione di questa tipologia di programma in quanto è altamente specializzato nel parassitizzare *D. suzukii* e per tale motivo la sua introduzione è stata ritenuta esente da effetti collaterali per l'entomofauna autoctona (GIROD *et al.*, 2018). Tale progetto di lotta biologica, giunto al terzo anno di attività, è ancora in fase sperimentale; i rilasci sono stati effettuati da enti autorizzati, quali centri di ricerca e università, in aree storicamente interessate dalla

coltivazione di ciliegio e piccoli frutti e dall'elevata incidenza di *D. suzukii*. I rilasci nella maggior parte dei casi sono stati effettuati in ambienti non coltivati, i quali come detto costituiscono una fonte di infestazione costante lungo tutto l'arco della stagione (TONINA *et al.*, 2018). Si auspica che l'azione di *G. brasiliensis* e degli altri parassitoidi associati a *D. suzukii* avrà un ruolo fondamentale nel parassitizzare il fitofago all'interno di queste aree ricche di specie ospiti selvatiche e dunque non interessate da trattamenti insetticidi, decretando così una diminuzione delle popolazioni del fitofago che andranno a colonizzare in misura minore gli ambienti coltivati.

Sorprendentemente, nel 2019 in provincia di Trento è stato rilevato per la prima volta in Europa il parassitoide esotico *Leptopilina japonica* (PUPPATO *et al.*, 2020), anch'esso di origine asiatica e co-evoluto con *D. suzukii*. In seguito, nel corso dei monitoraggi effettuati per valutare l'insediamento di *G. brasiliensis*, numerosi individui di *L. japonica* sono stati rilevati sul territorio italiano, suggerendone un'elevata distribuzione. Si tratta di un segnale molto incoraggiante, soprattutto nell'ottica in cui le due specie di parassitoidi esotici possano cooperare nel contenimento di *D. suzukii*, come già osservato in Canada (ABRAM *et al.*, 2022) e nell'areale di origine (GIORGINI *et al.*, 2019).

Al fine di raggiungere il contenimento naturale di *D. suzukii* risulta quindi di fondamentale importanza favorire l'insediamento del neo-introdotta *G. brasiliensis* e la salvaguardia del parassitoide autonomamente diffuso *L. japonica*. La loro salvaguardia e quella dei parassitoidi autoctoni passano attraverso la corretta gestione fitosanitaria e la tutela delle aree seminaturali che, sebbene rappresentino la principale fonte di infestazione, risultano anche i siti in cui la riproduzione e la crescita delle popolazioni di parassitoidi può avvenire in maniera indisturbata. Un altro fattore positivo che può incentivare la presenza e il

benessere della comunità di parassitoidi è la presenza di fioriture all'interno dei paesaggi agricoli, in quanto possono fornire nettare e polline, sostanze nutritive indispensabili per promuovere la fertilità e la longevità dei parassitoidi (HERZ *et al.*, 2021).

Gli autori ringraziano la dott.ssa Giulia Zanettin, il dott. Gino Angeli e il prof. Nicola Mori per la rilettura del testo e i loro preziosi spunti di miglioramento

Bibliografia

- ABRAM P. K., FRANKLIN M.T., HUEPPELSHEUSER T., CARRILLO J., GROVE E., ERASO P., ACHEAMPONG S., KEERY L., GIROD P., TSURUDA M., CLAUSEN M., BUFFINGTON M.L., MOFFAT C. E. (2022) *Adventive larval parasitoids reconstruct their close association with Spotted-wing drosophila in the invaded North American range*. Environmental Entomology: 51(4):670-678. <https://doi.org/10.1093/ee/nvac019>
- BELLAMY D.E., SISTERSON M.S., WALSE S.S. (2013) *Quantifying host potentials: indexing postharvest fresh fruits for spotted wing Drosophila, Drosophila suzukii*. PLoS ONE, 8(4):e61227
- BOSELLI M., TISO R., NANNINI R., BORTOLOTTI P., CARUSO S., DRADI D. (2012) *Monitoraggio di Drosophila suzukii in Emilia – Romagna*. Atti Giornate Fitopatologiche, 1:429-432
- CALABRIA G., MÁCA J., BÄCHLI G., SERRA L., PASCUAL M. (2010) *First records of the potential pest species Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae) in Europe*. Journal of Applied Entomology, 136(1-2):139-147
- CHABERT S., ALLEMAND R., POYET M., ESLIN P., GIBERT P. (2012) *Ability of European parasitoids (Hymenoptera) to control a new invasive Asiatic pest, Drosophila suzukii*.

- Biological Control, 63(1):40-47. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.05.005>
- CINI A., IORATTI C., ANFORA G. (2012) *A review of the invasion of Drosophila suzukii in Europe and a draft research agenda for integrated pest management*. Bulletin of Insectology, 65:149-160
- DE ROS G., ANFORA G., GRASSI A., IORIATTI C. (2013) *The potential economic impact of Drosophila suzukii on small fruits production in Trentino (Italy)*. IOBC-WPRS Bulletin, 91:317-321
- DREVES A.J., WALTON V., FISHER G. (2009) *A new pest attacking healthy ripening fruit in Oregon. Spotted wing drosophila: Drosophila suzukii (Matsumura)*. Oregon State University Extension Publication EM 8991
- FELLIN L., GRASSI A., PUPPATO S., SADDI A., ANFORA G., IORIATTI C., ROSSI-STACCONI M.V. (2023) *First report on classical biological control releases of the larval parasitoid Ganaspis brasiliensis against Drosophila suzukii in northern Italy*. BioControl, 68(1):1-12. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10526-022-10174-2>
- GIORGINI M., WANG X.-G., WANG Y., CHEN F.-S., HOUGARDY E., ZHANG H.-M., CHEN Z.-Q., CHEN H.-Y., LIU C.-X., CASCONI P., FORMISANO G., CARVALHO G.A., BIONDI A., BUFFINGTON M., DAANE K.M., HOELMER K.A., GUERRIERI E. (2019) *Exploration for native parasitoids of Drosophila suzukii in China reveals a diversity of parasitoid species and narrow host range of the dominant parasitoid*. Journal of Pest Science, 92(2): 509-522. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-01068-3>
- GIROD P., LIERHMANN O., URVOIS T., TURLINGS T.C.J., KENIS M., HAYE T. (2018) *Host specificity of Asian parasitoids for potential classical biological control of Drosophila suzukii*. Journal of Pest Science, 91(4):1241-1250. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1003-z>
- GRASSI A., PALMIERI L., GIONGO L. (2009) *Nuovo fitofago per i piccoli frutti in Trentino*. Terra Trentina, 55(10):19-23
- GRASSI A., PALMIERI L., GIONGO L. (2012) *Drosophila (Sophophora) suzukii (Matsumura), new pest of soft fruits in Trentino (North-Italy) and in Europe*. IOBC/WPRS Bulletin, 70:121-128
- GRIFFO R., FRONTUTO A., CESARONI C., DESANTIS M. (2012) *L'insetto Drosophila suzukii sempre più presente in Italia*. L'Informatore Agrario, 68(9):56-60
- HAUSER M. (2011) *A historic account of the invasion of Drosophila suzukii (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United states, with remarks on their identification*. Pest Management Science, 67:1352-1357
- HERZ A., DINGELDEY E., ENGLERT C. (2021) *More power with flower for the pupal parasitoid Trichopria drosophilae: a candidate for biological control of the spotted wing drosophila*. Insects, 12(7):628. <https://doi.org/10.3390/insects12070628>
- IORIATTI C., BOSELLI M., CARUSO S., GALASSI T., GOTTARDELLO A., GRASSI A., TONINA L., VACCARI G., MORI N. (2015) *Approccio integrato per la difesa dalla Drosophila suzukii*. Frutticoltura, 4:32-36
- KANZAWA T. (1936) *Studies on Drosophila suzukii Mats.* Journal of Plant Protection (Tokio) 23:66-70, 127-132, 183-191. Abstract in Review of Applied Entomology, 24:315
- KANZAWA T. (1939) *Studies on Drosophila suzukii Mats.* Kofu, Yamanashi Agricultural Experiment Station pp. 49. Abstract in Review of Applied Entomology, 29:622
- KENIS M., TONINA L., ESCHEN R., VAN DER SLUIS B., SANCASSANI M., MORI N., HAYE T., HELSEN H. (2016) *Non-crop plants used as*

- hosts by *Drosophila suzukii* in Europe. Journal of Pest Science, 89(3):735-748. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0755-6>
- KIMURA M.T. (1988) *Adaptation to temperate climates and evolution of over-wintering strategies in the Drosophila melanogaster species group*. Evolution, 42:1288-1297
- KIMURA M.T. (2004) *Cold and heat tolerance of drosophilid flies with reference to their latitudinal distributions*. Oecologia, 140:442-449
- KINJO H., KUNIMI Y., NAKAI M. (2014) *Effects of temperature on the reproduction and development of Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae)*. Applied Entomology and Zoology, 49:297-304
- KLICK J., YANG W.Q., WALTON V.M., DALTON D.T., HAGLER J.R., DREVES A.J, LEE J.C., BRUCK D.J. (2014) *Distribution and activity of Drosophila suzukii in cultivated raspberry and surrounding vegetation*. Journal of Applied Entomology, 140:37-46
- LEE J.C., BRUCK D.J., CURRY H., EDWARDS D., HAVILAND D.R., VAN STEENWYK R.A., YORGEY B.M., (2011) *The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, Drosophila suzukii*. Pest Management Science, 67:1358-1367
- LEE J.C., DREVES A.J., CAVE A.M., KAWAI S., ISAACS R., MILLER J.C., VAN TIMMEREN S., BRUCK D.J. (2015) *Infestation of wild and ornamental noncrop fruits by Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae)*. Annals of the Entomological Society of America, 108:117-129
- LISI F., BIONDI A., CAVALLARO C., ZAPPALÀ L., CAMPO G., ROVERSI P., PEVERIERI G., GIOVANNINI L., TAVELLA L., TORTORICI F., BARDELLA S., CARLI C., BOSIO G., MORI N., TONINA L., ZANINI G., CARUSO S., VACCARI G., MASETTI A., ROSSI STACCONI M.V. (2022) *Current status of Drosophila suzukii classical biological control in Italy*. Acta Horticulturae, 193-200. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1354.25>
- MAZZETTO F., MARCHETTI E., AMIRESMAELI N., SACCO D., FRANCATI S., JUCKER C., DINDO M.L., LUPI D., TAVELLA L. (2016) *Drosophila parasitoids in northern Italy and their potential to attack the exotic pest Drosophila suzukii*. Journal of Pest Science, 89(3):837-850. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0746-7>
- MITSUI H., TAKAHASHI K.H., KIMURA M.T. (2006) *Spatial distribution and clutch sizes of Drosophila species ovipositing on cherry fruits of different stages*. Population Ecology, 48:233-237
- MITSUI H., BEPPU K., KIMURA M.T. (2010) *Seasonal life cycles and resource uses of flower- and fruit-feeding drosophilid flies (Diptera: Drosophilidae) in central Japan*. Entomology Science, 13:60-67
- MORI N., CARLI C., CARUSO S., CEREDI G., GALLASSI T., GRASSI A., LUPI D., MAISTRELLO L., MAINI S., MARCHESINI E., PAOLINI S., TAVELLA L., TOMMASINI M.G., ZANINI G. (2015) *Drosophila suzukii, un problema per tutto il nord Italia. I lavori del tavolo tecnico interregionale*. Convegno nazionale del ciliegio 2.0
- O' GRADY P.M., BEARDSLEY J.W., PERREIRA W.D. (2002) *New records for introduced Drosophilidae (Diptera) in Hawaii*. Bishop Museum Occasional Papers, 69:34-35
- PELTON E., GRATTON C., ISAACS R., VAN TIMMEREN S., BLANTON A., GUEDOT C. (2016) *Earlier activity of Drosophila suzukii in high woodland landscapes but relative abundance is unaffected*. Journal of Pest Science, 89(3):725-733
- PUPPATO S., GRASSI A., PEDRAZZOLI F., DE CRISTOFARO A., IORIATTI C. (2020) *First report of Leptopilina japonica in Europe*. Insects, 11(9):611. <https://doi.org/10.3390/insects11090611>

- PUPPATO S., GRASSI A. (2021) DROSORIUM. *Tecnica sostenibile per il controllo biologico conservativo di Drosophila suzukii*. Approfondimento monografico del Centro Trasferimento Tecnologico della Fondazione Edmund Mach. N°11 - maggio 2021
- ROSSI STACCONI M.V., BUFFINGTON M., DAANE K.M., DALTON D. T., GRASSI A., KAÇAR G., MILLER B., MILLER J.C., BASER N., IORIATTI C., WALTON V.M., WIMAN N.G., WANG X., ANFORA G. (2015) *Host stage preference, efficacy and fecundity of parasitoids attacking Drosophila suzukii in newly invaded areas*. *Biological Control*, 84:28-35. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.02.003>
- ROSSI STACCONI, M.V., GRASSI, A., IORIATTI, C., ANFORA, G. (2019) *Augmentative releases of Trichopria drosophilae for the suppression of early season Drosophila suzukii populations*. *BioControl*, 64(1):9-19. <https://doi.org/10.1007/s10526-018-09914-0>
- ROTA-STABELLI O., BLAXTER M., ANFORA G. (2012) *Drosophila suzukii*. *Current biology*, 23:R8-R9
- SANCASSANI M., TONINA L., TIRELLO P., GIOMI F., MARCHESINI E., ZANINI G., MORI N. (2016) *Drosophila suzukii su ciliegio, esperienze di lotta integrata*. *L'Informatore Agrario*, 15:59-63
- SANTOIEEMMA G., MORI N., TONINA L., MARINI L. (2018) *Semi-natural habitats boost Drosophila suzukii populations and crop damage in sweet cherry*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 257:152-158. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.02.013>
- SANTOIEEMMA G., FIORETTO D., CORCOS D., MORI N., MARINI L. (2019a) *Spatial synchrony in Drosophila suzukii population dynamics along elevational gradients*. *Ecological Entomology*, 44(2):182-189. <https://doi.org/10.1111/een.12688>
- SANTOIEEMMA G., TRIVELLATO F., CALOI V., MORI N., MARINI L. (2019b) *Habitat preference of Drosophila suzukii across heterogeneous landscapes*. *Journal of Pest Science*, 92(2):485-494. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1052-3>
- SANTOIEEMMA G., TONINA L., MARINI L., DUSO C., MORI N. (2020) *Integrated management of Drosophila suzukii in sweet cherry orchards*. *Entomologia Generalis*, 40(3):297-305. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2020/0947>
- TAIT G., GRASSI A., PFAB F., CRAVA C. M., DALTON D. T., MAGAREY R., ..., ANFORA G. (2018) *Large-scale spatial dynamics of Drosophila suzukii in Trentino, Italy*. *Journal of Pest Science*, 91:213-224.
- TONINA L., MORI N., GIOMI F., BATTISTI A. (2016) *Development of Drosophila suzukii at low temperatures in mountain areas*. *Journal of Pest Science*, 89:667-678.
- TONINA L., GOTTARDELLO A., ROSSI STACCONI M.V., SANTOIEEMMA G., VACCARI G. (2017) *Ecologia e gestione integrata di Drosophila suzukii al Nord*. *L'Informatore Agrario*, 12:40-44.
- TONINA L., MORI N., SANCASSANI M., DALL'ARA P., MARINI L. (2018) *Spillover of Drosophila suzukii between noncrop and crop areas: Implications for pest management*. *Agricultural and Forest Entomology*, 20(4):575-581. <https://doi.org/10.1111/afe.12290>
- WALSH D.B., BOLDA M.P., GOODHUE R.E., DREVES A.J., LEE J.C., BRUCK D.J., WALTON V.M., O'NEAL S.D., ZALOM F.G. (2011) *Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential*. *Journal of Integrated Pest Management*, 1:1-7
- ZERULLA F.N., SCHMIDT S., STREITBERGER M., ZEBITZ C.P.W., ZELGER R. (2015) *On the overwintering ability of Drosophila suzukii in South Tyrol*. *Journal of Berry Research*, 5:41-48